



TUGAS AKHIR - RP14-1501

**ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA
KORIDOR JALAN KAPASAN HINGGA JALAN
RAJAWALI UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS
RUMAH KACA (CO₂) DARI KEGIATAN *ON ROAD
TRANSPORTATION***

GHOZI ABDUL AZIZ
0821 14 40 000 090

Dosen Pembimbing
Dr. Ing. Ir. Haryo Sulistyarso

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2018



TUGAS AKHIR - RP14-1501

ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA
KORIDOR JALAN KAPASAN HINGGA JALAN
RAJAWALI UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS
RUMAH KACA (CO₂) DARI KEGIATAN *ON ROAD*
TRANSPORTATION

GHOZI ABDUL AZIZ

NRP. 0821144000090

Dosen Pembimbing

Dr. Ing. Ir. Haryo Sulistyarso

DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

2018



FINAL PROJECT - RP14-1501

**GREEN SPACE ARRANGEMENT REFERRALS ON
KAPASAN TO RAJAWALI STREET TO REDUCE
GREENHOUSE GAS EMISSION (CO₂) PRODUCED
BY ON ROAD TRANSPORTATION ACTIVITY**

GHOZI ABDUL AZIZ

NRP. 0821144000090

Supervisor

Dr. Ing. Ir. Haryo Sulistyarso

DEPARTEMEN OF URBAN AND REGIONAL PLANNING

Faculty of Architecture, Design, and Planning

Sepuluh Nopember Institute of Technology

2018

LEMBAR PENGESAHAN
ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA
KORIDOR JALAN KAPASAN HINGGA JALAN
RAJAWALI UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS
RUMAH KACA (CO₂) DARI KEGIATAN *ON ROAD*
TRANSPORTATION

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

GHOZI ABDUL AZIZ
NRP. 08211440000090

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Dr. Ing. Ir Haryo Sulistyarmo

NIP. 195504281983031001



ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA KORIDOR JALAN KAPASAN HINGGA JALAN RAJAWALI UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA (CO₂) DARI KEGIATAN ON ROAD TRANSPORTATION

Nama Mahasiswa : Ghazi Abdul Aziz
NRP : 0821144000090
Jurusan : Perencanaan Wilayah dan Kota
Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Haryo Sulistyarto

ABSTRAK

Sebagai wilayah dengan mayoritas pengguna lahan perdagangan dan jasa skala regional, koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali memiliki aktivitas lalu lintas terutama kendaraan bermotor yang tinggi. Hal ini menyebabkan emisi gas CO₂ yang berasal dari kegiatan on road transportation semakin tinggi ditambah dengan kurangnya ruang hijau sehingga memberikan dampak pemanasan global. Untuk mereduksi emisi gas CO₂ tersebut maka salah satu cara yang efektif adalah dengan menambah ruang hijau pada koridor studi. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan arahan penataan ruang hijau pada koridor studi untuk mereduksi emisi gas rumah kaca (CO₂) dari kegiatan on road transportation.

Dilakukan tiga tahap analisis dalam penelitian ini. Pertama analisis deskriptif untuk menjawab tentang sumber emisi gas CO₂ pada koridor studi. Kedua, analisis dengan menghitung besaran emisi gas CO₂ dari kegiatan on road transportation. Ketiga, analisis deskriptif kuantitatif untuk mengetahui seberapa besar arahan penataan dapat mereduksi emisi gas CO₂ dari kegiatan on road transportation.

Penelitian ini mendapati bahwa sumber emisi gas CO₂ di koridor termasuk ke dalam sumber primer yang bersifat bergerak. Untuk hasil perhitungan emisi gas didapatkan emisi CO₂ Jalan Kapasan sebanyak 508.408,38 gram/jam, jalan Kembang Jepun sebanyak 412.355,92 gram/jam dan jalan Rajawali sebanyak 373.762,71 gram/jam. Arahan penataan ruang hijau dan vegetasi eksisting dapat mereduksi sisa emisi sebesar 53.923,38 gram/jam (Jl. Kapasan), 267.233,59 gram/jam (Jl. Kembang Jepun) dan tidak ada sisa emisi gas pada Jl. Rajawali.

Kata Kunci: kegiatan on road transportation, emisi gas CO₂, ruang hijau

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

GREEN SPACE ARRANGEMENT REFERRALS ON
KAPASAN TO RAJAWALI STREET TO REDUCE
GREENHOUSE GAS EMISSION (CO₂) PRODUCED BY ON
ROAD TRANSPORTATION ACTIVITY

Name : Ghozi Abdul Aziz
NRP : 0821144000090
Department : Department of Urban and Regional Planning
Supervisor : Dr. Ing. Ir. Haryo Sulistyarso

ABSTRACT

As an area with the majority use of regional-scale trade and service, the Kapasan to Rajawali street corridor has high traffic activity, motor vehicle in particular. Thus, the corridor produced high CO₂ gas emissions from the on road transportation activity along with lacking of green spaces that increase the global warming potential. One of the effective way to reduce CO₂ gas emissions is to improve the green space throughout the corridor. Hence, the aim of the research is to formulate the green space arrangement referrals to reduce CO₂ gas emissions produced by on road transportation activity.

There are three stages of analysis process used in this research. First, the descriptive analysis to identify the source of CO₂ emission on the corridor. Second, the quantitative analysis to calculate the amount of CO₂ emission produced by road transportation. Third, the descriptive analysis to formulate the green space arrangement referrals and determine how far does the referrals could reduce the CO₂ emissions.

The result shows that the source of CO₂ gas emissions considered as mobile primary source of emissions. As for the calculation result, it shows that the amount of CO₂ emissions on Kapasan street is 508.408,38 gram/hour, Kembang Jepun street is 412.355,92 gram/hour, and Rajawali street is 373.762,71 gram/hour. The green space arrangement referrals as well as the existing vegetation could reduce the CO₂ emissions as follows: 53.923,38 gram/hour at Kapasan street, 267.233,59 gram/hour at Kembang Jepun street and entirely reduced at Rajawali street.

Keywords: on road transportation activity, CO₂ emission, green space

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrobbil' alamin. Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat, berkat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Strata-1 di Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung, yaitu:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Tun Kelana Jaya dan Ibunda Yudha Andewi, yang selalu memberikan bantuan finansial, doa, motivasi, restu, dan kasih sayang.
2. Bapak Dr. Ing. Ir Haryo Sulistyarso sebagai dosen pembimbing Seminar hingga Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi positif dalam penyusunan tugas akhir ini;
3. Ibu Dian Rahmawati, ST. MT., dan Ibu Siti Nurlaela, ST. M.COM, PhD. selaku dosen penguji proposal hingga seminar yang telah memberikan kritik dan masukan untuk melanjutkan tugas akhir;
4. Bapak Ir. Heru Purwadio, MSP., dan Bapak Ardy Maulidy Navastara ST. MT. selaku dosen penguji tugas akhir atas masukan dan sanggahan yang membangun untuk perbaikan tugas akhir ini;
5. Teman-teman angkatan 2014 “Apis Dorsata” yang telah memberikan motivasi, isu-isu terkini, dan hal-hal penting dan tidak penting lainnya yang membuat penulis merasa nyaman selama berkuliah di jurusan ini.
6. Teman-teman satu bimbingan Bapak Haryo Sulistyarso: Cornelius, Johnny, Fisal vidi, dan Ahrishar yang telah

bersusah payah bersama dalam sebuah pencarian yang sulit.

7. Serta pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas semua bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu masukan, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi pengembangan selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya sebagai wawasan keilmuan dan pengetahuan.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Sasaran.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah.....	4
1.4.2 Ruang Lingkup Substansi dan Pembahasan.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	7
1.5.2 Manfaat Praktis.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
1.7 Kerangka Berpikir.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Sumber Pencemar Udara.....	11
2.2 Perhitungan Emisi Gas CO ₂ pada On Road Transportation.....	17
2.3 Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perkotaan.....	22
2.3.1 Tipologi RTH.....	22
2.3.2 Penyediaan RTH di Kawasan Perkotaan.....	29
2.3.3 Kemampuan Penyerapan CO ₂ oleh Tanaman.....	32
2.3.4 Perhitungan Kebutuhan RTH.....	35
2.4 Sintesa Tinjauan Pustaka.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43

3.1	Pendekatan Penelitian	43
3.2	Jenis Penelitian.....	44
3.3	Variabel dan Definisi Operasional	44
3.4	Populasi dan Sampel	46
3.5	Metode Pengumpulan Data	51
3.5.1	Metode Pengumpulan Data Primer	51
3.5.2	Metode Pengumpulan Data Sekunder	52
3.6	Metode Analisis	54
3.6.1.	Identifikasi Sumber Emisi Gas CO ₂	57
3.6.2.	Perhitungan Jumlah Emisi Gas CO ₂	59
3.6.3.	Perumusan Arahan Penataan Ruang Hijau.....	62
3.7	Tahapan Penelitian.....	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		69
4.1	Gambaran Umum.....	69
4.1.1	Wilayah Administrasi.....	69
4.1.2	Penggunaan Lahan pada Koridor Studi.....	69
4.1.3	Karakteristik Lalu Lintas.....	73
4.1.4	Ruang Terbuka Hijau Eksisting.....	79
4.2	Identifikasi Sumber Emisi Gas CO ₂	82
4.3	Perhitungan Jumlah Emisi Gas CO ₂	84
4.4	Arahan Penataan Ruang Hijau	95
4.4.1	Daya Serap RTH Eksisting.....	95
4.4.2	Kebutuhan Ruang Hijau	100
4.4.3	Arahan Penataan Ruang Hijau.....	102
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....		123
5.1	Kesimpulan	123
5.2	Rekomendasi.....	124
DAFTAR PUSTAKA		127
LAMPIRAN.....		134
LAMPIRAN A		134
LAMPIRAN B		135

LAMPIRAN C	137
LAMPIRAN D	138
LAMPIRAN E	153

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Klasifikasi Jenis Kendaraan	14
Tabel 2.2 Klasifikasi Jenis Kendaraan Menurut Bahan Bakar....	15
Tabel 2.3 Kajian Teori Sumber Pencemar Udara.....	16
Tabel 2.4 Perbandingan Tingkat Faktor Emisi.....	18
Tabel 2.5 Faktor Emisi Lokal CO ₂	20
Tabel 2.6 Ekuivalen Kendaraan Penumpang.....	20
Tabel 2.7 Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Kendaraan.....	20
Tabel 2.8 Kajian Teori Perhitungan Emisi CO ₂	21
Tabel 2.9 Fungsi dan Manfaat RTH.....	24
Tabel 2.10 Fungsi dan Manfaat RTH Bagi Lingkungan	26
Tabel 2.11 Fungsi dan Penerapan RTH pada Beberapa Tipologi Kawasan Perkotaan	28
Tabel 2.12 Penyediaan RTH	30
Tabel 2.13 Daya serap Gas CO ₂ dari Tipe Penutup Lahan.....	33
Tabel 2.14 Daya Serap CO ₂ Berbagai Jenis Tanaman	33
Tabel 2.15 Kajian Teori Ruang Terbuka Hijau Perkotaan	37
Tabel 2.16 Sintesa Tinjauan Pustaka.....	39
Tabel 2.17 Variabel Penelitian dan Kondisi Eksisting.....	40
Tabel 3.1 Variabel dan Definisi Operasional	45
Tabel 3.2 Kebutuhan Data Primer dan Sekunder	53
Tabel 3.3 Metode Analisis.....	55
Tabel 3.4 KlasifikasiKendaraan Penelitian	58
Tabel 3.5 Penyetaraan Klasifikasi Kendaraan.....	59

Tabel 3.6 EMP Menurut Klasifikasi Kendaraan Penelitian	61
Tabel 3.7 Fei dan Ki	62
Tabel 3.8 Panjang Jalan per Segmen	62
Tabel 4.1 Panjang Masing-Masing Jalan	69
Tabel 4.2 Kondisi Lalu Lintas Koridor Studi	77
Tabel 4.3 Persebaran RTH Publik Pada Koridor	79
Tabel 4.4 Jumlah Lalu Lintas Per Jalur	85
Tabel 4.5 Emisi Gas CO ₂ pada Koridor Studi	93
Tabel 4.6 Jenis Tanaman Pada Jalur Hijau Jalan Kapasan	95
Tabel 4.7 Jenis Tanaman Pada Jalur Hijau Jalan Kembang Jepun	97
Tabel 4.8 Jenis Tanaman Pada Jalur Hijau Jalan Rajawali	98
Tabel 4.9 Daya Serap RTH Jalan Rajawali	100
Tabel 4.10 Sisa Emisi CO ₂	100
Tabel 4.11 Kebutuhan Penambahan Luas Ruang Hijau	102
Tabel 4.12 Arahan RTH Jenis Jalur Hijau	104
Tabel 4.13 Jenis Vegetasi pada Bahu Jalan	108
Tabel 4.16 Kompilasi Arahan Penataan Ruang Hijau di Koridor Penelitian	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sumber Pencemar Udara	11
Gambar 2.2 Sumber Pencemar Udara	12
Gambar 2.3 Kategori sumber pencemar udara	13
Gambar 2.4 Digram Alur Emisi dari Road Transport	17
Gambar 2.5 Skema Perhitungan Emisi Sumber Bergerak <i>On-Road Transportation</i>	18
Gambar 2.6 Tipologi RTH	23
Gambar 3.1 Tahapan Perhitungan	60
Gambar 3.2 Tahapan Perumusan Arahkan Ruang Hijau.....	63
Gambar 3.3 Skema Perumusan Penataan Ruang Hijau.....	65
Gambar 4. 1 Jalan Kapasan (4/2 UD).....	73
Gambar 4.2 Jalan Kembang Jepun dan Rajawali (4/1)	74
Gambar 4.3 Titik Traffic Counting	76
Gambar 4.4 Taman Jayengrono.....	81
Gambar 4.5 Kategori Sumber Pencemar Udara pada Koridor Penelitian	82
Gambar 4.6 Identifikasi Sumber Emisi CO2 Koridor Studi.....	83
Gambar 4.7 Volume Kendaraan Titik Kapasan 1	86
Gambar 4.8 Volume Kendaraan Titik Kapasan 2	87
Gambar 4.9 Volume Kendaraan Titik Kembang Jepun 1	88
Gambar 4.10 Volume Kendaraan Titik Kembang Jepun 2	89
Gambar 4.11 Volume Kendaraan Titik Rajawali 1	90
Gambar 4.12 Volume Kendaraan Titik Rajawali 2	91

Gambar 4.13 Grafik Emisi Gas CO2 Pada Koridor Studi.....	94
Gambar 4.14 Vegetasi Median Jalan Kapasan	105
Gambar 4.15 Ilustrasi Penanaman Oleina Syzygium	106
Gambar 4.16 Desain Kombinasi Vegetasi pada Median Jalan..	107
Gambar 4. 17 Bagian Kiri dan Bagian Kanan Koridor	109
Gambar 4.18 Ilustrasi Penanaman Bauhinia purpurea pada Bahu Jalan Bagian Kanan.....	110
Gambar 4.19 Ilustrasi Penanaman Bauhinia purpurea pada Bahu Jalan Bagian Kiri.....	110
Gambar 4.20 Bahu Jalan Rajawali	114
Gambar 4.21 Konsep Penataan Bahu Jalan Rajawali.....	115
Gambar 4.22 Penataan Jalur Hijau pada Jalan Orchard, Singapore	116
Gambar 4.23 Taman Jayengrono.....	118

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global (*Global Warming*) yang dasarnya merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun merupakan akibat dari efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca sehingga energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi. Menurut PP no. 41 tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara pasal 1 ayat 9, emisi merupakan zat, energy dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur cemar. Dalam konvensi PBB mengenai perubahan iklim (*United Nation Framework Convention On Climate Change-UNFCCC*), ada enam jenis yang digolongkan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) yaitu, karbondioksida (CO₂), dinitrogen oksida (N₂O), gas metan (CH₄), sulfurheksafluorida (SF₆), perfluorokarbon (PFCS) dan hidrofluorokarbon (HFCS). Gas-gas rumah kaca yang dinyatakan paling berkontribusi terhadap gejala pemanasan global adalah CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, PFC dan SF₆. Dari keenam gas tersebut, jenis yang berpengaruh paling besar pada kualitas udara dan pemanasan global adalah gas yang mengandung karbon, terutama karbon dioksida (CO₂) sebanyak 75% (Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri dalam Rawung, 2015).

Sektor yang menghasilkan emisi gas CO₂ terbesar di wilayah perkotaan adalah sektor transportasi. Menurut Nugroho dan Fazzary (2016) transportasi darat yang merupakan komponen terbesar dari emisi CO₂, yaitu sekitar 89% emisi CO₂ dan 91% konsumsi energi di sektor ini. Berdasarkan hasil kajian dari Kementerian Lingkungan Hidup (2004) menunjukkan bahwa penggunaan kendaraan bermotor merupakan sumber utama penyebab pemanasan global dan polusi udara di kota-kota besar

di Jawa seperti Jakarta, Bandung, Semarang, dan Surabaya (Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap-ICCSR, 2010). Proyeksi emisi CO₂ dari kendaraan bermotor ini diperkirakan akan mencapai 180 juta ton pada tahun 2030 dengan asumsi tanpa adanya intervensi apapun (*business as usual*-BUA).

Surabaya dengan luas wilayah 326,36 km² dan jumlah penduduk 2.848.583 jiwa (BPS, 2015) merupakan kota metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Dengan jumlah penduduk kota Surabaya yang semakin meningkat setiap tahunnya, meningkatnya kesempatan kerja dan meningkatnya tingkat pendapatan masyarakat akan berdampak terhadap jumlah kendaraan bermotor dan pergerakannya. Hal tersebut dapat dilihat dari perkembangan jumlah perkembangan sepeda motor yang meningkat dari tahun 2004 yaitu sebanyak 800.008 unit dan tahun 2012 sebanyak 1.966.411 unit (Korlantas Polri, 2013). Hal ini akan peningkatan pergerakan yang melebihi kapasitas sehingga menghasilkan emisi gas CO₂ yang berlebih (Arini *et al.*, 2010).

Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali terbagi menjadi tiga jalan yaitu, Jalan Kapasan yang merupakan bagian Kecamatan Simokerto, Jalan Kembang Jepun yang merupakan bagian Kecamatan Pabean Cantikan, dan Jalan Rajawali yang merupakan bagian Kecamatan Krembangan. Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali merupakan koridor jalan dengan konsentrasi penggunaan lahan sekitarnya mayoritas perdagangan dan jasa skala regional sehingga memiliki aktivitas yang tinggi. Menurut Setyaningsih (2006), makin tinggi tingkat aktivitas suatu tata guna lahan, makin tinggi pula tingkat kemampuannya dalam menarik lalu lintas sehingga akan meningkat pula emisi CO₂ yang dikeluarkan.

Menurut pengamatan visual, kurangnya ruang hijau yang berada pada koridor ini juga menyebabkan ketidakseimbangan antara emisi gas yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor dengan daya serap dari ruang hijau. Maka, dalam hal ini melakukan peningkatan terhadap ruang hijau pada koridor studi

merupakan salah satu cara untuk mereduksi emisi gas CO₂ dari kegiatan *on road transportation*. Hal ini terbukti dalam penelitian Jo, H. K. (2002) yaitu Ruang Terbuka Hijau dalam ekosistem perkotaan dapat mereduksi tingkat C (karbon) atmosfer dengan langsung menyerap dan mengakumulasi C atmosfer dalam proses pertumbuhan mereka melalui fotosintesis. Penelitian Park and Schade (2016) di Houston, Texas juga menunjukkan bahwa fotosintesis pohon pada ruang hijau dapat mengimbangi sebagian CO₂ yang dihasilkan oleh mesin pembakaran lalu lintas dan respirasi ekosistem. Selain itu, perlunya peningkatan ruang hijau pada koridor studi diperkuat dengan arahan pada RDTRK UP Tanjung Perak dan Tunjungan (2011-2031) yang merujuk ke peningkatan jumlah melalui jalur hijau terutama pada kawasan perdagangan dan jasa termasuk jalan Rajawali, Kembang Jepun dan Kapasan.

Berdasarkan uraian di atas, studi ini berupaya untuk merumuskan arahan penataan Ruang Hijau di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali untuk mereduksi gas rumah kaca (CO₂) dari kegiatan *on road transportation*. Karakteristik ruang hijau untuk diterapkan di lokasi studi dibuat berdasarkan kondisi lapangan dan aspek-aspek yang relevan dalam penataan ruang hijau.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat disimpulkan bahwa permasalahan polusi udara di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali disebabkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan yang melewati koridor ini karena adanya kegiatan perdagangan dan jasa skala regional terutama pada di jam-jam sibuk tanpa penataan ruang hijau yang memadai. Oleh sebab itu, untuk mengatasi hal ini diperlukan arahan penataan ruang hijau yang sesuai diterapkan pada lokasi studi dan mampu menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yang semakin meningkat. Dari rumusan masalah tersebut timbul pertanyaan peneliti yaitu: bagaimanakah arahan penataan ruang hijau koridor Jalan Kapasan

Hingga Jalan Rajawali untuk mereduksi gas rumah kaca (CO_2) dari kegiatan *on road transportation* yang melewati jalan ini?

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan arahan penataan ruang hijau pada Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali untuk mereduksi emisi gas rumah kaca (CO_2) dari kegiatan *on road transportation*. Adapun sasaran-sasaran penelitian untuk mencapai tujuan tersebut adalah:

1. Identifikasi sumber emisi gas rumah kaca (CO_2) di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali dari kegiatan *on road transportation*.
2. Menghitung jumlah emisi gas rumah kaca (CO_2) di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali dari hasil identifikasi sumber emisi gas ruma kaca (CO_2).
3. Merumuskan arahan penataan ruang hijau dari hasil pemetaan persebaran emisi gas rumah kaca (CO_2) di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali dari kegiatan *on road transportation*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian mengenai arahan penataan ruang hijau pada kawasan surabaya timur ini dibagi menjadi dua bagian yaitu lingkup wilayah dan lingkup substansi dan pembahasan

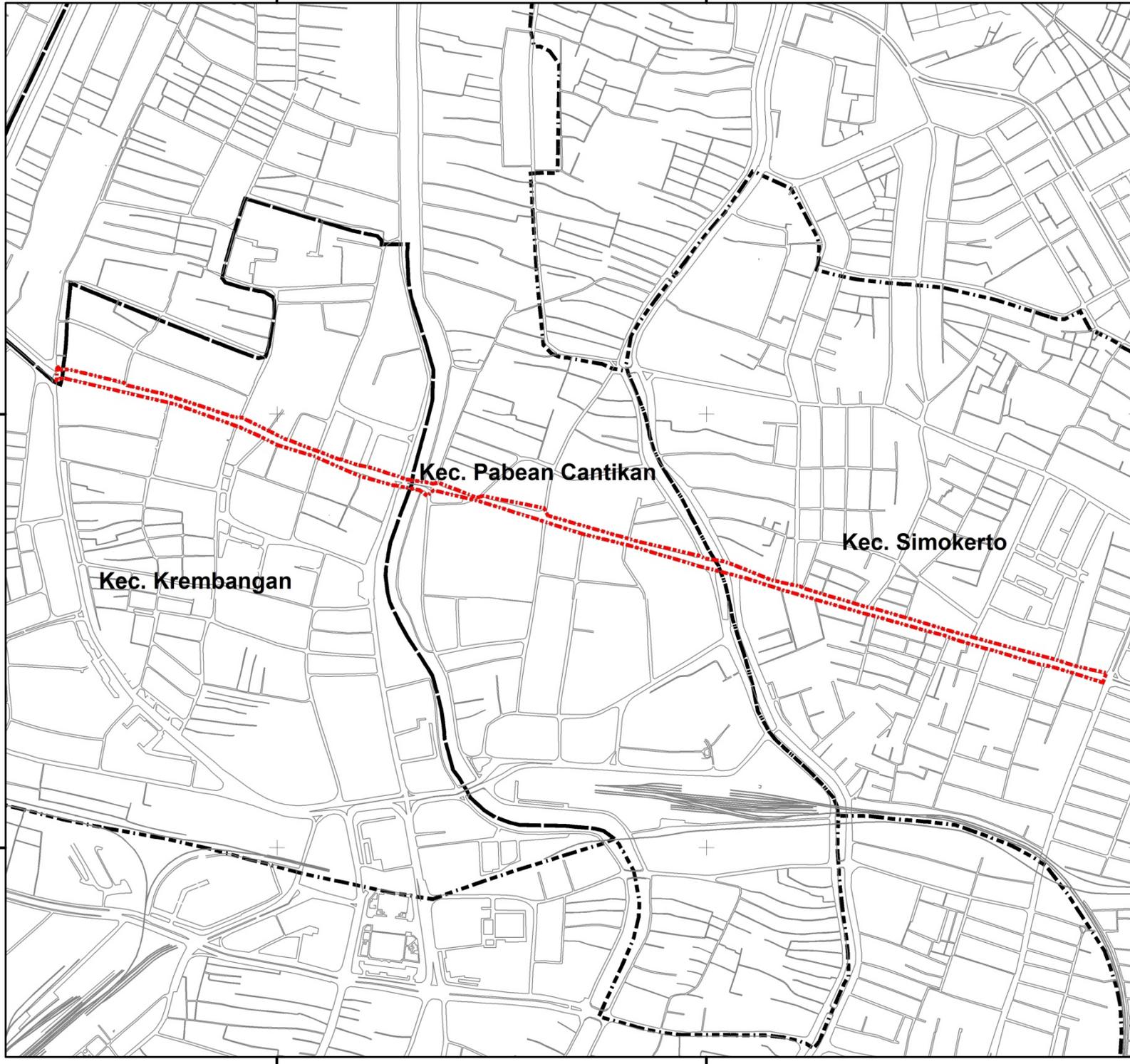
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Lokasi studi terletak di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali yang termasuk ke dalam 3 kecamatan yaitu Kec. Simokerto, Kec. Pabean Cantikan, dan Kec. Krembangan. Berikut merupakan peta lingkup wilayah penelitian.

226000,000000

227000,000000

228000,000000



DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
 FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

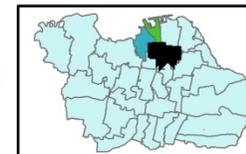
ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA
 KORIDOR JL. KAPASAN HINGGA JL. RAJAWALI
 UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA (CO₂)
 DARI KEGIATAN ON ROAD TRANSPORTATION

PETA BATAS WILAYAH

Legenda

-  Batas Wilayah Perencanaan
-  Batas Kecamatan
-  Jalan

INSET PETA



SKALA PETA

1:12.500

0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 Miles

Proyeksi: Transverse Mercator
 Sistem Grid: Grid Geografi dan Grid UTM
 Datum Horizontal: WGS 1984 UTM Zone 49s

Sumber Peta:
 - RDTR UP Tunjungan (2011)
 - RDTR UP Tanjung Perak (2011)
 - Survei Primer

700000,000000

699000,000000

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1.4.2 Ruang Lingkup Substansi dan Pembahasan

Ruang lingkup substansi pada penelitian ini adalah arahan penataan ruang hijau pada kawasan Surabaya Utara untuk mereduksi emisi gas rumah kaca (CO_2) akibat kegiatan *on road transportation*, dimana teori-teori yang digunakan dalam pendekatan ini adalah teori yang berhubungan dengan perhitungan emisi kendaraan, pemetaan emisi pada wilayah studi, dan teori terkait kebutuhan ruang hijau berdasarkan emisi kendaraan emisi kendaraan bermotor serta penataan ruang hijau.

Lingkup pembahasan yang berkaitan dengan penataan ruang hijau sebagai penyerap gas rumah kaca terutama CO_2 akibat kegiatan *on road transportation* Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali. Ruang Hijau yang dimaksud di dalam penelitian ini dikerucutkan pada jalur hijau jalan, dan taman kota. Adapun dalam perumusan arahan penataan ruang hijau akan dibatasi dengan letak, fungsi, kriteria vegetasi, jenis vegetasi dan jumlah vegetasinya. Selain itu, arahan penataan ruang hijau akan mengacu kepada hasil perhitungan emisi gas CO_2 dan seberapa besar arahan tersebut akan mereduksi emisi disesuaikan dengan kondisi eksisting pada koridor studi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat dari secara teoritis dan secara praktis.

1.5.1 Manfaat Teoritis

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat menyumbangkan wawasan mengenai arahan penataan ruang hijau sebagai penyerap gas rumah kaca terutama CO_2 akibat kegiatan *on road transportation* dan untuk memberikan masukan studi mengenai penataan ruang hijau berdasarkan jumlah emisi gas CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan *on road transportation*.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh Pemerintah Kota Surabaya pada khususnya. Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan yang berguna bagi Pemerintah Kota Surabaya yang berkaitan dengan penataan ruang hijau di Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali berdasarkan emisi gas CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan *on road transportation*.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Berisi mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan dan sasaran yang ingin dicapai dan ruang lingkup secara substansi penelitian maupun wilayah, kerangka pemikiran dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Bab ini merupakan hasil studi literature yang berupa dasar-dasar teori, referensi. Tinjauan pustaka ini menjelaskan tentang lalu lintas kendaraan, perhitungan emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor, definisi ruang hijau beserta dengan tipologinya, kebutuhan ruang hijau berdasarkan emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor serta sintesa pustaka.

BAB III Metode Penelitian

Berisi tentang metode pendekatan yang digunntakan dalam melakukan penelitian mulai dari variabel, teknik mencari data, dan teknik analisis data yang digunakan. Metode ini menjadi kerangka berpikir dalam melakukan analisis.

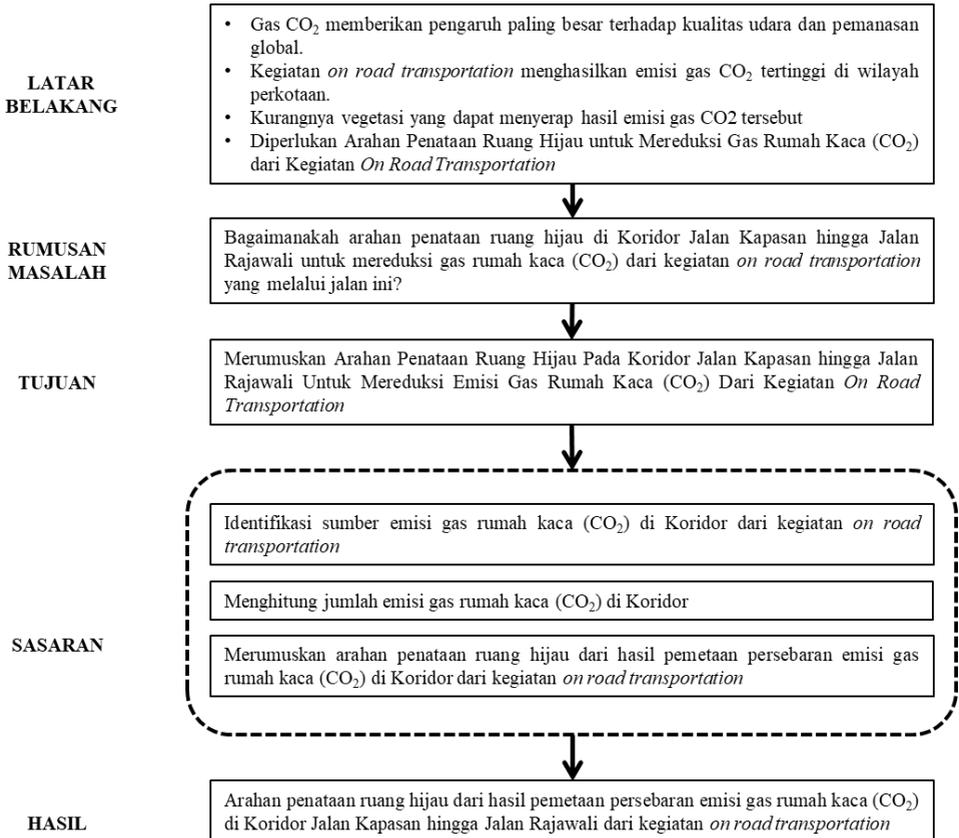
BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang penjelasan dan deskripsi mengenai kondisi eksisting wilayah studi yang menjadi ruang lingkup wilayah penelitian dan pembahasan mengenai hasil analisis yang diperoleh berdasarkan metode pendekatan yang digunakan.

BAB V Penutup

Berisi mengenai kesimpulan yang merupakan hasil dari analisis penelitian yang dilakukan untuk menjawab rumusan permasalahan agar tujuan dari penelitian ini tercapai. Dan juga ditambahkan untuk saran dan rekomendasi sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya

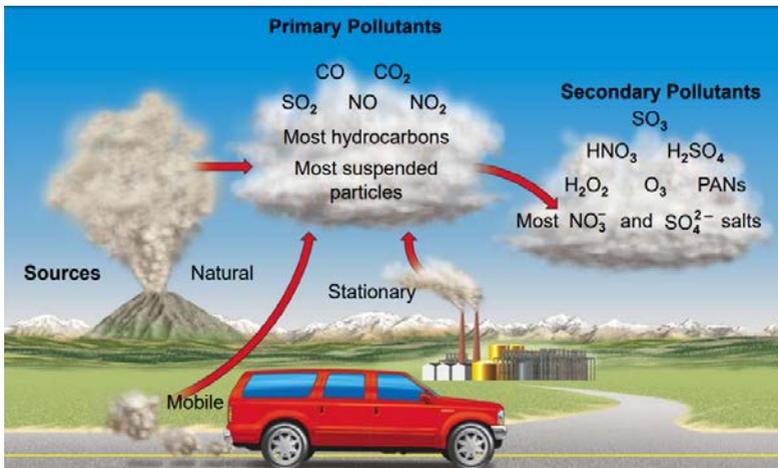
1.7 Kerangka Berpikir



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Pencemar Udara

Menurut Phalen, R. F., & Phalen., R. N. (2013) terdapat tiga kategori sumber pencemar udara yaitu: sumber *natural*, *anthropogenic*, dan *secondary*. Sumber natural adalah sumber yang berasal dari sesuatu yang bukan dari kegiatan manusia (contoh: debu & tanah, *sea spray*, erupsi vulkanik, petir, kebakaran hutan dan oksidasi lainnya).



Gambar 2.1 Sumber Pencemar Udara

Sumber: PlasTEP: *Classification of the Main Pollutants*, (2011)

Sumber *anthropogenic* merupakan sumber yang berasal dari kegiatan manusia. Sumber ini dibagi menjadi dua jenis yaitu *stationary* atau *mobile*. Menurut United States Environment Agency – U.S. EPA (2010) mayoritas sumber *stationary* yaitu:

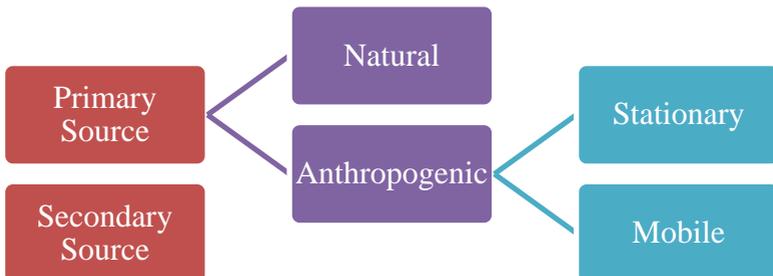
- Utilitas listrik yang menggunakan bahan bakar organik (kecuali nuklir, *hydroelectric*, dan PLTU karena biasanya tidak menghasilkan polusi udara

- Mesin industri yang menggunakan bahan bakar organik
- Manufaktur kimia
- Pengolahan logam
- Industri minyak, dan industri lainnya (agrikultur, tekstil, kayu, elektronik, dll)

Sumber *mobile*, yang mayoritas adalah kendaraan termasuk:

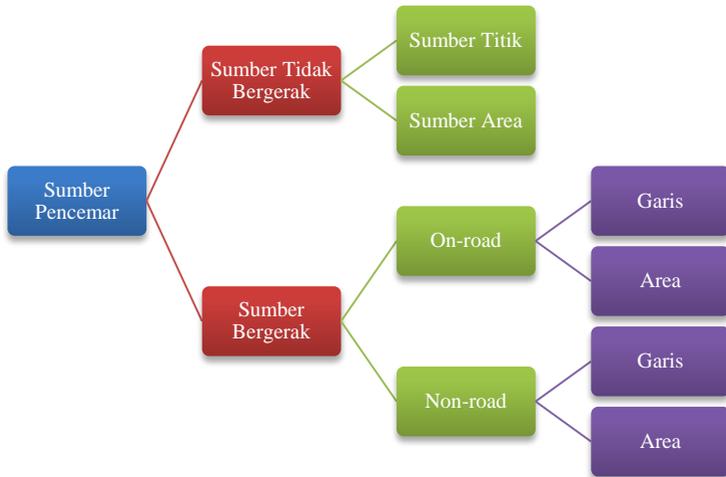
- Kendaraan *on-road* yang berbahan bakar bensin dan diesel
- Kendaraan *off-road* (*automobile* berbahan bakar bensin dan diesel dan truk, pesawat, kendaraan air, dan kereta api)

Sumber yang ketiga adalah sumber sekunder (*secondary*) yang terbentuk di atmosfer dari sumber polusi udara *natural* dan *anthropogenic* (sumber primer). Klasifikasi berdasarkan Phalen, R. F., & Phalen., R. N. (2013) dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.2 Sumber Pencemar Udara
Sumber: Phalen, R. F., & Phalen., R. N., 2013

Menurut Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan (2014), sumber pencemar udara terbagi atas dua sumber, yaitu: sumber bergerak (dinamis) yang dimana dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya dan sumber diam (statis). Dalam inventarisasi emisi, kategori sumber yang digunakan adalah: sumber titik, area dan bergerak. Sumber tidak bergerak direpresentasikan oleh sumber titik dan sumber area. Sedangkan, sumber bergerak direpresentasikan oleh sumber bergerak di jalan raya (*on-road*) dan di jalan bukan jalan raya (*non-road*).



Gambar 2.3 Kategori sumber pencemar udara

Sumber: Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan (2014)

Dalam hal ini, yang menjadi fokus bahasan adalah sumber bergerak. Sumber bergerak terbagi menjadi dua, yaitu sumber bergerak di jalan raya (*on-road*), seperti mobil, truk, bus, sepeda motor; dan bukan di jalan raya (*non-road*) seperti pesawat terbang, kapal laut, kereta api, peralatan pertanian dan konstruksi, dan mesin pemotong rumput. Selain itu, sumber bergerak *on-road*

dan *non-road* juga dapat direpresentasikan oleh sumber bergerak garis dan sumber bergerak area. Sumber bergerak garis adalah sumber bergerak (di jalan raya atau bukan di jalan raya) yang emisinya secara individu maupun kolektif membentuk “garis” sepanjang ruas jalan atau jalur non-jalan di wilayah inventarisasi. Untuk mengetahui emisi sumber bergerak garis, diperlukan data aktivitas kendaraan/moda transportasi pada ruas atau jalur tersebut, misalnya volume kendaraan per hari atau jarak tempuh kereta api per hari. Apabila data aktivitas pada ruas jalan atau jalur non-jalan tidak diketahui, maka sumber bergerak dikategorikan sebagai sumber bergerak area, yaitu bahwa emisi kendaraan secara kolektif membentuk suatu area di wilayah inventarisasi.

Dalam menentukan emisi gas dari suatu sumber *on-road* maka diperlukan klasifikasi jenis kendaraan pada wilayah penelitian. Klasifikasi jenis kendaraan pada setiap negara mengacu kepada IPCC *guidelines* yang mengikuti definisi yang digunakan oleh United States Environmental Protection Agency (US EPA). Berikut merupakan perbandingan kategori yang digunakan pada IPCC *guidelines* dan yang digunakan di Indonesia (MKJI).

Tabel 2.1 Perbandingan Klasifikasi Jenis Kendaraan

Tipe Kendaraan IPCC	Definisi	Tipe Kendaraan MKJI	Definisi
Light-duty Passenger Class	Kendaraan dengan berat kotor 8500 lbs. (3855Kg) didesain untuk mengangkut tidak lebih dari 12 penumpang	Light Vehicle (LV)	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick up, dan truk kecil)
Light Duty Trucks	Kendaraan dengan berat kotor 8500 lbs. (3855Kg) atau kurang dan		

Tipe Kendaraan IPCC	Definisi	Tipe Kendaraan MKJI	Definisi
	didesain untuk transportasi kargo atau mengangkut lebih dari 12 penumpang atau dipakai untuk operasi off-road.		
Heavy Duty Vehicle	Kendaraan dengan berat kotor lebih dari 8500 lbs. (3855Kg)	Heavy Vehicle (HV)	Merupakan kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi)
Motorcycles	2 atau 4 roda sepeda motor	Motorcycle (MC)	merupakan kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3)

Sumber: IPCC guidelines (2006) dan MKJI (1997)

Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi dalam Jinca, *et al.* (2009), klasifikasi kendaraan bermotor menurut konsumsi dan jenis bahan bakarnya terbagi seperti tabel dibawah.

Tabel 2.2 Klasifikasi Jenis Kendaraan Menurut Bahan Bakar

No	Jenis Kendaraan	Klasifikasi Bahan Bakar
1	Mobil Penumpang	Bensin Diesel/solar
2	Bus Besar	Bensin Diesel/solar
3	Bus Sedang	-
4	Bus Kecil	Bensin Diesel/solar
5	Bemo, Bajaj	-

No	Jenis Kendaraan	Klasifikasi Bahan Bakar
6	Taksi	Bensin Diesel/solar
7	Truk Besar	-
8	Truk Sedang	-
9	Truk Kecil	Bensin Diesel/solar
10	Sepeda motor	-

Sumber: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2009

Klasifikasi kendaraan bermotor seperti pada tabel di atas akan menunjukkan perbedaan emisi gas yang dikeluarkan. Hal ini dikarenakan dalam perhitungan emisi gas, konstanta-konstanta faktor emisi dan konsumsi energy spesifik berbeda dari jenis kendaraannya dan akan lebih berbeda lagi apabila diketahui jenis bahan bakarnya. Sehingga klasifikasi kendaraan bermotor hingga ke jenis bahan bakarnya akan memberikan hasil yang lebih detail.

Berikut merupakan kajian teori terkait sumber pencemar udara.

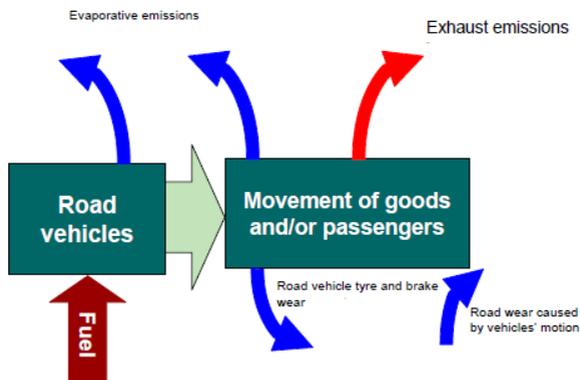
Tabel 2.3 Kajian Teori Sumber Pencemar Udara

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi (2013), Phalen, R. F., & Phalen., R. N. (2013), dan BPPT (2009)	Sumber pencemar udara di perkotaan	Kegiatan on <i>road transportation</i> termasuk ke dalam sumber emisi bergerak <i>on road</i> .	Sumber pencemar udara	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis sumber pencemar udara • Klasifikasi kendaraan bermotor

Sumber: Penulis, 2017

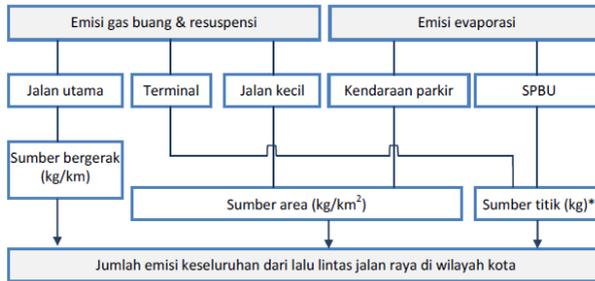
2.2 Perhitungan Emisi Gas CO₂ pada On Road Transportation

Emisi pembuangan dari transportasi jalan timbul dari pembakaran bahan bakar seperti bensin, solar, *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), dan gas alam di mesin pembakaran dalam. Muatan udara / bahan bakar dibakar oleh *spark engine* ('*spark-ignition*' atau '*positive-ignition*'), atau mungkin terbakar secara spontan saat dikompres (mesin '*kompresi-ignition*'). Emisi dari *road transportation* digambarkan secara skematis pada gambar di bawah.



Gambar 2.4 Digram Alur Emisi dari Road Transport
Sumber: EMEP/EEA emission inventory guidebook, 2013

Untuk mengetahui jumlah emisi gas rumah kaca terutama CO₂ yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar dari *road transportation* diperlukan perhitungan estimasi emisi CO₂. Dalam perhitungannya, emisi yang dihasilkan dari kegiatan *road transportation* ini termasuk dalam hitungan sumber bergerak dikarenakan koridor penelitian merupakan jalan utama. Berikut adalah skema perhitungan emisi sumber bergerak *on-road*.



Gambar 2.5 Skema Perhitungan Emisi Sumber Bergerak *On-Road Transportation*

Sumber: Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan

Emisi dapat diestimasi dengan tingkat kompleksitas yang berbeda-beda. Dalam Ntziachristos, L., *et al.* (2014) dan IPCC (2006), tingkat kompleksitas tersebut disebut 'Tier'. Terdapat 2 Tier yang digunakan dalam perhitungan sumber *on road*, yaitu Tier 1 dan Tier 2.

Semakin tinggi angka Tier, semakin kompleks perhitungan emisinya dan semakin spesifik data yang diperlukan, serta semakin akurat hasil perhitungan emisinya. Berikut merupakan perbedaan tingkatan tersebut:

Tabel 2.4 Perbandingan Tingkat Faktor Emisi

TIER	Data Aktivitas (Input Data)	Faktor Emisi	Jenis Output	Keterbatasan Metode
Tier 1	Bahan bakar terjual dan faktor emisi berdasarkan IPCC	Faktor emisi bahan bakar <i>default</i> berdasarkan IPCC (1996)	Emisi Gas CO ₂	Faktor emisi yang digunakan tidak mendetail karena hanya menggunakan <i>default</i> dari IPCC

TIER	Data Aktivitas (Input Data)	Faktor Emisi	Jenis Output	Keterbatasan Metode
Tier 2	Bahan bakar terjual dan faktor emisi berdasarkan <i>country-specific carbon content</i> .	Faktor emisi lokal yang bervariasi menurut negara masing-masing, dalam hal ini adalah Indonesia	Emisi Gas CO ₂ yang lebih akurat dari Tier 1	Harus terdapat penelitian terkait faktor emisi local yang digunakan oleh suatu negara

Sumber: Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi (2013), IPCC (2006), dan Ntziachristos, L., et al (2013)

Formula perhitungan emisi CO₂ yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah formula yang sudah banyak digunakan dalam berbagai penelitian di Indonesia. Berikut merupakan formula perhitungan emisi CO₂ menurut Zhongan, *et al.* dalam Maarif (2016):

$$Q = Ni \times Fei \times Ki \times L$$

Keterangan:

Q = Jumlah emisi (gram/jam)

Ni = Volume kendaraan bermotor tipe-i (smp/jam)

Fei = Faktor emisi lokal kendaraan bermotor tipe-i (gram/liter)

Ki = Konsumsi energy spesifik kendaraan bermotor tipe- (liter/km)

L = Panjang jalan (km)

Pada dasarnya perhitungan ini sudah termasuk ke dalam kategori Tier 2 dimana faktor emisi yang digunakan dalam perhitungan ini nantinya adalah faktor emisi local. Faktor emisi local yang dimaksud adalah faktor emisi yang dihitung berdasarkan IPCC (1996) tetapi disesuaikan dengan kondisi yang ada di Indonesia. Berikut merupakan faktor emisi local berdasarkan hasil penelitian Boedisantoso, *et al.* (2011).

Tabel 2.5 Faktor Emisi Lokal CO₂

No.	Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi IPCC 1996 (gr/liter)	Faktor Emisi Lokal (gr/liter)
1	Premium/Bensin	2.597,86	2.003,40
2	Diesel/Solar	2.924,90	2.220,40

Sumber: IPCC (1996) dan Boedisantoso, et al. (2011)

Selain itu, perhitungan volume kendaraan didapatkan dari jumlah kendaraan bermotor tipe-i dengan satuan kendaraan/jam yang dikonversikan ke satuan satuan mobil penumpang (smp)/jam. Konversi ini dilakukan dengan cara mengalikan jumlah kendaraan dengan konstanta Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) berdasarkan MKJI (1997). Berikut merupakan tabel EMP yang digunakan untuk mengkonversi satuan.

Tabel 2.6 Ekivalen Kendaraan Penumpang

No.	Jenis Kendaraan	EMP
1	Light Vehicle (LV)	1
2	Heavy Vehicle (HV)	1,2
3	Motorcycle (MC)	0,25

Sumber: MKJI, 1997

Selanjutnya, berikut merupakan tabel Konsumsi Energi Spesifik berdasarkan BPPT dalam Jinca, et al. (2009).

Tabel 2.7 Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/km)
1	Mobil Penumpang		
	Bensin	11,79	0,1179
	Diesel/solar	11,36	0,1136
2	Bus Besar		
	Bensin	23,15	0,2315
	Diesel/Solar	16,89	0,1689
3	Bus Sedang	13,04	0,1304

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/km)
4	Bus Kecil		
	Bensin	11,35	0,1135
	Diesel/Solar	11,83	0,1183
5	Bemo, Bajaj	10,99	0,1099
6	Taksi		
	Bensin	10,88	0,1088
	Diesel/Solar	06,25	0,0625
7	Truk Besar	15,82	0,1582
8	Truk Sedang	15,15	0,1515
9	Truk Kecil		
	Bensin	8,11	0,0811
	Diesel/Solar	10,64	0,1064
10	Sepeda Motor	2,66	0,0266

Sumber: BPPT Dalam Jinca, et al.(2009)

Berikut merupakan kajian teori terkait perhitungan emisi CO₂

Tabel 2.8 Kajian Teori Perhitungan Emisi CO₂

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi (2013), IPCC (2006), Ntziachristos, L., et al. (2013), Zhongan, et al. (2005), Maarif (2016)	Perhitungane misi gas CO ₂ sumber <i>on road transport</i>	Terdapat dua tingkatan dalam perhitungan emisi gas CO ₂ sumber <i>on road</i> , yaitu Tier 1 dan Tier 2 dilihat dari faktor emisi yang digunakan	Jumlah emisi gas CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang jalan • Volume kendaraan per jenis (smp/ jam) • Faktor emisi lokal per jenis kendaraan • Konsumsi energy spesifik (lt/km)

Sumber: Penulis, 2018

2.3 Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perkotaan

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: 05/PRT/M/2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di kawasan perkotaan, 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. Dalam pengertian lainnya, RTH merupakan semua tanah milik umum yang disisihkan terutama untuk rekreasi, olahraga, konservasi alam, kenikmatan outdoor pasif dan publik pertemuan. Ini termasuk taman umum, kebun, cadangan, dan lahan milik umum (Ives *et al.*, 2014). Jenis RTH terbagi menjadi dua, yaitu RTH Publik dan RTH privat. RTH publik mencakup taman dan cagar, lapangan olah raga, daerah riparian seperti sungai dan tepi sungai, jalur hijau dan jalan setapak, kebun masyarakat, pohon jalanan, dan kawasan konservasi alam, serta ruang yang kurang konvensional seperti dinding hijau, gang hijau, dan kuburan (Roy, dkk., 2012). RTH privat mencakup halaman belakang pribadi, tempat umum gedung apartemen, dan *corporate campuses* (Wolch, Byrne & Newell, 2014).

2.3.1 Tipologi RTH

Secara umum, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: 05/PRT/M/2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di kawasan perkotaan terbagi menjadi 4 bagian yaitu, secara Fisik, Fungsi, Struktur dan Kepemilikan.

Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Fisik	Fungsi	Struktur	Kepemilikan
	RTH Alami	Ekologis	Pola Ekologis	RTH Publik
		Sosial Budaya		
RTH Non Alami	Estetika	Pola Planologis	RTH Privat	
	Ekonomi			

Gambar 2.6 Tipologi RTH

Sumber: Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008

- a. Secara fisik RTH dapat dibedakan menjadi RTH alami berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional serta RTH non alami atau binaan seperti taman, lapangan olahraga, pemakaman atau jalur-jalur hijau jalan. Dilihat dari fungsi RTH dapat berfungsi ekologis, sosial budaya, estetika, dan ekonomi.
- b. Secara fungsi RTH terbagi dalam empat jenis yaitu: fungsi ekologis, sosial budaya, estetika, dan ekonomi. Ditinjau dari fungsi ekologisnya, RTH berguna untuk sebagai peneduh, penyerap air hujan, produsen oksigen, penyerap polutan media udara, air dan tanah serta menahan angin. Dari fungsi sosial budaya, RTH berfungsi sebagai tempat rekreasi, penghilang stress, objek pendidikan, penelitian dan pelatihan dalam mempelajari alam, dan menggambarkan ekspresi budaya local. Dari fungsi ekonominya, RTH berfungsi sebagai sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayur mayor serta bisa menjadi bagian dari usaha pertanian dll. Dari fungsi estetikanya, RTH dapat menciptakan suasana dan keseimbangan antara area yang terbangun dan yang tidak terbangun sehingga dapat

meningkatkan kenyamanan dan memperindah lingkungan kota secara makro maupun mikro.

- a. Secara struktur ruang, RTH dapat mengikuti pola ekologis (mengelompok, memanjang, tersebar), maupun pola planologis yang mengikuti hirarki dan struktur ruang perkotaan.
- b. Secara kepemilikan, RTH dibedakan ke dalam RTH publik dan RTH privat. Baik RTH publik maupun privat memiliki beberapa fungsi utama seperti fungsi ekologis serta fungsi tambahan, yaitu sosial budaya, ekonomi, estetika/arsitekural. RTH publik adalah RTH yang kepemilikannya bersama seperti taman, hutan kota, jalur hijau, dll. Sedangkan RTH privat adalah RTH yang kepemilikannya pribadi/swadaya seperti pekarangan rumah tinggal, halaman, atau taman atap bangunan.

Lebih dalam mengenai fungsi dan manfaat RTH, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: 05/PRT/M/2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di kawasan perkotaan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.9 Fungsi dan Manfaat RTH

Fungsi	Ekologis	<p>Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara(paru-paru kota);</p> <p>Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar</p> <p>Sebagai peneduh;</p> <p>Produsen oksigen;</p> <p>Penyerap air hujan;</p> <p>Penyedia habitat satwa;</p> <p>Penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta;</p> <p>Penahan angin.</p>
	Sosial	Menggambarkan ekspresi budaya lokal;

	dan Budaya	Merupakan media komunikasi warga kota;
		Tempat rekreasi;
		Wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari alam.
	Ekonomi	Sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayur mayur
		Bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan dan lainlain.
	Estetika	Meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skala mikro: halaman rumah, lingkungan permukiman, maupun makro: lansekap kota secara keseluruhan;
		Menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota;
		Pembentuk faktor keindahan arsitektural;
	Manfaat	Langsung
Tidak Langsung		Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat <i>intangibile</i>), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, dan pelestarian fungsi lingkungan

Sumber: Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008

Dalam penjelasan lebih detail terkait lingkungan dan penyerapan CO₂, Heinze, J (2011) dalam penelitiannya menemukan fungsi dan manfaat dalam penyediaan RTH. Heinze, J (2011) mengatakan bahwa RTH yang sehat dan terpelihara dengan benar dapat menguntungkan secara lingkungan dan kualitas udara serta kesehatan manusia. Hal tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2.10 Fungsi dan Manfaat RTH Bagi Lingkungan

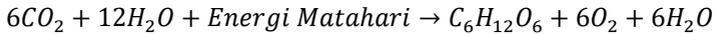
Fungsi dan Manfaat	Keterangan
Pengendali erosi dan pencegah limpasan	Salah satu fungsi yang sangat penting dari RTH adalah menstabilkan dan melindungi tanah dari air dan erosi udara. Hal ini secara khusus penting dalam mencegah limpasan gizi. RTH yang sehat dan rapat dapat membuat tiga kali lebih efektif daripada RTH yang lemah dan tidak sehat dalam mencegah limpasan nitrogen.
Penjernih air	RTH tidak hanya menyerap air hujan, tetapi RTH juga berguna untuk memerangkap dan menghilangkan polusi udara yang dipecah dari sistem akar dan mikroba yang berada di tanah.
Penjernih udara	RTH menjernihkan dan memerangkap lebih dari 12 juta debu, kotoran dan partikel-partikel yang berbahaya. Hal ini sangat penting di kawasan perkotaan karena tingginya penyakit asma dan kelainan pada pernapasan lainnya.
Pengubah suhu/energy dan penghematan biaya	RTH di sekitar perumahan dapat mereduksi biaya <i>air conditioner</i> (AC) yang secara potensial dapat menghemat hingga \$6,3 Miliar (U.S., 2005). Studi permodelan lain di Manchester (UK) mengindikasikan bahwa terlepas dari efek perubahan iklim yang diproyeksikan, penambahan 10% RTH pada kawasan perkotaan yang padat penduduk akan membuat kawasan perkotaan tersebut mempertahankan tingkat suhu di musim panas untuk 70 tahun kedepan (hingga 2080).
Meningkatkan oksigen	50 x 50 kaki ruang hijau melepaskan cukup oksigen untuk keluarga beranggota empat orang setiap harinya, lapangan golf rata-rata 18 lubang melepaskan cukup oksigen untuk 4000 sampai 7000 orang dan ruang hijau di sepanjang sistem jalan raya antarnegara bagian AS melepaskan cukup oksigen untuk 22 juta orang.
Penyerap karbon	Sementara beberapa bukti dengan jelas menunjukkan bahwa ruang hijau yang dipelihara

Fungsi dan Manfaat	Keterangan
	dengan baik merupakan sebuah upaya untuk menyerap karbon dari atmosfer, studi lebih lanjut diperlukan untuk menentukan secara tepat seberapa signifikan manfaat penyerapan karbon bersih terhadap lingkungan dibandingkan dengan faktor-faktor yang mengimbangi seperti biaya bahan bakar dalam menjaga ruang hijau, penggunaan pupuk dan pestisida, energi untuk biaya air, dll.

Sumber: Heinze, J (2011)

Dalam lingkup penataan RTH, fungsi RTH yang sangat krusial adalah fungsi ekologisnya sebagai penyedia udara bersih. Beberapa penelitian telah menemukan bahwa RTH membantu mempertahankan lingkungan kota yang sehat dengan menyediakan udara bersih, meningkatkan cuaca perkotaan, mempertahankan keseimbangan alam perkotaan hingga dapat membuat air menjadi bersih dan tanah yang subur (Baycan-Levent dan Nijkamp, 2009). Lebih spesifiknya, beberapa studi juga sudah menemukan bahwa peran RTH perkotaan dapat meningkatkan kualitas udara, menurunkan polusi suara yang berasal dari lalu lintas hingga dapat menyejukkan suhu (Zhang, 1999; Salleh *et al.*, 1990).

Hal tersebut telah terbukti karena dalam tanaman memiliki kemampuan untuk memproduksi oksigen sebagai hasil fotosintesis. Fotosintesis oleh tumbuhan hijau merupakan proses kimia yang paling penting di bumi dan paling sensitif terhadap polutan udara (Adiastari dan Boedisantoso 2010). Proses ini menghasilkan gula dari karbondioksida, air dan dengan bantuan cahaya, dengan oksigen yang dihasilkan sebagai produk samping (Treshow, 1989). Proses fotosintesis dapat dilihat dari reaksi berikut (Raven, 2013):



Dimana:

CO_2 = Karbon dioksida

H_2O = Air

$C_6H_{12}O_6$ = Glukosa

O_2 = Oksigen

Melalui proses fotosintesis, vegetasi menyerap CO_2 di udara sehingga jumlah CO_2 di udara berkurang dan berubah menjadi penambahan O_2 seperti reaksi kimia di atas. Penyerapan CO_2 dan penghasilan O_2 di udara dalam jumlah yang besar akan mengurangi emisi CO_2 di atmosfer dan membuat iklim mikro sehingga dapat mengurangi pemanasan global dengan mendinginkan udara.

Selain itu, Grey dan Deneke (dalam Irwan, 2005), menyatakan bahwa persenyawaan gas pada proses fotosintesa tumbuhan hijau akan menyerap 1 (satu) kilogram gas karbondioksida dan akan mengeluarkan 0,73 kg gas oksigen. Sehingga, RTH merupakan pembersih udara yang sangat efektif melalui mekanisme absorpsi dan adsorpsi dalam proses fisiologis yang terjadi pada daun dan permukaan tumbuhan (Ma'arif dan Setiawan, 2016). Dalam pedoman penyediaan RTH di kawasan perkotaan ini juga menyebutkan bahwa karakteristik RTH dapat disesuaikan dengan tipologi kawasannya. Berikut merupakan karakteristik RTH di perkotaan untuk berbagai tipologi kawasan perkotaanya:

Tabel 2.11 Fungsi dan Penerapan RTH pada Beberapa Tipologi Kawasan Perkotaan

Tipologi Kawasan Perkotaan	Karakteristik RTH	
	Fungsi Utama	Penerapan Kebutuhan RTH
Pantai	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamanan wilayah pantai • Sosial budaya • Mitigasi bencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan luas wilayah • Berdasarkan fungsi tertentu
Pegunungan	<ul style="list-style-type: none"> • Konservasi tanah 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan luas wilayah

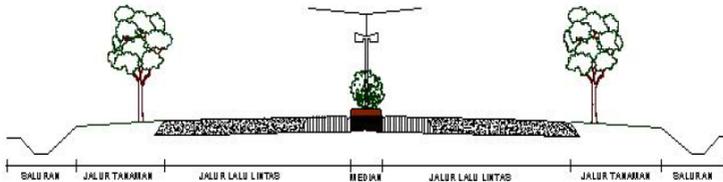
Tipologi Kawasan Perkotaan	Karakteristik RTH	
	Fungsi Utama	Penerapan Kebutuhan RTH
	<ul style="list-style-type: none"> • Konservasi air • Keanekaragaman hayati 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan fungsi tertentu
Rawan Bencana	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigasi/evakuasi bencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan fungsi tertentu
Berpenduduk jarang s.d. sedang	<ul style="list-style-type: none"> • Dasar perencanaan kawasan • Sosial 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan fungsi tertentu • Berdasarkan jumlah penduduk
Berpenduduk padat	<ul style="list-style-type: none"> • Ekologis • Sosial • Hidrologis 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan fungsi tertentu • Berdasarkan jumlah penduduk

Sumber: Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008

2.3.2 Penyediaan RTH di Kawasan Perkotaan

Penyediaan RTH menurut Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008 terbagi menjadi 3 dasaran yaitu: penyediaan RTH berdasarkan luas wilayah, berdasarkan jumlah penduduk, dan berdasarkan kebutuhan fungsi tertentu. Penyediaan RTH berdasarkan luas wilayah perkotaan dilakukan dengan proporsi 30% dari wilayah perkotaan dengan komposisi 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Hal ini berguna untuk menjamin keseimbangan kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan iklim mikro maupun sistem ekologis lain yang meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota. RTH berdasarkan jumlah penduduk dilakukan dengan cara pengalihan antara jumlah penduduk yang dilayani dengan standar luas RTH perkapita sesuai peraturan yang berlaku. Penyediaan RTH berdasarkan kebutuhan fungsi tertentu dilakukan untuk perlindungan atau pengamanan, sarana dan prasarana dan melindungi kelestarian sumber daya alam, pengamanan pejalan kaki atau membatasi perkembangan penggunaan lahan agar fungsi utamanya tidak terganggu (contoh: jalur hijau sempadan rel kereta api, jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi, RTH kawasan perlindungan, dll).

Dalam lingkup penataan ruang hijau pada suatu koridor dengan lahan yang sudah padat dengan bangunan, maka penyediaan RTH yang akan dilakukan adalah dalam bentuk RTH jalur hijau jalan dan RTH pada bangunan. RTH jalur hijau jalan RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20–30% dari ruang milik jalan (rumija) sesuai dengan kelas jalan. Untuk menentukan pemilihan jenis tanaman, perlu memperhatikan 2 (dua) hal, yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Disarankan agar dipilih jenis tanaman khas daerah setempat, yang disukai oleh burung-burung, serta tingkat evapotranspirasi rendah.



Gambar 2.7 RTH Jalur Hijau Jalan

Sumber: Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008

Sedangkan, untuk RTH pada bangunan dibagi menjadi dua, yaitu pada halaman perkantoran, pertokoan dan tempat usaha serta RTH dalam bentuk taman atap bangunan dengan ketentuan-ketentuan yang telah berlaku. Penyediaan RTH dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.12 Penyediaan RTH

Jenis RTH	Letak	Ketentuan
RTH Jalur Hijau jalan	Jalur tanaman tepi jalan	<ul style="list-style-type: none"> • Ditempatkan pada jalur tanaman (minimal 1,5 m dari tepi median); • Percabangan 2 m di atas tanah; • Bentuk percabangan batang tidak merunduk; • Bermassa daun padat; • Berasal dari perbanyak biji; • Ditanam secara berbaris;

Jenis RTH	Letak	Ketentuan
	Median Jalan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak mudah tumbang. Sebagai penahan silau lampu kendaraan: <ul style="list-style-type: none"> • Tanaman perdu/semak • Ditanam rapat • Ketinggian 1,5m • Bermassa daun padat
	Persimpangan Jalan	Daerah bebas pandang di mulut persimpangan: Pada mulut persimpangan diperlukan daerah terbuka agar tidak menghalangi pandangan pemakai jalan. Untuk daerah bebas pandang ini ada ketentuan mengenai letak tanaman yang disesuaikan dengan kecepatan kendaraan dan bentuk persimpangannya. Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> • Daerah bebas pandang tidak diperkenankan ditanami tanaman yang menghalangi pandangan pengemudi. Sebaiknya digunakan tanaman rendah berbentuk tanaman perdu dengan ketinggian <0.80 m. • 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.
RTH Pada Bangunan	Halaman perkantoran, pertokoan dan tempat usaha	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk dengan tingkat KDB 70%-90% perlu menambahkan tanaman dalam pot; • Perkantoran, pertokoan dan tempat usaha dengan KDB diatas 70%, memiliki minimal 2 (dua) pohon kecil atau sedang yang ditanam pada lahan atau pada pot berdiameter diatas 60 cm; • Persyaratan penanaman pohon pada perkantoran, pertokoan dan tempat usaha dengan KDB dibawah 70%, berlaku seperti persyaratan pada RTH pekarangan rumah, dan ditanam pada area diluar KDB yang telah ditentukan.
	Taman atap	Lahan dengan KDB diatas 90% seperti pada kawasan

Jenis RTH	Letak	Ketentuan
	bangunan	pertokoan di pusat kota, atau pada kawasan-kawasan dengan kepadatan tinggi dengan lahan yang sangat terbatas, RTH dapat disediakan pada atap bangunan.

Sumber: Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008

2.3.3 Kemampuan Penyerapan CO₂ oleh Tanaman

Penyerapan karbon dioksida mengacu pada tingkat penyimpanan CO₂ tahunan pada kayu (biomassa) di atas dan di bawah tanah selama satu musim tanam (Service, *et al.*, 1999). Selama fotosintesis, CO₂ di atmosfer memasuki daun melalui pori-pori permukaan bersama dengan air, dan diubah menjadi selulosa, gula, dan bahan lainnya dalam reaksi kimia yang dikatalis oleh sinar matahari. Sebagian besar hasilnya menjadi tetap seperti kayu, dan akhirnya dilepas kembali ke udara pada saat tumbuhan tersebut terbakar atau busuk (Larcher, 1980).

Penyerapan CO₂ oleh tanaman bergantung dari pertumbuhan dan kematiannya yang akhirnya akan mengacu ke spesies, komposisi, struktur umur dan kesehatan suatu tanaman tersebut. Service, *et al.* (1999) juga menjelaskan bahwa penyerapan CO₂ pada ruang terbuka hijau dengan jumlah 10.000 batang yang berumur 16 sampai 200 tahun mampu menyerap CO₂ sebanyak 800ton/tahun. Sedangkan, menurut Dahlan (dalam Siwi, 2012) kemampuan vegetasi dalam menyerap CO₂ memiliki kemampuan berdasarkan umur dan jenis vegetasinya, dari hasil penelitiannya yang dilakukan terhadap tanaman mahoni yang berumur 11 tahun, dengan kerapatan 940 pohon/Ha memiliki kemampuan daya serap sebesar 25,40 ton CO₂/Ha/tahun. Berbeda dengan tanaman mangium (*Acacia mangium*) pada umur yang sama dengan kerapatan 912 pohon/Ha memiliki kemampuan daya serap sebesar 23,64 ton CO₂/Ha/Tahun.

Selain penelitian di atas, IPCC (2006) juga menjelaskan tentang daya serap vegetasi terhadap gas CO₂ yang dibagi berdasarkan tipe penutupan vegetasi dan lebih spesifiknya

penelitian yang dilakukan oleh Dahlan (dalam Hastuti, 2012) mengemukakan bahwa setiap jenis pohon memiliki kemampuan penyerapan terhadap CO₂ yang berbeda-beda. Adapun daya serap tipe penutupan vegetasi dan daya serap beberapa jenis pohon dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 2.13 Daya serap Gas CO₂ dari Tipe Penutup Lahan

Tipe Penutupan Lahan	Daya Serap Gas CO ₂	
	Kg/Ha/jam	Ton/ha/tahun
Pohon	129,92	569,07
Semak Belukar	12,56	55
Padang Rumput	2,74	12
Sawah	2,74	12

Sumber: Prasetyo dalam Tinambunan (2006)

Tabel 2.14 Daya Serap CO₂ Berbagai Jenis Tanaman

No	Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Famili	Daya Serap CO ₂ (g/jam.pohon)
1	Daun Kupu-Kupu	<i>Bauhinia purpurea</i>	Fabaceae	1331,38
2	Pulai	<i>Aistonia scholaris</i>	Apoeymaccae	1319,35
3	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Fabaceae	310,52
4	Mahoni	<i>Swietenia macrophyta</i>	Meliaceae	3112,43
5	Flamboyan	<i>Delonic regia</i>	Fabaceae	59,96
6	Jambu Biji	<i>Syzigium malaccense</i>	Myrfaceae	44,59
7	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	1146,51
8	Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	24,2
9	Karet Kebo	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae	22
10	Keben	<i>Barringtonia asiatica</i>	Lecythidaceae	165
11	Kol Banda	<i>Pisonia alba</i>	Nyctaginaceae	22

No	Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Famili	Daya Serap CO ₂ (g/jam.pohon)
12	Cemara Laut	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	45
13	Nagasari	<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	96,9
14	Dadap Merah	<i>Erythrina cristagalli</i>	Fabaceae	165
15	Belimbing Wuluh	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Oxalidaceae	6,33
16	Palem Phoenix	<i>Phoenix lutescens</i>	Arecaceae	0,39
17	Palem Kuning	<i>Dyopsis lutescens</i>	Arecaceae	0,39
18	Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Arecaceae	0,39
19	Bintaro	<i>Carbera manghas</i>	Apocynaceae	96,9
20	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	Fabaceae	165
21	Kersen	<i>Muntingia calabura</i>	Elaeocarpaceae	0,6
22	Pandan Bali	<i>Dracaena draco</i>	Asparagaceae	0,39
23	Bambu Cina	<i>Bambusa multiplex</i>	Poaceae	0,39
24	Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	22
25	Tabebuia Pink	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	24,2
26	Kembang Kecrutan	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	24,16
27	Kacang Amazon	<i>Buchosia armeniaca</i>	Malphiaceae	6,33
28	Dadap Hijau	<i>Erythrina variegata</i>	Fabaceae	165
29	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	165
30	Palem Kenari	<i>Phoenix sylvestris</i>	Arecaceae	0,39
31	Sawo Manila	<i>Manikara</i>	Sapotaceae	96,9

No	Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Famili	Daya Serap CO ₂ (g/jam.pohon)
32	Kayu Bejaran	<i>Lannea coromandelica</i>	Meliaceae	45
33	Palem Bambu	<i>Charmaedorea seifrizii</i>	Arecacea	0,39
34	Ketapang Kencana	<i>Terminalia mantaly</i>	Combretaceae	24,16
35	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	3252,1
36	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	22
37	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	51,96
38	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	Sapotaceae	67,58
39	Jati	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	12,41
40	Glodokan	<i>Polyalthia longifolia</i>	Annonaceae	719,74
41	Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	Myrfaceae	155,58
42	Palem Putri	<i>Veitithia memilii</i>	Arecacea	32,6
43	Jabon	<i>Neolamarckia Cadamba</i>	Fabaceae	9,95

Sumber: Dahlan dalam Hastuti (2012)

2.3.4 Perhitungan Kebutuhan RTH

Daya serap CO₂ (DS, gram/jam) pada Ruang Terbuka Hijau (RTH) menurut Suryaningsih, *et al.* (2014) dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan jumlah pohon dan Daya Serap (DS) tiap jenis pohon (gram/jam) seperti pada persamaan di bawah:

$$DS = \sum Vegetasi_i \times DS Vegetasi_i \quad \text{Eq (1)}$$

Keterangan:

DS : Daya serap vegetasi total (gram/jam)

Jumlah vegetasi_i: jumlah vegetasi jenis-i

DS vegetasi_i: daya serap vegetasi jenis-i (gram/jam)

Misalnya, apabila terdapat tanaman trembesi (*Samanea Saman*) sejumlah 100 pohon dengan daya serap per pohonnya adalah 3252,1 gram/jam berarti mempunyai total daya serap sebesar 325.210 gram/jam. Apabila emisi gas yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan total daya serap per pohon eksisting maka akan terdapat sisa emisi gas ($W' CO_2$, gram/jam). Sisa emisi gas merupakan emisi dari kegiatan *on-road transportation* yang tidak dapat diserap oleh pohon eksisting. Berikut merupakan perhitungan untuk mendapatkan sisa emisi CO_2 .

$$W'CO_2 = \sum CO_2 - \sum DS \quad \text{Eq (2)}$$

Keterangan:

$W'CO_2$: Sisa emisi gas (gr/jam)

CO_2 : Emisi gas dari kegiatan on-road transportation (gr/jam)

DS : Daya serap pohon eksisting (gr/jam)

Selanjutnya adalah menghitung kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO_2 dari kegiatan on road transportation. Luasan RTH menurut Dwiputri (2016) adalah dengan membagi sisa emisi CO_2 dengan kemampuan pohon dalam menyerap CO_2 .

$$\text{Kebutuhan Luas RTH} = \frac{W'CO_2}{DS \text{ pohon terhadap } CO_2} \quad \text{Eq (3)}$$

Keterangan:

Kebutuhan Luas RTH: RTH yang dibutuhkan untuk menyerap sisa emisi gas CO_2 (Ha)

$W'CO_2$: Sisa emisi gas (gr/jam)

DS pohon terhadap CO_2 : Daya serap pohon pada tabel 2.13 (Kg/Ha/Jam)

Berikut merupakan Kajian teori terkait perhitungan emisi gas *road transportation*

Tabel 2.15 Kajian Teori Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008, Heinze, J (2011),	Tipologi RTH	Ruang Terbuka Hijau di kawasan perkotaan terbagi menjadi 4 bagian yaitu, secara Fisik, Fungsi, Struktur dan Kepemilikan.	Tipologi RTH pada koridor studi	<ul style="list-style-type: none"> • Fisik • Fungsi • Struktur • Kepemilikan
Permen PU nomor: 05/PRT/M/2008	Penyediaan RTH perkotaan	Penyediaan RTH dalam lingkup koridor	Jalur Hijau Jalan dan RTH pada bangunan	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis vegetasi • Letak vegetasi • Kriteria vegetasi
Service, Mcpherson and Simpson, 1999; Larcher 1980; Dahlan dalam Hastuti, 2012, IPCC, 2006;	Kemampuan Penyerapan CO ₂ oleh tanaman	Daya serap CO ₂ oleh tanaman dipengaruhi oleh berbagai macam faktor	Daya serap CO ₂ oleh tanaman	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah vegetasi • Daya serap vegetasi
Suryaningih, <i>et al.</i> (2014); Dwiputri (2016)	Perhitungan kebutuhan ruang hijau dari emisi CO ₂	Perhitungan kebutuhan ruang hijau berdasarkan berbagai macam faktor	Kebutuhan ruang hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah vegetasi • Daya serap vegetasi • Jumlah emisi CO₂ • Sisa emisi CO₂

Sumber: Kajian Teori, 2017

2.4 Sintesa Tinjauan Pustaka

Sintesa tinjauan pustaka merupakan sintesa keseluruhan tinjauan pustaka beserta kajian terorisnya untuk mencapai tujuan penelitian. Di dalam sub bab ini memuat indikator dan variabel dalam; sumber pencemar udara, kegiatan *on road transportation*, Perhitungan Emisi Gas CO₂ *Road Transportation*, dan Penyediaan Ruang Hijau Perkotaan. Sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 2.16 Sintesa Tinjauan Pustaka

No	Sasaran	Tinjauan Pustaka	Indikator	Variabel	Variabel Penelitian
1	Identifikasi sumber emisi gas rumah kaca (CO ₂)	Sumber pencemar udara	Sumber pencemar udara	<ul style="list-style-type: none"> Jenis sumber pencemar udara Klasifikasi kendaraan bermotor 	1. Jenis sumber pencemaaar udara
2	Menghitung jumlah emisi gas CO ₂ <i>Road transportation</i>	Perhitungan Emisi Gas CO ₂ <i>Road Transportation</i>	Jumlah emisi gas CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Panjang jalan Volume kendaraan Faktor emisi Konsumsi energy spesifik 	2. Klasifikasi kendaraan bermotor
3	Merumuskan arahan penataan ruang hijau	Penataan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan	Tipologi RTH pada koridor studi	<ul style="list-style-type: none"> Fungsi Kepemilikan 	3. Panjang jalan
			Jalur Hijau Jalan dan RTH pada bangunan	<ul style="list-style-type: none"> Jenis vegetasi Letak vegetasi Kriteria vegetasi 	4. Volume kendaraan
			Daya serap CO ₂ oleh tanaman	<ul style="list-style-type: none"> Spesies tanaman & daya serapnya terhadap CO₂ Komposisi Tipe penutupan vegetasi 	5. Faktor emisi
			Kebutuhan ruang hijau	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah pohon Daya serap pohon Jumlah emisi CO₂ Sisa emisi CO₂ 	6. Konsumsi energy spesifik
					7. Fungsi RTH
					8. Kepemilikan RTH
					9. Jenis vegetasi
					10. Letak vegetasi
					11. Kriteria vegetasi
					12. Jumlah vegetasi
					13. Daya serap vegetasi
					14. Jumlah emisi CO ₂
					15. Sisa emisi CO ₂

Sumber: Sintesa Tinjauan Pustaka, 2017

Tabel 2.17 Variabel Penelitian dan Kondisi Eksisting

No	Variabel Penelitian	Kondisi Eksisting*
1	Jenis sumber pencemar udara	Wilayah penelitian adalah koridor koridor Jalan Kapasan Hingga Jalan Rajawali yang membentuk garis lurus sehingga emisi sumbernya termasuk ke dalam emisi sumber garis
2	Klasifikasi kendaraan bermotor	Klasifikasi kendaraan yang diamati dalam penelitian ini yaitu: sepeda motor, mobil penumpang (bensin/solar), bus/truk kecil, truk besar dan bus besar
3	Panjang jalan	Panjang jalan koridor adalah 2,52489 km dengan panjang segmen Jalan Kapasan adalah 0,9079 km, Jalan Kembang Jepun 0,79051 km, dan Jalan Rajawali 0,82648 km
4	Volume kendaraan	Volume kendaraan mayoritas kendaraan jenis sepeda motor dan mobil penumpang
5	Faktor emisi	Faktor emisi yang digunakan berdasarkan penelitian Boedisantoso, <i>et al.</i> (2011) dan termasuk kategori Tier 2
6	Konsumsi energy spesifik	Konsumsi energy spesifik yang digunakan berdasarkan penelitian BPPT dalam Jinca, <i>et al.</i> (2009)
7	Fungsi RTH	RTH pada koridor penelitian terdapat 3 fungsi yaitu fungsi ekologis, estetika dan sosial budaya
8	Kepemilikan RTH	Kepemilikan RTH pada koridor penelitian dibagi menjadi dua yaitu RTH publik dan RTH privat
9	Jenis vegetasi	Jenis vegetasi yang mendominasi pada koridor penelitian adalah trembesi (<i>samanea saman</i>), angkana (<i>pterocarpus indicus</i>), dan tanjung (<i>mimusops elengi</i>)
10	Letak vegetasi	Letak vegetasi pada jalan Kapasan

No	Variabel Penelitian	Kondisi Eksisting*
		terdapat di median jalan dan pulau jalan sedangkan pada jalan Kembang Jepun dan rajawali hanya terdapat di pulau jalan saja
11	Kriteria vegetasi	<i>Kriteria vegetasi akan dibahas di Bab IV: Hasil dan Pembahasan</i>
12	Jumlah vegetasi	<i>Jumlah vegetasi akan dibahas di Bab IV: Hasil dan Pembahasan</i>
13	Daya serap vegetasi	Daya serap vegetasi berdasarkan penelitian Dahlan dalam Hastuti (2012) dan jumlah masing-masing vegetasinya.
14	Jumlah emisi CO ₂	<i>Jumlah emisi CO₂ akan dibahas di Bab IV: Hasil dan Pembahasan</i>
15	Sisa emisi CO ₂	<i>Sisa emisi CO₂ akan dibahas di Bab IV: Hasil dan Pembahasan</i>

Sumber: Penulis, 2018

**Kondisi eksisting hanya sebatas pengamatan visual dan tinjauan pustaka*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian “Arahan Penataan Ruang Hijau pada Koridor Jalan Kapasan Hingga Jalan Rajawali Untuk Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂) Dari Kegiatan *On Road Transportation*”. Metode tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan arahan penataan ruang ini sehingga dapat mereduksi emisi gas rumah kaca terutama gas CO₂ yang berasal dari kegiatan *on road transportation*. Hal yang dibahas adalah pendekatan penelitian, jenis penelitian, variabel dan definisi operasional, metode pengambilan sampel dan metode penelitian.

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan rasionalistik yang didasari dengan fakta yang merupakan hasil dari pengamatan indera yang didukung oleh landasan teori (Muhadjir, 1990). Pendekatan rasionalistik ini juga merupakan pendekatan yang sifatnya komparasi dan verifikasi dari teori yang ada dengan data dan fakta empiris serta teknik analisa yang terjadi di lapangan.

Pendekatan rasionalistik dinilai sesuai dengan kebutuhan penelitian yaitu melakukan verifikasi teori penataan ruang hijau pada koridor dengan kondisi jumlah emisi CO₂ eksisting yang berasal dari kegiatan *on road transportation*. Oleh karena itu, pendekatan tersebut mampu menjawab tujuan penelitian yaitu untuk merumuskan arahan penataan ruang hijau pada Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali untuk mereduksi emisi gas rumah kaca (CO₂) dari kegiatan *on road transportation*.

3.2 Jenis Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu merumuskan arahan penataan ruang hijau pada Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali untuk mereduksi emisi gas rumah kaca (CO₂) dari kegiatan *on road transportation* maka, penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif menurut Kasiram (2008) adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Sedangkan, pendekatan deskriptif menurut Rony (2005) adalah penelitian yang memberikan gambaran atau uraian atas suatu keadaan sejelas mungkin tanpa adanya perlakuan terhadap objek yang diteliti. Selain itu, penelitian deskriptif juga bertujuan untuk memeriksa suatu gejala tertentu (Travers, 2006). Penelitian ini bersifat kuantitatif karena analisis dari setiap sasaran dilakukan menggunakan data yang bersifat kuantitatif (berupa angka). Setelah itu, hasil analisis dari setiap sasaran ini dipaparkan dengan menggunakan pendekatan deskriptif.

3.3 Variabel dan Definisi Operasional

Menurut Sugiyono (2013:38) variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan. Sedangkan, definisi operasional variabel adalah pengertian variabel (yang diungkap dalam definisi konsep) tersebut, secara operasional, secara praktik, secara nyata dalam lingkup obyek penelitian/obyek yang diteliti. Berikut merupakan variabel dan definisi operasional penelitian ini.

Tabel 3.1 Variabel dan Definisi Operasional

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional
1	Jenis sumber pencemar udara	Jenis sumber pencemar udara pada koridor penelitian (sumber diam atau bergerak)
2	Klasifikasi kendaraan bermotor	Jenis kendaraan bermotor yang akan diamati pada penelitian ini dan akan menjadi input perhitungan emisi gas CO ₂
3	Panjang jalan	Panjang jalan pada koridor penelitian
4	Volume kendaraan	Jumlah kendaraan yang telah dikonversi menjadi satuan mobil penumpang per jam (smp/jam)
5	Faktor emisi	Faktor emisi yang emisi local yang sudah disesuaikan dengan Indonesia menurut penelitian Boedisantoso, <i>et al.</i> (2011)
6	Konsumsi energy spesifik	Konsumsi energi pada masing-masing jenis kendaraan bermotor berdasarkan BPPT dalam Jinca, <i>et al.</i> (2009)
7	Fungsi RTH	Fungsi RTH pada koridor penelitian
8	Kepemilikan RTH	Kepemilikan RTH pada koridor penelitian menurut Permen PU no. 05/PRT/M/2008
9	Jenis vegetasi	Spesies vegetasi yang ada di koridor penelitian
10	Letak vegetasi	Letak vegetasi pada koridor penelitian
11	Kriteria vegetasi	Kriteria vegetasi yang tepat untuk arahan pada koridor penelitian
12	Jumlah vegetasi	Jumlah spesies vegetasi yang ada di koridor penelitian
13	Daya serap vegetasi	Daya serap terhadap CO ₂ masing-masing spesies vegetasi yang dikalikan dengan jumlah per spesiesnya
14	Jumlah emisi CO ₂	Jumlah emisi yang telah dihitung berdasarkan formula perhitungan Zhongan dalam Maarif (2016)

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional
15	Sisa emisi CO ₂	Sisa emisi gas CO ₂ yang berasal dari selisih antara jumlah emisi CO ₂ dan daya serap vegetasi eksisting

Sumber: Penulis, 2017

3.4 Populasi dan Sampel

Menurut Martono (2010), populasi merupakan keseluruhan objek atau subjek yang berada pada suatu wilayah dan memenuhi syarat-syarat tertentu berkaitan dengan masalah penelitian, atau keseluruhan unit atas individu dalam ruang lingkup yang akan diteliti. Sedangkan, sampel adalah bagian dari populasi yang dijadikan subyek penelitian sebagai representatif dari para anggota populasi.

Dalam penelitian ini, yang termasuk sebagai populasi adalah seluruh jumlah kendaraan bermotor yang melewati koridor. Jenis sampling yang digunakan pada penelitian ini termasuk ke dalam jenis sampling jenuh yang termasuk ke dalam teknik *non-probability sampling*. Sugiyono (2001) mengatakan bahwa *non-probability sampling* adalah teknik yang tidak memberi peluang/kesempatan yang sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Sedangkan sampling jenuh merupakan metode penarikan sampel apabila semua anggota populasi dijadikan sebagai sampel.

Sampel lalu lintas atau seluruh jumlah kendaraan bermotor yang melewati koridor paling baik diambil pada jam-jam puncak (*peak hour*) pada satu hari agar volume kendaraan bermotor yang diperoleh dapat menunjukkan volume maksimum sehingga emisi gas yang dikeluarkan juga merupakan beban emisi maksimum. Namun, keseluruhan jumlah kendaraan yang melewati koridor penelitian dibatasi dengan motor, mobil

penumpang (bensin/solar), bus/truk kecil, truk besar dan bus besar. Jam-jam puncak pada koridor studi akan dihitung pada saat pagi (07.00 – 09.00) atau pada saat jam masuk kerja atau sekolah, siang (12.00 – 14.00) atau pada waktu istirahat, dan sore (16.00 – 18.00) atau pada saat jam pulang kerja. Setelah jam-jam puncak sudah teridentifikasi maka dilakukan survei primer dengan cara *traffic counting* di titik-titik yang sudah ditentukan pada koridor studi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

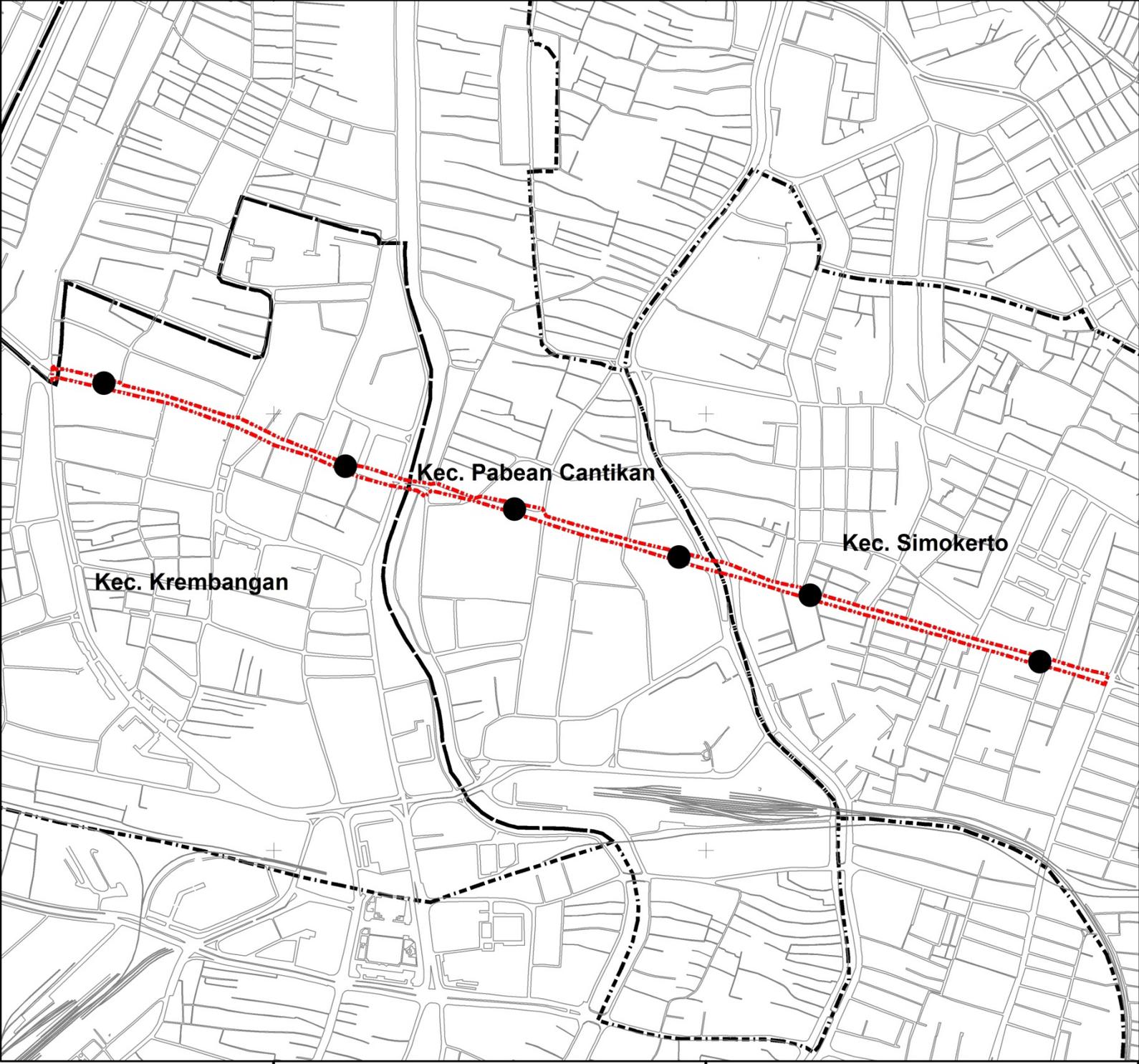
226000,000000

227000,000000

228000,000000

700000,000000

699000,000000



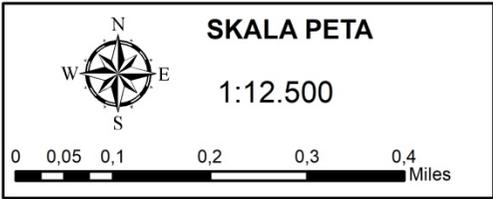
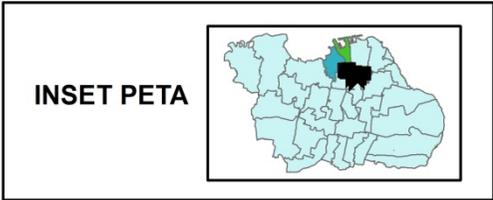
DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
 FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA
 KORIDOR JL. KAPASAN HINGGA JL. RAJAWALI
 UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA (CO₂)
 DARI KEGIATAN ON ROAD TRANSPORTATION

PETA TITIK TRAFFIC COUNTING

Legenda

-  Titik Traffic Counting
-  Batas Wilayah Perencanaan
-  Batas Kecamatan
-  Jalan



Proyeksi: Transverse Mercator
 Sistem Grid: Grid Geografi dan Grid UTM
 Datum Horizontal: WGS 1984 UTM Zone 49s

Sumber Peta:
 - RDTR UP Tunjungan (2011)
 - RDTR UP Tanjung Perak (2011)
 - Survei Primer

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan metode yang digunakan dalam mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk analisis dalam penelitian. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data primer dan sekunder.

3.5.1 Metode Pengumpulan Data Primer

Survei primer merupakan metode pengumpulan data primer dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan atau observasi lapangan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran kondisi eksisting dan perubahan-perubahan yang terjadi dengan melihat fakta yang ada. Teknik pengumpulan data primer ini hanya melalui observasi.

Menurut Hadi dan Nurkencana (dalam Suardeyasari, 2010:9) observasi adalah suatu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis baik secara langsung maupun secara tidak langsung pada tempat yang diamati. Observasi lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perhitungan umlah kendaraan yang melewati koridor studi atau *traffic counting*. *Traffic counting* adalah perhitungan volume lalu lintas pada ruas jalan yang dikelompokkan dalam jenis kendaraan dan periode waktunya. Metode *traffic counting* yang digunakan adalah metode manual count yang dimana pencatatan jumlah kendaraan yang melewati koridor studi dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia. Pencatatan dilakukan pada kertas formulir, tiap kali sebuah kendaraan lewat dicatat pada kertas formulir. Pencatatan juga dapat dilakukan dengan alat *counter*. *Traffic counting* dilakukan pada beberapa titik yang dianggap dapat

mewakili keadaan lalu lintas di sepanjang koridor studi. Selain itu, observasi dilakukan juga untuk mengetahui jumlah dan letak vegetasi masing-masing jenis yang berada di kondisi eksisting. Data yang didapatkan dari *traffic counting* ini berfungsi untuk mendapatkan kondisi eksisting volume kendaraan sehingga dapat mengetahui jumlah emisi CO₂ nya.

Traffic counting pada koridor studi akan dihitung pada saat pagi (07.00 – 09.00) atau pada saat jam masuk kerja atau sekolah, siang (12.00 – 14.00) atau pada waktu istirahat, dan sore (16.00 – 18.00) atau pada saat jam pulang kerja. *Traffic counting* ini dilakukan pada enam titik pada masing-masing segmen jalan di koridor studi yakni dua titik pada jalan Kapasan, dua titik pada Jalan Kembang Jepun, dan dua titik pada Jalan Rajawali.

3.5.2 Metode Pengumpulan Data Sekunder

Survei sekunder merupakan metode pengumpulan data sekunder melalui literature yang berkaitan dengan penelitian. Berikut merupakan jenis literature yang digunakan dalam penelitian ini:

a. Literatur dari Perpustakaan dan Instansi

Data-data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini diambil dari referensi buku maupun artikel ilmiah yang tersedia di perpustakaan. Sedangkan, data sekunder yang didapatkan dari instansi-instansi bertujuan untuk mendapatkan data atau informasi yang memiliki relevansi dengan penelitian. Instansi-instansi yang dituju adalah sebagai berikut: Dinas Perhubungan Kota Surabaya, Badan Perencanaan Kota Surabaya, Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Surabaya serta Dinas Kebersihan dan Pertamanan Surabaya.

b. Media

Informasi-informasi lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini didapatkan dari media elektronik seperti internet atau televisi dan media cetak seperti koran atau majalah. Informasi yang didapatkan dari platform media ini merupakan informasi tambahan yang mendukung tinjauan literature dan hasil survei primer yang telah didapat.

Tabel 3.2 Kebutuhan Data Primer dan Sekunder

Data	Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data
Jenis sumber pencemar udara	Survey Primer	Hasil observasi
Volume kendaraan	Survey Primer	Hasil observasi (<i>traffic counting</i>)
Kepemilikan RTH	Survey Primer	Hasil observasi
Letak vegetasi	Survey Primer	Hasil observasi
Jumlah vegetasi	Survey Primer	Hasil observasi
Panjang jalan	Survey Sekunder	Pendekatan <i>Geographic Information System (GIS)</i>
Faktor emisi	Survey Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku
Konsumsi energy spesifik	Survey Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku
Fungsi RTH	Survey Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku
Kriteria vegetasi	Survey Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku
Jumlah emisi CO ₂	Survey Sekunder	Perhitungan matematis
Sisa emisi CO ₂	Survey Sekunder	Perhitungan matematis
Jenis vegetasi	Survey Primer dan Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil observasi • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku
Daya serap vegetasi	Survey Primer dan Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil observasi • Literatur artikel ilmiah

Data	Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data
		• Referensi buku

Sumber: Penulis, 2017

3.6 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan untuk menjawab sasaran-sasaran penelitian dibagi mejadi empat metode analisis. Berikut merupakan metode analisis yang digunakan.

Tabel 3.3 Metode Analisis

No	Sasaran	Tahapan Analisis	Input Data	Teknik	Output
1	Identifikasi sumber emisi gas rumah kaca (CO ₂)	Mengidentifikasi jenis sumber emisi gas CO ₂ berdasarkan hasil observasi	<ul style="list-style-type: none"> Jenis sumber emisi gas CO₂ Klasifikasi kendaraan bermotor 	Analisis Deskriptif	Identifikasi sumber emisi gas rumah kaca (CO ₂)
2	Menghitung jumlah emisi gas rumah kaca (CO ₂)	a. Konversi satuan jumlah kendaraan ke smp/jam	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah kendaraan dengan satuan (kendaraan/jam) 	Analisis Deskriptif Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Volume kendaraan
		b. Menghitung jumlah emisi gas CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Panjang jalan Volume kendaraan Faktor emisi Konsumsi energy spesifik 	Analisis Deskriptif Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Jumlah emisi gas CO ₂
3	Meurumuskan arahan penataan ruang hijau	a. Menghitung daya serap RTH eksisting	<ul style="list-style-type: none"> Jenis vegetasi Jumlah vegetasi Daya serap vegetasi 	Analisis Deskriptif Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Total daya serap RTH eksisting per segmen jalan

No	Sasaran	Tahapan Analisis	Input Data	Teknik	Output
		b. Menghitung Kebutuhan luas ruang hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Emisi gas CO₂ • Daya serap RTH per segmen jalan • Sisa emisi CO₂ • Daya serap pohon terhadap gas CO₂ 	Analisis Deskriptif Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Kebutuhan penambahan luas ruang hijau
		c. Arahan penataan ruang hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa emisi gas CO₂ • Kebutuhan penambahan luas ruang hijau • Lokasi RTH rencana • Jenis kepemilikan RTH rencana • Fungsi RTH rencana • Kriteria vegetasi • Jenis vegetasi 	Analisis Deskriptif Kuantitatif	Arahan penataan ruang hijau

Sumber: Penulis, 2017

3.6.1. Identifikasi Sumber Emisi Gas CO₂

Identifikasi emisi gas CO₂ pada koridor penelitian didapatkan dari hasil pengamatan langsung di lapangan (observasi). Terdapat dua hal yang dilihat untuk mengidentifikasi sumber emisi gas CO₂, yaitu jenis sumber pencemar udara dan klasifikasi kendaraan bermotor pada koridor penelitian.

Jenis sumber pencemar udara dibagi menjadi sumber bergerak garis dan sumber bergerak area. Sumber bergerak garis adalah sumber bergerak (di jalan raya atau bukan di jalan raya) yang emisinya secara individu maupun kolektif membentuk “garis” sepanjang ruas jalan atau jalur non-jalan di wilayah inventarisasi. Untuk mengetahui emisi sumber bergerak garis, diperlukan data aktivitas kendaraan/moda transportasi pada ruas atau jalur tersebut, misalnya volume kendaraan per hari atau jarak tempuh kereta api per hari. Apabila data aktivitas pada ruas jalan atau jalur non-jalan tidak diketahui, maka sumber bergerak dikategorikan sebagai sumber bergerak area, yaitu bahwa emisi kendaraan secara kolektif membentuk suatu area di wilayah inventarisasi.

Klasifikasi kendaraan bermotor dilakukan untuk melihat komposisi emisi gas CO₂ pada setiap klasifikasi kendaraannya sehingga dapat terlihat klasifikasi kendaraan bermotor yang mana yang menjadi sumber emisi gas terbesar dan yang terkecil. Pada umumnya setiap klasifikasi kendaraan memiliki faktor emisi yang berbeda-beda, tetapi karena keterbatasan tenaga survey maka jenis kendaraan yang diobservasi lebih dipersempit lagi. Berikut merupakan jenis kendaraan yang diobservasi.

Tabel 3.4 Klasifikasi Kendaraan Penelitian

Jenis Kendaraan	Deskripsi
Sepeda Motor	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda
Mobil Penumpang (Bensin dan Solar)	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m dengan kapasitas maksimal 8 tempat duduk penumpang
Bus/Truk Kecil	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m dengan kapasitas tempat duduk penumpang >8 orang (bus) atau angkutan barang (truk kecil)
Truk Besar	Angkutan barang bermotor dengan lebih dari 4 roda
Bis Besar	Angkutan orang bermotor dengan lebih dari 4 roda

Sumber: Penulis, 2017

Klasifikasi kendaraan bermotor ini berbeda dengan klasifikasi kendaraan menurut MKJI dan IPCC. Klasifikasi ini akan menentukan besar atau kecilnya emisi gas yang dihasilkan karena setiap klasifikasi mempunyai faktor emisi dan konsumsi energy spesifik yang berbeda. Sehingga semakin detail klasifikasi kendarannya maka akan semakin *precise* perhitungan emisi gasnya. Tetapi klasifikasi kendaraan pada penelitian harus disetarakan dengan MKJI karena akan menentukan EMP untuk menghitung volume kendaraan. Berikut merupakan penyetaraan klasifikasi kendaraan bermotor penelitian terhadap MKJI .

Tabel 3.5 Penyetaraan Klasifikasi Kendaraan

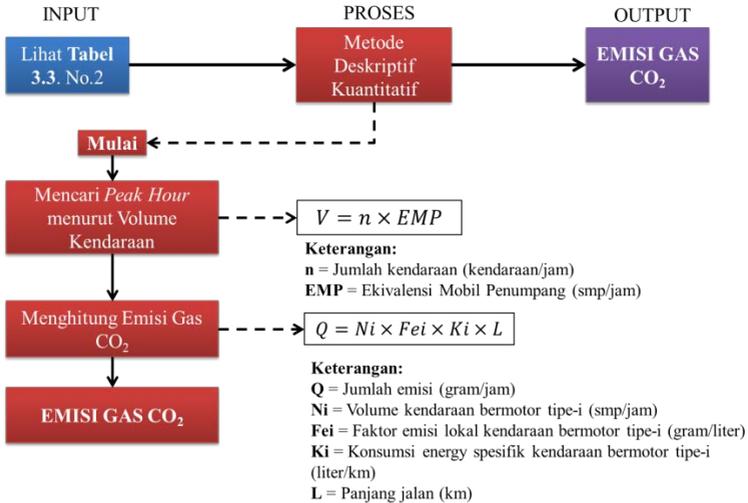
Tipe Kendaraan MKJI	Klasifikasi Kendaraan Penelitian
Light Vehicle (LV)	Mobil Penumpang (Bensin dan Solar)
	Bus/Truk Kecil
Heavy Vehicle (HV)	Truk Besar
	Bus Besar
Motorcycle (MC)	Sepeda motor.

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa klasifikasi kendaraan pada penelitian disetarakan menjadi tiga tipe kendaraan menurut MKJI. Klasifikasi kendaraan mobil penumpang dan bus/truk kecil termasuk ke dalam LV, truk besar dan bis besar termasuk kedalam tipe HV dan sepeda motor termasuk ke dalam tipe MC.

3.6.2. Perhitungan Jumlah Emisi Gas CO₂

Metode perhitungan jumlah emisi gas CO₂ dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan perhitungan matematis menurut Zhongan, *et al.* (2009), Perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah emisi gas CO₂ dari kegiatan *on-road transportation* di koridor studi. Berikut merupakan tahapan perhitungan jumlah emisi gas CO₂.



Gambar 3.1 Tahapan Perhitungan

Sumber: Penulis, 2017

Langkah pertama dalam melakukan perhitungan emisi gas CO₂ adalah dengan menghitung jumlah masing-masing klasifikasi kendaraan bermotor dalam satuan kendaraan/jam. Jumlah ini didapatkan dari hasil *traffic counting* pada 6 titik sampel yang sudah ditentukan. Setelah itu jumlah masing-masing klasifikasi kendaraan dikonversi satuannya menjadi satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dengan cara mengalikan jumlah kendaraan dengan EMP yang sudah ditentukan. Jumlah kendaraan yang sudah diklasifikasi tersebut dinamakan volume kendaraan. Berikut merupakan EMP yang digunakan sebagai konstanta pengkonversi satuan.

Tabel 3.6 EMP Menurut Klasifikasi Kendaraan Penelitian

Tipe Kendaraan MKJI	EMP	Klasifikasi Kendaraan Penelitian
<i>Light Vehicle (LV)</i>	1	Mobil Penumpang (Bensin dan Solar)
		Bus/Truk Kecil
<i>Heavy Vehicle (HV)</i>	1,2	Truk Besar
		Bus Besar
<i>Motorcycle (MC)</i>	0,25	Sepeda motor.

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah mendapatkan volume kendaraan, maka akan terlihat *peak hour* (jam puncak) pada masing-masing segmen. Karena pada penelitian ini ingin membuat arahan ruang hijau berdasarkan emisi gas CO₂ pada saat jam puncak, maka volume yang diambil hanyalah volume pada jam puncak di setiap segmen jalan. Sehingga setiap segmen jalan akan terlihat beban emisi gas CO₂ yang berasal dari kendaraan bermotor yang melewati segmen tersebut. Setelah mendapatkan volume pada jam puncak, langkah selanjutnya adalah mengalikan volume kendaraan dengan variabel lainnya. Berikut merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 3.7 Fei dan Ki

Jenis Kendaraan	Fei (gr/liter)	K (liter/km)
Sepeda Motor	2003,4	0,0266
Mobil Bensin	2003,4	0,1179
Mobil Solar	2220,4	0,1136
Truk/Bis Kecil	2220,4	0,1064
Truk Besar	2220,4	0,1582
Bis Besar	2220,4	0,1689

Sumber: Budisantoso, et al. (2011), BPPT dalam Jinca, et al. (2009)

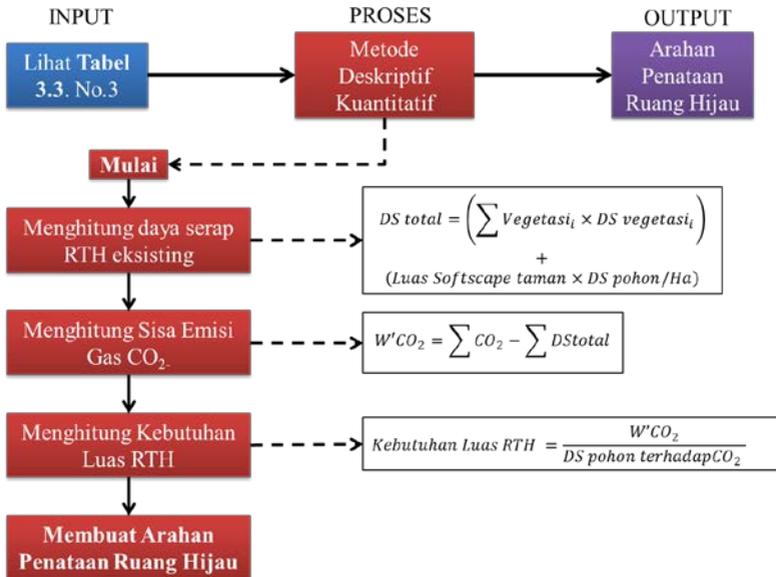
Tabel 3.8 Panjang Jalan per Segmen

Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Panjang Jalan (km)
Kapasan	907,9	0,9079
Kembang Jepun	790,51	0,79051
Rajawali	826,48	0,82648
Total	2524,89	2,52489

Sumber: Hasil Analisis, 2017

3.6.3. Perumusan Arah Penataan Ruang Hijau

Perumusan arahan penataan ruang hijau pada koridor studi menggunakan metode analisis kuantitatif (perhitungan matematis). Metode analisis ini digunakan untuk mengetahui jumlah minimal luasan ruang hijau yang harus disediakan sehingga dapat mereduksi jumlah sisa emisi CO₂ yang berasal dari kegiatan *on road transportation*. Berikut merupakan tahapan perumusan arahan.



Gambar 3.2 Tahapan Perumusan Arahan Ruang Hijau
Sumber: Penulis, 2017

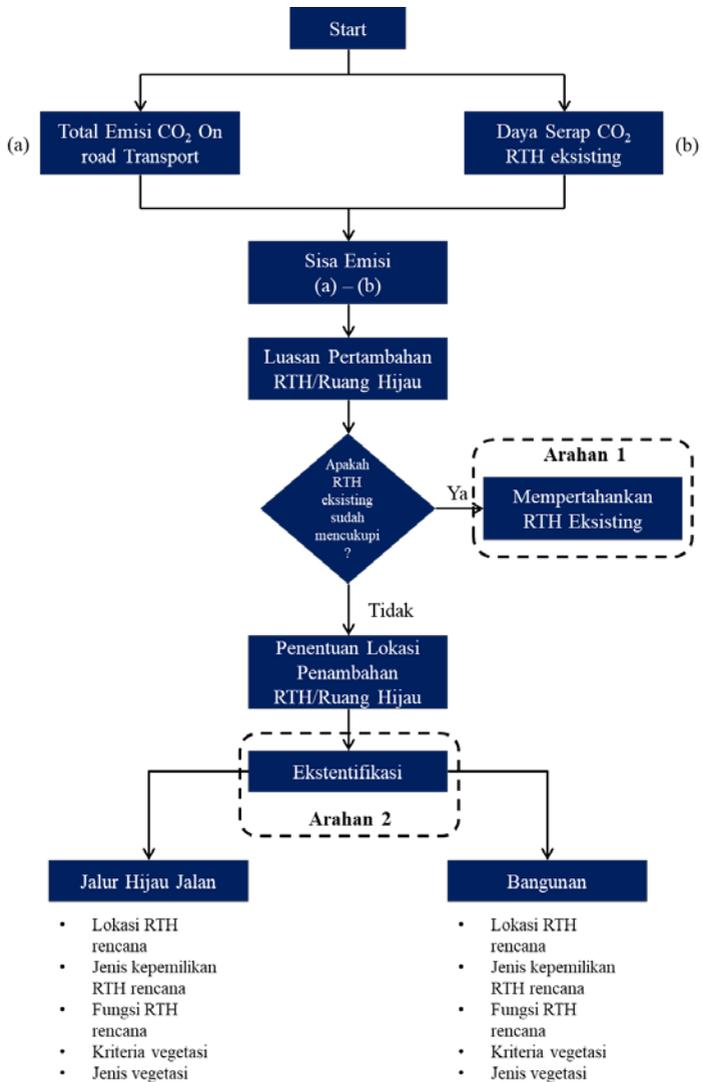
Berdasarkan gambar diatas maka dapat dilihat bahwa langkah pertama dalam perumusan arahan adalah dengan menghitung daya serap RTH eksisting. Perhitungan daya serap RTH eksisting didapatkan dari daya serap dari jalur hijau dan taman kota. Daya serap jalur hijau dihitung berdasarkan pengalihan antara jumlah vegetasi per jenis di sepanjang koridor penelitian dengan daya serap per masing-masing vegetasi seperti pada Eq (1).

Selanjutnya, untuk menghitung daya serap pada taman kota akan dilihat proporsi *softscape* dan *hardscape*-nya dengan menggunakan pendekatan *google earth*. Proporsi yang digunakan untuk mengetahui daya serap taman kota adalah hanya proporsi

softscape-nya saja dalam satuan hektar. Proporsi *softscape* tersebut akan dikalikan dengan daya serap pohon terhadap CO₂ karena tutupan lahan yang dihitung berupa pepohonan.

Langkah berikutnya adalah menghitung kebutuhan penambahan luas ruang hijau dengan mengetahui sisa emisi gas CO₂. Karena tidak semua emisi CO₂ terserap oleh tanaman, maka sisa beban emisi CO₂ yang tidak terserap ($W' \text{ CO}_2$, gram/jam) didapatkan dari total beban emisi CO₂ yang berasal dari sumber emisi yang dalam lingkup pembahasan ini berasal dari kegiatan *on road transportation* (ΣCO_2 , gram/jam) dengan total daya serap RTH publik (ΣDS , gram/jam), seperti pada Eq (2). Lalu, luasan pertambahan RTH dapat dihitung dengan membagi sisa emisi CO₂ (gram/jam) dengan kemampuan pohon dalam menyerap CO₂ (gram/ha/jam). Maka hasil luasan pertambahan RTH rencana akan dalam dimensi hektar.

Langkah berikutnya adalah merumuskan arahan penataan ruang hijau di koridor studi. Arahan penataan ruang hijau untuk menyerap emisi CO₂ pada koridor studi dibagi menjadi dua, yaitu: Arahan untuk mempertahankan RTH eksisting dan Arahan untuk menambah/optimalisasi RTH eksisting. Apabila RTH eksisting sudah mencukupi kebutuhan penyediaan maka arahan yang dipakai adalah arahan yang pertama yaitu dengan mempertahankan RTH eksisting. Sedangkan, apabila belum mencukupi, maka harus dilakukan penentuan lokasi berdasarkan luasan penambahan kebutuhan RTH, lalu arahan yang dipakai selanjutnya adalah arahan kedua, yaitu ekstitifikasi. Rumusan arahan ini meliputi lokasi arahan, bentuk kepemilikan, fungsi RTH, kriteria vegetasi dan jenis vegetasi. Berikut merupakan skema perumusan penataan ruang hijau untuk mereduksi emisi CO₂ pada koridor penelitian.



Gambar 3.3 Skema Perumusan Penataan Ruang Hijau

Sumber: Penulis, 2017

Namun, apabila pada koridor studi tidak dapat mencukupi kebutuhan luas pertambahan RTH maka metode lain yang dapat dilakukan adalah dengan menghitung daya serap baru dari rencana pertambahan vegetasi. Perhitungan ini dimulai dengan melihat kemampuan maksimal koridor studi dalam menampung vegetasi dengan jarak tanam tertentu. Kemampuan maksimal dalam menampung banyaknya vegetasi dihitung dengan membagi panjang jalan dengan jarak tanam antar vegetasi berdasarkan jenisnya. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.



$$V_{max} = \frac{l}{x_i} \quad \text{Eq (4)*}$$

Keterangan:

V_{max} : Kemampuan koridor dalam menampung vegetasi

l : panjang segmen jalan (m)

x_i : Jarak tanam vegetasi jenis-i (m)

*Vegetasi ditanam berbaris secara seri sesuai dengan jarak tanam jenis vegetasinya pada lokasi penanaman.

Selanjutnya adalah menghitung vegetasi rencana yang berasal dari vegetasi maksimal dikurangi dengan vegetasi eksisting. Vegetasi rencana ini merupakan vegetasi yang dapat ditambahkan hingga mencapai kemampuan maksimal dari koridor studi.

$$V_{rencana} = V_{max} - V_{eksisting} \quad \text{Eq (5)}$$

Keterangan:

$V_{rencana}$: Vegetasi rencana

V_{max} : Kemampuan koridor dalam menampung vegetasi

$V_{eksisting}$: Banyaknya vegetasi eksisting pada koridor

Setelah mendapatkan jumlah vegetasi rencana, maka langkah selanjutnya adalah mencari Daya Serap (DS) rencana berdasarkan banyaknya vegetasi rencana sesuai dengan jenisnya. Hal ini bertujuan untuk mencari seberapa besar arahan penataan ruang hijau tersebut dapat mereduksi emisi CO₂ pada koridor penelitian.

$$DS_{rencana} = V_{rencana} \times DS_i \quad \text{Eq (6)}$$

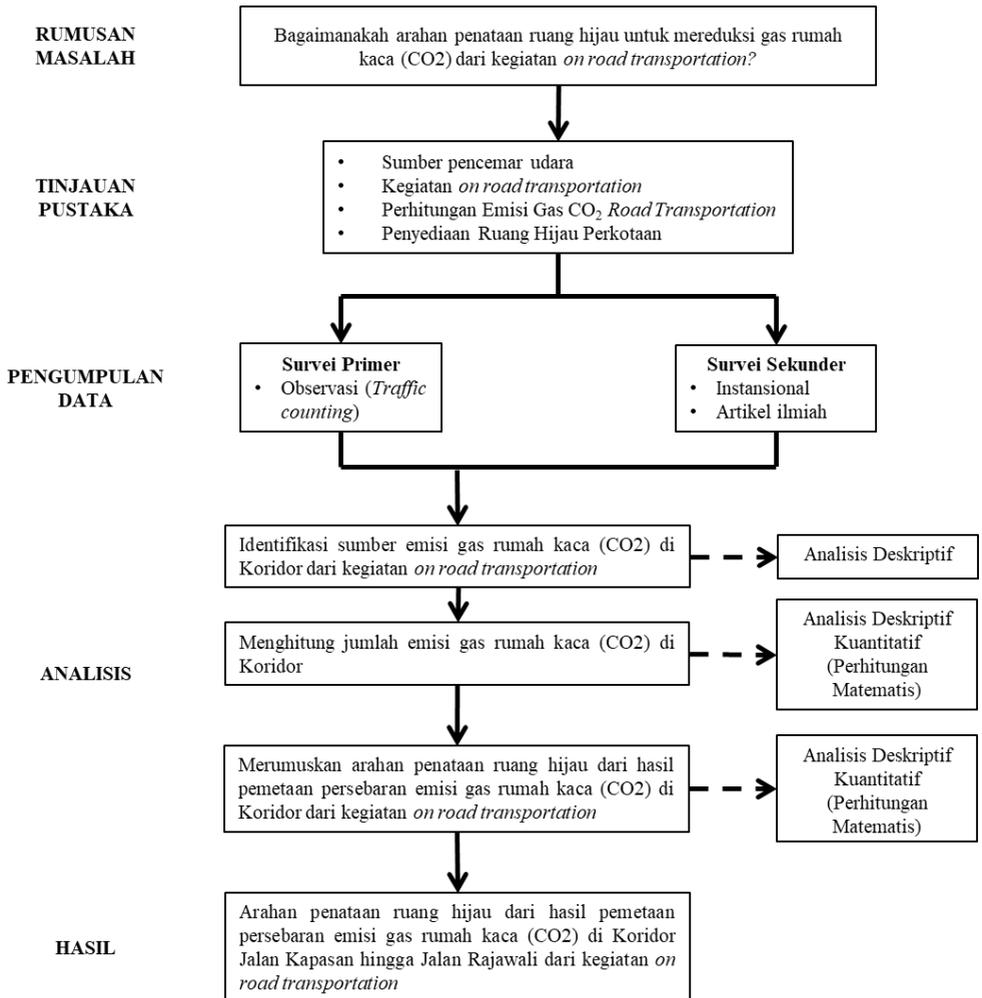
Keterangan:

$DS_{rencana}$: Daya serap rencana (gram/jam)

$V_{rencana}$: Vegetasi rencana

DS_i : Daya serap vegetasi rencana jenis-i

3.7 Tahapan Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

4.1.1 Wilayah Administrasi

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu merumuskan arahan penataan ruang hijau untuk mereduksi emisi gas rumah kaca (CO₂) dari kegiatan *on road transportation* maka, lokasi studi yang diambil pada penelitian ini adalah sebuah koridor jalan raya pada Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali. Koridor ini memiliki panjang jalan sekitar 2,52 km yang terbagi menjadi 3 segmen jalan menurut Kecamatannya. Ketiga kecamatan yang dilalui oleh koridor ini yaitu Kecamatan Simokerto, Kecamatan Pabean Cantikan, dan Kecamatan Krembangan. Koridor ini membentang dari Jalan Kapasan (Kecamatan Simokerto), Jalan Kembang Jepun (Kecamatan Pabean Cantikan), dan Jalan Rajawali (Kecamatan Krembangan).

Tabel 4.1 Panjang Masing-Masing Jalan

Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Panjang Jalan (km)
Kapasas	907,9	0,91
Kembang Jepun	790,51	0,79
Rajawali	826,48	0,83
Total	2524,89	2,52

Sumber: Hasil Analisis, 2018

4.1.2 Penggunaan Lahan pada Koridor Studi

Menurut kondisi eksisting, terdapat berbagai macam jenis penggunaan lahan pada koridor Jl. Kapasan hingga Jl. Rajawali namun, penggunaan lahan ini didominasi oleh perdagangan dan jasa. Jenis penggunaan lahan yang berada di pinggir jalan

Kapasas terbagi menjadi 3 jenis yaitu perdagangan dan jasa dan fasilitas umum. Perdagangan dan jasa pada jalan ini didominasi oleh ruko-ruko seperti restoran, toko klontong, bank, dan pasar yang merupakan tarikan terbesar. Penggunaan lahan fasilitas umum di jalan ini terdapat dua jenis, yaitu sekolah dan kantor polisi. Jenis penggunaan lahan yang berada di pinggir jalan Kembang Jepun hanya ada satu jenis yakni jenis perdagangan dan jasa. Sama halnya dengan jalan Kapasas, bentuk dari jenis perdagangan dan jasa ini adalah restoran, toko klontong, bank, dan lain-lain. Jenis penggunaan lahan pada jalan Rajawali terdapat tiga jenis yakni fasilitas umum, taman kota, dan perdagangan dan jasa.

Menurut RDTRK UP Tanjung Perak, Jalan Kembang Jepun dan Jalan Rajawali merupakan Pusat kegiatan perdagangan dan jasa dengan skala kota. Maka dari itu banyak pergerakan yang terjadi di koridor ini karena ketiga segmen jalan tersebut mempunyai tarikan dan bangkitan berupa perdagangan dan jasa.

Persebaran penggunaan lahan yang pada koridor dapat dilihat pada peta berikut.

226000 000000

227000 000000

228000 000000



DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

ARAHAN PENATAAN RUANG HIJAU PADA
KORIDOR JL. KAPASAN HINGGA JL. RAJAWALI
UNTUK MEREDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA (CO₂)
DARI KEGIATAN ON ROAD TRANSPORTATION

PETA PENGGUNAAN LAHAN

Legenda

- Batas Wilayah Perencanaan
- Batas Kecamatan
- Jalan
- Perdagangan dan Jasa
- Permukiman
- RTH
- Sungai
- Fasilitas Umum

INSET PETA

SKALA PETA

1:12.500

Proyeksi: Transverse Mercator
Sistem Grid: Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal: WGS 1984 UTM Zone 49s

Sumber Peta:
- RDTR UP Tunjungan (2011)
- RDTR UP Tanjung Perak (2011)
- Survei Primer

700000 000000

699000 000000



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.3 Karakteristik Lalu Lintas

A. Fungsi Jaringan Jalan

Berdasarkan Perda Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya, koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali ditetapkan sebagai jalan arteri sekunder. Jalan arteri sekunder adalah Jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Jalan arteri sekunder memiliki peran pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota.

Berdasarkan MKJI (1997), koridor jalan teridentifikasi dalam 2 tipe jalan yaitu jalan empat lajur dua arah terbagi dengan median (4/2 UD) pada Jalan Kapasan dan jalan satu arah (3/1) pada Jalan Rajawali dan Jalan Kembang Jepun. Berikut merupakan gambar tipe jalan pada koridor penelitian.

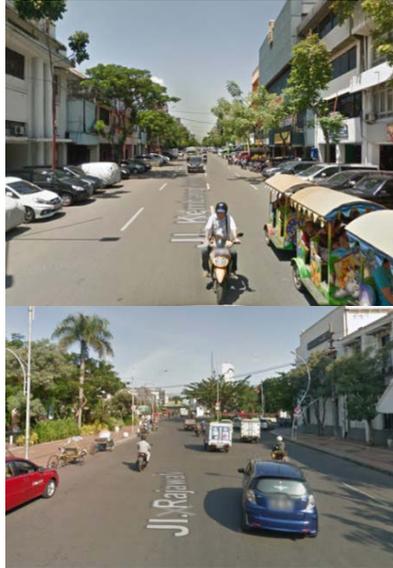


Gambar 4. 1 Jalan Kapasan (4/2 UD)

Sumber: maps.google.com

Jalan kapasan merupakan jalan 2 jalur dan memiliki 2 lajur pada masing-masing arahnya. Selain itu, terdapat pemisah jalan berupa median jalan yang ditanami oleh tanaman penghias jenis pucuk merah (*Oleina syzygium*) pada sepanjang jalan. Maka

dari itu jalan Kapasan merupakan jalan 2 jalur 4 lajur dan dipisahkan oleh median jalan (4/2 UD).



Gambar 4.2 Jalan Kembang Jepun dan Rajawali (4/1)

Sumber: maps.google.com

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, Jalan Kembang Jepun dan Jalan Rajawali merupakan jalan 4 lajur dan hanya satu arah saja dan tanpa adanya pembatas jalan. Dengan demikian, kode yang sesuai untuk kedua jalan ini menurut MKJI (1997) adalah kode 4/1 (4 lajur dan 1 arah).

B. Kondisi Lalu Lintas

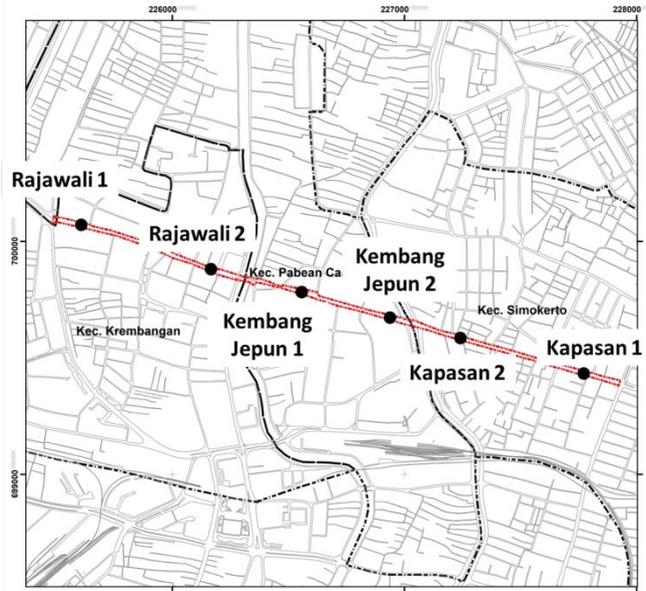
Koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali merupakan koridor jalan dengan konsentrasi penggunaan lahan sekitarnya mayoritas perdagangan dan jasa skala regional. Pola Ruang perdagangan dan jasa ini membentuk pola linier mengikuti

jaringan jalan dan konsentrik atau terpusat. Maka dari itu, banyak terjadi pergerakan orang dan barang pada koridor ini dengan menggunakan kendaraan bermotor terutama pada jam puncak.

Jam puncak pada masing-masing jalan diidentifikasi dari hasil *traffic counting* selama 6 jam dengan klasifikasi kendaraan yang berbeda yakni pada jam 7 pagi hingga jam 10 pagi, pada siang hari jam 12 hingga jam 2 siang, dan pada sore hari pada jam 4 sore hingga jam 6 sore. Hari yang diambil adalah pada hari kerja (*workdays*) dengan mengambil sample hari Selasa hingga Jumat (27 Februari hingga Maret 2018).

Klasifikasi kendaraan yang diamati pada penelitian ini yaitu: sepeda motor, mobil penumpang dengan bahan bakar bensin dan solar, bus/truk kecil, truk besar dan bis besar. Pengklasifikasian jenis kendaraan ini dilakukan karena setiap jenis kendaraan memiliki faktor emisi dan konsumsi energi spesifik yang berbeda, sehingga komposisi masing-masing klasifikasi kendaraan akan mempengaruhi besar kecilnya emisi gas yang akan dihasilkan.

Traffic counting ini dilakukan pada 6 titik, yaitu: titik traffic counting Kapasan 1 dan 2, Kembang Jepun 1 dan 2 serta Rajawali 1 dan 2. Titik-titik tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.3 Titik Traffic Counting

Sumber: Penulis, 2018

Berdasarkan titik-titik *traffic counting* diatas, maka berikut merupakan kondisi lalu lintas pada saat pengambilan sampel.

Tabel 4.2 Kondisi Lalu Lintas Koridor Studi

Jalan	Pagi (07.00-09.00)	Siang (12.00-14.00)	Sore (16.00-18.00)
Kapasas			
Kembang Jepun			
Rajawali			

Sumber: Survey Primer, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.4 Ruang Terbuka Hijau Eksisting

Jenis RTH yang terdapat pada koridor penelitian didominasi oleh jenis RTH publik. RTH publik mencakup taman dan cagar, lapangan olah raga, daerah riparian seperti sungai dan tepi sungai, jalur hijau dan jalan setapak, kebun masyarakat, pohon jalanan, dan kawasan konservasi alam, serta ruang yang kurang konvensional seperti dinding hijau, gang hijau, dan TPU (Roy, *et al.*, 2012). Tetapi, pada koridor penelitian hanya terdapat taman kota dan jalur hijau. Berikut merupakan persebaran RTH pada koridor studi.

Tabel 4.3 Persebaran RTH Publik Pada Koridor

No	Nama	Jenis RTH	Lokasi	Luas (m ²)
1	Jayengrono	Taman Kota	Jl. Rajawali	5.231,00
2	Rot. Jembatan Merah	Jalur hijau	Jl. Rajawali	87,51
3	Rajawali	Jalur Hijau	Jl. Rajawali	1.728,00
4	Rot. Kapasan	Jalur Hijau	Jalan Kapasas	63.68

Sumber: RDTRK UP Tunjungan dan Tanjung Perak

Seperti yang terlihat pada tabel diatas, bahwa sepanjang koridor studi hanya terdapat satu taman kota yaitu Taman Jayengrono yang terletak di jalan rajawali (di depan Jembatan Merah Plaza) dengan luas sebesar 5.231,00 m² dan merupakan RTH terluas di sepanjang koridor studi. Selain itu terdapat juga jalur hijau pada Jalan Rajawali dengan luas 87,51 m², jalur hijau ini terletak di sepanjang jalan Rajawali dengan berbagai macam jenis tanaman. Untuk Jalan Kapasan terdapat jalur hijau berupa rot. Kapasan dengan luas 63,68m² dengan berbagai jenis tanaman.

A. RTH Jalan Kapasan

Berdasarkan jenis jalannya, Jalan Kapasan ini merupakan jalan empat lajur dua arah terbagi dengan median (4/2 UD). Hal ini mengindikasikan bahwa letak jalur hijau pada jalan Kapasan ini ada di dua tempat yaitu pada median jalan dan pada pinggir jalan. Jenis tanaman yang terdapat pada median jalan adalah jenis tanaman pucuk merah (*Oleina syzygium*) dan terletak di sepanjang median koridor dengan jumlah 75 tanaman. Sedangkan, jenis tanaman lainnya selain pucuk merah terdapat pada pinggir jalan seperti bintangoro, trembesi, angsana, palem ekor tupai, bambu cina, tanjung, mahoni, dan beringin. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat di Tabel 1 Lampiran D.

B. RTH Jalan Kembang Jepun

Jenis RTH yang terdapat pada Jalan Kembang Jepun merupakan jenis jalur hijau dengan jenis tanaman yang beragam dengan daya serap terhadap CO₂ yang berbeda-beda. Berdasarkan tipe jalannya, Jalan Kembang Jepun merupakan jalan satu arah (3/1). Hal ini mengindikasikan bahwa letak jalur hijau pada jalan Kembang Jepun ada terletak pada pinggir jalan saja. Jenis tanaman yang berada pada jalan ini antara lain: trembesi (*Samanea saman*), angsana (*Pterocarpus indicus*), tanjung (*Mimusops elengi*), palem ekor tupai (*Wodyetia bifurcata*), bintangoro (*Cerbera manghas*), dan beringin (*Ficus benjamina*). Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat di Tabel 2 Lampiran D.

C. RTH Jalan Rajawali

Berdasarkan data yang didapatkan dari DKRTH Kota Surabaya bahwa jenis RTH pada Jalan Rajawali terbagi menjadi dua, yaitu jalur hijau dan taman kota. Sama seperti jalan Kembang Jepun bahwa tipe jalan Rajawali adalah jalan satu arah yang tidak dipisahkan oleh median jalan (1/3). Hal ini membuat

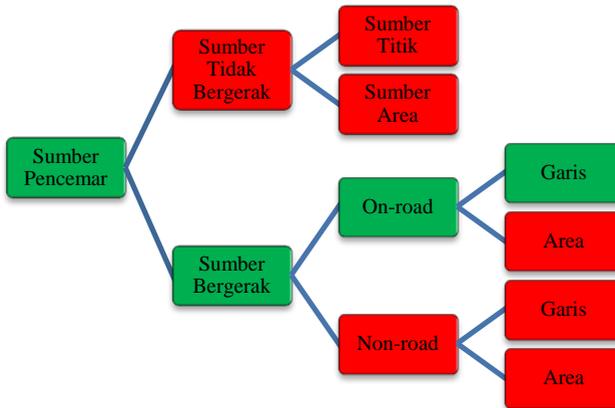
jalur hijau yang berada pada jalan Rajawali berada pada pinggir jalan di sepanjang jalan. Jenis-jenis tanaman pada jalur hijau di jalan Rajawali ini beragam diantaranya seperti trembesi (*Samanea saman*), angsana (*Pterocarpus indicus*), pucuk merah (*Oleina syzygium*), tanjung (*Mimusops elengi*), dan lain sebagainya seperti pada Tabel 3 Lampiran D.

Jenis RTH yang berikutnya adalah taman kota yaitu Taman Jayengrono. Taman Jayengrono merupakan lahan terbuka yang berfungsi sosial dan estetis sebagai sarana kegiatan rekreasi, edukasi atau kegiatan lain yang terbagi dalam skala lingkungan hingga kota. Taman ini mempunyai luas 5.231m² yang mempunyai dua elemen yaitu elemen *softscape* dan *hardscape*. Elemen *softscape* biasanya terdiri dari jenis tanaman yang digunakan sedangkan elemen *hardscape* terdiri dari bebatuan yang sering dipakai sebagai pendukung keindahan taman. Karena keterbatasan data, maka perhitungan komposisi *hardscape* dan *softscape* dilakukan melalui pendekatan *google earth*. Hasil dari pendekatan ini menyatakan bahwa komposisi *hardscape* pada taman ini adalah 1.882m² sedangkan bagian *softscape* nya adalah 3.349m².



Gambar 4.4 Taman Jayengrono
Sumber: Survey Primer, 2018

4.2 Identifikasi Sumber Emisi Gas CO₂



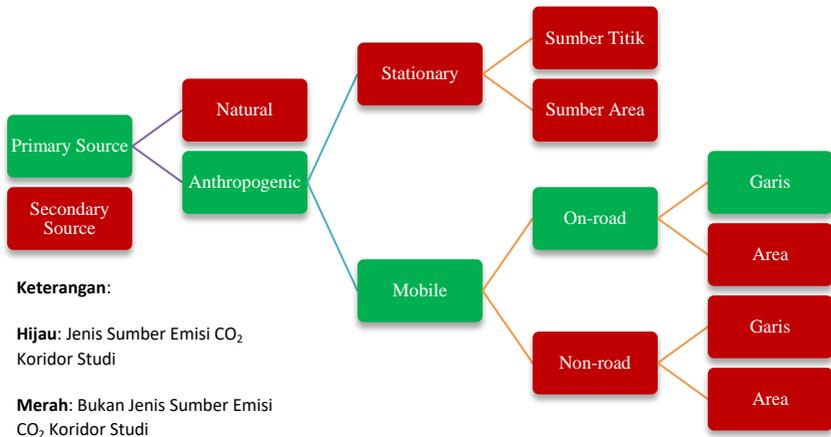
Gambar 4.5 Kategori Sumber Pencemar Udara pada Koridor Penelitian

Sumber: Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan

Berdasarkan lingkup pembahasan, perumusan arahan penataan ruang hijau untuk mereduksi gas CO₂ berasal dari on road transportation. Hal ini mengindikasikan bahwa kategori sumber pencemar udara (dalam hal ini adalah gas CO₂) menurut pedoman teknis penyusunan inventarisasi emisi adalah sumber bergerak di jalan raya (*on-road*) seperti mobil, truk, sepeda motor. Pada penelitian ini sumber bergerak di jalan raya (*on road*) difokuskan pada kendaraan bermotor antara lain: sepeda motor, mobil penumpang dengan bahan bakar bensin, mobil penumpang dengan bahan bakar solar, truk/bus kecil, truk besar dan bus besar. Berdasarkan lingkup wilayah, perumusan arahan penataan ruang hijau ini merupakan koridor Jl. Kapasan hingga Jl. Rajawali. Hal ini mengindikasikan bahwa emisi gas CO₂ secara

individu maupun kolektif membentuk “garis” sepanjang ruas jalan di wilayah inventarisasi dan terdapat data aktivitas kendaraan/transporasi pada ruas jalan di koridor ini.

Sedangkan, menurut Phalen, R. F., & Phalen., R. N (2013) sumber ini termasuk ke dalam sumber primer yang berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic*) yang di dalam hal ini adalah kegiatan *on road transportation* dan bersifat *mobile* (bergerak). Dari identifikasi sumber gas menurut kedua literatur tersebut, maka pembahasan dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.6 Identifikasi Sumber Emisi CO₂ Koridor Studi

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 4.5, apabila kedua literatur terkait jenis sumber pencemar udara dalam koridor studi dikolaborasikan, maka dapat disimpulkan bahwa emisi gas yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor merupakan polutan primer karena substansi pencemar CO₂ langsung dibuang dari kendaraan bermotor tersebut. Emisi gas CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor merupakan sumber *anthropogenic*, yaitu sumber yang

berasal dari kegiatan manusia, dimana dalam hal ini adalah mengendarai kendaraan bermotor. Dalam penjelasan US EPA (2010), kegiatan *on road transportation* merupakan sumber mobile karena kegiatan *on road transportation* bergerak secara dinamis. Sedangkan, dilihat dari lingkup wilayahnya secara individu maupun kolektif membentuk “garis” sepanjang ruas jalan di wilayah inventarisasi dan terdapat data aktivitas kendaraan/transporasi pada ruas jalan di koridor studi.

Tinggi atau rendahnya emisi gas yang dihasilkan dari sumber emisi bergerak terutama pada kegiatan *on road transport* dilihat dari jenis dan banyaknya kendaraan yang melewati koridor penelitian melalui *traffic counting* yang sudah dilakukan. Faktor lainnya dapat dipicu dari banyaknya *traffic light* dan persimpangan yang akan menimbulkan volume antrian dalam keadaan diam (*idle*) semakin banyak. Menurut hasil penelitian Gunwan dan Budi (2017) konsumsi BBM kendaraan dalam keadaan diam (*idle*) sangat signifikan dibanding konsumsi BBM saat mobil bergerak atau berakselerasi. Konsumsi BBM yang cukup besar juga menghasilkan emisi CO₂ yang tinggi. Meskipun lampu lalu-lintas sanggup mengatur volume lewatan mobil menjadi relatif lancar, namun jika terjadi antrian akan menghasilkan emisi CO₂ yang signifikan. Hasil dari identifikasi sumber emisi gas ini akan mempengaruhi metode perhitungan emisi gas yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang akan menunjukkan tinggi atau rendahnya emisi gas pada koridor studi.

4.3 Perhitungan Jumlah Emisi Gas CO₂

Perhitungan jumlah emisi gas CO₂ di koridor dimulai dengan mengidentifikasi jam puncak pada masing-masing titik survey. Jam puncak ini didapatkan dari volume kendaraan masing-masing titik setiap jamnya. Volume kendaraan yang

dimaksud adalah jumlah kendaraan per jenis yang sudah dikonversikan satuannya menjadi smp/jam. Hal ini bertujuan agar emisi gas yang dihasilkan masing-masing jenis kendaraan bermotor dapat diakumulasikan karena mempunyai satuan yang sama.

Untuk menkonversi satuan jumlah kendaraanya maka perlu diketahui jumlah lalu lintas per jalurnya terlebih dahulu. Berikut jumlah lalu lintas per lajur pada masing-masing titik survey (jumlah kendaraan secara detail dapat dilihat pada Lampiran E).

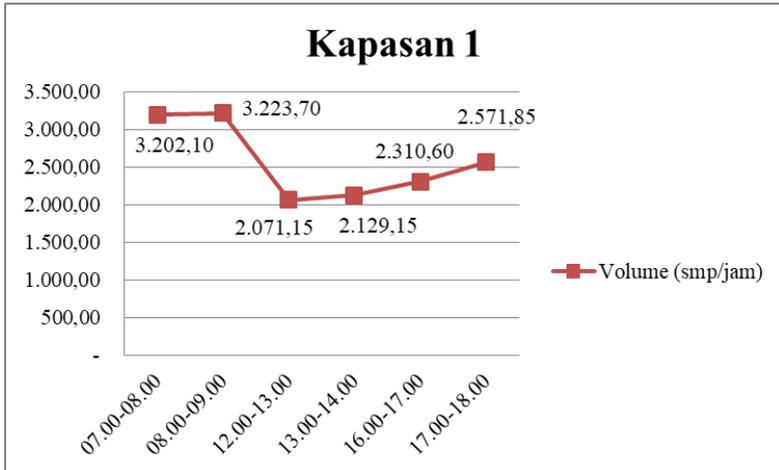
Tabel 4.4 Jumlah Lalu Lintas Per Jalur

Titik		Jumlah Lalu Lintas/jalur (Kendaraan/Jam)					
		07.00-08.00	08.00-09.00	12.00-13.00	13.00-14.00	16.00-17.00	17.00-18.00
Kapasan 1	Masuk	3.950	4.094	2.553	2.519	2.284	1.958
	Keluar	2.746	2.709	2.990	3.158	3.991	5.357
Kapasan 2	Masuk	3.719	3.654	3.514	3.538	5.211	4.434
	Keluar	2.393	2.403	2.350	2.432	2.338	1.671
Kembang Jepun 1		3.950	4.094	5.676	5.484	6.664	5.395
Kembang Jepun 2		2.746	2.709	4.312	4.650	4.300	4.180
Rajawali 1		5.506	5.811	5.224	5.071	9.397	9.166
Rajawali 2		4.031	4.220	3.641	4.081	8.198	6.007

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Selanjutnya, untuk menkonversi jumlah lalu lintas diatas menjadi satuan smp/jam, maka jumlah lalu lintas setiap jenis kendaraan dikalikan dengan konstanta Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) dengan berdasarkan MKJI 1997 pada Tabel 3.6. Setelah mengetahui EMP yang sesuai dengan masing-masing klasifikasi, maka selanjutnya mengalikan EMP dengan hasil

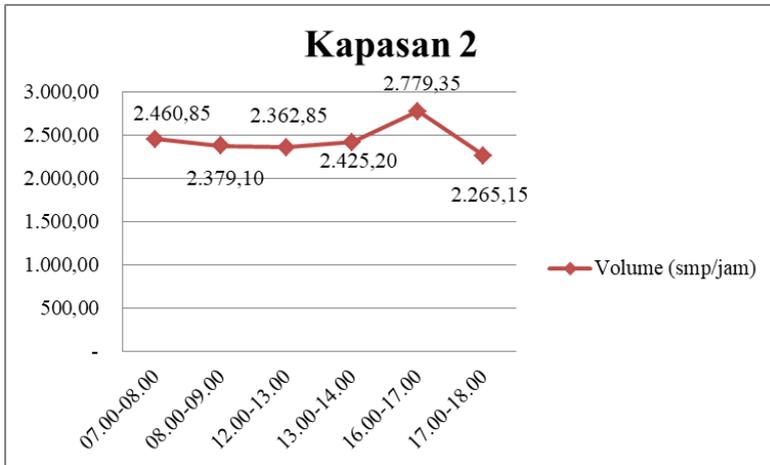
traffic counting pada masing-masing titik survey. Berikut merupakan volume kendaraan dari hasil traffic counting yang telah dikonversikan satuannya menjadi smp/jam.



Gambar 4.7 Volume Kendaraan Titik Kapasian 1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

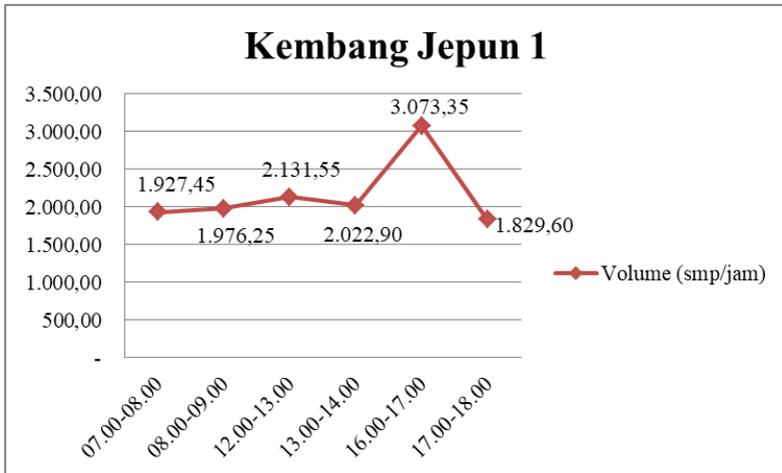
Berdasarkan Gambar 4.6, dapat diketahui bahwa jam puncak pada titik Kapasian 1 berada pada sore hari di jam 08.00-09.00. Volume totalnya adalah sebanyak 3.223,7 smp/jam dengan komposisi 1199,5 smp/jam pada sepeda motor, 877 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar bensin, 290 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar solar, 742 smp/jam pada truk/bis kecil, dan 115,2 smp/jam pada truk besar.



Gambar 4.8 Volume Kendaraan Titik Kapasas 2

Sumber: Hasil Analisis, 2018

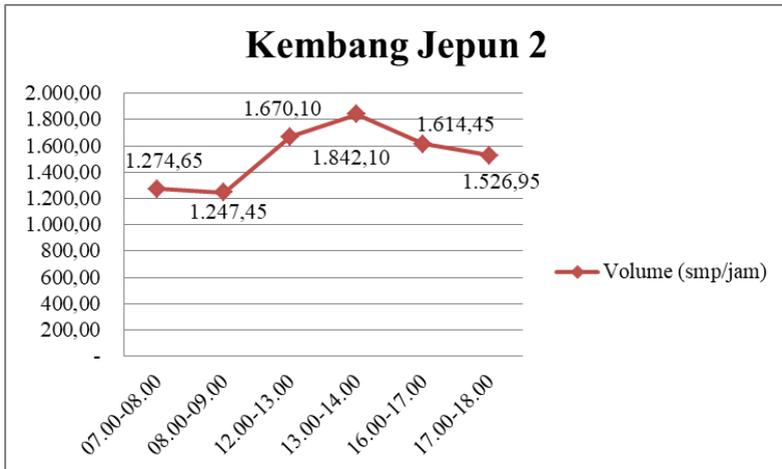
Berdasarkan Gambar 4.7, dapat diketahui bahwa jam puncak pada titik Kapasas 2 berada pada sore hari di jam 16.00-17.00. Volume totalnya adalah sebanyak 2.779,35 smp/jam dengan komposisi 1591,75 smp/jam pada sepeda motor, 827 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar bensin, 229 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar solar, 98 smp/jam pada truk/bis kecil, 32,4 smp/jam pada truk besar, dan 1,2 smp/jam pada bus besar.



Gambar 4.9 Volume Kendaraan Titik Kembang Jepun 1

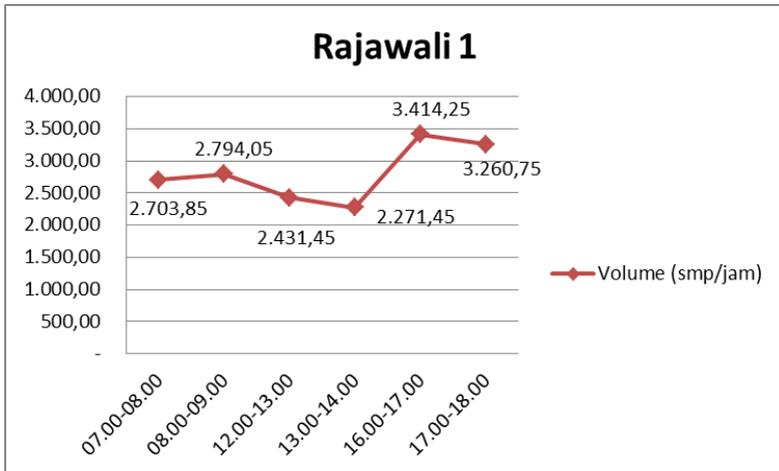
Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 4.8, dapat diketahui bahwa jam puncak pada titik Kembang Jepun 1 berada pada sore hari di jam 16.00-17.00. Volume totalnya adalah sebanyak 3.073,35 smp/jam dengan komposisi 1203,75 smp/jam pada sepeda motor , 1456 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar bensin, 103 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar solar, 187 smp/jam pada truk/bis kecil, dan 123,6 smp/jam pada truk besar.



Gambar 4.10 Volume Kendaraan Titik Kembang Jepun 2
Sumber: Hasil Analisis, 2018

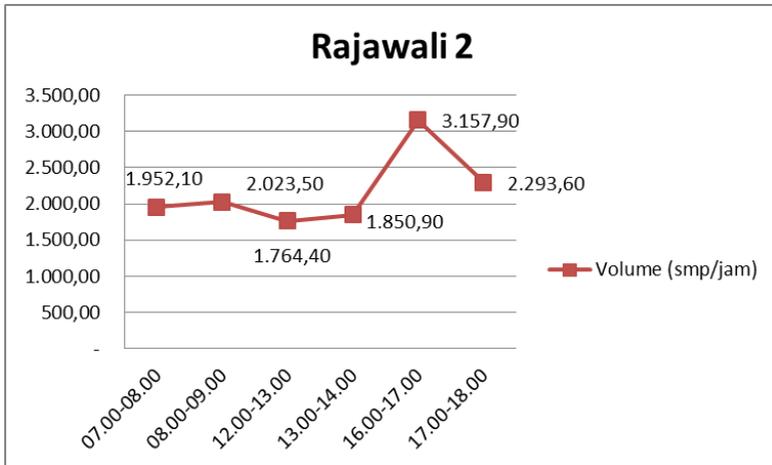
Berdasarkan Gambar 4.9, dapat diketahui bahwa jam puncak pada titik Kembang Jepun 2 berada pada sore hari di jam 13.00-14.00. Volume totalnya adalah sebanyak 1.842,10 smp/jam dengan komposisi 936,54 smp/jam pada sepeda motor 467 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar bensin, 280 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar solar, 149 smp/jam pada truk/bis kecil, 8,4 smp/jam pada truk besar, dan 1,2 smp/jam pada bus besar.



Gambar 4.11 Volume Kendaraan Titik Rajawali 1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 4.10, dapat diketahui bahwa jam puncak pada titik Rajawali 1 berada pada sore hari di jam 16.00-17.00. Volume totalnya adalah sebanyak 3.414,25 smp/jam dengan komposisi 1998,25 smp/jam pada sepeda motor, 1021 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar bensin, 160 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar solar, 163 smp/jam pada truk/bis kecil, 54 smp/jam pada truk besar, dan 18 smp/jam pada bus besar.



Gambar 4.12 Volume Kendaraan Titik Rajawali 2

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan gambar Gambar 4.11, dapat diketahui bahwa jam puncak pada titik Raajawali 2 berada pada sore hari di jam 16.00-17.00. Volume totalnya adalah sebanyak 3.157,90 smp/jam dengan komposisi 1682,5 smp/jam pada sepeda motor, 1069 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar bensin, 245 smp/jam pada mobil dengan bahan bakar solar, 117 smp/jam pada truk/bis kecil, 31,2 smp/jam pada truk besar, dan 13,2 smp/jam pada bus besar.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa masing-masing titik sampel mempunyai jam puncak sebagai berikut:

- Titik Kapasan 1 pada jam 08.00-09.00
- Titik Kapasan 2 pada jam 16.00-17.00
- Titik Kembang Jepun 1 pada jam 16.00-17.00
- Titik Kembang Jepun 2 pada jam 13.00-14.00
- Titik Rajawali 1 pada jam 16.00-17.00

- Titik Rajawali 2 pada jam 16.00-17.00

Berdasarkan kesimpulan tersebut, maka perhitungan emisi gas dilakukan menurut jam puncak diatas karena merupakan jam dengan kendaraan terpadat selama 6 jam survey. Dengan demikiann arahan ruang hijau yang dibuat mampu untuk menyerap CO₂ pada kondisi maksimum berdasarkan hasil *traffic counting*.

Setelah mengetahui jam puncak, maka selanjutnya adalah menghitung beban emisi yang dikeluarkan pada masing-masing kendaraan pada jam puncak dengan menggunakan rumus:

$$Q = Ni \times Fei \times Ki \times L$$

Keterangan:

Keterangan:

Q = Jumlah emisi (gram/jam)

Ni = Volume kendaraan bermotor tipe-i (smp/jam)

Fei = Faktor emisi lokal kendaraan bermotor tipe-i (gram/liter) dapat dilihat pada Tabel 3.7

Ki = Konsumsi energy spesifik kendaraan bermotor tipe- (liter/km) dapat dilihat pada Tabel 3.7

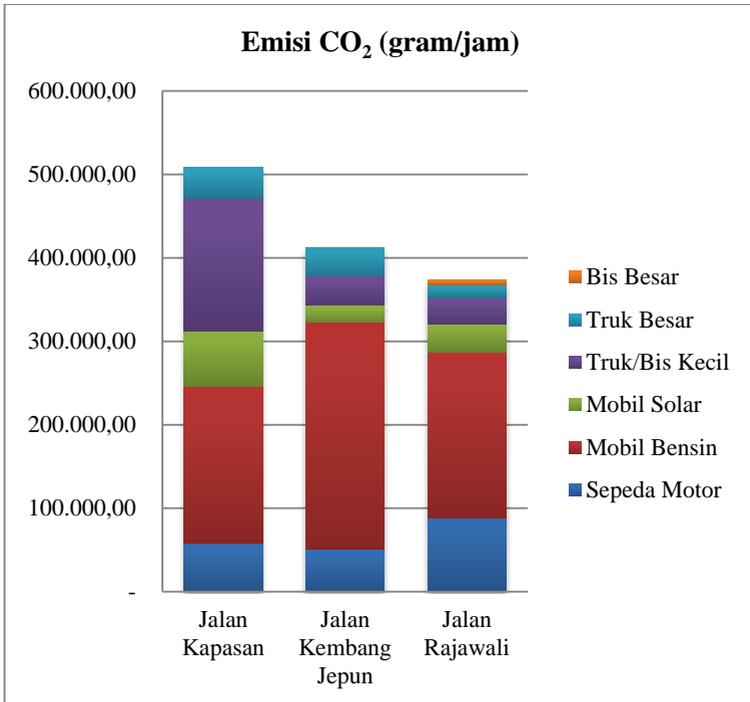
L = Panjang jalan (km) dapat dilihat pada Tabel 3.8

Dengan melihat input data diatas, maka perhitungan beban emisi masing-masing kendaraan dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.5 Emisi Gas CO₂ pada Koridor Studi

Jenis Kendaraan	Emisi CO ₂ (gram/jam)		
	Jalan Kapasan	Jalan Kembang Jepun	Jalan Rajawali
Sepeda Motor	58.034,68	50.709,93	88.009,89
Mobil Bensin	188.069,81	271.863,07	199.314,81
Mobil Solar	66.411,85	20.537,81	33.355,07
Truk/Bis Kecil	159.152,98	34.923,83	31.826,79
Truk Besar	36.739,07	34.321,28	15.677,03
Bis Besar	-	-	5.579,12
Total Emisi	508.408,38	412.355,92	373.762,71

Sumber: Hasil Analisis, 2018



Gambar 4.13 Grafik Emisi Gas CO₂ Pada Koridor Studi

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Menurut Tabel 4.5 dan Gambar 4.12 terlihat bahwa emisi yang paling besar terdapat pada jalan Kapasan yaitu sebanyak 508.408,38 gram/jam lalu jalan Kembang Jepun sebanyak 412.355,92 gram/jam dan yang terkecil adalah jalan Rajawali dengan emisi CO₂ sebanyak 373.762,71 gram/jam. Seperti yang terlihat pada gambar diatas, bahwa jenis kendaraan yang mengeluarkan emisi yang paling besar adalah mobil dengan bahan bakar bensin dan yang terkecil adalah bus besar karena di beberapa jalan tidak terdapat bus besar pada jam puncak yang disurvei. Hal ini diakibatkan karena volume mobil dengan

kendaraan dengan bahan bakar bensin lebih tinggi dibandingkan volume kendaraan jenis lainnya terutama jenis sepeda motor yang hanya memiliki EMP sebanyak $\frac{1}{4}$ nya saja (paling kecil dibandingkan jenis lain). Dengan demikian, hasil perhitungan emisi gas ini akan digunakan sebagai input untuk membuat arahan penataan ruang hijau yang sesuai dengan sisa emisi dan kondisi eksisting koridor.

4.4 Arahan Penataan Ruang Hijau

4.4.1 Daya Serap RTH Eksisting

A. Jalan Kapasan

Seperti yang sudah dijelaskan, bahwa jenis RTH yang pada jalan Kapasan adalah jalur hijau dengan komposisi berbagai jenis tanaman yang dapat menyerap CO₂. Identifikasi jalur hijau pada jalan Kapasan dilakukan dengan menghitung jumlah setiap tanaman yang berada pada sepanjang jalan ini. Adapun jenis-jenis tanaman yang dapat menyerap CO₂ pada jalan ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6 Jenis Tanaman Pada Jalur Hijau Jalan Kapasan

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Daya Serap (gram/jam)	Jumlah	Total Daya Serap (gram/jam)
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	96,90	32	3.100,80
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	3.252,10	30	97.563,00
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	310,52	11	3.415,72
Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	0,39	13	5,07
Bambu Cina	<i>Bambusa multiplex</i>	0,39	1	0,39

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Daya Serap (gram/jam)	Jumlah	Total Daya Serap (gram/jam)
Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	155,58	75	11.668,50
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	67,58	9	608,22
Mahoni	<i>Swietenia macrophyta</i>	3.112,43	2	6.224,86
Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	1146,51	1	1.146,51
Jumlah				123.733,07

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Seperti yang terlihat pada Tabel 4.6 bahwa total kemampuan penyerapan dari jumlah masing-masing jenis tanaman di Jalan Kapasan adalah 123.733,07 gram/jam. Jenis tanaman dengan total daya serap terbesar adalah jenis trembesi (*Samanea saman*) yaitu sebesar 97.563,00 gram/jam nya. Selain itu, tanaman jenis trembesi mempunyai daya serap terbaik diantara jenis tanaman-tanaman lainnya pada jalan ini sehingga dengan jumlahnya yang cukup banyak maka akan mempunyai daya serap yang tinggi juga. Sedangkan, jenis tanaman yang mempunyai total daya serap paling rendah adalah bambu cina (*Bambusa multiplex*) yaitu sebesar 0,39 gram/jam dengan jumlah tanaman hanya satu saja.

B. Jalan Kembang Jepun

Jenis RTH yang terdapat pada Jalan Kembang Jepun merupakan jenis jalur hijau dengan jenis tanaman yang beragam dengan daya serap terhadap CO₂ yang berbeda-beda. Berdasarkan tipe jalannya, Jalan Kembang Jepun merupakan jalan satu arah (3/1). Hal ini mengindikasikan bahwa letak jalur hijau pada jalan Kembang Jepun ada terletak pad pinggir jalan saja.

Jenis tanaman yang berada pada jalan ini antara lain: trembesi (*Samanea saman*), angšana (*Pterocarpus indicus*), tanjung (*Mimusops elengi*), palem ekor tupai (*Wodyetia bifurcata*), bintaro (*Cerbera manghas*), dan beringin (*Ficus benjamina*). Berikut merupakan total daya serap yang dihasilkan jalur hijau pada setiap tanaman yang berada di Jalan Kembang Jepun.

Tabel 4.7 Jenis Tanaman Pada Jalur Hijau Jalan Kembang Jepun

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Daya Serap (gram/jam)	Jumlah	Total Daya Serap (gram/jam)
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	3,252.10	31	100,815.10
Angšana	<i>Pterocarpus indicus</i>	310.52	22	6,831.44
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	67.58	28	1,892.24
Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	0.39	3	1.17
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	67.58	14	946.12
Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	1,146.51	1	1,146.51
Total				111,632.58

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan **Tabel 4.7**, dapat dilihat bahwa total daya serap yang dapat dilakukan oleh jenis-jenis tanaman yang berada di Jalan Kembang Jepun adalah sebesar 111.632,58 gram/jam. Jenis tanaman dengan daya serap terbesar adalah trembesi (*Samanea saman*) yaitu sebanyak 100.815,10 gram/jam. Hal ini diakibatkan karena daya serap per satu tanaman trembesi merupakan daya serap terbesar dibandingkan dengan daya serap jenis lainnya dan dengan jumlah yang paling banyak dari jenis

lainnya yaitu 31 tanaman maka akan menghasilkan total daya emisi yang paling besar. Sedangkan, jenis tanaman yang memiliki total daya serap yang paling rendah adalah jenis palem ekor tupai (*Wodyetia bifurcata*) yaitu sebesar 1,17 gram/jam dengan jumlah 3 tanaman dan daya serap per tanamannya sebesar 0,39 gram/jam.

C. Jalan Rajawali

Seperti yang sudah dijelaskan, jenis RTH yang berada di jalan Rajawali terdapat dua jenis yaitu jalur hijau dan taman kota dengan berbagai macam jenis tanaman penyerap CO₂. Letak kedua jenis RTH ini ada di sepanjang pinggir jalan Rajawali kecuali taman Jayengrono yang hanya terletak titik Rajawali 2.

Pendekatan yang digunakan untuk menghitung daya serap masing-masing jenis tanaman dilakukan dengan dua acara yakni dengan menghitung setiap jenis tanaman pada RTH jenis jalur hijau. Sedangkan pada RTH jenis taman kota (Taman Jayengrono) akan dihitung berdasarkan luasan *hardscape* dan *softscape*-nya dengan bantuan *google earth*. Namun demikian, output dari pendekatan yang dilakukan untuk menghitung daya serap pada Taman Jayengrono ini tidak berupa daya serap per jenis, tetapi daya serap per luasan *softscape*-nya. Berikut merupakan daya serap jalur hijau dan taman Jayengrono.

Tabel 4.8 Jenis Tanaman Pada Jalur Hijau Jalan Rajawali

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Daya Serap (gram/jam/)	Jumlah	Total Daya Serap (gram/jam)
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	3252,1	41	133.336,1
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	310,52	18	5.589,36
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	67,58	34	2.297,72
Palem	<i>Wodyetia</i>	0,39	6	2,34

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Daya Serap (gram/jam/)	Jumlah	Total Daya Serap (gram/jam)
Ekor Tupai	<i>bifurcata</i>			
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	67,58	15	1.013,7
Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	155,58	10	1.555,8
Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	24,2	16	387,2
Total				144.182,22

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan **Tabel 4.8**, dapat dilihat bahwa total kemampuan daya serap pada RTH jenis jalur hijau di Jalan Rajawali adalah sebesar 144.182,22 gram/jam. Jenis vegetasi yang mempunyai daya serap terbesar adalah jenis Trembesi (*Samanea saman*) dengan jumlah sebanyak 41 tanaman dan menghasilkan total daya serap sebanyak 133.336,1 gram/jam. Sedangkan, jenis tanaman yang memiliki total daya serap paling sedikit adalah jenis palem ekor tupai (*Wodyentia bifurcata*) dengan jumlah sebanyak 6 tanaman dan menghasilkan total daya serap sebanyak 2,34 gram/jam.

Selanjutnya adalah perhitungan daya serap emisi CO₂ pada taman Jayengrono dari hasil perhitungan komposisi hardscape dan softscape melalui pendekatan google earth. Kelemahan dari pendekatan ini adalah komposisi yang dihitung tidak spesifik sampai komposisi tanaman hias/ semak belukar dan padang rumputnya. Jadi, daya serap yang didapatkan hanya berasal dari pepohonan saja. Setelah mengetahui bahwa komposisi luas softscape taman adalah 3.349 m² (0,3349 ha) maka dapat diketahui bahwa daya serap CO₂ nya adalah 0,3349 ha dikalikan dengan 129,92 kg/ha.jam (Prasetyo dalam

Timambunan, 2006) yaitu, 43,5102 kg/jam atau 43.510,20 gram/jam. Maka, total kemampuan daya serap CO₂ pada Jalan Rajawali setelah diakumulasikan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.9 Daya Serap RTH Jalan Rajawali

Jenis RTH	Daya Serap CO ₂ (gram/jam)
Jalur Hijau	144.182,22
Taman Kota (Taman Jayengrono)	43.510,20
Total	187.692,42

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Dengan demikian, kemampuan penyerapan CO₂ pada jalan rajawali adalah 187.692,42 gram/jam dengan komposisi 144.182,22 gram/jam pada RTH jenis jalur hijau dan 43.510,20 pada RTH jenis taman kota (Taman Jayengrono).

4.4.2 Kebutuhan Ruang Hijau

Hasil dari perhitungan emisi gas CO₂ yang berasal dari kendaraan bermotor dan daya serap RTH eksisting merupakan input untuk mengetahui sisa emisi gas yang dihasilkan sehingga dapat terlihat kebutuhan ruang hijau yang dibutuhkan pada masing-masing segmen jalan. Berikut merupakan sisa emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor yang tidak diserap oleh RTH eksisting.

Tabel 4.10 Sisa Emisi CO₂

Jalan	Emisi Gas CO ₂ (gram/jam)	Daya Serap RTH Eksisting (gram/jam)	Sisa Emisi CO ₂ (gram/jam)
Kapasan	508.408,38	123.733,07	384.675,31
Kembang Jepun	412.355,92	111.632,58	300.723,34
Rajawali	373.762,71	187.692,42	186.070,29

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Menurut Tabel 4.10, dapat disimpulkan bahwa masing-masing segmen jalan mempunyai sisa emisi yang berbeda-beda. Segmen jalan yang mempunyai sisa emisi paling sedikit adalah jalan Rajawali yaitu sebesar 186.070,29 gram/jam. hal ini diakibatkan karena emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor ini paling kecil diantara ketiga jalan dan mempunyai kemampuan penyerapan emisi yang paling besar. Kemudian sisa emisi terkecil setelah jalan Rajawali adalah Jalan Kembang Jepun yaitu sebesar 300.723,34 gram/jam. Selanjutnya, jalan dengan sisa emisi paling besar adalah Jalan Kapasan yaitu sebesar 384.675,31 gram/jam. Hal ini diakibatkan karena perbedaan yang signifikan antara emisi gas yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan daya serap yang dimiliki oleh jalur hijau pada jalan ini.

Perhitungan kebutuhan luas ruang hijau pada ketiga segmen jalan ini dilakukan dengan membagi sisa emisi gas CO₂ (gram/jam) yang terdapat pada masing-masing segmen jalan dengan kemampuan daya serap pohon menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006) dalam satuan gram/jam.ha. Karena menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006) 1 ha pohon dapat menyerap 129,92 kg/ha.jam atau 129.920 gram/ha.jam, maka didapatkan masing-masing segmen jalan memerlukan luasan ruang hijau sebagai berikut.

Tabel 4.11 Kebutuhan Penambahan Luas Ruang Hijau

Jalan	Sisa Emisi CO ₂ (gram/jam)	Daya Serap Pohon terhadap gas CO ₂ (gram/jam.Ha)	Kebutuhan Penambahan Luas Ruang Hijau (Ha)
Kapasan	384.675,31	129.920	2,96
Kembang Jepun	300.723,34		2,31
Rajawali	186.070,29		1,43

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan **Tabel 4.11** dapat diketahui bahwa kebutuhan penambahan luas ruang hijau pada masing-masing segmen jalan berbeda-beda. Kebutuhan penambahan luas ruang hijau paling sedikit berada pada jalan Rajawali yaitu sebesar 1,43 Ha. Hal ini menandakan bahwa sisa emisi CO₂ yang dihasilkan tidak terlalu besar sehingga tidak membutuhkan penambahan luas yang besar. Selanjutnya adalah jalan kembang jepun dengan kebutuhan sebanyak 2,31 Ha dan yang paling besar adalah penambahan luas pada segmen jalan Kapasan yaitu sebesar 2,96 Ha. Penambahan luas ini dapat dilakukan dengan mencari lahan potensial dan/atau mengoptimalkan lahan RTH yang sudah ada (Maarif, 2016). Selain itu, penambahan ini juga dapat dilihat dari potensi jalur hijau maupun RTH pada bangunan, disesuaikan dengan kondisi eksisting yang ada.

4.4.3 Arahan Penataan Ruang Hijau

Arahan penataan ruang hijau pada koridor jalan Kapasan hingga jalan Rajawali mengacu kepada hasil emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan kebutuhan penambahan luas ruang hijau sebagai input datanya. Selain itu, untuk menentukan keputusan arahan penataan ruang hijau ini ditinjau

dari regulasi terkait RTH, dokumen masterplan, dan disesuaikan dengan kondisi eksisting koridor studi.

Pada umumnya, arahan yang dibuat dalam penelitian ini ada dua jenis yaitu ekstentifikasi atau mempertahankan RTH eksisting. Ekstentifikasi dilakukan dengan cara menentukan lokasi penambahan RTH di koridor studi yang selanjutnya dilakukan penentuan jenis ekstentifikasinya apakah pada jalur hijau jalan atau pada bangunan. Skema perumusan arahan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Kebutuhan luas ruang hijau yang diperlukan untuk menyerap CO₂ yang berlebih dari kendaraan bermotor mengindikasikan bahwa RTH eksisting yang berada koridor jalan Kapasan hingga jalan Rajawali masih kurang cukup untuk menyerap CO₂ pada kondisi yang paling buruk. Maka, dari hasil tersebut dibutuhkan arahan penataan ruang hijau untuk menyerap emisi yang berlebih dari kendaraan bermotor tetapi arahan ini disesuaikan dengan kondisi eksisting yang ada pada koridor jalan Kapasan hingga jalan Rajawali.

Koridor jalan Kapasan hingga jalan Rajawali merupakan koridor dengan penggunaan lahan mayoritas adalah perdagangan dan jasa skala regional. Jarak antar bangunan pada jalan ini pun sangat rapat sehingga tidak mempunyai lahan potensial untuk dibangun RTH yang sesuai dengan kebutuhan penambahan RTH menurut hasil analisis. Hal ini menyebabkan arahan secara umum dari koridor penelitian adalah hanya dengan mengoptimalkan RTH yang sudah ada dan menambahkan RTH pada halaman perkantoran serta menambah RTH dalam bentuk taman atap bangunan. Berikut merupakan arahan penataan ruang hijau pada koridor penelitian berdasarkan jenis RTH-nya.

a. Jalur Hijau

Arahan penataan ruang hijau berdasarkan jenis RTH jalur hijau pada koridor Jalan Kapasan hingga Jalan Rajawali dibagi menjadi dua arahan menurut lokasi penataannya, yaitu pada median jalan dan pada bahu jalan. Segmen jalan yang memerlukan penataan pada median dan bahu jalan berada di Jalan Kapasan. Sedangkan, untuk segmen jalan Kembang Jepun dan Rajawali hanya memerlukan penataan pada bahu jalan saja karena kedua jalan tersebut tidak memiliki median jalan. Menurut hal tersebut maka, arahan RTH jenis jalur hijau dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Arahan RTH Jenis Jalur Hijau

Lokasi	Kepemilikan	Arahan
Median jalan Kapasan	RTH Publik	Menambah tanaman jenis perdu/semak secara berbaris dan kontinyu pada sepanjang median jalan Kapasan.
Bahu jalan Kapasan, jalan Kembang Jepun, dan jalan Rajawali	<ul style="list-style-type: none"> • RTH Privat • RTH Publik 	<ul style="list-style-type: none"> • Menambah tanaman perawakan pohon sedang/kecil pada sepanjang bahu jalan Kapasan dan Kembang Jepun • Menambah tanaman perawakan perdu/semak pada sepanjang bahu jalan Rajawali

Sumber: Hasil Analisis, 2018

a.1 Median Jalan Kapasan

Pada kondisi eksisting median jalan kapasan mempunyai lebar kurang dari 1,5m dan hanya terdapat satu jenis tanaman saja yaitu pucuk merah (*Oleina syzygium*) dengan jarak antar tanamannya 2 meter.



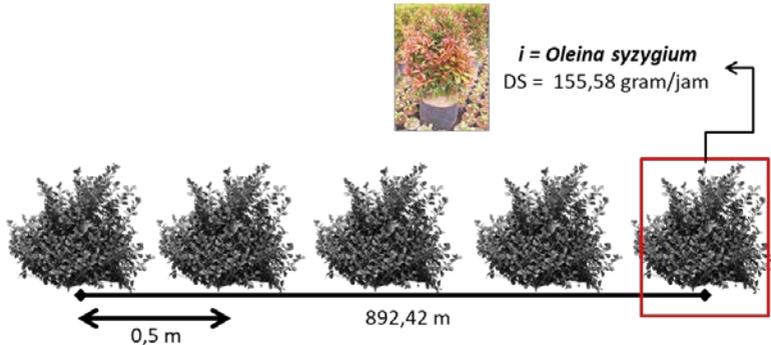
Gambar 4.14 Vegetasi Median Jalan Kapasan

Sumber: maps.google.com

Melihat banyaknya kebutuhan sisa emisi gas CO₂ yang harus diserap, maka salah satu arahan yang tepat untuk mengoptimalkan penyerapan CO₂ adalah dengan mengoptimalkan potensi penataan ruang pada median jalan Kapasan. Menurut Pedoman penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau di kawasa perkotaan (2008), kriteria vegetasi yang tepat pada median jalan yaitu: tanaman perdu/semak, ditanam rapat, ketinggian 1,5 m, dan bermassa daun padat. Agus, *et al.* (2015) menambahkan bahwa kriteria vegetasi pada median jalan yaitu: tidak berduri, memerlukan perawatan yang intensif, tahan stress lingkungan dan tidak menghalangi badan jalan. Jenis vegetasi yang memenuhi kriteria-kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 Lampiran D.

Berdasarkan jenis vegetasi tersebut akan disimulasikan besarnya pertambahan daya serap emisi gas dengan penambahan tanaman jenis pucuk merah (*Oleina syzygium*) di sepanjang median jalan Kapasan. Diketahui bahwa panjang jalan Kapasan adalah 907,9 m dan terdapat median dengan panjang 892,42 m. Dengan jarak tanam rapat yaitu 1 meter dan lebar median jalan

hanya dapat menampung satu jenis tanaman perdu, maka dapat pertambahan daya serap emisi gas dapat dilihat pada berikut.



Gambar 4.15 Ilustrasi Penanaman *Oleina Syzygium*

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Jumlah pucuk merah maksimal yang dapat ditanam pada median jalan Kpaasan dengan jarak tanam 0,5m dapat dihitung dengan membagi panjang median dengan jarak tanam pucuk merah tersebut. Dengan demikian maka jumlah pucuk merah maksimal yang dapat ditanam adalah 1785 pohon.

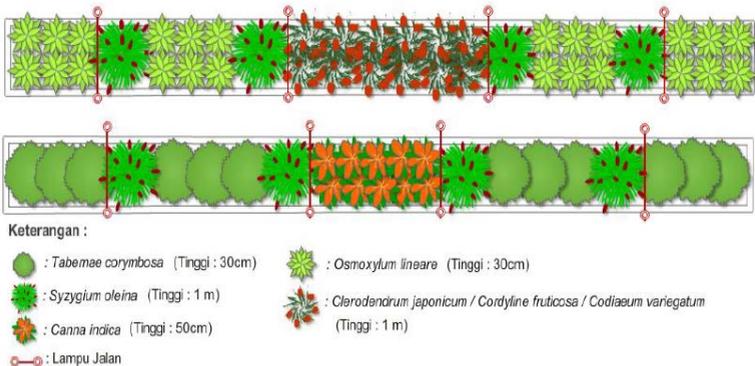
$$\text{Jumlah } max_i = \frac{l}{x_i} = \frac{892,42}{0,5} = 1784,84 = 1785 \text{ pohon}$$

Karena pada kondisi eksisting sudah terdapat 75 pucuk merah, maka rencana penanaman pucuk merah yang dapat dilakukan adalah 1785 dikurangi dengan 75 pucuk merah eksisting, yaitu 1710 pohon. Dengan penanaman pucuk merah sebanyak 1710 pohon maka, daya serap yang akan dihasilkan adalah:

$$\begin{aligned} DS \text{ total} &= \text{vegetasi rencana}_i \times DS_i = 1710 \times 155,58 \\ &= 266.016,91 \text{ gram/jam} \end{aligned}$$

Sehingga, dengan rencana penanaman pucuk merah sebanyak 1710 pohon akan mengurangi sisa emisi pada jalan kapasian dari 384.675,31 gram/jam menjadi 118.658,40 gram/jam atau berkurang sebanyak 69,15% dari sisa emisi gas yang belum terserap oleh tanaman eksisting.

Penataan ruang hijau pada median jalan Kapasan ini tidak hanya memperhatikan fungsi ekologis untuk menyerap emisi gas, namun juga sebagai fungsi estetika. Hal ini dikarenakan tanaman pada median jalan akan terlihat tetap indah apabila dilakukan perawatan secara rutin dan ditanam dengan jenis yang beranekaragam. Kombinasi jenis vegetasi lainnya yang dapat digunakan menurut desain RTH pada median jalan oleh Agus, *et al.* (2015) adalah sebagai berikut.



Gambar 4.16 Desain Kombinasi Vegetasi pada Median Jalan
Sumber: Agus, et al. (2015)

Menurut Gambar 4.15 dapat disimpulkan bahwa kombinasi jenis vegetasi pada median jalan dapat dilihat menjadi dua pilihan. Pilihan pertama (desain paling atas) yaitu kombinasi antara *osmoxylum (osmoxylum lineare)*, pucuk merah (*Oleina*

syzygium) dan *Clerodendrum japonicum*/ andong merah (*Cordyline fruticose*)/ *Codiaeum variegatum*. Pada pilihan kedua terdapat kombinasi antara *Tabernae corymbosa*, *Oleina syzygium*, dan *Canna indica*. Pilihan kombinasi jenis vegetasi tersebut diharapkan dapat melengkapi fungsi ekologis dan juga sebagai fungsi tambahan yaitu sebagai fungsi estetika. Selain itu, untuk mempertahankan kedua fungsi tersebut maka harus dilakukan perawatan secara rutin seperti pemangkasan dan penyulaman tanaman.

a.2 Bahu Jalan Kapasan

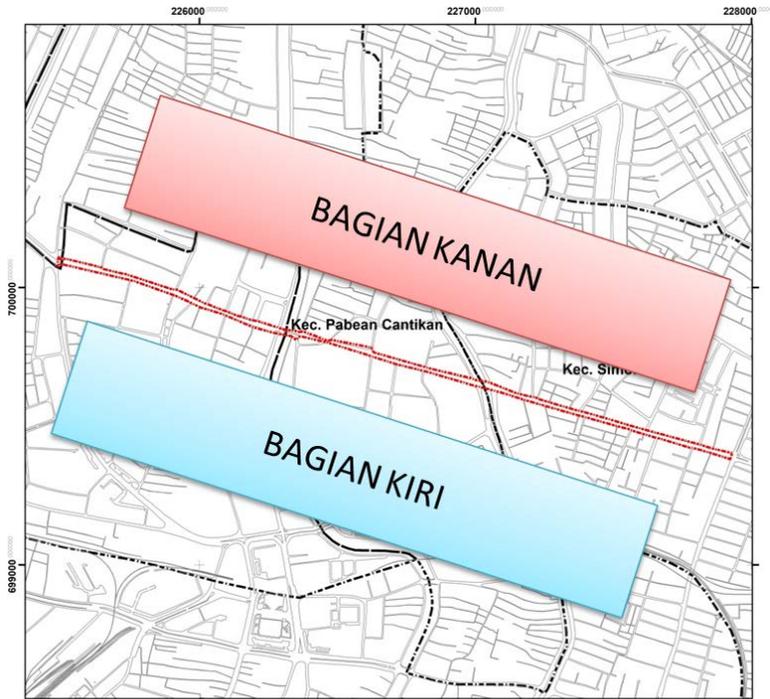
Arahan penataan ruang hijau yang digunakan untuk mereduksi sisa emisi gas jalan Kapasan yaitu dengan menambahkan tanaman pada bahu jalan Kapasan. Kriteria tanaman yang dapat digunakan menurut Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2008) adalah: pohon perawakan sedang atau kecil, memiliki kegunaan untuk menyerap udara, bermassa daun padat, dan mudah dirawat. Adapun jenis tanaman yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Jenis Vegetasi pada Bahu Jalan

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Tinggi (m)	Jarak Tanam (m)
Bunga kupu-kupu	<i>Bauhinia purpurea</i>	8	12
Bunga kupu-kupu ungi	<i>Bauhinia blakanea</i>	8	12
Trengguli	<i>Cassia fistula</i>	15	12
Kayu manis	<i>Cinnamommum iners</i>	12	12
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	15	12
Salam	<i>Eugenia polyantha</i>	12	6
Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	15	6
Bungur	<i>Lagerstromia floribunda</i>	18	12
Cempaka	<i>Michelia champaca</i>	18	12

Sumber: Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH (2015)

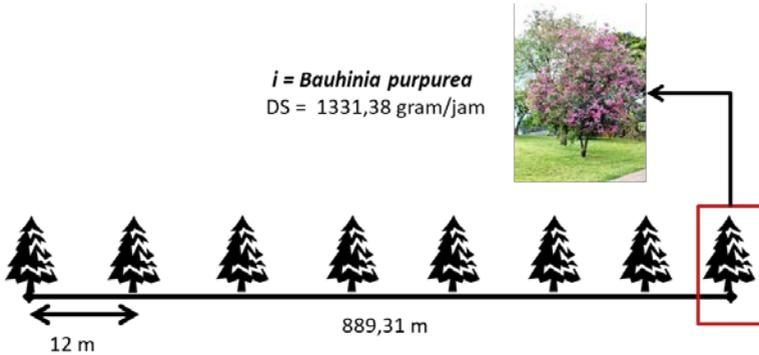
Berdasarkan jenis tanaman pada **tabel 4.13** diambil salah satu jenis tanaman sebagai simulasi arahan penataan untuk mereduksi emisi gas yang tersisa yaitu bunga kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*). Jenis ini diambil karena memiliki daya serap yang tinggi menurut tabel 2.14 dan sesuai dengan kriteria arahan. Selain itu, tanaman jenis ini memberikan fungsi estetika melalui bunganya. Jenis tanaman ini ditanam di sepanjang bahu jalan bagian kanan dan bagian kiri dengan masing-masing panjangnya 889,31m dan 882,16m seperti gambar dibawah.



Gambar 4. 17 Bagian Kiri dan Bagian Kanan Koridor

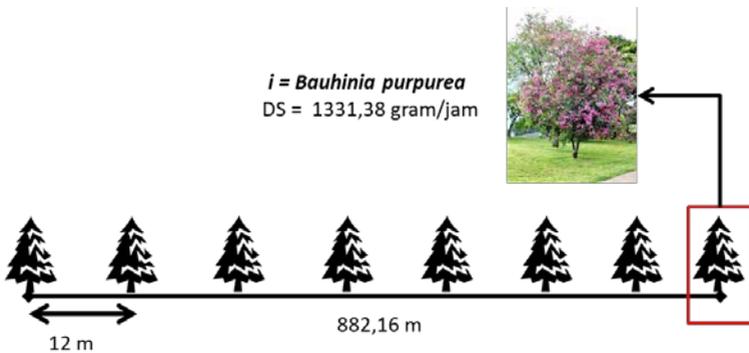
Sumber: Penulis, 2018

Dengan jarak tanam 12 meter dan ditanam secara berbaris maka daya serap rencana adalah sebagai berikut.



Gambar 4.18 Ilustrasi Penanaman *Bauhinia purpurea* pada Bahu Jalan Bagian Kanan

Sumber: Hasil Analisis, 2018



Gambar 4.19 Ilustrasi Penanaman *Bauhinia purpurea* pada Bahu Jalan Bagian Kiri

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Jumlah daun kupu-kupu maksimal yang dapat ditanam pada bahu jalan Kapasan dengan jarak tanam 12m dapat dihitung dengan membagi panjang bahu jalan bagian kiri dan kanan dengan jarak tanaman daun kupu-kupu tersebut. Dengan demikian maka jumlah daun kupu-kupu maksimal yang dapat ditanam adalah:

$$\text{Jumlah } max_i(\text{kanan}) = \frac{l}{x_i} = \frac{889,31}{12} = 74,11 = 74 \text{ pohon}$$

$$\text{Jumlah } max_i(\text{kiri}) = \frac{l}{x_i} = \frac{882,16}{12} = 73,51 = 74 \text{ pohon}$$

Karena pada kondisi eksisting sudah terdapat 49 tanaman pada bahu jalan bagian kanan dan 50 tanaman pada bagian kiri, maka rencana penanaman daun kupu-kupu yang dapat dilakukan adalah;

$$\begin{aligned} \text{vegetasi}_i\text{rencana}(\text{kanan}) &= \text{vegetasi } max_i - \text{eksisting} \\ &= 76 - 49 = 25 \text{ pohon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{vegetasi}_i\text{rencana}(\text{kiri}) &= \text{vegetasi } max_i - \text{eksisting} \\ &= 76 - 50 = 24 \text{ pohon} \end{aligned}$$

Dengan rencana vegetasi diatas, maka dapat diketahui DS Total yang didapatkan dari hasil penjumlahan jumlah vegetasi rencana bagian kanan dan kiri dikalikan dengan daya serap dari daun kupu-kupu yaitu:

$$\begin{aligned} DS \text{ total} &= (\text{vegetasi}_i\text{rencana kanan} \\ &\quad + \text{vegetasi}_i\text{rencana kiri}) \times DS_i \\ &= (25 + 24) \times 1331,38 \\ &= 64.735,02 \text{ gram/jam} \end{aligned}$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan rencana penanaman daun kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*) sebanyak 49 pohon akan mengurangi sisa emisi pada jalan kapasan dari 384.675,31 gram/jam menjadi 319.940,29 gram/jam atau berkurang sebanyak 64.735,02 gram/jam (17% dari sisa emisi gas yang belum terserap oleh tanaman eksisting). Bila digabungkan dengan daya serap total pada rencana di median jalan maka didapatkan daya serap sebesar 330.751,93 gram/jam atau sebanyak 85,98% dari sisa emisi gas yang tidak dapat diserap oleh vegetasi eksisting. Sehingga, sisa emisi yang masih belum terserap adalah sebanyak 53.923,38 gram/jam.

a.3 Bahu Jalan Kembang Jepun

Arahan penataan ruang untuk mereduksi sisa emisi gas CO₂ sebanyak 300.723,34 gram/jam dilakukan dengan cara menambahkan vegetasi pada bahu jalan. Kriteria vegetasi yang dapat ditanam menurut Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2008) adalah: pohon perawakan sedang atau kecil, memiliki kegunaan untuk menyerap udara, bermassa daun padat, dan mudah dirawat. Sedangkan, untuk jenis vegetasi yang memenuhi kriteria tersebut dapat dilihat pada tabel 4.13.

Jenis tanaman yang akan disimulasikan sama dengan jenis tanaman pada bagian a.2, yaitu daun kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*). Jenis ini juga akan ditanam pada bahu jalan bagian kanan dan kiri sepanjang jalan Kembang Jepun seperti pada Gambar 4.17 dan 4.18 namun dengan panjang jalan yang berbeda.

Bahu jalan bagian kanan memiliki panjang 736,81 m dan bahu jalan bagian kiri memiliki panjang 753,04 m. Dengan menggunakan perhitungan yang sama pada bagian a.2 maka jumlah pucuk merah maksimal yang dapat ditanam adalah:

$$\text{Jumlah } max_i(\text{kanan}) = \frac{l}{x_i} = \frac{736,81}{12} = 61,40 = 61 \text{ pohon}$$

$$\text{Jumlah } max_i(\text{kiri}) = \frac{l}{x_i} = \frac{882,16}{12} = 62,75 = 63 \text{ pohon}$$

Karena pada kondisi eksisting sudah terdapat 49 tanaman pada bahu jalan bagian kanan dan 50 tanaman pada bagian kiri, maka rencana penanaman daun kupu-kupu yang dapat dilakukan adalah;

$$\begin{aligned} \text{vegetasi}_i\text{rencana}(\text{kanan}) &= \text{vegetasi } max_i - \text{eksisting} \\ &= 61 - 49 = 25 \text{ pohon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{vegetasi}_i\text{rencana}(\text{kiri}) &= \text{vegetasi } max_i - \text{eksisting} \\ &= 63 - 50 = 24 \text{ pohon} \end{aligned}$$

Dengan rencana vegetasi diatas, maka dapat diketahui DS Total yang didapatkan dari hasil penjumlahan jumlah vegetasi rencana bagian kanan dan kiri dikalikan dengan daya serap dari daun kupu-kupu yaitu:

$$\begin{aligned} DS \text{ total} &= (\text{vegetasi}_i\text{rencana kanan} \\ &\quad + \text{vegetasi}_i\text{rencana kiri}) \times DS_i \\ &= (12 + 13) \times 1331,38 = 33.489 \text{ gram/jam} \end{aligned}$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan rencana penanaman daun kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*) sebanyak 25 pohon akan mengurangi sisa emisi pada jalan Kembang Jepun dari 300.723,34 gram/jam menjadi 267.233,59 gram/jam atau berkurang sebanyak 33.489,75 gram/jam (11,13% dari sisa emisi gas yang belum terserap oleh tanaman eksisting).

a.4 Bahu Jalan Rajawali

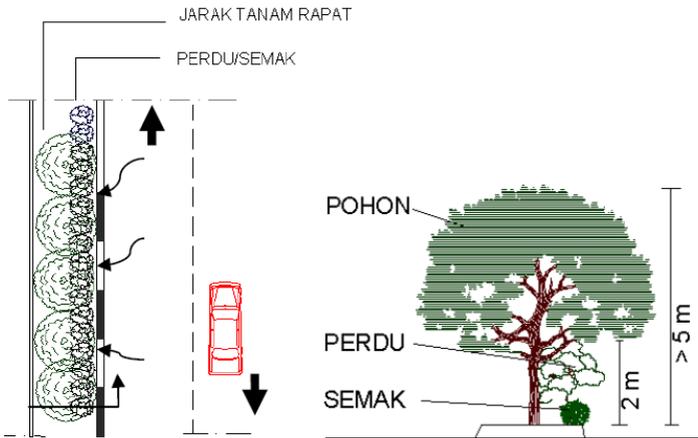
Berbeda dengan bahu jalan Kapasan dan Kembang Jepun, bahu jalan Rajawali sudah tersedia jalur pedestrian yang sudah tertata komposisi pohon perawakan besar, sedang maupun kecil. Hal tersebut dapat terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.20 Bahu Jalan Rajawali

Sumber: Google Image, 2018

Meskipun penataan jalur hijau pada bahu jalan Rajawali sudah tertata dengan baik, RTH pada jalan ini masih belum mampu untuk menyerap sisa emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor. Maka dari itu, diperlukan penambahan tanaman perawakan perdu/semak pada sepanjang bahu jalan Rajawali. Konsep dari arahan ini dapat mengacu ke Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2008) dengan kriteria vegetasi yaitu: tanaman perdu/semak, ditanam rapat, tidak berduri, dan ketinggian 1,5m.



Gambar 4.21 Konsep Penataan Bahu Jalan Rajawali

Sumber: Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2015)

Jenis vegetasi perdu dan semak serta konsep kombinasinya dapat disamakan dengan penataan untuk median jalan pada Pembahasan a.1 sebelumnya yaitu: Pucuk Merah (*Oleina syzygium*), Osmoxylon (*Osmoxylon lineare*), Tebernae (*Tebernae corymbosa*), Soka jepang (*Ixora sp.*), Lidah mertua (*Sansevieria sp.*), Lili Pita (*Ophiopogon jaburan*), Andong merah (*Cordyline fruticose*), dan Bunga tasbih (*Canna indica*). Sehingga dengan konsep penataan tersebut dapat menghasilkan kombinasi antara pohon yang dilengkapi perdu/semak seperti pada Gambar 4.20.



Gambar 4.22 Penataan Jalur Hijau pada Jalan Orchard,
Singapore

Sumber: Google Image, 2018

Berdasarkan jenis vegetasi tersebut dapat disimulasikan besarnya pertambahan daya serap emisi gas dengan penambahan tanaman jenis pucuk merah (*Oleina syzygium*) di sepanjang bahu jalan Rajawali. Diketahui bahwa panjang bahu jalan Rajawali bagian kanan adalah 808,84 m dan bagian kiri adalah 808,52 m.

Jumlah pucuk merah maksimal yang dapat ditanam pada median jalan Rajawali dengan jarak tanam 0,5 m dapat dihitung dengan membagi panjang bahu jalan bagian kiri dan kanan dengan jarak tanam pucuk merah tersebut. Dengan demikian maka jumlah pucuk merah maksimal yang dapat ditanam adalah

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } max_i(\text{kanan}) &= \frac{l}{x_i} = \frac{808,84}{0,5} = 1617,68 \\ &= 1618 \text{ pohon} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah } max_i(\text{kiri}) = \frac{l}{x_i} = \frac{808,52}{0,5} = 1617,04 = 1617 \text{ pohon}$$

$$\begin{aligned} DS \text{ total} &= (\text{vegetasi}_i \text{rencana kanan} \\ &+ \text{vegetasi}_i \text{rencana kiri}) \times DS_i \\ &= (1618 + 1617) \times 155,58 \\ &= 503.257,74 \text{ gram/jam} \end{aligned}$$

Sehingga, dengan rencana penanaman pucuk merah sebanyak 3235 pohon akan menghasilkan daya serap sebanyak 503.257,74 gram/jam atau sebanyak 270% dari sisa emisi gas yang tidak dapat diserap oleh vegetasi eksisting. Hal ini dapat diartikan bahwa sisa emisi gas yang tidak diserap oleh vegetasi eksisting sebanyak 186.070,29 gram/jam dapat diserap seluruhnya hingga masih punya daya serap yang berlebih sebanyak 317.187,45 gram/jam apabila ditanamkan pucuk merah sebanyak 3235 pohon.

b. Taman Kota

Taman Jayengrono merupakan satu-satunya taman publik eksisting yang berada di Koridor Jalan Kapasan hingga Rajawali Surabaya. Dari total luas taman sebesar 5.321 m², terdapat bagian *hardscape* seluas 1.882m² sedangkan bagian *softscape* nya adalah 3.349m². Tumbuh-tumbuhan pada bagian *softscape* ini memberikan fungsi ekologis berupa penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor yang kemudian diolah menjadi oksigen yang berguna untuk makhluk hidup disekitarnya. Berdasarkan vegetasi yang dimiliki, Taman Jayengrono mampu menyerap emisi CO₂ sebesar 43.510,20 gram/jamnya (hasil analisa, 2018). Selain fungsi ekologis, taman ini juga memiliki fungsi tambahan sebagai ruang sosial untuk berinteraksi bagi warga yang tinggal di sekitar kawasan ini. Dikarenakan peran pentingnya, maka fungsi dan

keberadaan Taman Jayengrono harus dipertahankan agar tetap mampu memberikan fungsi ekologis dan sosial di sekitar koridor jalan Kapasan hingga Rajawali.



Gambar 4.23 Taman Jayengrono

Sumber: Survey Primer, 2018

Dalam implementasinya pada kondisi *real* arahan penataan ruang hijau seperti pada pembahasan a1, a2, a3 dan b tidak sebatas menentukan jumlah tanaman sehingga dapat mereduksi sisa emisi CO₂ pada koridor studi. Terdapat beberapa faktor pengaruh yang perlu ditinjau dalam implementasi arahan tersebut agar dapat menyerap sisa emisi secara optimal. Beberapa faktor pengaruh tersebut berasal dari besarnya biomassa tegakan yang dapat dijadikan dasar dalam menentukan jumlah CO₂ yang diserap dan disimpan oleh tegakan (Uthbah, *et al.* 2017). Hasil penelitian Uthbah, *et al.* (2017) dengan menggunakan pohon damar sebagai sampel menunjukkan bahwa biomasa dan cadangan karbon tegakan dipengaruhi oleh umur tegakan, kerapatan tegakan, dan diameter batang tegakannya. Selain itu, menurut Polosakan *et al.* (2014) umur tegakan secara khusus

memiliki pengaruh terhadap besarnya biomassa karena semakin tua umur tegakan maka volume batang dan jenis kayu semakin meningkat. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis vegetasi pada rencana dapat menyerap sisa emisi secara optimal (hasil perhitungan kebutuhan) harus berada kondisi tertentu terutama pada umur tegakan yang dapat mempengaruhi keseluruhan ukuran fisik dari vegetasi tersebut.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 4.14 Kompilasi Arahan Penataan Ruang Hijau di Koridor Penelitian

No	Jenis RTH	Lokasi	Kepemilikan	Arahan	Fungsi	Kriteria Vegetasi	Jenis Vegetasi
1.	Jalur Hijau	Median jalan Kapasan	RTH Publik	Menambah tanaman jenis perdu/semak secara berbaris dan kontinyu pada sepanjang median jalan	<ul style="list-style-type: none"> • Ekologis • Estetika 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanaman perdu/semak • Ditanam rapat • Ketinggian 1,5m • Tidak berduri • Memerlukan perawatan yang intensif • Tahan stress lingkungan • Tidak menghalangi badan jalan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pucuk Merah (<i>Oleina syzygium</i>) • Osmoxylon (<i>Osmoxylon lineare</i>) • Tebernae (<i>Tebernae corymbosa</i>) • Soka jepang (<i>Ixora sp.</i>) • Lidah mertua (<i>Sansevieria sp.</i>) • Lili Pita (<i>Ophiopogon jaburan</i>) • Andong merah (<i>Cordyline fruticose</i>) • Bunga tasbih (<i>Canna indica</i>)
		Bahu jalan Kapasan dan jalan Kembang Jepun	<ul style="list-style-type: none"> • RTH Privat • RTH Publik 	Menambah tanaman perawakan pohon sedang/kecil dan tanaman pot pada sepanjang bahu jalan Kapasan dan Kembang Jepun	<ul style="list-style-type: none"> • Ekologis 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanaman pohon perawakan sedang dan kecil • Memiliki kegunaan untuk menyerap udara • Bermassa daun padat • Mudah dirawat 	<ul style="list-style-type: none"> • Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>) • Akasia daun besar (<i>Acasia mangium</i>) • Trengguli (<i>Cassia fistula</i>) • Kayu manis (<i>Cinnamomum iners</i>) • Tanjung (<i>Mimusops elengi</i>) • Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>) • Lidah mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>) • Sri Rejeki (<i>Aglaonema commutatum</i>) • Bunga kupu-kupu (<i>Bauhinia purpurea</i>)
		Bahu Jalan Rajawali	RTH Publik	Menambah tanaman perawakan perdu/semak pada sepanjang bahu jalan Rajawali	<ul style="list-style-type: none"> • Ekologis • Estetika 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanaman perdu/semak • Ditanam rapat • Tidak berduri • Ketinggian 1,5m 	<ul style="list-style-type: none"> • Pucuk Merah (<i>Oleina syzygium</i>) • Osmoxylon (<i>Osmoxylon lineare</i>) • Tebernae (<i>Tebernae corymbosa</i>) • Soka jepang (<i>Ixora sp.</i>) • Lidah mertua (<i>Sansevieria sp.</i>) • Lili Pita (<i>Ophiopogon jaburan</i>) • Andong merah (<i>Cordyline fruticose</i>) • Bunga tasbih (<i>Canna indica</i>)
2	Taman Kota	Taman Jayengrono (Jalan Rajawali)	RTH Publik	Mempertahankan keberadaan RTH	<ul style="list-style-type: none"> • Ekologi • Sosial • Estetika 	-	-

Sumber: Hasil Analisis, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan proses analisis yang telah dilakukan dengan tujuan membuat arahan ruang hijau untuk menyerap emisi gas CO₂ dari kegiatan *on road transportation*, berikut adalah beberapa poin yang dapat disimpulkan:

1. Sumber emisi gas CO₂ termasuk ke dalam sumber primer yang berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic*) dimana dalam hal ini adalah kegiatan *on road transportation* dan bersifat *mobile* (bergerak) yang secara individu maupun kolektif membentuk “garis” sepanjang ruas jalan di koridor penelitian.
2. Berdasarkan hasil perhitungan, emisi CO₂ yang paling besar terdapat pada jalan Kapasan yaitu sebanyak 508.408,38 gram/jam lalu jalan Kembang Jepun sebanyak 412.355,92 gram/jam dan yang terkecil adalah jalan Rajawali dengan emisi CO₂ sebanyak 373.762,71 gram/jam. Jenis kendaraan yang mengeluarkan emisi yang paling besar adalah mobil dengan bahan bakar bensin dan yang terkecil adalah bus besar.
3. Sisa emisi CO₂ yang berasal dari emisi dikurangi dengan daya serap RTH eksisting pada jalan Kapasan adalah 384.675,31 gram/jam, Jalan Kembang Jepun 300.723,34 gram/jam dan jalan Rajawali 186.070,29 gram/jam. Sehingga kebutuhan penambahan luas ruang hijau pada jalan Kapasan adalah 2,96 Ha, Jalan Kembang Jepun 2,31 Ha dan Jalan Rajawali 1,43 Ha.
4. Karena lahan di koridor penelitian sangat terbatas hingga tidak ada lahan potensial yang dapat dijadikan RTH, maka arahan yang dibuat hanya mempertahankan

RTH eksisting atau ekstentifikasi/ penambahan RTH. Arahan penataan yang dibuat berdasarkan jenis RTH yaitu jalur hijau, taman kota dan RTH pada bangunan.

5. Arahan penataan jalur hijau dengan menambah jumlah vegetasi pada median jalan Kapasan menggunakan jenis pucuk merah sebanyak 1710 pohon (jarak tanam 0,5m) dan daun kupu-kupu pada bahu jalan sebanyak 49 pohon (jarak tanam 12m) akan mereduksi 85,98% dari sisa emisi gas yang tidak dapat diserap oleh vegetasi eksisting. Penambahan vegetasi jenis daun kupu-kupu pada bahu jalan Kembang Jepun sebanyak 25 pohon (jarak tanam 12 m) akan mereduksi 11,13% dari sisa emisi gas yang belum terserap oleh tanaman eksisting. Penambahan vegetasi jenis pucuk merah sebanyak 3235 pohon pada bahu jalan Rajawali (jarak tanam 0,5 m) dan mempertahankan taman Jayengrono akan mereduksi sisa emisi gas yang tidak dapat diserap oleh vegetasi eksisting hingga 270%.

5.2 Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat ditawarkan terkait pengembangan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya pada median jalan Kapasan dapat diperlebar karena menurut Departemen Pekerjaan Umum (1996) lebar jalur median yang dapat ditanami harus mempunyai lebar minimum 0,80 meter, sedangkan lebar ideal adalah 4-6 meter. Namun, dibutuhkan studi lebih lanjut terkait pelebaran jalan ini terkait dengan hubungannya dengan lalu lintas kendaraannya
2. Arahan penataan ruang hijau yang telah dibuat dapat menjadi pertimbangan dalam membuat rencana detail

tata ruang terkait RTH dengan fungsi utama sebagai penyerap CO₂.

3. Dilakukan studi lebih lanjut tentang peletakan tanaman yang disesuaikan dengan lebar jalur penanaman sehingga arahan tersebut dapat benar-benar diimplementasikan di lokasi studi.
4. Dilakukan studi lebih lanjut terkait umur vegetasi yang paling optimal untuk menyerap CO₂ sehingga dapat menyerap CO₂ yang berlebih dari kendaraan bermotor.
5. Perlunya studi lebih lanjut terkait apakah koridor studi dapat diterapkan *vertical garden* agar dapat mereduksi sisa emisi yang tidak terserap dari arahan penataan ruang hijau.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Adiastari, R. and Boedisantoso, R. (2010) *Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam menyerap emisi karbon di kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Agus, N.D.P., dkk. (2015). *Evaluasi Pemilihan Jenis dan Penataan Tanaman Median Jalan Kota Malang*. Universitas Brawijaya: Malang.
- Arini, F., dkk. (2010). *Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi Terhadap Emisi Karbon Di Surabaya Bagian Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Braquinho, C., dkk. (2015). *A typology of Urban Green Spaces , Ecosystem services provision services and demands*. EN SURGE project (2013-2017)
- Boedisantoso, dkk. 2011, *Kajian Emisi CO₂ Menggunakan Persamaan Mobile 6 dan Mobile Combustion Dari Sektor Transportasi di Kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Baycan-Levent, T., dan Nijkamp, P. (2009). *Planning And Management Of Urban Green Spaces in Europe: Comparative Analysis*. Journal of Urban Planning and Development 135(1).
- Heinze, J. (2011). *Benefits of Green Space*. Environmental Health Research Foundation: Chantilly, Virginia.

- Hastuti, I. (2012). *Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Nilai Emisi CO₂ di Kawasan Industri Surabaya*. Surabaya: Perencanaan Wilayah dan Kota – ITS.
- IPCC. (2006). *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. London, United Kingdom: IPCC WGI Technical Support Unit, Hardley Center, Meteorology Office.
- Ives, C. D., dkk. (2014). *Planning for green open space in urbanising landscapes*. RMIT University: Melbourne.
- Jinca M.Y. dkk. (2009). *Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas Di Kota Makasar*. Simposium XII FSTPT, Universitas Kristen Petra: Surabaya.
- Jo, H. K. (2002). Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea. *Journal of Environmental Management*, 64(2), 115–126.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2004). *Bumi Makin Panas: Ancaman Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta.
- Kusminingrum N. dan Gunawan, G. (2008). *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan: Bandung.
- Kusuma, W. P. and Boedisantoso, R. (2010). *Contribution Study of Transportation Activities Toward Carbon Emission in Western Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap. (2010). *Summary Report Transportation Sector*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas).
- Larcher, W. (1980). *Physiological Plant Ecology*. New York: Springer-Verlag
- Ma'arif, A., dan Setiawan, R. P. (2016). *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor Di Surabaya*. Jurnal Teknik ITS, Vol. 5 No(1).
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. (1997). Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga - Departemen Pekerjaan Umum.
- McPherson, E. G. (1998). *Atmospheric Carbon Dioxide Reduction by Sacramento's Urban Forest*. Journal of Arboriculture 24(4), 215–223.
- Ntziachristos, L., dkk. (2014). *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013*. EEA Publication, 158.
- Nugroho, A., dan Fazzary, B. (2016). *Analisis Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂) Angkutan Antar Kota Dalam Propinsi (AKDP) di Jawa Timur*. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri: Malang.
- Noeng Muhadjir. (1990). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta: Rake Sarasin
- Park, C., and G.W. Schade. (2016). *Anthropogenic and biogenic features of longterm measured CO₂ flux in north downtown Houston, Texas*. Journal of Environtal Quality: Texas. 45:253–265.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008: Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan. (2008). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.

Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. (1999). Jakarta.

Phalen, R. F., & Phalen., R. N. (2013). *Introduction to Air Pollution Science: A Public Health Perspective.* Chapter 2, pp. 21–40.

Polosakan R, dkk. (2014). *Estimasi biomasa dan karbon tersimpan pada Pinus merkusii Jungh. & de Vriese Di Hutan Pinus Gn. Bunder, TN. GN Halimun Salak.* Berita Biologi. 13(2):15–120.

Pradiptiyas, D. dan Assomadi, A. F. (2012). *Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi CO₂ Di Perkotaan Menggunakan Program Stella (Studi Kasus : Surabaya Utara Dan Timur).* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Raven. (2013). *Photosynthesis.* Biology of Plants pp. 183–204.

Rawung, F.C. (2015). *Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Di Kawasan Perkotaan Boroko.* Universitas Sam Ratulangi: Manado.

Roy, S., dkk. (2012). *A Systematic Quantitative Review Of Urban Tree Benefits, Costs, And Assessment Methods Across Cities In Different Climatic Zones.* Urban Forestry and Urban Greening, 4(11), 351–363

- Salleh, M.N., dkk. (1990). *The Tropical Garden City – Its Creation and Maintenance*. Malayan Forest Record No. 33. Kuala Lumpur, Malaysia, Forest Research Institute Malaysia (FRIM).
- Service, F., dkk. (1999). *Carbon Dioxide Reductin Through Urban Forestry: Guidelines for Professional and Volunteer Tree Planters Publisher*. United States Department of Agriculture.
- Setyaningsih, A. (2006). *Implikasi Pemanfaatan Lahan Dan Manajemen Lalu Lintas Jalan Terhadap Konsumsi Bbm Di Kota Tegal*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Siwi, S. E. (2012). *Kemampuan Ruang Hijau Dalam Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂) Di Kota Depok*. Universitas Indonesia: Depok.
- Suhadi, D. R., & Febrina, A. S. (2013). *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan*. Kementerian Lingkungan Hidup
- Treshow, M. dan Franklin K. Anderson. (1989). *Plant Stress from Air Pollution*. John Willey & Sons: New York.
- Tinambunan, R. (2006). *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekanbaru*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2000). *National Air Pollutant Emission Trends, EPA-454/R-00-02*. U.S. Environmental Protection Agency, office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park: North Carolina.

- Uthbah, Z., dkk. (2017). *Analisis Biomasa dan Cadangan Karbon Pada Berbagai Umur Tegakan Damar (Agathis Dammara (Lamb.) Rich.) Di KPH Banyumas Timur*. Scripta Biologica. 4(2):119-124.
- Vasarevicius, S. (2011). *Classification of the Main Pollutants Emission Sources*. PlasTEP Trainings Course and Summer School: Warsaw/ Szczecin.
- Wolch, J. R., dkk. (2014). *Urban Green Space, Public Health, And Environmental Justice: The Challenge Of Making Cities "Just Green Enough"*. Landscape and Urban Planning, 125, 234–244.
- Zakkisiroj, A., Asikin, D. and Agus, H. (2014). *Pengaruh Tata Vegetasi Horizontal terhadap Peningkatan Kualitas Termal Udara pada Lingkungan Perumahan di Malang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Zhang, Z. (1999). *Quantitative evaluation of environmental benefits of urban greenland in Beijing City*. Proc. IFPRA-Asia/Pacific Congress: Hangzhou, China.
- Zhongan, & dkk. (2002). *Traffic and Urban Air Pollution, the Case of Xi.an City. P.R. China*. Better Air Quality in Asian and Pacific Rim Cities (BAQ 2002) 16 Dec 2002 – 18 Dec 2002: Hong Kong SAR.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Desain Survey

No	Data	Sumber Data	Tahun Data	Cara Memperoleh	Analisa	Output
1	Jenis sumber pencemar udara	Hasil observasi	Tahun terakhir	Survey Primer	Deskriptif	Jenis sumber pencemar udara
2	Volume kendaraan	Hasil observasi (<i>traffic counting</i>)	Tahun terakhir	Survey Primer	Deskriptif Kuantitatif (perhitungan matematis)	Volume kendaraan
3	Kepemilikan RTH	Hasil observasi	Tahun terakhir	Survey Primer	Deskriptif	Kepemilikan RTH
4	Letak vegetasi	Hasil observasi	Tahun terakhir	Survey Primer	Deskriptif	Letak vegetasi
5	Jumlah vegetasi	Hasil observasi	Tahun terakhir	Survey Primer	Deskriptif	Jumlah vegetasi
6	Panjang jalan	Pendekatan <i>Geographic Information System (GIS)</i>	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif Kuantitatif (perhitungan matematis)	Panjang jalan
7	Faktor emisi	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku 	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif	Faktor emisi
8	Konsumsi energy spesifik	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku 	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif	Konsumsi energy spesifik
9	Fungsi RTH	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku 	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif	Fungsi RTH
10	Kriteria vegetasi	<ul style="list-style-type: none"> • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku 	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif	Kriteria vegetasi
11	Jumlah emisi CO ₂	Perhitungan matematis	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif Kuantitatif (perhitungan matematis)	Jumlah emisi CO ₂
12	Sisa emisi CO ₂	Perhitungan matematis	Tahun terakhir	Survey Sekunder	Deskriptif Kuantitatif (perhitungan matematis)	Sisa emisi CO ₂
13	Jenis vegetasi	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil observasi • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku 	Tahun terakhir	Survey Primer dan Sekunder	Deskriptif	Jenis vegetasi
14	Daya serap vegetasi	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil observasi • Literatur artikel ilmiah • Referensi buku 	Tahun terakhir	Survey Primer dan Sekunder	Deskriptif	Daya serap vegetasi

LAMPIRAN D

Tabel 1. Jenis Vegetasi Jalan Kapasan

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	
Bambu Cina	<i>Bambusa multiplex</i>	
Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	
Mahoni	<i>Swietenia macrophyta</i>	
Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	

Sumber: survey primer, 2018

Tabel 2. Jenis Vegetasi Jalan Kembang Jepun

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	
Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	

Sumber: survey primer, 2018

Tabel 3. Jenis Vegetasi pada Jalan Rajawali

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	
Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Foto
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	
Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	
Tabebuia Kuning	<i>Tabebuia chrysantha</i>	

Sumber: Survey Primer, 2018

Tabel 4. Jenis Vegetasi pada Median Jalan

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	
Osmoxylon	<i>Osmoxylon lineare</i>	
Tebernae	<i>Tebernae corymbosa</i>	
Soka jepang	<i>Ixora sp.</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Lidah mertua	<i>Sansevieria sp</i>	
Lili Pita	<i>Ophiopogon jaburan</i>	
Andong merah	<i>Cordyline fruticose</i>	
Bunga tasbih	<i>Canna indica</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Clerodendrum	<i>Clerodendrum japonicum</i>	
Puring	<i>Codiaeum variegatum</i>	

Sumber: Dwi, N., et al. (2015) dan Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2015)

Tabel 5. Gambar Jenis Vegetasi

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Bunga kupu-kupu	<i>Bauhina purpurea</i>	
Akasia daun besar	<i>Accasia mangium</i>	
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	
Trengguli	<i>Cassia fitsula</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	
Kayu manis	<i>Cinnamomum iners</i>	
Lidah Mertua	<i>Sansiviera trifasciata</i>	
Sri rejeki	<i>Aglonema commutatum</i>	

Sumber: Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan (2015)

Tabel 6. Jenis Vegetasi *Vertical Garden*

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Sweet William	<i>Dianthus barbatus</i>	
Sri Rejeki	<i>Aglaonema sp.</i>	
Taiwan Beauty	<i>Cuphea hyssopifolia</i>	
Kingkip	<i>Serissa foetida</i>	
Es lilin hijau	<i>Chlorophytum bichetii</i>	

Nama Vegetasi	Nama Ilmiah	Gambar
Blue margarite	<i>Felicia amelloides</i>	
Lili Paris	<i>Chlorophytum comosum</i>	

Sumber: Kusminingrum, N (2016), Pérez-Urrestarazu, L., et al. (2015)

LAMPIRAN E**HASIL TRAFFIC COUNTING**

1.a Titik Kapasan 1 (Pagi)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	07.00-07.15	582	65	9	15	1	1
	07.15-07.30	581	72	9	22	2	0
	07.30-07.45	589	78	11	23	1	0
	07.45-08.00	578	74	10	20	0	0
	08.00-08.15	579	78	9	21	1	0
	08.15-08.30	600	73	11	24	2	0
	08.30-08.45	588	65	13	19	1	1
	08.45-09.00	587	67	11	20	1	0
Jumlah		4684	572	83	164	9	2
Keluar	07.00-07.15	992	96	21	30	16	0
	07.15-07.30	900	92	28	45	30	0
	07.30-07.45	1002	99	27	46	15	0
	07.45-08.00	1224	94	29	49	10	0
	08.00-08.15	1178	96	28	39	10	0
	08.15-08.30	989	98	26	48	8	0
	08.30-08.45	980	101	25	59	9	0
	08.45-09.00	981	93	25	50	10	1
Jumlah		8246	769	209	366	108	1

1.b Titik Kapasan 1 (Siang)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	12.00-12.15	563	53	10	8	0	0
	12.15-12.30	565	50	11	11	1	0
	12.30-12.45	569	49	10	11	0	0
	12.45-13.00	558	54	13	15	2	0
	13.00-13.15	539	56	13	19	1	0
	13.15-13.30	543	59	14	21	0	0
	13.30-13.45	543	53	15	18	0	0
	13.45-14.00	537	52	17	19	0	0
Jumlah		4417	426	103	122	4	0
Keluar	12.00-12.15	593	96	24	27	10	0
	12.15-12.30	602	89	23	21	8	0
	12.30-12.45	589	86	38	20	9	0
	12.45-13.00	600	93	37	18	6	1
	13.00-13.15	572	94	27	13	2	0
	13.15-13.30	601	97	24	18	5	0
	13.30-13.45	652	96	37	26	4	0
	13.45-14.00	748	88	32	17	5	0
Jumlah		4957	739	242	160	49	1

1.c Titik Kapasan 1 (Sore)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	16.00-16.15	509	46	7	20	1	0
	16.15-16.30	442	60	15	20	1	0
	16.30-16.45	560	51	6	5	1	0
	16.45-17.00	461	63	5	11	0	0
	17.00-17.15	429	64	1	13	3	0
	17.15-17.30	453	50	7	8	6	0
	17.30-17.45	377	73	20	10	2	0
	17.45-18.00	351	68	11	6	6	0
Jumlah		3582	475	72	93	20	0
Keluar	16.00-16.15	712	106	27	38	1	0
	16.15-16.30	716	109	27	32	4	0
	16.30-16.45	889	106	27	27	0	0
	16.45-17.00	999	114	33	24	0	0
	17.00-17.15	1104	125	40	14	0	0
	17.15-17.30	2097	116	36	8	0	0
	17.30-17.45	875	128	25	3	0	1
	17.45-18.00	643	106	36	0	0	0
Jumlah		8035	910	251	146	5	1

2.a Titik Kapasan 2 (Pagi)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	07.00-07.15	787	105	19	41	12	0
	07.15-07.30	740	98	24	32	21	0
	07.30-07.45	741	97	26	30	20	0
	07.45-08.00	753	100	28	30	15	0
	08.00-08.15	751	103	29	31	8	0
	08.15-08.30	752	96	21	31	8	0
	08.30-08.45	756	92	22	32	10	0
	08.45-09.00	760	93	24	30	5	0
Jumlah		6040	784	193	257	99	0
Keluar	07.00-07.15	466	74	18	29	9	0
	07.15-07.30	469	72	13	27	17	0
	07.30-07.45	470	76	15	30	8	0
	07.45-08.00	471	80	17	26	6	0
	08.00-08.15	468	73	10	20	10	0
	08.15-08.30	465	78	20	27	9	0
	08.30-08.45	500	79	14	25	8	1
	08.45-09.00	470	76	16	25	9	0
Jumlah		3779	608	123	209	76	1

2.b Titik Kapasan 2 (Siang)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	12.00-12.15	724	109	18	30	13	0
	12.15-12.30	694	96	20	28	28	0
	12.30-12.45	704	97	23	26	17	0
	12.45-13.00	713	103	27	25	19	0
	13.00-13.15	698	104	29	27	22	0
	13.15-13.30	700	97	25	29	26	0
	13.30-13.45	724	94	29	34	25	0
	13.45-14.00	703	96	26	30	20	0
Jumlah		5660	796	197	229	170	0
Keluar	12.00-12.15	458	75	18	29	9	0
	12.15-12.30	469	74	17	30	4	0
	12.30-12.45	470	70	15	33	2	0
	12.45-13.00	461	68	19	28	1	0
	13.00-13.15	457	65	20	37	2	0
	13.15-13.30	485	71	21	39	0	1
	13.30-13.45	494	73	24	25	0	0
	13.45-14.00	491	80	28	19	0	0
Jumlah		3785	576	162	240	18	1

2.c Titik Kapasan 2 (Sore)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	16.00-16.15	956	124	36	17	2	0
	16.15-16.30	1089	158	41	8	1	0
	16.30-16.45	1059	115	37	4	0	0
	16.45-17.00	1336	160	64	4	0	0
	17.00-17.15	1409	202	34	7	0	1
	17.15-17.30	813	109	30	5	0	0
	17.30-17.45	850	100	40	6	1	0
	17.45-18.00	718	82	23	4	0	0
Jumlah		8230	1050	305	55	4	1
Keluar	16.00-16.15	587	76	18	22	5	0
	16.15-16.30	439	66	15	15	3	1
	16.30-16.45	421	78	14	15	12	0
	16.45-17.00	480	50	4	13	4	0
	17.00-17.15	420	55	13	10	5	2
	17.15-17.30	321	42	17	6	5	0
	17.30-17.45	275	50	18	9	5	0
	17.45-18.00	321	64	17	8	8	0
Jumlah		3264	481	116	98	47	3

3.a Titik Kembang Jepun 1 (Masuk) dan 2 (Keluar) (Pagi)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	07.00-07.15	639	126	43	110	13	0
	07.15-07.30	596	105	48	130	17	0
	07.30-07.45	703	132	47	129	16	0
	07.45-08.00	775	133	45	128	15	0
	08.00-08.15	754	106	45	139	10	0
	08.15-08.30	698	127	46	136	10	0
	08.30-08.45	690	131	49	137	9	0
	08.45-09.00	691	132	48	130	6	0
Jumlah		5546	992	371	1039	96	0
Keluar	07.00-07.15	498	87	27	43	11	0
	07.15-07.30	492	92	36	51	14	0
	07.30-07.45	493	90	37	56	15	0
	07.45-08.00	494	97	38	58	17	0
	08.00-08.15	498	95	26	58	19	0
	08.15-08.30	487	94	27	44	17	0
	08.30-08.45	489	95	25	48	15	0
	08.45-09.00	491	97	24	50	10	0
Jumlah		3942	747	240	408	118	0

3.b Titik Kembang Jepun 1 (Masuk) dan 2 (Keluar) (Siang)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	12.00-12.15	963	123	28	60	28	0
	12.15-12.30	1216	134	27	49	35	0
	12.30-12.45	1286	118	26	47	37	0
	12.45-13.00	1298	102	22	38	39	0
	13.00-13.15	1388	132	31	24	49	1
	13.15-13.30	1429	120	22	33	52	0
	13.30-13.45	1002	109	19	22	38	0
	13.45-14.00	843	99	10	24	37	0
Jumlah		9425	937	185	297	315	1
Keluar	12.00-12.15	764	123	36	13	2	0
	12.15-12.30	827	120	38	20	4	0
	12.30-12.45	901	129	67	28	6	0
	12.45-13.00	1034	101	69	29	1	0
	13.00-13.15	1122	138	73	33	1	0
	13.15-13.30	987	127	66	38	1	0
	13.30-13.45	869	99	62	35	0	1
	13.45-14.00	768	103	79	43	5	0
Jumlah		7272	940	490	239	20	1

3.c Titik Kembang Jepun 1 (Masuk) dan 2 (Keluar) (Sore)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	16.00-16.15	974	120	28	59	23	0
	16.15-16.30	1215	1133	27	46	32	0
	16.30-16.45	1292	106	26	48	26	0
	16.45-17.00	1334	97	22	34	22	0
	17.00-17.15	1669	128	31	27	8	0
	17.15-17.30	1390	115	22	27	14	0
	17.30-17.45	962	94	19	15	5	0
	17.45-18.00	743	86	10	19	11	0
Jumlah		9579	1879	185	275	141	0
Keluar	16.00-16.15	773	114	37	12	2	0
	16.15-16.30	902	117	34	19	5	0
	16.30-16.45	862	114	58	27	4	0
	16.45-17.00	1048	97	51	19	5	0
	17.00-17.15	1101	140	44	20	1	0
	17.15-17.30	1087	132	40	12	1	0
	17.30-17.45	750	77	25	14	0	0
	17.45-18.00	601	98	23	10	4	0
Jumlah		7124	889	312	133	22	0

4.a Titik Rajawali 1(Masuk) dan 2 (Keluar) (Pagi)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	07.00-07.15	1001	260	57	87	25	2
	07.15-07.30	842	241	48	85	13	5
	07.30-07.45	935	289	50	86	26	4
	07.45-08.00	987	298	47	85	28	5
	08.00-08.15	998	271	59	89	25	3
	08.15-08.30	1054	266	59	99	23	1
	08.30-08.45	997	261	58	86	22	2
	08.45-09.00	1000	270	56	89	21	2
Jumlah		7814	2156	434	706	183	24
Keluar	07.00-07.15	653	165	47	58	15	3
	07.15-07.30	629	172	53	63	18	6
	07.30-07.45	745	178	50	72	17	4
	07.45-08.00	767	179	52	65	18	2
	08.00-08.15	744	165	53	64	14	2
	08.15-08.30	751	172	59	71	11	2
	08.30-08.45	753	179	58	73	17	1
	08.45-09.00	698	184	57	74	16	2
Jumlah		5740	1394	429	540	126	22

4.b Titik Rajawali 1(Masuk) dan 2 (Keluar) (Siang)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	12.00-12.15	1009	254	59	68	11	2
	12.15-12.30	976	233	47	64	15	3
	12.30-12.45	902	260	48	53	9	3
	12.45-13.00	850	253	39	58	6	2
	13.00-13.15	861	259	47	67	18	4
	13.15-13.30	966	214	46	58	2	2
	13.30-13.45	951	207	33	64	6	1
	13.45-14.00	967	195	37	53	12	1
Jumlah		7482	1875	356	485	79	18
Keluar	12.00-12.15	643	156	49	58	6	2
	12.15-12.30	622	176	47	63	1	2
	12.30-12.45	619	168	42	72	4	3
	12.45-13.00	624	169	46	65	2	2
	13.00-13.15	737	179	49	64	3	2
	13.15-13.30	748	162	43	70	4	1
	13.30-13.45	755	139	50	72	2	3
	13.45-14.00	738	137	52	69	1	1
Jumlah		5486	1286	378	533	23	16

4.c Titik Rajawali 1(Masuk) dan 2 (Keluar) (Sore)

Arah	Waktu	Sepeda Motor	Mobil Penumpang		Bus/Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar
			Bensin	Solar			
Masuk	16.00-16.15	1594	208	41	46	10	3
	16.15-16.30	2001	269	38	62	14	7
	16.30-16.45	2188	269	40	28	8	3
	16.45-17.00	2210	275	41	27	13	2
	17.00-17.15	2486	250	39	21	10	2
	17.15-17.30	2202	298	44	25	3	3
	17.30-17.45	1962	273	33	13	4	4
	17.45-18.00	1233	214	31	7	6	3
Jumlah		15876	2056	307	229	68	27
Keluar	16.00-16.15	1428	247	74	40	5	3
	16.15-16.30	1494	277	57	32	9	5
	16.30-16.45	1855	262	60	32	9	2
	16.45-17.00	1953	283	54	13	3	1
	17.00-17.15	1674	263	46	19	3	2
	17.15-17.30	1181	193	52	12	3	0
	17.30-17.45	937	170	32	6	3	2
	17.45-18.00	1164	193	32	15	3	2
Jumlah		11686	1888	407	169	38	17

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Jakarta, 29 April 1995, merupakan anak kedua dari kedua orang tua. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Gunung 01 Pagi (2001–2007), SMP Negeri 29 Jakarta (2007–2010), SMA Negeri 32 (2010–2013), dan terdaftar sebagai mahasiswa Perencanaan Wilayah dan Kota ITS Surabaya dengan NRP 361400090.

Penulis aktif di kegiatan organisasi yaitu BEM ITS periode 2015–2016 sebagai staff kementerian hubungan luar. Penulis menjadi perwakilan angkatan 2014 di Badan Perwakilan Angkatan Himpunan Mahasiswa Planologi (BPA-HMPL). Dalam Kepanitiaan penulis pernah menjadi volunteer di Prepcom III UN Habitat. Selain itu, Penulis pernah melakukan kegiatan kerja praktik pada PT Prodeva Dubels Synergy. Penulis dapat dihubungi melalui email abdulaziz.ghozi@outlook.com.