



TUGAS AKHIR - RE 141581

**KAJIAN KECUKUPAN RUANG TERBUKA HIJAU
UNTUK MENYERAP GAS KARBON DIOKSIDA
(CO₂) DARI KENDARAAN BERMOTOR DI JALAN
DR. IR. H. SOEKARNO, SURABAYA(MERR IIC)**

AUSTENYTA SOLA GRACIA
3312100115

DOSEN PEMBIMBING
Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - RE 141581

**STUDY OF THE SUFFICIENCY OF GREEN OPEN
SPACE TO ABSORB CARBON DIOXIDE (CO₂)
GAS FROM MOTOR VEHICLES IN DR. IR. H.
SOEKARNO STREET, SURABAYA (MERR IIC)**

AUSTENYTA SOLA GRACIA
3312100115

SUPERVISOR
Bieby Voijsant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

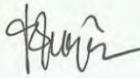
**KAJIAN KECUKUPAN RUANG TERBUKA HIJAU
UNTUK MENYERAP GAS KARBON DIOKSIDA
(CO₂) DARI KENDARAAN BERMOTOR DI JALAN
DR. IR. H. SOEKARNO, SURABAYA(MERR IIC)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :
AUSTENYTA SOLA GRACIA
Nrp. 3312 100 115

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Bieby Voijant Tangahu ST., MT., PhD.
NIP. 19710818 199703 2 001



Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau untuk Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂) dari Kendaraan Bermotor di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC)

Nama Mahasiswa : Austenya Sola Gracia
NRP : 3312100115
Jurusan : Teknik Lingkungan FTSP ITS
Dosen Pembimbing : Bieby Voijant Tangahu ST., MT., PhD.

ABSTRAK

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR IIC) merupakan koridor jalan arteri sekunder yang menjadi jalan alternatif penghubung Surabaya Selatan dengan Surabaya Utara. Jalan MERR IIC yang berfungsi sebagai kawasan perdagangan, jasa, dan pemukiman menyebabkan jalan tersebut semakin padat oleh aktivitas transportasi terutama kendaraan bermotor. Di mana aktivitas transportasi tersebut menyebabkan emisi CO₂ yang dilepaskan ke lingkungan semakin bertambah. Sehingga perlu dilakukan kajian kecukupan Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi CO₂ yang berasal dari kendaraan bermotor di Jalan MERR IIC.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan kajian kecukupan RTH jalur hijau Jalan MERR IIC dengan memperkirakan emisi karbon dioksida (CO₂) dari aktivitas transportasi di jalan tersebut 5 tahun ke depan yang akan dibandingkan dengan daya serap CO₂ dari vegetasi eksisting. Data jumlah emisi CO₂ diperoleh dari hasil perhitungan dari jumlah kendaraan bermotor yang didapat dengan metode *traffic counting*. Sedangkan daya serap vegetasi eksisting diperoleh dari observasi langsung dan studi literatur.

Daya serap total pohon di Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl.Sukosemolo) sebesar 154,88 g/detik dan Segmen C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut) sebesar 218,72 g/detik Kedua segmen jalan tersebut masih mampu menyerap emisi CO₂ akibat aktivitas kendaraan bermotor hingga tahun 2021 dengan sisa kemampuan daya serap sebesar 77,29 g/detik dan 81,90 g/detik secara berturut-turut. Sedangkan pohon pada Segmen B (Jl.

Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk) dengan total daya serap sebesar 78,20 g/detik belum mampu menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang dibuktikan dengan masih adanya sisa emisi CO₂ sebesar 6,74 g/detik pada tahun 2021.

Kata kunci : Daya serap vegetasi, karbon dioksida (CO₂), kendaraan bermotor, Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, ruang terbuka hijau.

Study of The Sufficiency of Green Open Space to Absorb Carbon Dioxide (CO₂) Gas from Motor Vehicles in Dr. Ir. H. Soekarno Street, Surabaya (MERR IIC)

Name of Student : Austenyta Sola Gracia
NRP : 3312100115
Study Programme : Environmental Engineering
Supervisor : Bieby Vojiant Tangahu ST., MT., PhD.

ABSTRACT

Dr. Ir. H. Soekarno street (MERR IIC) is a secondary arterial road corridors are becoming an alternative road connecting South with North Surabaya Surabaya. IIC MERR road that serves as an area of trade, services, and settlement led to the increasingly crowded roads by transport activity, especially of motor vehicles. Where the transport activities cause the increasing of CO₂ emission released into the environment. So necessary to study the adequacy of the green open space to absorb CO₂ emissions from motor vehicles in Jalan MERR IIC.

In this final project, a study conducted adequacy green open space of MERR IIC road to estimate emissions of carbon dioxide (CO₂) from the road transport activity in the next 5 years will be compared with the absorption of CO₂ from the existing vegetation. Data on the number of CO₂ emission is obtained from the calculation of the number of vehicles obtained by the method of traffic counting. While the absorption of existing vegetation derived from direct observation and study of literature.

Total absorption capacity of trees on Segment A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Sukosemolo) amounted to 154,88 g/sec and Segment C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut) amounted to 218,72 g/sec. Both these segments still able to absorb CO₂ emissions due to motor vehicle activity up to year 2021 with the rest of the absorption capability of 77,29 g/sec and 81,90 g/sec respectively. While trees in Segment B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk) with a total absorption of 2830.61 tons / year have not been able to absorb the CO₂ emissions from motor vehicles

as evidenced by the presence of residual CO₂ emissions by 6,74 g/sec in 2021.

Keywords: Absorption of vegetation, carbon dioxide (CO₂), Dr. Ir. H. Soekarno Street, green open spaces, motor vehicles.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesehatan yang baik serta nafas kehidupan sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini tepat waktu.

Penulisan laporan “Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau untuk Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂) dari Kendaraan Bermotor di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC)” ini dalam rangka memenuhi persyaratan pengajuan tugas akhir dari Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS. Dalam penyusunan laporan ini penyusun menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingannya.
2. Ibu Ipung Fitri Purwanti S.T., M.T., Ph.D., Bapak Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T., Bapak Alfan Purnomo S.T., M.T., selaku dosen penguji.
3. Ibu DR.IR. Ellina Sitepu Pandebesie, M.T., selaku dosen wali dari penyusun.
4. Ibu IDAA Warmadewanthi , S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
5. Ibu Harmin Sulistyaning Titah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
6. Bapak Anak Agung Gde Kartika, S.T., M.Sc., Ibu Dra. Dian Saptarini, M.Sc., Bapak Farid Kamal Muzaki S.Si, M.Si, Bapak Drs. Eko Supeno, M.Si., yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi tentang topik tugas akhir ini.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Lingkungan angkatan 2012, terima kasih atas bantuan dan dukungannya.
8. Nora, Dinny, Danda, Merry, Ribka atas semua bantuannya.
9. Keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi dan dukungan atas tercapainya penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

10. Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, Dinas Perhubungan Kota Surabaya, Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, Badan Kesatuan Bangsa, Politik, dan Perlindungan Masyarakat Kota Surabaya, telah membantu memberikan data sekunder kepada penulis.

Penyusun tugas akhir ini telah berusaha memberikan yang terbaik, namun apabila masih terdapat kesalahan, penulis berharap hal ini dapat menjadi perbaikan di masa datang. Salam.

Surabaya, Juni 2016

Austenyta Sola Gracia

3312 100 115

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB 1 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 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ruang Terbuka Hijau.....	5
2.1.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau.....	5
2.1.2 Fungsi Ruang Terbuka Hijau Perkotaan	5
2.1.3 Jenis-Jenis Ruang Terbuka Hijau Perkotaan	6
2.1.4 Peraturan Tentang Ruang Terbuka Hijau	6
2.2 Gas Karbon Dioksida (CO ₂).....	9
2.2.1 Definisi Gas Karbon Dioksida.....	9
2.2.2 Emisi Gas Karbon Dioksida.....	10
2.2.3 Efek Rumah Kaca	11
2.2.4 Siklus Global CO ₂	11
2.2.5 Perhitungan Beban Emisi CO ₂	12
2.3 Vegetasi Penyerap Gas Karbon Dioksida	14
2.3.1 Proses Penyerapan Gas Karbon Dioksida oleh Tanaman	14
2.3.2 Jenis- Jenis Vegetasi Penyerap Gas Karbon Dioksida.....	15
2.4 Metode Proyeksi Kendaraan Bermotor	17
2.5 Emisi CO ₂ Dengan Metode <i>Box Model</i>	17
BAB 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN.....	23
3.1 Profil Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya	23
3.2 Kondisi dan Lokasi Jalan MERR IIC.....	24

3.3	Kondisi Eksisting Ruang Terbuka Hijau di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR II-C)	25
BAB 4 METODE PERENCANAAN		27
4.1	Kerangka Perencanaan	27
4.2	Metode Perencanaan	28
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN		35
5.1	Survei Kendaraan Bermotor Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR IIC)	35
5.1.1	Penentuan Titik Lokasi Survei	35
5.1.2	Penentuan Waktu Survei	37
5.1.3	Persiapan Survei	38
5.1.4	Pelaksanaan Survei	38
5.1.5	Hasil Survei Tiap Titik Sampling	39
5.1.6	Perbandingan Tingkat Kepadatan Rata-Rata Jumlah Kendaraan	41
5.2	Proyeksi Kendaraan	43
5.3	Perhitungan Beban Emisi CO ₂	48
5.4	Perhitungan Beban Emisi CO ₂ dengan <i>Box Model</i>	50
5.5	RTH Jalur Hijau Jalan MERR IIC	53
5.6	Pembahasan	62
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		67
6.1	Kesimpulan	67
6.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69
Lampiran 1. Formulir Survei Volume Kendaraan		73
Lampiran 2. Hasil Survei Volume Kendaraan		75
Lampiran 3. Perhitungan Proyeksi Kendaraan		91
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Emisi CO ₂		95
Lampiran 5. Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ dengan <i>Box Model</i>		105
Lampiran 6. Dokumentasi Survei <i>Traffic Counting</i>		107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Faktor Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor	13
Tabel 2.2 Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan bermotor	13
Tabel 2.3 Daya Serap Gas CO ₂ Berbagai Penutup Vegetasi	15
Tabel 2.4 Kemampuan Pohon Menyerap Karbon Dioksida	16
Tabel 2.5 Daya Serap Karbon Dioksida Pohon	17
Tabel 3.1 Total Luas RTH Terbangun di Jalan MERR IIC	25
Tabel 5.1 Hasil <i>Traffic Count</i> Segmen A	39
Tabel 5.2 Hasil <i>Traffic Count</i> Segmen B	40
Tabel 5.3 Hasil <i>Traffic Count</i> Segmen C	41
Tabel 5.4 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang	41
Tabel 5.5 Jumlah Sepeda Motor Kota Surabaya Tahun 2008- 2012	43
Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatik	45
Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik	45
Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode <i>Least Square</i>	46
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi	46
Tabel 5.10 Hasil Proyeksi Sepeda Motor Rata-Rata per-Jam ...	47
Tabel 5.11 Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Segmen A	48
Tabel 5.12 Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Segmen B	48
Tabel 5.13 Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Segmen C	48
Tabel 5.14 Hasil Rekap Perhitungan Laju Beban Emisi CO ₂ Jl. MERR IIC	49
Tabel 5.15 Dimensi <i>Box</i> Tiap Segmen Jalan	51
Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ dengan <i>Box Model</i>	53
Tabel 5.17 Jenis Pohon dan Daya Serap CO ₂ di Jl. MERR IIC .	53
Tabel 5.18 Jenis Tanaman Perdu di Jalan MERR IIC	55
Tabel 5.19 Jenis, Jumlah, dan Daya Serap Total pada Segmen A	57
Tabel 5.20 Jenis, Jumlah, dan Daya Serap Total pada Segmen B	58
Tabel 5.21 Jenis, Jumlah, dan Daya Serap Total pada Segmen C	60

Tabel 5.22	Resultan Emisi CO ₂ dan Serapan Pohon di Segmen A	62
Tabel 5.23	Resultan Emisi CO ₂ dan Serapan Pohon di Segmen B	63
Tabel 5.24	Resultan Emisi CO ₂ dan Serapan Pohon di Segmen C	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Tata Letak Jalur Hijau Jalan	7
Gambar 2.2 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara	8
Gambar 2.3 Jalur Tanaman pada Daerah Bebas Pandang	8
Gambar 2.4 Siklus Karbon Dioksida	12
Gambar 2.5 Visualisasi <i>Box Model</i>	19
Gambar3.1 Wilayah Studi Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR II-C)	25
Gambar 4.1 Kerangka Alur Perencanaan (lanjutan)	28
Gambar 4.2 Peta Lokasi Survei	31
Gambar 5.1 Lokasi Titik Sampling Segmen A.....	36
Gambar 5.2 Lokasi Titik Sampling Segmen B.....	36
Gambar 5.3 Lokasi Titik Sampling Segmen C	37
Gambar5.4 Perbandingan Tingkat Kepadatan Rata-Rata Jumlah Kendaraan	42
Gambar 5.5 Visualisasi <i>Box Model</i>	50

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kawasan perkotaan adalah kawasan yang memiliki fungsi utama sebagai pusat pemerintahan, pendidikan, pemukiman penduduk, serta kegiatan ekonomi. Dengan semakin pesatnya perkembangan kota-kota di Indonesia, maka permintaan akan pemanfaatan lahan kota semakin meningkat. Hal tersebut mengakibatkan perubahan konfigurasi alami lahan perkotaan, dimana lahan bervegetasi di kawasan perkotaan semakin berkurang luasnya. Lahan yang awalnya berfungsi sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH), berubah fungsi menjadi area terbangun. Selain meningkatkan kesejahteraan masyarakat kota, di sisi lain pembangunan yang semakin bertambah juga berdampak pada penurunan kualitas lingkungan dan kesehatan. Untuk mengatasi kondisi tersebut, RTH dapat menjadi alternatif untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan (Velayati, 2012). Ruang Terbuka Hijau adalah bagian penting dari struktur pembangunan kota dan memiliki fungsi utama sebagai penunjang ekologis, serta berperan sebagai penambah dan pendukung nilai kualitas lingkungan suatu kota (Ramadhan, 2012).

Surabaya merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia dengan jumlah penduduk 2.944.030 jiwa (Dispenduk Capil Surabaya, 2016). Kemajuan kota ini didukung oleh beberapa faktor penunjang, diantaranya adalah pendidikan, perdagangan, usaha, investasi, dan industri (Widjajanti, 2010). Aktivitas transportasi, industri, jasa, dan kegiatan lainnya yang meningkat, juga telah meningkatkan buangan sisa kegiatan-kegiatan tersebut ke udara. Aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di daerah perkotaan (Soedomo dkk, 2010).

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR) merupakan salah satu jalan arteri sekunder di kawasan timur Kota Surabaya yang menghubungkan Surabaya Selatan dengan Surabaya Utara. Pengguna jalan ini pun banyak yang berasal dari luar Kota Surabaya. Dalam Rencana Pola Ruang RTRW Kota Surabaya, Jalan MERR difungsikan sebagai kawasan campuran yang

didominasi oleh perdagangan dan jasa, serta pemukiman penduduk. Selain itu, fungsi Jalan MERR yang seharusnya adalah jalur pengurai kemacetan untuk wilayah Surabaya Timur, pada kenyataannya menjadi bertambah macet. Hal ini salah satunya disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat dengan lebar dan panjang jalan yang tetap (Dinas PU Bina Marga Provinsi Jatim, 2015). Dampak perkembangan sarana transportasi seperti ini akan berpengaruh secara langsung terhadap jumlah emisi gas CO₂ yang dilepaskan ke lingkungan. Hal ini menyebabkan CO₂ yang dilepaskan ke lingkungan semakin bertambah. CO₂ merupakan salah satu Gas Rumah Kaca (GRK). Gas Rumah Kaca ini merupakan hasil buang pembakaran bahan bakar fosil dan aktivitas alam yang sampai saat ini sulit dikendalikan (Sugiarti, 2009).

Pada tahun 2013, jumlah luasan RTH di Kota Surabaya sebesar 6.716,77 Ha atau 20,32% dari luas total Kota Surabaya dan pada tahun 2014 luasan RTH Kota Surabaya sedikit meningkat menjadi 6.840,04 Ha atau 20,70% dari luas total Kota Surabaya (Bapeko Surabaya, 2015). Meskipun angka tersebut telah memenuhi target luasan RTH sesuai dengan Peraturan Daerah No. 12 Tahun 2014, dimana ditetapkan RTH diupayakan 20% dari luas kota, namun perlu dilakukan kajian terhadap RTH yang sudah ada untuk mengetahui sampai sejauh mana vegetasi eksisting dalam menyerap emisi gas CO₂ terutama yang berasal dari kendaraan bermotor.

Pada tugas akhir ini, akan dilakukan kajian kecukupan RTH untuk menyerap emisi CO₂ yang berasal dari aktivitas kendaraan bermotor yang melintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC) sebagai jalan arteri sekunder.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari perencanaan ini adalah:

1. Menghitung beban emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang melintas di sepanjang Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC).
2. Menganalisis kemampuan vegetasi eksisting pada jalur hijau untuk mereduksi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yang melintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC).

1.3. Tujuan

Tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Mengetahui beban emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang melintas di sepanjang Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC).
2. Mengetahui kemampuan vegetasi eksisting pada jalur hijau untuk menyerap CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yang melintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC).

1.4. Ruang Lingkup

Adapun batasan-batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah studi dilakukan di jalur hijau Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR II-C), yang merupakan jalan arteri sekunder dengan panjang 4,7 Km, dengan titik ujung selatan Jl. Raya Rungkut Madya dan titik ujung utara perempatan Jl. Arif Rahman Hakim.
2. Parameter yang digunakan adalah CO₂.
3. Emisi CO₂ yang dihitung adalah asumsi beban maksimum di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC).
4. Emisi CO₂ kendaraan bermotor yang melintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR IIC) diasumsikan hanya diserap oleh vegetasi di jalur hijau jalan.
5. Metode yang digunakan untuk perhitungan emisi CO₂ adalah *Box Model*.
6. Data untuk perhitungan emisi gas CO₂ yang akan dianalisis hanya berasal dari kendaraan bermotor yang melintas pada Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya.
7. Data RTH eksisting merupakan RTH yang dikelola oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya.
8. Keragaman Vegetasi yang akan didata meliputi jenis dan jumlah pohon, serta jenis perdu.
9. Periode kajian adalah 5 tahun kedepan hingga tahun 2021.
10. Spesifikasi bahan bakar jenis kendaraan mobil dianggap sama.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai bahan masukan dan pertimbangan bagi pihak pengambil kebijakan agar pembangunan wilayah khususnya RTH sesuai dengan orientasi perencanaan pembangunan kota.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Terbuka Hijau

2.1.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka adalah ruang yang bisa diakses oleh masyarakat baik secara langsung dalam kurun waktu terbatas maupun secara tidak langsung dalam kurun waktu tidak tertentu. Ruang terbuka itu sendiri bisa berbentuk jalan, trotoar, ruang terbuka hijau seperti taman kota, hutan dan sebagainya (Hakim dan Utomo, 2004). Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang penataan Ruang dan Peraturan Menteri PU No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, disebutkan bahwa pengertian Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Sedangkan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi, dan estetika.

2.1.2 Fungsi Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Menurut Peraturan Menteri PU No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, RTH memiliki 4 fungsi, yaitu:.

a. Fungsi ekologis:

Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota), sebagai peneduh, produsen oksigen, penyerap air hujan, penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta penahan angin.

b. Fungsi sosial dan budaya:

Menggambarkan ekspresi budaya local, media komunikasi warga kota, sebagai tempat rekreasi, dan wadah objek pendidikan, penelitian, serta pelatihan dalam mempelajari alam.

c. Fungsi ekonomi:

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

d. Fungsi estetika:

Meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota, pembentuk faktor keindahan arsitektural, menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

2.1.3 Jenis-Jenis Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Menurut Irwan tahun 2007, berdasarkan fungsi utamanya, RTH dapat dibagi menjadi:

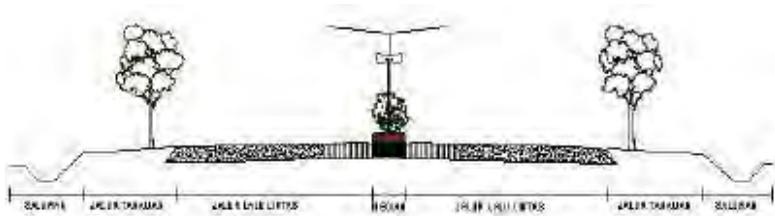
1. Pertanian perkotaan, fungsi utamanya adalah untuk mendapatkan hasilnya untuk konsumsi yang disebut dengan hasil pertanian kota seperti hasil hortikultura.
2. Taman kota, mempunyai fungsi utama untuk keindahan dan interaksi sosial
3. Hutan kota, mempunyai fungsi utama untuk peningkatan kualitas lingkungan

Status kepemilikan RTH diklasifikasikan menjadi RTH publik, yaitu RTH yang berlokasi pada lahan-lahan publik atau lahan yang dimiliki oleh pemerintah dan RTH privat atau non publik, yaitu RTH yang berlokasi pada lahan-lahan milik pribadi (Peraturan Menteri PU, 2008).

2.1.4 Peraturan Tentang Ruang Terbuka Hijau

RTH di suatu kota memiliki peraturan dalam penyediaannya. Peraturan tersebut diatur dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034. Secara umum, proporsi luasan RTH adalah 30% dari luas wilayah kota tersebut. Di mana 20% merupakan RTH publik dan 10% merupakan RTH privat.

Untuk menentukan pemilihan jenis tanaman pada jalur hijau jalan, perlu memperhatikan 2 (dua) hal, yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Disarankan agar dipilih jenis tanaman khas daerah setempat, yang disukai oleh burung-burung.



Gambar 2.1 Contoh Tata Letak Jalur Hijau Jalan

(Sumber : Peraturan Menteri PU No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan)

Taman pulau jalan adalah RTH yang terbentuk oleh geometris jalan seperti pada persimpangan tiga atau bundaran jalan. Sedangkan median berupa jalur pemisah yang membagi jalan menjadi dua lajur atau lebih. Berikut ini merupakan peraturan RTH pada jalur tanaman tepi jalan, median jalan dan persimpangan jalan yang diatur dalam Peraturan Menteri PU No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.

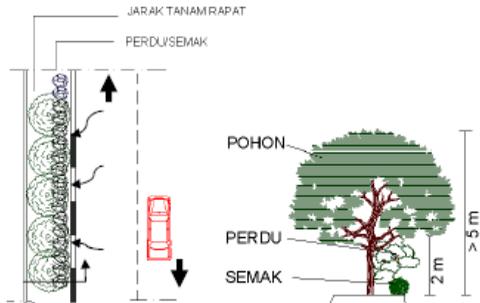
1) Pada jalur tanaman tepi jalan

Tanaman yang efektif menyerap polusi udara antara lain:

- terdiri dari pohon, perdu/semak;
- memiliki kegunaan untuk menyerap udara;
- jarak tanam rapat;
- bermassa daun padat.

Contoh jenis tanaman:

- Angsana (*Ptherocarpus indicus*)
- Akasia daun besar (*Accasia mangium*)
- Oleander (*Nerium oleander*)
- Bogenvil (*Bougenvillea Sp*)
- Teh-tehan pangkas (*Acalypha sp*)



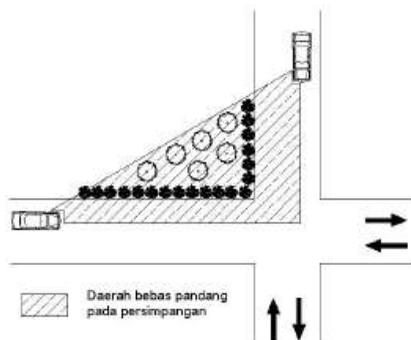
Gambar 2.2 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara

(Sumber : Peraturan Menteri PU No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan)

2) Pada persimpangan jalan

Daerah bebas pandang tidak diperkenankan ditanami tanaman yang menghalangi pandangan pengemudi. Sebaiknya digunakan tanaman rendah berbentuk tanaman perdu dengan ketinggian < 0.80 m, dan jenisnya merupakan berbunga atau berstruktur indah, misalnya:

- Soka berwarna-warni (*Ixora stricata*)
- Lantana (*Lantana camara*)
- Pangkas Kuning (*Duranta sp*)



Gambar 2.3 Jalur Tanaman pada Daerah Bebas Pandang

(Sumber : Peraturan Menteri PU No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan)

Bila pada persimpangan terdapat pulau lalu lintas atau kanal yang dimungkinkan untuk ditanami, sebaiknya digunakan tanaman perdu rendah dengan pertimbangan agar tidak mengganggu penyeberang jalan dan tidak menghalangi pandangan pengemudi kendaraan. Penggunaan tanaman tinggi berbentuk tanaman pohon sebagai tanaman pengarah, misalnya:

- a. Tanaman berbatang tunggal seperti jenis palem

Contoh:

- Palembang (*Oreodoxa regia*)
- Pinang jambi (*Areca catechu*)
- Lontar (siwalan) (*Borassus flabellifer*)

- b. Tanaman pohon bercabang > 2 m

Contoh:

- Khaya (*Khaya Sinegalensis*)
- Bungur (*Lagerstromia Loudonii*)
- Tanjung (*Mimosops Elengi*)

2.2 Gas Karbon Dioksida (CO₂)

2.2.1 Definisi Gas Karbon Dioksida

Karbon Dioksida (CO₂) merupakan salah satu Gas Rumah Kaca (GRK) yang diyakini memberi andil yang paling besar terhadap peningkatan rata-rata suhu udara di dunia. Selain CO₂ terdapat gas rumah kaca lainnya di antaranya adalah gas metana (CH₄), nitrous oksida (N₂O), dan uap air (H₂O). Sebenarnya dalam kondisi normal (\pm 300 ppm) tanpa ada campur tangan manusia, CO₂ berperan menjadi regulator neraca energi bumi atmosfer sehingga mampu sebagai stabilator suhu udara. Gas ini bersama gas rumah kaca lainnya mampu menjaga suhu udara agar tetap berada dalam kisaran yang nyaman bagi kehidupan (siang tidak terlalu panas dan malam tidak terlalu dingin). Tanpa adanya GRK suhu atmosfer bawah (troposfer) akan menjadi 34°C lebih rendah seperti yang dialami saat ini (Junaedi, 2007).

Umumnya, pencemaran yang diakibatkan oleh emisi CO₂ bersumber dari 2 (dua) kegiatan yaitu; alam (natural), dan manusia (antropogenik) seperti emisi CO₂ yang berasal dari transportasi, sampah, dan konsumsi energi listrik rumah tangga. Emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan manusia (antropogenik) konsentrasinya relatif lebih tinggi sehingga mengganggu sistem

kesetimbangan di udara dan pada akhirnya merusak lingkungan dan kesejahteraan manusia (Yoshinori, et al., 2009). Dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, pada umumnya sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibandingkan dengan sektor lainnya. Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber Emisi CO₂ mencapai 60-70%. Sedangkan kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain. Ketika dihirup pada konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasinya di atmosfer, karbon dioksida akan terasa asam di mulut dan mengengat di hidung serta tenggorokan. Efek ini disebabkan oleh pelarutan gas di membran mukosa dan saliva, membentuk larutan asam karbonat yang lemah (Afandi, 2009).

2.2.2 Emisi Gas Karbon Dioksida

Emisi CO₂ adalah pemancaran atau pelepasan gas CO₂ ke udara dan biasanya dinyatakan dalam setara ton karbon dioksida. Sumber-sumber emisi CO₂ ini sangat bervariasi, tetapi dapat digolongkan menjadi 4 macam sebagai berikut:

1. *Mobile Transportation* (sumber bergerak) antara lain: kendaraan bermotor, pesawat udara, kereta api, kapal bermotor dan pengean/evaporasi *gasoline*.
2. *Stationary Combustion* (sumber tidak bergerak) antara lain perumahan, daerah perdagangan, tenaga dan pemasaran industri, termasuk tenaga uap yang digunakan sebagai energi oleh industri.
3. *Industrial Processes* (proses industri) antara lain: proses kimiawi, metalurgi, kertas dan penambangan minyak.
4. *Solid Waste Disposal* (pembuangan sampah) antara lain: buangan rumah tangga dan perdagangan, buangan hasil pertambangan dan pertanian.

Emisi CO₂ dapat pula dikategorikan menjadi:

- Emisi Langsung
Emisi ini merupakan emisi yang keluar langsung dari aktifitas atau sumber dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya emisi CO₂ dari kendaraan bermotor
- 2. Emisi Tidak Langsung

Emisi ini merupakan hasil dari aktifitas di dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya konsumsi energi listrik di rumah tangga (Aqualdo dkk, 2012).

2.2.3 Efek Rumah Kaca

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

Energi yang diadsorpsi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah oleh awan dan permukaan bumi. Namun sebagian besar infra merah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan dan gas CO_2 dan gas lainnya, untuk dikembalikan ke permukaan bumi. Dalam keadaan normal, efek rumah kaca diperlukan, dengan adanya efek rumah kaca perbedaan suhu antara siang dan malam di bumi tidak terlalu jauh berbeda (Razak, 2010).

2.2.4 Siklus Global CO_2

Menurut Afdal (2007) pengikatan CO_2 dari atmosfer dapat melalui beberapa cara, yaitu:

- Ketika matahari bersinar, tumbuhan melakukan fotosintesis yang mengubah gas CO_2 menjadi karbohidrat dan melepaskan gas O_2 ke atmosfer.
- Pada permukaan laut di daerah kutub, temperatur yang lebih rendah menyebabkan gas CO_2 lebih mudah larut. Selanjutnya, CO_2 yang terlarut tersebut akan terbawa ke lapisan air yang lebih dalam karena massanya yang menjadi lebih berat.

- Pada laut bagian atas dengan produktivitas tinggi, organisme membentuk memanfaatkan CO_2 dalam kehidupannya; misalnya membentuk cangkang karbonat atau bagian-bagian tubuh lainnya yang keras, serta proses fotosintesis oleh ganggang laut.

Samudera juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam mengurangi peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer. Disolusi air laut memberikan kesempatan yang besar untuk menenggelamkan CO_2 antropogenik, hal ini disebabkan CO_2 mempunyai daya larut yang tinggi. Di samping itu, CO_2 juga memisahkan diri ke dalam ion-ion dan berinteraksi dengan unsur pokok air laut. Tingkat penyerapan CO_2 oleh vegetasi hanya sekitar 0.05%, sedangkan 1.75% tetap berada di atmosfer dan 98.20% larut dalam lautan (Pradiptyas, dkk, 2010). Berikut adalah siklus karbon dioksida yang dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Siklus Karbon Dioksida

(Sumber : <http://sciencelearn.org.nz/Contexts/The-Ocean-in-Action/Sci-Media/Interactive/Carbon-cycle>)

2.2.5 Perhitungan Beban Emisi CO_2

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan beban emisi CO_2 menurut Jinca, dkk pada tahun 2009.

- Menghitung Emisi CO_2 dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = Ni \times FE_i \times Ki \times L \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

Q = Jumlah emisi CO₂ (gram/jam)

Ni =Jumlah kendaraan bermotor tipe-i (kendaraan/jam)

FE_i =Faktor emisi CO₂ (gram/liter)

Ki = Konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor tipe-i (liter/100km)

L = Panjang jalan (Km)

Nilai faktor emisi dengan tipe bahan bakar dan jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Faktor Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

No	Jenis Kendaraan	Faktor Emisi (gram/km)	Faktor Emisi (gram/liter)
1	Sedan Premium	329.66	2558.8
2	<i>Minibus</i> Premium	346.3	2693.4
3	<i>Minibus</i> Solar	375.89	3642.8
4	<i>Jeep</i> Premium	402.53	2991.3
5	<i>Jeep</i> Solar	424.44	4106.2
6	<i>Pick up</i> Premium	373.63	2178.1
7	<i>Pick up</i> Solar	399.64	2897.6
8	Mikrolet Premium	358.94	2780.5
9	Mikrobus Solar	703.19	4586.2
10	Bus Solar	859	1593.7
11	<i>Truck</i> Solar	771.15	1593.7
12	Sepeda Motor	122.19	2275.1

Sumber: Lestari dan Adolf (2008)

Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang telah disesuaikan dengan jenis kendaraannya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan bermotor

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100 km)
1	Mobil Penumpang	
	a. Bensin	11.79
	b. Diesel/Solar	11.36

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100 km)
2	Bus Besar	
	a. Bensin	23.15
	b. Diesel/Solar	16.89
3	Bus Sedang	13.04
4	Bus Kecil	
	a. Bensin	11.35
	b. Diesel/Solar	11.83
5	Bemo, bajaj	10.99
6	Taksi	
	a. Bensin	10.88
	b. Diesel/Solar	6.25
7	Truk Besar	15.82
8	Truk Sedang	15.15
9	Truk Kecil	
	a. Bensin	8.11
	b. Diesel/Solar	10.64
10	Sepeda Motor	2.66

Sumber: Jinca, dkk. (2009)

2.3 Vegetasi Penyerap Gas Karbon Dioksida

2.3.1 Proses Penyerapan Gas Karbon Dioksida oleh Tanaman

Pelepasan emisi karbon CO₂ ke udara menyebabkan efek gas rumah kaca yang apabila dibiarkan akan berdampak negatif bagi kehidupan manusia, karena itu perlu dilakukan langkah-langkah untuk mengurangi emisi karbon CO₂ ini yang sering disebut menyeimbangkan lingkungan (dari kerusakan). Salah satu cara yang paling baik adalah dengan menanam pohon, sudah diketahui bahwa tanaman dapat menyerap CO₂ dan melepas O₂ melalui proses fotosintesis, karena itu selain dapat menyerap emisi CO₂ tanaman juga memiliki fungsi lain sebagai penuplai O₂ yang diperlukan bagi manusia, selain itu pun dapat memberi keteduhan dan menambah nilai estetika lanskap.

Sebagaimana diketahui, tumbuhan melakukan fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau energi yang dibutuhkan tanaman tersebut. Dalam fotosintesis tersebut tumbuhan menyerap CO₂ dan air yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Semua proses ini berlangsung di klorofil. Kemampuan tanaman sebagai penyerap CO₂ akan berbeda-beda. Banyak faktor yang mempengaruhi daya serap CO₂. Diantaranya ditentukan oleh mutu klorofil. Mutu klorofil ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya magnesium yang menjadi inti klorofil. Semakin besar tingkat magnesium, daun akan berwarna hijau gelap (Alamendah, 2010).

2.3.2 Jenis- Jenis Vegetasi Penyerap Gas Karbon Dioksida

Karyadi (2005) dalam penelitiannya di kota Bogor yang berjudul Pengukuran Daya Serap Karbondioksida Lima Jenis Tanaman Hutan Kota meneliti lima jenis tanaman dengan kemampuan daya serap karbondioksida sebagai berikut: tanaman Tanjung menyerap CO₂ sebesar 1,622 kg CO₂ per hari, mangga dapat menyerap 1,247 kg CO₂ per hari, lalu sawo duren menyerap sebesar 0,648 kg CO₂ per hari, kenari 225,418 kg CO₂ dan jati 0,298 kg CO₂ per hari. Sedangkan pada penelitian Prasetyo,dkk (2002) daya serap gas CO₂ pada berbagai penutup vegetasi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Daya Serap Gas CO₂ Berbagai Penutup Vegetasi

No	Tipe Penutupan	Daya Serap Gas CO ₂ (kg/ha/hari)	Daya Serap Gas CO ₂ (Ton/ha/th)
1	Pohon	1559,10	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)

Penelitian Dahlan (2007) terhadap beberapa tanaman yang dapat menyerap emisi CO₂ disajikan di dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Kemampuan Pohon Menyerap Karbon Dioksida

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO ₂ (Kg/pohon/tahun)
1	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28488,39
2	Cassia	<i>Cassia sp</i>	5295,47
3	Kenanga	<i>Canangium oderatum</i>	756,59
4	Pinku	<i>Dysoxylum excelsum</i>	720,49
5	Beringin	<i>Ficus benyamina</i>	535,90
6	Krey Payung	<i>Fellicium decipiens</i>	404,83
7	Matoa	<i>Pometia pinnata</i>	329,76
8	Mahoni	<i>Swettiana mahagoni</i>	295,76
9	Saga	<i>Adenathera speciosa</i>	221,18
10	Bungur	<i>Langerstroemia speciosa</i>	160,14
11	Jati	<i>Tectona grandis</i>	135,27
12	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	126,51
13	Johar	<i>Cassia grandis</i>	116,25
14	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	75,29
15	Puspa	<i>Schima wallichii</i>	63,31
16	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	48,68
17	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	42,20
18	Sawo Kecil	<i>Maniikara kauki</i>	36,19
19	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	34,29
20	Bunga Merak	<i>Caesalpina pulcherrima</i>	30,95
21	Sempur	<i>Dilenia retusa</i>	24,24
22	Khaya	<i>Khaya anthotheca</i>	21,90
23	Merbau Pantai	<i>Intsia Bijuga</i>	19,25
24	Akasia	<i>Acacia mangium</i>	15,19
25	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	11,12
26	Asam Kranji	<i>Pithecelobium dulce</i>	8,48
27	Saputangan	<i>Maniltoa grandiflora</i>	8,26
28	Dadap Merah	<i>Erythrina cristagalli</i>	4,55
29	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	2,19
30	Asam	<i>Tamarindus Indica</i>	1,49
31	Kempas	<i>Compasia excelsa</i>	0,20

Sumber : Dahlan (2007)

Daya serap karbon dioksida kategori famili berdasarkan sistem taksonomi dalam Purwaningsih 2007 disajikan pada Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5Daya Serap Karbon Dioksida Pohon

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)
1	Bambu hias	<i>Thyrsostachys siamensis</i>	1,71
2	Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	424,42
3	Caribbean Copper	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	0,20
4	Cemara Bulu Kasuari	<i>Casuarina sumatrana</i>	197,10
5	Glodogan	<i>Polyalthia longifolia</i>	96,36
6	Kamboja Kuning	<i>Plumeria acuminata</i>	16,43
7	Kamboja Pink	<i>Plumeria acuminata</i>	16,43
8	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	105,87
9	Orok-Orok Merah	<i>Callistemon viminalis</i>	722,70
10	Palm Raja	<i>Roystonea regia</i>	1,71
11	Palm Bismarckia	<i>Bismarckia nobilis</i>	1,71
12	Palm Washington	<i>Washingtonia filifera</i>	1,71
13	Pandan Bali	<i>Cordyline australis</i>	1,71
14	Petai Cina	<i>Leucaena leucocephala</i>	722,70
15	Pucuk Merah	<i>Syzygium oleina</i>	43,03
16	Spathodea	<i>Spathodea campanulata</i>	105,87
17	Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	105,87

Sumber: Purwaningsih (2007)

2.4 Metode Proyeksi Kendaraan Bermotor

Proyeksi jumlah kendaraan diperlukan untuk memprediksi jumlah emisi karbon dioksida di tahun-tahun

mendatang. Seiring meningkatnya jumlah penduduk akan menyebabkan peningkatan pada jumlah kendaraan. Peningkatan jumlah kendaraan tersebut akan berdampak pada peningkatan emisi karbon dioksida. Dengan demikian diperlukan prediksi jumlah kendaraan hingga 5 tahun ke depan untuk dapat menganalisis kecukupan RTH jalur hijau jalan. Berikut ini adalah macam-macam metode proyeksi kendaraan.

□ Metode Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan kendaraan yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r(dn) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

- P_n = Jumlah kendaraan pada akhir tahun periode
- P_o = Jumlah kendaraan pada awal proyeksi
- r = Rata-rata pertambahan kendaraan tiap tahun
- dn = Kurun waktu proyeksi

□ Metode *Least Square* (Kuadrat Minimum)

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan kendaraan masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan kendaraan tidak selalu bertambah.

Rumus yang digunakan:

$$P_n = a + (b \times t) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

- t = Tambahan tahun terhitung dari tahun dasar
- a = $\Sigma Y / N$
- b = $\Sigma XY / \Sigma X^2$

□ Metode *Geometrik* (Berganda)

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan kendaraan secara otomatis berganda, dengan pertambahan kendaraan. Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun kemudian melonjak, disebabkan kepadatan kendaraan mendekati maksimum.

Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o \times (1+r)^{dn} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

- Pn =Jumlah kendaraan pada tahun ke-n
- Po =Jumlah kendaraan pada awal proyeksi
- r =Rata-rata pertambahan kendaraan tiap tahun
- dn =Kurun waktu proyeksi

Untuk menentukan metode yang akan digunakan untuk proyeksi kendaraan, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi(R) untuk tiap-tiap metode. Sesuai atau tidaknya metode yang akan dipilih ditentukan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 sampai 1, dimana metode yang akan dipilih adalah yang koefisien korelasinya yang paling mendekati angka 1. Persamaan yang dipakai untuk mencari koefisien korelasi adalah:

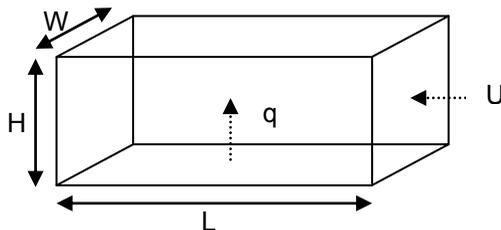
$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

- X = urutan tahun
- Y = pertambahan penduduk
- X² = urutan tahun dikuadratkan
- Y² = pertambahan penduduk dikuadratkan
- n = jumlah data

2.5 Emisi CO₂ Dengan Metode *Box Model*

Box Model merupakan metode untuk menghitung tingkat emisi pada suatu area dan tinggi pencemaran tertentu dengan memasukkan kontribusi emisi dari daerah yang ditinjau (Setiawan,2013). Kontributor yang dimaksud dapat berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, kebakaran hutan, tempat pemrosesan akhir, maupun transportasi.



Gambar 2.5 Visualisasi *Box Model*

(Sumber : Murti, dkk., 2015)

Gambar 2.5 di atas adalah bentuk visualisasi penyebaran emisi pencemar berdasarkan prinsip *Box Model*. Emisi pencemar dihasilkan oleh contributor(q) menyebar dalam suatu batasan ruang berupa *box* dengan panjang, lebar, dan ketinggian tertentu. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan emisi dengan prinsip *Box Model*.

- Perhitungan konsentrasi pencemar C(t)

$$C(t) = \frac{qL}{UH} (1 - e^{-(Ut)/L}) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

C(t) = Konsentrasi pencemar (mg/m³)
 q = Rata-rata emisi pencemar per meter persegi (mg/m²/detik)

$$= \frac{\text{Total Emisi CO}_2 \text{ Primer (mg/detik)}}{\text{Luas Box (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots (2.7)$$

L = Panjang *box* (m)
 H = Tinggi pohon (m)
 U = Rata-rata kecepatan angin (m/detik)
 t = Waktu tempuh (detik)

$$= \frac{L \text{ (m)}}{U \text{ (m/detik)}} \dots\dots\dots (2.8)$$

- Perhitungan volume *box*

$$\text{Volume Box} = \text{Luas box(m}^2\text{)} \times \text{Tinggi pohon(m)} \dots\dots (2.9)$$

- Perhitungan massa CO₂

$$\text{Massa CO}_2 = C(t) \text{ (mg/m}^3\text{)} \times \text{Volume Box(m}^3\text{)} \dots\dots (2.10)$$

- Perhitungan emisi CO₂

$$\text{Emisi CO}_2 \text{ (mg/detik)} = \frac{\text{Massa CO}_2 \text{ (mg)}}{t \text{ (detik)}} \dots\dots\dots (2.11)$$

(Setiawan, 2013)

Menurut Pentury(2003), pendugaan kualitas udara dengan *Box Model* menggunakan beberapa asumsi, yaitu:

- Laju emisi polutan bersifat konstan dan penyebarannya linier mengikuti arah angin dominan. Konstan yang dimaksud adalah jika polutan udara dalam keadaan

massa per satuan waktu memasuki suatu volume udara ambient yang bergerak pada suatu arah dengan kecepatan angin yang konstan.

- Udara yang bergerak di atmosfer dibatasi dari atas oleh lapisan udara yang stabil pada ketinggian tertentu(H). Udara yang bergerak juga dibatasi oleh arah tegak lurus terhadap kecepatan angin.
- Material yang diemisikan memiliki kestabilan kimia dan tetap tinggal dalam *box*.

BAB 3

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

3.1 Profil Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya telah dikenal dengan sebutan MERR (*Middle East Ring Road*). Jalan MERR merupakan jalan arteri sekunder yang memiliki panjang total 10,925 Km dan terdiri dari 3 ruas jalan, yaitu MERR II-A (Jl. Kenjeran-Jl. Mulyorejo), MERR II-B (Jl. Mulyorejo-Jl. Arif Rahman Hakim), dan MERR II C (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Raya Rungkut Madya). Menurut Peta Kota Surabaya, Jalan MERR terbentang menghubungkan 3 kecamatan, yaitu Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Sukulilo, dan Kecamatan Rungkut. Pembangunan Jalan MERR dilakukan secara bertahap mulai tahun 2009 hingga diresmikan pada tahun 2010. Secara resmi pemberian nama Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dilakukan oleh Walikota Surabaya Dr. Ir. Tri Rismaharini, M. T., dengan mengeluarkan Surat Keputusan Walikota Surabaya Nomor 188.45/501/436.1.2/2010 tentang Penetapan Nama Jalan di Kota Surabaya.

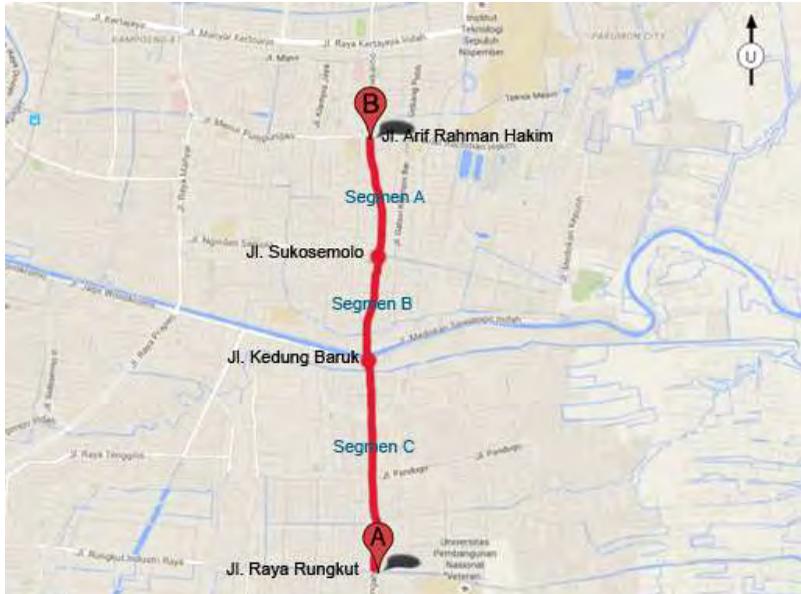
Pembangunan Jalan MERR ini merupakan pembangunan prasarana transportasi yang pembangunannya dilakukan oleh pemerintahan pusat, yaitu Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V. Pembangunan jalan tersebut merupakan suatu kebijakan yang dikeluarkan oleh Menteri Pekerjaan Umum berdasarkan UU no. 38 tahun 2004 tentang Jalan. Pembangunan Jalan Lingkar Timur Dalam tersebut dilakukan oleh pemerintah sebagai upaya menanggulangi permasalahan kemacetan di Kota Surabaya. Terlebih dengan adanya pembangunan Jembatan Suramadu mulai tahun 2003 dan diresmikan pada tahun 2009. Sehubungan dengan program pembangunan Jembatan Suramadu yang ditujukan untuk menghubungkan Kota Surabaya dengan Madura tersebut, maka pemerintah berupaya untuk mengatasi kelancaran arus lalu lintas khususnya bagian timur dan selatan Kota Surabaya. Sehingga Kementerian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jendral Bina Marga kemudian melaksanakan program pembangunan *Middle East Ring Road* (MERR) yaitu Jalan Lingkar Timur Dalam yang ditujukan untuk menghubungkan Jembatan Suramadu dengan Bandara Juanda (Sari, 2012). Menurut Peta Rencana Jaringan Jalan Kota

Surabaya periode tahun 2009-2029 pada, Jalan MERR IIC akan dilewati jalur angkutan berbasis rel.

3.2 Kondisi dan Lokasi Jalan MERR IIC

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya yang merupakan Jalan Arteri Sekunder dan Jalan Nasional adalah akses jalan yang menghubungkan Surabaya Selatan dengan Surabaya Utara. Jalan MERR juga menjadi jalan alternatif bagi masyarakat Kabupaten Sidoarjo yang hendak ke Surabaya (Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2016). Dalam Peta Rencana Pola Ruang Kota Surabaya Kota Surabaya periode tahun 2009-2029, sepanjang kanan dan kiri Jalan MERR direncanakan akan menjadi kawasan perdagangan dan jasa, serta pemukiman penduduk. Saat ini di pinggiran Jalan MERR mulai terbangun gedung-gedung apartemen dan ruko serta pertokoan. Menurut observasi langsung, pagi dan sore hari merupakan waktu dimana Jalan MERR IIC dipadati oleh kendaraan bermotor. Hal ini disebabkan oleh penggunaan jalan MERR IIC secara serentak dan pada waktu yang bersamaan oleh masyarakat untuk berangkat beraktifitas, misalnya sekolah dan kerja pada pagi hari, serta ketika pulang beraktifitas pada sore harinya.

Gambar 3.1 merupakan pencitraan dari *Google Map* pada wilayah studi, yaitu Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (ruas Jalan MERR IIC). Pada peta dapat dilihat huruf A menunjukkan ujung selatan wilayah studi, yaitu pertigaan Jalan Raya Rungut Madya. Sedangkan huruf B merupakan ujung utara wilayah studi, yaitu perempatan Jalan Arif Rahman Hakim. Dalam tugas akhir ini Jalan MERR IIC dibagi menjadi 3 segmen jalan untuk memudahkan observasi. Segmen A merupakan segmen jalan di antara perempatan Jl. Arif Rahman Hakim dan Jl. Sukosemolo, dengan panjang jalan 1,3 Km. Segmen B merupakan segman jalan di antara perempatan Jl. Sukosemolo dan Jl. Kedung Baruk, dengan panjang jalan 1,2 Km. Sedangkan Segmen C merupakan segmen jalan di antara perempatan Jl. Kedung Baruk dan Jl. Raya Rungkut, dengan panjang jalan 2,2 Km.



Gambar 3.1 Wilayah Studi Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR II-C)
(Sumber : Google Maps)

3.3 Kondisi Eksisting Ruang Terbuka Hijau di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya (MERR II-C)

RTH Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya untuk ruas Jalan MERR II-C sepenuhnya dikelola oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. Pembangunan Jalur hijau Jalan MERR II-C dilakukan secara bertahap. Hingga akhir tahun 2015 total luas RTH jalur hijau Jalan MERR II-C yang telah terbangun seluas 26.624,70 m². Tabel 3.1 berikut ini adalah rincian data RTH yang telah terbangun di Jalan MERR II-C.

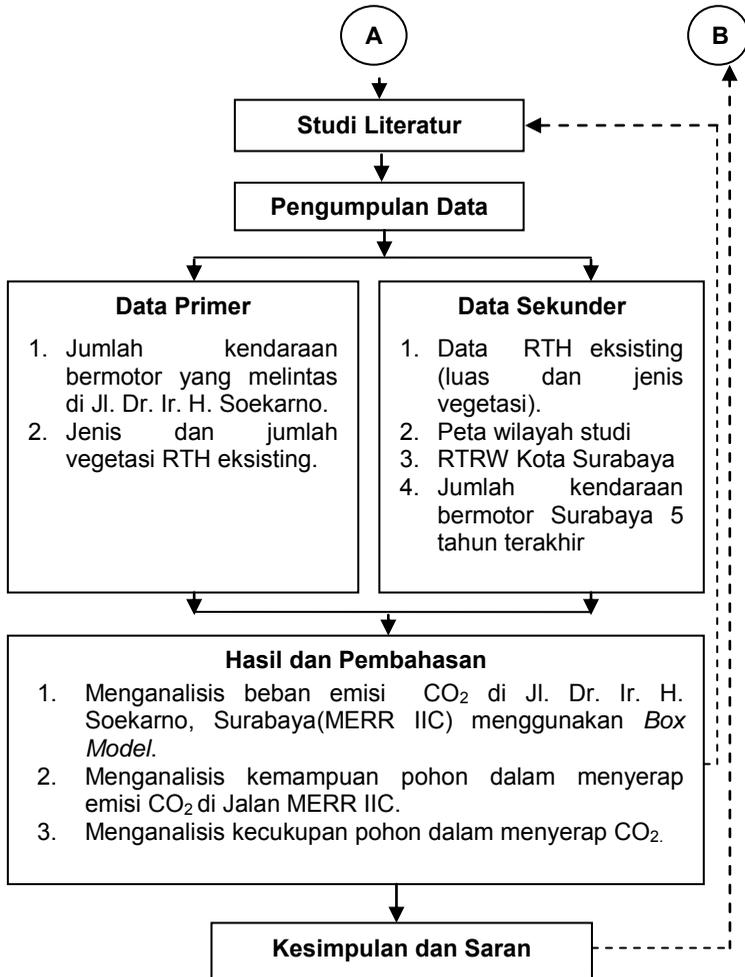
Tabel 3.1 Total Luas RTH Terbangun di Jalan MERR IIC

No	Kecamatan	Nama Taman/Jalur Hijau	Letak	Luas(m ²)
1	Sukolilo	Pulau 1	Deles(dari utara)	2.979,6

No	Kecamatan	Nama Taman/Jalur Hijau	Letak	Luas(m ²)
		Pulau 2		4.909,5
		Pulau 3		2.979,6
2	Sukolilo	Jalur Tengah	Semolowaru	6.826,0
		Sisi Timur-Utara		1.300,0
		Sisi Timur-Selatan		1.762,0
3	Rungkut	Satu Pulau	Kedung Baruk	3.650,0
4	Rungkut	Pulau Perempatan Pandugo-Kd. Asem	Pandugo	2.218,0
Total Luas RTH				26.624,70

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya (2015)

Terdapat kurang lebih 20 jenis semak yang ditanam di jalur hijau Jalan MERR II-C menurut DKP. Sedangkan untuk pohon kurang lebih ada 15 jenis pohon yang ditanam di jalur hijau Jalan MERR II-C. Saat ini Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya tidak memiliki *Standard Operating Procedure* perawatan RTH (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2016).



Gambar 4.1 Kerangka Alur Perencanaan (lanjutan)

1.2 Metode Perencanaan

Berikut ini adalah penjelasan dari kerangka perencanaan diatas. Metode perencanaan ini akan menjadi pedoman pelaksanaan perencanaan tugas akhir ini.

1. Latar Belakang

Latar belakang yang mendasari penyusunan tugas akhir ini adalah semakin meningkatnya jumlah penduduk diiringi dengan peningkatan kendaraan bermotor sehingga emisi gas CO₂ yang terlepas di udara juga meningkat, serta ketersediaan RTH eksisting yang belum mampu memenuhi penyerapan emisi CO₂.

2. Ide Tugas Akhir

Ide tugas akhir ini menindaklanjuti latar belakang yang mendasari ide tugas akhir ini.

3. Rumusan Masalah dan Tujuan Perencanaan

Setelah ide tugas akhir terbentuk, kemudian dilakukan penentuan rumusan masalah yang akan dikaji dalam tugas akhir ini. Selanjutnya dijelaskan tujuan dari dilaksanakannya tugas akhir perencanaan Ruang Terbuka Hijau di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya(MERR IIC) ini.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh teori yang berkaitan dengan perencanaan ini dan digunakan sebagai penunjang pelaksanaan perencanaan. Literatur yang digunakan berasal dari jurnal penelitian(nasional dan internasional) dan *text book*.

5. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan data primer dan sekunder. Berikut adalah rincian penjelasannya.

a) Data Primer

a) Jumlah Kendaraan Bermotor

Pada pengambilan data jumlah kendaraan bermotor ini, dilakukan metode survei *traffic counting* dan alat yang digunakan adalah *counter*. *Traffic counting* adalah metode pengukuran jumlah kendaraan pada setiap ruas jalan. *Counter* digunakan sebagai alat penghitung kendaraan yang melintas di ruas jalan pada lokasi survei. Pengambilan data ini dilakukan secara manual. Prosedur *traffic counting* yang harus diperhatikan adalah :

1. Pencatatan setiap kendaraan yang melintas menurut klasifikasi macam kendaraan. Klasifikasi yang digunakan adalah:
 - Sepeda motor
 - Mobil
 - Mini Bus
 - Bus
 - Truk Kecil
 - Truk Sedang
 - Truk Besar
2. Pencatatan dilakukan secara serentak pada titik pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya pada lokasi studi, setiap 15 menit dalam waktu puncak.
3. Lokasi survei dipilih pada 3 segmen jalan, antara perempatan Jl. Arif Rahman Hakim dan Jl. Suko Semolo, Jl. Suko Semolo dan Jl. Raya Kedung Baruk, serta Jl. Raya Kedung Baruk dan Jl. Raya Rungkut Madya. Survei dilakukan pada kedua ruas Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya. Diperlukan 16 orang surveyor untuk melakukan perhitungan kendaraan di ketiga segmen jalan tersebut. Berikut ini adalah peta lokasi survei yang akan dilakukan pada tugas akhir ini.
4. Pelaksanaan survei dilakukan pada jam puncak. Waktu puncak ditentukan berdasarkan data survei Dinas Perhubungan pada buku Laporan Survei Kinerja Lalu Lintas, yaitu jam puncak pada ruas Jl. Kertajaya dan Jl. Raya Rungkut. kemudian survei dilakukan untuk mencari hari puncak. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pada hari apa volume kendaraan yang melintas terhitung jumlah yang tertinggi.



Gambar 4.2 Peta Lokasi Survei
(Sumber : *Google Maps*, 2016)

b) Jenis dan Jumlah Vegetasi

Pengamatan jenis dan penghitungan jumlah vegetasi pada RTH eksisting dilakukan secara langsung pada sepanjang jalur hijau di Jalan MERR IIC. Pengumpulan data mengenai vegetasi ini diambil pada jalur hijau median dan tepi jalan. Untuk tanaman jenis semak hanya didata jenisnya. Sedangkan untuk tanaman jenis pohon dihitung satuan batang. Jenis vegetasi eksisting yang ada pada jalur hijau Jalan MERR IIC dianalisis berdasarkan literatur mengenai jenis-jenis tanaman.

b) Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi yang berkaitan, seperti Dinas Perhubungan Kota Surabaya, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota

Surabaya, Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur, dan Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya. Data-data yang diperlukan antara lain:

- Data luas dan jenis vegetasi eksisting RTH Jl. Dr. Ir. H. Soekarno (MERR IIC)
- Peta wilayah studi
- RTRW Kota Surabaya
- Jumlah kepemilikan kendaraan bermotor Surabaya 5 tahun terakhir

6 Hasil dan Pembahasan

Setelah diperoleh data primer dan sekunder, selanjutnya dilakukan analisis pada data-data yang didapatkan tersebut. Analisis yang dilakukan mengacu pada studi literatur. Analisis data dibagi dalam beberapa bagian, antara lain:

a) Menghitung Beban Emisi CO₂

Berikut adalah langkah-langkah perhitungan beban emisi CO₂:

- 1) Memproyeksikan jumlah kendaraan di Kota Surabaya dari data sekunder yang didapat. Proyeksi ini bertujuan untuk mendapatkan prosentase rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Proyeksi dilakukan dengan 3 metode, yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode Least Square, untuk mendapatkan koefisien korelasi yang paling mendekati angka 1.
- 2) Memproyeksikan data hasil *traffic count* jumlah kendaraan yang melintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, dengan menggunakan prosentase rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan yang didapatkan dari langkah pertama.
- 3) Perhitungan beban emisi CO₂ primer dilakukan sesuai dengan Rumus 2.1.
- 4) Melakukan perhitungan emisi CO₂ yang diserap oleh pohon menggunakan *Box Model* sesuai dengan Rumus 2.6.

b) Menghitung Kemampuan Penyerapan Vegetasi RTH Eksisting

Menghitung penyerapan CO₂ oleh vegetasi hasil perhitungan dan analisa jenis vegetasi eksisting secara langsung (data primer).

Kemampuan penyerapan pohon = daya serap CO₂ tipe pohon (g/pohon/detik) x jumlah pohon.....(4.1)

c) Menganalisis Kecukupan RTH dalam Menyerap Emisi CO₂

Emisi CO₂ total merupakan penjumlahan dari nilai emisi CO₂ tiap jenis kendaraan yang melintas di Jalan MERR IIC. Dengan melakukan pendekatan matematis, secara sederhana debit emisi yang dapat direduksi oleh RTH jalur hijau Jl. Dr. Ir. H. Soekarno(MERR IIC) adalah:

$$\text{Sisa Emisi CO}_2 = A \left(\frac{\text{gram}}{\text{detik}} \right) - B \left(\frac{\text{gram}}{\text{detik}} \right) \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan:

A = Total emisi CO₂

B = Total daya serap CO₂ oleh pohon

(Velayati, 2012)

• Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan rangkuman hasil evaluasi dan perencanaan terhadap jalur hijau Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya(MERR IIC). Kesimpulan akan menjawab tujuan dari pelaksanaan perencanaan. Saran merupakan bahan evaluasi yang ditujukan kepada peneliti selanjutnya mengenai topik ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Survei Kendaraan Bermotor Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (MERR IIC)

5.1.1 Penentuan Titik Lokasi Survei

Sebelum melakukan survei kendaraan bermotor di Jalan MERR IIC, terlebih dahulu ditentukan titik lokasi pengambilan data jumlah kendaraan. Penentuan segmen jalan dan titik lokasi sampling ditetapkan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Dilakukan di ruas jalan yang menjadi simpul keramaian jalan tersebut berdasarkan pengamatan.
2. Tidak dilakukan di perempatan atau pertigaan jalan.
3. Untuk segmen jalan dengan hambatan terbanyak (*U-turn* dan pertigaan), lokasi ditentukan di titik yang menjadi arus keluar dan masuk kendaraan bermotor, yang kemudian hasilnya dirata-rata.
4. Diantara dan tidak dipengaruhi oleh simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama.
5. Mempunyai karakteristik yang hampir sama sepanjang jalan. Memiliki jalan yang lebarnya rata-rata sama.

Jumlah lokasi titik sampling survei kendaraan bermotor yang dipilih pada tugas akhir ini adalah 8 titik sampling untuk 3 segmen jalan. Segmen A antara perempatan Jl. Arif Rahman Hakim dan Jl. Sukosemolo, titik sampling yang dipilih adalah Ruko Icon 21 untuk kedua arah (Utara dan Selatan). Segmen B antara perempatan Jl. Sukosemolo dan Jl. Kedung Baruk, titik sampling yang dipilih adalah Ruko Central Business Park untuk kedua arah. Segmen C antara Jl. Kedung Baruk dan Jl. Rungkut Madya, titik sampling yang di pilih adalah Superindo dan Alfamidi untuk kedua arah. Segmen C merupakan segmen terpanjang, karena itu ditempatkan 4 titik lokasi sampling yang nantinya hasil dari keempat titik tersebut dirata-rata untuk mewakili 1 segmen jalan tersebut. Lokasi titik sampling dapat dilihat pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.



Gambar 5.1 Lokasi Titik Sampling Segmen A
(Sumber : *Google Maps*, 2016)



Gambar 5.2 Lokasi Titik Sampling Segmen B
(Sumber : *Google Maps*, 2016)



Gambar 5.3 Lokasi Titik Sampling Segmen C
(Sumber : *Google Maps*,2016)

5.1.2 Penentuan Waktu Survei

Pemilihan waktu survei ditentukan berdasarkan data sekunder jam puncak dari buku Laporan Survei Kinerja Lalu Lintas tahun 2011-2015 milik Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Pada buku tersebut terdapat data survei *traffic count* di ruas-ruas jalan arteri primer dan sekunder Kota Surabaya pada setiap tahunnya. Karena tidak adanya data survei *traffic count* untuk Jl. MERR dikarenakan jalan tersebut masih tergolong baru menurut Dishub, maka digunakanlah analogi jalan yang setipe dengan Jl. Dr. Ir. H. Soekarno. Dalam tugas akhir ini digunakan Jl. Kertajaya dan Jl. Raya Rungkut yang sama-sama merupakan jalan arteri sekunder dan jalan yang terdekat dengan Jl. Dr. Ir. H. Soekarno. Berdasarkan buku Laporan Survei Kinerja Lalu Lintas tahun 2011-2015 untuk ruas Jl. Kertajaya dan Jl. Raya Rungkut, didapatkan 2 jam puncak, dimana jumlah kendaraan yang lewat paling banyak yaitu pagi pukul 07.00-09.00 dan sore pukul 16.00-18.00.

Pelaksanaan survei pada tugas akhir ini dilakukan pada jam puncak dengan pencatatan waktu dalam selang 15 menit. Pelaksanaan survei kendaraan bermotor ini dilaksanakan pada hari kerja(*weekdays*), yaitu Senin(21/03/16), Selasa(22/03/16), Rabu(23/03/16), Kamis(24/03/16), dan Jumat(18/03/16).

5.1.3 Persiapan Survei

a. Persiapan Formulir Survei

Formulir survei merupakan bentuk dokumentasi hasil survei dari pengambilan data di lapangan. Dalam survei kendaraan bermotor ini, formulir berisi tabel jenis kendaraan dan waktu survei. Jenis kendaraan yang disurvei meliputi mobil, motor, mini bus, bus, truk kecil, truk sedang, dan truk besar. Untuk memudahkan surveyor dalam melakukan survei, formulir dilengkapi gambar untuk tiap jenis kendaraan. Formulir ini akan diisi oleh para surveyor pada saat melakukan survei di lapangan. Format formulir survei dapat dilihat pada Lampiran 1.

b. Persiapan Alat

Peralatan yang dibutuhkan untuk survei adalah *counter*, formulir survei, alat tulis, jam, dan masker.

c. Persiapan Surveyor

Sebelum pelaksanaan survei, surveyor diberi arahan dan petunjuk teknis mengenai bagaimana tata cara pelaksanaan survei kendaraan. Arahan dan petunjuk teknis ini berupa pengklasifikasian jenis kendaraan, teknis perhitungan dan pencatatan jumlah kendaraan, serta penempatan posisi surveyor di tiap lokasi titik survei. Setiap titik survei terdapat 2 orang surveyor yang memegang 2 *counter*, 1 formulir survei, dan alat tulis. Pemberian arahan dan petunjuk teknis di lapangan ini bertujuan untuk membantu surveyor agar data yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan.

5.1.4 Pelaksanaan Survei

Dalam pelaksanaan survei, 2 orang surveyor menempati suatu titik lokasi survei sedemikian sehingga diperoleh pandangan yang jelas terhadap kendaraan yang lewat. Surveyor

menghitung jumlah kendaraan jenis mobil dan motor menggunakan *counter* dan sisanya menggunakan turus, kemudian menuliskan hasil perhitungan tersebut pada tiap kolom jam dan jenis kendaraan.

5.1.5 Hasil Survei Tiap Titik Sampling

Perhitungan jumlah kendaraan bermotor tiap segmen jalan digunakan untuk menghitung jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yang melintasi jalan-jalan pada titik survei yang diambil. Hasil survei merupakan hasil rata-rata dari jumlah kendaraan pada pagi dan sore hari.

1. Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Sukosemolo)

Pelaksanaan survei pada segmen jalan ini dilakukan pada 2 titik. Keduanya berada di depan Ruko Icon 21. Dua titik tersebut mewakili ruas jalan barat dan timur. Lokasi ini dipilih karena merupakan tempat yang sesuai dengan kriteria pemilihan titik sampling untuk menghitung kendaraan yang melintas di segmen jalan ini. Hasil survei kendaraan bermotor segmen A secara rinci tersaji pada Lampiran 2. Rata-rata total pengamatan selama 5 hari dapat dilihat pada Tabel 5.1. Volume kendaraan yang paling besar adalah sepeda motor dengan rata-rata per-jam sebesar 1.829 unit.

Tabel 5. 1 Hasil Traffic Count Segmen A

Hari/Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
SENIN	1.571	460	3	1	21	11	1
SELASA	1.838	507	1	1	25	6	1
RABU	1.931	549	4	2	27	13	1
KAMIS	2.000	535	4	2	34	14	2
JUMAT	1.805	492	2	0	27	12	1
Rata-Rata Per-Jam	1.829	508	3	1	27	11	1

2. Segmen B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk)

Pelaksanaan survei pada segmen B dilakukan pada 2 titik. Keduanya berada di depan Ruko Central Business Park. Dua titik

tersebut mewakili ruas jalan barat dan timur. Lokasi ini dipilih karena merupakan tempat yang sesuai dengan kriteria pemilihan titik sampling untuk menghitung kendaraan yang melintas di segmen jalan ini. Hasil survei kendaraan bermotor segmen B secara rinci tersaji pada Lampiran 2. Rata-rata total pengamatan selama 5 hari dapat dilihat pada Tabel 5.2. Volume kendaraan yang paling besar adalah sepeda motor dengan rata-rata per-jam sebesar 2.136 unit.

Tabel 5. 2Hasil *Traffic Count* Segmen B

Hari/Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
SENIN	2.073	621	1	1	32	10	1
SELASA	1.902	484	2	0	18	8	1
RABU	2.409	688	3	2	30	14	1
KAMIS	2.121	586	3	2	33	14	1
JUMAT	2.174	689	9	1	38	13	1
Rata-Rata Per Jam	2.136	614	3	1	30	12	1

3. Segmen C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut)

Pelaksanaan survei pada segmen C dilakukan pada 4 titik. Keempat titik tersebut ditentukan agar lebih representatif, karena jalan segmen C yang lebih panjang dibandingkan segmen A dan B, yaitu 2,2 km. Setiap ruas jalan diwakili oleh 2 titik. Untuk ruas jalan barat titik yang dipilih adalah depan Alfamidi dan seberang Superindo. Sedangkan untuk ruas jalan timur titik yang dipilih seberang Alfamidi dan depan Superindo. Dua titik tiap ruas tersebut nantinya dirata-rata sehingga didapatkan jumlah kendaraan yang melintas di tiap ruas jalan segmen C. Lokasi ini dipilih karena merupakan tempat yang sesuai dengan kriteria pemilihan titik sampling untuk menghitung kendaraan yang melintas di segmen jalan ini. Hasil survei kendaraan bermotor segmen C secara rinci tersaji pada Lampiran 2. Rata-rata total pengamatan selama 5 hari dapat dilihat pada Tabel 5.3. Volume kendaraan yang paling besar adalah sepeda motor dengan rata-rata per-jam sebesar 1.830 unit.

Tabel 5. 3 Hasil Traffic Count Segmen C

Hari/Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
SENIN	1.642	524	3	0	34	10	0
SELASA	1.646	525	3	0	21	7	0
RABU	1.885	543	7	0	38	13	0
KAMIS	2.068	556	2	0	24	9	1
JUMAT	1.910	571	6	0	42	12	1
Rata-Rata Per Jam	1.830	544	4	0	32	10	0

5.1.6 Perbandingan Tingkat Kepadatan Rata-Rata Jumlah Kendaraan

Untuk mengetahui perbandingan tingkat kepadatan rata-rata jumlah kendaraan yang telah disurvei, kendaraan harus dikonversi satuannya ke dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Guna dari konversi ini supaya semua jenis kendaraan dapat disetarakan dan dapat dijumlahkan kemudian dapat diketahui pada hari apa jumlah kendaraan terbanyak yang melintas. Tabel 5.4 berikut ini adalah tabel konversi jenis kendaraan ke dalam SMP.

Tabel 5. 4 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	smp
Kendaraan ringan	1
Kendaraan berat	1,25
Sepeda motor	0,25

(Sumber : Sihotang, Samuel Ray dkk, 2009)

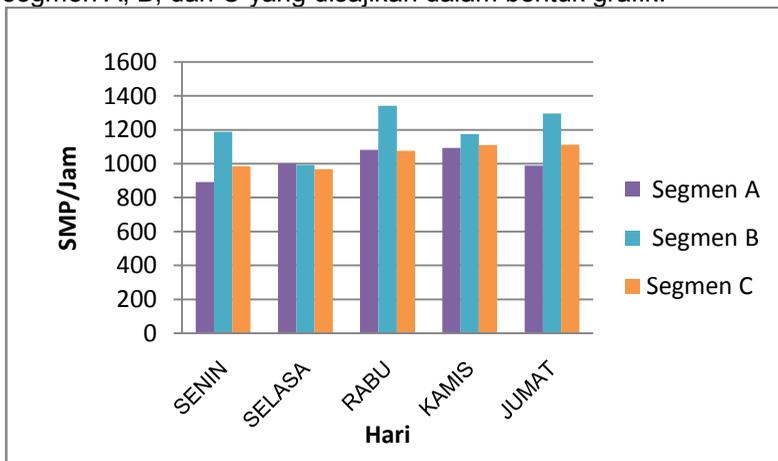
Pada Tabel 5.2 diatas, terdapat 3 klasifikasi kendaraan, yaitu:

1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicles=LV*)
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda (mobil penumpang, minibus, truk *pick-up*, dan *jeep*).
2. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicles=HV*)
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 (Bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar, dan kombinasi yang sesuai).

3. Sepeda motor

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kendaraan bermotor di segmen A, B, dan C yang disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 5.4 Perbandingan Tingkat Kepadatan Rata-Rata Jumlah Kendaraan

Pada Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa tingkat kepadatan rata-rata kendaraan berbeda-beda setiap harinya pada tiap segmen jalan. Namun rata-rata yang tertinggi adalah Segmen B. Hal ini mungkin disebabkan oleh panjang jalan yang cenderung lebih pendek dari dua segmen jalan lainnya, yaitu 1,2Km. Sehingga sering terjadi penumpukan kendaraan yang menyebabkan kendaraan yang masuk ke jalan itu terjadi secara kontinyu tanpa jeda(siklusnya lebih pendek). Sedangkan tingkat kepadatan rata-rata kendaraan di Segmen A dan C cenderung hampir sama, padahal panjang jalan Segmen C(2,2Km) lebih panjang dibandingkan Segmen A(1,3Km). Hal ini disebabkan karena hambatan samping dari segmen jalan C lebih banyak sehingga lebih banyak kendaraan yang keluar-masuk pada gang-gang kecil di kanan kiri jalan, dibandingkan segmen A yang hanya ada 1 hambatan samping. Perbedaan tingkat kepadatan rata-rata kendaraan setiap harinya tidak dapat dipastikan sebabnya, karena survei hanya dilakukan sekali(1 minggu), tidak

duplo. Jadi tidak dapat diketahui apakah penyebab perbedaan tingkat kepadatan rata-rata kendaraan pada tiap harinya.

5.2 Proyeksi Kendaraan

Pada tugas akhir ini, diperlukan proyeksi jumlah kendaraan bermotor hingga 5 tahun untuk memperkirakan jumlah emisi CO₂ yang nantinya akan dibandingkan dengan total daya serap pohon eksisting. Dalam perencanaan RTH ini proyeksi akan dilakukan hingga tahun 2021. Proyeksi kendaraan yang dilakukan menggunakan pendekatan pertumbuhan jumlah kendaraan di Surabaya tahun 2008 hingga 2012. Pertumbuhan kendaraan rata-rata di Surabaya dari data tersebut akan digunakan untuk memproyeksikan hasil survei yang telah didapat. Data jumlah kendaraan di Surabaya selama 5 tahun tersebut didapatkan dari Surabaya dalam Angka 2015. Proyeksi dilakukan per-jenis kendaraan.

Dalam perhitungan proyeksi kendaraan, terdapat 3 metode yang digunakan, yaitu metode Aritmatik, Geometrik, dan metode *Least Square*. Dari ketiga metode tersebut kemudian dicari koefisien korelasinya terlebih dahulu untuk mendapatkan metode yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi kendaraan. Koefisien korelasi dari ketiga metode tersebut dipilih yang paling mendekati 1. Berikut ini adalah contoh langkah perhitungan proyeksi sepeda motor.

1. Menghitung Persentase Pertumbuhan Kendaraan Rata-rata

Tabel 5.5 berikut ini merupakan perhitungan pertumbuhan sepeda motor di Surabaya dari tahun 2008 hingga 2012.

Tabel 5.5 Jumlah Sepeda Motor Kota Surabaya Tahun 2008-2012

Tahun	Jumlah Kendaraan	Pertumbuhan Kendaraan	
		Buah	%
2008	1.028.686	-	-
2009	1.129.870	101.184	8,96
2010	1.213.457	83.587	6,89
2011	1.274.660	61.203	4,80

Tahun	Jumlah Kendaraan	Pertumbuhan Kendaraan	
		Buah	%
2012	1.402.190	127.530	9,10
	Jumlah	373504	29,74
	Rata-rata	74700,8	5,95
	r		0,06
	deviasi		3,76
	Batas Atas Data		9,71
	Batas Bawah Data		2,19

Dari tabel diatas dapat dihitung pertambahan kendaraan rata-rata per tahunnya, yaitu:

$$r = \frac{29,74 \%}{5 \text{ tahun}} = 0,06$$

2. Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi Antar Metode

Nilai koefisien korelasi metode Aritmatik, Geometrik, dan *Least Square* dihitung untuk mengetahui metode mana yang baik untuk digunakan dalam proyeksi kendaraan. Berikut ini cara dan hasil perhitungannya.

a) Metode Aritmatik

Perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode Aritmatik menggunakan Rumus 2.5 dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\} \{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}}$$

$$= \frac{((5*962.087) - (10*373.504))}{(((5*37.234.696.534) - (373.504^2)) * ((5*30) - (10^2)))^{0,5}} = 0,7040$$

Hasil perhitungan koefisien korelasi metode Aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Kendaraan	Metode Aritmatik				
		selisih tahun data tiap tahun (X)	selisih total data tiap tahun (Y)	XY	X ²	Y ²
2008	1.028.686	0	0	0	0	0
2009	1.129.870	1	101.184	101.184	1	10.238.201.856,00
2010	1.213.457	2	83.587	167.174	4	6.986.786.569,00
2011	1.274.660	3	61.203	183.609	9	3.745.807.209,00
2012	1.402.190	4	127.530	510.120	16	16.263.900.900,00
Jumlah	6.048.863	10	373.504	962.087	30	37.234.696.534,00
r						0,7040

Perhitungan proyeksi kendaraan dengan metode Aritmatik mendapat nilai koefisien relasi sebesar **0,7040**.

b) Metode Geometrik

Perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode Aritmatik menggunakan Rumus 2.5. Hasil perhitungan koefisien korelasi metode Geometrik dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Kendaraan	Metode Geometrik				
		No. Data (X)	Jumlah Kendaraan dalam LN (Y)	XY	X ²	Y ²
2008	1.028.686	1	13,84	13,84	1	191,65
2009	1.129.870	2	13,94	27,88	4	194,26
2010	1.213.457	3	14,01	42,03	9	196,25
2011	1.274.660	4	14,06	56,23	16	197,63
2012	1.402.190	5	14,15	70,77	25	200,32
Jumlah	6.048.863	15	70,00	210,75	55	980,11
r						0,9949

Perhitungan proyeksi kendaraan dengan metode Geometrik mendapat nilai koefisien relasi sebesar **0,9949**.

c) Metode *Least Square*

Perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode *Least Square* juga menggunakan Rumus 2.5. Hasil perhitungan koefisien korelasi metode *Least Square* dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode *Least Square*

Tahun	Jumlah Kendaraan	Metode <i>Least Square</i>				
		No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Kendaraan Tiap Tahun (Y)	XY	X ²	Y ²
2008	1.028.686	1	1.028.686	1.028.686	1	1.058.194.886.596
2009	1.129.870	2	1.129.870	2.259.740	4	1.276.606.216.900
2010	1.213.457	3	1.213.457	3.640.371	9	1.472.477.890.849
2011	1.274.660	4	1.274.660	5.098.640	16	1.624.758.115.600
2012	1.402.190	5	1.402.190	7.010.950	25	1.966.136.796.100
Jumlah	6.048.863	15	6.048.863	19.038.387	55	7.398.173.906.045
r						0,99442

Perhitungan proyeksi kendaraan dengan metode Geometrik mendapat nilai koefisien relasi sebesar **0,9944**.

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien korelasi dengan metode-metode tersebut, maka metode yang dipilih untuk proyeksi kendaraan jenis sepeda motor adalah Geometrik, karena memiliki koefisien korelasi yang paling mendekati 1, yaitu **r = 0,9949**. Hasil perhitungan koefisien korelasi tiap metode dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi

Metode	r
Aritmatik	0,7040
Geometrik	0,9949
Least Square	0,9944

3. Perhitungan Proyeksi Kendaraan Hingga Tahun 2021

Setelah dilakukan pemilihan metode proyeksi, selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi kendaraan hasil survei hingga

tahun 2021 dengan metode Geometrik. Berikut ini adalah contoh perhitungan jumlah kendaraan sesuai dengan Rumus 2.4.

- $P_{2012} = 1.402.190$
- $r = 0,06$
- $dn = 9$
- $P_{2016} = P_{2012} \times (1+r)^{dn}$
 $= 1.402.190 + (1 + 0,06)^9$
 $= 2.358.542,88$ unit

Selanjutnya dilakukan hal yang sama untuk Segmen B dan C hingga tahun 2021. Setelah didapatkan proyeksi jumlah kendaraan sepeda motor Kota Surabaya, kemudian diproyeksikan hasil survei yang telah didapat menggunakan rasio. dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

- $P_{2016} = 2.358.542,88$ unit
- Hasil *counting*2016 = 1.829 unit
- Rasio = $1.829 \text{ unit} / 2.358.542,88 \text{ unit}$
 $= 0,000775$

Hasil proyeksi sepeda motor rata-rata per-jam setiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Proyeksi Sepeda Motor Rata-Rata per-Jam

No	Tahun	SEPEDA MOTOR		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	1.829	2.136	1.830
2	2017	1.938	2.263	1.939
3	2018	2.053	2.398	2.054
4	2019	2.175	2.540	2.176
5	2020	2.304	2.691	2.306
6	2021	2.442	2.851	2.443

Hasil perhitungan proyeksi kendaraan tiap segmen jalan untuk semua jenis kendaraan hingga tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 5.11, Tabel 5.12, dan Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Segmen A

No	Tahun	Hasil Proyeksi Kendaraan Segmen A (kendaraan/jam)						
		Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
1	2016	1.829	508	3	1	27	11	1
2	2017	1.938	523	3	1	28	11	1
3	2018	2.053	539	3	1	29	12	1
4	2019	2.175	555	3	1	30	12	1
5	2020	2.304	571	3	1	31	13	1
6	2021	2.442	588	3	1	32	13	1

Tabel 5.12 Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Segmen B

No	Tahun	Hasil Proyeksi Kendaraan Segmen B (kendaraan/jam)						
		Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
1	2016	2.136	614	3	1	30	12	1
2	2017	2.263	632	3	1	31	12	1
3	2018	2.398	651	4	1	32	13	1
4	2019	2.540	670	4	1	33	13	1
5	2020	2.691	689	4	1	34	14	1
6	2021	2.851	710	4	1	35	14	1

Tabel 5.13 Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Segmen C

No	Tahun	Hasil Proyeksi Kendaraan Segmen C (kendaraan/jam)						
		Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
1	2016	1.830	544	4	0	32	10	0
2	2017	1.939	560	4	0	33	11	0
3	2018	2.054	577	4	0	34	11	0
4	2019	2.176	594	4	0	35	11	0
5	2020	2.306	611	4	0	36	12	0
6	2021	2.443	629	5	0	37	12	0

5.3 Perhitungan Beban Emisi CO₂

Perhitungan beban emisi CO₂ pada tiap segmen jalan dihitung menggunakan Rumus 2.1 pada Bab 2. Data yang dibutuhkan adalah jumlah kendaraan setiap tahun hasil proyeksi (kendaraan/jam), faktor emisi(gram/liter), konsumsi bahan

bakar(liter/100 km) dan panjang jalan (Km). Nilai faktor emisi CO₂ dan konsumsi kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2. Berikut ini adalah contoh perhitungan beban emisi CO₂ dari kendaraan sepeda motor pada segmen A:

- Jumlah kendaraan rata-rata (n) = 1.829 kendaraan/jam
- Faktor emisi (FEi) = 2.275,1 gram/liter
- Konsumsi bahan bakar (Ki) = 2,66 liter/100km
= 0,027 liter/km
- Panjang Jalan (L) = 1,3 km
- Jumlah beban emisi CO₂ dari sepeda motor
 - Q = n x FEi x Ki x L
 - = 1.829 kendaraan/jam
x 2.275,1 gram/liter x
0,027 liter/km x 1,3 km
 - Q = 143.887,9 gram/jam
 - = 39.968,9 mg/detik

Perhitungan dengan cara yang sama dilakukan untuk menghitung beban emisi CO₂ dari jenis kendaraan lainnya. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Berikut adalah hasil rekap perhitungan beban emisi CO₂ dari kendaraan bermotor pada tiap segmen jalan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Hasil Rekap Perhitungan Laju Beban Emisi CO₂ Jl. MERR IIC

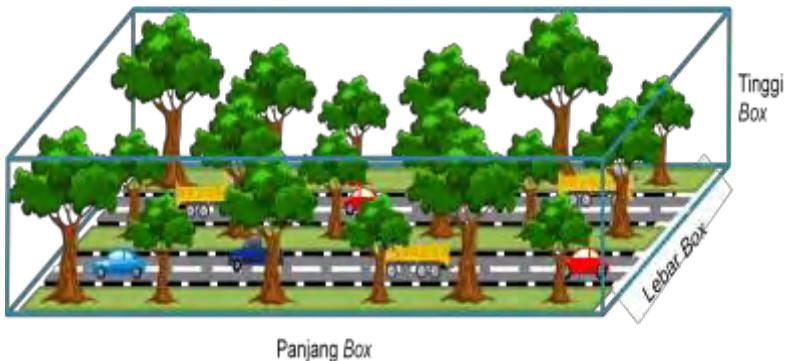
Tahun	Beban Emisi CO ₂ pada Tiap Segmen Jalan (mg/detik)		
	A	B	C
2016	99.904,43	109.494,32	176.613,40
2017	104.063,05	114.029,37	183.876,60
2018	108.415,75	118.775,13	191.474,89
2019	112.972,52	123.742,41	199.425,37
2020	117.743,88	128.942,59	207.746,08
2021	122.740,93	134.387,71	216.456,02

Beban emisi pada setiap segmen jalan jika dibandingkan dengan perbandingan tingkat kepadatan rata-rata jumlah kendaraan(Gambar 5.4), secara logika seharusnya memiliki korelasi yang sebanding. Bahwa tingkat kepadatan rata-rata paling tinggi yang didapat adalah pada Segmen B, maka Segmen

B seharusnya memiliki beban emisi CO₂ yang paling besar juga. Namun berdasarkan Tabel 5.13 di atas dapat dilihat bahwa beban emisi CO₂ yang paling besar terdapat pada Segmen C. Hal ini disebabkan karena Segmen C memiliki panjang jalan yang paling panjang yaitu 2,2 km. Sehingga konsumsi bahan bakar spesifik tiap kendaraan semakin besar juga. Itulah yang menyebabkan adanya perbedaan antara perbandingan tingkat kepadatan rata-rata jumlah kendaraan dengan hasil perhitungan beban emisi CO₂ di tiap segmen jalan.

5.4 Perhitungan Beban Emisi CO₂ dengan *Box Model*

Pada tugas akhir ini digunakan metode *Box Model* untuk menghitung laju emisi CO₂ yang dihasilkan pada setiap segmen jalan. Visualisasi metode *Box Model* dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Visualisasi *Box Model*

Hasil perhitungan dengan *Box Model* merupakan emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang akan diserap oleh pohon-pohon pada jalur hijau. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan emisi CO₂ menggunakan *Box Model*, antara lain:

- Arah dan kecepatan angin (U) antara daerah sumber dan penerima dianggap konstan dan tidak bervariasi. Kecepatan angin didapatkan dari data BLH Kota Surabaya tahun 2015, yaitu 6,4 Knot atau 3,29 m/detik.

- Ketinggian *box*(H) menggunakan ketinggian rata-rata pohon tertinggi yang terdapat pada jalur hijau. Dengan asumsi semua emisi CO₂ menjadi beban pohon-pohon pada jalur hijau tersebut.
- Sifat kimia senyawa yang dikeluarkan stabil, konstan, kontinyu, dan tidak ada emisi CO₂ yang keluar atau masuk dari *box*.
- Total emisi CO₂ primer yang digunakan dalam perhitungan sesuai dengan hasil perhitungan sebelumnya pada Tabel 5.13.
- Dimensi *box* tiap segmen jalan berbeda-beda tergantung dengan panjang jalan, namun lebar dianggap sama. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Dimensi Box Tiap Segmen Jalan

Segmen Jalan	Panjang Jalan (m)	Lebar Jalan (2 Ruas) (m)	Lebar Jalur Hijau Total (m)	Luas Box (m ²)
A	1.300	16	18	44.200
B	1.200	16	18	40.800
C	2.200	16	18	74.800

Langkah dan contoh perhitungan untuk mendapatkan laju emisi CO₂ di segmen jalan A pada tahun 2016 dengan *Box Model* adalah sebagai berikut:

- Panjang jalan (L) = 1.300 m
- Tinggi *Box* (H) = 10 m
- Kecepatan Angin (U) = 3,29 m/detik
- Luas *Box* = 44.200 m²
- Total emisi CO₂ primer = 99.904,43 mg/detik

Selanjutnya menggunakan Rumus 2.7 dan Rumus 2.8 dilakukan perhitungan untuk mendapatkan waktu tempuh (t) dan rata-rata emisi CO₂ per meter persegi (q).

- $t = \frac{L \text{ (m)}}{U \text{ (m/detik)}}$
 $= \frac{1.300 \text{ m}}{3,29 \text{ m/detik}}$
 $= 394,9 \text{ detik}$
- $q = \frac{\text{Total Emisi CO}_2 \text{ Primer (mg/detik)}}{\text{Luas Box (m}^2\text{)}}$

$$= \frac{99.904,43 \text{ mg/detik}}{44,2 \text{ m}^2}$$

$$= 2,26 \text{ mg/m}^2/\text{detik}$$

Selanjutnya t dan q yang telah didapat digunakan untuk perhitungan nilai $C(t)$ sesuai dengan Rumus 2.6 sebagai berikut.

- $C(t)$

$$= \frac{qL}{UH} (1 - e^{-(Ut)/L})$$

$$= \frac{2,26 (1.300)}{3,29 (10)} (1 - e^{(-3,29 \times 349,9) / 1.300})$$

$$= 56,842 \text{ mg/m}^3$$

Setelah didapatkan konsentrasi pencemar, selanjutnya dihitung volume *box* segmen A sebagai berikut.

- Volume *Box*

$$= \text{Luas Box} \times H$$

$$= 44.200 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m}$$

$$= 442.000 \text{ m}^3$$

Setelah itu menghitung massa CO_2 dalam *box* segmen A sebagai berikut.

- Massa CO_2

$$= C(t) \times \text{Volume Box}$$

$$= 56,842 \text{ mg/m}^3 \times 442.000 \text{ m}^3$$

$$= 24.936.873,06 \text{ mg}$$

Kemudian menghitung besar emisi CO_2 per-satuan waktu dengan cara sebagai berikut.

- Emisi CO_2 (mg/detik)
$$= \frac{\text{Massa CO}_2 \text{ (mg)}}{t \text{ (detik)}}$$

$$= \frac{24.936.873,06 \text{ mg}}{394,9 \text{ detik}}$$

$$= 63.147,84 \text{ mg/detik}$$

$$= 63,15 \text{ g/detik}$$

Emisi CO_2 yang telah didapat dari hasil perhitungan menggunakan *Box Model* di atas merupakan besar emisi CO_2 yang dapat diserap seluruhnya oleh pohon pada jalur hijau di segmen A. Hasil perhitungan untuk segmen jalan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 5. Rekap hasil perhitungan semua segmen jalan dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ dengan *Box Model*

Tahun	Massa CO ₂ (gram/detik)		
	Segmen A	Segmen B	Segmen C
2016	63,15	69,21	111,63
2017	65,78	72,08	116,23
2018	68,53	75,08	121,03
2019	71,41	78,22	126,05
2020	74,42	81,50	131,31
2021	77,58	84,94	136,82

Jika dibandingkan dengan emisi CO₂ yang didapat dari perhitungan *Box Model*, emisi CO₂ primer menyusut hingga 63%. Hal ini terjadi karena 37% dari emisi CO₂ dianggap telah bereaksi dengan komponen udara lainnya sehingga membentuk senyawa lain. Sedangkan 63% emisi CO₂ inilah yang teraduk sempurna di dalam *box* untuk diserap oleh pohon eksisting pada jalur hijau untuk perhitungan selanjutnya.

5.5 RTH Jalur Hijau Jalan MERR IIC

Data pohon eksisting RTH jalur hijau jalan didapatkan dari identifikasi langsung lapangan dengan bantuan data sekunder dari DKP. Survei yang dilakukan adalah menghitung jumlah vegetasi berdasarkan jenisnya. Survei ini bertujuan untuk mengetahui daya serap pohon eksisting di sepanjang Jalan MERR IIC. Jumlah pohon yang dihitung adalah pohon yang berada di taman median jalan dan kanan-kiri jalan. Jenis pohon hasil survei di tiap segmen Jalan MERR IIC serta daya serap CO₂nya dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Jenis Pohon dan Daya Serap CO₂ di Jl. MERR IIC

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Famili	Daya Serap (Kg/pohon /tahun)	Daya Serap (g/detik)
1	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	<i>Fabaceae</i>	11,12	0,000353
2	Bambu hias	<i>Thyrsostachys siamensis</i>	<i>Poaceae</i>	1,71	0,000054
3	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	<i>Moraceae</i>	535,90	0,016993

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Famili	Daya Serap (Kg/pohon /tahun)	Daya Serap (g/detik)
4	Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	Apocynaceae	424,42	0,013458
5	Bungur	<i>Lagerstroemia indica</i>	Lythraceae	160,14	0,005078
6	Caribbean Copper	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Euphorbiaceae	0,20	0,000006
7	Cassia	<i>Cassia surattensis</i>	Fabaceae	5.295,47	0,167918
8	Cemara Bulu Kasuari	<i>Casuarina sumatrana</i>	Casuarinaceae	197,10	0,006250
9	Dadap Merah	<i>Erythrina crista-galli</i>	Fabaceae	4,55	0,000144
10	Glodogan	<i>Polyalthia longifolia</i>	Annonaceae	96,36	0,003056
11	Jati	<i>Tectona grandis</i>	Lamiaceae	135,27	0,004289
12	Kamboja Kuning	<i>Plumeria acuminata</i>	Apocynaceae	16,43	0,000521
13	Kamboja Pink	<i>Plumeria acuminata</i>	Apocynaceae	16,43	0,000521
14	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	105,87	0,003357
15	Krey Payung	<i>Felicium decipien</i>	Sapindaceae	404,83	0,012837
16	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae	295,73	0,009378
17	Orok-Orok Merah	<i>Callistemon viminalis</i>	Myrtaceae	722,70	0,022917
18	Palm Raja	<i>Roystonea regia</i>	Arecaceae	1,71	0,000054
19	Palm Bismarckia	<i>Bismarckia nobilis</i>	Arecaceae	1,71	0,000054
20	Palm Washington	<i>Washingtonia filifera</i>	Arecaceae	1,71	0,000054
21	Pandan Bali	<i>Cordyline australis</i>	Asparagaceae	1,71	0,000054
22	Petai Cina	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	722,70	0,022917
23	PucukMerah	<i>Syzygium oleina</i>	Myrtaceae	43,03	0,001364
24	Spathodea	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	105,87	0,003357
25	Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	105,87	0,003357
26	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	Sapotaceae	34,29	0,001087

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Famili	Daya Serap (Kg/pohon /tahun)	Daya Serap (g/detik)
27	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	<i>Fabaceae</i>	28.488,39	0,903361
TOTAL				37.931,185	1,202790

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa terdapat 27 jenis pohon di sepanjang Jalan MERR IIC. Diketahui pula bahwa total daya serap paling besar adalah dari pohon Trembesi yaitu sebesar 28.488,39 Kg/pohon/tahun. Satuan Kg/tahun dikonversi ke dalam g/detik agar dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan beban emisi CO₂ yang telah didapat.

Selain jenis vegetasi pohon, terdapat juga jenis vegetasi perdu. Identifikasi yang dilakukan adalah mendata jenisnya. Hal ini dilakukan karena tanaman perdu memiliki daya serap yang sangat kecil dibandingkan dengan daya serap pohon. Fungsi utama tanaman perdu pada jalur hijau jalan adalah estetika di mana tanaman perdu menambah nilai keindahan taman jalan. Pada sepanjang Jalan MERR IIC terdapat 37 jenis perdu. Beberapa jenis perdu juga memiliki fungsi sebagai penyerap kebisingan dan pemecah angin, contohnya teh-tehan dan kembang sepatu. Jenis tanaman perdu yang terdapat di sepanjang Jalan MERR IIC disajikan dalam Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18 Jenis Tanaman Perdu di Jalan MERR IIC

No	Jenis Pohon	Nama Latin
1	Akalipa Merah	<i>Acalypha wilkesiana</i>
2	Ararea	<i>Osmoxylon lineare</i>
3	Bakung Kuning	<i>Crinum asiaticum</i>
4	Bawang-Bawangan	<i>Zephyranthes candida</i>
5	Belgi Kuning	<i>Pandanus ammarylifolius</i>
6	Bunga Pukul Delapan	<i>Turnera subulata</i>
7	Erva Merah	<i>Iresine herbstii</i>
8	Gandarusa Varegata	<i>Gendarussa Variiegata</i>
9	Heliconia	<i>Heliconia collinsiana</i>
10	Jaburan	<i>Ophiopogon jabura</i>

No	Jenis Pohon	Nama Latin
11	Kana Bangkok	<i>Canna hortensis</i>
12	Kembang Sepatu Merah	<i>Hibiscus rosa-sinensis L</i>
13	Melati Jepang	<i>Pseuderanthemum reticulatum</i>
14	Melati Jepang Merah	<i>Pseuderanthemum carruthersii</i>
15	Nanas Merah Hias	<i>Ananas bracteatus</i>
16	Pagoda	<i>Clerodendrum paniculatum</i>
17	Palem Phoenix	<i>Phoenix canariensis</i>
18	Pandan Bali	<i>Cordyline australis</i>
19	Palem Kuning	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>
20	Plumbago	<i>Plumbago auriculata</i>
21	Puring Red Nervia	<i>Codiaeum variegatum</i>
22	Ruellia	<i>Ruellia tuberosa L</i>
23	Sizigium	<i>Syzygium cumini</i>
24	Soka	<i>Ixora coccinea</i>
25	Spider Lili	<i>Hymenocallis littoralis</i>
26	Tabernaes	<i>Tabernaemontana Variegata</i>
27	Teh-Tehan	<i>Acalypha Siamensis</i>
28	Terang Bulan Kuning	<i>Aegopodium podagraria variegatum</i>
29	Tricolor merah	<i>Phormium colmsae</i>
30	Zigzag	<i>Orthosiphon grandiflorus</i>
31	Wedelia	<i>Wedelia trilobata</i>
32	Nusa Indah	<i>Moussaenda heterophylla</i>
33	Lili Paris	<i>chlorophytum comosum</i>
34	Bungur Kecil	<i>Lagerstroemia indica</i>
35	Dianella	<i>Dianella revoluta</i>
36	miana	<i>Coleus blumei</i>
37	Kol Banda	<i>Pisonia alba</i>

1. Tanaman Pohon di Jalur Hijau Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Sukosemolo)

Setelah diketahui jenis dan jumlah vegetasi jenis pohon, kemudian dilakukan perhitungan daya serap CO₂ menggunakan Rumus 4.1. Berikut ini adalah Tabel 5.18 jumlah pohon untuk tiap jenis pohon yang terdapat pada segmen A. Pohon yang didata merupakan pohon yang terdapat di median jalan serta bahu jalan.

Berdasarkan Tabel 5.19 dapat diketahui bahwa pohon yang terbanyak pada segmen A adalah pohon Mahoni dengan jumlah sebanyak 185 pohon. Total laju daya serap CO₂ pohon pada segmen A sebesar 154,88 g/detik.

Tabel 5.19 Jenis, Jumlah, dan Daya Serap Total pada Segmen A

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Famili	Daya Serap (g/detik)	Jumlah Pohon			Total Pohon	Daya Serap (g/detik)
					A				
					Timur	Median	Barat		
1	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	<i>Fabaceae</i>	0,000353	0	1	40	41	0,014457
2	Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	<i>Apocynaceae</i>	0,013458	1	10	33	44	0,592164
3	Glodogan	<i>Polyalthia longifolia</i>	<i>Annonaceae</i>	0,003056	0	13	0	13	0,039722
4	Jati	<i>Tectona grandis</i>	<i>Lamiaceae</i>	0,004289	0	1	0	1	0,004289
5	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	<i>Meliaceae</i>	0,009378	82	70	33	185	1,734844
6	Palm Raja	<i>Roystonea regia</i>	<i>Arecaceae</i>	0,000054	0	2	0	2	0,000108
7	Palm Washington	<i>Washingtonia filifera</i>	<i>Arecaceae</i>	0,000054	0	1	0	1	0,000054
8	Pandan Bali	<i>Cordyline australis</i>	<i>Asparagaceae</i>	0,000054	0	3	0	3	0,000163
9	Spathodea	<i>Spathodea campanulata</i>	<i>Bignoniaceae</i>	0,003357	42	107	35	184	0,617680
10	Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	<i>Bignoniaceae</i>	0,003357	3	23	4	30	0,100709
11	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	<i>Sapotaceae</i>	0,001087	0	7	0	7	0,007611
12	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	<i>Fabaceae</i>	0,903361	34	92	42	168	151,764635
TOTAL					162	330	187	679	154,88

2. Tanaman Pohon diSegmen B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk)

Berikut ini adalah Tabel 5.20 jumlah dan total daya serap CO₂ untuk tiap jenis pohon yang terdapat pada segmen B. Pohon yang didata merupakan pohon yang terdapat di median jalan serta jalur tanaman kiri dan kanan.

Tabel 5.20 Jenis, Jumlah, dan Daya Serap Total pada Segmen B

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Famili	Daya Serap (g/detik)	Jumlah Pohon			Total Pohon	Daya Serap (g/detik)
					B				
					Timur	Median	Barat		
1	Bambu hias	<i>Thyrsostachys siamensis</i>	<i>Poaceae</i>	0,000054	0	0	12	12	0,000651
2	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	<i>Moraceae</i>	0,016993	0	1	0	1	0,016993
3	Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	<i>Apocynaceae</i>	0,013458	0	0	1	1	0,013458
4	Bungur	<i>Lagerstroemia indica</i>	<i>Lythraceae</i>	0,005078	0	6	0	6	0,030468
5	Cassia	<i>Cassia surattensis</i>	<i>Fabaceae</i>	0,167918	19	40	8	67	11,250523
6	Dadap Merah	<i>Erythrina crista-galli</i>	<i>Fabaceae</i>	0,000144	5	0	3	8	0,001154
7	Glodogan	<i>Polyalthia longifolia</i>	<i>Annonaceae</i>	0,003056	0	1	0	1	0,003056
8	Jati	<i>Tectona grandis</i>	<i>Lamiaceae</i>	0,004289	0	1	0	1	0,004289
9	Kamboja Kuning	<i>Plumeria acuminata</i>	<i>Apocynaceae</i>	0,000521	0	3	0	3	0,001563

No	Jenis Pohon	Nama Latin	Famili	Daya Serap (g/detik)	Jumlah Pohon			Total Pohon	Daya Serap (g/detik)
					B				
					Timur	Median	Barat		
10	Kamboja Pink	<i>Plumeria acuminata</i>	<i>Apocynaceae</i>	0,000521	0	4	0	4	0,002083
11	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	<i>Combretaceae</i>	0,003357	0	2	0	2	0,006714
12	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	<i>Meliaceae</i>	0,009378	9	16	5	30	0,281326
13	Palm Bismarckia	<i>Bismarckia nobilis</i>	<i>Arecaceae</i>	0,000054	0	21	0	21	0,001139
14	Palm Washington	<i>Washingtonia filifera</i>	<i>Arecaceae</i>	0,000054	0	16	0	16	0,000868
15	Pandan Bali	<i>Cordyline australis</i>	<i>Asparagaceae</i>	0,000054	0	2	0	2	0,000108
16	Petai Cina	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Fabaceae</i>	0,022917	0	4	0	4	0,091667
17	Spathodea	<i>Spathodea campanulata</i>	<i>Bignoniaceae</i>	0,003357	9	15	4	28	0,093995
18	Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	<i>Bignoniaceae</i>	0,003357	8	0	0	8	0,026856
19	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	<i>Fabaceae</i>	0,903361	12	63	11	86	77,689039
TOTAL					62	195	44	301	78,20

Berdasarkan Tabel 5.20 dapat diketahui bahwa pohon yang terbanyak pada segmen B adalah pohon Trembesi dengan jumlah sebanyak 86 pohon. Total laju daya serap CO₂ pohon pada segmen B sebesar 78,20 g/detik.

3. Tanaman Pohon di Segmen C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut)

Berikut ini adalah Tabel 5.21 jumlah pohon serta total daya serap CO₂ untuk tiap jenis pohon yang terdapat pada segmen C.

Tabel 5.21 Jenis, Jumlah, dan Daya Serap Total pada Segmen C

No	Jenis Pohon	Nama Latin	FAMILI	Daya Serap (g/detik)	Jumlah Pohon			Total Pohon	Daya Serap (g/detik)
					C				
					Timur	Median	Barat		
1	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	<i>Fabaceae</i>	0,000353	45	0	0	45	0,015868
2	Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	<i>Apocynaceae</i>	0,013458	27	0	3	30	0,403748
3	Caribbean Copper	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	0,000006	0	6	0	6	0,000037
4	Cemara Bulu Kasuari	<i>Casuarina sumatrana</i>	<i>Casuarinaceae</i>	0,006250	0	11	0	11	0,068750
5	Dadap Merah	<i>Erythrina crista-galli</i>	<i>Fabaceae</i>	0,000144	0	26	0	26	0,003751
6	Krey Payung	<i>Felicium decipien</i>	<i>Sapindaceae</i>	0,012837	0	14	0	14	0,179719
7	Mahoni	<i>Swietenia</i>	<i>Meliaceae</i>	0,009378	42	19	83	144	1,350365

No	Jenis Pohon	Nama Latin	FAMILI	Daya Serap (g/detik)	Jumlah Pohon			Total Pohon	Daya Serap (g/detik)
					C				
					Timur	Median	Barat		
		<i>mahagoni</i>							
8	Orok-Orok Merah	<i>Callistemon viminalis</i>	<i>Myrtaceae</i>	0,022917	0	3	0	3	0,068750
9	Palm Raja	<i>Roystonea regia</i>	<i>Arecaceae</i>	0,000054	4	0	0	4	0,000217
10	Pucuk Merah	<i>Syzygium oleina</i>	<i>Myrtaceae</i>	0,001364	0	5	0	5	0,006822
11	Spathodea	<i>Spathodea campanulata</i>	<i>Bignoniaceae</i>	0,003357	5	162	9	176	0,590824
12	Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	<i>Bignoniaceae</i>	0,003357	24	19	0	43	0,144349
13	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	<i>Fabaceae</i>	0,903361	44	128	67	239	215,903260
TOTAL					191	393	162	746	218,72

Berdasarkan Tabel 5.21 di atas dapat diketahui bahwa pohon yang terbanyak pada segmen C adalah pohon Trembesi dengan jumlah 239 pohon. Total laju daya serap CO₂ pohon pada segmen C sebesar 218,72 g/detik.

5.6 Pembahasan

Berdasarkan analisis data di atas, dapat dibuat perbandingan antara massa CO₂ hasil perhitungan dengan *Box Model* terhadap daya serap pohon pada tiap segmen jalan serta menghitung sisa massa CO₂ setiap tahunnya.

1. Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Sukosemolo)

Setelah didapatkan massa CO₂ dan daya serap total pohon, selanjutnya dihitung sisa Emisi CO₂ menggunakan Rumus 4.2, seperti contoh berikut.

$$\begin{aligned} \text{Sisa Emisi CO}_2 &= A\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) - B\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) \\ &= 63,15\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) - 154,88\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) \\ &= -91,73 \text{ g/detik} \end{aligned}$$

Perbandingan massa CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor di Segmen A dengan laju daya serap pohon yang terdapat pada segmen jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut ini.

Tabel 5.22 Resultan Emisi CO₂ dan Serapan Pohon di Segmen A

Tahun	CO ₂ yang dihasilkan (g/detik)	Daya Serap Pohon (g/detik)	Resultan (g/detik)
2016	63,15	154,88	-91,73
2017	65,78	154,88	-89,10
2018	68,53	154,88	-86,35
2019	71,41	154,88	-83,47
2020	74,42	154,88	-80,45
2021	77,58	154,88	-77,29

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa masih terdapat sisa kemampuan penyerapan pohon pada Segmen A hingga tahun ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa pohon-pohon yang ditanam di sepanjang jalur hijau jalan Segmen A masih mencukupi dan mampu menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor hingga melebihi tahun 2021. Lahan jalur hijau jalan segmen jalan A masih terlihat lengang. Jadi masih ada kemungkinan untuk dilakukan penanaman pohon untuk menambah penyerapan CO₂.

2. Segmen B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk)

Contoh perhitungan dilakukan dengan cara yang sama dengan Segmen A yaitu menggunakan Rumus 4.2 dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Sisa Emisi CO}_2 &= A\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) - B\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) \\ &= 69,21\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) - 78,20\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) \\ &= -8,99 \text{ g/detik} \end{aligned}$$

Perbandingan massa CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor di Segmen B dengan laju daya serap pohon yang terdapat pada segmen jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut ini.

Tabel 5.23 Resultan Emisi CO₂ dan Serapan Pohon di Segmen B

Tahun	CO ₂ yang dihasilkan (g/detik)	Daya Serap Pohon (g/detik)	Resultan (g/detik)
2016	69,21	78,20	-8,99
2017	72,08	78,20	-6,12
2018	75,08	78,20	-3,12
2019	78,22	78,20	0,02
2020	81,50	78,20	3,30
2021	84,94	78,20	6,74

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa pohon-pohon eksisting pada Segmen B mampu menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor hanya hingga tahun 2018. Namun pada tahun 2019 hingga setelahnya pohon tidak mampu menahan beban emisi CO₂ yang semakin meningkat, dibuktikan dengan perbandingan beban emisi CO₂ yang lebih besar dari daya serap pohon eksisting. Tingginya emisi CO₂ yang dihasilkan merupakan dampak dari tingginya volume kendaraan di segmen jalan ini. Hal ini disebabkan oleh banyaknya hambatan samping serta panjang jalan yang cenderung lebih pendek dan lebih sempit jika dibandingkan dengan dua segmen jalan yang lain, sehingga sering kali terjadi penumpukan kendaraan.

Setidaknya diperlukan kurang lebih 100 pohon dengan daya serap tinggi seperti Trembesi untuk dapat mengatasi kelebihan emisi CO₂ pada segmen jalan B hingga tahun-tahun setelahnya. Namun karena lahan jalur hijau pada Segmen B ini telah dipenuhi oleh perdu dan pohon, jadi tidak dimungkinkan untuk dilakukan penambahan pohon pada jalur hijau tersebut. Hal yang mungkin dilakukan adalah mengganti pohon yang layu atau tidak subur dengan pohon baru yang penyerapannya lebih besar seperti Trembesi atau Cassia. Hal lain yang mungkin dilakukan adalah dengan menerapkan rekayasa lalu lintas untuk mengurangi penumpukan kendaraan yang berakibat meningkatnya CO₂ pada segmen jalan B.

3. Segmen C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut)

Contoh perhitungan dilakukan dengan cara yang sama dengan Segmen A dan B yaitu menggunakan Rumus 4.2 dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Sisa Emisi CO}_2 &= A\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) - B\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) \\ &= 111,63\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) - 218,72\left(\frac{g}{\text{detik}}\right) \\ &= -107,09 \text{ g/detik} \end{aligned}$$

Perbandingan massa CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor di Segmen C dengan laju daya serap pohon yang terdapat pada segmen jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.24 Resultan Emisi CO₂ dan Serapan Pohon di Segmen C

Tahun	CO ₂ yang dihasilkan (g/detik)	Daya Serap Pohon (g/detik)	Resultan (g/detik)
2016	111,63	218,72	-107,09
2017	116,23	218,72	-102,50
2018	121,03	218,72	-97,69
2019	126,05	218,72	-92,67
2020	131,31	218,72	-87,41
2021	136,82	218,72	-81,90

Berdasarkan Tabel 5.24 di atas dapat dilihat bahwa pohon-pohon di segmen jalan C masih mampu menyerap emisi CO₂ yang berasal dari kendaraan bermotor. hingga lebih dari tahun 2021. Namun, angka sisa penyerapan semakin tahun semakin berkurang. Hal ini harus diantisipasi supaya emisi CO₂ yang dihasilkan tidak melebihi daya serap pohon yang ada di jalur hijau jalan tersebut. Karena tidak menutup kemungkinan CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor semakin meningkat seiring dengan berkembangnya wilayah sekitar Jalan MERR IIC seperti pada RTRW Kota Surabaya. Hal yang mungkin dilakukan adalah penambahan jumlah pohon karena menurut hasil pengamatan di jalur hijau segmen jalan C masih ada lahan yang memungkinkan untuk menambah jumlah pohon.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data pada tugas akhir ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor hasil perhitungan dengan *Box Model* pada tahun 2021 di Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Sukosemolo) sebesar 77,58 gram/detik, Segmen B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk) sebesar 84,94 gram/detik, dan Segmen C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut) sebesar 136,82 g/detik.
2. Pohon-pohon pada Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl. Sukosemolo) dengan total laju daya serap 154,88 gram/detik, dan Segmen C (Jl. Kedung Baruk-Jl. Raya Rungkut) dengan total laju daya serap 218,72 g/detik, masih mampu menyerap emisi CO₂ akibat aktivitas kendaraan bermotor hingga tahun 2021 dengan sisa kemampuan daya serap sebesar 77,29 gram/detik dan 81,90 gram/detik secara berturut-turut. Sedangkan pohon pada Segmen B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baruk) dengan total daya serap sebesar 78,20 gram/detik tidak mampu menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor mulai tahun 2019 yang dibuktikan dengan masih adanya sisa emisi CO₂ sebesar 6,74 gram/detik.

6.2 Saran

Dengan melihat dan mempertimbangkan dari hasil kesimpulan pada tugas akhir ini dapat diajukan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menghitung daya serap CO₂ untuk perdu dan rumput.
2. Perlu dilakukan pengambilan data/survei secara duplo untuk mengetahui alasan perbedaan pada perbandingan tingkat kepadatan rata-rata jumlah kendaraan setiap harinya.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan menggunakan *Box Model* dengan menggunakan data kondisi sesungguhnya untuk mengurangi asumsi dan meningkatkan keakuratan hasil perhitungan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, B., 2009. *Pengaruh CO₂ (Karbondioksida) Murni Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Produk Minuman Fanta Di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Unit Medan*. FMIPA-USU, Medan.
- Alamendah, 2010. *Tanaman Penyerap Karbon Dioksida*. http://alamendah.wordpress.com/2010/09/01/tana_man-penyerap-karbondioksida. (diakses 5 November 2015).
- Aqualdo, dkk. 2012. *Penyeimbangan Lingkungan Akibat Pencemaran Karbon yang Ditimbulkan Industri Warung Internet Di Kota Pekanbaru*. Pekanbaru, Riau : Jurnal Ekonomi. Volume 20, Nomor 3 September 2012.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Surabaya Dalam Angka*. S Surabaya Direktorat Pekerjaan Umum. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Jakarta.
- Dahlan, E. N. 2007. *Analisis Kebutuhan Luasan hutan Kota Sebagai Sink Gas CO₂ Antropogenik Dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Bogor Dengan Pendekatan Sistem Dinamik*. Disertasi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya. (2015). *Laporan Survei Kinerja Lalu Lintas Tahun 2014 Tahap 2*. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- DPRD Provinsi Jawa Timur. 2012. *Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034*. Surabaya.
- Hakim, Rustam dan Utomo H. 2004. *Komponen Perancangan Arsitektur Lansekap*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Irwan, Z.D. 2007. *Fungsi Taman Hutan Kota*. science. <http://researchegines.com/html>. (diakses 27 Oktober 2015).
- IPCC *Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Jinca, M.Y.. 2009. *Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogenoksida Akibat Kendaraan Bermotor pada Ruas*

- Jalan Padat Lalu Lintas di Kota Makassar*. Simposium. Surabaya.
- Junaedi, Ahmad dkk. 2007. *Kontribusi Hutan Sebagai Rosot Karbondioksida*. Bangkinang:Info Hutan Vol. V No. 1:1-7, 2008.
- Karyadi H. 2005. *Pengukuran Daya Serap karbondioksida Lima Jenis Tanaman Hutan Kota*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata.,Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kementrian Dalam Negeri. 2007. *Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan*. Jakarta.
- Lestari, P. dan Adolf, S. 2008. *Emission Inventory of GHGs of CO₂ and CH₄ From Transportation Sector Using Vehicles Kilometer Travelled (VKT) and Fuel Consumption Approaches in Bandung City*. *Journal of Better Air Quality*, vol. 159.
- Murti, I.P.. dkk. 2015. *Inventarisasi dan Penentuan Kemampuan Serapan Emisi CO₂ Oleh Ruang Terbuka Hijau di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur*. Prosiding. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Pentury, T. 2003. *Konstruksi Model Matematika Tangkapan CO₂ Pada Tanaman Hutan Kota*. Disertasi. Universitas Airlangga Surabaya.
- Pradiptyas, D., dkk. 2011. *Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi CO₂ di Perkotaan Menggunakan Program STELLA(Studi Kasus Surabaya Utara dan Timur)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Prasetyo, L.B., dkk. 2002. *Integrating Remote Sensing and GIS for Estimating Aboveground Biomass and Green Emission*. *CEGIS Newsletter Vol 1 April*.
- Purwaningsih, S. 2007. *Kemampuan Serapan Karbon Dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Kebun Raya Bogor*. Skripsi.Departemen Konservasi Sumber Daya Hutan

- dan Ekowisata Fakultas Kehutanan. Tugas Akhir. Institut Pertanian Bogor.
- Ramadhan, A dan Iwan K. 2012. *Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Fungsi Ekologis Sebagai Penghasil Oksigen dan Kawasan Resapan Air Sesuai Tipologi Kota(Studi Kasus:Kota Bandung, Kota Bogor, dan Kota Cirebon)*. Bandung:Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota A SAPPK V1N2.
- Razak, A. 2010. *Kajian Yuridis Carbon Trade dalam Penyelesaian Efek Rumah Kaca. Makalah Etika dan Kebijakan Perundangan Lingkungan*. Yogyakarta: Program Studi Manajemen Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada
- Sihotang, S. R., dkk. 2010. *Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus ITS Surabaya*. Surabaya
- Sari, B. W. 2012. *Dampak Pembangunan Jalan Middle East Ring Road (MERR) IIC di Kelurahan Medokan Semampir Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya*. Jurnal online Universitas Negeri Surabaya. <http://ejournal.unesa.ac.id>. Diakses tanggal 5 januari 2016.
- Setiawan, A. 2013. *Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Penyerapan Emisi CO₂ dan Pemenuhan Kebutuhan Oksigen di Kota Probolinggo*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Sugiarti. 2010. *Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia*. Makassar : *Jurnal Chemica Vol. 10 Nomor 1 Juni 2009, 50-58*.
- Undang-Undang Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang
- Velayati, L.H. 2012. *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Berdasarkan Serapan Gas CO₂ di Kota Pontianak*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.

- Widjajanti, W. W. 2010. *Keberadaan dan Optimasi Ruang terbuka Hijau Bagi Kehidupan Kota*. Surabaya:Institut Teknologi Adhi Tama.
- Yoshinori, F., Hiroshi, M., and C. S. Ho. 2009. *Assessment of CO₂ emissions and resource sustainability for housing construction in Malaysia*, *International Journal of Low-Carbon Technologies* 2009, 4, 16–26.
- [.http://sciencelearn.org.nz/Contexts/The-Ocean-in-Action/Sci-Media/Interactive/Carbon-cycle](http://sciencelearn.org.nz/Contexts/The-Ocean-in-Action/Sci-Media/Interactive/Carbon-cycle) Diakses tanggal 10 Juni 2016.

Lampiran 1. Formulir Survei Volume Kendaraan

FORMULIR SURVEI

Hari, Tanggal :
 Nama Jalan : Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Surabaya
 Arah Jalan : Ke ITS(UTARA)/ke Rungkut(SELATAN)*
 Posisi :
 Nama Surveyor :

Waktu (int. 15 menit)	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
					 	 	 
1	2	3	4	5	6	7	
06.00-06.15							
06.15-06.30							
06.30-06.45							

Waktu (int. 15 menit)	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
					 	 	 
06.45-07.00							
07.00-07.15							
07.15-07.30							
07.30-07.45							
07.45-08.00							
08.00-08.15							
08.15-08.30							
08.30-08.45							
08.45-09.00							

Lampiran 2. Hasil Survei Volume Kendaraan

Tabel 2.1 Volume Kendaraan Hari Jumat

a. Segmen A

Waktu (int.15 menit)	Titik Counting SEGMENT A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl.Sukosemolo)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2062	509	2	0	10	10	0
07.15-07.30	1862	493	0	1	12	2	0
07.30-07.45	2164	397	0	0	20	6	0
07.45-08.00	2224	457	2	0	13	13	1
08.00-08.15	1762	436	2	2	18	7	1
08.15-08.30	1937	504	1	0	27	15	0
08.30-08.45	1683	468	2	1	30	11	1
08.45-09.00	1592	449	2	0	43	22	4
Sub total	15286	3713	11	4	173	86	7
16.00-16.15	1328	389	1	0	31	30	1
16.15-16.30	1738	565	2	1	37	17	6
16.30-16.45	1568	564	2	1	35	12	1
16.45-17.00	1936	583	1	1	31	19	1
17.00-17.15	1580	437	3	0	31	4	0
17.15-17.30	2131	551	2	2	36	9	1
17.30-17.45	1744	518	2	0	31	4	2
17.45-18.00	1563	545	0	1	29	13	2
Sub total	13588	4152	13	6	261	108	14
Total	28874	7865	24	10	434	194	21

b. Segmen B

Titik Counting	SEGMENT B (Jl. Sukosemolo-Jl.Kedung Baru)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2860	732	0	0	15	8	0
07.15-07.30	1881	651	3	1	26	7	0
07.30-07.45	2517	727	1	0	23	7	1
07.45-08.00	2084	583	1	0	20	13	1
08.00-08.15	2260	699	1	2	26	13	0
08.15-08.30	1825	741	1	1	25	13	0
08.30-08.45	1629	650	2	2	31	18	1
08.45-09.00	1643	715	1	1	44	18	1
Sub total	16699	5498	10	7	210	97	4
16.00-16.15	2050	680	21	0	59	28	2
16.15-16.30	2225	601	15	0	51	17	3
16.30-16.45	2190	697	20	0	58	15	1
16.45-17.00	2269	704	16	0	50	22	0
17.00-17.15	2393	711	15	0	57	8	0
17.15-17.30	2484	662	17	0	41	6	0
17.30-17.45	2524	771	14	0	47	10	2
17.45-18.00	1957	703	9	1	27	9	3
Sub total	18092	5529	127	1	390	115	11
Total	34791	11027	137	8	600	212	15

c. Segmen C

Titik Counting	SEGMENT C (JI.Kedung Baruk-JI.Raya Rungkut)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1768	508	11	0	33	12	1
07.15-07.30	2098	475	10	0	38	11	1
07.30-07.45	2501	605	11	0	38	11	1
07.45-08.00	2233	520	9	0	47	11	0
08.00-08.15	2106	631	11	0	47	10	0
08.15-08.30	2051	555	10	0	48	11	0
08.30-08.45	1913	537	8	0	46	11	1
08.45-09.00	1705	567	5	1	50	18	2
Sub total	16373	4396	73	1	344	94	5
16.00-16.15	1434	549	3	0	52	18	2
16.15-16.30	2107	551	5	0	46	17	2
16.30-16.45	1791	634	5	0	46	19	1
16.45-17.00	2254	535	3	0	41	12	0
17.00-17.15	2065	716	6	0	43	9	1
17.15-17.30	1762	606	5	0	38	6	0
17.30-17.45	1503	555	2	0	42	8	1
17.45-18.00	1276	596	3	0	24	8	1
Sub total	14191	4740	30	0	329	95	7
Total	30563	9136	102	1	673	189	11

Tabel 2.2 Volume Kendaraan Hari Senin

a. Segmen A

Waktu (int.15 menit)	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1721	569	3	2	15	9	1
07.15-07.30	2120	367	4	1	18	5	0
07.30-07.45	2284	530	4	2	23	14	0
07.45-08.00	2193	393	1	1	22	8	0
08.00-08.15	1552	530	4	2	25	19	0
08.15-08.30	1883	626	6	0	29	16	0
08.30-08.45	1506	445	7	0	30	17	2
08.45-09.00	1355	339	6	2	34	31	4
Sub total	14614	3799	35	10	196	119	7
16.00-16.15	1242	456	2	4	34	8	2
16.15-16.30	1066	370	4	0	15	10	2
16.30-16.45	1800	804	6	0	29	16	0
16.45-17.00	1506	370	0	0	13	4	0
17.00-17.15	1160	318	2	0	9	4	0
17.15-17.30	1452	420	4	0	10	4	0
17.30-17.45	1220	438	0	0	12	8	2
17.45-18.00	1076	378	0	0	10	4	0
Sub total	10522	3554	18	4	132	58	6
Total	25136	7353	53	14	328	177	13

b. Segmen B

Titik Counting	SEGMENT B (Jl. Sukosemolo-Jl. Kedung Baru)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2592	610	0	2	15	7	0
07.15-07.30	1992	588	3	1	12	5	0
07.30-07.45	2418	538	0	1	11	7	0
07.45-08.00	1638	508	3	1	26	3	0
08.00-08.15	1526	565	0	0	32	7	0
08.15-08.30	1529	549	1	1	23	16	1
08.30-08.45	1150	482	3	0	18	10	1
08.45-09.00	762	407	0	0	13	6	1
Sub total	13607	4247	10	6	150	61	3
16.00-16.15	2033	692	1	3	66	12	1
16.15-16.30	2406	740	3	2	48	14	2
16.30-16.45	2285	658	1	0	53	14	0
16.45-17.00	2655	808	2	0	54	11	2
17.00-17.15	2655	738	1	1	38	3	0
17.15-17.30	2818	663	1	2	37	17	0
17.30-17.45	2752	715	2	0	34	20	0
17.45-18.00	1964	675	0	0	36	6	3
Sub total	19568	5689	11	8	366	97	8
Total	33175	9936	21	14	516	158	11

c. Segmen C

Titik Counting	SEGMENT C (JI.Kedung Baruk-JI.Raya Rungkut)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1663	534	3	0	13	3	0
07.15-07.30	1523	453	5	0	15	5	1
07.30-07.45	1460	461	6	0	19	5	0
07.45-08.00	1238	410	2	0	24	7	0
08.00-08.15	1111	476	5	0	29	9	0
08.15-08.30	970	413	8	1	29	10	0
08.30-08.45	1089	416	4	0	40	11	0
08.45-09.00	1000	430	5	0	33	15	0
Sub total	10052	3591	36	1	201	62	1
16.00-16.15	1794	606	3	1	58	20	0
16.15-16.30	1908	536	2	1	55	20	2
16.30-16.45	1964	663	1	2	42	10	1
16.45-17.00	2074	560	0	1	51	11	1
17.00-17.15	2163	613	1	0	47	8	0
17.15-17.30	2358	620	2	1	39	10	0
17.30-17.45	2135	592	0	1	32	10	1
17.45-18.00	1824	612	0	1	27	9	2
Sub total	16220	4800	7	6	350	96	6
Total	26271	8391	43	6	551	158	6

Tabel 2.3 Volume Kendaraan Hari Selasa

a. Segmen A

Waktu (int.15 menit)	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1569	451	1	0	2	2	0
07.15-07.30	2003	503	1	0	14	6	0
07.30-07.45	2232	459	0	0	22	6	0
07.45-08.00	2196	456	2	0	40	2	0
08.00-08.15	2062	476	3	1	26	6	0
08.15-08.30	2022	486	1	0	34	12	1
08.30-08.45	1835	476	3	1	50	4	0
08.45-09.00	1735	448	0	4	30	8	1
Sub total	15654	3755	11	6	218	46	2
16.00-16.15	1122	394	1	0	24	5	0
16.15-16.30	1920	661	1	1	26	2	1
16.30-16.45	1614	411	1	2	15	4	2
16.45-17.00	1464	602	1	0	20	3	1
17.00-17.15	1752	513	0	0	35	8	1
17.15-17.30	2122	627	0	0	17	10	4
17.30-17.45	1974	620	1	0	18	6	2
17.45-18.00	1786	534	0	0	22	6	2
Sub total	13754	4362	5	3	177	44	13
Total	29408	8117	16	9	395	90	15

b. Segmen B

Titik Counting	SEGMENT B (Jl. Sukosemolo-Jl.Kedung Baruk)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1530	427	4	2	17	7	2
07.15-07.30	1597	422	2	1	19	7	1
07.30-07.45	1590	418	2	0	20	4	2
07.45-08.00	2164	372	3	1	12	5	3
08.00-08.15	2008	352	4	0	8	4	1
08.15-08.30	1583	341	2	0	9	4	1
08.30-08.45	1336	345	1	0	11	3	0
08.45-09.00	1340	348	2	0	8	5	0
Sub total	13148	3025	20	4	104	39	10
16.00-16.15	2057	502	2	0	29	13	2
16.15-16.30	2749	657	2	1	32	15	1
16.30-16.45	2640	589	1	1	15	11	1
16.45-17.00	2663	560	0	0	11	4	2
17.00-17.15	1741	731	0	0	30	15	0
17.15-17.30	1881	667	0	0	23	15	1
17.30-17.45	1927	446	0	0	22	13	2
17.45-18.00	1626	571	1	0	21	8	1
Sub total	17284	4723	6	2	183	94	10
Total	30432	7748	26	6	287	133	20

c. Segmen C

Titik Counting	SEGMENT C (JI.Kedung Baruk-JI.Raya Rungkut)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1205	360	1	1	9	1	0
07.15-07.30	1739	555	1	0	10	2	0
07.30-07.45	2163	556	0	0	14	2	0
07.45-08.00	2169	529	0	0	16	3	0
08.00-08.15	1966	543	0	0	23	5	0
08.15-08.30	1827	523	0	0	17	12	0
08.30-08.45	1188	512	0	0	44	13	0
08.45-09.00	1007	519	0	0	31	12	0
Sub total	13262	4095	1	1	162	48	0
16.00-16.15	1674	512	8	0	19	11	0
16.15-16.30	1942	541	14	0	36	9	0
16.30-16.45	1907	506	8	0	19	6	0
16.45-17.00	2134	547	6	0	25	10	0
17.00-17.15	1482	488	2	0	19	8	0
17.15-17.30	1083	582	2	0	19	9	0
17.30-17.45	1435	575	2	0	21	4	0
17.45-18.00	1419	560	3	0	15	7	1
Sub total	13075	4310	43	0	171	62	1
Total	26336	8405	44	1	333	109	1

Tabel 2.4 Volume Kendaraan Hari Rabu

a. Segmen A

Waktu (int.15 menit)	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2055	569	1	6	16	8	1
07.15-07.30	2202	546	0	0	16	4	2
07.30-07.45	2535	585	5	0	19	8	0
07.45-08.00	2157	594	0	0	23	16	0
08.00-08.15	2344	659	4	2	26	9	1
08.15-08.30	1792	462	1	4	19	11	0
08.30-08.45	1961	651	1	0	41	25	1
08.45-09.00	1768	614	3	0	30	24	0
Sub total	16814	4680	15	12	190	105	5
16.00-16.15	1565	465	3	0	34	16	2
16.15-16.30	1811	483	7	0	22	20	2
16.30-16.45	1768	500	9	8	35	10	2
16.45-17.00	1842	546	8	7	30	11	1
17.00-17.15	1897	488	5	0	29	13	1
17.15-17.30	1871	468	8	2	29	11	1
17.30-17.45	1641	468	6	1	30	4	3
17.45-18.00	1682	679	6	1	37	11	1
Sub total	14077	4097	52	19	246	96	13
Total	30891	8777	67	31	436	201	18

b. Segmen B

Titik Counting	SEGMENT B (Jl. Sukosemolo-Jl.Kedung Baruk)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2436	726	1	0	23	9	1
07.15-07.30	3477	797	3	6	30	13	0
07.30-07.45	2979	747	4	2	28	14	0
07.45-08.00	2829	638	2	2	29	15	1
08.00-08.15	2383	618	1	3	40	17	1
08.15-08.30	2217	563	1	3	43	21	1
08.30-08.45	1990	695	2	0	60	27	0
08.45-09.00	1672	583	0	1	50	34	2
Sub total	19983	5367	14	17	303	150	6
16.00-16.15	2688	755	1	0	18	11	1
16.15-16.30	2386	676	2	0	11	8	0
16.30-16.45	2615	566	6	0	28	18	0
16.45-17.00	2146	900	4	5	21	10	4
17.00-17.15	1988	588	6	4	12	4	0
17.15-17.30	2727	612	4	0	31	10	1
17.30-17.45	2156	682	1	1	19	4	1
17.45-18.00	1848	867	2	0	29	3	0
Sub total	18554	5646	26	10	169	68	7
Total	38537	11013	40	27	472	218	13

c. Segmen C

Titik Counting	SEGMENT C (Jl.Kedung Baruk-Jl.Raya Rungkut)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1850	657	5	0	24	9	0
07.15-07.30	2606	664	8	0	23	9	1
07.30-07.45	2342	501	12	0	24	9	0
07.45-08.00	2185	531	11	0	26	6	0
08.00-08.15	2133	515	8	0	37	16	0
08.15-08.30	1614	455	7	0	42	14	0
08.30-08.45	1547	462	16	0	62	17	0
08.45-09.00	1381	455	10	0	60	26	0
Sub total	15656	4238,5	74,5	0	295,5	105	0,5
16.00-16.15	1755	554	7	0	51	20	1
16.15-16.30	2203	609	4	1	47	19	1
16.30-16.45	2015	588	7	1	41	25	2
16.45-17.00	2126	602	6	1	44	11	1
17.00-17.15	1750	564	1	1	44	23	1
17.15-17.30	1816	529	2	0	29	2	1
17.30-17.45	1599	548	3	0	26	6	1
17.45-18.00	1236	462	2	0	27	6	0
Sub total	14498	4454	30	3	307	110	6
Total	30154	8692	104	3	603	215	6

Tabel 2.5 Volume Kendaraan Hari Kamis

a. Segmen A

Waktu (int.15 menit)	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	1832	421	3	4	11	7	0
07.15-07.30	2262	461	7	2	21	2	0
07.30-07.45	2573	553	7	0	41	13	0
07.45-08.00	2095	414	8	0	19	12	0
08.00-08.15	1977	465	6	0	29	10	0
08.15-08.30	1610	443	5	2	31	6	0
08.30-08.45	1610	453	2	0	37	23	0
08.45-09.00	1357	450	3	0	45	16	3
Sub total	15316	3660	41	8	234	89	3
16.00-16.15	2173	707	0	2	60	34	2
16.15-16.30	1956	549	4	0	45	19	4
16.30-16.45	2254	602	1	0	60	32	1
16.45-17.00	2145	598	1	0	39	13	1
17.00-17.15	2312	563	3	2	38	10	0
17.15-17.30	2192	650	3	9	39	9	2
17.30-17.45	1950	546	3	2	18	5	2
17.45-18.00	1708	684	0	4	16	7	11
Sub total	16690	4899	15	19	315	129	23
Total	32006	8559	56	27	549	218	26

b. Segmen B

Titik Counting	SEGMENT B (Jl. Sukosemolo-Jl.Kedung BaruK)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2251	663	0	0	20	9	0
07.15-07.30	2503	755	4	7	29	8	0
07.30-07.45	2639	746	5	0	32	15	0
07.45-08.00	2479	685	3	0	37	21	0
08.00-08.15	2266	599	2	0	38	22	0
08.15-08.30	1819	662	1	2	25	7	0
08.30-08.45	1662	645	1	0	42	29	0
08.45-09.00	1400	454	0	0	40	18	2
Sub total	17019	5209	16	9	263	129	2
16.00-16.15	2123	400	1	2	46	17	1
16.15-16.30	2463	465	4	1	21	9	4
16.30-16.45	2637	455	3	0	60	25	1
16.45-17.00	2407	499	3	0	31	7	1
17.00-17.15	2447	419	4	3	35	8	2
17.15-17.30	2314	493	4	8	26	9	2
17.30-17.45	1443	754	11	7	25	11	1
17.45-18.00	1084	684	2	4	17	12	8
Sub total	16918	4169	32	25	261	98	20
Total	33937	9378	48	34	524	227	22

c. Segmen C

Titik Counting	SEGMENT C (JI.Kedung Baruk-JI.Raya Rungkut)						
	JENIS KENDARAAN						
	Sepeda Motor	Mobil	Mini Bus	Bus	Truk kecil	Truk Sedang	Truk Besar
Waktu (int.15 menit)	1	2	3	4	5	6	7
07.00-07.15	2222	470	5	0	17	6	2
07.15-07.30	2654	484	5	0	17	6	1
07.30-07.45	2235	521	2	1	16	12	1
07.45-08.00	2709	472	2	0	28	12	2
08.00-08.15	2104	455	2	0	21	10	0
08.15-08.30	2241	463	1	0	28	9	0
08.30-08.45	1683	452	2	0	39	15	0
08.45-09.00	2027	461	2	0	46	23	1
Sub total	17873	3776	19	1	210	92	6
16.00-16.15	1841	637	1	1	36	16	1
16.15-16.30	2190	681	2	0	29	8	1
16.30-16.45	1851	676	1	0	25	8	1
16.45-17.00	2019	562	1	0	23	6	0
17.00-17.15	2149	644	2	0	24	8	0
17.15-17.30	1854	706	2	0	14	3	0
17.30-17.45	1948	635	2	0	11	5	0
17.45-18.00	1361	587	3	0	9	4	1
Sub total	15213	5128	12	1	171	56	2
Total	33085	8904	31	1	380	147	8

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 3. Perhitungan Proyeksi Kendaraan

a. Data Jumlah Kendaraan Kota Surabaya

Tabel 3.1 Data Jumlah Kendaraan Kota Surabaya

Jenis Kendaraan /Tahun	2008	2009	2010	2011	2012
Motor	1.028.686	1.129.870	1.213.457	1.274.660	1.402.190
Mobil	253.187	264.277	279.116	275.930	294.780
Bus dan sejenisnya	1.884	2.064	2.279	2.304	2.486
Truk dan sejenisnya	84.968	86.987	89.530	92.238	100.809

Sumber : Surabaya Dalam Angka 2015

b. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Jenis : Mobil

Metode : Geometrik

Tabel 3.2 Hasil Proyeksi Mobil

No	Tahun	MOBIL(Unit)		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	508	614	544
2	2017	523	632	560
3	2018	539	651	577
4	2019	555	670	594
5	2020	571	689	611
6	2021	588	710	629

**c. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Jenis : Mini Bus
Metode : *Least Square***

Contoh perhitungan menggunakan Rumus 2.3

Tabel 3.3 Perhitungan Metode *Least Square*

Tahun	Jumlah Kendaraan	No. Data Tiap Tahun (X)	Metode Least Square			
			Jumlah Kendaraan Tiap Tahun (Y)	XY	X ²	Y ²
2008	1884	-4	1884	-7536	16	3549456
2009	2064	-2	2064	-4128	4	4260096
2010	2279	0	2279	0	0	5193841
2011	2304	2	2304	4608	4	5308416
2012	2486	4	2486	9944	16	6180196
Jumlah	11017	0	11017	2888	40	24492005
r						0,129913197

Berikut ini adalah contoh perhitungan proyeksi mini bus Segmen A dengan metode *Least Square* sesuai menggunakan Rumus 2.3, dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

- $a = \frac{\sum Y}{5}$
 $= 11.017/5$
 $= \mathbf{2203,4}$
- $b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$
 $= 2.888/(40^2)$
 $= \mathbf{72,2}$
- $t_{2016} = \mathbf{9}$
- $P_{2016} = a + (b \times t)$
 $= 2203,4 + (72,2 \times 9)$
 $= 2853,2 \text{ unit}$

Selanjutnya dilakukan hal yang sama untuk Segmen B dan C hingga tahun 2021. Setelah didapatkan proyeksi jumlah kendaraan sepeda motor Kota Surabaya, kemudian diproyeksikan hasil survei yang telah didapat menggunakan rasio. dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

- $P_{2016} = 2853,2 \text{ unit}$
- Hasil *counting* 2016 = 3 unit

- Rasio = 3 unit / 2853,2 unit
= 0,000946

Hasil proyeksi sepeda motor rata-rata per-jam setiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Proyeksi Mini Bus

No	Tahun	MINI BUS		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	3	3	4
2	2017	3	3	4
3	2018	3	4	4
4	2019	3	4	4
5	2020	3	4	4
6	2021	3	4	5

d. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Jenis : Bus
Metode : *Least Square*

Tabel 3.5 Hasil Proyeksi Bus

No	Tahun	BUS		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	1	1	0
2	2017	1	1	0
3	2018	1	1	0
4	2019	1	1	0
5	2020	1	1	0
6	2021	1	1	0

e. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Jenis : Truk Kecil
Metode : *Geometrik*

Tabel 3.6 Hasil Proyeksi Truk Kecil

No	Tahun	TRUK KECIL		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	27	30	32
2	2017	28	31	33
3	2018	29	32	34
4	2019	30	33	35
5	2020	31	34	36
6	2021	32	35	37

**f. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Jenis : Truk Sedang
Metode : Geometrik**

Tabel 3.7 Hasil Proyeksi Truk Sedang

No	Tahun	TRUK SEDANG		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	11	12	10
2	2017	11	12	11
3	2018	12	13	11
4	2019	12	13	11
5	2020	13	14	12
6	2021	13	14	12

**g. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Jenis : Truk Sedang
Metode : Geometrik**

Tabel 3.8 Hasil Proyeksi Truk Besar

No	Tahun	TRUK BESAR		
		Segmen A	Segmen B	Segmen C
1	2016	1	1	0
2	2017	1	1	0
3	2018	1	1	0
4	2019	1	1	0
5	2020	1	1	0
6	2021	1	1	0

Lampiran 4. Hasil Perhitungan Emisi CO₂

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Segmen A (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl.Sukosemolo)

a. Tahun 2016

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	1.829	2.275,1	0,03	1,3	143.887,9	39.968,9
Mobil	508	2.558,8	0,12	1,3	199.383,1	55.384,2
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,3	1.512,6	420,2
Bus	1	1.593,7	0,13	1,3	307,3	85,4
Truk kecil	27	2.897,6	0,11	1,3	10.731,3	2.980,9
Truk Sedang	11	1.593,7	0,15	1,3	3.452,7	959,1
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,3	381,0	105,8
TOTAL					359.656,0	99.904,4

b. Tahun 2017

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	1.938	2.275,1	0,03	1,3	152.446,5	42.346,2
Mobil	523	2.558,8	0,12	1,3	205.266,0	57.018,3
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,3	1.550,9	430,8
Bus	1	1.593,7	0,13	1,3	315,1	87,5
Truk kecil	28	2.897,6	0,11	1,3	11.087,6	3.079,9
Truk Sedang	11	1.593,7	0,15	1,3	3.567,3	990,9
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,3	393,7	109,4
TOTAL					374.627,0	104.063,1

c. Tahun 2018

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.053	2.275,1	0,03	1,3	161.514,1	44.865,0
Mobil	539	2.558,8	0,12	1,3	211.322,5	58.700,7
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,3	1.589,2	441,4
Bus	1	1.593,7	0,13	1,3	322,9	89,7
Truk kecil	29	2.897,6	0,11	1,3	11.455,7	3.182,1
Truk Sedang	12	1.593,7	0,15	1,3	3.685,7	1.023,8
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,3	406,7	113,0
TOTAL					390.296,7	108.415,8

d. Tahun 2019

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.175	2.275,1	0,03	1,3	171.121,0	47.533,6
Mobil	555	2.558,8	0,12	1,3	217.557,6	60.432,7
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,3	1.627,4	452,1
Bus	1	1.593,7	0,13	1,3	330,6	91,8
Truk kecil	30	2.897,6	0,11	1,3	11.836,0	3.287,8
Truk Sedang	12	1.593,7	0,15	1,3	3.808,1	1.057,8
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,3	420,2	116,7
TOTAL					406.701,1	112.972,5

e. Tahun 2020

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.304	2.275,1	0,03	1,3	181.299,4	50.360,9
Mobil	571	2.558,8	0,12	1,3	223.976,8	62.215,8
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,3	1.665,7	462,7
Bus	1	1.593,7	0,13	1,3	338,4	94,0
Truk kecil	31	2.897,6	0,11	1,3	12.228,9	3.396,9
Truk Sedang	13	1.593,7	0,15	1,3	3.934,5	1.092,9
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,3	434,2	120,6
TOTAL					423.878,0	117.743,9

f. Tahun 2021

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.442	2.275,1	0,03	1,3	192.083,2	53.356,4
Mobil	588	2.558,8	0,12	1,3	230.585,3	64.051,5
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,3	1.704,0	473,3
Bus	1	1.593,7	0,13	1,3	346,2	96,2
Truk kecil	32	2.897,6	0,11	1,3	12.634,9	3.509,7
Truk Sedang	13	1.593,7	0,15	1,3	4.065,1	1.129,2
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,3	448,6	124,6
TOTAL					441.867,4	12.2740,9

**Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Segmen B (Jl. Sukosemolo-
Jl.Kedung Baruk)**

a. Tahun 2016

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.136	2.275,1	0,03	1,2	155.111,6	43.086,6
Mobil	614	2.558,8	0,12	1,2	222.198,2	61.721,7
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,2	1.758,2	488,4
Bus	1	1.593,7	0,13	1,2	277,4	77,1
Truk kecil	30	2.897,6	0,11	1,2	11.094,3	3.081,8
Truk Sedang	12	1.593,7	0,15	1,2	3.433,4	953,7
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,2	306,3	85,1
TOTAL					394.179,5	109.494,3

b. Tahun 2017

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.263	2.275,1	0,03	1,2	164.337,7	45.649,4
Mobil	632	2.558,8	0,12	1,2	228.754,3	63.542,9
Mini Bus	3	3.642,8	0,12	1,2	1.802,7	500,8
Bus	1	1.593,7	0,13	1,2	284,5	79,0
Truk kecil	31	2.897,6	0,11	1,2	11.462,7	3.184,1
Truk Sedang	12	1.593,7	0,15	1,2	3.547,3	985,4
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,2	316,5	87,9
TOTAL					410.505,7	114.029,4

c. Tahun 2018

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.398	2.275,1	0,03	1,2	174.112,6	48.364,6
Mobil	651	2.558,8	0,12	1,2	235.503,8	65.417,7
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	1,2	1.847,2	513,1
Bus	1	1.593,7	0,13	1,2	291,5	81,0
Truk kecil	32	2.897,6	0,11	1,2	11.843,2	3.289,8
Truk Sedang	13	1.593,7	0,15	1,2	3.665,1	1.018,1
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,2	327,0	90,8
TOTAL					427.590,5	118.775,1

d. Tahun 2019

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.540	2.275,1	0,03	1,2	184.468,9	51.241,4
Mobil	670	2.558,8	0,12	1,2	242.452,5	67.347,9
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	1,2	1.891,7	525,5
Bus	1	1.593,7	0,13	1,2	298,5	82,9
Truk kecil	33	2.897,6	0,11	1,2	12.236,4	3.399,0
Truk Sedang	13	1.593,7	0,15	1,2	3.786,8	1.051,9
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,2	337,9	93,9
TOTAL					445.472,7	123.742,4

e. Tahun 2020

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.691	2.275,1	0,03	1,2	19.5441,3	54.289,2
Mobil	689	2.558,8	0,12	1,2	249.606,1	69.335,0
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	1,2	1.936,2	537,8
Bus	1	1.593,7	0,13	1,2	305,5	84,9
Truk kecil	34	2.897,6	0,11	1,2	12.642,6	3.511,8
Truk Sedang	14	1.593,7	0,15	1,2	3.912,5	1.086,8
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,2	349,1	97,0
TOTAL					46.4193,3	12.8942,6

f. Tahun 2021

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.851	2.275,1	0,03	1,2	207.066,2	57.518,4
Mobil	710	2.558,8	0,12	1,2	256.970,9	71.380,8
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	1,2	1.980,7	550,2
Bus	1	1.593,7	0,13	1,2	312,5	86,8
Truk kecil	35	2.897,6	0,11	1,2	13.062,4	3.628,4
Truk Sedang	14	1.593,7	0,15	1,2	4.042,4	1.122,9
Truk Besar	1	1.593,7	0,16	1,2	360,7	100,2
TOTAL					483.795,8	134.387,7

**Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Segmen C (Jl.Kedung Baruk-
Jl.Raya Rungkut)**

a. Tahun 2016

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	1.830	2.275,1	0,03	2,2	243.659,1	67.683,1
Mobil	544	2.558,8	0,12	2,2	361.103,4	100.306,5
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	2,2	3.827,9	1.063,3
Bus	0	1.593,7	0,13	2,2	60,0	16,7
Truk kecil	32	2.897,6	0,11	2,2	21.518,1	5.977,3
Truk Sedang	10	1.593,7	0,15	2,2	5.421,4	1.505,9
Truk Besar	0	1.593,7	0,16	2,2	218,4	60,7
TOTAL					635.808,2	176.613,4

b. Tahun 2017

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	1.939	2.275,1	0,03	2,2	258.152,1	71.708,9
Mobil	560	2.558,8	0,12	2,2	371.757,9	103.266,1
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	2,2	3.924,7	1.090,2
Bus	0	1.593,7	0,13	2,2	61,5	17,1
Truk kecil	33	2.897,6	0,11	2,2	22.232,5	6.175,7
Truk Sedang	11	1.593,7	0,15	2,2	5.601,3	1.555,9
Truk Besar	0	1.593,7	0,16	2,2	225,7	62,7
TOTAL					661.955,7	183.876,6

c. Tahun 2018

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.054	2.275,1	0,03	2,2	273.507,1	75.974,2
Mobil	577	2.558,8	0,12	2,2	382.726,8	106.313,0
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	2,2	4.021,6	1.117,1
Bus	0	1.593,7	0,13	2,2	63,0	17,5
Truk kecil	34	2.897,6	0,11	2,2	22.970,6	6.380,7
Truk Sedang	11	15.93,7	0,15	2,2	5.787,3	1.607,6
Truk Besar	0	15.93,7	0,16	2,2	233,1	64,8
TOTAL					689.309,6	191.474,9

d. Tahun 2019

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.176	2.275,1	0,03	2,2	289.775,4	80.493,2
Mobil	594	2.558,8	0,12	2,2	394.019,4	109.449,8
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	2,2	4.118,4	1.144,0
Bus	0	1.593,7	0,13	2,2	64,6	17,9
Truk kecil	35	2.897,6	0,11	2,2	23.733,2	6.592,6
Truk Sedang	11	1.593,7	0,15	2,2	5.979,4	1.661,0
Truk Besar	0	1.593,7	0,16	2,2	240,9	66,9
TOTAL					717.931,3	199.425,4

e. Tahun 2020

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.306	2.275,1	0,03	2,2	307.011,4	85.281,0
Mobil	611	2.558,8	0,12	2,2	405.645,1	112.679,2
Mini Bus	4	3.642,8	0,12	2,2	4.215,3	1.170,9
Bus	0	1.593,7	0,13	2,2	66,1	18,4
Truk kecil	36	2.897,6	0,11	2,2	24.521,1	6.811,4
Truk Sedang	12	1.593,7	0,15	2,2	6.177,9	1.716,1
Truk Besar	0	1.593,7	0,16	2,2	248,9	69,1
TOTAL					747.885,9	207.746,1

f. Tahun 2021

Jenis kendaraan	n (kend /jam)	Fei (gr/l)	Ki (liter /km)	L (km)	Q (gr/jam)	Q (mg /detik)
Sepeda Motor	2.443	2.275,1	0,03	2,2	325.272,6	90.353,5
Mobil	629	2.558,8	0,12	2,2	417.613,9	116.003,9
Mini Bus	5	3.642,8	0,12	2,2	4.312,2	1.197,8
Bus	0	1.593,7	0,13	2,2	67,6	18,8
Truk kecil	37	2.897,6	0,11	2,2	25.335,2	7.037,6
Truk Sedang	12	1.593,7	0,15	2,2	6.383,0	1.773,1
Truk Besar	0	1.593,7	0,16	2,2	257,1	71,4
TOTAL					779.241,7	216.456,0

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 5. Hasil Perhitungan Emisi CO₂

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Segmen A dengan *Box Model* (Jl. Arif Rahman Hakim-Jl.Sukosemolo)

Tahun	Emisi CO ₂ Primer (mg/detik)	Luas Box (m ²)	L (m)	H (m)	U (m/detik)	t (detik)	q (mg/m ² /detik)	Vbox (m ³)	C(t) (mg/m ³)	Massa CO ₂ (mg)	Massa CO ₂ (mg/detik)	Massa CO ₂ (g/detik)
2016	99.904	44.200	1.300	10	3,29	394,90	2,26	442.000	56,42	24.936.873,06	63.147,84	63,15
2017	104.063	44.200	1.300	10	3,29	394,90	2,35	442.000	58,77	25.974.894,40	65.776,42	65,78
2018	108.416	44.200	1.300	10	3,29	394,90	2,45	442.000	61,22	27.061.360,15	68.527,69	68,53
2019	112.973	44.200	1.300	10	3,29	394,90	2,56	442.000	63,80	28.198.761,82	71.407,94	71,41
2020	117.744	44.200	1.300	10	3,29	394,90	2,66	442.000	66,49	29.389.727,46	74.423,83	74,42
2021	122.741	44.200	1.300	10	3,29	394,90	2,78	442.000	69,31	30.637.029,53	77.582,39	77,58

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Segmen B dengan *Box Model* (Jl. Sukosemolo-Jl.Kedung Baru)

Tahun	Emisi CO ₂ Primer (mg/detik)	Luas Box (m ²)	L (m)	H (m)	U (m/detik)	t (detik)	q (mg/m ² /detik)	Vbox (m ³)	C(t) (mg/m ³)	Massa CO ₂ (mg)	Massa CO ₂ (mg/detik)	Massa CO ₂ (g/detik)
2016	109.494	40.800	1.200	10	3,29	364,52	2,68	408.000	61,83	25.228.225,79	69.209,43	69,21
2017	114.029	40.800	1.200	10	3,29	364,52	2,79	408.000	64,39	26.273.131,65	72.075,96	72,08
2018	118.775	40.800	1.200	10	3,29	364,52	2,91	408.000	67,07	27.366.587,05	75.075,67	75,08
2019	123.742	40.800	1.200	10	3,29	364,52	3,03	408.000	69,88	28.511.081,15	78.215,40	78,22
2020	128.943	40.800	1.200	10	3,29	364,52	3,16	408.000	72,82	29.709.239,28	81.502,35	81,50
2021	134.388	40.800	1.200	10	3,29	364,52	3,29	408.000	75,89	30.963.830,72	84.944,11	84,94

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Segmen C dengan *Box Model* (Jl.Kedung Baruk-Jl.Raya Rungkut)

Tahun	Emisi CO ₂ Primer (mg/detik)	Luas Box (m ²)	L (m)	H (m)	U (m/detik)	t (detik)	q (mg/m ² /detik)	Vbox (m ³)	C(t) (mg/m ³)	Massa CO ₂ (mg)	Massa CO ₂ (mg/detik)	Massa CO ₂ (g/detik)
2016	176.613	74.800	2.200	10	3,29	668,29	2,36	748.000	99,74	74.603.673,24	111.634,22	111,63
2017	183.877	74.800	2.200	10	3,29	668,29	2,46	748.000	103,84	77.671.736,56	116.225,16	116,23
2018	191.475	74.800	2.200	10	3,29	668,29	2,56	748.000	108,13	80.881.349,08	121.027,91	121,03
2019	199.425	74.800	2.200	10	3,29	668,29	2,67	748.000	112,62	84.239.732,24	126.053,27	126,05
2020	207.746	74.800	2.200	10	3,29	668,29	2,78	748.000	117,32	87.754.501,32	131.312,64	131,31
2021	216.456	74.800	2.200	10	3,29	668,29	2,89	748.000	122,24	91.433.687,82	136.818,05	136,82

Lampiran 6. Dokumentasi Survei *Traffic Counting*



SEGMENT A (Arah Utara)



SEGMENT A (Arah Selatan)



SEGMENT B (Arah Utara)



SEGMENT B (Arah Selatan)



SEGMENT C (Arah Utara)



SEGMENT C (Arah Selatan)



Austenya Sola Gracia dilahirkan di Bontang pada 19 Januari 1995. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2006 di SD Yayasan Pupuk Kaltim Bontang, kemudian kembali dilanjutkan di SMP Yayasan Pupuk Kaltim Bontang pada tahun 2006-2009. Pendidikan tingkat atas ditempuh pada tahun 2009-2012 di SMA Yayasan Pupuk Kaltim Bontang. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITS Surabaya dengan NRP 3312100115.

Selama perkuliahan penulis aktif di berbagai kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) FTSP-ITS. Penulis pernah menjadi staff Departemen Seni dan Olahraga serta menjabat sebagai Kepala Divisi Multimedia Persekutuan Doa Teknik Lingkungan. Penulis memiliki pengalaman dunia kerja dengan melaksanakan kerja praktik di PT. Pupuk Kalimantan Timur Bontang pada tahun 2015 dengan bidang pengolahan air limbah industri. Penulis dapat dihubungi via email austenya_solagracia@yahoo.com.