



TUGAS AKHIR - RE 141581

**KAJIAN CO₂ BERDASARKAN EMISI DARI TRANSPORTASI DAN
PENYERAPAN RTH EKSISTING DAN MASTERPLAN ITS 2015 DENGAN
MENGUNAKAN BOX MODEL**

*RESEARCH OF CO₂ BASED ON EMISSION FROM TRANSPORTATION
AND APPLICATION OF EXISTING GREEN OPEN SPACES (RTH) AND ITS
2015 MASTERPLAN BY USING BOX MODEL*

NABILLA YUSLINANDA

03211440000093

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

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



TUGAS AKHIR – RE 141581

**KAJIAN CO₂ BERDASARKAN EMISI DARI TRANSPORTASI DAN
PENYERAPAN RTH EKSISTING DAN MASTERPLAN ITS 2015 DENGAN
MENGUNAKAN BOX MODEL**

*RESEARCH OF CO₂ BASED ON EMISSION FROM TRANSPORTATION AND
APPLICATION OF EXISTING GREEN OPEN SPACES (RTH) AND ITS 2015
MASTERPLAN BY USING BOX MODEL*

NABILLA YUSLINANDA
0321144000093

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

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



FINAL PROJECT - RE 141581

**RESEARCH OF CO₂ BASED ON EMISSION FROM TRANSPORTATION AND
APPLICATION OF EXISTING GREEN OPEN SPACES (RTH) AND ITS 2015
MASTERPLAN BY USING BOX MODEL**

**NABILLA YUSLINANDA
032 1144 0000 093**

Supervisor

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institute of Technology Sepuluh
Nopember Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN CO₂ BERDASARKAN EMISI
DARI TRANSPORTASI DAN
PENYERAPAN RTH EKSISTING DAN
MASTERPLAN ITS 2015 DENGAN
MENGUNAKAN BOX MODEL**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

NABILLA YUSLINANDA

NRP. 0321144000093

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

NIP. 19660116 199703 1 001



KAJIAN CO₂ BERDASARKAN EMISI DARI TRANSPORTASI DAN PENYERAPAN RTH EKSISTING DAN MASTERPLAN ITS 2015 DENGAN MENGGUNAKAN BOX MODEL

Nama Mahasiswa : Nabilla Yuslinanda
NRP : 03211441000093
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir, Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRAK

Udara merupakan elemen penting untuk kehidupan manusia. Dewasa ini seiring dengan perkembangan zaman, bertambahnya transportasi mengakibatkan terjadinya pencemaran udara yang berada disekitar lingkungan kehidupan manusia. Pencemaran udara ini menghasilkan emisi dari sisa pembakaran bahan bakar alat transportasi. Seiring berkembangnya zaman, pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor terjadi di berbagai kota besar, pada penelitian ini terjadi di Surabaya khususnya kampus ITS Sukolilo Surabaya.

Penelitian ini diawali dengan menghitung jumlah kendaraan di kampus ITS Sukolilo setiap hari aktif akademik kampus yaitu hari Senin hingga hari Jumat. Data awal kemudian digunakan untuk menghitung beban emisi dari hasil kendaraan bermotor yang memasuki wilayah kampus. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung skenario beban emisi menggunakan metode box model dapat diketahui CO₂ yang terdapat pada ambien. Dari hasil skenario beban emisi pada box model, kemudian dihitung seberapa efektif RTH eksisting dapat menyerap masing-masing zona lokasi yang telah ditentukan.

Hasil yang dari penelitian lapangan ini didapatkan bahwa jumlah emisi terbesar 0.2492 ton CO₂ / 2jam. Sedangkan nilai emisi terkecil sebesar 0.0169 ton CO₂ / 2jam. Skenario penyebaran emisi menggunakan box model dibuat dengan jumlah tiga box model pada setiap lokasi yang berbeda. Lokasi pertama yaitu dengan nilai 1.462 mg CO₂/m³. Pada lokasi kedua yaitu 0.920

mg CO₂/m³. Sedangkan pada lokasi ketiga yaitu sebesar 0.360 mg CO₂/m³. Hasil analisis jumlah luasan RTH eksisting beserta menganalisis sebagian besar jumlah tumbuhan yang berada di zona Kawasan kampus ITS bahwa RTH eksisting mampu menyerap 13488 g CO₂ / hari. Hal ini membuktikan bahwa RTH Eksisting mampu menyerap sebagian besar emisi yang masuk di Kawasan Kampus ITS.

Kata Kunci: box model, emisi, kendaraan bermotor, pencemaran udara, RTH eksisting

**RESEARCH OF CO₂ BASED ON EMISSION FROM
TRANSPORTATION AND APPLICATION OF EXISTING
GREEN OPEN SPACES (RTH) AND ITS 2015 MASTERPLAN
BY USING BOX MODEL**

Student Name : Nabilla Yuslinanda
NRP : 0321144000093
Departement : Environmental Engineering FTSLK ITS
Supervisor : Dr. Ir, Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRACT

Air is an essential element for human life. Nowadays, the increase of transportation resulted in the occurrence of air pollution that is around the environment of human life. The air pollution produces emissions from residual burning of transportation fuels. As the times continue goes by, the growth of motor vehicles occurred in various big cities, this research took place in Surabaya, especially in ITS Sukolilo Surabaya.

The preliminary research by counting the number of vehicles on campus ITS Sukolilo every day from Monday to Friday. Initial data are then used to calculate emission loads from motor vehicles which enter the campus area. Then proceed to calculate emission load scenario using box model methods, it will shown CO₂ contained in ambient. From the emission load scenario scenario in the box model, then calculated how effectively the existance of open green space able to absorb each zone of the designated location.

The result from this field research shows that the largest emission amount is 0.2492 tons CO₂ per 2 hours. While the smallest emission value is at 0.0169 tons CO₂ per 2 hours. Emission deployment scenarios using box models are made with the number of three box models at each different location. The first location is the value of 1.462 mg CO₂/m³. At the second location is 0.920 mg CO₂/m³. While the third location is 0.360 mg CO₂/m³. The analysis result of the amount of existing green open space and analyze most of the number of plants located in the zone of ITS campus area that the existing open green space is able to absorb

13488 g CO₂ per day. This proves the existing of open green space able to absorb most of the emissions that enter in Campus Area of ITS.

Keyword : air pollution, box model, emission, existing green open spaces, vehicles

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas perlindungan, ilmu, bimbingan, rahmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Kajian CO₂ Berdasarkan Emisi dari Transportasi dan Penyerapan RTH Eksisting dan Masterplan ITS 2015 dengan Menggunakan Box Model" dengan baik dan lancar.

Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tugas ini, yakni :

1. Bapak Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, MT selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas kesabaran dalam membimbing selama proses pelaksanaan hingga dokumen ini terselesaikan
2. Bapak Dr.Ir. Agus Slamet, M.Sc., Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.si, MT., dan Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'l, ST ., MEPM., selaku dosen pengarah yang telah banyak memberikan arahan dan masukan dalam proses Tugas Akhir ini
3. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng sebagai dosen wali yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan
4. Kedua orang tua, adik, dan seluruh keluarga penulis atas segala dukungan moral, materi dan doanya sehingga Tugas Akhir ini dapat di selesaikan dengan baik
5. Para Surveyor yang telah membantu penulis untuk mengambil data *Traffic counting* dari hari Senin hingga Jumat demi kelancaran pengolahan data primer Tugas Akhir
6. Pihak Kantor Sarana dan Prasarana ITS yang telah membantu proses pengambilan data untuk Tugas Akhir
7. Pihak Departemen Biologi Laboratorium Ekologi ITS yang telah membantu proses pengambilan data untuk Tugas Akhir
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan Envijoyo 2014 yang telah banyak membantu dan memberi semangat selama perkuliahan
9. Teman-teman semasa SMP dan SMA yang selalu memberikan pesan optimis untuk penulis dalam mengerjakan tugas akhir
10. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan kepada penulis

Dalam penulisan ini, penulis menyadari masih ada kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pencemaran Udara	5
2.2. Sumber Pencemar Udara	5
2.2.1 Karbon Dioksida sebagai Pencemar Udara	7
2.2.1.1 Respon Tanaman Terhadap Peningkatan CO ₂	8
2.3. Komponen Pencemar Udara	9
2.4 Faktor Persebaran Pencemaran Udara dan Dampak Pencemaran Udara	10
2.5 Model Dispersi Udara	12
	vii

2.6	Ruang Terbuka Hijau	14
2.6.1.	Definisi Ruang Terbuka Hijau	14
2.6.2	Tujuan Penyelenggaraan RTH	15
2.6.3	Fungsi RTH	15
2.6.4	Manfaat RTH	16
2.7	Karakteristik Ruang Terbuka Hijau.....	17
2.8	Masterplan ITS	17
a.	Pengertian Masterplan	17
b.	Proses pembuatan Masterplan	18
c.	Masterplan ITS	18
2.9	Penelitian Terdahulu	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		23
3.1	Umum.....	23
3.2	Kerangka Penelitian.....	23
3.3	Perlengkapan Survei Lapangan.....	25
3.4	Tahapan Penelitian	25
3.4.1	Ide penelitian.....	25
3.4.2	Studi Literatur.....	25
3.4.3	Persiapan Penelitian	26
A.	Perizinan	26
B.	Menghubungi Instansi Pemilik Data Sekunder.....	26
C.	Mempersiapkan Asisten	26
3.4.4	Pengumpulan Data Sekunder.....	27
3.4.5	Pengolahan Data Sekunder dan Survei Lapangan	27

3.4.6	Pengumpulan Data Primer.....	27
3.4.7	Perhitungan Data dan Pembahasan	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Waktu dan lokasi Penelitian	31
4.1.1	Waktu Penelitian	31
4.1.2	Lokasi Penelitian	31
4.2	Perhitungan Jumlah Emisi	32
4.2.1	Jumlah Kendaraan	32
4.2.2	Beban Emisi Karbon Dioksida	35
4.3	Perhitungan metode Box Model	38
4.4	Luasan RTH.....	41
4.5	Rencana penambahan RTH	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		53
Lampiran A.....		57
LAMPIRAN B		59
DATA TRAFFIC COUNTING.....		59
LAMPIRAN C DATA JUMLAH EMISI CO ₂		65
LAMPIRAN D.....		71
Lokasi Counting.....		71
Biodata Penulis.....		77

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

DAFTAR TABEL

TABEL 3. 1 NILAI EMISI DAN EKONOMI BAHAN BAKAR	28
TABEL 4. 1 JUMLAH TOTAL EMISI HARI SENIN CO ₂ / 2 JAM	36
TABEL 4. 2 JUMLAH EMISI CO ₂ / 2 JAM PADA HARI SENIN-JUMAT	37
TABEL 4. 3 LUAS RTH MASING-MASING ZONA	42
TABEL 4. 4 JENIS TUMBUHAN DAN DAYA PENYERAP	43
TABEL 4. 5 JUMLAH EMISI CO ₂ /HARI.....	47
TABEL 4. 6 SISA EMISI CO ₂	48
TABEL 4. 7 JENIS TUMBUHAN DAN JUMLAH YANG AKAN DITAMBAH	50

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 SKENARIO BOX MODEL.....	14
GAMBAR 3. 1 KERANGKA PENELITIAN.....	24
GAMBAR 3. 2 SKENARIO BOX MODEL PETA MASTERPLAN ITS.....	30
GAMBAR 4. 1 JUMLAH KENDARAAN PADA JAM PUNCAK PAGI.....	33
GAMBAR 4. 2 JUMLAH KENDARAAN PADA JAM PUNCAK SORE.....	33
GAMBAR 4. 3 JUMLAH KENDARAAN BUNARAN ITS.....	34
GAMBAR 4. 4 JUMLAH KENDAAAN MOTOR DI BUNARAN ITS.....	35

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Formulir counting mobil dan motor
- Lampiran B Jumlah kendaraan hasil traffic counting
- Lampiran C Jumlah beban emisi CO₂
- Lampiran D Lokasi Counting

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Udara merupakan elemen penting untuk kehidupan manusia. Dewasa ini seiring dengan perkembangan zaman, bertambahnya transportasi mengakibatkan terjadinya pencemaran udara yang berada disekitar lingkungan kehidupan manusia. Di Indonesia sekarang ini kurang lebih 70% pencemaran udara di sebabkan emisi kendaraan bermotor. Menurut Karliansyah dalam Rima (2017) diperkirakan pada tahun 2050 jumlah kendaraan akan berjumlah 2 (dua) kali lipatnya dari kondisi saat ini. Adapun emisi yang dihasilkan adalah partikulat (debu), dan untuk sebagian besar timbal (Pb), SO₂, CO₂, CO, HC dan NO_x. Pembangunan permukiman berskala besar adalah salah satu faktor yang memberikan dampak negatif berupa masalah konversi lahan, peningkatan transportasi, dan aktifitas industri.

Peningkatan pertumbuhan transportasi juga terjadi di kawasan ITS. Hal ini dibuktikan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor seiring peningkatan jumlah civitas akademik ITS setiap tahun di Kampus ITS. Pada tahun 2016 tercatat jumlah mahasiswa di Kampus ITS sebanyak 17.625 mahasiswa dengan luas kampus ITS Sukolilo adalah 180 hektar. Jika diasumsikan sekitar 90% civitas akademik menggunakan kendaraan bermotor, maka emisi gas buangnya berpotensi untuk menurunkan kualitas udara. Salah satu emisi yang dikeluarkan dari sisa pembakaran bahan bakar alat transportasi adalah gas karbon dioksida (CO₂). Pemetaan emisi gas buang kendaraan ini dapat dilakukan dengan permodelan. Model merupakan penyederhanaan realitas menggunakan sistem matematika atau statistika (EPA,2009). Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *box model*. Paparan CO₂ diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung (sistem kardiovaskuler), sistem syaraf pusat, juga janin, dan semua organ tubuh

yang peka terhadap kekurangan oksigen (Tugaswati, 2012). Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi konsentrasi CO₂ yang tersebar, memetakan pola sebaran konsentrasi karbon dioksida (CO₂) menggunakan *box model* yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor dengan menghubungkan kemampuan penyerapan emisi pada RTH (Ruang Terbuka Hijau) eksisting dan setelah dibentuknya Masterplan pembangunan di kampus ITS Sukolilo.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa konsentrasi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor di kampus ITS Sukolilo?
2. Bagaimana gambaran pemetaan kondisi persebaran CO₂ menggunakan *box model* yang dihasilkan kendaraan bermotor di kampus ITS Sukolilo?
3. Seberapa efektif RTH dapat menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kadar CO₂ berdasarkan jumlah serta jenis kendaraan bermotor
2. Menentukan penyebaran emisi menggunakan *box model*
3. Menentukan kemampuan RTH eksisting dalam menyerap emisi CO₂ pada rencana Masterplan ITS

1.4 Ruang Lingkup

1. Penelitian dilakukan di kampus ITS Sukolilo
2. Parameter yang di analisis adalah CO₂
3. Pemetaan emisi dilakukan menggunakan metode *box model*

1.5 Manfaat

1. Sebagai referensi untuk mengetahui kadar emisi CO₂ di kampus ITS Sukolilo
2. Sebagai bahan pertimbangan Tim Master Plan ITS dalam merealisasikan masterplan ITS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Udara

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (KEPMEN KLH) No. Kep.02/Men-KLH/1988, yang dimaksudkan dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas udara turun hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurut Wardhana (1995), udara bersih yang dihirup hewan dan manusia merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, tidak berwarna maupun berasa. Meskipun demikian, udara yang benar-benar bersih sulit didapatkan terutama di kota besar yang banyak terdapat industri dan lalu lintas yang padat. Udara yang mengandung zat pencemar dalam hal ini disebut udara tercemar. Udara yang tercemar tersebut dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia. Kerusakan lingkungan berarti berkurangnya daya dukung alam terhadap kehidupan yang pada gilirannya akan mengurangi kualitas hidup manusia secara keseluruhan.

Pencemaran mempunyai kepentingan ekonomi, informasi yang tepat mengenai tingkat gas fitotoksik dalam atmosfer yang tercemar masih kurang (Fitter dan Hay, 1994). Pada suatu tempat tertentu, konsentrasi akan tergantung atas sejumlah besar faktor-faktor lingkungan termasuk jarak dari sumber pencemar, topografi, altitude (ketinggian dari permukaan laut), pencemar udara, hujan, radiasi matahari, serta arah dan kecepatan angin.

2.2. Sumber Pencemar Udara

Sumber pencemaran udara yang utama adalah berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang

menggunakan bahan bakar yang mengandung zat pencemar, 60% dari pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz, 1992). Sumber-sumber pencemar lainnya adalah pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain.

Pada beberapa daerah perkotaan, kendaraan bermotor menghasilkan 85% dari seluruh pencemaran udara yang terjadi. Kendaraan bermotor ini merupakan pencemar bergerak yang menghasilkan pencemar CO₂, hidrokarbon yang tidak terbakar sempurna, NO_x, SO_x dan partikel. Pencemar udara yang lazim dijumpai dalam jumlah yang dapat diamati pada berbagai tempat khususnya di kota-kota besar menurut Hasketh dan Ahmad dalam Purnomohadi (1995) antara lain adalah:

- (1) *Nitrogen Oksida (NO_x)* yaitu senyawa jenis gas yang terdapat di udara bebas, sebagian besar berupa gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen oksida (NO₂) serta berbagai jenis oksida dalam jumlah yang lebih sedikit. Gas NO tidak berwarna dan tidak berbau, sedangkan gas NO₂ berwarna Coklat kemerahan, berbau tidak sedap dan cukup menyengat. Berbagai jenis NO_x dapat dihasilkan dari proses pembakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) dan bahan bakar (BB) fosil lainnya pada suhu tinggi, yang dibuang ke lingkungan melalui cerobong asap pabrik-pabrik di kawasan industri. Gas NO_x inipun berbahaya bagi kesehatan dan ternak, dan di kawasan pertanian dapat merusak hasil panen.
- (2) *Belerang Oksida (SO_x)*, khususnya belerang dioksida (SO₂) dan belerang tri-oksida (SO₃) adalah senyawa gas berbau tak sedap, yang banyak dijumpai di kawasan industri yang menggunakan batubara dan kerkas sebagai BB dan sumber energi utamanya. Belerang oksida juga merupakan salah bentuk gas hasil kegiatan vulkanik, erupsi gunung merapi, sumber

gas belerang alami (sulfatar), sumber air panas dan uap panas alami (fumarol). Oksida-oksida ini merupakan penyebab utama karat karena ia sangat reaktif terhadap berbagai jenis logam (membentuk senyawa logam sulfida). Ia juga mengganggu kesehatan, khususnya indra penglihatan dan selaput lendir sekitar saluran pernapasan (hidung, kerongkongan dan lambung). Di kawasan pertanian, gas-gas belerang oksida ini dapat merusak hasil panen.

- (3) *Partikel-partikel*; dapat berasal dari asap (terutama hasil pembakaran kayu, sampah, batubara, kokas dan Bahan Bakar Minyak yang membentuk jelaga) dan dapat pula berupa partikel-partikel debu halus dan agak kasar yang berasal dari berbagai kegiatan alami dan manusia. Sifat terpenting partikel ini adalah ukurannya, yang berkisar antara 0,0002 mikron hingga 500 mikron. Pada kisaran ukuran ini partikel-partikel tersebut dapat berbentuk partikel tersangga (*suspended particulate*) yang keberadaannya di udara berkisar antara beberapa detik hingga beberapa bulan, tergantung pula pada keadaan dinamika atmosfer.

2.2.1 Karbon Dioksida sebagai Pencemar Udara

Karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu gas penting dalam pertumbuhan tanaman, namun juga merupakan salah satu gas rumah kaca yang jumlahnya terus meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan ini merupakan salah satu penyebab utama pemanasan global (*global warming*). Akibat dari pemanasan global, suhu bumi diperkirakan akan meningkat 3-5°C serta menyebabkan perubahan iklim yang drastis pada 50 – 100 tahun yang akan datang.

Peningkatan gas-gas rumah kaca saat ini berpengaruh besar terhadap sektor pertanian. Peningkatan kandungan CO_2 udara akan memberikan efek baik positif maupun negatif terhadap

metabolisme tanaman. Peningkatan CO₂ diprediksi dapat menstimulasi produksi pangan dengan istilah '*CO₂ Fertilization*'. Namun demikian, penelitian terhadap pengaruh peningkatan kandungan CO₂ udara terhadap berbagai jenis tanaman menunjukkan efek yang beragam baik positif, negatif maupun tidak berpengaruh sama sekali terhadap kondisi tanaman. Respon tanaman terhadap peningkatan gas CO₂ di atmosfer berbeda-beda tergantung dari jenis tanaman serta kombinasi faktor-faktor pertumbuhan yang lain. Secara umum, hasil tanaman dipengaruhi oleh proses-proses penting seperti fotosintesis dan respirasi yang sangat tergantung dengan kondisi CO₂ di udara. Perubahan terhadap konsentrasi CO₂ udara akan berpengaruh terhadap proses-proses tersebut sebagai suatu bentuk adaptasi tanaman.

2.2.1.1 Respon Tanaman Terhadap Peningkatan CO₂

Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer sudah terjadi sejak beberapa ratus tahun yang lalu, namun lajunya mengalami peningkatan yang sangat tinggi dalam beberapa dekade terakhir. Hal ini memicu terjadinya adaptasi tanaman terhadap perubahan karakteristik daun. Sebuah pengamatan dengan menggunakan mikroskop elektron menunjukkan adanya penipisan pada dinding *bundle seath cell* pada tanaman yang ditanam pada konsentrasi CO₂ 700 µl l⁻¹ dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada konsentrasi 350 µl l⁻¹. Hal ini diakibatkan oleh penurunan jumlah suberin pada dinding sel dan menyebabkan terjadinya peningkatan permeabilitas *bundle seath cell* terhadap CO₂. Sedangkan peningkatan konsentrasi CO₂ tidak menunjukkan perubahan nyata pada jumlah stomata serta panjang sel penjaga (Walting *et al.*, 2000).

Tanaman yang ditumbuhkan pada konsentrasi CO₂ tinggi mengalami penurunan aktivitas PEPC seiring dengan terjadinya penurunan jumlah PEP pada mesofil daun, hal ini menyebabkan penurunan fotosintesis, sebab level CO₂ di *bundle seath cell* menurun untuk aktivitas dengan rubisco.

Dalam penelitian ini diperoleh data bahwa PEP pada tanaman yang ditumbuhkan pada kondisi konsentrasi CO₂ tinggi lebih rendah 51% dibanding tanaman dalam kondisi normal. Namun demikian tidak terjadi perubahan pada kandungan N daun serta klorofil total pada tanaman. Posisi daun juga memberikan pengaruh terhadap fotosintesis pada konsentrasi CO₂ udara yang tinggi. Penelitian oleh Herick dan Thomas (1999) menunjukkan adanya perbedaan respon posisi daun diatas dan dibagian bawah kanopi (sun dan shade leaves) terhadap fotosintesis pada tanaman *Liquidambar styraciflua* L. Penelitian tersebut dilakukan pada bulan Juni dimana suhu maksimum rata-ratanya 27°C, suhu minimum rata-ratanya 16°C dan hujan 9,86 cm serta bulan Agustus dengan suhu maksimum rata-rata 31°C dan minimum rata-rata 19°C dan hujan hanya 3,26 cm dengan metode FACE menggunakan konsentrasi 200 µl l⁻¹ dan 560 µl l⁻¹. Percobaan ini menunjukkan bahwa daun bagian atas lebih banyak mengambil CO₂ dibandingkan dengan daun bagian bawah. Pada bulan Juni pengambilan CO₂ pada daun bagian atas sebanyak 79 % dan daun bagian bawah 49 %.

2.3. Komponen Pencemar Udara

Menurut Kozak dan Sudarmo dalam Purnomohadi (1995), ada dua bentuk emisi dari dua unsur atau senyawa pencemar udara yaitu:

- 1) Pencemar Udara Primer (*Primary Air Pollution*), yaitu emisi unsur-unsur pencemar udara langsung ke atmosfer dari sumber-sumber diam maupun bergerak. Pencemar udara primer ini mempunyai waktu paruh di atmosfer yang tinggi pula, misalnya CO, CO₂, NO₂, SO₂, CFC, Cl₂, partikel debu, dan lain- lain.
- 2) Pencemar Udara Sekunder (*Secondary Air Pollution*), yaitu emisi pencemar udara dari hasil proses fisik dan kimia di atmosfer dalam bentuk fotokimia (*photochemistry*) yang umumnya bersifat reaktif dan mengalami transformasi fisik-kimia menjadi unsur atau

senyawa. Bentuknya pun berbeda/berubah dari saat diemisikan hingga setelah ada di atmosfer, misalnya ozon (O_3), aldehida, hujan asam, dan sebagainya. Berdasarkan sebaran ruang, sumber pencemar udara dapat dikelompokkan menjadi sumber titik, sumber wilayah, dan sumber garis. Sementara menurut sumber pencemarannya, emisi pencemar udara dapat dibedakan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam biasanya berupa kegiatan industri dan rumah tangga (pemukiman), tetapi sementara pakar menganggap permukiman sebagai pencemar udara non titik (*non-point sources*). Sumber bergerak terutama berupa kendaraan bermotor, yang berkaitan dengan transportasi. Senyawa pencemar udara berdasarkan sifatnya menjadi tiga kelompok seperti yang dikemukakan oleh Meetham (1981) yaitu;

- (1) Senyawa yang bersifat reaktif.
- (2) Partikel-partikel halus yang tersangka di atmosfer dalam jangka waktu yang lama.
- (3) Partikel-partikel kasar yang segera jatuh ke permukaan tanah.

Senyawa-senyawa pencemar udara tersebut antara lain adalah SO_2 , SO_3 , CO_2 , anion (NH_3), asam hidroklorit, senyawa flour dan unsur-unsur radioaktif. Partikel-partikel halus terutama berbentuk kabut yang berasal dari proses pembakaran bahan bakar secara tak sempurna; sedangkan partikel-partikel kasar terutama berbentuk senyawa organik. Senyawa SO_2 , asap dan debu dapat berfungsi sebagai *prototype* senyawa pencemar udara yang lain.

2.4 Faktor Persebaran Pencemaran Udara dan Dampak Pencemaran Udara

A. Faktor Persebaran Pencemaran Udara

Kecepatan angin, suhu udara dan kelembaban udara adalah bagian dari parameter meteorologi yang dapat mempengaruhi konsentrasi gas pencemar di udara (Neigburger, 1995).

1) Topografi

Bentuk permukaan lahan dapat berupa lahan datar, lahan miring dan dataran tinggi atau dataran rendah. Kondisi bentukan lahan yang berkontur akan mempengaruhi iklim mikro yang berbeda-beda terhadap lokasi tersebut (Adityawarman, 2007). Industri dan transportasi adalah sebagian besar aktivitas masyarakat di daerah perkotaan yang berpotensi menghasilkan banyak polutan. Pada siang hari ketika kondisi udara tidak stabil, polutan akan tersebar baik secara horizontal maupun vertikal. Sedangkan pada malam hari, dimana kondisi udara stabil, polutan akan cenderung terkonsentrasi pada satu tempat khususnya di daerah pedesaan. Hal ini disebabkan daerah pedesaan cenderung memiliki suhu udara yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan daerah perkotaan, sehingga tekanan udara pada daerah pedesaan akan semakin kecil dan memicu angin untuk berpindah menuju daerah pedesaan. Selain itu, dengan adanya gaya gravitasi yang menarik partikel polutan ke bawah, maka daerah pedesaan cenderung akan memiliki konsentrasi polutan yang lebih tinggi daripada daerah perkotaan.

2) Cuaca dan Arah Angin

Cuaca dan angin menjadi penyebab penyebaran polutan tersebar di udara. Jika angin berhembus dari kawasan industri menuju daerah perkotaan maka tingkat pencemaran udara cenderung lebih tinggi di daerah perkotaan (Air Pollution, tanpa tahun). Saat cuaca cerah, polutan dari kendaraan dapat bereaksi dengan adanya sinar matahari untuk membentuk ozon. Polutan yang menyebabkan terbentuknya ozon biasanya dihasilkan dari kendaraan di daerah perkotaan. Pada cuaca mendung terjadinya hujan dapat mengurangi konsentrasi polutan. Partikel air di udara dapat menyerap polutan tertentu, misalnya debu dan kemudian membawanya jatuh ke bumi.

3) Tekanan Udara

Tekanan udara tertentu dapat mempercepat atau bahkan menghambat terjadinya suatu reaksi kimia antara pencemar

dengan zat pencemar diudara atau zat-zat yang ada di udara (polutan), sehingga polutan dapat bertambah ataupun dapat berkurang (Junaidi, 2002).

4) Suhu

Daerah perkotaan merupakan daerah yang rentan terhadap perubahan suhu (Junaidi, 2002). Kualitas udara di daerah perkotaan identik dengan suhu udara yang lebih panas. Suhu udara dapat mempengaruhi konsentrasi polutan. Suhu udara yang tinggi menyebabkan udara semakin merenggang sehingga konsentrasi polutan semakin rendah. Sebaliknya pada suhu yang dingin keadaan udara semakin padat sehingga konsentrasi polutan di udara semakin tinggi.

5) Kelembaban

Kelembaban udara dapat mempengaruhi konsentrasi polutan untuk menyatakan banyaknya uap air di udara (Prabu, 2009). Pada kelembaban yang tinggi kadar uap air dapat bereaksi dengan polutan. Kondisi udara yang lembab akan membantu proses pengendapan polutan, sebab dengan keadaan udara yang lembab maka beberapa polutan yang berbentuk partikel seperti debu akan berikatan dengan air yang ada dalam udara dan membentuk partikel yang berukuran lebih besar sehingga mudah mengendap ke permukaan bumi akibat adanya gaya tarik bumi.

B. Dampak Pencemaran Udara

Pada daerah perkotaan yang besar, kontribusi gas buang dari kendaraan bermotor mencapai 60-70% (BPLH DKI, 2013). Saat ini telah diketahui bahwa pengaruh polusi udara juga dapat menyebabkan pemanasan efek rumah kaca (ERK) yang akan menimbulkan pemanasan global atau global warming. (Sudrajad, 2006)

2.5 Model Dispersi Udara

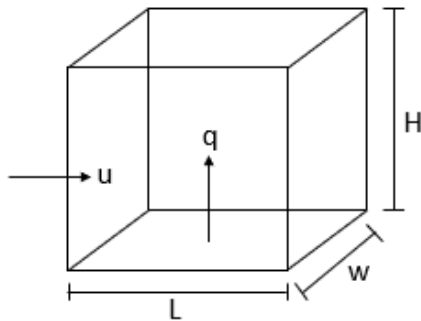
Dispersi adalah suatu proses pergerakan kontaminan melalui udara dan cerobong (*plume*), menyebarkannya ke

area yang luas sehingga konsentrasi menjadi berkurang. Model Dispersi digunakan untuk mengkaji konsentrasi pencemar di udara ambien. Tujuan dari model ini adalah memformulasikan secara matematis hubungan antara sumber emisi terhadap konsentrasi pencemar di udara ambien, sehingga hasil model tersebut dapat menjadi acuan apakah suatu daerah tergolong pada daerah yang tercemar atau tidak. Selain perhitungan matematis, sekarang juga telah dikembangkan perhitungan dengan basis komputerisasi. Beberapa model dispersi yang dikembangkan dalam bentuk software adalah SCREEN, FDM (Fugitive Dust Model), EDMS (Emission and Dispersion Modeling System), SLAB dan lain sebagainya. Model dispersi atmosferik dapat diskenariokan dengan jenis dan kuantitas polutan udara yang berbeda. Berikut adalah model dispersi yang banyak digunakan dalam permodelan kualitas udara:

1. Box-Model

a. Metode Model box menurut Rubin dan Davidson

Metode Model Box untuk mengetahui berapa beban CO₂ ambien. CO₂ yang diemisikan oleh transportasi darat tidak seluruhnya diserap oleh tanaman. Gas CO₂ akan terdispersi ke permukaan jalan atau ke udara ambien. Pencemar yang masuk ke udara ambien dianggap mempunyai laju alir yang konstan per satuan waktunya. Model box ini merupakan salah satu metode dispersi udara untuk memprediksi beban pencemar di udara ambien. Pada permodelan ini, udara dianggap tercampur sempurna dalam suatu kotak (*box*) dengan panjang dan lebar kotak sesuai dengan wilayah perencanaan.



Gambar 2. 1 Skenario Box Model

Sumber : Rubin dan Davidson (2001)

Persamaan Metode model box yaitu:

$$C(t) = \frac{qL}{uH} (1 - e^{-\frac{ut}{L}})$$

Keterangan :

$C(t)$ = konsentrasi pencemar (mg/m^3)

q = rata-rata emisi pencemar ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{detik}$)

L = jarak sumber emisi terbesar ke garis kotak paling jauh (m)

u = rata-rata kecepatan angin (2 m/detik) (data BMKG Maret 2018)

t = waktu tempuh pencemar ke batas garis kotak paling jauh (detik)

w = lebar kotak (m)

x = Panjang kotak (m)

2.6 Ruang Terbuka Hijau

2.6.1. Definisi Ruang Terbuka Hijau

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 disebutkan bahwa ruang terbuka hijau adalah area memanjang/jalur/dan atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

Ruang terbuka merupakan suatu tempat atau area yang dapat menampung aktivitas tertentu manusia, baik secara individu atau secara kelompok (Hakim,1993).

Proporsi RTH pada wilayah perkotaan adalah sebesar minimal 30% yang terdiri dari 20% ruang terbuka hijau publik dan 10% terdiri dari ruang terbuka hijau privat. Proporsi 30% merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan keseimbangan mikroklimat, maupun sistem ekosistem lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta dapat meningkatkan nilai estetika kota.

2.6.2 Tujuan Penyelenggaraan RTH

Tujuan penyelenggaraan RTH adalah:

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

2.6.3 Fungsi RTH

RTH memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis:
 - Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota)
 - Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar
 - Sebagai penuduh
 - Produsen oksigen
 - Penyerap air hujan
 - Penyedia habitat satwa
 - Penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta penahan angin
- b. Fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu:

- Fungsi sosial dan budaya:
 - Menggambarkan ekspresi budaya local
 - Merupakan media komunikasi warga kota
 - Tempat rekreasi
 - Wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari alam
- c. Fungsi ekonomi:
 - Sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun dan sayur mayur
 - Bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan, dan lain-lain
- d. Fungsi 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

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

2.6.4 Manfaat RTH

Manfaat RTH berdasarkan fungsinya dibagi atas:

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

2.7 Karakteristik Ruang Terbuka Hijau

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan menjelaskan klarifikasi Ruang Terbuka Hijau terbagi menjadi berdasarkan bobot dan tingkat kualitasnya. Berdasarkan bobot kealamiannya, bentuk RTH dapat diklasifikasikan menjadi:

- a) Bentuk RTH alami (habitat liar/alami, kawasan lindung)
- b) Bentuk RTH non alami atau RTH binaan (pertanian kota, pertamanan kota, lapangan olah raga, pemakaman)

Berdasarkan sifat dan karakter ekologisnya diklasifikasi menjadi:

- a) Bentuk RTH kawasan (areal)
- b) bentuk RTH jalur (koridor)

Berdasarkan penggunaan lahan atau kawasan fungsionalnya diklasifikasi menjadi:

- a) RTH kawasan perdagangan
- b) RTH kawasan perindustrian
- c) RTH kawasan permukiman
- d) RTH kawasan pertanian
- e) RTH kawasan-kawasan khusus, seperti pemakaman, olah raga, alamiah

2.8 Masterplan ITS

a. Pengertian Masterplan

Masterplan dalam Bahasa Indonesia pada umumnya disebut dengan rencana induk. Disebut sebagai rencana induk karena berisi tentang rencana menyeluruh (komprehensif) dan terpadu (integratif). Pada konteks tertentu, rencana induk atau masterplan berisi tentang rencana pembangunan atau pengembangan sebuah wilayah tempat tinggal komunitas, baik pada daerah perkotaan maupun pedesaan dengan segala aspeknya. Pada hal ini, masterplan atau rencana induk berfungsi sebagai pemandu langkah mewujudkan pembangunan suatu wilayah. Kegunaan

masterplan ini sebagai acuan untuk memonitor dan mengevaluasi tahapan-tahapan pembangunan yang telah ditempuh.

b. Proses pembuatan Masterplan

- Proses secara umum
- 1. Otoritas memberi arahan
- 2. Perencana mengumpulkan data, menganalisis dan mengusulkan rencana
- 3. Otoritas memberi masukan dan evaluasi, kemudian dilakukan persetujuan

c. Masterplan ITS

Master plan atau Rencana Induk Kampus ITS memiliki program yang bernama *eco campus*. Program ini sudah mulai diterapkan mulai tahun 2011. Hal ini sejalan dengan komitmen kampus ITS untuk menciptakan kampus yang peduli dan berbudaya lingkungan. Beberapa program dilakukan oleh kampus ITS untuk melakukan pengembangan *masterplan* dan pembangunan sejumlah fasilitas yang berbasis *eco campus*. Kampus ITS memiliki lahan seluas 180 ha, namun efisiensi pemanfaatan lahan perlu dilakukan demi tercapainya program *eco campus* untuk menunjang kelestarian lingkungan dan berpotensi besar menyumbang keindahan, kesehatan, dan kelestarian. Kelestarian kampus juga dapat menjadi paru-paru kota di Kawasan timur kota Surabaya.

Pengembangan standar gedung ramah lingkungan dan berkelanjutan terdiri dari; pengembangan area hijau dan berkelanjutan, penataan infrastruktur yang ramah lingkungan, penataan sistem pengelolaan sampah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan; pengembangan sistem hemat energi untuk bangunan, transportasi dan lingkungan; serta mengimplementasikan master plan kampus yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dalam peta Masterplan ITS, dibedakan menjadi dua jenis : yaitu zona atau bangunan yang sudah terbangun dan yang berencana dibangun. Dibawah ini merupakan peta Masterplan ITS tahun 2015.

2.9 Penelitian Terdahulu

A. Penelitian yang telah dilakukan tentang Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor akibat Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung) oleh Devianti Muziansyah,dkk ; dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi emisi gas buang. Faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia antara lain:

- 1.Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial).
- 2.Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada (misalnya jalan yang sempit).
- 3.Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terpusatnya kegiatan - kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota.
4. Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota.
- 5.Kesamaan waktu aliran lalu lintas.
- 6.Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor
- 7.Faktor perawatan kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan.
- 8.Jenis permukaan jalan dan struktur pembangunan jalan.
- 9.Siklus dan pola mengemudi (driving pattern) (Tugaswati, 2007).

B. Berdasarkan penelitian Tugas Akhir tentang “Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap CO₂) Udara Ambien dari Transportasi Darat di Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur, Surabaya” oleh Merry Juita Pasaribu, dilakukan perhitungan emisi CO₂ yang

dihasilkan dari kendaraan bermotor dengan metode sebagai berikut:

1. Menghitung emisi CO₂ yang berasal dari transportasi darat. Perhitungan ini berdasarkan titik-titik sample yang telah ditentukan. Menurut Grover dkk., (2013) persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Emisi} = \frac{n \times L \times f \times \rho}{FE}$$

Keterangan:

- Emisi = beban emisi CO₂ (ton/jam)
- n = Jumlah kendaraan (kendaraan/jam)
- L = Panjang jalan (km)
- f = faktor emisi (Tabel)
- ρ = massa jenis bensin 0.63 kg/L dan solar 0.7 kg/L

Sedangkan untuk perhitungan metode box model, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Persamaan Metode model box yaitu:

$$C(t) = \frac{qL}{uH} (1 - e^{-\frac{ut}{L}})$$

Keterangan :

- C (t) = konsentrasi pencemar (mg/m³)
- q = rata-rata emisi pencemar (mg/m²/detik)
- L = jarak sumber emisi terbesar ke garis kotak paling jauh (m)
- u = rata-rata kecepatan angin (2 m/detik) (data BMKG, Maret 2018)
- t = waktu tempuh pencemar ke batas garis kotak paling jauh (detik)
- w = lebar kotak (m)
- x = Panjang kotak (m)

- C. Berdasarkan penelitian Tugas Akhir tentang “Pemetaan Kekucupan Vegetasi Untuk Mereduksi Konsentrasi Karbon

Dioksida (CO₂) di Kampus ITS Surabaya” oleh Abdul Aziz ditinjau dari debit emisi yang berasal dari kendaraan bermotor yang melewati kawasan kampus ITS berdasarkan kepadatan lalu lintas hariannya. Data yang digunakan antara lain data jumlah vegetasi yang ada di kawasan kampus ITS, peta ITS dan hasil observasi lapangan untuk daerah yang tidak terdapat datanya. Sebelum dilakukan perhitungan, terlebih dahulu ditentukan blok dalam kawasan kampus ITS untuk mempermudah pengamatan berdasarkan ruas jalan utama. Kemudian dari data tersebut akan dihitung luas tatapan/ tajuk (aerial coverage) tiap pohon dan akan dikalikan dengan faktor koefisiensi daya serap gas CO₂ di tiap blok pengamatan. Dari kemampuan tersebut dapat berapakah kadar emisi yang tidak dapat diserap dalam blok pengamatan. Bila terdapat blok yang tidak mampu mereduksi emisi yang ada, maka akan dilakukan upaya penanggulangan dengan penanaman pohon pada blok tersebut. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa vegetasi pada semua blok sudah cukup mereduksi debit emisi yang ada bila angin bertiup dari arah timur ke barat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Umum

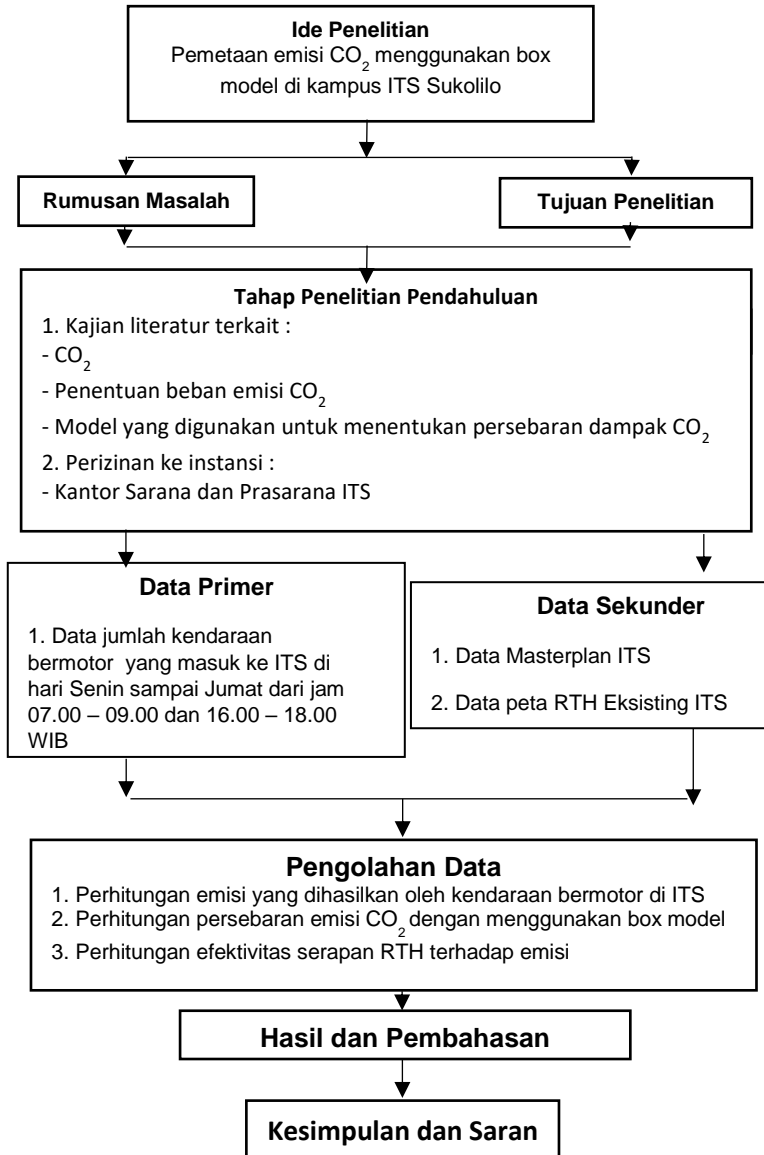
Pada penelitian ini dilakukan perhitungan jumlah kendaraan bermotor di kampus ITS Sukolilo Surabaya menggunakan metode box model dengan mengaitkan dokumen Masterplan ITS. Secara umum, berdasarkan dokumen Masterplan ITS, wilayah ITS terbagi atas zona akademik, zona hunian, zona fasilitas umum, zona fasilitas olahraga, zona kegiatan khusus dan area hutan kampus. Selanjutnya, untuk perhitungan jumlah kendaraan bermotor dilakukan di sepuluh titik lokasi. Lokasi pada pintu masuk tersebut terdiri dari tiga pintu utama dan tiga pintu masuk yang ada di blok perumahan Dosen, kemudian empat titik yang ditentukan setelah melewati pintu masuk ITS.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian digunakan untuk mengetahui poin-poin penting dari tahapan penelitian yang digunakan sebagai acuan selama proses pelaksanaan. Tujuan penyusunan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang dituangkan secara sistematis, dari awal penelitian hingga penulisan laporan tugas akhir.
2. Memudahkan untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian demi tercapainya tujuan penelitian.
3. Menghindari dan memperkecil terjadinya kesalahan selama melakukan penelitian.

Kerangka penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

3.3 Perlengkapan Survei Lapangan

Dalam perhitungan jumlah kendaraan bermotor, beberapa peralatan yang secara umum digunakan antara lain:

1. Stopwatch
2. Hand-Counter
3. Table sheet yang berisi jumlah kendaraan serta rentang waktunya

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini berisi penjabaran langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Langkah-langkah tersebut meliputi penjelasan secara rinci dari studi literatur, pengumpulan data, analisis dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

3.4.1 Ide penelitian

Penelitian ini berjudul “Kajian CO₂ Berdasarkan Emisi dan Penyerapan RTH Eksisting dan Masterplan ITS 2016 dengan Menggunakan Box Model”. Wilayah penelitian yaitu di ITS. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini mengakibatkan jumlah CO₂ akan naik serta peningkatan pembangunan berakibat pada hilangnya asset penyerap CO₂ dan cadangan karbon yang dimilikinya.

3.4.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan terkait metode *box model* yang digunakan untuk melihat pemetaan emisi penyebaran. Jenis literatur yang dipelajari dan digunakan sebagai acuan antara lain buku-buku yang relevan dengan penelitian termasuk langkah perhitungan *box model*, jurnal, serta penelitian-penelitian terdahulu dalam tugas

akhir. Pelaksanaannya adalah dengan mengumpulkan data atau informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini dalam bentuk pustaka.

3.4.3 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian ini dilakukan sebelum tahap pengumpulan data. Persiapan ini dilakukan guna mempersiapkan kebutuhan saat pengambilan dan pengolahan data lapangan. Tahap persiapan ini meliputi:

A. Perizinan

Lokasi penelitian berada di kampus ITS Sukolilo Surabaya. Sebelum melakukan penelitian serta *sampling*, dilakukan perizinan pada instansi terkait. Pada tahap ini, perizinan dilakukan dengan menyertakan surat dari Departemen Teknik Lingkungan dengan melampirkan proposal tugas akhir. Kemudian di follow up terhadap surat yang diajukan sebagai bukti persetujuan izin pelaksanaan tugas akhir pada lokasi penelitian.

B. Menghubungi Instansi Pemilik Data Sekunder

Pada tahap ini dilakukan pengajuan permohonan data pada instansi pemilik data sekunder. Data sekunder yang dibutuhkan yaitu berupa Peta Realisasi Master Plan ITS tahun 2015 dan dokumen Master Plan ITS Tahun 2015. Untuk mendapatkan informasi terkait pemilik data-data tersebut dilakukan pencarian informasi kepada pihak-pihak terkait.

C. Mempersiapkan Asisten

Pengambilan data dalam penelitian ini membutuhkan bantuan dari beberapa orang mengingat luasan plot yang cukup besar. Pada tahap persiapan penelitian dilakukan pencarian asisten yang bersedia membantu dalam pengambilan data primer.

3.4.4 Pengumpulan Data Sekunder

Pada tahap ini dilakukan konfirmasi terhadap permohonan data yang dilakukan pada instansi pemilik data Master Plan ITS, yaitu PIMPITS (Pusat Implementasi Master Plan ITS dari kantor Sarana Prasarana ITS). Data-data yang dibutuhkan adalah peta Realisasi Master Plan ITS pada tahun 2015, dokumen Rencana Master Plan ITS tahun 2015, dan data jenis-jenis pohon di ITS.

3.4.5 Pengolahan Data Sekunder dan Survei Lapangan

Pengolahan data dilakukan terhadap data sekunder yang telah didapatkan. Dari peta yang didapatkan, dilakukan perbandingan untuk mengetahui lokasi baru dimana terdapat perubahan tata guna lahan. Perubahan yang dimaksudkan adalah perubahan RTH menjadi sarana dan prasarana baru yang menyebabkan berkurangnya cadangan karbon. Survei ini dilakukan guna memastikan kondisi lapangan sesuai data sekunder yang ada.

3.4.6 Pengumpulan Data Primer

1. Traffic counting

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data primer dengan melakukan perhitungan jumlah kendaraan bermotor pada hari Senin sampai dengan Jumat pada jam puncak yaitu jam 07.00-09.00 WIB dan jam 16.00-18.00 WIB menggunakan handcounter. Pencatatan counting adalah kumulatif setiap 10 menit dan untuk pencatatan sepuluh menit selanjutnya, angka counter tidak dinolkan. Hal ini dilakukan untuk menghindari besarnya kehilangan jumlah kendaraan saat pengamat mereset alat.

Kemudian dari data yang didapatkan, dihitung jumlah emisi yang dihasilkan dan dilihat penyebaran emisi tersebut menggunakan box model.

3.4.7 Perhitungan Data dan Pembahasan

Analisis data dilakukan dalam bentuk grafik dan tabel serta analisis deskriptif berdasarkan pengolahan data.

1. Menghitung emisi CO₂ yang berasal dari transportasi darat. Perhitungan ini berdasarkan titik-titik sampel yang telah ditentukan. Menurut Grover dkk., (2013) persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Emisi} = \frac{n \times L \times f \times \rho}{FE}$$

Keterangan:

- Emisi = beban emisi CO₂ (ton/jam)
- n = Jumlah kendaraan (kendaraan/jam)
- L = Panjang jalan (km)
- f = faktor emisi (Tabel)
- ρ = massa jenis bensin 0.63 kg/L dan solar 0.7 kg/L

Tabel 3. 1 nilai emisi dan ekonomi bahan bakar

Kategori	CO ₂ (g/kg BBM)	Ekonomi bahan bakar (km/L)
Motor	3.180	28
Mobil	3.180	98
Angkot	3.180	7.5
Taksi	3.180	8.7

Pick up /	3.178	8.5
- Bus Mini	3.172	8
- Bus besar		3.5

Sumber: PERMEN LH NO.12/2010

2. Perhitungan Box Model

$$C(t) = \frac{qL}{uH} \left(1 - e^{-\frac{ut}{L}}\right)$$

Keterangan :

C (t) = konsentrasi pencemar (mg/m³)

q = rata-rata emisi pencemar (mg/m²/detik)

L = jarak sumber emisi terbesar ke garis kotak paling jauh (m)

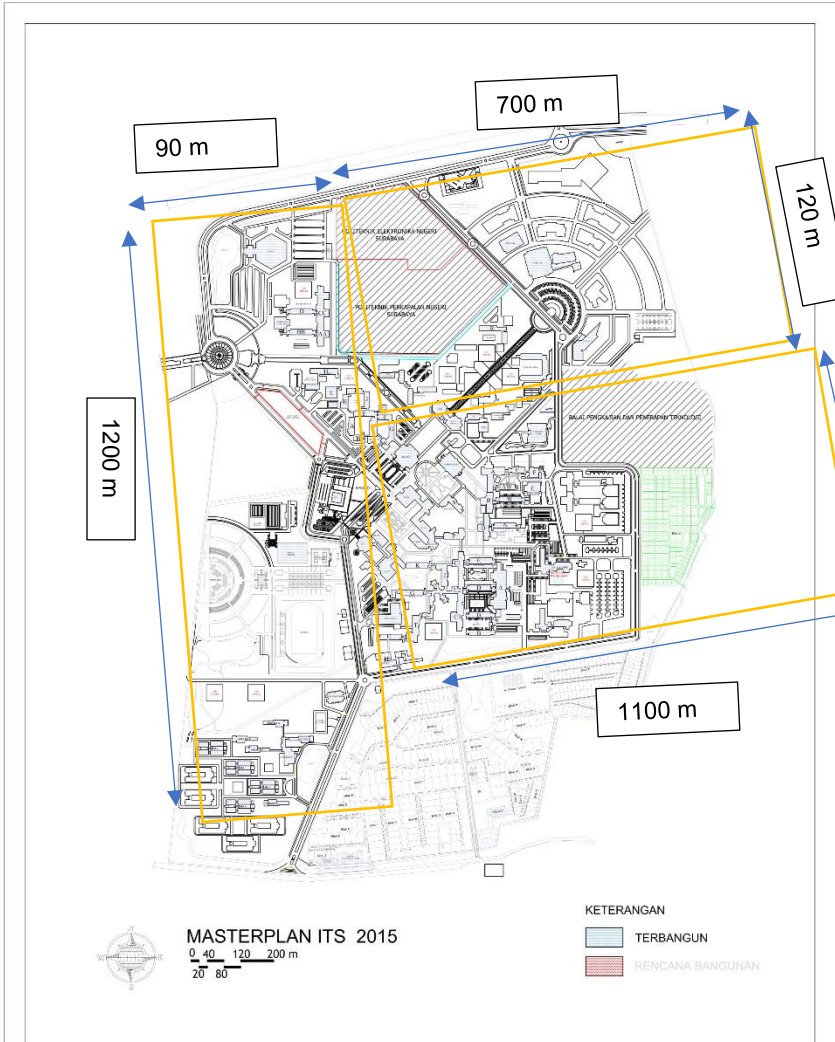
u = rata-rata kecepatan angin (2 m/detik) (data BMKG, Maret 2018)

t = waktu tempuh pencemar ke batas garis kotak paling jauh (detik)

w = lebar kotak (m)

x = Panjang kotak (m)

Berikut ini merupakan peta permodelan box di Kawasan kampus ITS. Pada perencanaan ini dibuat tiga buah box model.



REVISI/PROYEKSI	PERIODE	DISUSUN OLEH	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR	NO. LEMBAR
 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA	REVIEW MASTERPLAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA Th.2015	 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER <small>Jalan Raya Sepuluh Nopember</small>	MASTER PLAN ITS	NTS	JPL/LS/RS/	1/1
		SUKSES/13 HANI, TIM REVIEW MASTER PLAN ITS 2015				1/1

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Waktu dan lokasi Penelitian

4.1.1 Waktu Penelitian

Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan pada hari Senin – Jumat tanggal 15 Maret 2018 hingga 21 Maret 2018. Melalui data primer jam puncak wilayah kampus ITS Sukolilo yaitu pagi pada pukul 07.00-09.00 WIB dan sore pada pukul 16.00 – 18.00 WIB. Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan pada hari Senin – Jumat karena pada hari tersebut kampus ITS aktif melakukan kegiatan perkuliahan. Sedangkan pada hari Sabtu dan Minggu tidak dilakukan perhitungan karena tidak ada kegiatan perkuliahan. *Traffic counting* pada hari Senin hingga Jumat tidak mengalami hambatan cuaca maupun hari libur nasional.

4.1.2 Lokasi Penelitian

Sebelum melakukan *traffic counting*, dilakukan peninjauan pada lokasi perhitungan. Berdasarkan hal tersebut, ditentukan total 10 titik sampling, dengan detail sebagai berikut:

- a. Pintu masuk bundaran ITS
- b. Bundaran manarul
- c. Bundaran SCC
- d. Bundaran Biologi
- e. Pintu masuk Asrama ITS
- f. Jurusan Material Metalurgi
- g. Blok T
- h. Blok U
- i. Riset Center
- j. Pintu dari arah Pens



Gambar 4. 1 Lokasi Sampling

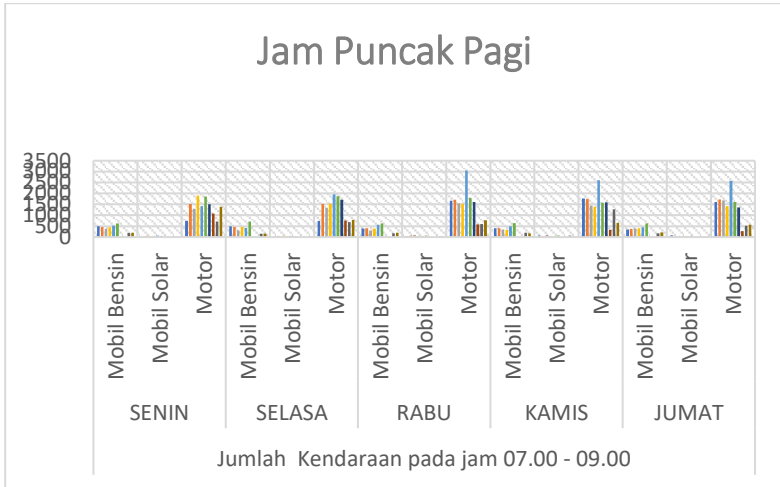
Keterangan: Setiap titik sampling terdapat dua surveyor dengan masing-masing formulir counting (terlampir)

4.2 Perhitungan Jumlah Emisi

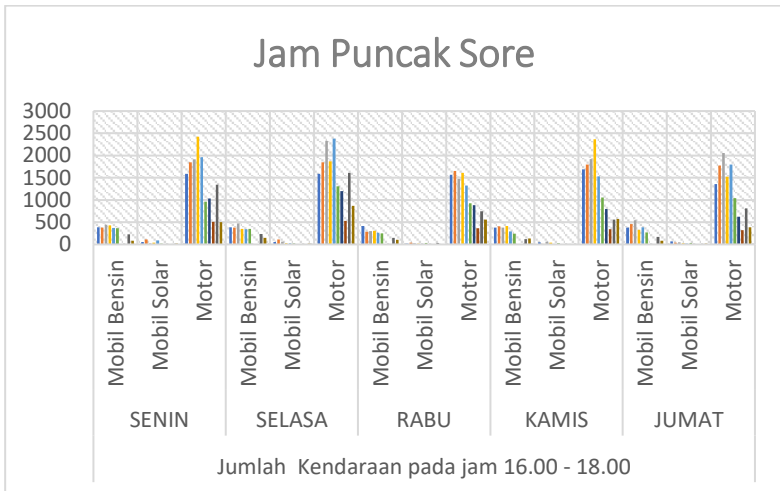
4.2.1 Jumlah Kendaraan

Perhitungan jumlah kendaraan saat traffic counting dilakukan sesuai dengan formulir dengan setiap kolomnya dilakukan akumulasi perhitungan setiap 10 menit. Sebagai contoh pada saat perhitungan jam 07.00, pada formulir tertulis 07.00-07.10 hingga pada pukul 09.00 WIB. Ditetapkan akumulasi perhitungan setiap 10 menit agar meminimalisir terjadinya kesalahan counting pada surveyor. Setelah dilakukan perhitungan pada pukul 07.00 – 09.00 WIB dan pukul 16.00 – 18.00 WIB, detail jumlah kendaraan diimplementasikan ke dalam grafik.

Berikut ini merupakan grafik jumlah kendaraan dari hari Senin hingga Jumat pada pukul 07.00 – 09.00 dan jam 16.00 -18.00



Gambar 4. 1 Jumlah kendaraan pada jam puncak pagi

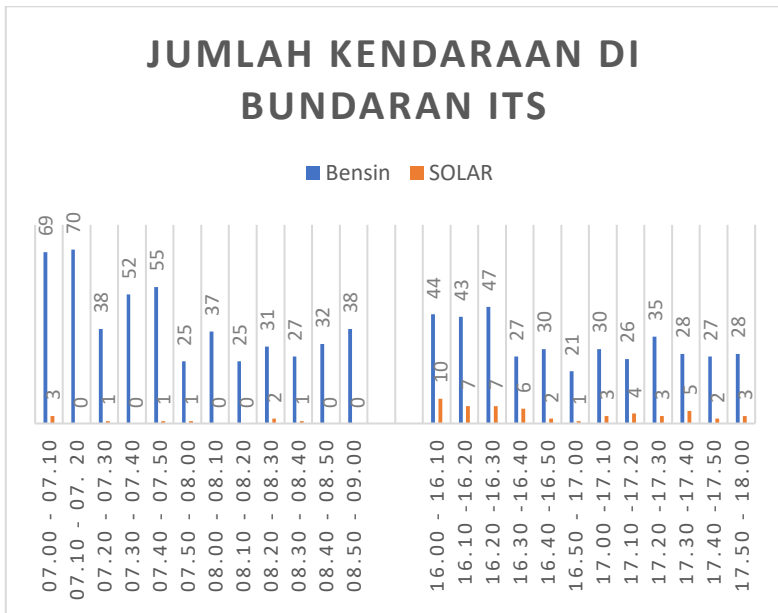


Gambar 4. 2 Jumlah kendaraan pada jam puncak sore

Dari kedua grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pada hari Senin

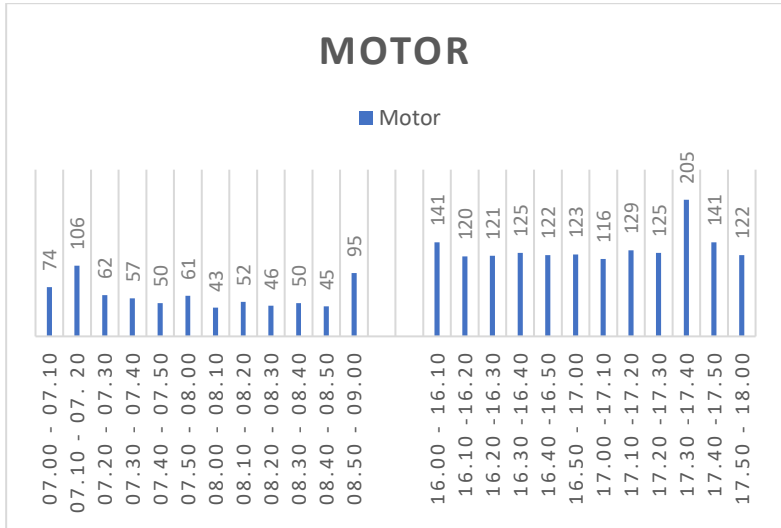
hingga Jumat, diketahui hari yang paling banyak kendaraan memasuki wilayah kampus ITS pada jam 07.00- 09.00 adalah hari Rabu. Kendaraan yang memasuki wilayah kampus ITS pada hari tersebut sebanyak 18355. Sedangkan untuk jam puncak sore diketahui hari yang paling banyak kendaraan memasuki wilayah kampus ITS pada jam 16-18 adalah hari Selasa. Kendaraan yang memasuki wilayah kampus ITS pada hari ini sebanyak 18528.

Contoh perhitungan hasil Jumlah kendaraan pada hari Senin di titik Bundaran ITS



Gambar 4. 3 Jumlah kendaraan bundaran ITS

Sumber : Hasil perhitungan (2018)



Gambar 4. 4 Jumlah kendaraan motor di bundaran ITS

Sumber : Hasil perhitungan (2018)

Untuk perhitungan jumlah kendaraan di setiap lokasi counting terdapat pada lampiran B.

4.2.2 Beban Emisi Karbon Dioksida

Jumlah emisi CO₂ dari hasil traffic counting adalah:

a. Pada titik bundaran ITS

1. Motor

$$\text{Emisi} = \frac{741 \text{ kendaraan} / 2 \text{ jam} \times 0.35 \text{ km} \times 3.180 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \times 0.63 \text{ kg/L}}{28 \text{ km/L}}$$

$$= 0.018 \text{ ton CO}_2 / 2 \text{ jam}$$

2. Mobil bensin

$$\text{Emisi} = \frac{499 \text{ kendaraan} / 2 \text{ jam} \times 0.35 \text{ km} \times 3.180 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \times 0.63 \text{ kg/L}}{9.8 \text{ km/L}}$$

$$= 0.035 \text{ ton CO}_2 / 2 \text{ jam}$$

3. Mobil solar

$$\text{Emisi} = \frac{9 \text{ kendaraan} / 2 \text{ jam} \times 0.35 \text{ km} \times 3.180 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \times 0.7 \text{ kg/L}}{9.8 \text{ km/L}}$$

$$= 0.0007 \text{ ton CO}_2 / 2 \text{ jam}$$

Pada perhitungan diatas jika dijumlahkan dapat diketahui perbedaan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan setiap titiknya. Hasil perhitungan jumlah emisi pada hari Senin terdapat pada

Tabel 4. 1

Tabel 4. 1 Jumlah total emisi hari Senin CO₂/ 2 jam

Lokasi Counting	Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				Emisi CO2(ton CO2/ 2 jam) 16. 00 - 18.00			
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah
Bundaran ITS	0.0357	0.0007	0.0186	0.1083	0.0276	0.0042	0.0398	0.1296
Bundaran Manarul	0.0237	0.0026	0.0271		0.0194	0.0056	0.0330	
Bundaran SCC	0.0251	0.0026	0.0306	0.1489	0.0301	0.0015	0.0451	0.1788
Biologi	0.0347	0.0041	0.0517		0.0331	0.0032	0.0658	
Material Metalurgi	0.0354	0.0048	0.0334	0.2113	0.0249	0.0067	0.0464	0.1520
Asrama	0.0646	0.0065	0.0666		0.0376	0.0020	0.0343	
Blok T	0.0000	0.0000	0.0270	0.0461	0.0000	0.0000	0.0185	0.0276
Blok U	0.0000	0.0000	0.0192		0.0000	0.0000	0.0091	
Riset Center	0.0118	0.0007	0.0256	0.1110	0.0140	0.0009	0.0480	0.0917
Pens	0.0200	0.0033	0.0495		0.0085	0.0025	0.0178	

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

Tabel 4.1 menunjukkan CO₂ yang diemisikan pada hari Senin. Nilai terkecil yaitu 0.0276 ton CO₂/ 2 jam pada lokasi Blok T hingga Blok U, dan nilai terbesar 0.2113 ton CO₂/ 2jam pada lokasi Asrama ITS hingga departemen Material Metalurgi.

Kemudian dihitung kembali nilai total emisi pada masing-masing hari Senin hingga hari Jumat. Tabel dibawah ini merupakan hasil total emisi setiap harinya.

Tabel 4. 2 Jumlah emisi CO2/ 2 jam pada hari Senin-Jumat

Lokasi Counting	Jumlah Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT
Bundaran ITS					
Bundaran Manarul	0.1083	0.11083	0.1282	0.132	0.1227
Bundaran SCC					
Biologi	0.1489	0.1373	0.1416	0.1327	0.1431
Asrama					
Material Metalurgi	0.2113	0.2241	0.2492	0.2247	0.2215
Blok T					
Blok U	0.0461	0.044	0.0391	0.0345	0.0294
Riset Center					
Pens	0.1110	0.0797	0.0843	0.1037	0.0717
Lokasi Counting	Jumlah Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 16.00 - 18.00				
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT
Bundaran ITS					
Bundaran Manarul	0.1296	0.1296	0.1164	0.1268	0.1238
Bundaran SCC					
Biologi	0.1788	0.1273	0.1265	0.1755	0.1577
Material Metalurgi	0.1520	0.1665	0.1126	0.1212	0.1387

Asrama					
Blok T					
Blok U	0.0276	0.0309	0.0224	0.0204	0.0169
Riset Center					
Pens	0.0917	0.121	0.0689	0.0621	0.0636

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

4.3 Perhitungan metode Box Model

Box model dibuat untuk mengetahui berapa beban CO₂ ambien. CO₂ yang diemisikan oleh transportasi darat tidak seluruhnya diserap oleh tanaman. Menurut Rubin dan Davidson (2001) box model di asumsikan udara dianggap tercampur sempurna dalam suatu kotak (*box*) dengan panjang dan lebar kotak sesuai dengan wilayah perencanaan.

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan box model adalah sebagai berikut:

- U : kecepatan angin yang konstan dengan satu arah angin
- L : jarak terjauh pada satu kotak
- H : Tinggi pohon rata-rata (H) yang menjadi batas ketinggian. Sehingga emisi di dalam box dengan batas atas H dianggap sebagai emisi gas CO₂ yang akan diserap oleh RTH

Perhitungan box model di buat menjadi 3 buah box. Masing – masing box dibuat dari lokasi yang berbeda. Sehingga didapatkan masing-masing perhitungan yaitu:

1. Lokasi pintu masuk Bundaran ITS hingga jurusan Biologi

Jumlah CO₂ pada hari Rabu

(Hasil penjumlahan Tabel 4.2 0.1282 + 0.1416)= 0.2698 ton / 2 jam

Jumlah CO₂

= 0.2698 ton / 2jam

= 37.48 gram CO₂ / detik

= 37480 CO₂ / detik

Agar konsentrasi CO₂ dalam Box Model dapat dihitung, maka

diperlukan data - data sebagai berikut:

$U = 2$ m/detik (rata-rata kecepatan angin didapatkan dari data BMKG bulan Maret 2018)

$H = 10$ m

$L = 1200$ m (Emisi paling besar dihasilkan titik Bundaran Manarul hingga jurusan Biologi dengan batas kotak paling jauh 1.2km)

$t = \frac{1200 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 600$ detik (Angka ini menunjukkan emisi paling besar mencapai batas box terjauh dalam waktu 600 detik atau sama dengan 10 menit)

$A = 108000 \text{ m}^2$ dengan $x = 1200$ m dan $w = 90$ m; x sebagai Panjang jalan dan w sebagai lebar jalan

$$q = \frac{\text{total emisi}}{A \text{ box model}} = \frac{37480 \text{ mg/detik}}{108000 \text{ m}^2} = 0.347 \text{ mg/m}^2/\text{detik}$$

Maka perhitungan konsentrasi CO_2 dalam box model adalah:

$$C(t) = \frac{0.347 \frac{\text{mg}}{\text{m}^2} \text{ detik} \times 1200 \text{ m}}{2 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 90 \text{ m}} \left(1 - e^{-\frac{2 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 600 \text{ detik}}{1200 \text{ m}}} \right)$$

$$C(t) = 1.462 \text{ mg CO}_2/\text{m}^3$$

Konsentrasi CO_2 dalam box model adalah $1.462 \text{ mg CO}_2/\text{m}^3$.

2. Lokasi pintu masuk Asrama ITS hingga Perumahan Blok U

Jumlah CO_2 pada hari Rabu

(Hasil penjumlahan Tabel 4.2, $0.2492 + 0.0391$) = 0.2883 ton / 2 jam

$$\begin{aligned} \text{Jumlah CO}_2 &= 0.2883 \text{ ton} / 2 \text{ jam} \\ &= 40.04 \text{ gram CO}_2 / \text{detik} \\ &= 40040 \text{ mg CO}_2 / \text{detik} \end{aligned}$$

Agar konsentrasi CO_2 dalam Box Model dapat dihitung, maka diperlukan data - data sebagai berikut:

$U = 2$ m/detik (rata-rata kecepatan angin didapatkan dari data BMKG bulan Maret 2018)

$H = 10$ m

L = 800 m (Emisi paling besar dihasilkan titik Asrama ITS hingga perumahan Blok U dengan batas kotak paling jauh 800 m)

$t = \frac{800 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 400 \text{ detik}$ (Angka ini menunjukkan emisi paling besar mencapai batas box terjauh dalam waktu 400 detik atau sama dengan 10 menit)

A = 110000 m² dengan x = 1100 m dan w = 100 m; x sebagai Panjang jalan dan w sebagai lebar jalan

$$q = \frac{\text{total emisi}}{A \text{ box model}} = \frac{40040 \text{ mg/detik}}{110000 \text{ m}^2} = 0.364 \text{ mg/m}^2/\text{detik}$$

Maka perhitungan konsentrasi CO₂ dalam box model adalah:

$$C(t) = \frac{0.364 \frac{\text{mg}}{\text{m}^2} \text{detik} \times 800 \text{ m}}{2 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 100 \text{ m}} \left(1 - e^{-\frac{2 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 400 \text{ detik}}{800 \text{ m}}}\right)$$

$$C(t) = 0.920 \text{ mg CO}_2/\text{m}^3$$

Konsentrasi CO₂ dalam box model adalah 0.920 mg CO₂/m³.

3. Lokasi pintu masuk Pens hingga Gedung Riset Center

Jumlah CO₂ pada hari Rabu

(Hasil penjumlahan Tabel 4.2) = 0.1037 ton / 2 jam

Jumlah CO₂ = 0.1037 ton / 2jam

= 14.402 gram CO₂ / detik

= 14402 mg CO₂ / detik

Agar konsentrasi CO₂ dalam Box Model dapat dihitung, maka diperlukan data - data sebagai berikut:

U = 2 m/detik (rata-rata kecepatan angin didapatkan dari data BMKG bulan Maret 2018)

H = 10 m

L = 800 m (Emisi paling besar dihasilkan titik Pens hingga Riset Center dengan batas kotak paling jauh 800 m)

$t = \frac{800 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 400 \text{ detik}$ (Angka ini menunjukkan emisi paling besar mencapai batas box terjauh dalam waktu 400 detik atau sama dengan 10 menit)

A = 84000 m² dengan x = 700 m dan w = 120 m; x sebagai Panjang jalan dan w sebagai lebar jalan

$$q = \frac{\text{total emisi}}{A \text{ box model}} = \frac{14402 \text{ mg/detik}}{84000 \text{ m}^2} = 0.171 \text{ mg/m}^2/\text{detik}$$

Maka perhitungan konsentrasi CO₂ dalam box model adalah:

$$C(t) = \frac{0.171 \frac{\text{mg}}{\text{m}^2} \text{detik} \times 800 \text{ m}}{2 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 120 \text{ m}} \left(1 - e^{-\frac{2 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 400 \text{ detik}}{800 \text{ m}}}\right)$$

$$C(t) = 0.36 \text{ mg CO}_2/\text{m}^3$$

Konsentrasi CO₂ dalam box model adalah 0.36 mg CO₂/m³.

perhitungan box model, didapatkan hasil yang berbeda di setiap lokasi lokasi box model. Dengan nilai emisi paling kecil pada lokasi box dari pintu masuk PENS dan nilai emisi terbesar pada box model adalah lokasi pintu masuk Asrama ITS.

4.4 Luasan RTH

Luas ruang terbuka hijau pada kawasan kampus ITS terdiri dari beberapa zona. Zona-zona tersebut yaitu :

1. Zona fakultas akademik
2. Unit fasilitas umum (termasuk UPT Bahasa dan SAC)
3. LPPM, Gedung pasca Sarjana dan perpustakaan
4. Unit fasilitas olah raga
5. Unit asrama

Untuk kebutuhan luasan ruang terbuka hijau adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan RTH (Ha)} &= \text{Luas wilayah Kampus ITS (Ha)} \times 30\% \\ &= 180 \text{ Ha} \times 30\% \\ &= 54 \text{ Ha} \end{aligned}$$

Pada perhitungan dibawah ini merupakan luas tutupan RTH eksisting pada masing- masing zona :

Tabel 4. 3 Luas RTH masing-masing zona

No	Lokasi RTH	Luas tutupan RTH
1.	Zona fakultas akademik FTSLK dan FADP ITS	623.45 m ²
2.	Zona Fakultas FMKS dan Fakultas Sains	567.43 m ²
3.	Zona Fakultas Teknologi Industri	589.77 m ²
4.	Zona Fakultas Teknologi Kelautan	311.28 m ²
5.	Zona Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi	412.26 m ²
6.	Zona Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi	375.23 m ²
7.	Zona Fakultas Vokasi di kampus ITS Sukolilo	463.98 m ²
8.	Unit fasilitas umum	497.64 m ²
9.	LPPM, Gedung Pasca sarjana dan Perpustakaan	831.14 m ²
10.	Unit Fasilitas Olahraga	774.54 m ²
11.	Unit Asrama	323.15 m ²
12.	Unit perumahan dosen	918.20 m ²

Penyerapan CO₂ oleh RTH eksisting dapat dihitung dari luasan RTH yang ada. Untuk perhitungan daya serap RTH dilakukan dengan menganalisis masing-masing tumbuhan yang berada di Kawasan kampus ITS yang sesuai dengan lokasi traffic counting.

Untuk menghitung sisa emisi yang sudah diserap oleh RTH eksisting dengan cara jumlah serapan pohon dikurangi oleh beban emisi yang dihasilkan.

Dibawah ini merupakan tabel jenis tumbuhan serta nilai daya serap yang dapat dimiliki oleh masing-masing tumbuhan, serta tael perhitungan hasil sisa emisi di Kawasan kampus ITS

Tabel 4. 4 Jenis tumbuhan dan daya penyerap

No	Nama Pohon	Nama Ilmiah	Tinggi Pohon	Diameter Daun	Daya Serap CO₂ (g CO₂/jam)
1	Jabon	<i>Neolamarckia cadamba</i>	9 m	11 cm	9,95
2	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	10 m -18 m	4 mm	59,96
3	Bisbul (Buah mentega)	<i>Diospyros blancoi</i>	10 m – 30 m	2 cm	18,06
4	Sengon Buto	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	20 m – 30 m	50 mm	12,26
5	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	20 m – 35 m	20 mm – 40 mm	1.146,51
6	Dadap Merah	<i>Erythrina crista-galli</i>	5 m – 24 m	3 cm	165
7	Karet Kebo	<i>Ficus elastica</i>	8 m – 10 m	2 cm	443,28
8	Kiara Payung	<i>Filicium decipiens</i>	10 m	4 mm	46,85
9	Kayu Bejaran	<i>Lannea coromandelica</i>	25 m	2 mm	45
10	Lamtaro Gung	<i>Leucaena leucocephala</i>	5 m – 20 m	2 cm	165
11	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	40 m	3 cm	51,96
12	Sawo Manila	<i>Manilkara zapota</i>	30 m	40 mm – 50 mm	96,9
13	Kersen / Talok	<i>Muntingia calabura</i>	7 m – 12 m	10 mm – 40 mm	0,6
14	Kol Banda	<i>Pisonia Banda</i>	13m – 30 m	3 cm	22

No	Nama Pohon	Nama Ilmiah	Tinggi Pohon	Diameter Daun	Daya Serap CO2 (g CO2/ jam)
15	Soga	Peltophorum pterocarpum	15 m – 25 m	25 mm – 40 mm	221,18
16	Kembang kecrutan	Spathodea campan	20 m	3 cm	24,16
17	Asam Landi	Pithecellobium dulce	15 m	2 cm	165
18	Kamboja	Plumeria acuminata	7 m – 8 m	30 mm	25,4
19	Glodokan	Polyalthia longifolia	12 m	14 mm – 20 mm	719,74
20	Angsana Kembang	Pterocarpus indicus	12 m	60 mm	310,52
21	Trembesi	Samanea saman	20 m	2 mm	3.252,1
22	Kesambi	Schleichera oleosa	30 m	2 cm	26,5
23	Turi	Sesbania grandiflora	5 m – 12 m	4 cm	13,2
24	Mahoni	Swietenia macrophylla	20 m	3 cm	34,22
25	Duwet / Juwet / Jamblang	Syzygium cumini	10 m	10 mm – 50 mm	0,7
26	Pucuk merah	Syzygium oleina	20 m	2 cm	155,58
27	Salam	Syzygium polyanthum	10 m	3 cm	0,36
28	Tabebuia	Tabebuia aurea	100m	65 mm	0,68
29	Asam Jawa	Tamarindus indicus	30 m	3 cm	0,98

No	Nama Pohon	Nama Ilmiah	Tinggi Pohon	Diameter Daun	Daya Serap CO₂ (g CO₂/jam)
30	Ketapang	Terminalia catappa	10 m – 35 m	2 cm	24,16

Jumlah daya serap: 13488 g CO₂/ 2 jam

Sumber: Hasil perhitungan 2018

Untuk menghitung sisa emisi yang sudah diserap oleh RTH eksisting dengan cara jumlah serapan pohon dikurangi oleh beban emisi yang dihasilkan. Dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Sisa emisi $\text{CO}_2 = X - Y$

Dimana X : Daya serap total pohon (g/hari)

Y : Total emisi (g CO_2 /hari)

Berdasarkan analisis tumbuhan yang terdapat pada kawasan ITS, total serapan yang dapat dilakukan oleh tumbuhan adalah 13488 g CO_2 / hari

Berikut ini adalah contoh perhitungan total beban emisi pada hari Senin. Total emisi pada hari Senin adalah 14465 g CO_2 /hari. (Tabel 4.5. Total emisi pada hari Senin)

Sehingga sisa emisi yang terdapat pada Kawasan ITS adalah
 $13488 \text{ g } \text{CO}_2 / \text{hari} - 14465 \text{ g } \text{CO}_2 / \text{hari} = -977 \text{ g } \text{CO}_2 / \text{hari}$

Tabel 4. 5 Jumlah emisi CO2/hari

Lokasi Counting	Jumlah Emisi CO2 (gram CO2/hari)				
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT
Bundaran ITS	14465.317	14054.760	13070.400	13603.200	13069.200
Bundaran Manarul					
Bundaran SCC					
Biologi					
Asrama					
Material Metalurgi					
Blok T					
Blok U					
Riset Center					
Pens					

Sumber : Hasil Perhitungan 2018

Tabel 4. 6 Sisa emisi CO2

Lokasi Counting	Sisa Emisi CO2 (gram CO2/hari)				
	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT
Bundaran ITS	-977.317	-566.760	417.600	-115.200	418.800
Bundaran Manarul					
Bundaran SCC					
Biologi					
Asrama					
Material Metalurgi					
Blok T					
Blok U					
Riset Center					
Pens					

Sumber : Hasil Perhitungan 2018

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, daya serap RTH eksisting dan sisa emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, bahwa hasil yang bernilai negatif menandakan RTH yang berada di Kawasan kampus ITS telah mencukupi nilai untuk menyerap emisi yang dihasilkan. Sedangkan untuk nilai positif sisa emisi menandakan bahwa masih perlu adanya penambahan RTH di beberapa Kawasan zona yang memiliki sedikit penyerap emisi khususnya pada waktu jam puncak yang banyak dilalui kendaraan bermotor.

4.5 Rencana penambahan RTH

Pada pembagian lokasi RTH yang telah ditentukan oleh Kantor Sarana dan Prasarana ITS, bahwa dapat dilakukan rencana penambahan RTH untuk memenuhi kebutuhan penyerapan zona yang masih kurang maksimal dalam menyerap emisi dari kendaraan bermotor. Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa beberapa lokasi di Kawasan kampus ITS kurang memiliki tumbuhan hijau. Dengan demikian perlu dilakukan penambahan di beberapa lokasi di Kawasan Kampus ITS guna memenuhi kebutuhan penyerapan emisi dari kendaraan bermotor.

Berikut ini merupakan data hasil analisis untuk menambah RTH agar dapat menyerap emisi secara maksimal

Tabel 4. 7 Jenis tumbuhan dan jumlah yang akan ditambah

No	Nama Pohon	Nama Ilmiah	Lokasi Penambahan	Jumlah yang akan ditanam
1	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	Perpustakaan	3 buah pohon
2	Soga	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	FTI dan FBMT	2 buah pohon
3	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	Asrama ITS	3 buah pohon
4	Glodokan	<i>Polyalthia longifolia</i>	Fasilitas umum	2 buah pohon
5	Lamtaro Gung	<i>Leucaena leucocephala</i>	FTSLK dan FADP	2 buah pohon
6	Angsana Kembang	<i>Pterocarpus indicus</i>	Fakultas Vokasi	3 buah pohon
7	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Asrama ITS dan FTK	2 buah pohon
8	Karet Kebo	<i>Ficus elastica</i>	FTIF	2 buah pohon

Sumber: Hasil Analisis, 2018

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian lapangan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah emisi dari hasil traffic counting pada kendaraan yang masuk dari total sepuluh lokasi di wilayah kampus ITS Sukolilo, terdapat nilai emisi terbesar yang dihasilkan yaitu pada hari Rabu sebesar 0.2492 ton CO₂ / 2jam pada jam puncak 07.00 – 09.00 WIB. Sedangkan nilai emisi terkecil terdapat pada lokasi counting Blok U yaitu pada hari Jumat pukul 07.00 -09.00 WIB sebesar 0.0169 ton CO₂ / 2jam.
2. Skenario penyebaran emisi menggunakan box model dibuat dengan jumlah tiga box model pada setiap lokasi yang berbeda. Lokasi pertama yaitu box model dari pintu masuk Bundaran ITS hingga departemen Biologi dengan nilai 1.462 mg CO₂/m³. Pada lokasi kedua yaitu box model dari Pintu masuk Asrama ITS hingga Blok U dengan nilai 0.920 mg CO₂/m³. Sedangkan pada lokasi ketiga yaitu pintu masuk Pens hingga Gedung Riset Center dengan nilai 0.360 mg CO₂/m³.
3. Berdasarkan hasil analisis jumlah luasan RTH eksisting beserta menganalisis sebagian besar jumlah tumbuhan yang berada di zona Kawasan kampus ITS bahwa RTH eksisting mampu menyerap 13488 g CO₂ / hari. Namun pada hari puncak yaitu Rabu dan Jumat, RTH eksisting belum mampu menyerap seluruh emisi yang berada di Kawasan kampus ITS

5.2 Saran

Melihat hasil kesimpulan dari penelitian lapangan ini, saran yang dapat diberikan :

1. Adanya penelitian lebih lanjut tentang jenis kendaraan yang masuk Kawasan kampus agar lebih efektif untuk menghitung jumlah emisi
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang box model secara lebih rinci dalam menghitung setiap titik penyebaran emisi dari kendaraan bermotor
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai efektifitas penyerapan RTH eksisting maupun RTH yang direncanakan di Masterplan

DAFTAR PUSTAKA

Adityawarman, Yoshida. 2007. **Analisa Penyebaran Polutan di Atas Cekungan Bandung dengan Menggunakan Model Kualitas Udara**. Skripsi. Program studi Meteorologi. FITB ITB. Bandung.

Aziz, A. 2010. **Pemetaan Kecukupan Vegetasi Untuk Mereduksi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) di Kampus ITS Surabaya (Skripsi)**. Surabaya : ITS

Badan Meteorologi dan Geofisika Kota Surabaya diakses dari <http://www.bmkg.go.id/> diakses pada tanggal 15 Maret 2018 pukul 15.00 WIB

Environmental Protection Agency (EPA). 2009. Diakses dari <https://www.epa.gov/measurements-modeling/environmental-modeling-101-training-module> pada tanggal 14 Desember 2017

Fardiaz, S. 1992. **Polusi Air dan Udara**. Penerbit Kanisius

Fitter, A.H. dan Hay, R.K.M. 1994. **Fisiologi Lingkungan Tanaman**. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Grover, S., Tiwari., G., dan Rao, K.R. 2013. **Low Carbon Mobility Plans: A Case Study of Ludhiana, India**. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 104 (2013), hal 785-794

Hakim, R. (1993). **Unsur Perancangan dalam Arsitektur Lansekap**. Jakarta: Bumi Aksara.

Junaidi. 2002. **Analisis Kumulatif Kadar Debu PT. Semen Andalas Indonesia di Lingkungan AKL DEPKES RI Banda Aceh**. Medan: Universitas Sumatera Utara

- Karyadi, Hadinata. 2005. **Pengukuran Daya Serap Karbon Dioksida Lima Jenis Tanaman Hutan Kota**. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata : Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Keputusan Menteri No.2 Tahun 1998 Tentang Pencemaran Udara
- Kozak, J.H. 1993. **Air Quality Standars in Indonesia**. EMDI Project. No. 30 p. 70.
- Meetham, A. R. 1981. **Atmospheric Pollution; Its Origin and Prevention**. 3rd Ed.Perganon Press. New York.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2010. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah Jakarta : Menteri Lingkungan Hidup
- Neigburger, M. 1995. **Memahami Lingkungan Atmosfer Kita**. Bandung: ITB.
- Pasaribu, M.J. 2016. **Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Publik untuk Menyerap CO₂ Udara Ambien dari Transportasi Darat di Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur Surabaya** (Skripsi). Surabaya : ITS
- Pentury, T. 2003. Disertasi: **Konstruksi Model Matematika Tangkapan CO₂ pada Tanaman Hutan Kota**. Surabaya: Universitas Airlangga
- Prabu. **Dampak Karbonmonoksida (CO) terhadap Kesehatan**. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2009
- Purnomohadi, S. 1995. **Peran Ruang Terbuka Hijau Dalam Pengendalian Kualitas Udara di DKI Jakarta**. Disertasi. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.

- Rima Sari. 2017. **Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dihubungkan dengan Aktivitas Kendaraan Bermotor di Kampus Universitas Lambung Mangkurat Banjar Baru**. Banjar Baru : Fakultas Teknik ULM
- Rubin, E. S., dan Davidson, C. I . 2001. **Introduction to Engineering and the Environment 1st edition**. New York: McGraw-Hill Education
- Sudrajad, A. 2006. Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan diakses dari digilib.marcubuana.ac.id pada tanggal 12 April 2018
- Tugaswati, T. 2007, **Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya.
- Tugaswati, A.T. 2012. **Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**. Diakses 11 November 2017. <http://ebookbrowse.com>
- Watling, J.R., M.C, Press dan W.P, Quick. 2000. **Elevated CO₂ induces biochemical and ultrastructural changes in leaves of the C4 cereal sorghum**. [I]Plant Physiology[I] (123) : 1143-1152
- Wardhana, W. 2004. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Penerbit ANDI OFFSET. Yogyakarta

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

Lampiran A

Formulir Counting Mobil

WAKTU	JENIS KENDARAAN	
	BENSIN	SOLAR (ditulis romawi: IIII , dst)
07.00 - 07.10		
07.10 - 07.20		
07.20 - 07.30		
07.30 - 07.40		
07.40 - 07.50		
07.50 - 08.00		
08.00 - 08.10		
08.10 - 08.20		
08.20 - 08.30		
08.30 - 08.40		
08.40 - 08.50		
08.50 - 09.00		
16.00 - 16.10		
16.10 - 16.20		
16.20 - 16.30		
16.30 - 16.40		
16.40 - 16.50		
16.50 - 17.00		
17.00 - 17.10		
17.10 - 17.20		
17.20 - 17.30		
17.30 - 17.40		
17.40 - 17.50		
17.50 - 18.00		
Lokasi Counting		

NAMA SURVEYOR =

NAMA SURVEYOR =

Formulir Counting Motor

WAKTU	JENIS KENDARAAN		
	MOTOR		
07.00 - 07.10		NAMA SURVEYOR =	
07.10 - 07.20			
07.20 - 07.30			
07.30 - 07.40			
07.40 - 07.50			
07.50 - 08.00			
08.00 - 08.10			
08.10 - 08.20			
08.20 - 08.30			
08.30 - 08.40			
08.40 - 08.50			
08.50 - 09.00			
16.00 - 16.10			NAMA SURVEYOR =
16.10 - 16.20			
16.20 - 16.30			
16.30 - 16.40			
16.40 - 16.50			
16.50 - 17.00			
17.00 - 17.10			
17.10 - 17.20			
17.20 - 17.30			
17.30 - 17.40			
17.40 - 17.50			
17.50 - 18.00			
Lokasi Counting			

LAMPIRAN B DATA TRAFFIC COUNTING

Jumlah kendaraan pada hari Senin

Lokasi Counting	07.00 - 09.00			16.00 - 18.00		
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor
Bundaran ITS	499	9	741	386	53	1590
Bundaran Manarul	464	50	1514	379	109	1846
Bundaran SCC	372	35	1298	446	20	1912
Biologi	447	48	1901	426	37	2420
Material Metalurgi	525	64	1416	369	90	1965
Asrama	632	57	1862	368	18	960
Blok T	0	0	1507	0	0	1035
Blok U	0	0	1073	0	0	506
Riset Center	192	11	715	229	13	1341
Pens	196	29	1385	83	22	498

Jumlah kendaraan pada hari selasa

Lokasi Counting	07.00 - 09.00			16.00 - 18.00		
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor
Bundaran ITS	499	9	741	386	53	1590
Bundaran Manarul	464	50	1514	379	109	1846
Bundaran SCC	303	44	1342	476	65	2329
Biologi	465	48	1532	352	26	1867
Material Metalurgi	416	60	1959	344	28	2379
Asrama	719	40	1879	351	20	1309
Blok T	0	0	1707	0	0	1198
Blok U	0	0	752	0	0	531
Riset Center	160	4	691	238	7	1611
Pens	157	7	784	151	16	867

Jumlah kendaraan pada hari Rabu

Lokasi Counting	07.00 - 09.00			16.00 - 18.00		
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor
Bundaran ITS	390	42	1672	412	17	1567
Bundaran Manarul	408	68	1718	284	44	1654
Bundaran SCC	309	100	1550	302	29	1474
Biologi	398	49	1528	304	20	1612
Material Metalurgi	566	59	3052	265	14	1321
Asrama	619	61	1799	249	35	924
Blok T	0	0	1604	0	0	885
Blok U	0	0	582	0	0	366
Riset Center	165	3	594	146	35	747
Pens	207	33	779	105	1	560

Jumlah kendaraan pada hari Kamis

Lokasi Counting	07.00 - 09.00			16.00 - 18.00		
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor
Bundaran ITS	399	73	1775	378	47	1689
Bundaran Manarul	401	33	1735	408	15	1797
Bundaran SCC	351	94	1452	379	60	1918
Biologi	329	51	1386	418	39	2365
Material Metalurgi	490	19	2602	290	9	1528
Asrama	638	63	1576	240	23	1056
Blok T	0	0	1600	0	0	795
Blok U	0	0	330	0	0	343
Riset Center	199	65	1267	118	9	560
Pens	166	13	650	132	6	574

Jumlah kendaraan pada hari Jumat

Lokasi Counting	07.00 - 09.00			16.00 - 18.00		
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor
Bundaran ITS	340	86	1613	381	66	1360
Bundaran Manarul	369	27	1726	458	40	1776
Bundaran SCC	387	52	1688	544	51	2054
Biologi	403	40	1414	326	24	1520
Material Metalurgi	455	38	2570	389	21	1798
Asrama	632	47	1603	268	33	1043
Blok T	0	0	1366	0	0	627
Blok U	0	0	275	0	0	318
Riset Center	167	1	522	167	1	808
Pens	214	5	567	81	20	386

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

LAMPIRAN C
DATA JUMLAH
EMISI CO₂

Jumlah emisi dari kendaraan pada hari Senin

Lokasi Counting	Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				Emisi CO2(ton CO2/ 2 jam) 16. 00 - 18.00			
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah
Bundaran ITS	0.0357	0.0007	0.0186	0.1083	0.0276	0.0042	0.0398	0.1296
Bundaran Manarul	0.0237	0.0026	0.0271		0.0194	0.0056	0.0330	
Bundaran SCC	0.0251	0.0026	0.0306	0.1489	0.0301	0.0015	0.0451	0.1788
Biologi	0.0347	0.0041	0.0517		0.0331	0.0032	0.0658	
Material Metalurgi	0.0354	0.0048	0.0334	0.2113	0.0249	0.0067	0.0464	0.1520
Asrama	0.0646	0.0065	0.0666		0.0376	0.0020	0.0343	
Blok T	0.0000	0.0000	0.0270	0.0461	0.0000	0.0000	0.0185	0.0276
Blok U	0.0000	0.0000	0.0192		0.0000	0.0000	0.0091	
Riset Center	0.0118	0.0007	0.0256	0.1110	0.0140	0.0009	0.0480	0.0917
Pens	0.0200	0.0033	0.0495		0.0085	0.0025	0.0178	

Jumlah emisi dari kendaraan pada hari Selasa

Lokasi Counting	Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				Emisi CO2(ton CO2/ 2 jam) 16. 00 - 18.00			
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah
Bundaran ITS	0.0357	0.0007	0.0186	0.1083	0.0276	0.0042	0.0398	0.1296
Bundaran Manarul	0.0237	0.0026	0.0271		0.0194	0.0056	0.0330	
Bundaran SCC	0.0204	0.0033	0.0317	0.1373	0.0321	0.0049	0.0550	0.1723
Biologi	0.0361	0.0041	0.0417		0.0273	0.0022	0.0508	
Material Metalurgi	0.0281	0.0045	0.0463	0.2241	0.0232	0.0021	0.0562	0.1665
Asrama	0.0735	0.0045	0.0672		0.0359	0.0023	0.0468	
Blok T	0.0000	0.0000	0.0305	0.0440	0.0000	0.0000	0.0214	0.0309
Blok U	0.0000	0.0000	0.0135		0.0000	0.0000	0.0095	
Riset Center	0.0098	0.0003	0.0247	0.0797	0.0146	0.0005	0.0576	0.1210
Pens	0.0160	0.0008	0.0280		0.0154	0.0018	0.0310	

Jumlah emisi dari kendaraan pada hari Rabu

Lokasi Counting	Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				Emisi CO2(ton CO2/ 2 jam) 16. 00 - 18.00			
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah
Bundaran ITS	0.0279	0.0033	0.0419	0.1282	0.0295	0.0014	0.0392	0.1164
Bundaran Manarul	0.0209	0.0035	0.0307		0.0145	0.0022	0.0296	
Bundaran SCC	0.0208	0.0075	0.0366	0.1416	0.0204	0.0022	0.0348	0.1265
Biologi	0.0309	0.0042	0.0415		0.0236	0.0017	0.0438	
Material Metalurgi	0.0382	0.0044	0.0721	0.2492	0.0179	0.0010	0.0312	0.1126
Asrama	0.0633	0.0069	0.0644		0.0255	0.0040	0.0331	
Blok T	0.0000	0.0000	0.0287	0.0391	0.0000	0.0000	0.0158	0.0224
Blok U	0.0000	0.0000	0.0104		0.0000	0.0000	0.0065	
Riset Center	0.0101	0.0002	0.0213	0.0843	0.0090	0.0024	0.0267	0.0689
Pens	0.0212	0.0037	0.0279		0.0107	0.0001	0.0200	

Jumlah emisi dari kendaraan pada hari Kamis

Lokasi Counting	Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				Emisi CO2(ton CO2/ 2 jam) 16. 00 - 18.00			
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah
Bundaran ITS	0.0285	0.0058	0.0445	0.1320	0.0270	0.0037	0.0423	0.1268
Bundaran Manarul	0.0205	0.0017	0.0310		0.0209	0.0008	0.0321	
Bundaran SCC	0.0237	0.0070	0.0343	0.1327	0.0256	0.0045	0.0453	0.1755
Biologi	0.0256	0.0044	0.0377		0.0325	0.0034	0.0643	
Material Metalurgi	0.0331	0.0014	0.0614	0.2247	0.0196	0.0007	0.0361	0.1212
Asrama	0.0652	0.0072	0.0564		0.0245	0.0026	0.0378	
Blok T	0.0000	0.0000	0.0286	0.0345	0.0000	0.0000	0.0142	0.0204
Blok U	0.0000	0.0000	0.0059		0.0000	0.0000	0.0061	
Riset Center	0.0122	0.0044	0.0453	0.1037	0.0072	0.0006	0.0200	0.0621
Pens	0.0170	0.0015	0.0233		0.0135	0.0007	0.0200	

Jumlah emisi dari kendaraan pada hari Jumat

Lokasi Counting	Emisi CO2 (ton CO2/ 2 jam) 07.00 - 09.00				Emisi CO2(ton CO2/ 2 jam) 16. 00 - 18.00			
	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah	Mobil Bensin	Mobil Solar	Motor	Jumlah
Bundaran ITS	0.0243	0.0068	0.0404	0.1227	0.0273	0.0052	0.0341	0.1238
Bundaran Manarul	0.0189	0.0014	0.0309		0.0234	0.0020	0.0318	
Bundaran SCC	0.0261	0.0039	0.0399	0.1431	0.0367	0.0038	0.0485	0.1577
Biologi	0.0313	0.0035	0.0384		0.0253	0.0021	0.0413	
Material Metalurgi	0.0307	0.0028	0.0607	0.2215	0.0262	0.0016	0.0425	0.1387
Asrama	0.0646	0.0053	0.0573		0.0274	0.0037	0.0373	
Blok T	0.0000	0.0000	0.0244	0.0294	0.0000	0.0000	0.0112	0.0169
Blok U	0.0000	0.0000	0.0049		0.0000	0.0000	0.0057	
Riset Center	0.0102	0.0001	0.0187	0.0717	0.0102	0.0001	0.0289	0.0636
Pens	0.0219	0.0006	0.0203		0.0083	0.0023	0.0138	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

LAMPIRAN D Lokasi Counting

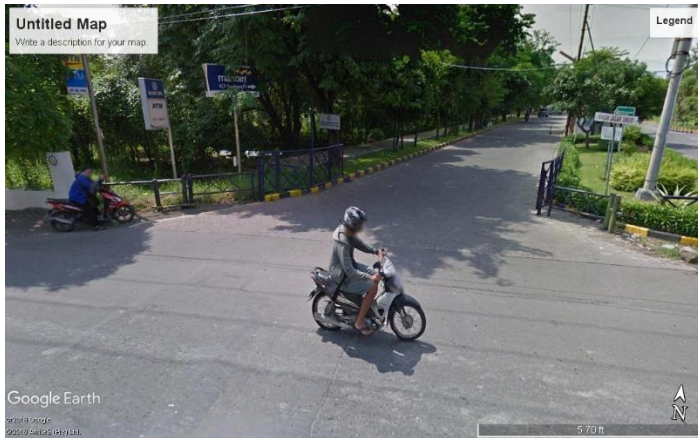
1. Bundaran ITS



2. Depan jurusan Material Matelurgi



3. Pintu masuk Asrama



4. Riset Center



5. Pintu masuk Pens



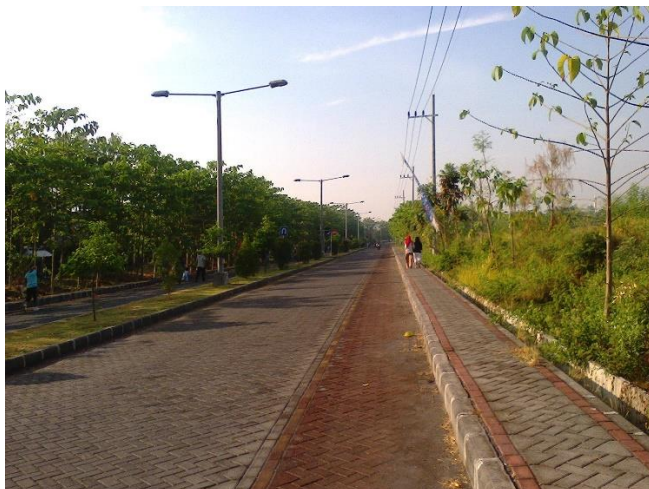
6. Arah Bundaran Manarul



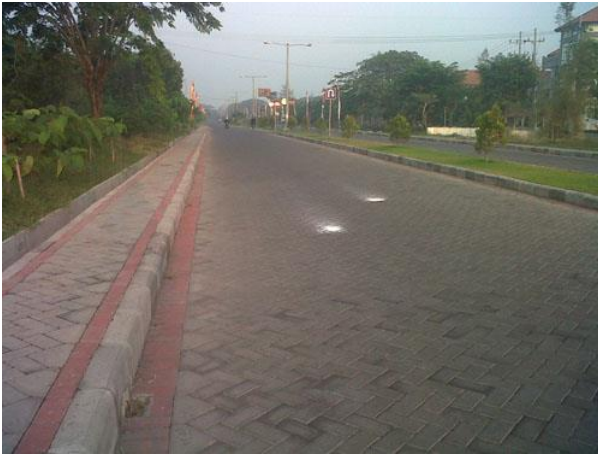
7. Bundaran SCC



8. Blok U



9. Blok T



10. Depan Jurusan Biologi



“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

Biodata Penulis

Nama : Nabilla Yuslinanda
Email : billayuslinanda@gmail.com



Penulis lahir di kota Jakarta, pada tanggal 12 Oktober 1996. Anak pertama dari dua bersaudara, Ayah bernama Yusuf Basri dan Ibu bernama Lina Fristiana. Pendidikan formal ditempuh di SDS Putra I Kalimantan, SMP Islam Al-Azhar 12 Rawamangun, hingga SMA di SMA Negeri 77 Cempaka Putih. Demi meraih Sarjana Teknik di Departemen Teknik Lingkungan ITS penulis menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Kajian CO₂ Berdasarkan Emisi dari Transportasi dan Penyerapan

RTH Eksisting dan Masterplan ITS 2015”. Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis aktif dalam kepengurusan beberapa organisasi. Organisasi yang pernah dijalani penulis adalah sebagai Staff departemen kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITS, Staff departemen hubungan luar Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITS, dan staff departemen hubungan luar Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.