TUGAS AKHIR – RE 184804

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL SATELIT - GUNUNGSARI

HISYAM WILDANA AZMI
03211640000104

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.

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

TUGAS AKHIR – RE 184804

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL SATELIT - GUNUNGSARI

HISYAM WILDANA AZMI
03211640000104

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.

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

FINAL PROJECT – RE 184804

VEGETATION PLANNING FOR THE UPTAKE OF MOTOR VEHICLE CO_2 EMISSIONS ON SATELIT – GUNUNGSARI TOLL ROADS

HISYAM WILDANA AZMI
03211640000104

SUPERVISOR
Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Fakulty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL SATELIT – GUNUNGSARI

TUGAS AKHIR

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

Oleh:
HISYAM WILDANA AZMI
NRP. 03211640000104

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.
NIP. 19680128 199303 1 001

SURABAYA, AGUSTUS 2020

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahamat dan hidyah-Nya yang senantiasa dilimpahakan kepada penulis, sehingga bisa menyelasaikan Tugas Akhir dengan judul "PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL SATELIT - GUNUNGSARI". Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis atas doa, motivasi, bimbingan, serta materi yang telah diberikan tak terhingga kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah mengajar dan membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Harmin Sulistiyaning Titah, ST., MT., PhD. selaku koordinator Tugas Akhir, terima kasih atas segala ilmu yang telah diajarkan.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karmaningroem, Dipl. SE, M.Sc., Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.Kes., dan Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., PhD. selaku dosen pengarah yang telah memberikan masukan dan bimbingannya.

5. Teman-Teman Teknik Lingkungan 2016 atas bantuan dan motivasinya selama proses pelaksanaan tugas akhir ini.
6. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas dukungan serta kerjasama yang telah diberikan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan, karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PAD JALAN TOL SATELIT – GUNUNGSARI SURABAYA

Nama Mahasiswa	: Hisyam Wildana Azmi
NRP	: 03211640000104
Departemen	: Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing	: Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, MT.

ABSTRAK

Jalan Tol Satelit - Gunungsari sepanjang 2,8 kilometer dengan grade kemiringan 5%. Tujuan perencanaan ini adalah menentukan jumlah emisi CO_2 dan merencanakan serapan emisi CO_2 kendaraan bermotor sebagai rekomendasi pembangunan RTH di jalan TOL tersebut.

Perencanaan vegetasi untuk serapan (RTH) pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari dilakukan dengan prinsip Model Box. Digunakan proyeksi jumlah kendaraan bermotor selama 10 tahun dari tahun 2020 – 2030 dengan nilai koefisien korelasi antar metode dengan jumlah emisi CO_2 ditentukan dengan grafik interpolasi linear dengan variabel volume kendaraan dan emisi CO_2. Selanjutnya, daya serap emisi CO_2 dihitung dengan komposisi 3% rumput, 90% perdu/semak, dan 7% pohon.

Hasil yang diperoleh dari perencanaan ini pada tahun 2030 dibutuhkan perdu/semak seluas 170 Ha, rumput seluas 171 ha dan pohon seluas 168 Ha.

Kata Kunci: Emisi CO_2, ruang terbuka hijau, Jalan tol, Reduksi

VEGETATION PLANNING FOR ABSORPTION OF CO_2 EMISION IN SATELIT – GUNUNGSARI TOLL SURABAYA

Student Name : Hisyam Wildana Azmi

NRP : 03211640000104

Department : Environmental Engineering

Instructor : Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, MT.

Abstract

The Satelit - Gunungsari Toll Road is 2.8 kilometers long with a slope of 5%. The purpose of this plan is to determine the amount of CO_2 emissions and calculate the gas emissions of CO_2 emissions on vehicles as a contribution to the development of green space on the toll road.

Planning of vegetation for uptake (RTH) on the Satellite - Gunungsari Toll Road is carried out with the Model Box principle. It is estimated that the amount used is 10% of the year 2020-2030 with the estimated coefficient method with the amount of CO_2 emissions determined by linear interpolation graphs with variable vehicle volume and CO_2 emissions. Furthermore, CO_2 absorption is calculated by the composition of 3% grass, 90% shrubs / bushes, and 7% trees.

Results obtained from planning in 2030 require shrubs / bushes covering an area of 170 Ha, grass area of 171 Ha and trees covering an area of 168 Ha.

Keywords: emissions CO_2, open Space Green, toll road, reduction

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
ABSTRAK iii
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Ruang Lingkup 3
1.5 Manfaat 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Karbon Dioksida (CO_2) 6
2.2 Ruang Terbuka Hijau 7
2.3 BOX Model 8
2.4 Ruang Terbuka Hijau sebagai Reduktor CO_2 10
2.5 Baku Mutu Udara Ambien 19
2.6 Emisi Karbon dari Kendaraan Bermotor 20
2.7 Fungsi dan Manfaat Ruang Terbuka Hijau 20
2.8 Proses fotosintesis 21
2.9 Metode Proyeksi Kendaraan 22
2.10 Hubungan kecepatan kendaraan dengan CO_2 25
2.11 Interpolasi Linear 27

BAB III GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN.....29
3.1 Tol Satelit - Gunungsari 29
3.2 Kondisi eksisting jalan Tol Satelit - Gunungsari 30
3.2.1 Kondisi Vegetasi RTH 30
3.2.2 Data Jumlah Kendaraan Rata Rata Per Hari.....31
BAB IV METODE PERENCANAAN 32
4.1 Umum 32
4.2 Kerangka Perencanaan.....32
4.3 Metode Perencanaan 35
4.3.1 Ide Perencanaan.....35
4.3.2 Studi Pustaka 36
4.3.3 Tujuan 36
4.3.4 Studi Literatur 36
4.3.5 Pengumpulan Data 37
4.3.6 Analisis Data 39
4.3.7 Kesimpulan dan Saran.....46
BAB V PEMBAHASAN 47
5.1 Proyeksi Lalu Lintas.....47
5.2 Lalu Lintas Jam Puncak.....52
5.3 Emisi CO_2.....54
5.4 Kebutuhan Vegetasi Penyerapan Emisi CO_2 59
5.5 Kebutuhan Lahan Vegetasi Penyerapan Emisi CO_2.. 69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....75
DAFTAR PUSTAKA.....77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Box Model* Sederhana.....9

Gambar 2.2 Laju Fotosintesis Selama ada Matahari..... 22

Gambar 2.3 korelasi kecepatan – Emisi CO_2 pada perbedaan volume kendaraan dan kadar CO_2 . 26

Gambar 2.4 Segitiga Sebangun Penurunan Formula Interpolasi Linear 28

Gambar 3.1 Peta Jalan Tol Satelit - Gunungsari 29

Gambar 3.2 Kondisi Jalan Tol Satelit - Gunungsari.....30

Gambar 4.1 Diagram Alir Kerangka Perencanaan.....32

Gambar 4.2 Korelasi Kecepatan -Emisi CO_2 Pada Perbedaan Suhu, Truck, dan Tingkatan 43

Gambar 5.1 Korelasi Kecepatan -Emisi CO_2 Pada Perbedaan Suhu, Truck, dan Tingkatan 55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pemanfaatan Pohon dan RTH pada Perbaikan Kualitas Lingkungan 10

Tabel 2. 2 Daya Serap Vegetasi Terhadap Gas CO_2 di Beberapa Tipe Tutupan Lahan.....11

Tabel 2. 3 Daya Serap Terhadap CO_2 Berbagai Jenis Pohon.....13

Tabel 3. 1 Data Jumlah Kendaraan Perhari tahun 2012-2019 31

Tabel 4. 1 Data Eksisting.....38

Tabel 4. 2 Literatur.....39

Tabel 4. 3 Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Jalan Tol yang Sudah Beroprasi 41

Tabel 5. 1 Jumlah Kendaraan Bermotor Pada Jalan Tol Satelit – Gunungsari Surabaya Tahun 2012-2019 48

Tabel 5. 2 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatika.....49

Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik 50

Tabel 5. 4 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Least Square 51

Tabel 5. 5 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi 51

Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Proyeksi Kendaraan Bermotor.52

Tabel 5. 7 Proyeksi Lalu Lintas Jam Puncak Harian Jalan Tol Satelit – Gunungsari tahun 2019 - 2030.....53

Tabel 5. 8 Jumlah Emisi CO_2 pada Truk 30% 57

Tabel 5. 9 Jumlah Emisi CO_2 Perencanaan 58
Tabel 5.10 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Jalan Tol Satelit - Gunungsari 61
Tabel 5.11 Kebutuhan Lahan Rumput dan Penambahan Tiap Tahun Pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari . 63
Tabel 5.12 Kebutuhan Lahan Peredu dan Penambahan Tiap Tahun Pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari . 64
Tabel 5.13 Kebutuhan Lahan Pohon dan Penambahan Tiap Tahun Pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari . 64
Tabel 5.14 Perhitungan Penambahan Lahan ROW Untuk Vegetasi Peredu 66
Tabel 5.15 Perhitungan Penambahan Lahan ROW Untuk Vegetasi Rumput 67
Tabel 5.16 Perhitungan Penambahan Lahan ROW Untuk Vegetasi Pohon 68
Tabel 5.17 Kebutuhan Lahan Vegetasi Permen PU 72
Tabel 5.18 Perhitungan Penambahan Lahan ROW untuk Vegetasi Pohon 73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Proyeksi Kendaraan.....83
Lampiran 2 Hasil Perhitungan Emisi CO_2.....86
Lampiran 3 Hasil Luas Kebutuhan Lahan Perencanaan.....89

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jalan Tol Satelit – Gunungsari merupakan bagian dari tol Surabaya gempol. jalan tol satelit gunungsari yang membentang sepanjang 2,8 kilometer dan jumlah kendaraan yang melintasi tol ini pada tahun 2019 adalah 123.967 kendaraan. Meningkatnya aktivitas kota yang tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan penghijauan yang berfungsi untuk perbaikan kualitas lingkungan menyebabkan sumber pencemar udara dan suhu yang semakin meningkat. Perkembangan aktivitas kawasan perkotaan baik dari sektor transportasi, komersial, kehutanan, pertanian, pemukiman, industri, maupun energi menjadikan tingginya intensitas penggunaan lahan yang berdampak pada pengalihfungsian lahan bervegetasi menjadi area terbangun sehingga mengurangi luasan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Pertumbuhan penduduk yang diiringi pembangunan infrastruktur permukiman mengakibatkan penggunaan lahan terbesar berasal dari sektor transportasi. Tingginya intensitas penggunaan lahan mengakibatkan peningkatan emisi gas rumah kaca sehingga suhu permukaan bumi meningkat (global warming). Sumber utama emisi GRK adalah karbondioksida (CO_2). 85% emisi GRK yang dihasilkan di Indonesia pada tahun 2005 berasal dari kegiatan penggunaan

lahan terutama transportasi. CO_2 merupakan salah satu GRK yang dihasilkan di wilayah perkotaan atau urban, terutama dari sektor transportasi yang mengalami peningkatan produksi akibat penggunaan bahan bakar fosil. Sumber emisi CO_2 transportasi berasal dari kegiatan konsumsi bahan bakar (emisi primer).

Karbon dioksida (CO_2) penyebab perubahan iklim dapat menimbulkan efek negatif bagi kondisi sosial, ekonomi, serta lingkungan. Lebih dari 75% komposisi GRK di atmosfir adalah CO_2. Divisi Pemantauan Global NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Earth System Research Laboratory menyatakan tahun 2018 rata-rata konsentrasi CO_2 global sebesar 407,8 ppm.

Penyediaan RTH merupakan salah satu mitigasi pemanasan global yang tepat dan paling implementatif dalam upaya mereduksi emisi CO_2. RTH yang ideal adalah 30% dari luas wilayah.

Pada jalan tol Satelit – Gunungsari untuk ruas Satelit – Gunungsari mempunyai lalu lintas paling tinggi dan juga mempunyai kondisi fisik (kemiringan) yang cukup tinggi, sehingga ruas tersebut akan menghasilkan emisi paling besar dari ruas lainnya. Untuk saat ini cara untuk mengurangi polusi yaitu dengan cara menanam tanaman (vegetasi).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari perencanaan ini adalah:

1. Berapa jumlah emisi kendaraan di jalan tol kota Satelit – Gunungsari untuk 10 tahun mendatang dengan basis pertumbuhan kendaraan 8 tahun sebelumnya (tahun 2012- 2019) untuk kondisi fisik jalan 5%?
2. Bagaimana rencana memanfaatkan tanaman sebagai penyerap emisi karbondioksida? rencana meliputi: komposisi tanaman (rumput-peredu-pohon), jenis tanaman, jumlah tanaman, dan pengaturan jarak tanaman.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan jumlah emisi karbondioksida kendaraan bermotor berdasarkan grade kemiringan, komposisi kendaraan, temperature khususnya pada jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya dari tahun 2020 – 2030 (10 tahun)?
2. Merencanakan kebutuhan lahan serapan emisi karbondioksida kendaraan bermotor dengan vegetasi (RTH) pada jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu:

1. Lokasi perencanaan dilakukan pada jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya.

2. Data perhitungan emisi CO_2 yang akan dianalisis hanya bersumber dari kegiatan transportasi kendaraan bermotor pada Jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya.
3. Periode perencanaan vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada Jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya dari tahun 2020 – 2030 (10 tahun).
4. Perencanaan vegetasi untuk serapan CO_2 pada Jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya menggunakan kriteria sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.
5. Variabel yang digunakan adalah konsentrasi CO_2 dan luas RTH.
6. Analisis menggunakan metode Box Model sebagai penentu jumlah emisi CO_2 di tiap segmen.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh dan kemampuan ruang terbuka hijau dalam mereduksi CO_2 udara ambien di jalan TOL Satelit - Guunungsari Surabaya.
2. Mengetahui ketercukupan ruang terbuka hijau di kawasan jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya.
3. Sebagai acuan untuk jasa marga TOL Satelit - Gunungsari dalam mengembangkan ruang terbuka hijau di kawasan jalan TOL Satelit – Gunungsari Surabaya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karbon Dioksida (CO_2)

Karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu Gas Rumah Kaca (GRK) yang memberikan andil paling besar terhadap peningkatan rata-rata suhu dunia. Gas CO_2 mempunyai persentase sebesar 75% dalam total gas rumah kaca, sehingga memiliki pengaruh yang signifikan untuk terjadinya pemanasan global (Suharto *et al*., 2017). Konsentrasi CO_2 global (permukaan) di atmosfer telah meningkat sejak dimulainya revolusi industri karena pertumbuhan pesat aktivitas manusia dimana telah terjadi peningkatan emisi GRK sebesar 70% dari tahun 1970 hingga 2004, dan CO_2 merupakan gas terpenting pada elemen GRK. Peningkatan GRK ini disebabkan oleh dua sektor utama, yaitu energi dan transportasi. (IPCC, 2006).

Pembakaran batu bara di pembangkit listrik mengeluarkan emisi terutama karbon dioksida (CO_2), sulfur oksida (SOx), nitrogen oksida (NOx), CFC, gas lainnya dan partikulat anorganik yang terbawa udara, seperti *fly ash* dan partikel tersuspensi (Raghuvanshi *et al.,2006)*. Pembakaran batubara untuk energi adalah sumber terbesar emisi karbon dioksida (CO_2) di planet ini, yang memberikan kontribusi 41% dari seluruh emisi CO_2 pada tahun 2015 (Shearer *et al*., 2016). CO_2 yang dihasilkan dalam pembakaran mungkin bukan semata-mata polutan, namun itu menjadi perhatian besar mengingat

dampaknya terhadap pemanasan global. Di India, dimana lebih dari 20% populasi (300 juta orang) tidak memiliki akses listrik, perluasan infrastruktur energi telah dipandang sebagai faktor penting untuk pembangunan manusia dan ekonomi (UNFCCC, 2015). Pemerintah berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca tanpa merusak pembangunan ekonomi mereka berdasarkan pemikiran bahwa lebih banyak pertumbuhan ekonomi tidak selalu mengarah pada peningkatan emisi.

2.2 Ruang Terbuka Hijau

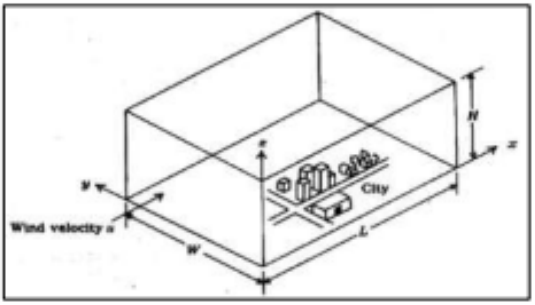
Ruang terbuka hijau atau biasa disebut dengan RTH adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (UU No 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang). Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai infrastruktur hijau perkotaan adalah bagian dari ruang-ruang terbuka (open spaces) suatu wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman, dan vegetasi (endemik, introduksi) guna mendukung manfaat langsung dan/atau tidak langsung yang dihasilkan oleh RTH dalam kota tersebut yaitu keamanan, kenyamanan, kesejahteraan, dan keindahan wilayah perkotaan tersebut. Sedangkan secara fisik RTH dapat dibedakan menjadi RTH alami yang berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional, maupun RTH non-alami atau binaan

yang seperti taman, lapangan olah raga dan kebun bunga (Direktorat Jendral Departemen PU, Tahun 2006).

Ruang terbuka hijau juga dapat dipahami sebagai ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang merupakan bagian dari ruang terbuka, dimana relatif terdapat banyak unsur hijau tanaman dan tumbuhan yang sengaja atau tak sengaja ditanam (Purnomohadi, 2008). Menurut Salim dan Mutis (2007), dalam konteks pemanfaatan, pengertian ruang terbuka hijau kota mempunyai lingkup yang lebih luas dari sekedar pengisian hijau tumbuh-tumbuhan, sehingga mencakup pula pengertian dalam bentuk pemanfaatan ruang terbuka bagi kegiatan masyarakat.

2.3 BOX Model

Box model digunakan untuk menduga rata-rata konsentrasi polutan disuatu daerah, yang diasumsikan sebagai kotak dimana sumber emisi tersebar merata di permukaan bawah kotak. Selanjutnya, polutan dibawa dan didistribusikan dari daerah sumber oleh gerak lateral sesuai dengan arah angin. Model ini menganggap suatu wilayah dan kota sebagai suatu kotak. Yang didalam kotak tersebut terjadi sebuah aktivitas yang menghasilkan gas emisi. Model ini memperhitungkan faktor meteorologi berupa arah dan kecepatan angin, serta ketinggian mixing height (boundary layer). Untuk lebih jelasnya tentang gambaran dasar dari box model dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 *Box Model* Sederhana

Sumber: Hassan dan Crowther (1998)

Dalam perhitungannya diberlakukan beberapa asumsi-asumsi, model ini mempunyai persamaan kesetimbangan sebagai berikut:

Laju Akumulasi = (LAM−LAK) + (LPB−LPH).....(2.1)

Dimana:

LAM = Laju semua aliran masuk

LAK = Laju semua aliran keluar

LPB = Laju pembentukan

Dalam model ini daerah studi diasumsikan sebagai sebuah kotak yang mempunyai panjang (p), lebar (l) yang sejajar dengan arah angin (U), dalam kotak zat pencemar diemisikan dengan laju konstan per unit waktu per unit area, Q (µg/m_2.dt),

Q merupakan laju emisi persatuan luas, jika dibagi dengan UZ, akan menghasilkan persamaan kesetimbangan konsentrasi C.

2.4 Ruang Terbuka Hijau sebagai Reduktor CO_2

Menurut Undang-undang Republik Indonesia No. 26 tahun 2007 tentang penataan ruang, 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. Tumbuhan memiliki jasa lingkungan sebagai penyerap karbon dioksida, produsen oksigen, penyerap debu (partikulat), penyerap kebisingan, penahan angin dan penyimpanan air tanah (Muzayanah, 2016). RTH di daerah perkotaan juga ditemukan berkontribusi untuk mengurangi fenomena panas dan meningkatkan kualitas udara dengan menurunkan suhu udara. (Kim *et al*., 2019).

Daya serap CO_2 sebuah pohon ditentukan oleh luas keseluruhan daun, umur daun, fase pertumbuhan tanaman serta pohon yang berbunga dan berbuah memiliki kemampuan menyerap karbondioksida lebih baik (Adilasintani, 2013). Pemanfaatan pohon dan RTH pada perbaikan kualitas lingkungan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Pemanfaatan Pohon dan RTH pada Perbaikan Kualitas Lingkungan

Keterangan	Pohon	RTH 1 ha
Produksi Oksigen	1,7 kg/jam	600 kg/hari

Keterangan	Pohon	RTH 1 ha
Zat arang yang terikat	6 ton	-
Penyaringan debu	-	Hingga 85%
Penguapan air	500 L/hari	-
Penurunan suhu	-	4 ^{o}C

Sumber: Sari *et al.,* (2017)

Menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006), hutan yang mempunyai berbagai macam tipe penutupan vegetasi memiliki kemampuan daya daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput dan sawah. Daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap karbon dioksida dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Daya Serap Vegetasi Terhadap Gas CO_2 di Beberapa Tipe Tutupan Lahan

Tipe Tutupan	Daya Serap terhadap gas CO_2 (ton/ha/jam)	Daya Serap terhadap gas CO_2 (ton/ha/tahun)
Ladang	0,15	657
Agroforestry: - Multi jenis - Sederhana dengan	 0,84 – 1,68 2,93 – 3,77	 3.679,2 – 7.358,40 12.833,40 – 16.512,60

Tipe Tutupan	Daya Serap terhadap gas CO_2 (ton/ha/jam)	Daya Serap terhadap gas CO_2 (ton/ha/tahun)
Semak dan rumput	0,34	1.489,20
Hutan	0,13	569,40
Kebun	0,13	569,40

Sumber: IPCC (2006)

Penurunan konsentrasi karbon dioksida dengan RTH terjadi melalui mekanisme fotosintesis. Pengikatan karbon dioksida dari atmosfer terjadi saat adanya sinar matahari, tumbuhan melakukan fotosintesis untuk mengubah gas karbon dioksida menjadi karbohidrat dan melepaskan gas oksigen ke atmosfer. Naik turunnya konsentrasi CO_2 dan O_2 atmosfer secara musiman disebabkan oleh penurunan aktivitas fotosintesis. Namun, pembakaran bahan bakar fosil dan kayu mengakibatkan lebih banyak lagi CO_2 ke atmosfer, sehingga jumlah CO_2 di atmosfer meningkat (Afdal, 2007).

Dahlan dalam Hastuti (2012) mengemukakan bahwa setiap jenis pohon memiliki kemampuan penyerapan terhadap CO_2 yang berbeda-beda. Dalam melakukan fotosintesis pohon menyerap gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Adapun daya serap beberapa jenis pohon terhadap CO_2 dapat dilihat pada tabel:

Tabel 2. 3 Daya Serap Terhadap **CO_2** Berbagai Jenis Pohon

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO_2 (kg/pohon/tahun)
1.	Trembesi	*Samanea Saman*	28.448,39
2.	Cassia	*Cassia sp*	5.295.47
3.	Kenanga	*Canangium odoratum*	756,59
4.	Pingku	*Dysoxylum excelsium*	720,49
5.	Beringin	*Fiscus benyamin*	535,90
6.	Krey Payung	*Fellicium decipiens*	404,8
7.	Matoa	*Pornetia pinnata*	329,76
8.	Mahoni	*Swettiana mahogoni*	295,73
9.	Saga	*Adenanthera pavonian*	221,18
10.	Bungkur	*Lagerstroema speciasa*	160,14
11.	Jati	*Tectona grandis*	135,27
12.	Nangka	*Arthocarpus heterophylus*	126,51
13.	Johar	*Cassia grandis*	116,25
14.	Sirsak	*Annona muricata*	75,29
15.	Puspa	*Schima wallichi*	63,31
16.	Akasia	*Acacia auriculiformis*	48,68
17.	Flamboyant	*Delonix regia*	42,20
18.	Sawo Kecik	*Manilkaro kauki*	36,19

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO_2 (kg/pohon/tahun)
19.	Tanjung	*Mimusops elergi*	34,29
20.	Bungan Merak	*Caesalpinia puloherrima*	30,95
21.	Sempur	*Dilena retusa*	24,24
22.	Khaya	*Kahya anthotheca*	21,90
23.	Merban Pantai	*Intsia bijuga*	19,25
24.	Akasia	*Acacia mangium*	15,19
25.	Angsana	*Pterocarpus indicus*	11,12
26.	Asam Kraji	*Pithercelobium dulce*	8,48
27.	Saputangan	*Maniltoa grandiflora*	8,26
28.	Dadap Merah	*Erythrina cristagalli*	4,55
29.	Rambutan	*Nephelium lappaceum*	2,19
30.	Asam	*Tamarindus indica*	1,49
31.	Kempes	*Coompasia excels*	0,2

Sumber: Dahlan dalam Hastuti (2012)

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012, penentuan jenis vegetasi yang akan ditanaman perlu memperhatikan berbagai pertimbangan yang harus dicantumkan dalam perencanaan, antara lain pertimbangan ekologis (iklim, tanah, cahaya, matahari, drainase, kondisi lokasi), bentuk tanaman dan manfaat.

1. Keadaan Ekologis

Jenis-jenis tanaman asli setempat adalah jenis-jenis yang terbaik jika dilihat dari segi ekologi untuk ditanam di daerah jalan yang akan ditanami. Namun jika jenis-jenis tanaman asli setempat kurang memungkinkan maka dapat dipilih jenis-jenis lain yang cocok dengan daerah yang bersangkutan dan harus memperhatikan persyaratan tumbuh dalam hubungannya dengan faktor iklim, tanah, tinggi daerah dari permukaan laut, toleransi jenis tersebut terhadap cahaya matahari dan keadaan lokasi penanaman.

a. Iklim

   Setiap jenis tanaman mempunyai persyaratan tumbuh yang berhubungan dengan iklim. Hujan adalah salah satu faktor iklim yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Klasifikasi iklim berdasarkan faktor hujan yang umum digunakan adalah klasifikasi berdasarkan Schmitdt dan Ferguson.

b. Tanah

   Setiap jenis tanaman membutuhkan kesuburan yang berbeda-beda untuk dapat tumbuh dan berkembang secara baik. Ada tanaman yang dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, bersifat alkalis, miskin unsur hara, namun ada juga tanaman yang hidupnya hanya pada tanah yang subur.

c. Cahaya matahari

Penanaman suatu jenis tanaman harus memperhatikan kebutuhan cahaya matahari. Terdapat jenis-jenis tanaman yang bersifat toleran, semi toleran dan intoleran. Jenis tanaman yang bersifat toleran adalah hidupnya membutuhkan naungan dari jenis pohon lain. Jenis yang semi toleran adalah pada waktu mudanya membutuhkan naungan dan setelah dewasa membutuhkan pembebasan tajuk dari tanaman/pohon lain. Jenis yang intoleran adalah jenis yang hidupnya membutuhkan cahaya matahari penuh.

d. Drainase

Faktor drainase perlu diperhatikan terkait dengan daya tumbuh tanaman pada daerah yang selalu tergenang, sewaktu-waktu tergenang atau daerah kering.

2. Kelompok Tanaman

a. Pohon

Pohon atau juga pokok ialah tumbuhan dengan batang dan cabang yang berkayu. Pohon memiliki batang utama yang tumbuh tegak, menopang tajuk pohon. Pohon dibedakan dari semak melalui penampilannya. Semak juga memiliki batang berkayu, tetapi tidak tumbuh tegak. Dengan demikian, pisang bukanlah pohon sejati karena tidak memiliki batang sejati yang berkayu. Jenis-jenis mawar hias lebih tepat disebut

semak daripada pohon karena batangnya walaupun berkayu tidak berdiri tegak dan habitusnya cenderung menyebar menutup permukaan tanah.

Batang merupakan bagian utama pohon dan menjadi penghubung utama antara bagian akar, sebagai pengumpul air dan mineral, dan bagian tajuk pohon (canopy), sebagai pusat pengolahan masukan energi (produksi gula dan bereproduksi).

Cabang adalah bagian batang, tetapi berukuran lebih kecil dari berfungsi memperluas ruang bagi pertumbuhan daun sehingga mendapat lebih banyak cahaya matahari dan juga menekan tumbuhan pesaing di sekitarnya. Batang diliputi dengan kulit yang melindungi batang dari kerusakan.

b. Perdu atau semak

Perdu atau semak adalah suatu kategori tumbuhan berkayu yang dibedakan dengan pohon karena cabangnya yang banyak dan tingginya yang lebih rendah, biasanya kurang dari 5-6 meter. Banyak tumbuhan dapat berupa pohon atau perdu tergantung kondisi pertumbuhannya.

c. Terna

Terna adalah tumbuhan yang batangnya lunak karena tidak membentuk kayu. Tumbuhan semacam ini dapat merupakan tumbuhan semusim, tumbuhan dwimusim, ataupun tumbuhan tahunan. Tumbuhan yang dapat disebut terna umumnya adalah semua tumbuhan berpembuluh (tracheophyta). Biasanya sebutan ini hanya dikenakan bagi tumbuhan yang berukuran kecil (kurang dari dua meter) dan tidak dikenakan pada tumbuhan non-kayu yang merambat (digolongkan tumbuhan merambat).

Di daerah tropika banyak dijumpai terna yang tahunan, sementara di daerah beriklim sedang terna biasanya sangat bersifat musiman: bagian aerial (yang tumbuh di atas permukaan tanah) luruh dan mati pada musim yang kurang sesuai (biasanya musim dingin) dan tumbuh kembali pada musim yang sesuai.

d. Liana

Liana adalah suatu habitus tumbuhan. Suatu tumbuhan dikatakan liana apabila dalam pertumbuhannya memerlukan kaitan atau objek lain agar ia dapat bersaing mendapatkan cahaya matahari. Liana dapat pula dikatakan tumbuhan yang merambat, memanjat, atau menggantung. Berbeda dengan epifit yang mampu sepenuhnya tumbuh lepas dari tanah, akar

liana berada di tanah atau paling tidak memerlukan tanah sebagai sumber haranya.

2.5 Baku Mutu Udara Ambien

Berdasarkan SNI-19-0232-2005, Nilai Ambang Batas (NAB) yang diizinkan untuk manusia menerima paparan CO_2 selama tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu yaitu 9.000 mg/m_3. Apabila lebih dari syarat yang diizinkan maka manusia akan mengalami gangguan kesehatan pada kegiatan sehari-hari. Disebutkan lagi pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, kadar **CO_2** yang diizinkan adalah sebesar 1.000 ppm selama 8 jam dimana apabila melebihi kadar yang diizinkan dapat memberikan dampak sebagai berikut:

1. Pada konsentrasi di atas nilai ambang batas yang dipersyaratkan, dapat menyebabkan mengantuk, sakit kepala dan menurunkan aktivitas fisik;
2. Pada konsentrasi 3% (30.000 ppm), bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah serta gangguan pendengaran;
3. Pada konsentrasi 5% (50.000 ppm), menyebabkan stimulasi pernapasan, pusing-pusing dan kesulitan pernapasan yang diikuti oleh sakit kepala;

4. Pada konsentrasi >8% (80.000 ppm), dapat menyebabkan sakit kepala, berkeringat terus-menerus, tremor dan kehilangan kesadaran setelah paparan selama 5-10 menit.

2.6 Emisi Karbon dari Kendaraan Bermotor

Pertumbuhan jumlah kendaraan yang tinggi akan berdampak polusi udara pada lingkungan. Polusi udara yang timbul akibat tingginya pemakaian kendaraan bermotor ini berupa emisi karbon. Emisi karbon yang semakin lama semakin meningkat seiring bertambahnya kendaraan bermotor ini dapat menimbulkan dampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu dampak yang ditimbulkan emisi karbon dari kendaraan bermotor adalah pemanasan global. Pemanasan global dapat mengakibatkan suhu bumi meningkat dan terjadi perubahan iklim.

2.7 Fungsi dan Manfaat Ruang Terbuka Hijau

Menurut Undang-Undang No.26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang pasal 29 ayat 2, ruang terbuka hijau yang ideal paling sedikit 30% dari luas wilayah kota. Ruang terbuka hijau diperlukan untuk kesehatan, arena bermain, olah raga dan komunikasi publik. Pembinaan ruang terbuka hijau harus mengikuti struktur nasional atau daerah dengan standar-standar yang ada.

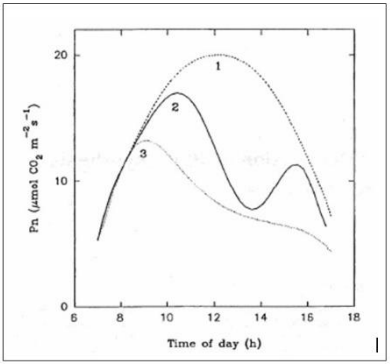
RTH berfungsi ekologis, yang menjamin keberlanjutan suatu wilayah kota secara fisik, harus merupakan satu bentuk RTH yang berlokasi, berukuran, dan berbentuk pasti dalam suatu wilayah kota, seperti RTH untuk per-lindungan sumberdaya penyangga kehidupan manusia dan untuk membangun jejaring habitat hidupan liar. RTH untuk fungsi-fungsi lainnya (sosial, ekonomi, arsitektural) merupakan RTH pendukung dan penambah nilai kualitas lingkungan dan budaya kota tersebut, sehingga dapat berlokasi dan berbentuk sesuai dengan kebutuhan dan kepentingannya, seperti untuk keindahan, rekreasi, dan pendukung arsitektur kota.

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

2.8 Proses fotosintesis

Fotosintesis adalah proses metabolisme pada tanaman dengan bantuan klorofil dan cahaya, mengubah karbondioksida dan air menjadi karbohidrat dan molekul oksigen. Proses fotosintesis berlangsung pada jaringan mesofil, karena pada jaringan tersebut terdapat kloroplas, dimana dalam kloroplas

terdapat klorofil yang nantinya berfungsi dalam proses fotosintesis.



Gambar 2.5 Laju fotosintesis selama ada sinar matahari, satu siklus (1), dua siklus (2), 2 siklus dengan tekanan (3) (Xu dan Shen, 1997)

Gambar 2. 2 Laju Fotosintesis Selama ada Sinar Matahari (**Sumber**: Xu dan Shen, 1997)

Dari Gambar 2.2 dijelaskan terdapat perbedaan laju reduksi pada jam 6 pagi dan 6 malam. Semakin siang semakin tinggi laju reduksinya dan titik tertinggi berada pada pukul 12.

2.9 Metode Proyeksi Kendaraan

Dalam perhitungan proyeksi jumlah kendaraan bermotor, terdapat tiga metode yang bisa digunakan seperti halnya memproyeksikan jumlah kendaraan. Ketiga metode tersebut adalah aritmatika, geometrik, dan least square. Untuk menentukan metode yang digunakan terlebih dahulu mencari nilai koefisien (r) untuk tiap – tiap metode. Untuk metode yang

mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), sesuai atau tidaknya analisa yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu) maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk (Kementrian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2007). Persamaan yang dipakai adalah:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2]x[n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{½}} \quad \text{.....(2.2)}$$

Dimana:
n = jumlah data
x = kurun waktu
y = jumlah kendaraan

Metode Aritmatika (Rata – Rata)

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

$Pn = Po$ + Ka(T2-T1) .....(2.3)

Dimana;

Pn = Jumlah kendaraan bermotor pada tahun ke n

Po = Jumlah kendaraan bermotor pada tahun dasar

Ka = konstanta aritmatik

P1 = jumlah kendaraan yang akan diketahui pada tahun ke 1

P2 = jumlah kendaraan pada tahun diketahui pada tahun terakhir

T1 = tahun ke 1 yang diketahui

T2 = tahun ke 2 yang diketahui

Metode Geometri (Berganda)

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan kendaraan bermotor secara otomatis berganda, dengan pertambahan kendaraan bermotor. Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap, disebabkan kepadatan kendaraan bermotor mendekati maksimum. Rumus yang digunakan adalah:

$$Pn = Po + (1 + r)^n \quad \text{.....(2.4)}$$

Dimana:

Pn = jumlah kendaraan bermotor pada tahun ke n

Po = jumlah kendaraan bermotor tahun dasar

r = laju pertumbuhan kendaraan bermotor pertahun

n = jumlah interval tahun

Metode Least Square (Kuadrat Minimum)

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan kendaraan bermotor masa

lalu menggambarkan kecendrungan garis linier, meskipun perkembangan kendaraan bermotor tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Y = a + b (x)

Adapun persamaan a dan b adalah sebagai berikut:

a = $\{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)\}/\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}$.....(2.5)

b = $\{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\}/\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}$ .....(2.6)

Dimana:

Y = jumlah kendaraan

x = jumlah interval tahun

a = konstanta tahun

b = koefisien arah regresi linier

p = tahun ke-p yang diproyeksikan

t = jumlah kendaraan pada tahun p

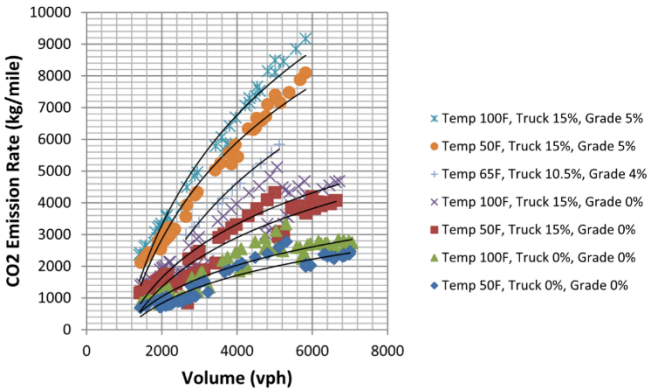
n = jumlah data (ganjil)

2.10 Hubungan Kecepatan Kendaraan dengan Emisi CO_2

Menurut Abou-Senna (2013), kecepatan sangat berkorelasi dengan tingkat emisi CO_2. Oleh karena itu, emisi

CO_2 dinormalisasi sehubungan dengan VMT mereka. Suhu juga mewakili dampak tidak langsung bagi kondisi udara. Kemudian terdapat fungsi peluruhan secara eksponensial terhadap nilai pembatas yang sesuai dengan kapasitas jalan tol.

Jumlah truk dan non-truk menjadi salah satu penentu dari emisi yang dihasilkan pada jalan tol. Semakin besar jumlah truk, maka semakin besar juga emisi yang dihasilkan pada suatu jalan. Berikut dijelaskan pada Gambar 2.2 hubungan antara volume kendaraan dan emisi CO_2 pada perbedaan suhu, jumlah truk dan ketinggian:



Gambar 2. 3 Korelasi Kecepatan – Emisi CO_2 pada Perbedaan volume dan kadar CO_2

(**Sumber**: Abou-Senna *et. al,* 2013)

Dari Gambar 2.3 dijelaskan terdapat perbedaan emisi yang dihasilkan dari adanya perbedaan ketinggian permukaan

tanah, truk, dan temperatur/suhu. Semakin tinggi suhu, persentase truk dan ketinggian, semakin besar pula emisi CO_2 yang dihasilkan pada jalan tol.

2.11 Interpolasi Linear

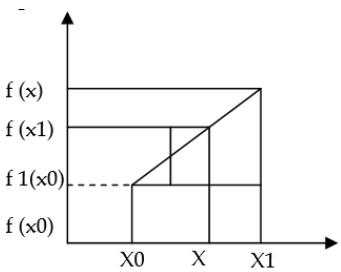
Menurut Hartomo (2006), interpolasi linear adalah polinomial tingkat pertama dan melalui suatu garis lurus pada setiap dua titik masukan yang berurutan. Dua titik masukan tersebut digunakan untuk menaksir nilai-nilah tengah di antara titik-titik data yang telah tepat. Berikut rumus interpolasi linear ditunjukkan pada Persamaan 2.7:

$$\frac{f1(x) - f(x_0)}{x - x_0} = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} \quad \text{……...(2.7)}$$

Kemudian dapat diatur Kembali supaya memenuhi sebuah formula interpolasi linear sebagai berikut pada Persamaan 2.8:

$$f(x) = f(x0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}(x - x_0) \quad \text{……...(2.8)}$$

Notasi f1(x) menandakan bahwa rumus tersebut adalah sebuah polynomial interpolasi orde pertama. Berikut ditunjukkan secara grafis pada Gambar 2.4 dengan menggunakan segitiga sebangun sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Segitiga Sebangun Penurunan Formula Interpolasi Linear

(**Sumber**: Hartomo, 2006)

BAB III

3.1 GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

TOL Satelit – Gunungsari

Jalan Tol Satelit – Gunungsari merupakan bagian dari tol Surabaya gempol. jalan tol satelit gunungsari yang membentang sepanjang 2,8 kilometer yang menghubungkan antara Kota Surabaya dengan daerah Sidoarjo Jawa Timur. Jalan tol ini berada pada kota Surabaya yang menjadi akses utama jalur Surabaya-Malang dan Surabaya-Pasuruan. Jalan tol ini mulai beroperasi sejak 26 Juli 1986.

Gambar 3.1 Peta Jalan Tol Satelit - Gunungsari

Sumber: *http://maps.google.com/*

Pada Gambar 3.1 terlihat jelas tidak banyak yang tersedia lahan kosong pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari.

Lahan – lahan kosong tersebut yang akan dimaksimalkan menjadi lahan untuk perencanaan vegetasi pada jalan tol ini.

3.2 Kondisi eksisting jalan TOL Satelit - Gunungsari

3.2.1. Kondisi Vegetasi RTH

Satelit - Gunungsari ini melewati sekitar permukiman warga, dan ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di jalan tol Satelit - Gunungsari ini masih minim. Sesuai Gambar 3.1 terlihat vegetasi masih kurang pada jalur Tol Satelit - Gunungsari dan harus adanya perencanaan. Berikut merupakan gambar kondisi Tol Waru Sidoarjo pada Gambar 3.2 berikut:

Gambar 3.2 Kondisi Jalan Tol Waru - Sidoarjo

Sumber: Pribadi

3.2.2. Data Jumlah Kendaraan Rata – Rata Perhari

Jumlah kendaraan rata rata perhari yang melewati Jalan Tol Satelit - Gunungsari termasuk yang sangat banyak karena memang jalan tol ini termasuk yang padat di Indonesia dan terutama di Pulau Jawa. Rata – rata jumlah perhari jumlah kendaraan yang melewati jalan tol ini dalam sepanjang tahun 2012 adalah sebesar 93.094 kendaraan dan termasuk angka yang sangat besar serta meningkat setiap tahunnya. Namun pada tahun 2017 jumlah rata rata kendaraan perhari sempat menurun dari tahun sebelumnya. Pada tabel berikut merupakan data lengkap jumlah kendaraan rata rata perhari sepanjang tahun 2012 – 2019 yang didapat dari PT. Jasa Marga:

Tabel 3. 1 Data Jumlah Kendaraan Perhari Tahun 2012 - 2019

TAHUN	RUAS	PANJANG RUAS	JUMLAH KENDARAAN
2012	Kota Satelit - Gunungsari	2,8 Km	93.094
2013			98.411
2014			102.461
2015			105.131
2016			110.021
2017			106.782
2018			116.425
2019			123.967
JUMLAH			856.292

Sumber: PT. Jasa Marga (2019)

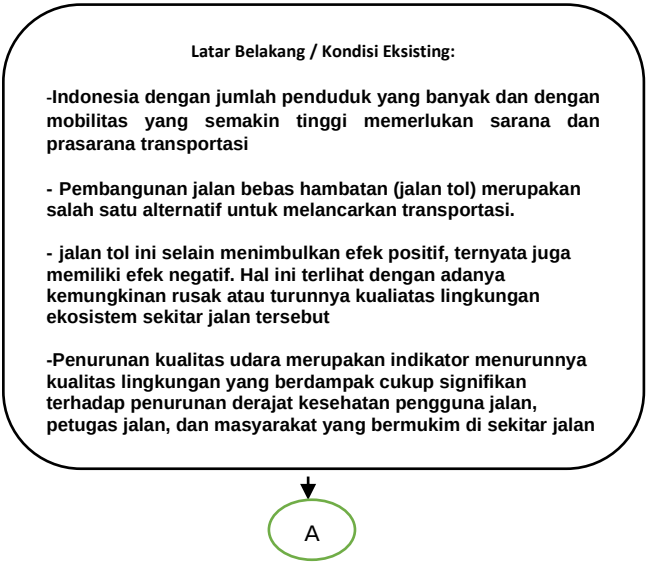
BAB IV
METODE PERENCANAAN

4.1 Umum

Metode perencanaan merupakan acuan yang akan digunakan selama pelaksanaan perencanaan. Metode perencanaan ini mencantumkan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam perencanaan dari awal hingga akhir. Dengan mengikuti tahapan-tahapan yang disusun, proses perencanaan akan berjalan sistematis serta meminimalkan terjadinya kesalahan.

4.2 Kerangka Penelitian

Penyusunan tahapan kegiatan penelitian yang akan dilakukan terdapat pada skema Gambar 4.1



A

Kondisi Ideal:

- **Jalan TOL sebagai salah satu pemenuhan pembangun perekonomian**
- **mengetahui jumlah emisi jumlah emisi kendaraan di jalan tol kc Satelit – Gunungsari untuk 10 tahun mendatang dengan bas pertumbuhan kendaraan 8 tahun sebelumnya**
- **mengetahui pemanfaatan tanaman sebagai penyerap emisi karbondioksida**

Ide Tugas Akhir
Perencanaan Vegetasi Untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari

Rumusan Masalah:

- **Berapa jumlah emisi kendaraan di jalan tol kota Satelit – Gunungsari untuk 10 tahun mendatang dengan basis pertumbuhan kendaraan 8 tahun sebelumnya (tahun 2012- 2019) untuk kondisi fisik jalan 5%**
- **Bagaimana rencana memanfaatkan tanaman sebagai penyerap emisi karbondioksida ? rencana meliputi : komposisi tanaman (rumput-peredu-pohon), jenis tanaman, jumlah tanaman, dan pengaturan jarak tanaman**

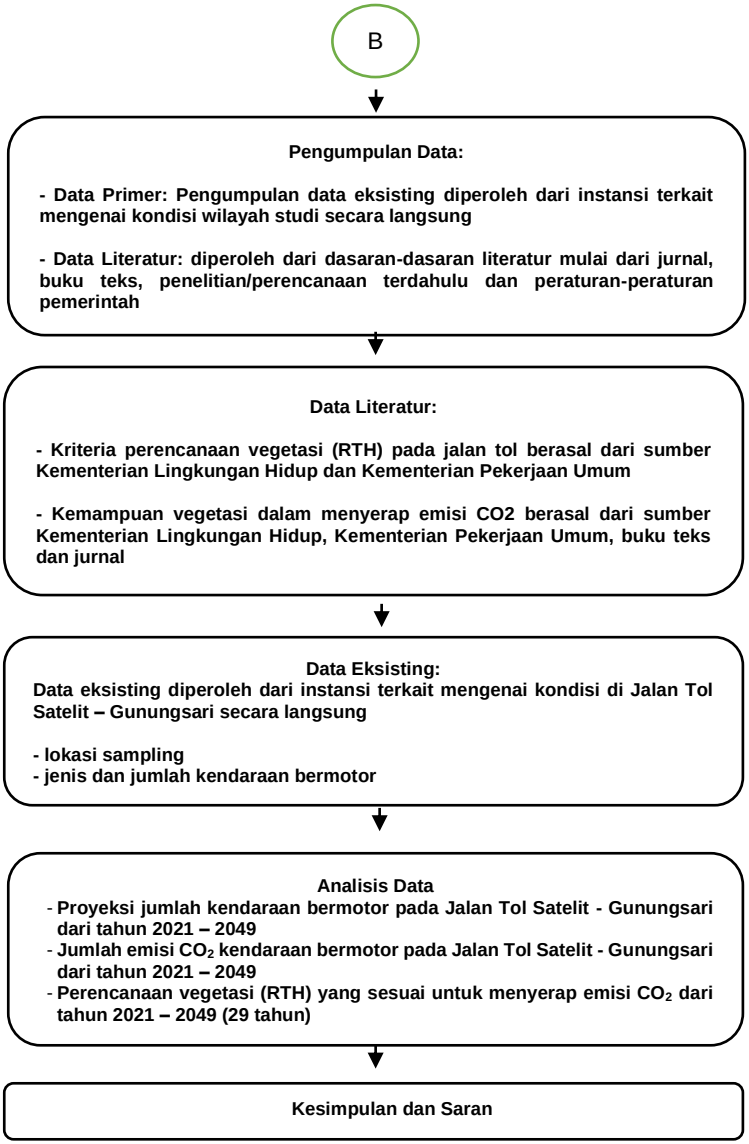
Tujuan

- Menentukan jumlah emisi karbondioksida kendaraan bermotor pada jalan tol Satelit – Gunungsari Surabaya dari tahun 2020 – 2030 (10 tahun)?
- Merencanakan kebutuhan lahan serapan emisi karbondioksida kendaraan bermotor dengan vegetasi (RTH) pada jalan tol Satelit – Gunungsari

Studi Literatur

Jurnal, Penelitian terdahulu, buku, regulasi dokumen SNI

B



Gambar 4.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

4.3 Metode Perencanaan

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

4.3.1 Ide Penelitian

Jalan tol Satelit - Gunungsari surabaya merupakan jalan TOL yang sangat padat penggunanya mulai dari mobil pribadi sampai truck besar lewat lalu lalang pada tol ini karena pada sekitar jalur tol ini menghubungkan pelabuhan tanjung perak ke berbagai kota melewati tol ini dan kendaraan bermotor yang melewati tol ini mengeluarkan polutan satu diantaranya yaitu CO_2. CO_2 memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan memiliki jasa lingkungan dengan mereduksi CO_2 yang ada di udara ambien. Belum diketahui apakah luasan RTH yang berada di jalan tol Satelit - Gunungsari Surabaya telah cukup atau belum untuk mereduksi CO_2 yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu ditentukan konsentrasi CO_2 di udara ambien yang mampu direduksi oleh tumbuhan dalam penelitian ini yakni RTH dengan luasan berbeda yang berada di kawasan jalan tol Satelit - Gunungsari surabaya, sehingga dapat ditentukan luas area dan jumlah pohon yang direncanakan.

4.3.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah merupakan serangkaian permasalahan yang akan dibahas pada perencanaan kali ini. Perumusan masalah ini menjadi acuan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang akan dibahas. Rumusan masalah ini didapatkan dari kondisi eksisitng dan kondisi ideal yang telah dijabarkan dalam latar belakang dilaksanakannya perencanaan vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Satelit – Gunungsari kali ini.

4.3.3 Tujuan

Tujuan perencanaan ini dimaksudkan sebagai pemecah permasalahan pada rumusan masalah yang telah dibentuk. Tujuan perencanaan menjadi capaian akhir dalam perencanaan vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari ini. Dengan adanya tujuan perencanaan maka pelaksanaan perencanaan akan menjadi lebih terarah fokus menyelesaikan permasalahan.

4.3.4 Studi Literatur

Kondisi eksisting dan kondisi ideal menjadi gambaran awal dari perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari. Penjabaran kondisi ini dilakukan agar dapat diketahui hal-hal yang seharusnya dilakukan pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari tersebut.

Berikut gambaran kondisi dari lokasi Jalan Tol Satelit - Gunungsari:

1. Kondisi Eksisting:
   a. Peningkatan jumlah penduduk meningkatkan jumlah emisi CO_2.
   b. Pemetaan emisi CO_2 belum diketahui.
   c. Belum terdapat Ruang Terbuka Hijau (RTH).
2. Kondisi Ideal:
   a. Peningkatan jumlah emisi CO_2 harus diiringi dengan penyerapan emisi CO_2.
   b. Terdapat pemetaan emisi CO_2.
   c. Terdapat Ruang Terbuka Hijau (RTH) sesuai kriteria SNI 03-1733-2004 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2008.

4.3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan segala informasi yang terkait dengan perencanaan. Data yang dikumpulkan berupa data eksisting dan berasal dari literatur. Pengumpulan data eksisting diperoleh dari instansi terkait mengenai kondisi wilayah studi secara langsung, sedangkan literatur diperoleh dari dasaran-dasaran literatur mulai dari jurnal, buku teks, penelitian/perencanaan

terdahulu dan peraturan-peraturan pemerintah. Data-data tersebut nantinya akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan perencanaan.

1. Data Eksisting

   Data eksisting diperoleh dari instansi terkait mengenai kondisi di Jalan Tol Satelit – Gunungsari secara langsung. Berikut data primer yang ditunjukkan pada **Tabel 4.1**:

Tabel 4. 1 Data Eksisting

No.	Jenis Data	Sumber
1.	Peta wilayah studi Jalan Tol Satelit – Gunungsari	PT. Jasa Marga
2.	Jenis dan jumlah kendaraan yang melewati Jalan Tol Satelit – Gunungsari	PT. Jasa Marga

2. Literatur

   Tinjauan pustaka diperoleh dari dasaran-dasaran mulai dari jurnal, buku teks, penelitian/perencanaan terdahulu dan peraturan-

peraturan pemerintah. Berikut data sekunder yang ditunjukkan pada **Tabel 4.2**:

Tabel 4. 2 Literatur

No.	Jenis Data	Sumber
1.	Kriteria perencanaan vegetasi (RTH) pada jalan tol	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kementerian Pekerjaan Umum
2.	Kemampuan vegetasi dalam menyerap emisi CO_2	Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Pekerjaan Umum, buku teks dan jurnal

4.3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mendapatkan desain akhir Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada Jalan Tol Satelit – Gunungsari Surabaya. Berikut metode-metode yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dalam perencanaan Jalan Tol Satelit – Gunungsari Surabaya:

1. Proyeksi Jumlah Kendaraan Bermotor

   Berdasarkan Studi Kelayakan PT. Jasa Marga, proyeksi lalu lintas akan menggunakan metode proyeksi least square. Proyeksi lalu lintas memiliki tiga skenario pertumbuhan, yaitu:

   a. Kondisi Pesimis

      Pada kondisi ini tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor sama dengan tingkat pertumbuhan penduduk (3 % per tahun).

   b. Kondisi Optimis

      Pada kondisi ini tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor sama dengan PDRB Provinsi Jawa Timur empat tahun terakhir (6,93 % per tahun).

   c. Kondisi Moderat

      Pada kondisi ini tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor sama dengan pertumbuhan antara kondisi pesimis dan optimis (4,96 % per tahun).

   Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 370/KPTS/M/2007, terdapat penggolongan jenis kendaraan bermotor pada jalan tol yang sudah beroperasi. Golongan jenis kendaraan tersebut dapat dillihat pada **Tabel 4.3** sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Golongan Jenis Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol yang Sudah Beroperasi

Golongan	Jenis Kendaraan
Golongan I	Sedan, Jip, *Pick Up*/Truk Kecil, dan Bus
Golongan II	Truk dengan 2 (dua) gandar
Golongan III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
Golongan IV	Truk dengan 4 (empat) gandar
Golongan V	Truk dengan 5 (lima) gandar atau lebih

(**Sumber**: Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 370/KPTS/M2007)

Setelah mendapatkan hasil proyeksi lalu lintas harian selama 10 tahun, maka diperlukan mencari volume kendaraan jam puncak sebagai dasaran perencanaan dengan melihat kondisi terburuk emisi CO_2 terbanyak yang akan dihasilkan. Berdasarkan Informasi Hari Puncak – Jam Puncak di Tol Jawa Timur pada tahun 2020 diketahui persentase kendaraan jam puncak sebesar 6,49%. Berikut ditunjukkan pada Persamaan 4.1 rumus untuk mendapatkan volume kendaraan jam puncak:

$$Vjp = Vh \times \%\text{Jam Puncak} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4.1)$$

Dimana:

Vjp = Volume Jam Puncak (kendaraan/jam)

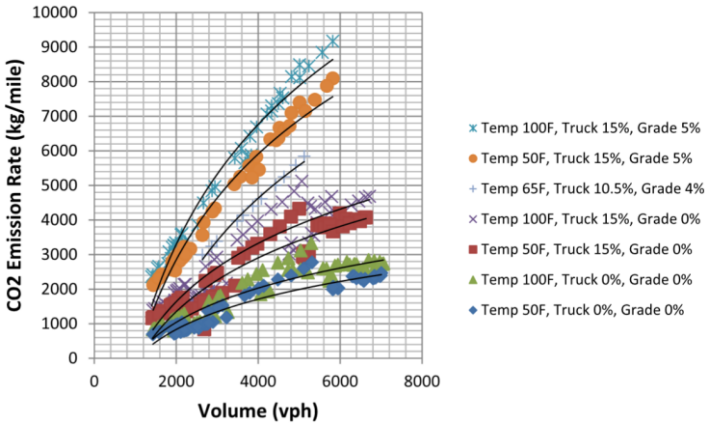
Vh = Volume Harian (kendaraan/hari)

%Jam Puncak = Persentase Jam Puncak (6,49%)

2. Jumlah emisi CO_2 Kendaraan Bermotor

   Setelah mengetahui proyeksi jumlah kendaraan bermotor yang melewati Jalan Tol Satelit – Gunungsari Surabaya sesuai golongan dari tahun 2021 – 2049, akan dihitung jumlah emisi CO_2 dari hasil pertumbuhan kendaraan bermotor selama 29 tahun. Perhitungan ini juga dilakukan untuk ketiga skenario pertumbuhan kendaraan bermotor yaitu pada kondisi pesimis, kondisi optimis dan kondisi moderat.

   Untuk mendapatkan emisi CO_2 diperlukan jumlah volume kendaraan/hari sebagai data untuk diinput ke dalam grafik seperti pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4. 2 Korelasi Volume – Emisi CO_2 pada Perbedaan Suhu, Truk dan Tingkatan

(**Sumber**: Abou-Senna *et. al,* 2013)

Dari grafik tersebut diperlukan adanya interpolasi terlebih dahulu untuk menyesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan. Temperatur yang digunakan adalah 100F atau 38°C dengan *grade* 5%. Interpolasi dilakukan dengan membandingkan persentase truk dari grafik tersebut untuk mendapatkan faktor truk (Ft) dan faktor non truk (Fnt) sebagai faktor dalam perhitungan emisi. Berikut rumus yang dipakai untuk mendapatkan Ft , Fnt dan emisi CO_2 pada perencanaan kali ini ditunjukkan pada **Pers. 4.2**:

Emisi CO_2 = (Ft x Jumlah Truk) + (Fnt x Jumlah Non Truk)…….(4.2)

Dimana:

Emisi CO_2 = Jumlah Emisi CO_2 (kg/mile/jam)

Ft = Faktor Truk

Fnt = Faktor Non Truk

Jumlah Truk = Volume Truk (kendaraan/jam)

Jumlah Non Truk = Volume Non Truk (kendaraan/jam)

Setelah mendapatkan jumlah emisi CO_2 kg/mile harus dikonversi menjadi satuan emisi CO_2 kg/jam dengan rumus yang ditunjukkan pada **Pers. 4.2** sebagai berikut:

Emisi CO_2' = Emisi CO_2 x Panjang Jalan……(4.3)

Dimana:

Emisi CO_2' = Jumlah Emisi CO_2 (kg/mile/jam)

Emisi CO_2 = Jumlah Emisi CO_2 (kg/jam)

Panjang Jalan = Panjang Jalan Tol (mile)

3. Perencanaan Vegetasi (RTH)

   Perencanaan vegetasi (RTH) akan direncanakan di sepanjang Jalan Tol Satelit - Gunungsari sepanjang 2,8 kilometer. Terdapat tiga skenario perencanaan sesuai dengan metode proyeksi pertumbuhan kendaraan bermotor, yaitu:

a. Metode Rata – Rata Aritmatik

   Metode ini sesuai untuk perkembangan yang selalu naik secara konstan dan dalam kurun waktu pendek (Mankoediharjo,1985).

b. Metode Berganda (Geometri)

   Proyeksi ini menganggap perkembangan secara otomatis berganda dengan pertumbuhan penduduk awal.

   Pn = Po(1+r)dn

c. Kondisi Moderat

   Pada kondisi ini tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor sama dengan pertumbuhan antara kondisi pesimis dan optimis (4,96 % per tahun).

Berikut rumus pada **Persamaan. 4.4** yang digunakan untuk menghitung daya serap emisi CO_2 sesuai vegetasi yang akan digunakan:

Kebutuhan Lahan = Emisi CO_2' / Daya Serap ..... (4.4)

Dimana:

Kebutuhan Lahan = Lahan Vegetasi (ha)

Emisi CO_2' = Jumlah Emisi CO_2 (kg/jam)

Daya Serap = Daya Serap (kg/ha/jam)

Jumlah kemampuan serapan vegetasi harus sama dengan atau lebih besar dari emisi CO_2 sesuai periode perencanaan yaitu 10 tahun dari tahun 2021 – 2030. Penentuan jenis vegetasi serta peletakan vegetasi dilakukan sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.

4.3.7 Kesimpulan dan saran

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan yang menyatakan ringkasan dari hasil perencanaan yang menjawab perumusan masalah perencanaan. Kesimpulan pada perencanaan ini akan memberikan informasi tentang perubahan konsentrasi CO_2 yang terjadi akibat pengaruh luasan RTH, sehingga dapat ditentukan luas dan jumlah tanaman yang effisien dan apakah terjadi reduksi emisi CO_2 selama 24 jam yang efisien. Selanjutnya akan dibukukan dalam bentuk laporan hasil tugas akhir dan diujikan pada presentasi.

BAB V
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Proyeksi Lalu Lintas

Pada tugas akhir ini, diperlukan proyeksi jumlah kendaraan bermotor hingga 10 tahun untuk memperkirakan jumlah emisi CO_2 yang nantinya akan dibandingkan dengan total daya serap pohon eksisting. Dalam perencanaan RTH ini proyeksi akan dilakukan hingga tahun 2030. Proyeksi kendaraan yang dilakukan menggunakan pendekatan pertumbuhan jumlah kendaraan di jalan tol Satelit – Gunungsari Surabaya tahun 2012 hingga 2019. Pertumbuhan kendaraan rata-rata di tol Satelit – Gunungsari Surabaya. Dalam perhitungan proyeksi kendaraan, terdapat 3 metode yang digunakan, yaitu metode Aritmatik, Geometrik, dan metode Least Square. Dan‘ ketiga metode tersebut kemudian dicari koefisien korelasinya terlebih dahulu Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukan kuat/tidaknya hubungan linier antar dua variabel. Koefisien korelasi biasa dilambangkan dengan huruf r dimana nilai r dapat bervariasi dari -1 sampai +1. Nilai r yang mendekati -1 atau +1 menunjukan hubungan yang kuat antara dua variabel tersebut dan nilai r yang mendekati 0 mengindikasikan lemahnya hubungan antara dua variable (X dan Y) tersebut. pada metode Aritmatika, Geometri, dan Least Square variable X adalah selisih tahun, yang membedakan adalah pada variabel Y. jika pada metode Aritmatika variabel Y adalah selisih jumlah kendaraan. sedangkan untuk metode Geometri, variable Y adalah jumlah

kendaraan tiap tahun dalam Ln. dan untuk metode Least Square variable Y adalah jumlah kendaraan tiap tahun. untuk mendapatkan metode yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi kendaraan. Koefisien korelasi dari ketiga metode tersebut dipilih yang paling mendekati 1. Berikut ini adalah contoh langkah perhitungan proyeksi:

1. **Menghitung Pertumbuhan Kendaraan Bermotor**

Tabel 5.1 Jumlah kendaraan bermotor pada jalan tol Satelit – Gunungsari Surabaya tahun 2012 – 2019

JUMLAH KENDARAAN KOTA SATELIT - GUNUNG SARI					
Tahun 2012 - 2019					
No	Tahun	Jumlah	Pertumbuhan		Rasio Pertumbuhan
			kendaraan	%	
1	2012	93.094	0	0,000	0
2	2013	98.411	5.317	5,711	0,0571
3	2014	102.461	4.050	4,115	0,0412
4	2015	105.131	2.670	2,606	0,0261
5	2016	110.021	4.890	4,651	0,0465
6	2017	106.782	-3.239	-2,944	-0,0294
7	2018	116.425	9.643	9,031	0,0903
8	2019	123.967	7.542	6,478	0,0648
JUMLAH		**856.292**	**30.873**	**29,649**	**0,2965**
Rata - rata pertumbuhan penduduk					**0,0185**
Standar Deviasi					**0,03755**
Standar Atas Data					**0,05608**
Standar Bawah Data					**-0,01902**

Dari tabel diatas dapat dihitung pertambahan kendaraan rata-rata pertahunnya, yaitu: **0,0185.**

2. Perhitungan nilai koefisien korelasi antar metode.

Nilai koefisien koerelasi metode Aritmatika, Geometri, dan Least Square dihitung untuk mengetahui metode mana yang baik untuk digunakan dalam proyeksi kendaraan. Berikut ini cara dan hasil perhitungannya.

a) Metode Aritmatik

Perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode Aritmatika menggunakan rumus persamaan 2.3.

Tabel 5.2 Hasil perhitungan koefisien korelasi metode aritmatika

METODE ARITMATIKA							
Tahun	**Jumlah kendaraan**	**X (selisih tahun)**	**Y (selisih total jumlah kendaraan)**	**XY**	**X2**	**Y2**	**r**
2012	93.094	0	-	-	0	-	
2013	98.411	1	5.317	5.317	1	28.270.489	
2014	102.461	2	4.050	8.100	4	16.402.500	
2015	105.131	3	2.670	8.010	9	7.128.900	
2016	110.021	4	4.890	19.560	16	23.912.100	0,620399
2017	106.782	5	- 3.239	- 16.195	25	10.491.121	
2018	116.425	6	9.643	57.858	36	92.987.449	
2019	123.967	7	7.542	52.794	49	56.881.764	
JUMLAH	856.292	28	30.873	135.444	140	236.074.323	

Perhitungan proyeksi kendaraan dengan metode Aritmatika mendapat nilai koefisien relasi sebesar **0,620**.

b) Metode Geometrik

Perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode Geometric menggunakan rumus persamaan 2.4. Hasil perhitungan koefisien korelasi metode Geometrik dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil perhitungan koefisien korelasi metode Geometrik

METODE GEOMETRI							
Tahun	Jumlah kendaraan	X (urutan data mulai dari 1)	Y (Jumlah kendaraan tiap tahun dalam Ln)	XY	X2	Y2	r
2012	93.094	0	0	0	0	-	
2013	98.411	1	11,49690787	11	1	132,2	
2014	102.461	2	11,53723752	23	4	133,1	
2015	105.131	3	11,56296247	35	9	133,7	
2016	110.021	4	11,60842654	46	16	134,8	0,821311
2017	106.782	5	11,57854465	58	25	134,1	
2018	116.425	6	11,66500257	70	36	136,1	
2019	123.967	7	11,72777068	82	49	137,5	
JUMLAH	856.292	28	81,17685229	326	140	941,4	

Perhitungan proyeksi kendaraan dengan metode Geometrik mendapat nilai koefisien relasi sebesar **0,821.**

c)* Metode *Least Square

Perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode *Least Square* menggunakan rumus persamaan 2.5. Hasil perhitungan koefisien korelasi metode Least Square dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil perhitungan koefisien korelasi metode *Least square*

METODE LEAST SQUARE							
Tahun	Jumlah penduduk	X (Selisih tahun)	Y (Jumlah penduduk tiap	XY	X2	Y2	r
2012	93.094	0	0	0	0	0	
2013	98.411	1	98411	98.411	1	9.684.724.921	
2014	102.461	2	102461	204.922	4	10.498.256.521	
2015	105.131	3	105131	315.393	9	11.052.527.161	
2016	110.021	4	110021	440.084	16	12.104.620.441	0,868594
2017	106.782	5	106782	533.910	25	11.402.395.524	
2018	116.425	6	116425	698.550	36	13.554.780.625	
2019	123.967	7	123967	867.769	49	15.367.817.089	
JUMLAH	856.292	28	763198	3.159.039	140	83.665.122.282	

Perhitungan proyeksi kendaraan dengan metode *Least Square* mendapat nilai koefisien korelasi sebesar **0,869.**

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien korelasi dengan metode-metode tersebut, maka metode yang dipilih untuk proyeksi kendaraan adalah *least square,* karena memiliki koefisien korelasi yang paling mendekati 1 yaitu **r =0,869.** Hasil perhitungan koefisien korelasi tiap metode dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi

METODE	r
Aritmatika	0,620
Geometrik	0,821
Least Square	0,869

3. Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi

Setelah pemilihan metode proyeksi, selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi kendaraan hasil survey hingga tahun 2030 dengan metode *least square*. Dipilih metode Least Square karena koefisien korelasi Least Square paling mendekati 1. Nilai r yang mendekati +1 menunjukan hubungan yang sangat kuat antara dua variable (X dan Y) tersebut. Hasil proyeksi kendaraan bermotor rata rata per-harian setiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Proyeksi Kendaraan

NO	Proyeksi Tahun ke -N (Pn)	Jumlah Kendaraan
0	2019	123.967
1	2020	127.525
2	2021	131.185
3	2022	134.950
4	2023	138.823
5	2024	142.807
6	2025	146.906
7	2026	151.122
8	2027	155.459
9	2028	159.921
10	2029	164.510
11	2030	169.232

5.2 Lalu Lintas Jam Puncak

Berdasarkan data survei Traffic Counting (TC) yang dilakukan oleh PT. JASA MARGA dan informasi jalan tol pada daerah Jawa Timur didapatkan hari puncak terjadi pada hari Senin pukul 10.00–

11.00 WIB dimana persentase kendaraan jam puncak sebesar 6.49%. Dari data tersebut dapat dihitung jumlah kendaraan pada jam puncak di tiap tahunnya.

Perhitungan volume kendaraan jam puncak pada jalan tol menggunakan Persamaan 4.1 sebagai berikut:

Vjp = Vh x %Jam Puncak ……(4.1)

Dimana:

Vjp = Volume Jam Puncak (kendaraan/jam)

Vh = Volume Harian (kendaraan/hari)

%Jam Puncak = Persentase Jam Puncak (6,49%)

Setelah mendapatkan data lalu lintas harian dari tahun 2012 – 2030, perhitungan volume kendaraan jam puncak akan dihitung mulai dari tahun 2020 – 2030, Berikut perhitungan jumlah kendaraan jam puncak tiap tahun ditunjukkan pada Tabel 5.7:

Tabel 5.7 Proyeksi Lalu Lintas jam puncak Harian jalan tol Satelit – Gunungsari Tahun 2019 – 2030

tahun	jumlah kendaraan	proyeksi jam puncak
2019	123.967	8.045
2020	127.525	8.276
2021	131.185	8.514
2022	134.950	8.758

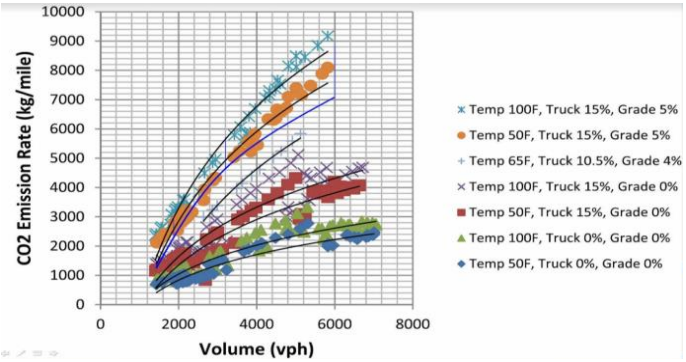
tahun	jumlah kendaraan	proyeksi jam puncak
2023	138.823	9.010
2024	142.807	9.268
2025	146.906	9.534
2026	151.122	9.808
2027	155.459	10.089
2028	159.921	10.379
2029	164.510	10.677
2030	169.232	10.983

Dari Tabel 5.7 diketahui volume kendaraan jam puncak pada tahun 2020 sebesar 8.276 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 9.534 kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 10.983 kendaraan/jam.

5.3 Emisi CO_2

Setelah mendapatkan jumlah kendaraan pada jam puncak tiap tahunnya, selanjutnya yaitu menghitung emisi CO_2 yang dihasilkan pada tiap tahun dengan cara menggunakan prinsip *Model Box*. Menurut Abou-senna (2013), terdapat hubungan antara jumlah kendaraan dengan persentase truk, temperature dan ketinggian tertentu. Emisi CO_2 yang dihasilkan oleh kendaraan pada jam puncak harus disesuaikan nantinya dengan tanaman agar tidak menimbulkan pencemaran. Menurut Hassan dan Crowther (1998), Model Box memiliki asumsi dimana jalan tol nantinya memiliki ukuran panjang (p)

dan lebar (l) dengan kondisi yang selalu stabil baik dari udara dan emisi **CO_2**. Selain itu tidak ada polutan yang masuk atau keluar melalui bagian kedua sisi yang sejajar dengan arah angin,seperti ditunjukkan pada **Gambar** 4.2 persentase truck yang melewati ruas jalan tol Satelit – Gunungsari adalah sebesar 30% . Dari persentase truck tersebut harus diinterpolasikan dengan grafik pada Gambar 5.1 interpolasi dari grafik volume kendaraan – emisi **CO_2**:



Gambar 5. 1 Korelasi Kecepatan – Emisi CO_2 pada Perbedaan Suhu, Truk dan Tingkatan

(**Sumber**: Abou-Senna *et. al,* 2013)

Dari grafik pada Gambar 5.1 data yang digunakan adalah grafik dengan kondisi Temp 100F, Truck 0%, Grade 5% dan Temp 100F, Truck 15%, Grade 5%.

Dari data grafik diatas kita dapat mengambil kesimpulan menurut Warsito (2011) bahwa semakin tinggi putaran mesin dari 1.000 rpm sampai 3.000 rpm maka kadar CO nya cenderung naik. Dikarenakan pada putaran 3.000 rpm gas yang dihasilkan dari sisa – sisa pembakaran semakin banyak. Dan semakin tinggi posisi knalpot pada kendaraan sebaran emisi akan semakin jauh dengan pergerakan kendaraan yang sangat lambat dengan putaran mesin yang sangat tinggi akan mengakibatkan penumpukan emisi CO_2 dan Perubahan temperatur udara masuk ruang bakar akan berpengaruh terhadap kerapatan udara, sehingga akan mempengaruhi jumlah udara yang masuk ke ruang bakar.

didapatkan jumlah persentase tiap tahunnya yaitu sebayak 30%. Dari persentase truk tersebut harus diinterpolasi dengan grafik pada Tabel 4.2 untuk mendapatkan jumlah emisi. Berikut perhitungan yang digunakan:

Emisi = (ft x truk) + (fnt x non truk) …….. (5.1)

Keterangan:

Emisi = Emisi CO_2 (kg/mile)

Ft = Faktor truk

Fnt = Faktor non truk

truk = Jumlah truk (kendaraan/jam)

non truk = Jumlah non truk (kendaraan/jam)

Pers I (Temp 100F, Truck 0%, Grade 5%):

1.200 = (ft x 0) + (fnt x (100% x 1.400))

Fnt = 0,857

Pers II (Temp 100F, Truck 15%, Grade 5%)

1.500 = (ft x (15% x 1.400)) + (0,857 x (85% x 1.400))

Ft = 0,428

Dari kedua persamaan di atas dapat dihitung emisi tiap tahunnya sesuai dengan volume kendaraan jam puncak tiap tahunnya dan dengan kondisi truk 30%, Fnt adalah 0,857 dan Ft adalah 0,428.

Alasan menggunakan interpolasi linear digunakan untuk menghitung beberapa kondisi di lapangan dengan menggunakan persamaan .Dari kedua persamaan di atas dapat dihitung emisi tiap tahunnya sesuai dengan jumlah kendaraan jam puncak tiap tahunnya dan dengan kondisi truk 30%. Berikut perhitungan emisi CO_2 dari tahun 2015 – 2030 pada **Tabel 5.8**:

Tabel 5.8 Jumlah Emisi CO_2 pada Truk 30%

Tahun	EMISI **CO_2**(Kg/Mile)	EMISI **CO_2** (Kg)
2019	5.860	10.196
2020	6.028	10.488
2021	6.201	10.789
2022	6.379	11.099
2023	6.562	11.417

Tahun	EMISI **CO_2**(Kg/Mile)	EMISI **CO_2** (Kg)
2024	6.750	11.745
2025	6.944	12.082
2026	7.143	12.429
2027	7.348	12.786
2028	7.559	13.153
2029	7.776	13.530
2030	7.999	13.918

Setelah mendapatkan jumlah emisi dari grafik dengan satuan kg/mile, perlu dikonversi menjadi kg/jam dengan dikalikan panjang jalan tol. Berikut hasil perhitungan ditunjukkan pada **Tabel 5.9**:

Tabel 5.9 Jumlah Emisi CO_2 Perencanaan

PANJANG JALAN	EMISI CO_2 (Kg/Mile)	EMISI CO_2 (Kg)	EMISI CO_2 (KG/JAM)
1,74	5.860	10.196	17.740
1,74	6.028	10.488	18.249
1,74	6.201	10.789	18.773
1,74	6.379	11.099	19.312
1,74	6.562	11.417	19.866
1,74	6.750	11.745	20.436
1,74	6.944	12.082	21.023
1,74	7.143	12.429	21.626
1,74	7.348	12.786	22.247
1,74	7.559	13.153	22.885

PANJANG JALAN	EMISI CO_2 (Kg/Mile)	EMISI CO_2 (Kg)	EMISI CO_2 (KG/JAM)
1,74	7.776	13.530	23.542
1,74	7.999	13.918	24.218

Pada perhitungan emisi CO_2 pada perencanaan ini tidak memperhitungkan umur kendaraan bermotor menurut Winarno (2014) Mesin kendaraan terbaru umumnya memiliki emisi gas buang dengan kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin kendaraan yang lebih tua umurnya. Hal ini dikarenakan komponen yang digunakan pada kendaraan tua belum membakar bahan bakar secara sempurna.

Untuk perencanaan kedepannya agar meninjau luas dari berbagai aspek umur kendaraan dan bahan bakar yang digunakan pada kendaraan yang melintas agar data yang dihasilkan lebih akurat. Dengan adanya beberapa aspek yang ditinjau berharap hasil yang didapat supaya lebih baik.

5.4 KEBUTUHAN LAHAN VEGETASI PENYERAPAN EMISI CO_2

Vegetasi dibutuhkan sebagai media untuk menyerap CO_2 yang dapat mencemari lingkungan. Pada perencanaan kali ini direncanakan vegetasi yang digunakan adalah rumput dan perdu. Penanaman vegetasi dilakukan tiap tahun dengan menyesuaikan jumlah emisi yang terus meningkat.

Berdasarkan Prasetyo (2002), Tanaman merupakan penyerap karbon dioksida (CO_2) di udara. Bahkan beberapa di antara tanaman-tanaman itu mempunyai kemampuan besar untuk menyerap karbon dioksida. Kemampuan tanaman sebagai penyerap karbondioksida akan berbeda-beda. faktor yang mempengaruhi daya serap karbon dioksida Mutu klorofil ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya magnesium yang menjadi inti klorofil. Semakin besar tingkat magnesium, daun akan berwarna hijau gelap (Alamendah, 2010). Rumput memiliki kemampuan menyerap emisi CO_2 sebesar 2,74 kg/ha/jam, semak/perdu sebesar 12,56 kg/ha/jam, dan pohon sebesar 129,92 kg/ha/jam.

Jumlah emisi CO_2 yang didapatkan sebelumnya harus dikonversi menjadi satuan emisi CO_2 kg/jam dengan rumus yang ditunjukkan pada **Pers. 5.2** sebagai berikut:

Emisi CO_2' = Emisi CO_2 x L ……(5.2)

Dimana:

Emisi CO_2' = Jumlah Emisi CO_2 (kg/mile/jam)

Emisi CO_2 = Jumlah Emisi CO_2 (kg/jam)

L = Panjang Jalan Tol (mile)

Tabel 5. 10 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Jalan Tol Satelit – Gunungsari

Tahun	PANJANG JALAN (mile)	EMISI CO_2 (Kg/Mile)	EMISI CO_2 (Kg)	EMISI CO_2 (KG/JAM)
2019	1,74	5.860	10.196	17.740
2020	1,74	6.028	10.488	18.249
2021	1,74	6.201	10.789	18.773
2022	1,74	6.379	11.099	19.312
2023	1,74	6.562	11.417	19.866
2024	1,74	6.750	11.745	20.436
2025	1,74	6.944	12.082	21.023
2026	1,74	7.143	12.429	21.626
2027	1,74	7.348	12.786	22.247
2028	1,74	7.559	13.153	22.885
2029	1,74	7.776	13.530	23.542
2030	1,74	7.999	13.918	24.218

Dari **Tabel 5.10** diketahui jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi padaI tahun 2019 menjadi 17.740 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 24.218 kg/jam.

Setelah mendapatkan jumlah emisi CO_2 kg/jam maka dapat dihitung kebutuhan lahan vegetasi dengan daya serap pada Gambar 2.2 untuk mencegah pencemaran udara dari emisi CO_2 tersebut. Berikut rumus pada **Pers. 4.3** yang digunakan untuk menghitung daya serap emisi CO_2 sesuai vegetasi yang akan digunakan:

Kebutuhan Lahan = Emisi CO_2' / Daya Serap x %vegetasi ……(5.3)

Dimana:

Kebutuhan Lahan	= Lahan Vegetasi (ha)
Emisi CO_2'	= Jumlah Emisi CO_2 (kg/jam)
Daya Serap	= Daya Serap (kg/ha/jam)

Ada beberapa macam vegetasi yang dapat mereduksi CO_2 tetapi komposisi vegetasi yang saya gunakan untuk penelitian ini yang berguna untuk penutup lahan yaitu 3% rumput, 90% semak/perdu dan 7% pohon. Komposisi tersebut didasari oleh kemampuan masing-masing vegetasi dengan disesuaikan ketersediaan lahan pada area jalan tol. Walaupun pohon memiliki daya serap emisi CO_2 yang paling besar, jumlah pohon yang terlalu banyak pada jalan tol dapat berbahaya karena ada risiko daun-daun yang berjatuhan ke jalan tol, pohon tumbang dan memperbanyak burung yang hinggap di sekitar jalan tol. Selain itu hal ini juga didasari oleh persebaran emisi CO_2 yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor dimana semak/perdu direncanakan paling banyak karena tingginya kurang lebih sama dengan knalpot yang mengeluarkan emisi langsung. Rumput didesain untuk menyerap persebaran emisi CO_2 yang mengarah ke bawah. Peredu menyerap emisi CO_2 yang berada di tengah tengah karena terjadi turbulensi dan pohon didesain untuk menyerap persebaran emisi CO_2 yang mengarah ke atas.

Jenis vegetasi rumput yang digunakan yaitu rumput lamuran, perdu/semak yaitu agave, pakis dan paku-pakuan serta pohon yaitu trembesi dengan daya serapan yang berbeda beda yang dijelaskan pada Tabel 2.3. Pemilihan jenis vegetasi ini berdasarkan penelitian Dahlan (2007), dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012. Penanaman vegetasi dilakukan tiap tahun dengan menyesuaikan jumlah emisi yang meningkat. perlu adanya penambahan jumlah vegetasi tiap tahunnya. Penambahan vegetasi ini dilakukan pada tiap-tiap jenis vegetasi yang digunakan yaitu rumput, perdu dan pohon. Berikut perhitungan kebutuhan lahan vegetasi dan penambahan vegetasi tiap tahunnya pada ketiga skenario perencanaan.

Tabel 5. 11 Kebutuhan Lahan Rumput pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari

Tahun	Emisi CO_2 (kg/jam)	Rumput (ha)	
		Kebutuhan	Penambahan
2019	17.740	194	0
2020	18.249	200	5,6
2021	18.773	206	5,7
2022	19.312	211	5,9
2023	19.866	218	6,1
2024	20.436	224	6,2
2025	21.023	230	6,4
2026	21.626	237	6,6
2027	22.247	244	6,8
2028	22.885	251	7
2029	23.542	258	7,2
2030	24.218	265	7,4

Tabel 5. 12 Kebutuhan Lahan Peredu pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari

Tahun	Emisi CO_2 (kg/jam)	Peredu (ha)	
		Kebutuhan	Penambahan
2019	17.740	1.271	0
2020	18.249	1.308	36,5
2021	18.773	1.345	37,5
2022	19.312	1.384	38,6
2023	19.866	1.424	39,7
2024	20.436	1.464	40,9
2025	21.023	1.506	42
2026	21.626	1.550	43,2
2027	22.247	1.594	44,5
2028	22.885	1.640	45,8
2029	23.542	1.687	47,1
2030	24.218	1.735	48,4

Tabel 5. 13 Kebutuhan Lahan Pohon pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari

Tahun	Emisi CO_2 (kg/jam)	Pohon (ha)	
		Kebutuhan	Penambahan
2019	17.740	10	0
2020	18.249	10	0,3
2021	18.773	10	0,3
2022	19.312	10	0,3
2023	19.866	11	0,3
2024	20.436	11	0,3
2025	21.023	11	0,3
2026	21.626	12	0,3
2027	22.247	12	0,3
2028	22.885	12	0,3
2029	23.542	13	0,4
2030	24.218	13	0,4

Dari Tabel 5.11 diketahui pada jalan Tol Satelit – Gunungsari membutuhkan lahan rumput seluas 200 Ha pada tahun 2020, 230 Ha pada tahun 2025 dan 265 Ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 71 Ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 1.308 Ha pada tahun 2020, 1.506 Ha pada tahun 2025 dan 1.735 Ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 464 Ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 10 Ha pada tahun 2020, 11 Ha pada tahun 2025 dan 13 Ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 3 Ha. Maka dari data tersebut, luas lahan total vegetasi yang dibutuhkan pada akhir perencanaan yaitu tahun 2030 seluas 1.735 Ha.

Peletakan vegetasi pada ROW rencana dibutuhkan penambahan lahan pada ROW jalan tol Satelit – Gunungsari. Pada perhitungan luasan ROW yang akan direncanakan dengan cara membagi luasan kebutuhan lahan vegetasi dengan Panjang jalan tol, kemudian dikurangi dengan lebar ROW eksisting agar dapat diketahui berapa penambahan lahan yang akan direncanakan tiap tahunnya. Berikut perhitungan penambahan lahan ROW untuk vegetasi pada jalan Tol Satelit – Gunungsari ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 5. 14 Perhitungan penambahan lahan ROW untuk vegetasi peredu

Tahun	lahan vegetasi peredu	panjang jalan tol	lebar lahan vegetasi		sisi kanan	sisi kiri
	km^2	km	km	m	m	m
2020	13,077	2,8	4,670282736	4.670	2.335	2.335
2021	13,452	2,8	4,80431985	4.804	2.402	2.402
2022	13,838	2,8	4,94220383	4.942	2.471	2.471
2023	14,235	2,8	5,08404508	5.084	2.542	2.542
2024	14,644	2,8	5,229957174	5.230	2.615	2.615
2025	15,064	2,8	5,380056945	5.380	2.690	2.690
2026	15,497	2,8	5,534464579	5.534	2.767	2.767
2027	15,941	2,8	5,693303712	5.693	2.847	2.847
2028	16,399	2,8	5,856701529	5.857	2.928	2.928
2029	16,869	2,8	6,024788863	6.025	3.012	3.012
2030	17,354	2,8	6,197700303	6.198	3.099	3.099

Tabel 5. 15 Perhitungan penambahan lahan ROW untuk vegetasi semak/rumput

Tahun	lahan vegetasi rumput	panjang jalan tol	lebar lahan vegetasi		sisi kanan	sisi kiri
	km^2	km	km	m	m	m
2020	2,0	2,8	0,7	714,3	357,1	357,1
2021	2,1	2,8	0,7	734,1	367,0	367,0
2022	2,1	2,8	0,8	755,2	377,6	377,6
2023	2,2	2,8	0,8	776,8	388,4	388,4
2024	2,2	2,8	0,8	799,1	399,6	399,6
2025	2,3	2,8	0,8	822,1	411,0	411,0
2026	2,4	2,8	0,8	845,7	422,8	422,8
2027	2,4	2,8	0,9	869,9	435,0	435,0
2028	2,5	2,8	0,9	894,9	447,4	447,4
2029	2,6	2,8	0,9	920,6	460,3	460,3
2030	2,7	2,8	0,9	947,0	473,5	473,5

Tabel 5. 16 Perhitungan penambahan lahan ROW untuk vegetasi pohon

Tahun	lahan vegetasi pohon	panjang jalan tol	lebar lahan vegetasi		sisi kanan	sisi kiri
	km^2	km	km	m	m	m
2020	0,10	2,8	0,035117	35,1	17,6	17,6
2021	0,10	2,8	0,036124	36,1	18,1	18,1
2022	0,10	2,8	0,037161	37,2	18,6	18,6
2023	0,11	2,8	0,038228	38,2	19,1	19,1
2024	0,11	2,8	0,039325	39,3	19,7	19,7
2025	0,11	2,8	0,040453	40,5	20,2	20,2
2026	0,12	2,8	0,041615	41,6	20,8	20,8
2027	0,12	2,8	0,042809	42,8	21,4	21,4
2028	0,12	2,8	0,044037	44,0	22,0	22,0
2029	0,13	2,8	0,045301	45,3	22,7	22,7
2030	0,13	2,8	0,046601	46,6	23,3	23,3

Vegetasi yang digunakan pada perencanaan ini menggunakan kombinasi rumput, peredu, dan pohon sesuai dengan. Lalu dalam peletakan kombinasi vegetasi tersebut mengikuti dengan prinsip Model Box, yaitu vegetasi ditanam pada ROW jalan tol. Tetapi pada kenyataan nya ROW yang telah dibuat oleh PT. Jasa Marga belum menyesuaikan pada peraturan yang masih berlaku saat ini yaitu ROW yang diizinkan oleh pemerintah saat ini adalah minimal 60 meter tetapi pada kenyataan nya ROW pada jalan tol Satelit – Gunungsari sebesar kurang lebih sekitar 15 meter. Dari hasil perhitungan lahan perencanaan yang sudah saya buat hasil tersebut jauh lebih besar dari lahan eksisting yang berada pada jalan Tol Satelit – Gunungsari. Maka dari itu pada pihak PT. Jasa Marga perlu memperluas RTH yang berada pada ROW jalan Tol Satelit – Gunungsari agar dapat menyerap emisi yang dihasilkan oleh kendaraan lebih maksimal.

5.5 KEBUTUHAN LAHAN VEGETASI PENYERAPAN EMISI CO_2

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012 perencanaan vegetasi pada median jalan menggunakan kombinasi rumpu, peredu, dan pohon dan peletakan vegetasi tersebut disesuaikan dengan ROW pada jalan tol Satelit – Gunungsari, tetapi pada kondisi yang ada

pada jalan tol Satelit – Gunungsari masih belum menyesuaikan dengan kondisi sekarang yang sangat jauh untuk dapat menyerap CO_2 secara maksimal.

Pemerintah membuat peraturan ROW yang diperbolehkan adalah 60m, namun pada jalan tol Satelit – Gunungsari ini masih belum merencanakan pelebaran ROW untuk mereduksi polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang melintasi tol Satelit – Gunungsari. Oleh karena itu perlu adanya pelebaran ROW pada jalan tol Satelit – Gunungsari dengan cara memindahkan rumah warga, jika lahan kosong pada sekitar jalan tol meminta izin untuk penanaman vegetasi pada lahan itu agar vegetasi yang dibutuhkan untuk mereduksi CO_2 dapat tercukupi dan wilayah sekitar jalan tol terhindar dari polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012, jarak tanam atau peletakkan vegetasi disesuaikan dengan ukuran vegetasi yang dikategorikan sebagai berikut:

1. Pohon besar jarak tanam = 6 m
2. Perdu jarak tanam = 2 m
3. Semak jarak tanam =0,3 m

Pada peraturan tersebut vegetasi yang berdekatan dengan jalan tol adalah rumput dikarenakan jika terjadi suatu hal darurat tidak terjadi apa-apa, lalu jarak 2 meter dari jalan tol terdapat peredu dan pada pohon berjarak 6 meter dari bahu jalan, peletakan pohon paling jauh karena daun pohon jika berguguran akan menghambat penglihatan pengendara dan jika terjadi kecelakaan kendaraan masih bias meminimalisir tertabrak oleh pohon. Untuk jarak antar vegetasi menggunakan sistem tanam berkelompok dan rapat dimana jarak antar vegetasi terletak pada tajuknya. Selain itu digunakan sistem penumpukkan antar vegetasi rumput, perdu/semak dan pohon sehingga luasan yang digunakan sebagai patokan untuk peletakkan vegetasi adalah perdu/semak karena memiliki luas yang paling besar. Penambahan vegetasi ini dilakukan pada tiap-tiap jenis vegetasi yang digunakan yaitu rumput, semak/perdu dan pohon. Berikut perhitungan kebutuhan lahan vegetasi dan penambahan vegetasi tiap tahunnya pada ketiga skenario perencanaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012.

Tabel 5. 17 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012

Tahun	Emisi CO_2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Kebutuhan	Penambahan	Kebutuhan	Penambahan	Kebutuhan	Penambahan
2019	17.740	126	0	125	0	123	0
2020	18.249	129	3,6	128	3,6	126	3,5
2021	18.773	133	3,7	132	3,7	130	3,6
2022	19.312	137	3,8	136	3,8	134	3,7
2023	19.866	141	3,9	140	3,9	137	3,8
2024	20.436	145	4,0	144	4,0	141	3,9
2025	21.023	149	4,2	148	4,1	145	4,1
2026	21.626	153	4,3	152	4,2	150	4,2
2027	22.247	158	4,4	156	4,4	154	4,3
2028	22.885	162	4,5	161	4,5	158	4,4
2029	23.542	167	4,7	166	4,6	163	4,5
2030	24.218	171	4,8	170	4,8	168	4,7

Peletakan vegetasi pada ROW rencana dibutuhkan penambahan lahan pada ROW jalan tol Satelit – Gunungsari. Pada perhitungan luasan ROW yang akan direncanakan dengan cara membagi luasan kebutuhan lahan vegetasi dengan Panjang jalan tol, kemudian dikurangi dengan lebar ROW eksisting agar dapat diketahui berapa penambahan lahan yang akan direncanakan tiap tahunnya.

1. Berikut perhitungan penambahan lahan ROW untuk vegetasi rumput, peredu, pohon pada jalan Tol Satelit – Gunungsari ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 18 Perhitungan penambahan lahan ROW untuk vegetasi pohon

tahun	Rumput (m)	Perdu (m)	Pohon (m)
2019	209,3	207,9	204,6
2020	215,4	213,8	210,5
2021	221,5	220,0	216,5
2022	227,9	226,3	222,7
2023	234,4	232,8	229,1
2024	241,2	239,5	235,7
2025	248,1	246,3	242,5
2026	255,2	253,4	249,4
2027	262,5	260,7	256,6
2028	270,1	268,2	263,9
2029	277,8	275,8	271,5
2030	285,8	283,8	279,3

Berdasarkan perhitungan luasan area yang didapat untuk merencanakan RTH pada jalan tol Satelit – Gunungsari dengan lebar 285 meter, untuk pada sisi lajur Satelit – Gunungsari masih bisa direncanakan karena masih terdapat lahan kosong yang cukup untuk digunakan lahan vegetasi tetapi pada lajur Gunungsari – Satelit tidak bisa digunakan untuk lahan vegetasi dikarenakan hanya jarak 100 meter sudah terdapat perumahan warga. Ada berbagai cara untuk membangun lahan RTH yaitu dengan perluasan RTH melalui pembelian lahan. Pemerintah sebagai pemegang wewenang dalam suatu kota dapat melakukan strategi pembebasan lahan yang bertujuan untuk meningkatkan pembangunan taman lingkungan, jika pembelian lahan susah untuk dilakukan cara selanjutnya adalah dengan Menghijaukan bangunan/vertical planting, Keterbatasan lahan untuk dapat mengembangkan kawasan hijau dapat disiati dengan memanfaatkan ruang-ruang terbangun melalui penanaman tanaman pada atap ataupun tembok bangun. Pada dasarnya pembangunan jalan TOL di Indonesia fungsi ROW adalah agar dapat lebih mudah jika melebarkan ruas jalan baru, maka dari itu perencanaan ini dilakukan agar pembangunan kedepan nya pihak terkait agar mementingkan lahan vegetasi untuk mereduksi CO_2 pada jalan TOL.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang mencakup analisis data serta pembahasan, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Emisi CO_2 yang dihasilkan kendaraan yang melintasi Jalan Tol Satelit - Gunungsari pada tahun 2021 adalah sebesar 17.514 Kg/jam sedangkan di tahun 2030 sebesar 23.909 Kg/jam.
2. Vegetasi yang dibutuhkan pada Jalan Tol Satelit - Gunungsari untuk mereduksi emisi CO_2 pada tahun 2020 adalah perdu/semak seluas 128 Ha, rumput seluas 129 Ha, dan seluas 126 Ha untuk pohon. Tahun 2025 sendiri membutuhkan perdu/semak seluas 148 Ha, rumput seluas 149 Ha, dan seluas 145 Ha untuk pohon pada tahun 2030 dibutuhkan perdu/semak seluas 170 Ha, rumput seluas 171 Ha dan pohon seluas 168 Ha.

6.2 Saran

1. Diharapkan kepada PT. Jasa Marga dan pihak-pihak terkait yang mengawasi serta merencanakan jalan TOL untuk menyesuaikan kebutuhan lahan vegetasi yang berguna untuk penyerapan CO_2 yang lebih optimal karena tiap tahunnya jumlah kendaraan meningkat yaitu dengan cara memperlebar ROW pada jalan TOL.
2. Pada perencanaan pembuatan jalan tol kedepannya menggunakan variable umur kendaraan dan bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan pada perhitungan emisi CO_2 untuk mendapat hasil yang lebih akurat dalam perencanaan vegetasi pada jalan TOL.
3. Sebaiknya dilakukan perencanaan lahan RTH terlebih dahulu dalam membangun jalan TOL yang akan dibangun untuk menghindari kekurangan lahan vegetasi pada jalan TOL.

DAFTAR PUSTAKA

Abou-Senna, H., Radwan, E. 2013. VISSIM/MOVES Integration to Investigate The Effect of Majoy Key Parameters on CO_2 Emissions. Transportation Research Part D, 21: 39 – 46.

Adiastari, R. 2011. Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Menyerap Emisi Karbon di Kota Surabaya. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Anonim, 2006, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, Kementerian Negera Lingkungan Hidup RI.

Badan Pengembangan Infrastruktur Wilayah Kementerian PUPR. 2018. Sinergi Buletin Badan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. Jakarta: BPIW.

Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2013. Pertumbuhan Ekonomi Jawa Timur Tahun 2013. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.

Darmawijaya MI. 1990. Klasifikasi Tanah: Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Jakarta: Gajah Mada University Press.

[DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 1991. Pemeliharaan Rutin Tanaman Jalan.

Dhakal, S. 2010. “GHG Emissions from Urbanization and Opportunities for Urban Carbon Mitigation”. Current Opinion in Environmental Sustainbility 2: 277-283.

Surabaya (ID): Direktorat Jenderal Bina Marga.

[DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 1996. Tata Cara Perencanaan Teknik Lansekap Jalan. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Bina Marga.

[DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 2006. Pedoman Konstruksi Bangunan. Perencanaan Sistem Drainase Jalan. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Bina Marga.

[DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 2009. Standar Konstruksi dan Bangunan. Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Bina Marga.

de Nevers N. 2000. Air Pollution Control Engineering. Edisi kedua. United States: The Mcgraw-Hill.

Google Inc. 2016. Google Maps: Peta Lokasi Jalan TOL Satelit – Gunungsari Kota Surabaya dalam http://maps.google.com/

Grey GW and Deneke FJ. 1978. Urban Forestry. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Indah, I. R., Boedisantoso, R., dan Fadli, A. A. 2010. Kajian Emisi CO2 Menggunakan Persamaan Mobile 6 dan Mobile Combustion dari Sektor Transportasi di Kota Surabaya. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

IPCC. 2001. The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide. TAR Climate Change 2001 : The Scientific Basis, 185 – 237

Irianti N. 2010. Perencanaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Industri PT. Pindo Deli Pulp and Paper Milis Karawang Jawa Barat. Skripsi. Bogor: IPB.

Joga N dan Ismaun I. 2011. RTH 30%! Resolusi (Kota) Hijau. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Karyono TH. 2005 Fungsi Ruang Hijau Kota Ditinjau dari Aspek Keindahan, Kenyamanan, Kesehatan, dan Penghematan Energi. Pusat pengkajian kebijakan inovasi teknologi badan pengkajian dan penerapan teknologi. P3TL-BPPT. Hal 452-457.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2001. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau. Jakarta.

Kementrian Lingkungan Hidup. 2012. Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi. Jakarta : Kementrian Lingkungan Hidup.

Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 370/KPTS/M/2007 tentang Penetapan Golongan Jenis Kendaraan Bermotor pada Ruas Jalan Tol yang Sudah Beroperasi dan Besarnya Tarif Tol pada Beberapa Ruas Jalan Tol.

Kurniawan A dan Aditya WP. 2010. Laporan Tugas Akhir Evaluasi Perencanaan Interchange Bawen pada Jalan Tol Semarang Solo. Undergraduate thesis, Jurusan Teknik Sipil. [internet]. [diacu 2011 Des 24]. Tersedia dari: http://eprints.undip.ac.id/25040/1/BAB_I.pdf.

Kurniawati, U. F., dan Setiawan, R. P. 2012. “Pengaruh Perkembangan Perumahan terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kota Surabaya”. Jurnal Teknik POMITS 1, 1: 1-5.

Laurie M. 1985. Pengantar Kepada Arsitektur Pertamanan. Terjemahan edisi kedua. Bandung: PT. Intermatra.

Lestari G dan Kencana IP. 2008. Galeri Tanaman Hias Lanskap. Jakarta: Penebar Swadaya.

[Menteri PU] Menteri Pekerjaan Umum. 2012. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan. Jakarta (ID).

Munawar A. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. Bogor: IPB Press.

NOAA Research – Earth System Research Laboratory-ESRL Global Monitoring Division. 2018. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.hmtl.

Novananda, E., dan Setiawan, R. P. 2015. "Persebaran Spasial Produksi Emisi Karbon Dioksida (CO2) dari Penggunaan Lahan Permukiman di Kawasan Perkotaan Gresik Bagian Timur". Jurnal Teknik ITS 4, 1: 11-16. ISSN: 2337-3539

Nurfaida, Dariati T, Yanti CWB. 2011. Bahan Ajar Ilmu Tanaman Lanskap.

Pemerintah Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang Republik Indonesia No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Inodnesia Nomor 05/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.Sastrawijaya AT. 2000. Pencemaran lingkungan. Cetakan kedua. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

PT. Jasa Marga Kota Surabaya. 2020. Jumlah Kendaraan yang Melintasi Jalan Tol Satelit – Gunungsari. Surabaya

Rahmy, W. A., Faisal, B., dan Soeriaatmadja, A. R. 2012. “Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota pada Kawasan Padat, Studi Kasus di Wilayah Tegallega, Bandung”. Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia 1, 1: 27-38.

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

Simonds JO. 1983. Landscape Architecture: A Manual of Site Planning and Design. New York: McGraw-Hill.

Sub Direktorat Statistik Lingkungan Hidup. 2015. Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2016. Jakarta: Badan pusat Statistik.

Sulistijorini. 2009. Keefektifan dan Toleransi Jenis Tanaman Jalur Hijau Jalan dalam Mereduksi Pencemaran NO2 Akibat Aktivitas Transportasi. Disertasi. Bogor: IPB.

Suripin. 2004. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Andi. Tarigan R. 2006. Perencanaan Pembangunan Wilayah. Edisi revisi. Jakarta:Bumi Aksara.

Tugaswati, Tri, 2007, Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya.

Udayana C. 2004. Toleransi Spesies Pohon Tepi Jalan Terhadap Pencemaran Udara di Simpang Susun Jakarta (Jakarta Interchange) Cawang, Jakarta Timur. Tesis. Bogor: IPB.

Wardhana WA. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi revisi.

Winanrno J. 2014. Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatannya. Jurnal Teknik. Yogyakarta

Lampiran 1. Perhitungan Proyeksi Kendaraan

a. Data Jumlah Kendaraan Pada Jalan Tol Satelit – Gunungsari pada tahun 2012 – 2019

TAHUN	RUAS	PANJANG RUAS	JUMLAH KENDARAAN
2012	Kota Satelit - Gunungsari	2,8 Km	93.094
2013			98.411
2014			102.461
2015			105.131
2016			110.021
2017			106.782
2018			116.425
2019			123.967
JUMLAH			856.292

b. Hasil Proyeksi kendaraan Metode: Geometrik

METODE GEOMETRI							
Tahun	Jumlah	X (urutan data mulai dari 1)	Y (Jumlah penduduk tiap tahun dalam Ln)	XY	X2	Y2	r
2012	93.094	0	-	-	-	-	
2013	98.411	1	11,50	11,50	1	132,1789	
2014	102.461	2	11,54	23,07	4	133,1078	
2015	105.131	3	11,56	34,69	9	133,7021	
2016	110.021	4	11,61	46,43	16	134,7556	0.821
2017	106.782	5	11,58	57,89	25	134,0627	
2018	116.425	6	11,67	69,99	36	136,0723	
2019	123.967	7	11,73	82,09	49	137,5406	
JUMLAH	**856292**	**28**	**81,17685229**	**325,6711**	**140**	**941,419994**	

c. Hasil Proyeksi kendaraan Metode: Aritmatika

METODE ARITMATIKA							
Tahun	Jumlah	X (selisih tahun)	Y (selisih total	XY	X2	Y2	r
2012	93.094	0	-	-	0	-	
2013	98.411	1	5.317	5.317	1	28.270.489	
2014	102.461	2	4.050	8.100	4	16.402.500	
2015	105.131	3	2.670	8.010	9	7.128.900	
2016	110.021	4	4.890	19.560	16	23.912.100	0.620
2017	106.782	5	- 3.239	- 16.195	25	10.491.121	
2018	116.425	6	9.643	57.858	36	92.987.449	
2019	123.967	7	7.542	52.794	49	56.881.764	
JUMLAH	**856292**	**28**	**30873**	**135444**	**140**	**236074323**	

d. Hasil Proyeksi kendaraan Metode: Least Square

METODE LEAST SQUARE							
Tahun	Jumlah	X (urutan data mulai dari 1)	(Jumlah penduduk tahun dalam L	XY	X2	Y2	r
2012	93.094	0	-	-	-	-	
2013	98.411	1	98.411,00	98.411,00	1	9.684.724.921,0000	
2014	102.461	2	102.461,00	204.922,00	4	10.498.256.521,0000	
2015	105.131	3	105.131,00	315.393,00	9	11.052.527.161,0000	
2016	110.021	4	110.021,00	440.084,00	16	12.104.620.441,0000	0.869
2017	106.782	5	106.782,00	533.910,00	25	11.402.395.524,0000	
2018	116.425	6	116.425,00	698.550,00	36	13.554.780.625,0000	
2019	123.967	7	123.967,00	867.769,00	49	15.367.817.089,0000	
JUMLAH	**856292**	**28**	**763198**	**3159039**	**140**	**83665122282**	

e. Hasil Proyeksi Kendaraan Bermotor Pada Jalan TOL Satelit – Gunungsari tahun 2020 – 2030

tahun	jumlah kendaraan
2019	123.967
2020	127.525
2021	131.185
2022	134.950
2023	138.823
2024	142.807
2025	146.906
2026	151.122
20207	155.459
2028	159.921
2029	164.510
2030	169.232

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Emisi CO_2

Tabel 2.1 Hasil Perhitungan Jam Puncak

tahun	jumlah kendaraan	proyeksi jam puncak
2019	123.967	8.045
2020	127.525	8.276
2021	131.185	8.514
2022	134.950	8.758
2023	138.823	9.010
2024	142.807	9.268
2025	146.906	9.534
2026	151.122	9.808
20207	155.459	10.089
2028	159.921	10.379
2029	164.510	10.677
2030	169.232	10.983

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Emisi CO_2 pada Truk 30%

TOL SATELIT - GUNUNGSARI			EMISI CO_2 (Kg/Mile)	EMISI CO_2(Kg)
Proyeksi Tahun ke -N (Pn)	2019	123.967	5.860	10.196
	2020	127.525	6.028	10.488
	2021	131.185	6.201	10.789
	2022	134.950	6.379	11.099
	2023	138.823	6.562	11.417
	2024	142.807	6.750	11.745
	2025	146.906	6.944	12.082
	2026	151.122	7.143	12.429
	2027	155.459	7.348	12.786
	2028	159.921	7.559	13.153
	2029	164.510	7.776	13.530
	2030	169.232	7.999	13.918

Tabel 2.3 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Perencanaan

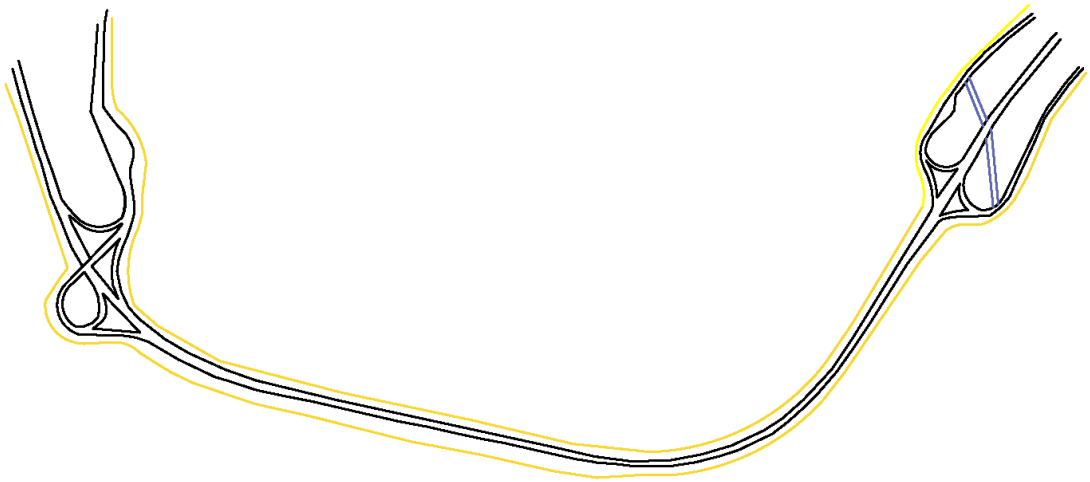
	PANJANG JALAN	EMISI CO_2 (Kg/Mile)	EMISI CO_2 (Kg)	EMISI CO_2 (KG/JAM)
Proyeksi Tahun ke -N (Pn)	1,74	5.860	10.196	17.740
	1,74	6.028	10.488	18.249
	1,74	6.201	10.789	18.773
	1,74	6.379	11.099	19.312
	1,74	6.562	11.417	19.866
	1,74	6.750	11.745	20.436

	PANJANG JALAN	EMISI CO_2 (Kg/Mile)	EMISI CO_2 (Kg)	EMISI CO_2 (KG/JAM)
	1,74	6.944	12.082	21.023
	1,74	7.143	12.429	21.626
	1,74	7.348	12.786	22.247
	1,74	7.559	13.153	22.885
	1,74	7.776	13.530	23.542
	1,74	7.999	13.918	24.218

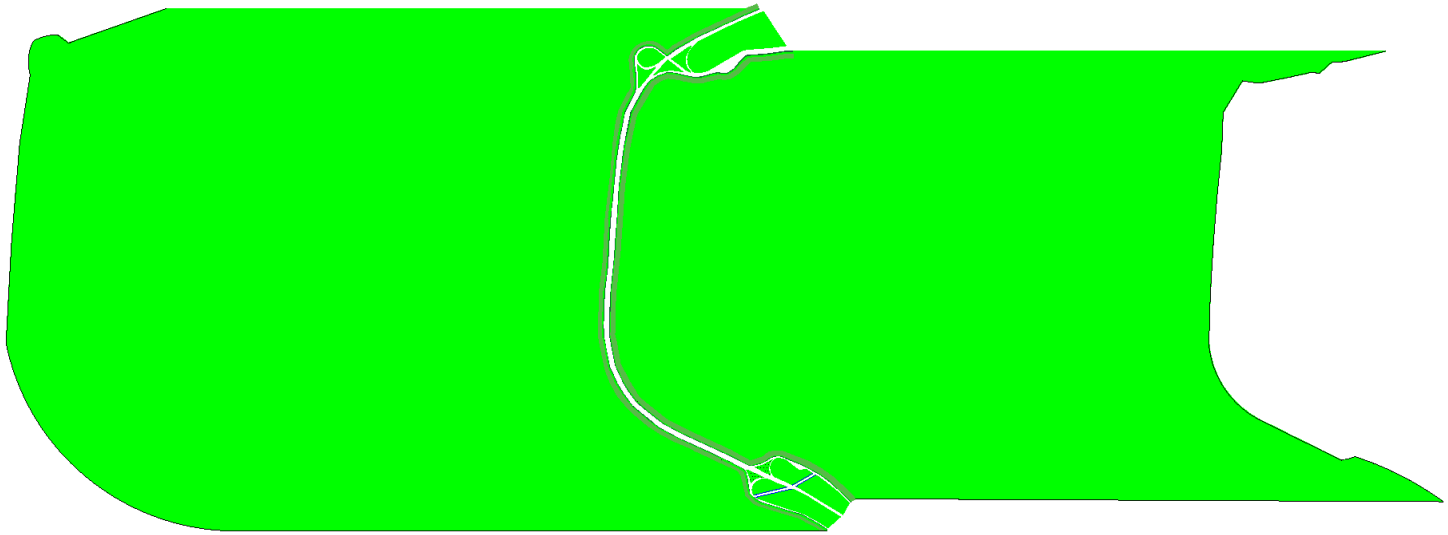
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Kebutuhan Lahan Vegetasi

Tabel 3. 2 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun pada Jalan Tol Saelit - Gunungsari

Tahun	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Kebutuhan	Penambahan	Kebutuhan	Penambahan	Kebutuhan	Penambahan
2019	17740	194	0	1271	0	10	0
2020	18249	200	5,6	1308	36,5	10	0,3
2021	18773	206	5,7	1345	37,5	10	0,3
2022	19312	211	5,9	1384	38,6	10	0,3
2023	19866	218	6,1	1424	39,7	11	0,3
2024	20436	224	6,2	1464	40,9	11	0,3
2025	21023	230	6,4	1506	42,0	11	0,3
2026	21626	237	6,6	1550	43,2	12	0,3
2027	22247	244	6,8	1594	44,5	12	0,3
2028	22885	251	7,0	1640	45,8	12	0,3
2029	23542	258	7,2	1687	47,1	13	0,4
2030	24218	265	7,4	1735	48,4	13	0,4

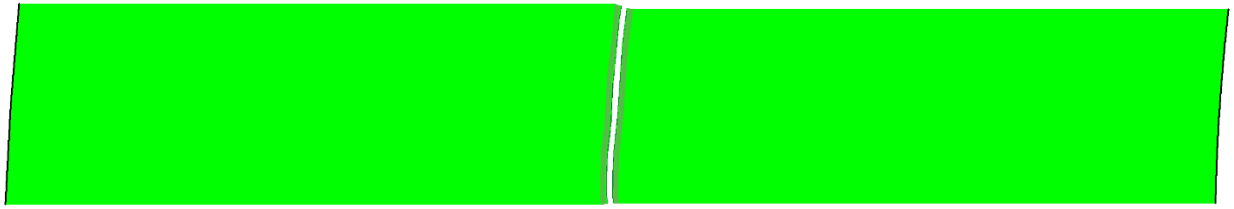


TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR	MAHASISWA Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	KETERANGAN Jalan Raya Batas RTH Sungai	NOMOR GAMBAR 1	JUMLAH GAMBAR 15
	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	JUDUL GAMBAR ROW jalan TOL Satelit - Gunungsari			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		DOSEN PENGUJI SKALA 1:10.000			

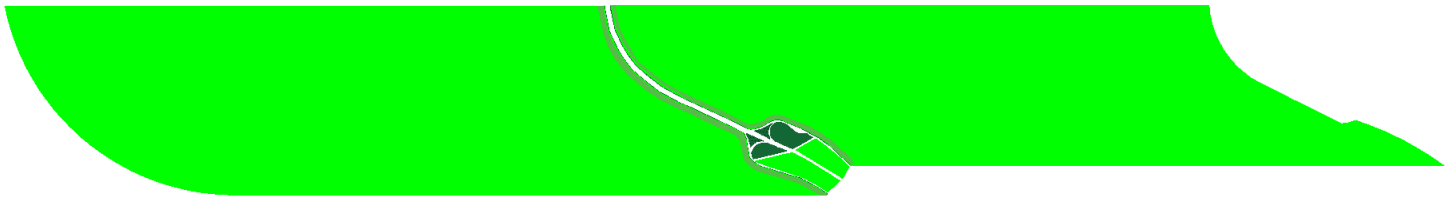


TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon Peredu Rumput Sungai	2	15
	DOSEN PEMBIMBING	DOSEN PENGUJI			
	Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	ROW perencanaan 2030			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR SKALA 1:20.000			

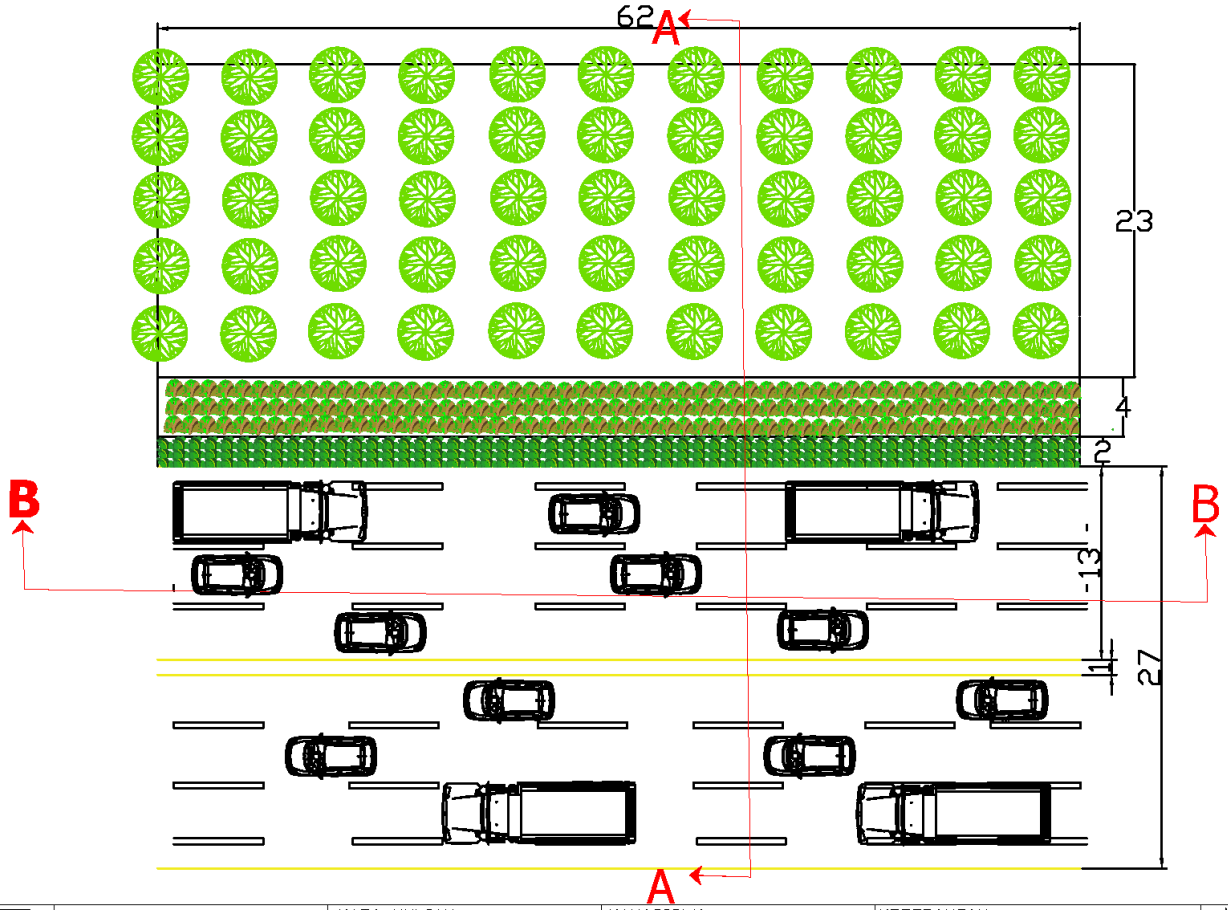
		MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon Perredu Rumput	3	15
		DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR			
		Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Potongan ROW Perencanaan 1/3			
			SKALA GAMBAR			
			SKALA 1:20,000			



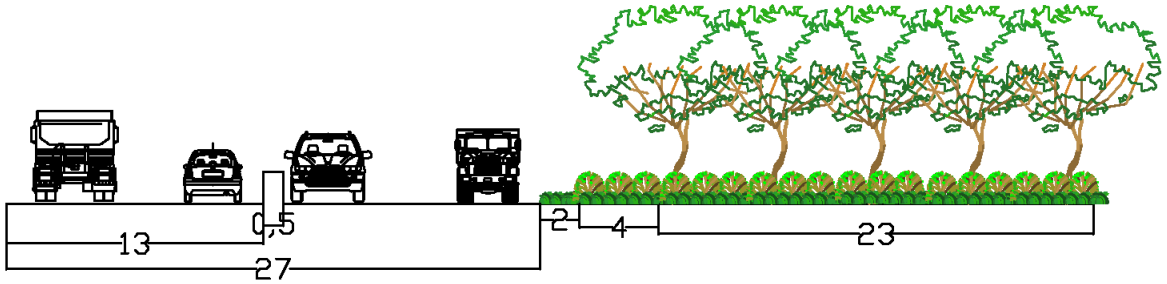
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR	MAHASISWA Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	KETERANGAN Pohon Perpdu Rumput	NOMOR GAMBAR 4	JUMLAH GAMBAR 15
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	JUDUL GAMBAR Potongan ROW Perencanaan 2/3 SKALA GAMBAR SKALA 1:20.000			



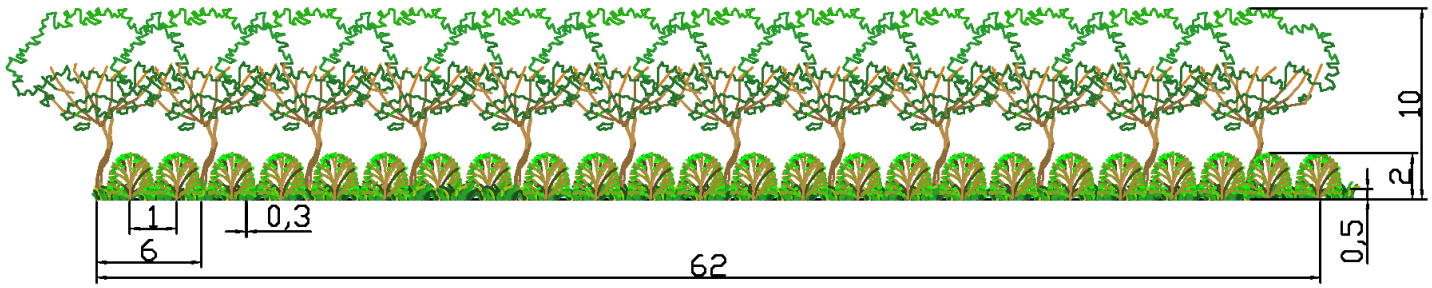
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon Peredu Rumput	5	15
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR			
	Dr. Ir.R. Irwan Bagya Santoso, MT.	Potongan ROW Perencanaan 3/3			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR			
		SKALA 1:20.000			



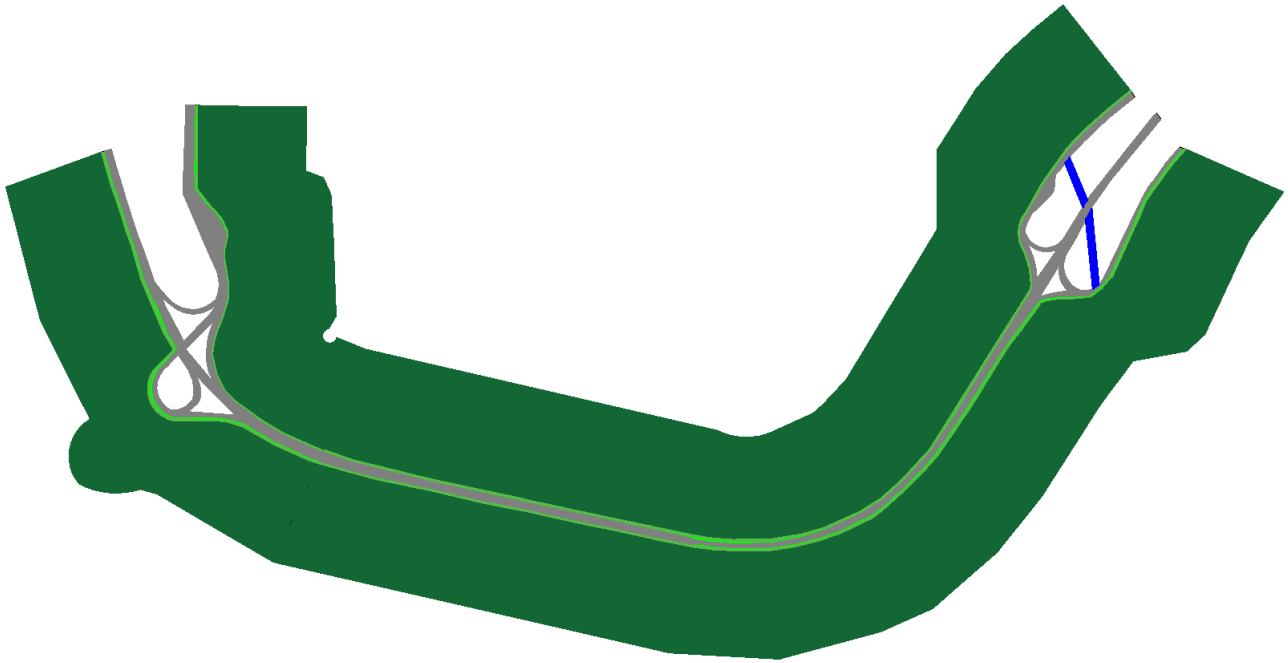
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon	6	15
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR	Peredu		
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Detail ROW perencanaan	Rumput		
		SKALA GAMBAR	Jalan Raya		
		SKALA 1:250			



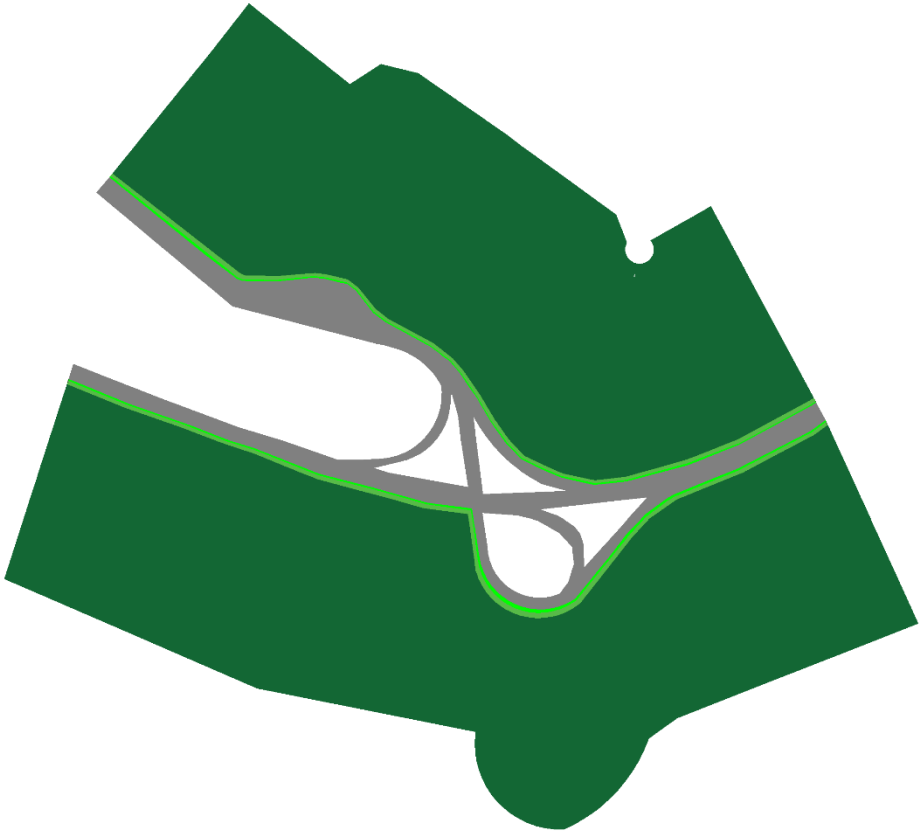
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon Peredu Rumput	7	15
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR			
	Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Potongan A-A			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR			
		SKALA 1:200			



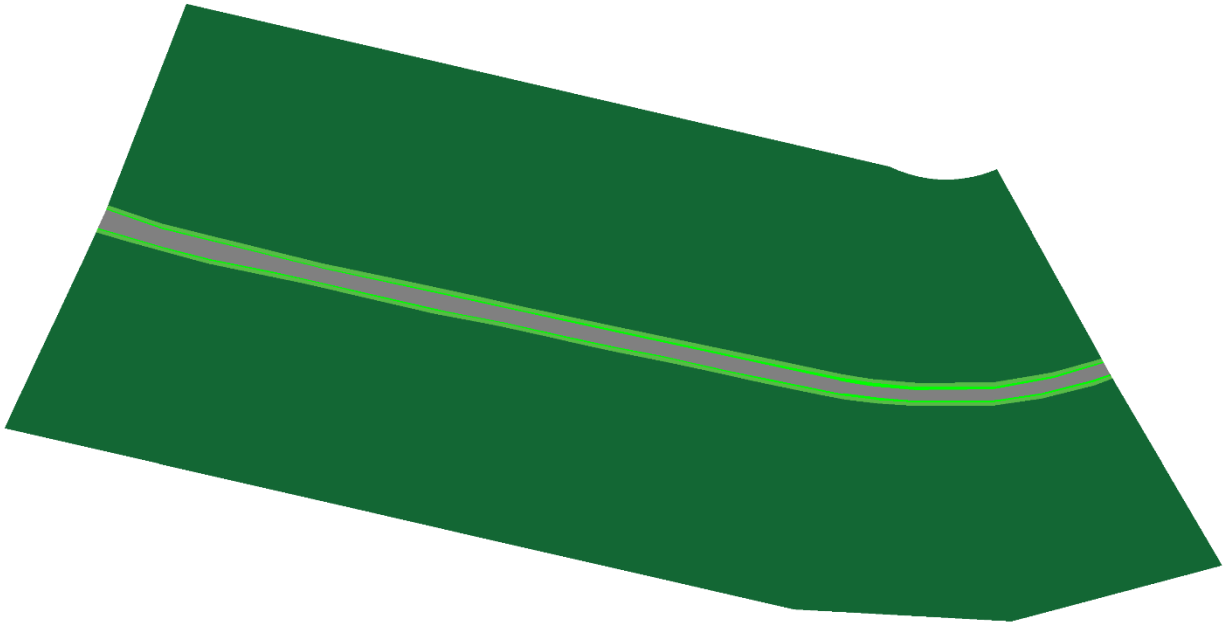
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon	8	15
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR	Peredu		
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Potongan B-B	Rumput		
		SKALA GAMBAR			
		SKALA 1:200			



TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR	MAHASISWA Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	KETERANGAN 3 layer (pohon, perdu, dan semak) 2 layer (semak dan perdu) Rumput Jalan TOL Sungai	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	JUDUL GAMBAR ROW Perencanaan 2030		9	15
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR SKALA 1:10.000			

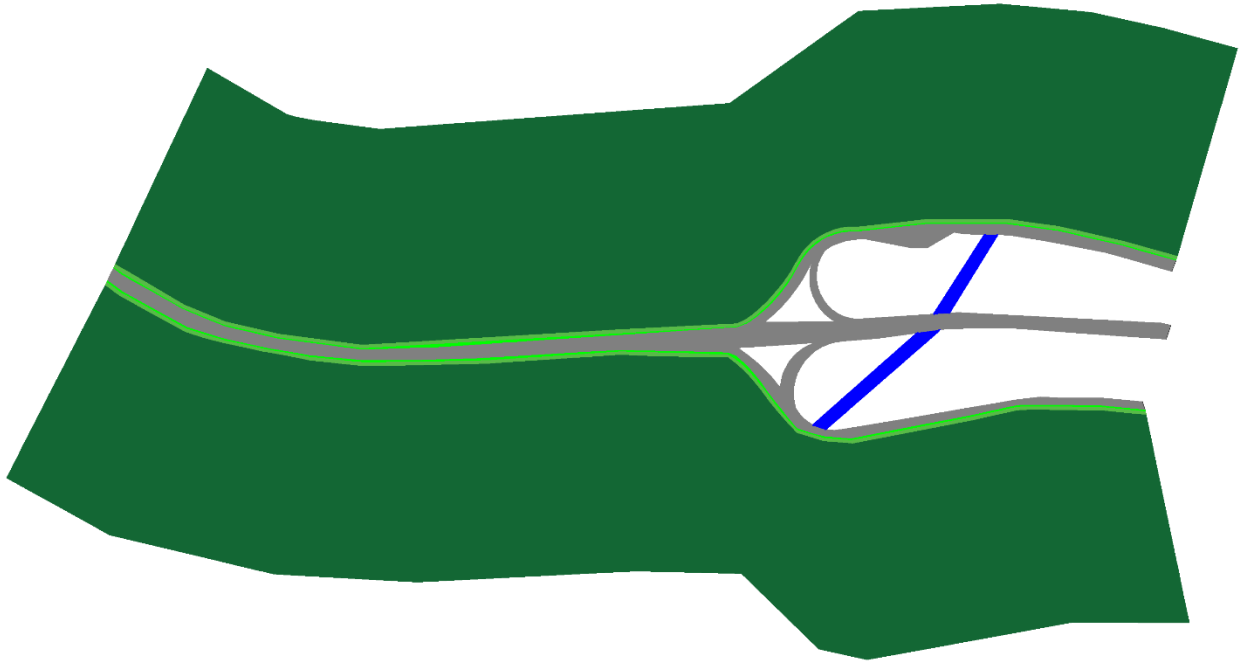


TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR	MAHASISWA Hisyam Wldana Azmi 03211640000104	KETERANGAN 3 layer (atap, pancang, dan semu-3) 2 layer (atap dan pancang) Kuburan Jalan TOL	NOMOR GAMBAR 10	JUMLAH GAMBAR 15
	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	JUDUL GAMBAR Pulonggan RTW Perencanaan 1/3			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR SKALA 1:20.000			



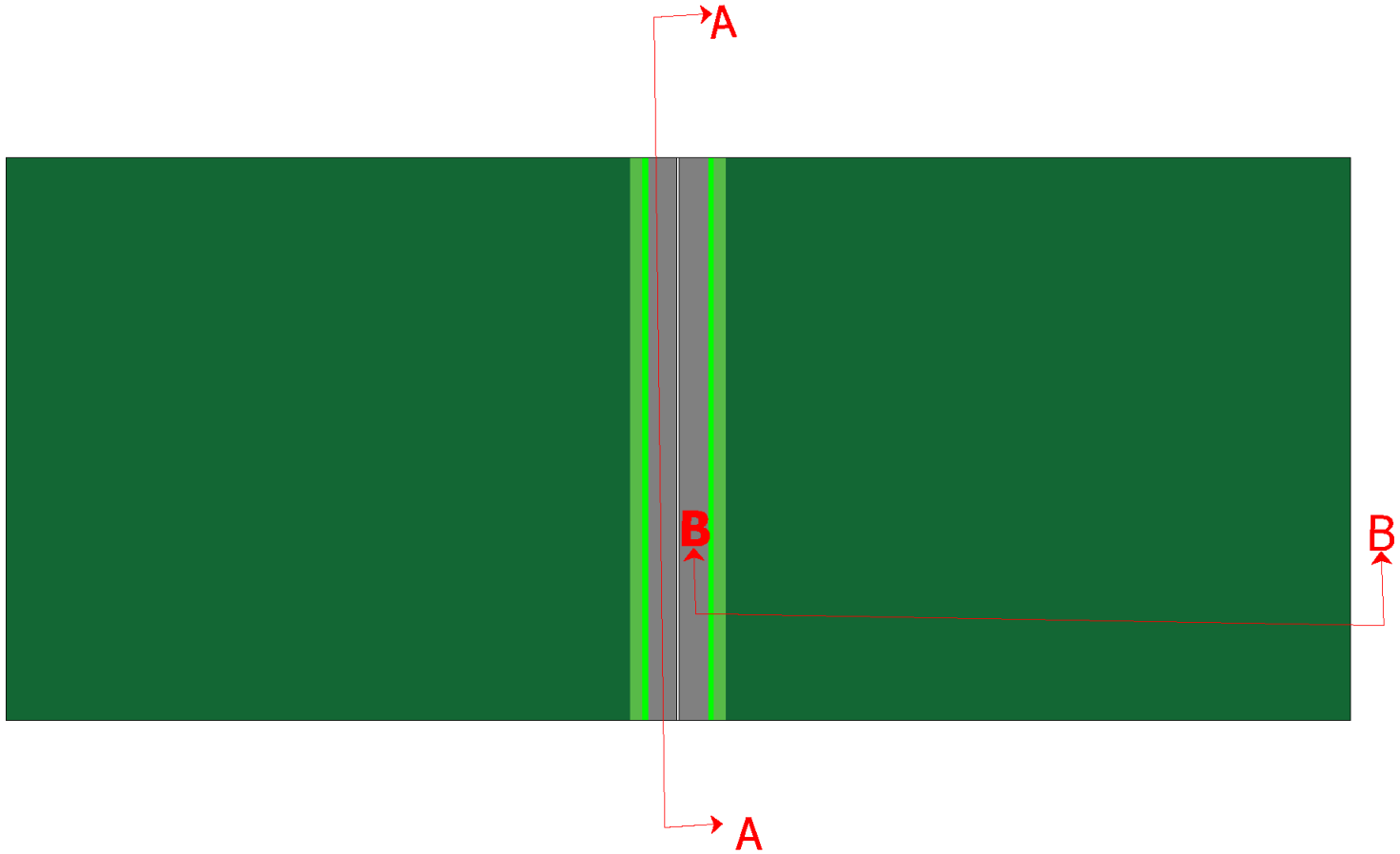
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	MAHASISWA Hisyam Wildana Azmi 032116/3000104 JUDUL GAMBAR Potongan ROW Perencanaan 2/3 SKALA GAMBAR SKALA 1:20.000	KETERANGAN 3 layer (pohon, peredu, dan semak) 2 layer (semak dan peredu) Rumput Jalan Tol	NOMOR GAMBAR 11	JUMLAH GAMBAR 15

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

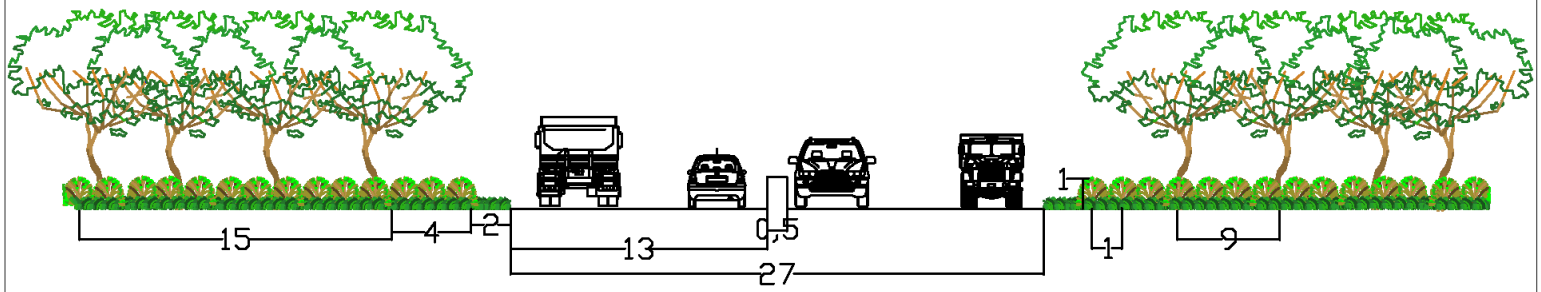


TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	3 layer (pohon, perdu, dan semak) 2 layer (semak dan perdu) Rumput Jalan TOL Sungai	12	15
	DOSEN PEMBIMBING				
	Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	JUDUL GAMBAR			
		Potongan 3DW Perencanaan 3/3			
		SKALA GAMBAR			
		SKALA 1:20.000			

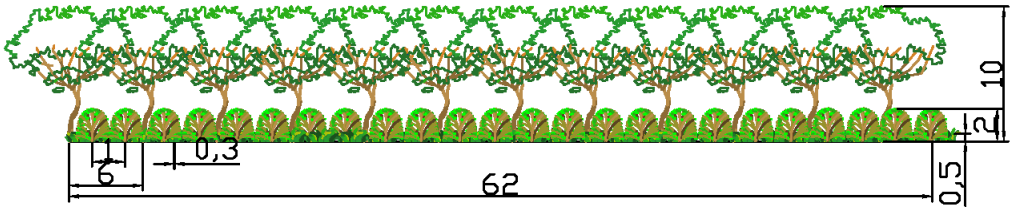
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya



TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR	MAHASISWA Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	KETERANGAN 3 layer (pohon, peredu, dan semak) 2 layer (semak dan peredu) Rumput Median	NOMOR GAMBAR 13	JUMLAH GAMBAR 15
	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	JUDUL GAMBAR Site Plan			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR SKALA 1:1750			

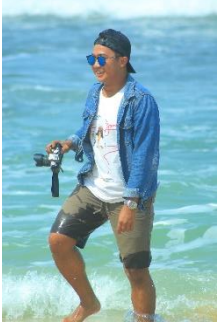


TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon	14	15
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR	Peredu		
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Potongan B-B Site Plan	Rumput		
		SKALA GAMBAR			
		SKALA 1:200			



	TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Hisyam Wildana Azmi 03211640000104	Pohon Peredu Rumput	15	15
		DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR			
		Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Potongan A-A Site Plan			
	DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya		SKALA GAMBAR SKALA 1:200			

BIOGRAFI PENULIS



Hisyam Wildana Azmi dilahirkan di Gresik pada 26 September 1997. Penulis mengenyam Pendidikan dasar pada tahun 2004 – 2010 di SDNU 1 TERATE Gresik, kemudian kembali dilanjutkan di SMPN 2 Gresik pada tahun 2010 - 2013. Pendidikan tingkat atas ditempuh pada tahun 2013 – 2016 di SMAN 1 MANYAR Gresik. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan S1 di jurusan Teknik Lingkungan, FTSPK ITS Surabaya dengan NRP 03211640000104.

Selama perkuliahan penulis aktif di berbagai kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) FTSPK-ITS. Penulis pernah menjadi staff Departemen Seni dan Olahraga. Penulis memiliki pengalaman dunia kerja dengan melaksanakan kerja praktik di PT. PETROKIMIA GRESIK pada tahun 2019 dengan bidang lingkungan yang mengurus seperti pengolahan air limbah industri, dokumen amdal, K3. Penulis dapat dihubungi via email hisamwildanaazmi@gmail.com

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

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Hisyam Wildana Azmi
NRP : 03211640000104
Judul : Perencanaan Vegetasi untuk serapan emisi CO2 kendaraan bermotor pada jalan Tol Satelit – Gunungsari.

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	01-10-2019	Mengajukan judul perencanaan: Studi Reduksi CO_2 Udara Ambien Oleh Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Jalan Tol Perak – Waru Surabaya.	
2.	04-10-2019	Diskusi dan asistensi proposal penelitian Studi Reduksi CO_2 Udara Ambien Oleh Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Jalan Tol Perak – Waru Surabaya.	
3.	06-11-2019	Asistensi proposal penelitian Studi Reduksi CO_2 Udara Ambien Oleh Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Jalan Tol Perak – Waru Surabaya.	
4.	19-12-2019	Asistensi revisi proposal penelitian Studi Reduksi CO_2 Udara Ambien Oleh Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Jalan Tol Perak – Waru Surabaya.	
5.	20-12-2019	Asistensi dan diskusi mengenai pengambilan data (perizinan pengambilan data pada PT. JASA MARGA).	
6.	30-12-2019	Fiksasi proposal penelitian Studi Reduksi CO_2 Udara Ambien Oleh Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Jalan Tol Perak – Waru Surabaya.	
7.	15-01-2020	Asistensi bahan presentasi (PPT) seminar proposal	
8.	22-01-2020	Diskusi mengenai revisi proposal setelah seminar proposal tugas akhir	
9.	04-02-2020	Asistensi revisi proposal setelah seminar proposal tugas akhir	

Surabaya, Juli 2020
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, MT.

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

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Hisyam Wildana Azmi
NRP : 03211640000104
Judul : Perencanaan Vegetasi untuk serapan emisi CO2 kendaraan bermotor pada jalan Tol Satelit – Gunungsari.

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
10.	11-02-2020	Peminjaman alat sampling untuk penelitian lapangan (CO_2 meter, anemometer, dan GPS)	
11.	16-03-2020	Asistensi draft laporan tugas akhir dari bab I hingga bab IV	
12.	01-04-2020	Asistensi revisi laporan tugas akhir dari bab II (bagian tinjauan pustaka) hingga bab IV	
13.	14-04-2020	Asistensi laporan tugas akhir bab IV	
14.	14-05-2020	Asistensi revisi laporan tugas akhir (abstrak)	
15.	27-05-2020	Asistensi PPT sidang kemajuan tugas akhir	
16.	04-07-2020	Asistensi faktor serapan jam puncak	
17.	13-07-2020	Asistensi PPT sidang lisan tugas akhir	
18.	24-7-2020	Asistensi revisi setelah sidang akhir	
19.			
20.			
21.			

Surabaya, Juli 2020
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, MT.

Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

Lisan MKL

Lab Manajemen Kualitas Lingkungan

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

Hisyam Wildana Azmi (3211640000104)

Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Irwan Bagyo S., MT.

Saran:

Penulisan dan gambar LULUS

Dosen Penguji 1: Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc Saran: perbaiki apa yang perintahkan dalam ujian lisan

LULUS

Dosen Penguji 2: Ir. Atiek Moesriati, MKes Saran:

- cek draft TA, masih ada salah ketik
- cek perhitungan rencana luasan penanaman vegetasi
- revisi saran, untuk penelitian selanjutnya

LULUS, Lulus dengan perbaikan

Dosen Penguji 3: Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, PhD

Saran:

1. Penulisan rumus kimia diperhatikan —> contoh CO2

2. Penulisan daftar gambar dan daftar tabel perlu dirapikan

3. Gambar 2.1 (hal 8) judulnya di bawah paragraf di hal 9 —> terpisah

4. Penulisan tabel yang terpotong di halaman berikutnya harus dilengkapi dengan kepala tabel (contoh tabel 2.1, 2.2 hal 10-11)

5. Penulisan di bab 4 (contoh hal 36-46) tidak justify —> perlu diperbaiki

6. Penulisan angka jumlah kendaraan sebaiknya diberi titik utk ribuan (tabel 5.7 - hal 59)

7. Tabel dan gambar yang ditampilkan harus dirujuk/ disebutkan dalam pembahasan

8. Hasil perhitungan menunjukkan luasan RTH yang diperlukan sangat luas (dengan lebar dari 200 m - 3 km) solusinya bagaimana sehingga hasil desain bisa diimplementasikan? jelaskan di dalam pembahasan

9. Berikan penjelasan tentang R mendekati 1 artinya apa, sehingga perlu dipilih metode least square untuk perhitungan proyeksi kendaraan

Lihat lebih lanjut (https://drive.google.com/open?id=1dtzyo7Q0XOgWGCvL1-HI_6cvRpNxlWGO)

LULUS