TUGAS AKHIR – RE 184804

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI – BUNDER

MUHAMAD NAUFAL FACHRUDIN
03211640000120

Dosen Pembimbing
Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

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 KRIAN – LEGUNDI – BUNDER

MUHAMAD NAUFAL FACHRUDIN
03211640000120

Dosen Pembimbing
Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

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 KRIAN – LEGUNDI – BUNDER TOLL ROADS

MUHAMAD NAUFAL FACHRUDIN
03211640000120

SUPERVISOR
Dr. Ir.R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

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

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI – BUNDER

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:
MUHAMAD NAUFAL FACHRUDIN
NRP. 03211640000120

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.
NIP. 19650508 199303 1 001

SURABAYA, 5 AGUSTUS 2020

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN VEGETASI UNTUK SERAPAN EMISI CO_2 KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI – BUNDER

Nama Mahasiswa	: Muhamad Naufal Fachrudin
NRP	: 0321640000120
Departemen	: Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing	: Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

ABSTRAK

Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder merupakan proyek nasional pemerintah sepanjang 38,39 kilometer. Tercatat pada tahun 2015 lalu lintas harian Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder adalah sebesar 73.963 kendaraan/hari yang dapat menyumbang emisi CO_2 ke lingkungan. Tujuan perencanaan ini adalah menentukan jumlah emisi CO_2 dan merencanakan serapan emisi CO_2 kendaraan bermotor pada Seksi I dan Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dari tahun 2020 – 2030 sebagai rekomendasi pembangunan RTH di jalan tol tersebut.

Perencanaan vegetasi untuk serapan (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dilakukan dengan prinsip Model Box dimana emisi CO_2 berasal dari kendaraan bermotor dan reduksi emisi CO_2 menggunakan vegetasi. Digunakan proyeksi jumlah kendaraan bermotor selama 10 tahun dari tahun 2020 – 2030 dengan tiga skenario, yaitu kondisi pesimis, kondisi moderat dan kondisi optimis. Jumlah emisi CO_2 ditentukan dengan grafik korelasi volume kendaraan – emisi CO_2. Vegetasi yang digunakan adalah kombinasi rumput, perdu/semak dan pohon.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui pada tahun 2030 kebutuhan serapan vegetasi yang terbesar yaitu pada kondisi optimis. Dalam kondisi optimis pada Seksi I dibutuhkan rumput seluas 156,447 ha, perdu/semak seluas 152,613 ha dan pohon seluas 144,883 ha serta pada Seksi III dibutuhkan rumput seluas 82,693 ha, perdu/semak seluas 80,343 ha dan pohon seluas 75,562 ha.

Kata kunci : CO_2, Jalan Tol, Model Box, RTH , Serapan Emisi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

VEGETATION PLANNING FOR THE UPTAKE OF MOTOR VEHICLE CO_2 EMISSIONS ON KRIAN – LEGUNDI – BUNDER TOLL ROADS

Student Name : Muhamad Naufal Fachrudin
NRP : 0321640000120
Departement : Teknik Lingkungan
Supervisor : Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

ABSTRACT

Krian - Legundi - Bunder Toll Road is a 38,39 kilometer national project of government. Krian – Legundi – Bunder – Manyar Toll Road. In 2015, the daily traffic of the Krian - Legundi - Bunder Toll Road was 73.963 vehicles/day that can produce CO_2 emissions. The purpose of this plan is to determine the amount of CO_2 emissions and plan the absorption of CO_2 emissions in motor vehicles in Section I and Section III Krian – Legundi – Bunder Toll Road from 2020 – 2030 as a recommendation for the development of green open space on the toll road.

Planning of vegetation for uptake on the Krian – Legundi – Bunder Toll Road is carried out with the Box Model principle where CO_2 emissions come from motor vehicles and reduction of CO_2 emissions using vegetation. The projected number of motor vehicles for 10 years from 2020 – 2030 is used with three scenarios, namely pessimistic conditions, moderate conditions and optimistic conditions. The amount of CO_2 emissions is determined by a graph of the relationship of vehicle volume – CO_2 emissions. Vegetation used is a combination of grass, shrubs and trees.

Based on the calculation results, it can be seen that in 2030 the greatest absorption of vegetation is in an optimistic condition. In optimistic conditions in Section I, it requires 156,447 ha of grass, 152,613 ha of shrubs and 144,883 ha of trees, and in Section III, it requires 82,693 ha of grass, 80,343 ha of shrubs and 75,562 ha of trees.

Keyword : Box Model, CO_2, Emission Uptake, Green Open Space, Toll Road

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya kepada kita semua, utamanya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **"Perencanaan Vegetasi Untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder"**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam perkuliahan guna memperoleh gelar sarjana teknik di Departemen Teknik Lingkungan, FTSPK, ITS.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besar kepada :

1. Orang tua penulis, atas doa dan dukungannya yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah mengajar dan membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Harmin Sulistiyaning Titah, S.T., M.T., Ph.D., selaku koordinator Tugas Akhir sekaligus dosen pengarah, atas segala ilmu yang telah diajarkan.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, Dipl. SE, M.Sc., Ibu Ir. Atiek Moesriati M.Kes. dan Dr. Ir. Agus Slamet, M.Sc., selaku dosen pengarah yang telah memberikan masukan serta bimbingannya.

5. Teman-teman Teknik Lingkungan 2016, atas bantuan dan dukungannya selama proses pelaksanaan tugas akhir ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas dukungan serta kerjasamanya yang telah diberikan.

Penulis sadari dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK v
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan 5
1.4 Ruang Lingkup 6
1.5 Manfaat 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Emisi Karbon Dioksida (CO_2) 9
2.2 Efek Rumah Kaca 10
2.3 Daur Global CO_2 10
2.4 Baku Mutu Udara Ambien 13
2.5 Penyediaan RTH Berdasarkan Luas Wilayah 14
2.6 Pengembangan Ruang Terbuka Hijau 15
2.7 Ruang Terbuka Hijau pada Jalan Tol 16
2.7.1 Pada Jalur Tanaman Tepi Jalan 17
2.7.2 Pada Median 22
2.7.3 Pada Persimpangan Jalan 23

2.8 Penyerapan Karbon Dioksida oleh Vegetasi 26
2.9 Penentuan Lokasi Penanaman Vegetasi 44
2.9.1 Jalur Penanaman 45
2.9.2 Peletakan Tanaman 47
2.10 Box Model 52
2.11 Hubungan Volume Kendaraan dengan Emisi CO_2 54
2.12 Interpolasi Linear 55
BAB III GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN 57
3.1 Kondisi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dan Wilayah Sekitar 57
3.2.1 Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) 61
3.2.2 Seksi III (Boboh – Bunder) 62
BAB IV METODE PERENCANAAN 65
4.1 Gambaran Umum.....65
4.2 Kerangka Perencanaan.....65
4.3 Metode Perencanaan 68
4.3.1 Kondisi Eksisting dan Kondisi Ideal 68
4.3.2 Ide Tugas Akhir.....68
4.3.3 Rumusan Masalah 69
4.3.4 Tujuan 69
4.3.5 Studi Literatur 70
4.3.6 Pengumpulan Data 70
4.3.7 Analisis Data.....72
4.3.8 Kesimpulan dan Saran.....78
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 79
5.1 Proyeksi Lalu Lintas 79

5.2 Lalu Lintas Jam Puncak 86
5.3 Emisi CO_2 93
5.4 Kebutuhan Vegetasi Penyerap Emisi CO_2 102
5.5 Tata Letak Vegetasi Penyerap Emisi CO_2..... 126
5.6 Perhitungan Kembali Jumlah Kendaraan Berdasarkan Kebutuhan Vegetasi 134
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 139
6.1 Kesimpulan 139
6.2 Saran 140
DAFTAR PUSTAKA..... 142
LAMPIRAN A 147
LAMPIRAN B 150
LAMPIRAN C..... 174
LAMPIRAN D..... 198

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Karbon Global 12
Gambar 2. 2 Siklus Karbon di Samudera 12
Gambar 2. 3 Bagan Proporsi RTH Kawasan Perkotaan 15
Gambar 2. 4 Contoh Tata Letak Jalur Hijau Jalan 17
Gambar 2. 5 Jalur Tanaman Tepi Peneduh..... 18
Gambar 2. 6 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara.... 19
Gambar 2. 7 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Kebisingan..... 20
Gambar 2. 8 Jalur Tanaman Tepi Pemecah Angin 21
Gambar 2. 9 Jalur Tanaman Tepi Pembatasn Pandang 22
Gambar 2. 10 Jalur Tanaman pada Median Penahan Silau Lampu Kendaraan 23
Gambar 2. 11 Jalur Tanaman pada Daerah Bebas Pandang.. 25
Gambar 2. 12 Kelompok Tanaman 33
Gambar 2. 13 Tinggi Tanaman Jalan 34
Gambar 2. 14 Bentuk Tajuk Bulat (*Rounded*) 35
Gambar 2. 15 Bentuk Tajuk Memayung (*Umbeliform*) 35
Gambar 2. 16 Tajuk Oval..... 36
Gambar 2. 17 Tajuk Kerucut (*Conical*) 36
Gambar 2. 18 Tajuk Menyebar Bebas..... 37
Gambar 2. 19 Tajuk Persegi Empat (*Square*)..... 37
Gambar 2. 20 Tajuk Kolom (*Columnar*)..... 38
Gambar 2. 21 Tajuk Vertikal 38
Gambar 2. 22 Bagian-Bagian Jalan 45

Gambar 2. 23 Jalur Tanaman pada Jalan Bermedian dengan Lereng 46
Gambar 2. 24 Jalur Tanaman pada Jalan Tanpa Lereng.....46
Gambar 2. 25 Jalur Tanaman pada Jalan Berlereng 47
Gambar 2. 26 Letak Titik Tanam Pohon dengan Tepi Perkerasan 48
Gambar 2. 27 Letak Titik Tanam Perdu/Semak dengan Tepi Perkerasan.....48
Gambar 2. 28 Peletakan Tanaman Pohon Secara Berbaris 49
Gambar 2. 29 Peletakan Tanaman Perdu/Semak Secara Berbaris 50
Gambar 2. 30 Peletakan Tanaman pada Jalur Tanam Secara Berkelompok 52
Gambar 2. 31 *Box Model* sederhana.....53
Gambar 2. 32 Korelasi Volume Kendaraan – Emisi CO_2 pada Perbedaan Suhu, Truk dan *Grade* 54
Gambar 2. 33 Segitiga Sebangun Penurunan Formula Interpolasi Linear.....56
Gambar 3. 1 Posisi PKN Gerbangkertosusila di Wilayah Provinsi Jawa Timur 58
Gambar 3. 2 Foto Kondisi Saat Ini Jalan Arteri Provinsi Ruas Krian – Legundi – Bunder 59
Gambar 3. 3 Posisi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder, Kawasan Pelabuhan PKN Gerbangkertosusila dan Jalur Transportasi Menuju Wilayah Barat – Selatan Provinsi Jawa Timur 60

Gambar 4. 1 Diagram Alir Kerangka Perencanaan 67
Gambar 5. 1 Interpolasi Grafik Volume Kendaraan – Emisi CO_2 94
Gambar 5. 2 Grafik Kebutuhan Lahan ROW – ROW Eksisting Jalan Tol Seksi I dan Seksi III (Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%) 132
Gambar 5. 3 Grafik Kebutuhan Lahan ROW – ROW Eksisting Jalan Tol Seksi I dan Seksi III (Rumput 2,025%; Perdu/Semak 9,055%; 88,82% dan Rumput 2,05%; Perdu/Semak 9,13%; Pohon 88,92%) 133

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Pemilihan Tanaman pada Persimpangan Jalan 24

Tabel 2. 2 Kemampuan Pohon Menyerap Karbon Dioksida 27

Tabel 2. 3 Daya Serap Gas CO_2 Berbagai Tipe Penutup Vegetasi 28

Tabel 2. 4 Daftar Pohon Tepi Jalan Berukuran Sedang yang Direkomendasikan..... 41

Tabel 2. 5 Daftar Pohon Kecil yang Direkomendasikan 42

Tabel 2. 6 Daftar Perdu/Semak yang Direkomendasikan.. 43

Tabel 2. 7 Daftar Palem yang Direkomendasikan..... 44

Tabel 3. 1 Lalu Lintas Harian Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) 61

Tabel 3. 2 Lalu Lintas Harian Seksi III (Boboh – Bunder).. 62

Tabel 4. 1 Data Eksisting 71

Tabel 4. 2 Literatur..... 71

Tabel 4. 3 Golongan Jenis Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol yang Sudah Beroperasi 73

Tabel 5. 1 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Pesimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2015 – 2030..... 80

Tabel 5. 2 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Moderat Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2015 – 2030 81

Tabel 5. 3 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Optimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2015 – 2030.....82
Tabel 5. 4 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Pesimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2015 – 2030 83
Tabel 5. 5 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Moderat Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2015 – 2030.....84
Tabel 5. 6 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Optimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2015 – 2030 85
Tabel 5. 7 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Pesimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2020 – 2030 87
Tabel 5. 8 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Moderat Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2020 – 2030 88
Tabel 5. 9 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Optimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2020 – 2030 89
Tabel 5. 10 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Pesimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2020 – 2030.....90
Tabel 5. 11 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Moderat Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2020 – 2030.....91

Tabel 5. 12 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Optimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2020 – 2030 92
Tabel 5. 13 Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Pesimis 96
Tabel 5. 14 Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Moderat 97
Tabel 5. 15 Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Optimis 98
Tabel 5. 16 Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Pesimis 99
Tabel 5. 17 Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Moderat 100
Tabel 5. 18 Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Optimis 101
Tabel 5. 19 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Pesimis 104
Tabel 5. 20 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Moderat..... 105
Tabel 5. 21 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Optimis..... 106
Tabel 5. 22 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Pesimis 107
Tabel 5. 23 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Moderat 108

Tabel 5. 24 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Optimis 109
Tabel 5. 25 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Pesimis 111
Tabel 5. 26 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Moderat.....113
Tabel 5. 27 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Optimis.....114
Tabel 5. 28 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Pesimis....115
Tabel 5. 29 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Moderat...117
Tabel 5. 30 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Optimis....118
Tabel 5. 31 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Optimis (Rumput 2,025%; Perdu/Semak 9,055%; Pohon 88,92%) 120
Tabel 5. 32 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Optimis (Rumput 2,05%; Perdu/Semak 9,13%; Pohon 88,82%) 121
Tabel 5. 33 Perhitungan ROW Rencana Seksi I Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%) 128

Tabel 5. 34 Perhitungan ROW Rencana Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%) 129
Tabel 5. 35 Perhitungan ROW Rencana Seksi I Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 2,025%, Perdu/Semak 9,055%, Pohon 88,92%) 130
Tabel 5. 36 Perhitungan ROW Rencana Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 2,05%, Perdu/Semak 9,13%, Pohon 88,82%) 131

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur lebih tinggi dibanding tingkat pertumbuhan ekonomi nasional. Tingkat pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 adalah 6,55 %, sedangkan tingkat pertumbuhan ekonomi nasional adalah 5,7 %. Kondisi tersebut menjadi bukti bahwa tingkat pertumbuhan ekonomi Jawa Timur berkontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi nasional (BPS Provinsi Jawa Timur, 2013).

Dari 8 (delapan) wilayah pengembangan (WP) di Provinsi Jawa Timur, WP Gerbangkertosusila Plus adalah wilayah yang mempunyai peran utama untuk pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur, mengingat pada wilayah itu terdapat Pusat Kegiatan Nasional (PKN) Gerbangkertosusila (Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Lamongan). PKN Gerbangkertosusila mempunyai peran yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur dan Indonesia. Aktivitas pelabuhan di PKN Gerbangkertasusilo ini mendorong adanya pembangunan infrastruktur jalan alternatif dalam upaya memperpendek jarak tempuh dan mempersingkat waktu tempuh dari Jalan Provinsi Ruas Krian – Legundi – Bunder, yaitu berupa Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder (PT. Waskita Bumi Wira, 2015).

Jalan tol merupakan lintas alternatif dari juas jalan umum yang ada. Pembangunan jalan tol merupakan perwujudan dalam

diadakannya pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan. Penyediaan jalan tol adalah upaya yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya. Jalan tol hanya diperuntukkan bagi pengguna jalan yang menggunakan kendaraan bermotor roda empat atau lebih (PP Nomor 15 Tahun 2005).

Pembangunan ini meningkatkan pertumbuhan ekonomi sehingga taraf hidup masyarakat meningkat. Peningkatan ini juga mempengaruhi terjadinya perkembangan pada sektor transportasi dalam menunjang pencapaian sasaran pembangunan dan hasil-hasilnya (Tamin, 2000). Aktivitas transportasi ini memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, dimana aktivitas transportasi yang tidak dapat dikendalikan memberikan peningkatan kadar polutan akibat emisi dari kendaraan bermotor (Hanafri, 2011). Selain itu dengan adanya peningkatan penduduk ini juga berdampak kuat terhadap konsumsi BBM, dimana untuk mobil pribadi berpengaruh terhadap konsumsi bensin, dan panjang jalan berpengaruh terhadap konsumsi solar (Handajani, 2012). Menurut Saepudin dan Admono (2005), kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%.

Polusi udara yang terjadi akibat tingginya pemakaian kendaraan bermotor ini berupa emisi karbon. Emisi karbon yang terus meningkat seiring bertambahnya jumlah kendaraan bermotor

ini dapat menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Salah satu dampak yang ditimbulkan emisi karbon dari kendaraan bermotor adalah pemanasan global yang dapat mengakibatkan meningkatnya suhu bumi dan terjadi perubahan iklim (Adiastari, 2010).

Perkembangan sarana dan prasarana yang tidak diiringi dengan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan aktivitas transportasi yang terjadi memungkinkan kondisi lingkungan hidup mengalami pencemaran. Pencemaran udara yang disertai dengan meningkatnya kadar CO_2 di udara akan menjadikan lingkungan yang tidak sehat dan menurunkan kesehatan manusia. Oleh karena itu, konsentrasi dari gas CO_2 di udara harus diupayakan tidak meningkat dengan mengurangi emisi karbon melalui pembangunan RTH (Dahlan, 1992).

Untuk memperoleh keberlangsungan RTH yang mampu memberikan manfaat di sekitar kawasan terbangun diperlukan pengelolaan yang tepat. Perencanaan RTH merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan lingkungan hidup. Hasil perencanaan RTH yang matang dapat dilihat dari keseimbangan dan juga keharmonisan antara ruang terbangun dan ruang terbuka pada suatu kawasan (Hastuti, 2011). Berdasarkan penelitian Adiastari (2010), keberadaan RTH akan membantu mengurangi kadar CO_2 di udara. Penelitian daya serap RTH dalam bentuk pohon terhadap kadar CO_2 memiliki nilai 569,07 ton/ha/thn dibandingkan dengan daya serap RTH dalam bentuk padang rumput terhadap kadar CO_2, hanya 12 ton/ha/thn. Penelitian yang

lain menunjukkan bahwa pohon Trembesi dapat menyerap CO_2 sebesar 28,5 ton per pohon per tahun (Dahlan, 2013).

Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder merupakan ruas dari proyek nasional pemerintah yaitu Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar sepanjang 38,39 kilometer yang mulai didirikan pada tahun 2017 dan akan diresmikan pada tahun 2020. Jalan Tol Ruas Krian – Legundi – Bunder terdiri dari tiga seksi, yaitu Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) sepanjang 9,45 kilometer, Seksi II (Kedamean/Menganti – Boboh) sepanjang 13,52 kilometer dan Seksi III (Boboh – Bunder) sepanjang 6,02 kilometer. Dengan adanya jalan tol ini maka akan ada kendaraan yang melewati jalan tol ini dan mengeluarkan emisi CO_2. Perlu adanya perencanaan dengan proyeksi tiga kondisi kendaraan yaitu saat kondisi pesimis , moderat dan optimis. Tiga kondisi ini diperlukan karena Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder belum beroperasi dan merupakan jalan tol baru di Jawa Timur, sehingga belum ada data jumlah kendaraan yang melewati jalan tol tersebut. Selain itu menurut Abou-Senna (2013), emisi CO_2 juga dipengaruhi oleh kondisi fisik jalan tol yaitu suhu, *grade* kemiringan jalan tol dan komposisi kendaraan berupa truk dan non-truk pada jalan tol. Oleh karena itu perencanaan vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dengan tiga alternatif dan memperhatikan kondisi fisik jalan serta komposisi kendaraan sangat dibutuhkan untuk menyerap emisi CO_2.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Berapa jumlah emisi CO_2 kendaraan bermotor berdasarkan grade, temperatur, dan komposisi kendaraan dalam kondisi pesimis, moderat dan optimis pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dari tahun 2020 – 2030?
2. Bagaimana perencanaan serapan emisi CO_2 kendaraan bermotor dengan vegetasi (RTH) berdasarkan grade, temperatur, dan komposisi kendaraan pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Menentukan jumlah emisi CO_2 kendaraan bermotor berdasarkan grade, temperatur, dan komposisi kendaraan dalam kondisi pesimis, moderat dan optimis pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dari tahun 2020 – 2030;
2. Merencanakan serapan emisi CO_2 kendaraan bermotor dengan vegetasi (RTH) berdasarkan grade, temperatur, dan komposisi kendaraan pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Lokasi perencanaan dilakukan pada Jalan Tol Krian – Legundi ;
2. Data perhitungan emisi CO_2 yang akan dianalisis hanya bersumber dari kegiatan transportasi kendaraan bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder;
3. Perencanaan vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dilakukan pada Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) dan Seksi III (Boboh – Bunder);
4. Perencanaan vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder menggunakan tiga alternatif yaitu kondisi pesimis, moderat dan optimis;
5. Periode perencanaan vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dari tahun 2020 – 2030;
6. Perencanaan vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder menggunakan prinsip *Box Model*;
7. Perencaan vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder tidak memperhitungkan variabel umur kendaraan bermotor dan pengelompokkan jenis tanaman di median, tepi jalan dan persimpangan jalan tol;

8. Perencanaan vegetasi untuk serapan CO_2 pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder 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.

1.5 Manfaat

Manfaat perencanaan ini adalah sebagai rekomendasi dan bahan pertimbangan bagi pihak pengambil kebijakan dalam pembangunan vegetasi atau Ruang Terbuka Hijau (RTH) untuk serapan emisi CO_2 kendaraan bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Emisi Karbon Dioksida (CO_2)

Emisi karbon diokasida adalah pemancaran atau pelepasan gas karbon diokasida (CO_2) ke udara. Emisi CO_2 biasanya dinyatakan dalam setara ton karbon dioksida (CO_2). Sumber-sumber emisi CO_2 ini sangat bervariasi, tetapi dapat digolongkan menjadi 4 macam sebagai berikut :

1. *Mobile Transportation* (sumber bergerak) antara lain : perumahan, daerah perdagangan, tenaga dan pemasaran industry, termasuk tenaga uap yang digunakan sebagai energi oelh industry.
2. *Industrial Processes* (proses industry) antara lain : proses kimiawi, metalurgi, kertas dan penambangan minyak.
3. *Solid Waste Disposal* (pembuangan sampah) antara lain : buangan rumah tangga dan perdagangan, buangan hasil pertambangan dan pertanian.

Emisi CO_2 dapat pula dikategorikan menjadi :

1. Emisi Langsung

   Emisi ini merupakan emisi yang keluar langsung dari aktivitas atau sumber dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya emisi CO_2 dari kendaraan bermotor.

2. Emisi Tidak Langsung

   Emisi ini merupakan hasil dari aktivitas di dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya konsumsi energi listrik di rumah tangga (Suhedi, 2005).

2.2 Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas karbon dioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya di atmosfer. Kenaikkan konsentrtasi gas CO_2 ini disebabkan oleh kenaikan pembakaran bahan bakar minyak, batu bara dan bahan bakar organic lainnya yang melampaui kemampuan tumbuhan-tumbuhan dan laut untuk mengabsorbsinya.

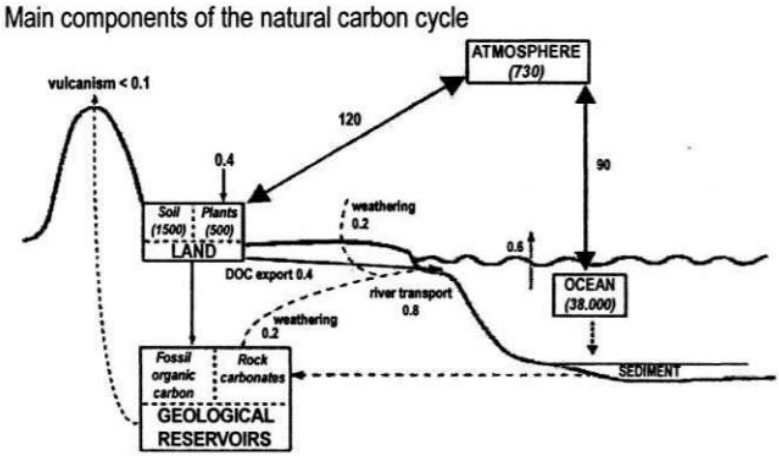
Energi yang masuk ke bumi mengalami : 25% dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer, 25% diserap awan, 45% diadsoprsi permukaan bumi dan 5% dipantulkan kembali oleh permukaan bumi. Energi yang diadsorpsi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah oleh awan dan permukaan bumi. Namun sebagian besar infra merah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan dan gas CO_2 dan gas lainnya, untuk dikembalikan ke permukaan bumi. Dalam keadaan normal, efek rumah kaca diperlukan, dengaan adanya efek rumah kaca perbedaan suhu antara siang dan malam di bumi tidak terlalu jauh berbeda (Razak, 2010).

2.3 Daur Global CO_2

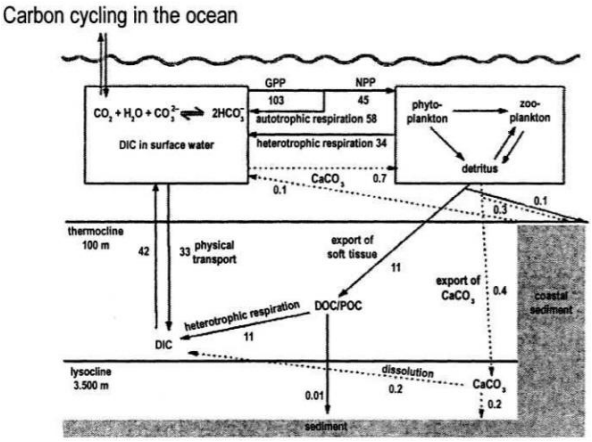
Menurut Afdal (2007), pengikatan CO_2 dari atmosfer dapat melalui beberapa cara, yaitu:

1. Ketika matahari bersinar, tumbuhan melakukan fotosintesis yang mengubah gas CO_2 menjadi karbohidrat dan melepaskan gas O_2 ke atmosfer.
2. Pada permukaan laut di daerah kutub, temperature yang lebih rendah menyebabkan gas CO_2 lebih mudah larut. Selanjutnya, CO_2 yang terlarut tersebut akan terbawa ke lapisan air yang lebih dalam karena massanya yang menajdi lebih berat.
3. Pada laut bagian atas dengan produktivitas tinggi, organisme membentuk memanfaatkan CO_2 dalam kehidupannya; misalnya membentuk cangkang karbonat atau bagian-bagian tubuh lainnya yang keras, serta proses fotosintesis oleh ganggang laut.

Samudera juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam mengurangi peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer. Disolusi air laut memberikan kesempatan yang besar untuk menenggelamkan CO_2 antropogenik, hal ini disebabkan CO_2 mempunyai daya larut yang tinggi. Di samping itu, CO_2 juga memisahkan diri ke dalam ion-ion dan berinteraksi dengan unsur pokok air laut. Berikut adalah siklus karbon dioksida yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Siklus Karbon Global
(Sumber : IPCC, 2001)



Gambar 2. 2 Siklus Karbon di Samudera
(Sumber : IPCC, 2001)

2.4 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 adah sebesar 1000 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.

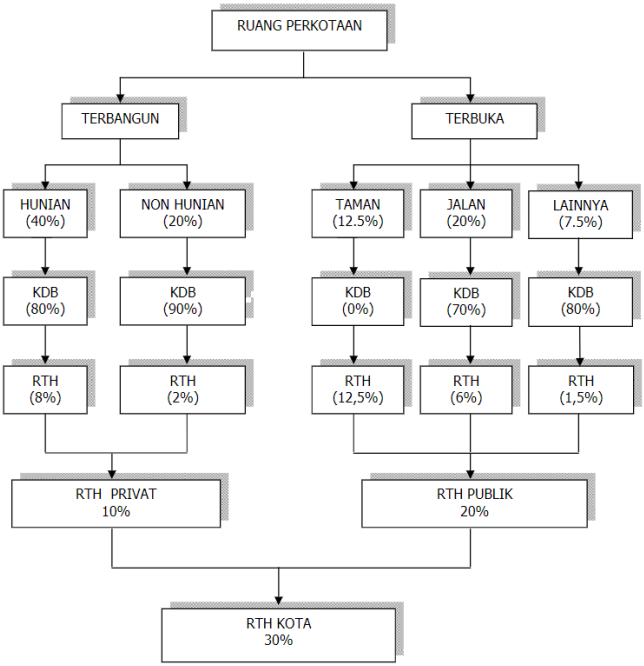
2.5 Penyediaan RTH Berdasarkan Luas Wilayah

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, penyediaan RTH berdasarkan luas wilayah di perkotaan adalah sebagai berikut :

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

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

Target luas sebesar 30% dari luas wilayah kota dapat dicapai secara bertahap melalui pengalokasian lahan perkotaan secara tipikal sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Bagan Proporsi RTH Kawasan Perkotaan
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008)

2.6 Pengembangan Ruang Terbuka Hijau

Ada empat hal utama yang harus diperhatikan dalam rencana pembangunan dan pengembangan RTH yang fungsional suatu wilayah perkotaan menurut Makalah Lokakarya Pengembangan Sistem RTH di Perkotaan Tahun 2006, yaitu :

1. Luas RTH minimum yang diperlukan dalam suatu wilayah perkotaan ditentukan secara komposit oleh tiga komponen berikut ini, yaitu :

a. Kapasitas atau daya dukung alami wilayah
b. Kebutuhan per kapita (kenyamanan, kesehatan dan bentuk pelayanan lainnya)
c. Arah dan tujuan pembangunan kota

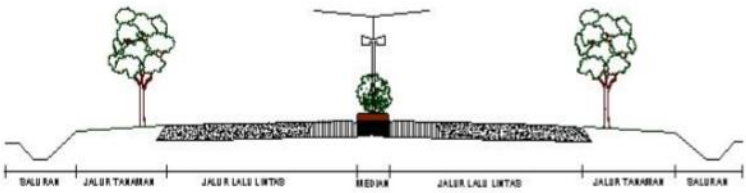
RTH berluas minimum merupakan RTH berfungsi ekologis yang berlokasi, berukuran dan berbentuk pasti, yang melingkup RTH publik dan RTH privat. Dalam suatu wilayah perkotaan maka RTH publik harus berukura sama atau lebih luas dari dari RTH luas minimal, dan RTH privat merupakan RTH pendukung dan penambah nilai rasio terutama dalam meningkatkan nilai dan kualitas lingkungan dan kultural kota.

2. Lokasi lahan kota yang potensial dan tersedia untuk RTH.
3. Struktur dan pola RTH yang akan dikembangkan (bentuk, konfigurasi, dan distribusi).
4. Seleksi tanaman sesuai kepentingan dan tujuan pembangunan kota.

2.7 Ruang Terbuka Hijau pada Jalan Tol

Berdasarkan SNI-03-1733-2004, RTH pada jalan tol memiliki syarat dan kriteria sepanjang 15 m^2/jiwa yang terletak secara menyebar. Lahan hijau ini berdasarkan kapasistas pelayanan sesuai jumlah penduduk dengan standar 1 m^2/jiwa. Kemudian menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor

05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan menyebutkan bahwa RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20-30% dari ruang milik jalan (rumija) sesuai dengan klas jalan. Untuk menentukan pemilihan jenis tanaman perlu memperhatikan dua hal, yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Tata letak jalur hijau jalan harus memenuhi penempatan tanaman, berikut ditunjukkan pada Gambar 2.4 contoh tata letak jalur hijau jalan :



Gambar 2. 4 Contoh Tata Letak Jalur Hijau Jalan
(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

2.7.1 Pada Jalur Tanaman Tepi Jalan

1. Peneduh
   a. Ditempatkan pada jalur tanaman (minimal 1,5 m dari tepi median);
   b. Percabangan 2 m di atas tanah;
   c. Bentuk percabangan batang tidak merunduk;
   d. Bermassa daun padat;
   e. Berasal dari perbanyakan biji;

f. Ditanaman secara berbaris;

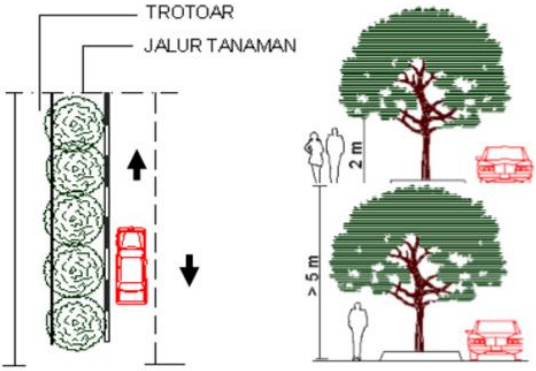
g. Tidak mudah tumbah.

Contoh jenis tanaman :

a. Kiara Payung (*Filicium decipiens*)

b. Tanjung (*Mimusops elengi*)

c. Bungur (*Lagerstroemia floribunda*)



Gambar 2. 5 Jalur Tanaman Tepi Peneduh
(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

2. Penyerap polusi udara

a. Terdiri dari pohon, perdu/semak;

b. Memiliki kegunaan untuk menyerap udara;

c. Jarak tanam rapat;

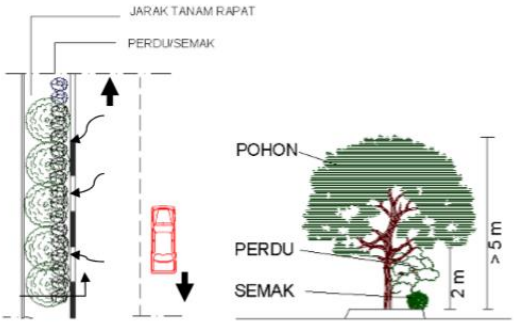
d. Bermassa daun padat.

Contoh jenis tanaman :

a. Angsana (*Ptherocarpus indicus*)

b. Akasia daun besar (*Accasia mangium*)

c. Oleander (*Nerium oleander*)
d. Bogenvil (*Bougenvillea sp*)
e. The-tehan pangkas (*Acalypha sp*)

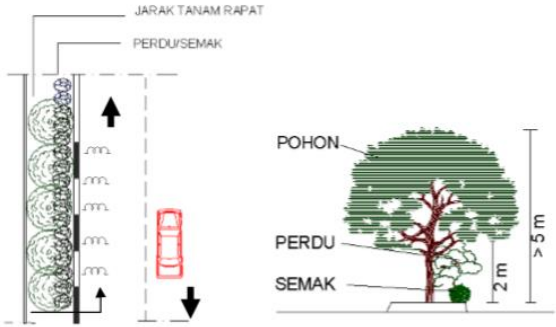


Gambar 2. 6 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara
(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

3. Peredam kebisingan
   a. Terdiri dari pohon, perdu/semak;
   b. Membentuk massa;
   c. Bermassa daun rapat;
   d. Berbagai bentuk tajuk.

   Contoh jenis tanaman :

   a. Tanjung (*Mimusops elengi*)
   b. Kiara paying (*Filicium decipiesn*)
   c. The-tehan pangkas (*Acalypha sp*)
   d. Kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*)
   e. Bogenvil (*Bougenvillea sp*)
   f. Oleander (*Nerium oleander*)

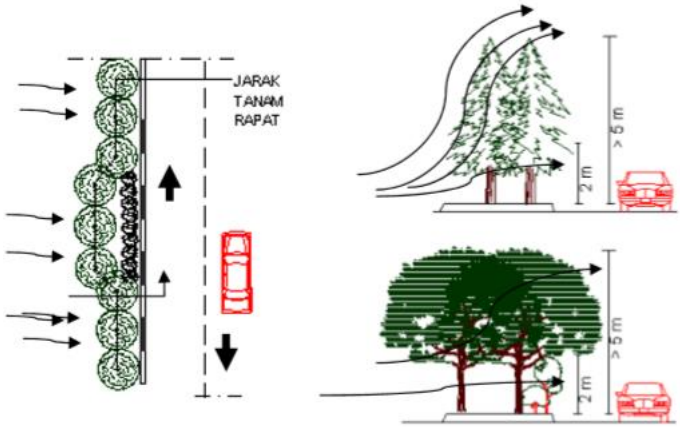


Gambar 2. 7 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Kebisingan
(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

4. Pemecah angin
   a. Tanaman tinggi, perdu/semak;
   b. Bermassa daun padat;
   c. Ditanam berbaris atau membentuk massa;
   d. Jarak tanam rapat < 3 m.

   Contoh jenis tanaman :

   a. Cemara (*Cassuarina equiesetifolia*)
   b. Mahoni (*Swietania mahagoni*)
   c. Tanjung (*Mimusops elengi*)
   d. Kiara paying (*Filicium decipiens*)
   e. Kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*)

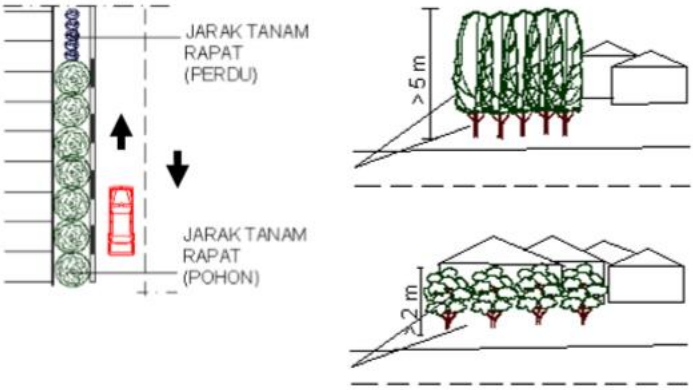


Gambar 2. 8 Jalur Tanaman Tepi Pemecah Angin
(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

5. Pembatas pandang
   a. Tanaman tinggi, perdu/semak;
   b. Bermassa daun padat;
   c. Ditanam berbaris atau membentuk massa;
   d. Jarak tanam rapat.

   Contoh jenis tanaman :

   a. Bambu (*Bambusa sp*)
   b. Cemara (*Cassuarina equisetifolia*)
   c. Kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*)
   d. Oleander (*Nerium oleander*)



Gambar 2. 9 Jalur Tanaman Tepi Pembatasn Pandang
(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

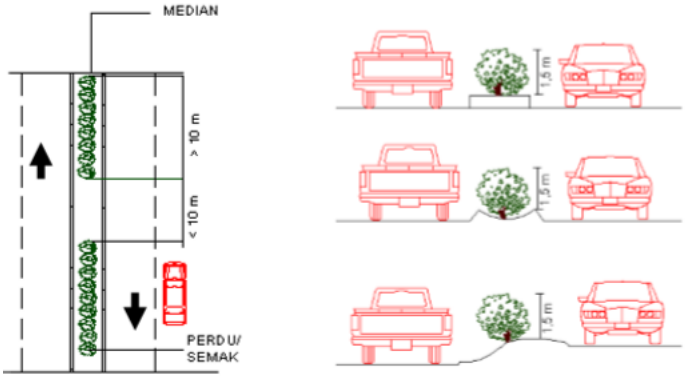
2.7.2 Pada Median

Penahan silau lampu kendaraan :

1. Tanaman perduk/semak;
2. Ditanam rapat;
3. Ketinggian 1,5 m;
4. Bermassa daun padat.

Contoh jenis tanaman :

1. Bogenvil (*Bougenvillea sp*)
2. Kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*)
3. Oleander (*Netrium oleander*)
4. Nusa indah (*Mussaenda sp*)



Gambar 2. 10 Jalur Tanaman pada Median Penahan Silau Lampu Kendaraan

(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

2.7.3 Pada Persimpangan Jalan

Beberapa hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam penyelesaian lansekap jalan pada persimpangan antara lain :

1. Daerah bebas pandang di mulut persimpangan

   Pada mulut persimpangan diperlukan daerah terbuka agar tidak menghalangi pandangan pemakai jalan. Untuk daerah bebas pandang ini ada ketentuan mengenai letak tanaman yang disesuaikan dengan kecepatan kendaraan dan bentuk persimpangannya.

Tabel 2. 1 Kriteria Pemilihan Tanaman pada Persimpangan Jalan

Bentuk Persimpangan	Letak Tanaman	Jarak dan Jenis Tanaman	
		Kecepatan 40 km/jam	Kecepatan 60 km/jam
1. Persimpangan kaki empat tegak lurus tanpa kanal	Pada ujung persimpangan	20 m Tanaman rendah	40 m Tanaman rendah
	Mendekati persimpangan	80 m Tanaman tinggi	100 m Tanaman tinggi
2. Persimpangan kaki empat tidak tegak lurus	Pada ujung persimpangan	30 m Tanaman rendah	50 m Tanaman rendah
		80 m Tanaman tinggi	80 m Tanaman tinggi

(Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

Catatan :

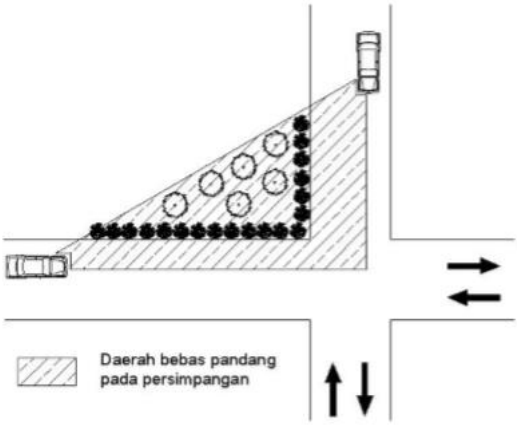
- Tanaman rendah, berbentuk tanaman perdu dengan ketinggian < 0,8 m
- Tanaman tinggi, berbentuk pohon dengan percabangan di atas 2 meter

2. Pemilihan jenis tanaman pada persimpangan

   Penataan lansekap pada persimpangan akan merupakan ciri dari persimpangan itu atau lokasi setempat. Penempatan dan pemilihan tanaman dan ornament hiasan harus disesuaikan dengan ketentuan geometric persimpangan jalan dan harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

   a. Daerah bebas pandang tidak diperkenankan ditanami tanaman yang menghalangi pandangan pengemudi. Sebaiknya digunakan tanaman rendah berbentuk tanaman perdu dengan

ketinggian < 0,80 m, dan jenisnya merupakan berbungan atau berstruktur indah.



Gambar 2. 11 Jalur Tanaman pada Daerah Bebas Pandang (Sumber **:** Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008)

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

2.8 Penyerapan Karbon Dioksida oleh Vegetasi

Tanaman merupakan penyerap karbon dioksida (CO_2) di udara. Bahkan beberapa di antara tanaman-tanaman itu mempunyai kemampuan besar untuk menyerap karbon dioksida (CO_2). Pohon trembesi (*Samanea saman*), dan Cassia (*Cassia sp*) merupakan salah satu contoh tumbuhan yang kemampuan menyerap CO_2-nya sangat besar hingga mencapai ribuan kg/tahun.

Sebagaimana diketahui, tumbuhan melakukan fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau energi yang dibutuhkan tersebut. Dalam fotosintesis tersebut tumbuhan menyerap karbon dioksida (CO_2) dan air yang kemudian di rubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Kesemua proses ini berlangsung di klorofil. Kemampuan tanaman sebagai penyerap karbondioksida akan berbeda-beda. Banyak faktor yang mempengaruhi daya serap karbon dioksida. Diantaranya ditentukan oleh mutu klorofil. Mutu klorofil ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya magnesium yang menjadi inti klorofil. Semakin besar tingkat magnesium, daun akan berwarna hijau gelap (Alamendah, 2010).

Penelitian Endes N. Dahlan (2007), memberikan hasil bahwa trembesi (*Samanea saman*) terbukti menyerap paling banyak karbon dioksida. Dalam setahun, tembesi mampu menyerap 28.488,39 kg karbon dioksida. Selain pohon trembesi, didapat juga berbagai jenis tanaman yang mempunyai kemampuan tinggi sebagai tanaman penyerap karbon dioksida

(CO_2). Pohon-pohon itu diantaranya adalah cassia, kenanga, pingku, beringin, krey paying, matoa, mahoni dan berbagai jenis tanaman lainnya. Daftar tanaman yang memiliki daya serap karbon dioksida dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kemampuan Pohon Menyerap Karbon Dioksida

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO_2 (Kg/pohon/tahun)
1.	Trembesi	*Samanea saman*	28.488,39
2.	Cassia	*Cassia sp*	5.295,47
3.	Kenanga	*Canangium odoratum*	756,59
4.	Pingku	*Dyxoxylum excelsum*	720,49
5.	Beringin	*Ficus benyamina*	535,90
6.	Krey Payung	*Fellicium decipiens*	404,83
7.	Matoa	*Pometia pinnata*	329,76
8.	Mahoni	*Swettiana mahagoni*	295,76
9.	Saga	*Adenanthera pavoniana*	221,18
10.	Bungur	*Lagerstroemia speciose*	160,14
11.	Jati	*Tectona grandis*	135,27
12.	Nangka	*Arthocarpus heterophyllus*	126,51
13.	Johar	*Senna siamea*	116,25
14.	Sirsak	*Annona muricata*	75,29
15.	Puspa	*Schima wallichii*	63,31
16.	Akasia	*Acacia auriculiformis*	48,68
17.	Flamboyan	*Delonix regia*	42,20
18.	Sawo Kecil	*Maniikara kauki*	36,19
19.	Tanjung	*Mimusops elengi*	34,29
20.	Bunga Merak	*Caesalpina pulcherrima*	30,95
21.	Sempur	*Dilenia retusa*	24,24
22.	Khaya	*Khaya anthotheca*	21,90
23.	Merbau Pantai	*Intsia bijuga*	19,25
24.	Akasia	*Cassia grandis*	15,19
25.	Angsana	*Pterocarpus indicus*	11,12
26.	Asam Kranji	*Dialium indum*	8,48
27.	Saputangan	*Maniltoa grandiflora*	8,26
28.	Dadap Merah	*Erythrina cristagalli*	4,55
29.	Rambutan	*Naphelium lappaceum*	2,19
30.	Asam	*Tamarindus indica*	1,49
31.	Kempas	*Koompassia malaccensis*	0,20

(Sumber : Dahlan, 2007)

Hutan yang mempunyai berbagai macam tipe penutupan vegetasi memiliki kemampuan atau daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa

pohon, semak belukar, padang rumput dan sawah. Daya serap berbagai tipe vegetasi terhadap karbon diokasida dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.:

Tabel 2. 3 Daya Serap Gas CO_2 Berbagai Tipe Penutup Vegetasi

No	Tipe Tutupan Lahan	Daya Serap CO_2 (kg/ha/jam)	Daya Serap CO_2 (ton/ha/tahun)
1	Pohon	129,92	569,07
2	Semak Belukar	12,56	55,00
3	Padang rumput	2,74	12,00
4	Sawah	2,74	12,00

(Sumber : Prasetyo *et al*., 2002)

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 iklin, 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

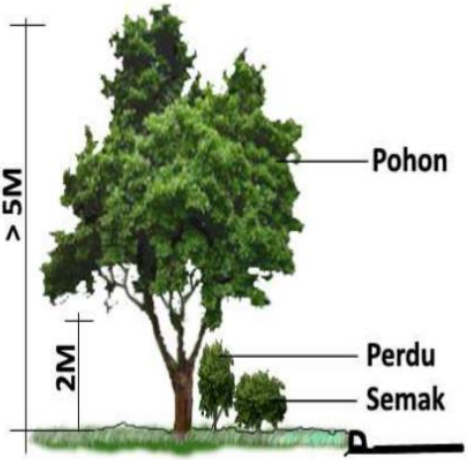
Terna adalah tumbuhan yang batangnya lunak karena tidak membentuk kayu. Tumbuhan semacam ini dapat merupakan tumbuhan semusim, tumbuhan dwimusim, ataupun tumbuhan tahunan. Tumbuhan yang dapat disebut terna umumnya adalah semua tumbuhan berpembuluh (tracheophyta). Biasanya sebutan ini hanya dikenakan 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.

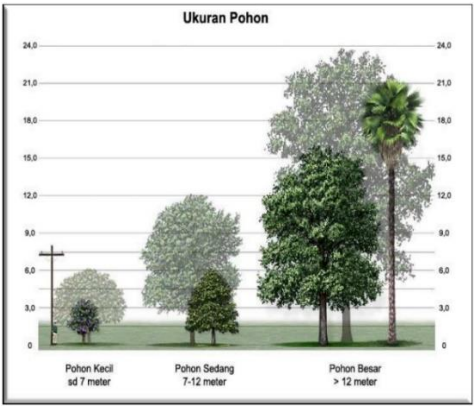


Gambar 2. 12 Kelompok Tanaman
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

3. Bentuk Tanaman

   Bagian yang menjadi pertimbangan pemilihan tanaman adalah bentuk tanaman yang mencakup morfologi (batang, cabang, ranting, daun, bunga, buah), tinggi dan tajuk terkait dengan keharmonisan, keserasian dan keselamatan. Dalam arsitektur lansekap jalan, pemilihan morfologi, tinggi, tajuk tanaman dan penempatan tanaman sebagai elemen lansekap menjadi pertimbangan yang penting.

a. Tinggi tanaman



Gambar 2. 13 Tinggi Tanaman Jalan
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

b. Tajuk tanaman

Tanaman memiliki beberapa bentuk tajuk (canopy). Bentuk tajuk tanaman yang umum ditanam pada jalan antara lain adalah berbentuk bulat,berbentuk oval, berbentuk tombak/segitiga, berbentuk payung, menyebar dan bentuk lainya. Beberapa contoh bentuk tajuk pohon adalah sebagai berikut :

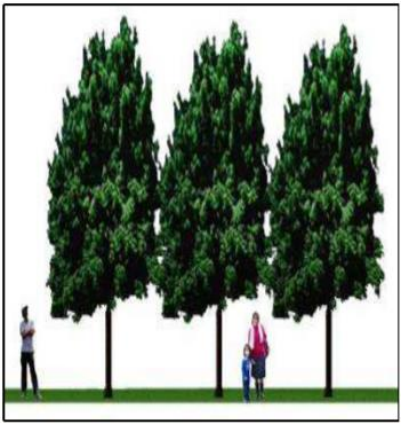
Gambar 2. 14 Bentuk Tajuk Bulat (*Rounded*)
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Gambar 2. 15 Bentuk Tajuk Memayung (*Umbeliform*)
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Gambar 2. 16 Tajuk Oval
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Gambar 2. 17 Tajuk Kerucut (*Conical*)
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Gambar 2. 18 Tajuk Menyebar Bebas
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)



Gambar 2. 19 Tajuk Persegi Empat (*Square*)
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Gambar 2. 20 Tajuk Kolom (*Columnar*)
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Gambar 2. 21 Tajuk Vertikal
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

4. Umur Tanaman

   Tanaman mempunyai umur yang berbeda antara kelompok pohon, perdu, terna dan liana dari yang berumur pendek (semusim atau dwimusim) hingga berumur panjang (lebih dari sepuluh tahun). Pemilihan jenis tanaman jalan harus mempertimbangkan faktor umur dikaitkan dengan fungsinya sebagai tanaman jalan.

5. Kriteria Tanaman

   Kriteria tanaman yang akan ditanam harus memenuhi kriteria berdasarkan tujuan penanaman dan kondisi lokasi jalan yang akan ditanam. Kriteria tanaman jalan yang akan ditanaman harus memperhatikan sifat dan kondisi organ-organ tanaman serta umur tanaman.

   Secara klasik, tanaman terdiri dari tiga organ dasar yaitu akar, batang dan daun. Organ-organ lain dapat digolongkan sebagai organ sekunder karena terbentuk dari modifikasi organ dasar. Beberapa organ sekunder dapat disebut sebagai organ aksesori, karena fungsinya tidak vital. Beberapa organ sekunder penting yaitu bunga, buah, biji dan umbi diperlukan dalam reproduksi. Kriteria tanaman jalan berdasarkan kondisi organ tanaman adalah sebagai berikut :

   a. Akar
      - Tidak merusak struktur jalan;
      - Kuat;

- Bukan akar dangkal.

b. Batang
   - Kuat/tidak mudah patah;
   - Tidak bercabang di bawah.

c. Dahan/Ranting
   - Tidak mudah patah;
   - Tidak terlalu menjuntai ke bawah sehingga menghalangi pandangan.

d. Daun
   - Tidak mudah rontok;
   - Tidak terlalu rimbun;
   - Tidak terlalu besar sehingga jika jatuh tidak membahayakan pengguna jalan.

e. Bunga
   - Tidak mudah rontok;
   - Tidak beracun.

f. Buah
   - Tidak mudah rontok;
   - Tidak berbuah besar;
   - Tidak beracun.

g. Sifat lainnya
   - Cepat pulih dari stress salah satu cirinya dengan mengeluarkan tunas baru;
   - Tahan terhadap pencemaran kendaraan bermotor dan industri.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012, terdapat rekomendasi vegetasi yang dapat ditanam pada jaringan jalan. Berikut ditunjukkan pada Tabel 2.4 , Tabel 2.5 , Tabel 2.6 dan Tabel 2.7 :

Tabel 2. 4 Daftar Pohon Tepi Jalan Berukuran Sedang yang Direkomendasikan

No.	Nama Umum/daerah	Nama Ilmiah	Tinggi Pertumbuhan (m)	Diameter Tajuk (m)
1	Saga	*Adenanthera pavonina*	10.00 - 15.00	> 12.00
2	Nyamplung	*Calophyllum inophyllum*	10.00 - 15.00	> 15.00
3	Kenanga	*Cananga odorata*	> 15.00	6.00
4	Kotek mamak	*Cassia grandis*	> 15.00	10.00 - 15.00
5	Kasia busuk, beresah	*Cassia nodosa*	> 15.00	< 10.00
6	Johar	*Cassia siamea*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
7	Medang teja, Kayu manis hutan	*Cinnamomum iners*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
8	Flamboyan	*Delonix regia*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
9	Dadap ayam	*Erythrina variegata*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
10	Kiara payung	*Fillicium decipiens*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
11	Khaya	*Khaya senegalensis*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
12	Gelam	*Melaleuca leucadendron*	10.00 - 15.00	< 10.00
13	Mambu	*Melia indica*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
14	Nagasari	*Mesua ferrea*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
15	Cempaka putih/Kantil	*Michelle alba*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
16	Tanjung	*Mimusops flame*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
17	Batai laut	*Peltophorum pterocarpum*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
18	Asam landi	*Pithecellobium dulce*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00
19	Asam Jawa	*Tamarindus indica*	10.00 – 15.00	10.00 - 15.00
20	Tekoma	*Tabebuia spectabilis*	10.00 - 15.00	10.00 - 15.00

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Lokasi yang tepat untuk penanaman pohon ukuran sedang :

- Sepanjang jalan dan jalan tol dimana jalur penanaman minimal selebar 1,5 m dan tanpa

berbatasan dengan Gedung minimal sepanjang 8,00 – 10,00 m jalur;

- Sepanjang median dengan minimal lebar 2,00 m;
- Sepanjang pedestrian dengan minimal lebar 2,00 m.

Tabel 2. 5 Daftar Pohon Kecil yang Direkomendasikan

No.	Nama Umum/daerah	Nama Ilmiah	Tinggi Pertumbuhan (m)	Diameter Tajuk (m)
1	Tapak kuda	*Bauhinia purpurea*	< 10.00	< 10.00
2	Kasia rimbun	*Cassia multijuga*	7.00	10.00
3	Kasia singapur	*Cassia spectabilis*	8.00	10.00
4	Dadap karang	*Erythrina glauca*	< 10.00	< 10.00
5	Jambu bol	*Eugenia malaccensis*	4.50 -12.00	4.50
6	Ara daun lebar	*Ficus roxburghii*	6.00	8.00
7	Jakaranda	*Jacaranda filicifolia*	12.00 -13.00	2.00 - 3.00
8	Jintan cina	*Juniperus chinensis*	< 10.00	< 10.00
9	Gelam	*Melaleuca leucodendron*	15.00 - 25.00	2.00 - 3.00
10	Kol Banda	*Pisonia alba*	< 10.00	< 10.00
11	Gapis	*Garaca thaipingensis*	9.00	4.00 - 6.00
12	Jati laut	*Podocarpus polystachyus*	< 10.00	< 10.00
13	Pohon terompet	*Tabebuia pallida*	8.00 - 10.00	6.00

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Tabel 2. 6 Daftar Perdu/Semak yang Direkomendasikan

No.	Nama Umum/daerah	Nama Ilmiah	Tinggi Pertumbuhan (m)	Diameter Tajuk (m)
1	Agave	*Agave americana*	n/a	< 1.00
2	Alamanda ungu	*Allamanda violecea*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
3	Kesumba	*Bixa orellana*	> 1.50	> 1.50
4	Bunga kertas/bogenvil	*Bougainvillea*	> 1.50	> 1.50
5	Melati kalisin	*Brunfelsia calycina*	> 1.50	1.00 - 1.50
6	Kembang merak	*Caesalphinia pulcherrima*	> 1.50	> 1.50
7	Kaliandra merah	*Calliandra emarginata*	> 1.50	> 1.50
8	Kaliandra merah jambu	*Calliandra sorinsonensis*	> 1.50	> 1.50
9	Pohon mahkota	*Calotropis gigantea*	> 1.50	> 1.50
10	Kasia bulu	*Cassia bilflora*	> 1.50	> 1.50
11	Kasia gantung	*Cassia fruticosa*	> 1.50	> 1.50
12	Bunga pagoda	*Clerodendrum paniculatum*	> 1.50	1.00 - 1.50
13	Nona makan sirih	*Clerodendrum thomsonae*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
14	Puring	*Codiaeum variegatum*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
15	Kailas/her	*Coleus spp*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
16	Kongea	*Congea tomentosa*	< 1.00	< 1.00
17	Jenjuang	*Cordyline spp*	> 1.50	> 1.50
18	Pakis/Paku gajah	*Cycas spp*	> 1.50	> 1.50
19	Duranta	*Duranta plumieri*	> 1.50	> 1.50
20	Susun kelapa	*Ervatamia coronaria*	> 1.50	> 1.50
21	Sambang darah	*Excoecaria bicolor*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
22	Pisang hias	*Heliconia spp.*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
23	Kopsia merah jambu	*Kopsia fruticosa*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
24	Sutera putih	*Lagerstroemia indica*	> 1.50	1.00 - 1.50
25	Bunga tahi ayam	*Lantana camara*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
26	Kemuning	*Murraya paniculata*	> 1.50	1.00 - 1.50
27	Oleander	*Nerium oleander*	> 1.50	1.00 - 1.50
28	Bunga tikus	*Ochna madagascariensis*	> 1.50	> 1.50
29	Pandan	*29 Pandanus spp.*	> 1.50	> 1.50
30	Paku-pakuan	*Pentas spp.*	> 1.50	> 1.50
31	Bunga mahkota ungu	*Petrea volubilis*	> 1.50	1.00 - 1.50
32	Senduduk	*Rhododendron spp.*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
33	Bunga lonceng kuning	*Stenolobium stans*	> 1.50	> 1.50
34	Bunga kamperfuli	*Tecomaria capensis*	1.00 - 1.50	< 1.50
35	Bunga trompet	*Thevetia peruviana*	> 1.50	> 1.50
36	Bunga madia	*Thunbergia spp.*	1.00 - 1,50	1.00 - 1.50
37	Sadagori	*Turera ulmifolia*	1.00 - 1.50	1.00 - 1.50
38	Siput laut kecil	*Vinca minor*	< 1.50	< 1.50
39	Simsoh Air	*Wormia suffruticosa*	> 1.50	> 1.50

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Tabel 2. 7 Daftar Palem yang Direkomendasikan

No.	Nama Umum/daerah	Nama Ilmiah	Tinggi Pertumbuhan (m)	Diameter Tajuk (m)
1	Palem Ratu	*Archontophoenix alescandrae*	3.00 - 9.00	< 3.00
2	Palem Kipas	*Livistona chinesis*	> 9.00	3.00 - 6.00
3	Palem Segitiga	*Neodypsis decaryi*	3.00 - 9.00	3.00 - 6.00
4	Palem Mac arthur's	*Phychosperma macarthurii*	3.00 - 9.00	3.00 - 6.00
5	Palem Raja	*Roystonea regia*	> 9.00	3.00 - 6.00

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

Lokasi penanaman yang cocok untuk pohon kecil dan palem :

- Sepanjang jalan utama dan jalan tol, dimana jalur penanaman minimal selebar 1 m;
- Sepanjang jalan pada area perumahan dimana jalur penanaman minimal selebar 1,5 m;
- Sepanjang median yang sempit minimal selebar 1,5 m;
- Sepanjang pedestrian dan pulau lalu lintas minimal selebar 1,5 m;
- Pohon palem seperti Palem Raja cocok ditanam pada jalan besar misal pintu masuk ke kompleks perumahan karena palem tersebut terkesan megah dan formal.

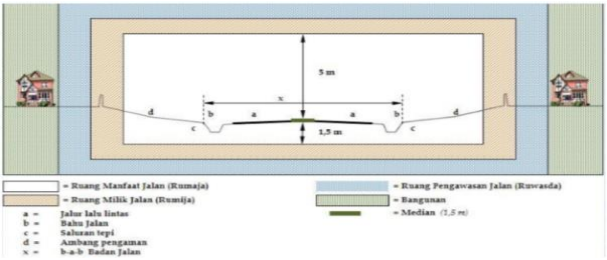
2.9 Penentuan Lokasi Penanaman Vegetasi

Lokasi penanaman vegetasi harus berdasarkan ketentuan teknis yang berlaku pada peraturan perundang-undangan bidang

jalan. Lokasi penanaman harus berada di dalam area jalur penanaman.

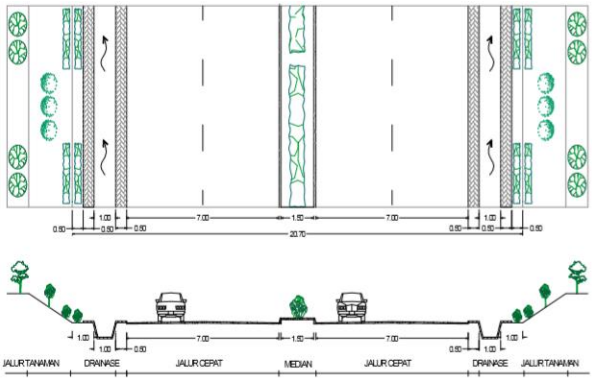
2.9.1 Jalur Penanaman

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012, pohon pada sistem jaringan jalan di luar kota harus ditanam di luar ruang manfaat jalan. Pohon pada sistem jaringan jalan di dalam kota dapat ditanam pada batas ruang manfaat jalan, median atau di jalur pemisah. Ruang manfaat jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi lebar, tinggi dan kedalaman tertentu. Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamannya. Ruang manfaat jalan hanya diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran repi jalanm trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan serta bangunan pelengkap lainnya.



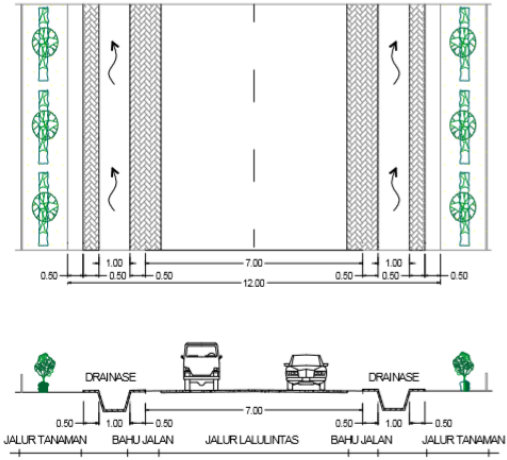
Gambar 2. 22 Bagian-Bagian Jalan

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)



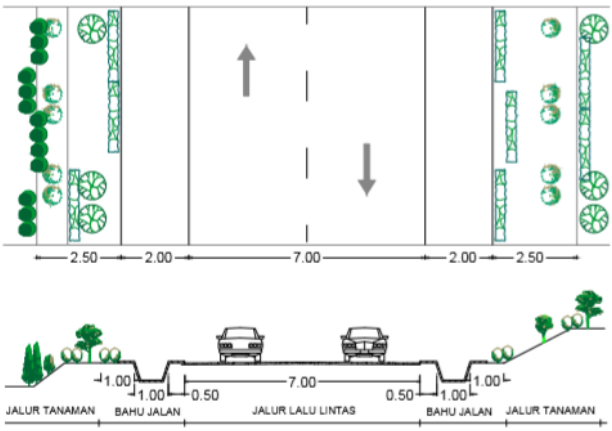
Gambar 2. 23 Jalur Tanaman pada Jalan Bermedian dengan Lereng

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)



Gambar 2. 24 Jalur Tanaman pada Jalan Tanpa Lereng

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)



Gambar 2. 25 Jalur Tanaman pada Jalan Berlereng
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

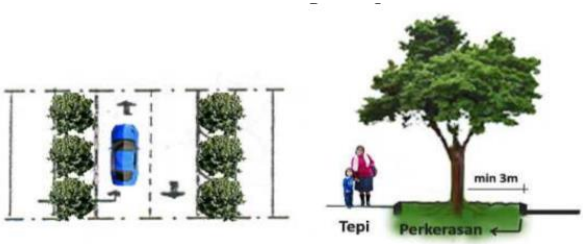
2.9.2 Peletakan Tanaman

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012, tanaman jalan harus diletakkan pada tempat atau daerah yang sesuai dengan rencana dan tetap memperhatikan aspek fungsi, keselarasan, keharmonisan, keindahan dan keselamatan. Hal-hal utama yang perlu diperhatikan yaitu jarak tanaman dengan perkerasan dan jarak antar tanaman di jalur tanam.

a. Jarak tanaman terhadap perkerasan

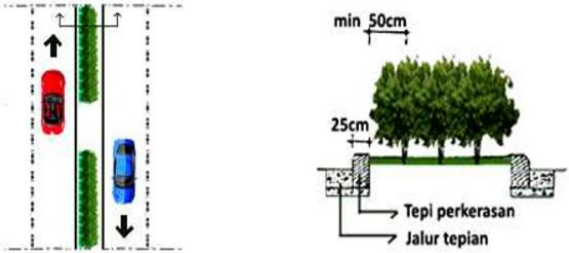
Peletakan tanaman dengan berbagai fungsi selalu akan berkaitan dengan letaknya di jalur tanaman, hal ini memperlihatkan bahwa kaitan titik tanam dengan tepi perkerasan perlu dipertimbangkan. Jarak titik

tanam dengan tepi perkerasan mempertimbangkan pertumbuhan perakaran tanaman agar tidak mengganggu struktur perkerasan jalan. Letak titik tanam pohon dengan tepi perkerasan ditunjukkan pada Gambar 2.26 dan letak titik tanam perdu/semak dengan tepi perkerasan ditunjukkan pada Gambar 2.27.



Gambar 2. 26 Letak Titik Tanam Pohon dengan Tepi Perkerasan

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)



Gambar 2. 27 Letak Titik Tanam Perdu/Semak dengan Tepi Perkerasan

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

b. Jarak antara tanaman

- Letak Tanam Berbaris

  Pada tanaman pohon yang ditanam berbaris terutama pada jalur tanaman mempertimbangkan jarak titik tanam bagi tanaman pohon. Kemudian tanaman perdu/semak ditanam berbaris pada jalur tanaman ditanam membentuk massa. Peletakan tanaman pohon secara berbaris ditunjukkan pada Gambar 2.28 dan peletakkan tanaman perdu/semak secara berbaris ditunjukkan pada Gambar 2.29.

(i) Jarak Titik Tanam Tidak Rapat

(ii) Jarak Titik Tanam Jarang

Gambar 2. 28 Peletakan Tanaman Pohon Secara Berbaris
(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

(i) Jarak Titik Tanam Rapat

(ii) Jarak Titik Tanam Tidak Rapat

(iii) Jarak Titik Tanam Jarang

Gambar 2. 29 Peletakan Tanaman Perdu/Semak Secara Berbaris

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012)

- Letak Tanaman Berkelompok

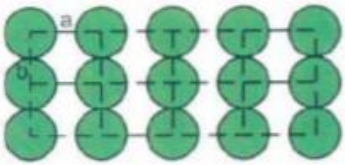
  Sistem penanaman ini penerapannya dikhususkan untuk penanaman tanaman secara berkelompok (massal), dengan jarak maksimal 1 tajuk tanaman. Sistem peletakan tanaman pada jalur tanam secara berkelompok ditunjukkan pada Gambar 2.30.

(i) Sistem Tanam Bujur Sangkar

Jarak titik tanam

a = Ø tajuk pohon/perdu (tajuk bersinggungan)

a = b

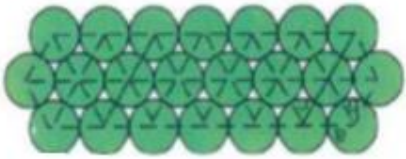


(ii) Sistem Tanam Persegi Panjang (memanjang)

Jarak titik hitam

a = disesuaikan dengan rencana

b = Ø tajuk pohon/perdu (tajuk bersinggungan)



(iii) Sistem Tanam Segi Tiga (silang)

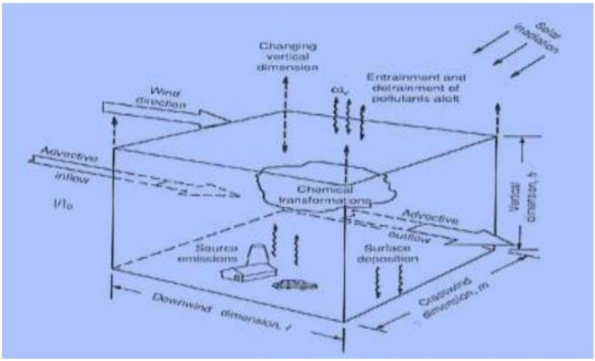
Jarak titik hitam

a = b = c = Ø tajuk pohon/perdu (tajuk bersinggungan)

Gambar 2. 30 Peletakan Tanaman pada Jalur Tanam Secara Berkelompok

2.10 Box Model

Box Model adalah diagram skematik yang menggambarkan kualitas udara termasuk sumber emisi, kecepatan angin, meningkat dan menurunnya pencampuran *mixed height,* reaksi kimia dan arah angin. Panjang, luas dan tinggi *Box Model* mewakili dimensi *downwind dimension, crosswind dimension* dan *vertical dimension*. Karena terjadi pencampuran maka diasumsikan polutan terjadi di dalam kotak yang batas-batas horizontalnya melingkupi wilayah perkotaan, dimana model hanya mampu memprediksi konsentrasi rata-rata sebagai fungsi waktu (Singh, 2018). Contoh *Box Model* sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.31 sebagai berikut :



Gambar 2. 31 *Box Model* sederhana
(Sumber : Jr. Gotwals dan Robert, 2018, dalam Singh, 2018)

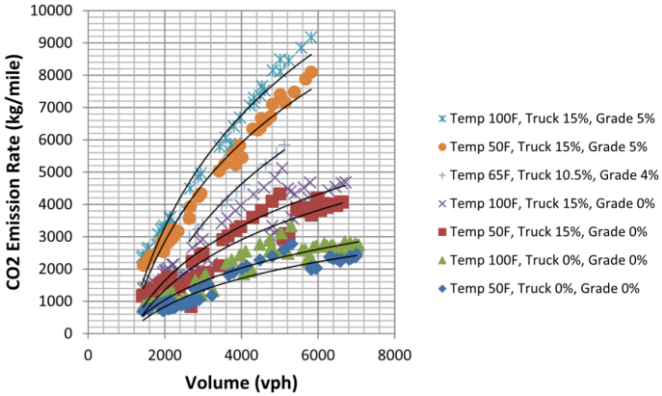
Menurut Hassan dan Crowther (1998), *Box Model* memiliki beberapa asumsi dalam penggunaannya yaitu :

1. Permukaan kota berukuran panjang (p) dan lebar (l);
2. Laju emisi polutannya konstan (relatif tetap). Udara yang bergerak dibatasi dari atas oleh lapisan udara yang stabil pada ketinggian tertentu (h). Udara yang bergerak juga dibatasi pada arah tegak lurus terhadap kecepatan angin;
3. Kondisi yang selalu tetap (*steady state*), baik emisi, kecepatan angin dan karakteristik udara untuk pengenceran yang nilainya tidak bervariasi terhadap waktu, lokasi dan ketinggian tempat;
4. Tidak ada polutan yang masuk atau keluar melalui bagian kedua sisi yang sejajar dengan arah angin;
5. Sifat polutan adalah stabil, tidak terurai selama berada di udara dalam kota.

2.11 Hubungan Volume Kendaraan dengan Emisi CO_2

Menurut Abou-Senna (2013), volume kendaraan 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 2.32 hubungan antara volume kendaraan dan emisi CO_2 pada perbedaan suhu, jumlah truk dan ketinggian:



Gambar 2. 32 Korelasi Volume Kendaraan – Emisi CO_2 pada Perbedaan Suhu, Truk dan *Grade*

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

Dari Tabel 2.32 dijelaskan terdapat perbedaan emisi yang dihasilkan dari adanya perbedaan kemiringan permukaan tanah, truk, dan temperatur/suhu. Semakin tinggi suhu, persentase truk dan ketinggian, semakin besar pula emisi CO_2 yang dihasilkan pada jalan tol.

2.12 Interpolasi Linear

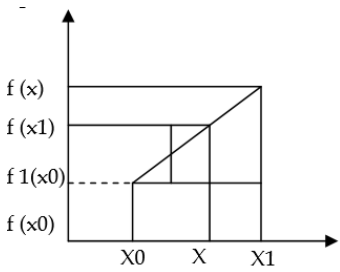
Menurut Hartomo (2006), interpolasi linear adalah polinomial tingkat pertama dan melalui suatu garis lurus pada setiap dua titik masukan yang berurutan. Dua titik masukan tersebut digunakan untuk menaksir nilai-nilah tengah di antara titik-titik data yang telah tepat. Berikut rumus interpolasi linear ditunjukkan pada Persamaan 2.1 :

$$\frac{f1(x) - f(x_0)}{x - x_0} = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$ Persamaan 2.1

Kemudian dapat diatur Kembali supaya memenuhi sebuah formula interpolasi linear sebagai berikut pada Persamaan 2.2 :

$$f(x) = f(x0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}(x - x_0)$$ Persamaan 2.2

Notasi f1(x) menandakan bahwa rumus tersebut adalah sebuah polynomial interpolasi orde pertama. Berikut ditunjukkan secara grafis pada Gambar 2.33 dengan menggunakan segitiga sebangun sebagai berikut :



Gambar 2. 33 Segitiga Sebangun Penurunan Formula Interpolasi Linear

(Sumber : Hartomo, 2006)

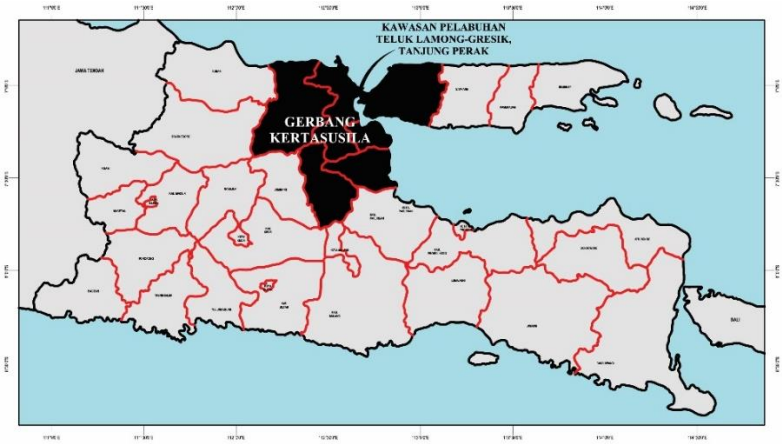
BAB III

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

3.1 Kondisi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder dan Wilayah Sekitar

Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder merupakan ruas dari proyek nasional pemerintah yaitu Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar sepanjang 38,39 kilometer yang mulai didirikan pada tahun 2017 dan akan diresmikan pada tahun 2020 (Direktorat Jenderal Pengelolaan Pembiayaan dan Risiko, 2020). Jalan Tol Ruas Krian – Legundi – Bunder terdiri dari tiga seksi, yaitu Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) sepanjang 9,45 kilometer, Seksi II (Kedamean/Menganti – Boboh) sepanjang 13,52 kilometer dan Seksi III (Boboh – Bunder) sepanjang 6,02 kilometer. Jalan Tol Ruas Krian – Legundi – Bunder tersebut akan dimulai dari Jalan Arteri Nasional By Pass Krian dan berakhir di exit Bunder dari Jalan Tol Surabaya – Gresik (PT. Waskita Bumi Wira, 2015).

Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder terletak pada Kawasan Pusat Kegiatan Nasional (PKN) Gerbangkertosusila (Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Lamongan). Pada kawasan sekitar PKN Gerbangkuertosusila memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur Indonesia. Berikut Posisi PKN Gerbangkertosusila ditunjukkan pada Gambar 3.1 :



Gambar 3. 1 Posisi PKN Gerbangkertosusila di Wilayah Provinsi Jawa Timur

(Sumber : PT. Waskita Bumi Wira, 2015)

Pada PKN Gerbangkertosusila terdapat beberapa pelabuhan dan beberapa kawasan industri. Pelabuhan umum pada kawasan ini adalah Pelabuhan Tanjung Perak, Pelabuhan Gresik dan Pelabuhan Teluk Lamong (Operasional Akhir Tahun 2014). Kawasan industri pada kawasan ini yaitu Kawasan Industri Margomulyo, Kawasan Industri Benowo, Kawasan Industri Manyar, Kawasan Industri Driyorejo dan lain lain.

Akses Jalan Arteri yang menghubungkan Kawasan pelabuhan PKN Gerbangkertosusila tersebut dengan Bagian Utara – Barat dari Provinsi Jawa Timur telah tersedia Jalan Tol Surabaya – Gresik. Akses Jalan Tol yang menghubungkan Kawasan pelabuhan tersebut dengan Bagian Timur dari Provinsi Jawa Timur

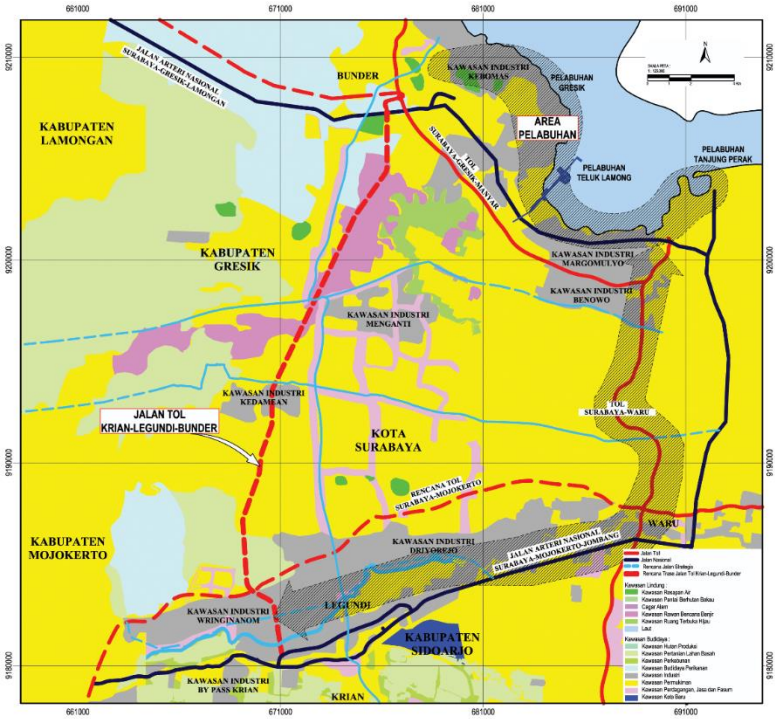
telah tersedia Jalan Tol Perak – Waru – Pandaan. Jalan Tol Perak – Waru memiliki beban yang tinggi, karena selain berfungsi sebagai jalan tol dalam kota, juga berfungsi sebagai jalan tol antar kota, penghubung dengan wilayah Timur Provinsi Jawa Timur dan Wilayah Selatan Barat Provinsi Jawa Timur (Krian, Mojokerto, Madiun, Kediri dll).

Akses Jalan Arteri yang menghubungkan Kawasan pelabuhan Gresik dan rencana pelabuhan Teluk Lamong dengan Bagian Selatan Barat dari Provinsi Jawa Timur saat ini telah tersedia Jalan Arteri Provinsi Ruas Krian – Legundi – Bunder. Kondisi jalan arteri Provinsi ruas Krian – Legundi – Bunder saat ini sudah melebihi kapasitas jalan, sehingga tiap hari selalu terjadi kemacetan. Kondisi fisik jalan arteri provinsi ruas Krian – Legundi – Bunder juga seringkali rusak yang membutuhkan biaya pemeliharaan yang besar. Hal tersebut akibat kelas kendaraan melebihi kapasitas jalan. (lihat Gambar 3.2)

Gambar 3. 2 Foto Kondisi Saat Ini Jalan Arteri Provinsi Ruas Krian – Legundi – Bunder

(Sumber : PT. Waskita Bumi Wira, 2015)

Jalan tol pada Kawasan PKN Gerbangkertosusila Ruas Krian – Legundi – Bunder tersebut akan dimulai dari Jalan Arteri Nasional By Pass Krian dan berakhir di exit Bunder dari Jalan Tol Surabaya – Gresik. Wilayah Jalan Tol Ruas Krian – Legundi – Bunder dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut :



Gambar 3. 3 Posisi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder, Kawasan Pelabuhan PKN Gerbangkertosusila dan Jalur Transportasi Menuju Wilayah Barat – Selatan Provinsi Jawa Timur

(Sumber : PT. Waskita Bumi Wira, 2015)

Berdasarkan Studi Kelayakan PT. Waskita Bumi Wira (2015), didapatkan hasil survei TC (*Traffic Counting*), Survei OD (*Origin-Destination*) dan Survei Preferensi (minat menggunakan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder) yang dapat dihitung lalu lintasnya pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder untuk tiap Seksi.

3.2.1 Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)

Lalu lintas harian Seksi I pada tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Lalu Lintas Harian Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)

Asal	Jenis Kendaraan					
	Sepeda Motor (Kendaraan/Hari)	Golongan I (Kendaraan/Hari)	Golongan II (Kendaraan/Hari)	Golongan III (Kendaraan/Hari)	Golongan IV (Kendaraan/Hari)	Golongan V (Kendaraan/Hari)
Jalan Nasional Krian - Surabaya		1085	402	329	1056	648
Jalan Tol Gresik - Surabaya (Exit Bunder)		1485	976	682	1298	631
Jalan Tol Gresik - Manyar (Exit Manyar)		1562	1058	763	1614	631
Jalan Provinsi Legundi - Menggenti		3742	1431	907	3034	1342
Jumlah		**7874**	**3866**	**2682**	**7003**	**3253**

(Sumber : PT. Waskita Bumi Wira, 2015)

Tercatat pada Tabel 3.1 jumlah kendaraan yang melintasi Seksi I (Krian – Menganti/Kedamean) pada tahun 2015, yaitu Golongan I sebanyak 7.874 kendaraan/perhari, Golongan II sebanyak 3.866 kendaraan/hari, Golongan III sebanyak 2.682 kendaraan/hari, Golongan IV 7.003 kendaraan/hari dan Golongan V sebanyak 3.253 kendaraan/hari. Maka total lalu lintas harian Seksi I pada tahun 2015 adalah 24.678 kendaraan/hari.

Kondisi fisik pada Seksi I yaitu memiliki *grade* 0% dengan suhu 100 F. Kondisi ini menggambarkan jalan tol pada Seksi I memiliki kondisi jalan yang datar dan suhu rata-rata di daerah Jawa Timur. Kondisi fisik Seksi I tersebut menjadi data yang berpengaruh dalam menentukan emisi CO_2.

3.2.2 Seksi III (Boboh – Bunder)

Lalu lintas harian Seksi III pada tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Lalu Lintas Harian Seksi III (Boboh – Bunder)

Asal	Jenis Kendaraan					
	Sepeda Motor (Kendaraan/Hari)	Golongan I (Kendaraan/Hari)	Golongan II (Kendaraan/Hari)	Golongan III (Kendaraan/Hari)	Golongan IV (Kendaraan/Hari)	Golongan V (Kendaraan/Hari)
Jalan Nasional Krian - Surabaya		1085	402	329	1056	648
Jalan Tol Gresik - Surabaya (Exit Bunder)		1485	976	682	1298	631
Jalan Tol Gresik - Manyar (Exit Manyar)		1562	1058	763	1614	631
Jalan Provinsi, Boboh - Bunder		4347	1298	875	2818	1218
Jumlah		**8479**	**3734**	**2650**	**6787**	**3129**

(Sumber : PT. Waskita Bumi Wira, 2015)

Tercatat pada Tabel 3.2 jumlah kendaraan yang melintasi Seksi III (Boboh – Bunder) pada tahun 2015, yaitu Golongan I sebanyak 8.479 kendaraan/perhari, Golongan II sebanyak 3.734 kendaraan/hari, Golongan III sebanyak 2.650 kendaraan/hari, Golongan IV 6.787 kendaraan/hari dan Golongan V sebanyak 3.129 kendaraan/hari. Maka total lalu lintas harian Seksi III pada tahun 2015 adalah 24.779 kendaraan/hari.

Kondisi fisik pada Seksi III yaitu memiliki *grade* 5% dengan suhu 100 F. Kondisi ini menggambarkan jalan tol pada

Seksi III memiliki kondisi jalan yang cukup miring dan suhu rata-rata di daerah Jawa Timur. Kondisi fisik Seksi III tersebut menjadi data yang berpengaruh dalam menentukan emisi CO_2.

Dari tabel di atas diketahui total lalu lintas harian pada tiap seksi, yaitu Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) sebanyak 24.678 kendaraan/hari dan Seksi III (Boboh – Bunder) sebanyak 24.779 kendaraan/hari. Maka total lalu lintas harian Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder pada Seksi I dan III adalah 49.457 kendaraan/hari.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV
METODE PERENCANAAN

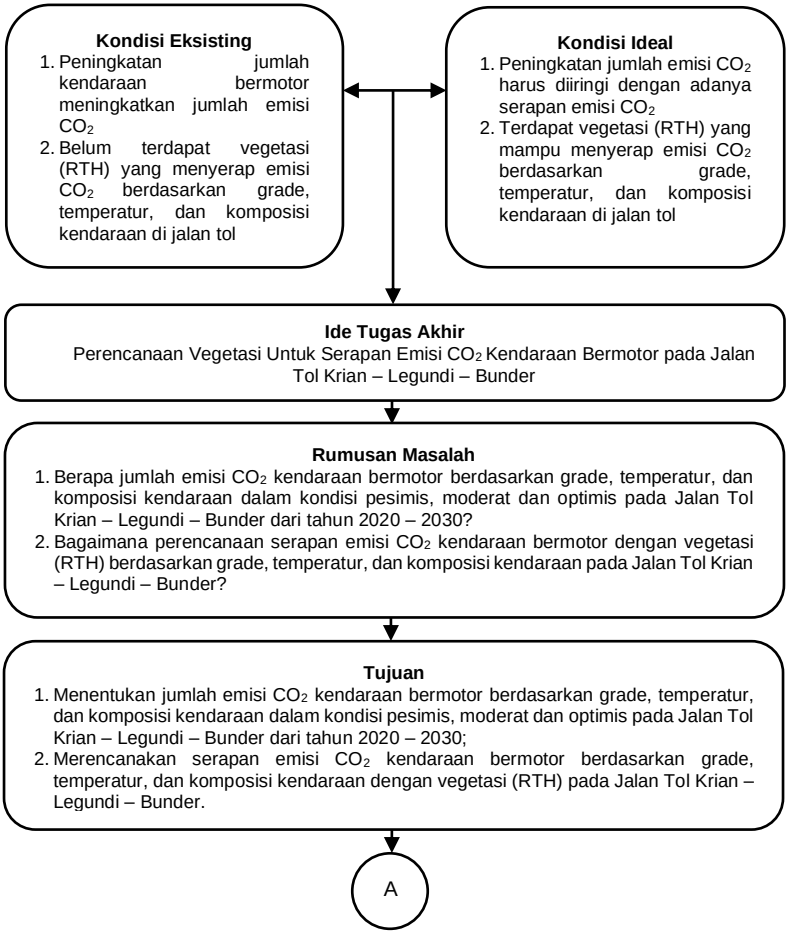
4.1 Gambaran Umum

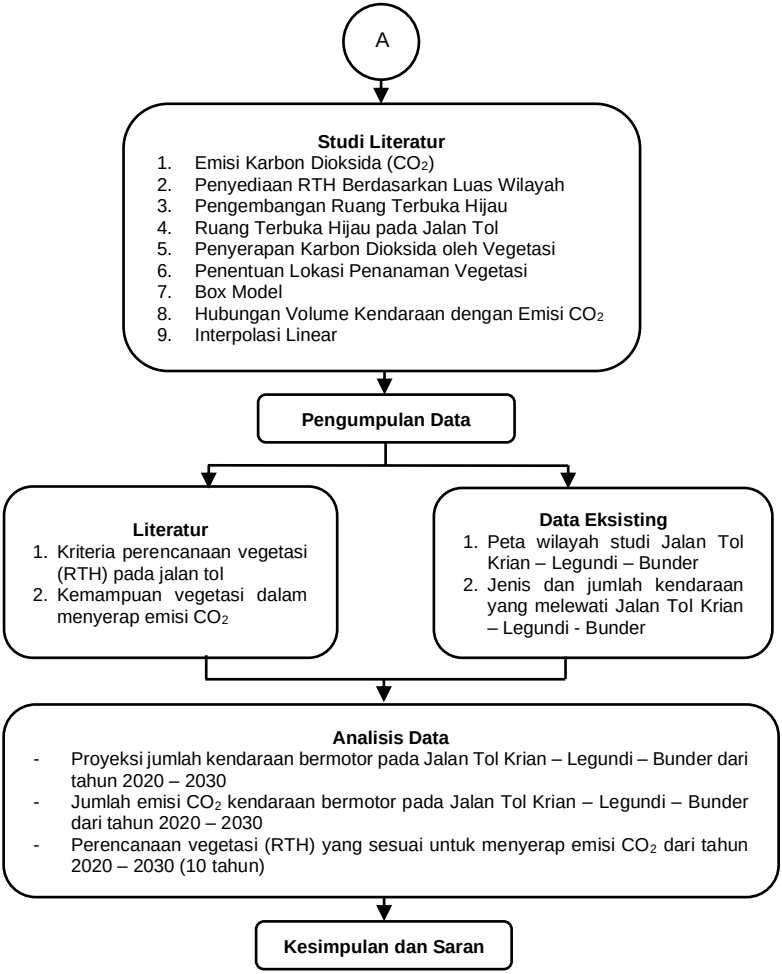
Metode perencanaan merupakan acuan yang akan digunakan selama pelaksanaan perencanaan. Metode perencanaan ini mencantumkan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam perencanaan dari awal hingga akhir. Dengan mengikuti tahapan-tahapan yang disusun, proses perencanaan akan berjalan sistematis serta meminimalkan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

4.2 Kerangka Perencanaan

Penyusunan kerangka perencanaan ini akan digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan perencanaan dari awal hingga mencapai tujuan. Dari GAP antara kondisi eksisting dan kondisi ideal maka muncul ide tugas yaitu Perencanaan Vegetasi Untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bemotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder. Ide tugas akhir ini terdapat permasalahan yang harus diidentifikasi menjadi rumusan masalah dan tujuan perencanaan. Pencarian dasaran untuk perencanaan dilakukan dengan studi literatur atau penelitian terdahulu. Pengumpulan data pada perencanaan kali ini berdasarkan emisi CO_2 yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di jalan tol dan akan dikaji dan dibahas dengan diakhiri penarikan kesimpulan.

Berikut alur kerangka perencanaan yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 sebagai berikut :





Gambar 4. 1 Diagram Alir Kerangka Perencanaan

4.3 Metode Perencanaan

Berikut ini adalah penjelasan dari kerangka perencanaan dari Gambar 4.1 :

4.3.1 Kondisi Eksisting dan Kondisi Ideal

Kondisi eksisting dan kondisi ideal menjadi gambaran awal dari perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder. Penjabaran kondisi ini dilakukan agar dapat diketahui hal-hal yang seharusnya dilakukan pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder tersebut. Berikut gambaran kondisi dari lokasi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder :

1. Kondisi Eksisting
   a. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor meningkatkan jumlah emisi CO_2
   b. Belum terdapat vegetasi (RTH) yang menyerap emisi CO_2
2. Kondisi Ideal
   a. Peningkatan jumlah emisi CO_2 harus diiringi dengan adanya serapan emisi CO_2
   b. Terdapat vegetasi (RTH) yang mampu menyerap emisi CO_2

4.3.2 Ide Tugas Akhir

Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder merupakan Rencana Jalan Tol Nasional sepanjang 38,39 km yang telah dibangun sejak tahun 2017 dan baru akan diresmikan berdiri pada tahun

2020. Dengan adanya jalan tol ini maka akan ada kendaraan yang melewati jalan tol ini dengan mengeluarkan emisi CO_2. Apabila emisi yang dihasilkan tidak terkelola dengan baik, maka gas yang dihasilkan dari kendaraan bermotor tersebut dapat mempengaruhi kesehatan dari orang yang beraktivitas di sekitar jalan tol serta menimbulkan dampak *global warming*. Oleh karena itu perencanaan vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder sangat dibutuhkan untuk menyerap emisi CO_2.

4.3.3 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 eksisting dan kondisi ideal yang telah dijabarkan dalam latar belakang dilaksanakannya perencanaan vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder kali ini.

4.3.4 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 Krian – Legundi – Bunder ini. Dengan adanya tujuan perencanaan maka

pelaksanaan perencanaan akan menjadi lebih terarah fokus menyelesaikan permasalahan.

4.3.5 Studi Literatur

Studi literatur merupakan teori-teori yang digunakan sebagai pedoman dan penguat untuk melakukan perencanaan. Dengan adanya studi literatur akan didapatkan dasaran-dasaran dalam merencanakan vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder nantinya. Studi literatur didapatkan dari buku teks, laporan penelitian yang telah ada sebelumnya, peraturan dan standar pelaksanaan yang berlaku ataupun media lainnya.

4.3.6 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 Krian – Legundi –

Bunder 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 Krian – Legundi – Bunder	PT. Waskita Bumi Wira
2.	Jenis dan jumlah kendaraan yang melewati Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	PT. Waskita Bumi Wira

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

4.3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mendapatkan desain akhir vegetasi (RTH) pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder. Berikut metode-metode yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dalam perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder yaitu :

1. Proyeksi Jumlah Kendaraan Bermotor

   Berdasarkan Studi Kelayakan PT. Waskita Bumi Wira (2015), proyeksi lalu lintas akan menggunakan metode proyeksi aritmatika. Proyeksi lalu lintas menggunakan 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).

   Ketiga skenario tersebut dilakukan sebagai asumsi perencanaan yang diperlukan untuk menentukan

kondisi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder di masa yang akan datang, sehingga vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada jalan tol ini akan lebih efektif dan efisien.

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 kendaraan bermotor selama 10 tahun, maka perlu 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 :

$$Vjp = Vh \times \%Jam\ Puncak$$

Persamaan 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 Krian – Legundi – Bunder sesuai golongan dari tahun 2020 – 2030, akan dihitung jumlah emisi CO_2 dari hasil pertumbuhan kendaraan bermotor selama 10 tahun dengan menggunakan prinsip *Model Box*. 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/jam sebagai data untuk diinput ke dalam grafik pada Gambar 2.32**.** Dari grafik tersebut diperlukan adanya interpolasi terlebih dahulu untuk menyesuaikan dengan kondisi yang ada di Indonesia. Temperatur yang digunakan adalah 100F atau 38°C dengan *grade* 0% untuk Seksi I dan *grade* 5% untuk Seksi III. Interpolasi dilakukan dengan membandingkan persentase truk dari grafik tersebut untuk mendapatkan faktor truk (Ft) dan faktor non truk (Fnt) sebagai faktor dalam perhitungan emisi CO_2. Berikut rumus yang dipakai untuk mendapatkan Ft , Fnt dan emisi CO_2 pada perencanaan kali ini ditunjukkan pada Persamaan 4.2 :

$$\text{Emisi } CO_2 = (Ft \times n_{truk}) + (Fnt \times n_{non\ truk})$$

Persamaan 4.2

Dimana :

Emisi CO_2 = Jumlah Emisi CO_2 (kg/mile)

Ft = Faktor Truk

Fnt = Faktor Non Truk

n_{truk} = Volume Truk (kendaraan/jam)

$n_{non\ truk}$ = Volume Non Truk (kendaraan/jam)

Setelah mendapatkan jumlah emisi CO_2 kg/mile, emisi harus dikonversi menjadi satuan emisi CO_2

kg/jam dengan rumus yang ditunjukkan pada Persamaan 4.3 sebagai berikut :

$$\text{Emisi } CO_2' = \text{Emisi } CO_2 \times L$$

Persamaan 4.3

Dimana :

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

Emisi CO_2 = Jumlah Emisi CO_2 (kg/jam)

L = Panjang Jalan Tol (mile)

3. Perencanaan Vegetasi (RTH)

   Perencanaan vegetasi (RTH) akan direncanakan di Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder pada Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) sepanjang 9,45 kilometer dan Seksi III (Boboh – Bunder) sepanjang 6,02 kilometer. Seksi II tidak dilakukan perencanaan karena terbatasnya waktu perencanaan dan terdapat kemiripan kondisi eksisting jalan tol dengan Seksi III sehingga dianggap model yang nantinya dibangun akan sama dengan Seksi I dan Seksi III. Oleh karena itu diputuskan perencanaan kali ini hanya dilakukan pada Seksi I dan Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder. Terdapat tiga skenario perencanaan sesuai dengan metode proyeksi pertumbuhan kendaraan bermotor, 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).

Berikut rumus pada Persamaan 4.4 yang digunakan untuk menghitung kebutuhan lahan sesuai vegetasi yang akan digunakan :

$$A = \text{Emisi } CO_2' \text{ / P x \%vegetasi}$$

Persamaan 4.4

Dimana :

A = Lahan Vegetasi (ha)

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

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

%vegetasi = Persentase Komposisi Vegetasi (%)

Jumlah kemampuan serapan vegetasi harus sama dengan atau lebih besar dari emisi CO_2 sesuai

periode perencanaan yaitu 10 tahun dari tahun 2020 – 2030. Vegetasi yang digunakan sebagai penutup lahan yaitu perpaduan antara rumput (3%), perdu/semak (90%) dan pohon (7%). Komposisi tersebut digunakan berdasarkan jurnal penyerapan polutan PM10 yang arahnya lebih banyak keluar langsung dari knalpot kendaraan sehingga akan diserap oleh perdu/semak. Kemudian untuk dispersi emisi yang ke arah atas akan diserap oleh pohon dan emisi yang ke arah bawah akan diserap oleh rumput. Penentuan peletakkan 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.

4.3.8 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran dapat ditarik dari analisis data yang telah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan ini merupakan ringkasan hasil perencanaan yang menjawab dari tujuan perencanaan. Kemudian saran merupakan evaluasi dan rekomendasi untuk perencanaan vegetasi (RTH) yang telah direncanakan.

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Proyeksi Lalu Lintas

Proyeksi jumlah kendaraan pada kali ini dilakukan dari tahun 2015 – 2030 sesuai dengan data yang didapat pada tahun 2015, dimana jumlah kendaraan tiap tahunnya diprediksikan akan mengalami peningkatan berdasarkan tiga kondisi, yaitu :

1. Kondisi Pesimis

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

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

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

Tiga kondisi ini digunakan sebagai asumsi dan pertimbangan perencanaan untuk menentukan kondisi lalu lintas, sehingga vegetasi untuk serapan emisi CO_2 pada jalan tol ini akan lebih efektif dan efisien. Proyeksi lalu lintas menggunakan metode proyeksi aritmatika dan kondisi seperti di atas.

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)

   Dengan menggunakan data kendaraan dari Tabel 3.1 maka dapat dihitung proyeksi lalu lintas harian pada Seksi I dari tahun 2015 – 2030 sebagai berikut :

   a. Kondisi Pesimis

      Berikut perhitungan proyeksi lalu lintas harian dalam kondisi pesimis pada Seksi I dari tahun 2015 – 2030 ditunjukkan pada Tabel 5.1 :

Tabel 5. 1 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Pesimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2015 – 2030

Tahun	Kondisi Pesimis					
	kendaraan/hari					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2015	7.874	3.866	2.682	7.003	3.253	24.678
2016	8.110	3.982	2.762	7.213	3.351	25.418
2017	8.354	4.101	2.845	7.429	3.451	26.181
2018	8.604	4.224	2.931	7.652	3.555	26.966
2019	8.862	4.351	3.019	7.882	3.661	27.775
2020	9.128	4.482	3.109	8.118	3.771	28.609
2020	9.402	4.616	3.202	8.362	3.884	29.467
2022	9.684	4.755	3.299	8.613	4.001	30.351
2023	9.975	4.897	3.397	8.871	4.121	31.261
2024	10.274	5.044	3.499	9.137	4.244	32.199
2025	10.582	5.196	3.604	9.411	4.372	33.165
2026	10.899	5.351	3.713	9.694	4.503	34.160
2027	11.226	5.512	3.824	9.985	4.638	35.185
2028	11.563	5.677	3.939	10.284	4.777	36.240
2029	11.910	5.848	4.057	10.593	4.920	37.328
2030	12.267	6.023	4.178	10.910	5.068	38.448

(Sumber : PT. Bumi Waskita Wira)

Dari Tabel 5.1 diketahui dalam kondisi pesimis jumlah kendaraan pada Seksi I tahun 2020 sebesar 28.609

kendaraan/hari, tahun 2025 sebesar 33.165 kendaraan/hari dan tahun 2030 sebesar 38.448 kendaraan/hari.

b. Kondisi Moderat

Berikut perhitungan proyeksi lalu lintas harian dalam kondisi moderat pada Seksi I dari tahun 2015 – 2030 ditunjukkan pada Tabel 5.2 :

Tabel 5. 2 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Moderat Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2015 – 2030

Tahun	Kondisi Moderat					
	kendaraan/hari					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2015	7.874	3.866	2.682	7.003	3.253	24.678
2016	8.265	4.058	2.815	7.351	3.415	25.903
2017	8.675	4.259	2.955	7.716	3.584	27.189
2018	9.106	4.471	3.102	8.099	3.762	28.539
2019	9.558	4.693	3.256	8.501	3.949	29.956
2020	10.033	4.926	3.417	8.923	4.145	31.444
2020	10.531	5.170	3.587	9.366	4.351	33.005
2022	11.054	5.427	3.765	9.831	4.567	34.643
2023	11.602	5.697	3.952	10.319	4.793	36.364
2024	12.179	5.979	4.148	10.831	5.031	38.169
2025	12.783	6.276	4.354	11.369	5.281	40.064
2026	13.418	6.588	4.570	11.934	5.543	42.053
2027	14.084	6.915	4.797	12.526	5.819	44.141
2028	14.783	7.258	5.035	13.148	6.107	46.333
2029	15.517	7.619	5.285	13.801	6.411	48.633
2030	16.288	7.997	5.548	14.486	6.729	51.048

(Sumber : PT. Bumi Waskita Wira)

Dari Tabel 5.2 diketahui dalam kondisi moderat jumlah kendaraan pada Seksi I tahun 2020 sebesar 31.444 kendaraan/hari, tahun 2025 sebesar 40.064

kendaraan/hari dan tahun 2030 sebesar 51.048 kendaraan/hari.

c. Kondisi Optimis

Berikut perhitungan proyeksi lalu lintas harian dalam kondisi optimis pada Seksi I dari tahun 2015 – 2030 ditunjukkan pada Tabel 5.3 :

Tabel 5. 3 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Optimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2015 – 2030

Tahun	Kondisi Optimis					
	kendaraan/hari					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2015	7.874	3.866	2.682	7.003	3.253	24.678
2016	8.420	4.134	2.868	7.488	3.478	26.388
2017	9.003	4.420	3.067	8.007	3.719	28.217
2018	9.627	4.727	3.279	8.562	3.977	30.172
2019	10.294	5.054	3.506	9.156	4.253	32.263
2020	11.008	5.405	3.749	9.790	4.548	34.499
2020	11.770	5.779	4.009	10.468	4.863	36.890
2022	12.586	6.180	4.287	11.194	5.200	39.446
2023	13.458	6.608	4.584	11.970	5.560	42.180
2024	14.391	7.066	4.902	12.799	5.945	45.103
2025	15.388	7.555	5.241	13.686	6.357	48.229
2026	16.455	8.079	5.605	14.635	6.798	51.571
2027	17.595	8.639	5.993	15.649	7.269	55.145
2028	18.814	9.238	6.408	16.733	7.773	58.966
2029	20.118	9.878	6.853	17.893	8.311	63.053
2030	21.512	10.562	7.327	19.133	8.887	67.422

(Sumber : PT. Bumi Waskita Wira)

Dari Tabel 5.3 diketahui dalam kondisi optimis jumlah kendaraan pada Seksi I tahun 2020 sebesar 34.499 kendaraan/hari, tahun 2025 sebesar 48.229

kendaraan/hari dan tahun 2030 sebesar 67.422 kendaraan/hari.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)

   Dengan menggunakan data kendaraan dari Tabel 3.2 maka dapat dihitung proyeksi lalu lintas harian pada Seksi III dari tahun 2015 – 2030 sebagai berikut :

   a. Kondisi Pesimis

      Berikut perhitungan proyeksi lalu lintas harian dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2015 – 2030 ditunjukkan pada Tabel 5.4 :

Tabel 5. 4 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Pesimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2015 – 2030

Tahun	Kondisi Pesimis					
	kendaraan/hari					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2015	8.479	3.734	2.650	6.787	3.129	24.779
2016	8.733	3.846	2.730	6.991	3.223	25.522
2017	8.995	3.961	2.811	7.200	3.320	26.288
2018	9.265	4.080	2.896	7.416	3.419	27.077
2019	9.543	4.203	2.983	7.639	3.522	27.889
2020	9.829	4.329	3.072	7.868	3.627	28.726
2020	10.124	4.459	3.164	8.104	3.736	29.587
2022	10.428	4.592	3.259	8.347	3.848	30.475
2023	10.741	4.730	3.357	8.598	3.964	31.389
2024	11.063	4.872	3.458	8.855	4.083	32.331
2025	11.395	5.018	3.561	9.121	4.205	33.301
2026	11.737	5.169	3.668	9.395	4.331	34.300
2027	12.089	5.324	3.778	9.677	4.461	35.329
2028	12.452	5.484	3.892	9.967	4.595	36.389
2029	12.825	5.648	4.008	10.266	4.733	37.480
2030	13.210	5.817	4.129	10.574	4.875	38.605

(Sumber : PT. Bumi Waskita Wira)

Dari Tabel 5.4 diketahui dalam kondisi pesimis jumlah kendaraan pada Seksi III tahun 2020 sebesar 28.726 kendaraan/hari, tahun 2025 sebesar 33.301 kendaraan/hari dan tahun 2030 sebesar 38.605 kendaraan/hari.

b. Kondisi Moderat

Berikut perhitungan proyeksi lalu lintas harian dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2015 – 2030 ditunjukkan pada Tabel 5.5 :

Tabel 5. 5 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Moderat Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2015 – 2030

Tahun	Kondisi Moderat					
	kendaraan/hari					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2015	8.479	3.734	2.650	6.787	3.129	24.779
2016	8.900	3.919	2.782	7.124	3.284	26.009
2017	9.342	4.114	2.920	7.478	3.447	27.301
2018	9.806	4.318	3.065	7.849	3.619	28.656
2019	10.293	4.533	3.217	8.239	3.798	30.079
2020	10.804	4.758	3.377	8.648	3.987	31.572
2020	11.340	4.994	3.544	9.077	4.185	33.140
2022	11.903	5.242	3.720	9.528	4.393	34.785
2023	12.494	5.502	3.905	10.001	4.611	36.512
2024	13.114	5.775	4.099	10.497	4.840	38.325
2025	13.765	6.062	4.302	11.019	5.080	40.225
2026	14.449	6.363	4.516	11.566	5.332	42.225
2027	15.166	6.679	4.740	12.140	5.597	44.322
2028	15.919	7.011	4.975	12.743	5.875	46.522
2029	16.710	7.359	5.222	13.375	6.166	48.832
2030	17.539	7.724	5.482	14.039	6.473	51.257

(Sumber : PT. Bumi Waskita Wira)

Dari Tabel 5.5 diketahui dalam kondisi moderat jumlah kendaraan pada Seksi III tahun 2020 sebesar 31.572 kendaraan/hari, tahun 2025 sebesar 40.225 kendaraan/hari dan tahun 2030 sebesar 51.257 kendaraan/hari.

c. Kondisi Optimis

Berikut perhitungan proyeksi lalu lintas harian dalam kondisi optimis pada Seksi III dari tahun 2015 – 2030 ditunjukkan pada Tabel 5.6 :

Tabel 5. 6 Proyeksi Lalu Lintas Harian dalam Kondisi Optimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2015 – 2030

Tahun	Kondisi Optimis					
	kendaraan/hari					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2015	8.479	3.734	2.650	6.787	3.129	24.779
2016	9.067	3.993	2.834	7.257	3.346	26.496
2017	9.695	4.269	3.030	7.760	3.578	28.332
2018	10.367	4.565	3.240	8.298	3.826	30.296
2019	11.085	4.882	3.465	8.873	4.091	32.395
2020	11.853	5.220	3.705	9.488	4.374	34.640
2020	12.675	5.582	3.961	10.146	4.677	37.041
2022	13.553	5.969	4.236	10.849	5.002	39.608
2023	14.492	6.382	4.529	11.600	5.348	42.353
2024	15.497	6.824	4.843	12.404	5.719	45.288
2025	16.571	7.297	5.179	13.264	6.115	48.426
2026	17.719	7.803	5.538	14.183	6.539	51.782
2027	18.947	8.344	5.922	15.166	6.992	55.371
2028	20.260	8.922	6.332	16.217	7.477	59.208
2029	21.664	9.540	6.771	17.341	7.995	63.311
2030	23.165	10.202	7.240	18.543	8.549	67.698

(Sumber : PT. Bumi Waskita Wira)

Dari Tabel 5.6 diketahui dalam kondisi optimis jumlah kendaraan pada Seksi III tahun 2020 sebesar 34.640 kendaraan/hari, tahun 2025 sebesar 48.426 kendaraan/hari dan tahun 2030 sebesar 67.698 kendaraan/hari.

5.2 Lalu Lintas Jam Puncak

Berdasarkan data survei Traffic Counting (TC) yang dilakukan oleh PT. Waskita Bumi Wira dan Informasi jalan tol pada daerah Jawa Timur pada tahun 2020 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. Jumlah kendaraan jam puncak diperlukan karena emisi CO_2 terbesar terletak pada jumlah kendaraan tertinggi di jam tertentu. Dengan menggunakan jumlah kendaraan jam puncak sebagai landasan perencanaan, emisi yang dihitung akan lebih akurat dan memenuhi kondisi eksisting yang ada di jalan tol.

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

$$Vjp = Vh \times \%Jam\ Puncak$$

Persamaan 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 2015 – 2030, perhitungan volume kendaraan jam puncak Seksi I dan Seksi III akan dihitung mulai dari tahun 2020 – 2030, berikut perhitungannya :

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)
   a. Kondisi Pesimis

      Dengan menggunakan data proyeksi lalu lintas harian pada Tabel 5.1 maka dapat dihitung volume kendaraan jam puncak dalam kondisi pesimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.7 sebagai berikut :

Tabel 5. 7 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Pesimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2020 – 2030

Tahun	Kondisi Pesimis					
	kendaraan/jam					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2020	592	291	202	526,9	245	1.857
2021	610	300	208	543	252	1.912
2022	628	309	214	559	260	1.970
2023	647	318	220	576	267	2.029
2024	667	327	227	593	275	2.090
2025	687	337	234	611	284	2.152
2026	707	347	241	629	292	2.217
2027	729	358	248	648	301	2.284
2028	750	368	256	667	310	2.352
2029	773	380	263	687	319	2.423
2030	796	391	271	708	329	2.495

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.7 diketahui dalam kondisi pesimis volume kendaraan jam puncak pada Seksi I tahun 2020 sebesar

1.857 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 2.152 kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 2.495 kendaraan/jam.

b. Kondisi Moderat

Dengan menggunakan data proyeksi lalu lintas harian pada Tabel 5.2 maka dapat dihitung volume kendaraan jam puncak dalam kondisi moderat pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.8 sebagai berikut :

Tabel 5. 8 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Moderat Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2020 – 2030

Tahun	Kondisi Moderat					
	kendaraan/jam					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2020	651	320	222	579,1	269	2.041
2021	683	336	233	608	282	2.142
2022	717	352	244	638	296	2.248
2023	753	370	256	670	311	2.360
2024	790	388	269	703	327	2.477
2025	830	407	283	738	343	2.600
2026	871	428	297	775	360	2.729
2027	914	449	311	813	378	2.865
2028	959	471	327	853	396	3.007
2029	1.007	494	343	896	416	3.156
2030	1.057	519	360	940	437	3.313

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.8 diketahui dalam kondisi moderat volume kendaraan jam puncak pada Seksi I tahun 2020 sebesar 2.041 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 2.600

kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 3.313 kendaraan/jam.

c. Kondisi Optimis

Dengan menggunakan data proyeksi lalu lintas harian pada Tabel 5.3 maka dapat dihitung volume kendaraan jam puncak dalam kondisi optimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.9 sebagai berikut :

Tabel 5. 9 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Optimis Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Tahun 2020 – 2030

Tahun	Kondisi Optimis					
	kendaraan/jam					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2020	714	351	243	635,4	295	2.239
2021	764	375	260	679	316	2.394
2022	817	401	278	726	337	2.560
2023	873	429	298	777	361	2.737
2024	934	459	318	831	386	2.927
2025	999	490	340	888	413	3.130
2026	1.068	524	364	950	441	3.347
2027	1.142	561	389	1.016	472	3.579
2028	1.221	600	416	1.086	504	3.827
2029	1.306	641	445	1.161	539	4.092
2030	1.396	685	476	1.242	577	4.376

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.9 diketahui dalam kondisi optimis volume kendaraan jam puncak pada Seksi I tahun 2020 sebesar 2.239 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 3.130 kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 4.376 kendaraan/jam.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)

   a. Kondisi Pesimis

      Dengan menggunakan data proyeksi lalu lintas harian pada Tabel 5.4 maka dapat dihitung volume kendaraan jam puncak dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.10 sebagai berikut :

Tabel 5. 10 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Pesimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2020 – 2030

Tahun	Kondisi Pesimis					
	kendaraan/jam					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2020	638	281	199	510,6	235	1.864
2021	657	289	205	526	242	1.920
2022	677	298	212	542	250	1.978
2023	697	307	218	558	257	2.037
2024	718	316	224	575	265	2.098
2025	740	326	231	592	273	2.161
2026	762	335	238	610	281	2.226
2027	785	346	245	628	290	2.293
2028	808	356	253	647	298	2.362
2029	832	367	260	666	307	2.432
2030	857	378	268	686	316	2.505

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.10 diketahui dalam kondisi pesimis volume kendaraan jam puncak pada Seksi III tahun 2020 sebesar 1.864 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 2.161 kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 2.505 kendaraan/jam.

b. Kondisi Moderat

Dengan menggunakan data proyeksi lalu lintas harian pada Tabel 5.5 maka dapat dihitung volume kendaraan jam puncak dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.11 sebagai berikut :

Tabel 5. 11 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Moderat Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2020 – 2030

Tahun	Kondisi Moderat					
	kendaraan/jam					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2020	701	309	219	561,3	259	2.049
2021	736	324	230	589	272	2.151
2022	773	340	241	618	285	2.258
2023	811	357	253	649	299	2.370
2024	851	375	266	681	314	2.487
2025	893	393	279	715	330	2.611
2026	938	413	293	751	346	2.740
2027	984	433	308	788	363	2.876
2028	1.033	455	323	827	381	3.019
2029	1.084	478	339	868	400	3.169
2030	1.138	501	356	911	420	3.327

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.11 diketahui dalam kondisi moderat volume kendaraan jam puncak pada Seksi III tahun 2020 sebesar 2.049 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 2.611 kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 3.327 kendaraan/jam.

c. Kondisi Optimis

Dengan menggunakan data proyeksi lalu lintas harian pada Tabel 5.5 maka dapat dihitung volume kendaraan jam puncak dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.12 sebagai berikut :

Tabel 5. 12 Volume Kendaraan Jam Puncak dalam Kondisi Optimis Seksi III (Boboh – Bunder) Tahun 2020 – 2030

Tahun	Kondisi Optimis					
	kendaraan/jam					
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2020	769	339	240	615.8	284	2.248
2021	823	362	257	658	304	2.404
2022	880	387	275	704	325	2.571
2023	941	414	294	753	347	2.749
2024	1.006	443	314	805	371	2.939
2025	1.075	474	336	861	397	3.143
2026	1.150	506	359	920	424	3.361
2027	1.230	542	384	984	454	3.594
2028	1.315	579	411	1052	485	3.843
2029	1.406	619	439	1125	519	4.109
2030	1.503	662	470	1203	555	4.394

(Sumber : Hasil Perhitungan)

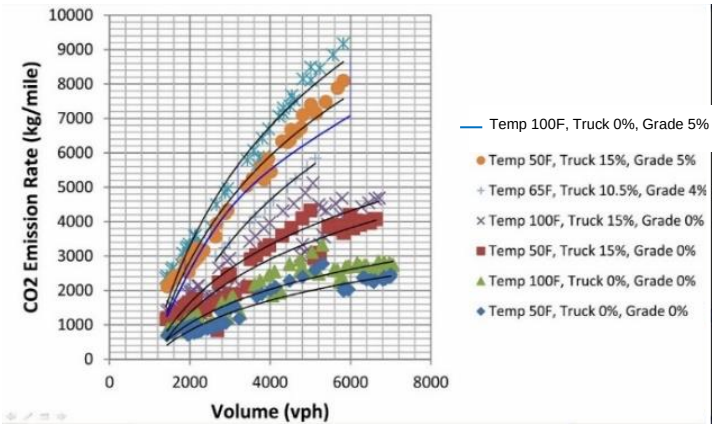
Dari Tabel 5.12 diketahui dalam kondisi optimis volume kendaraan jam puncak pada Seksi III tahun 2020 sebesar 2.248 kendaraan/jam, tahun 2025 sebesar 3.143 kendaraan/jam dan tahun 2030 sebesar 4.394 kendaraan/jam.

5.3 Emisi CO_2

Setelah mendapatkan volume kendaraan pada jam puncak tiap tahunnya, selanjutnya yaitu menghitung emisi CO_2 yang dihasilkan tiap tahunnya dengan menggunakan prinsip Model Box. 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.

Emisi CO_2 yang dihasilkan oleh volume kendaraan pada jam puncak harus disesuaikan nantinya dengan tanaman agar tidak menimbulkan pencemaran. Menurut Abou-senna (2013), terdapat hubungan antara jumlah kendaraan dengan persentase truk, temperatur dan kemiringan tertentu, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.32 sebelumnya. Dari grafik tersebut diperlukan menghitung persentase truk pada tiap tahunnya terlebih dahulu yang mana pada Seksi I sebesar 41,56% dan Seksi III sebesar 40,02%.

Dari persentase truk tersebut harus diinterpolasi dengan grafik pada Gambar 2.32 untuk mendapatkan jumlah emisi yang sesuai dengan jumlah kendaraan jam puncak. Berikut ditunjukkan pada Gambar 5.1 interpolasi dari grafik volume kendaraan – emisi CO_2 :



Gambar 5. 1 Interpolasi Grafik Volume Kendaraan – Emisi CO_2

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari grafik pada Gambar 5.1 data yang digunakan adalah grafik dengan kondisi *Temp* 100F, *Truck* 0%, *Grade* 0% dan *Temp* 100F, *Truck* 15%, *Grade* 0% untuk Seksi I, serta kondisi *Temp* 100F, *Truck* 0%, *Grade* 5% dan *Temp* 100F, *Truck* 15%, *Grade* 5% untuk Seksi III. Penentuan *grade* ini berdasarkan kemiringan permukaan tanah pada masing-masing seksi.

Interpolasi linear yang dilakukan berdasarkan rumus emisi CO_2 pada Persamaan 4.2 sebagai berikut :

$$\text{Emisi } CO_2 = (Ft \times n_{truk}) + (Fnt \times n_{non\ truk}) \quad \text{Persamaan 4.2}$$

Dimana :

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

Ft = Faktor Truk

Fnt = Faktor Non Truk

n_{truk} = Volume Truk (kendaraan/jam)

$n_{non\ truk}$ = Volume Non Truk (kendaraan/jam)

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)

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

   600 = (Ft x 0) + (Fnt x (100% x 1.400))

   Fnt = 1,381

   Pers II (*Temp* 100F, *Truck* 15%, *Grade* 0%)

   800 = (Ft x (15% x 1.400)) + (1,381 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 41,56%, Fnt adalah 1,381 dan Ft adalah 0,428. Berikut perhitungan emisi CO_2 dalam kondisi pesimis, kondisi moderat dan kondisi optimis tiap tahunnya:

   a. Kondisi Pesimis

      Dengan menggunakan data volume kendaraan jam puncak pada Tabel 5.7 maka dapat dihitung emisi CO_2 dalam kondisi pesimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.13 sebagai berikut :

Tabel 5. 13 Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Pesimis

Tahun	Kondisi Pesimis		
	Truck%	Volume (kendaraan/jam)	Emisi CO2 (kg/mile)
2020	41,56	1.857	1.530,592
2021	41,56	1.912	1.576,523
2022	41,56	1.970	1.623,857
2023	41,56	2.029	1.672,532
2024	41,56	2.090	1.722,665
2025	41,56	2.152	1.774,381
2026	41,56	2.217	1.827,646
2027	41,56	2.284	1.882,486
2028	41,56	2.352	1.938,903
2029	41,56	2.423	1.997,103
2030	41,56	2.495	2.056,996

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.13 diketahui dalam kondisi pesimis jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan pada Seksi I tahun 2020 sebesar 1.530,592 kg/mile, tahun 2025 sebesar 1.774,381 kg/mile dan tahun 2030 sebesar 2.056,996 kg/mile.

b. Kondisi Moderat

Dengan menggunakan data volume kendaraan jam puncak pada Tabel 5.8 maka dapat dihitung emisi CO_2 dalam kondisi moderat pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.14 sebagai berikut :

Tabel 5. 14 Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Moderat

Tahun	Kondisi Moderat		
	Truck%	Volume (kendaraan/jam)	Emisi CO2 (kg/mile)
2020	41,56	2.041	1.682,319
2021	41,56	2.142	1.765,852
2022	41,56	2.248	1.853,504
2023	41,56	2.360	1.945,504
2024	41,56	2.477	2.042,066
2025	41,56	2.600	2.143,480
2026	41,56	2.729	2.249,919
2027	41,56	2.865	2.361,646
2028	41,56	3.007	2.478,862
2029	41,56	3.156	2.601,986
2030	41,56	3.313	2.731,153

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.14 diketahui dalam kondisi moderat jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan pada Seksi I tahun 2020 sebesar 1.682,319 kg/mile, tahun 2025 sebesar 2.143,480 kg/mile dan tahun 2030 sebesar 2.731,153 kg/mile.

c. Kondisi Optimis

Dengan menggunakan data volume kendaraan jam puncak pada Tabel 5.9 maka dapat dihitung emisi CO_2 dalam kondisi optimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.15 sebagai berikut :

Tabel 5. 15 Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Optimis

Tahun	Kondisi Optimis		
	Truck%	Volume (kendaraan/jam)	Emisi CO2 (kg/mile)
2020	41,56	2.239	1.845,790
2021	41,56	2.394	1.973,671
2022	41,56	2.560	2.110,468
2023	41,56	2.737	2.256,728
2024	41,56	2.927	2.413,065
2025	41,56	3.130	2.580,303
2026	41,56	3.347	2.759,174
2027	41,56	3.579	2.950,369
2028	41,56	3.827	3.154,801
2029	41,56	4.092	3.373,431
2030	41,56	4.376	3.607,198

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.15 diketahui dalam kondisi optimis jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan pada Seksi I tahun 2020 sebesar 1.845,790 kg/mile, tahun 2025 sebesar 2.580,303 kg/mile dan tahun 2030 sebesar 3.607,198 kg/mile.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)

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

1200 = (Ft x 0) + (fnt x (100% x 1.400))

Fnt = 0,857

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

1500 = (Ft x (15% x 1.400)) + (0,857 x (85% x 1.400))

Ft = 0,397

Dari kedua persamaan di atas dapat dihitung emisi tiap tahunnya sesuai dengan volume kendaraan jam puncak tiap

tahunnya dan dengan kondisi truk 40,02%, Fnt adalah 0,857 dan Ft adalah 0,397. Berikut perhitungan emisi CO_2 dalam kondisi pesimis, kondisi moderat dan kondisi optimis tiap tahunnya :

a. Kondisi Pesimis

Dengan menggunakan data volume kendaraan jam puncak pada Tabel 5.10 maka dapat dihitung emisi CO_2 dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.16 sebagai berikut :

Tabel 5. 16 Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Pesimis

Tahun	Kondisi Pesimis		
	Truck%	Volume (kendaraan/jam)	Emisi CO2 (kg/mile)
2020	40,02	1.864	1.254,548
2021	40,02	1.920	1.292,137
2022	40,02	1.978	1.330,929
2023	40,02	2.037	1.370,808
2024	40,02	2.098	1.411,977
2025	40,02	2.161	1.454,344
2026	40,02	2.226	1.497,966
2027	40,02	2.293	1.542,898
2028	40,02	2.362	1.589,197
2029	40,02	2.432	1.636,831
2030	40,02	2.505	1.685,969

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.16 diketahui dalam kondisi pesimis jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan pada Seksi III tahun 2020 sebesar 1.254,548 kg/mile, tahun 2025 sebesar

1.454,344 kg/mile dan tahun 2030 sebesar 1.685,969 kg/mile.

b. Kondisi Moderat

Dengan menggunakan data volume kendaraan jam puncak pada Tabel 5.11 maka dapat dihitung emisi CO_2 dalam kondisi moderat pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.17 sebagai berikut :

Tabel 5. 17 Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Moderat

Tahun	Kondisi Moderat		
	Truck%	Volume (kendaraan/jam)	Emisi CO2 (kg/mile)
2020	40,02	2.049	1.378,807
2021	40,02	2.151	1.447,300
2022	40,02	2.258	1.519,120
2023	40,02	2.370	1.594,545
2024	40,02	2.487	1.673,739
2025	40,02	2.611	1.756,667
2026	40,02	2.740	1.844,052
2027	40,02	2.876	1.935,638
2028	40,02	3.019	2.031,699
2029	40,02	3.169	2.132,625
2030	40,02	3.327	2.238,513

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.17 diketahui dalam kondisi moderat jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan pada Seksi III tahun 2020 sebesar 1.378,807 kg/mile, tahun 2025 sebesar 1.756,667 kg/mile dan tahun 2030 sebesar 2.238,513 kg/mile.

c. Kondisi Optimis

Dengan menggunakan data volume kendaraan jam puncak pada Tabel 5.12 maka dapat dihitung emisi CO_2 dalam kondisi optimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.18 sebagai berikut :

Tabel 5. 18 Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Optimis

Tahun	Kondisi Optimis		
	Truck%	Volume (kendaraan/jam)	Emisi CO2 (kg/mile)
2020	40,02	2.248	1.512,816
2021	40,02	2.404	1.617,669
2022	40,02	2.571	1.729,753
2023	40,02	2.749	1.849,679
2024	40,02	2.939	1.977,843
2025	40,02	3.143	2.114,880
2026	40,02	3.361	2.261,444
2027	40,02	3.594	2.418,191
2028	40,02	3.843	2.585,747
2029	40,02	4.109	2.764,933
2030	40,02	4.394	2.956,511

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.18 diketahui dalam kondisi optimis jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan pada Seksi III tahun 2020 sebesar 1.512,816 kg/mile, tahun 2025 sebesar 2.114,880 kg/mile dan tahun 2030 sebesar 2.956,511 kg/mile.

Perhitungan emisi CO_2 dalam perencanaan ini tidak memperhitungkan umur kendaraan bermotor. Menurut Muziansyah (2015), umur mesin kendaraan berpengaruh terhadap

konsentrasi emisi CO yang dihasilkan kendaraan bermotor. Semakin tua umur mesin maka konsentrasi emisi CO yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh komponen-komponen mesin yang telah mengalami proses keausan dan terdapat banyak kotoran pada saringan udara kendaraan bermotor.

Untuk perencanaan atau penelitian selanjutnya dapat ditinjau juga dari umur kendaraan bermotor yang mengeluarkan emisi CO_2 sehingga hasil yang diberikan dapat lebih akurat. Dengan adanya variabel lain dalam perencanaan vegetasi di jalan tol, hasil yang diberikan dapat lebih baik lagi. Diperlukan data-data yang lebih banyak dan detail untuk menghasilkan perencanaan yang lebih baik kedepannya.

5.4 Kebutuhan Vegetasi Penyerap Emisi CO_2

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. Banyak faktor yang mempengaruhi daya serap karbon dioksida. Diantaranya ditentukan oleh mutu klorofil. Mutu klorofil ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya magnesium yang menjadi inti klorofil. Semakin besar tingkat magnesium, daun akan berwarna hijau gelap (Alamendah, 2010).

Vegetasi/tanaman dibutuhkan sebagai media untuk menyerap CO_2 yang dapat mencemari lingkungan. Pada perencanaan kali ini vegetasi yang digunakan adalah kombinasi

antara rumput, semak/perdu dan pohon. Penanaman vegetasi dilakukan tiap tahun dengan menyesuaikan jumlah emisi yang terus meningkat. Berdasarkan Prasetyo (2002), 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 Persamaan 4.3 sebagai berikut :

$$\text{Emisi } CO_2' = \text{Emisi } CO_2 \times L \qquad \text{Persamaan 4.3}$$

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)

Panjang jalan tol pada Seksi I adalah 9,45 km atau 5,868 mile dan pada Seksi III adalah 6,02 km atau 3,738 mile.

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)
   a. Kondisi Pesimis

      Berdasarkan data emisi CO_2 dari Tabel 5.13 maka dapat dihitung konversi jumlah emisi CO_2 menjadi kg/jam dalam kondisi pesimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.19 sebagai berikut :

Tabel 5. 19 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Pesimis

Tahun	Kondisi Pesimis		
	Panjang Jalan (mile)	Emisi CO2 (kg/mile)	Emisi CO2 (kg/jam)
2020	5,868	1.530,592	8.982,205
2021	5,868	1.576,523	9.251,746
2022	5,868	1.623,857	9.529,522
2023	5,868	1.672,532	9.815,169
2024	5,868	1.722,665	10.109,376
2025	5,868	1.774,381	10.412,869
2026	5,868	1.827,646	10.725,448
2027	5,868	1.882,486	11.047,277
2028	5,868	1.938,903	11.378,355
2029	5,868	1.997,103	11.719,898
2030	5,868	2.056,996	12.071,380

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.19 diketahui dalam kondisi pesimis jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi pada Seksi I tahun 2020 menjadi 8.982,205 kg/jam, tahun 2025 menjadi 10.412,869 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 12.071,380 kg/jam.

b. Kondisi Moderat

Berdasarkan data emisi CO_2 dari Tabel 5.14 maka dapat dihitung konversi jumlah emisi CO_2 menjadi kg/jam dalam kondisi moderat pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.20 sebagai berikut :

Tabel 5. 20 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Moderat

Tahun	Kondisi Moderat		
	Panjang Jalan (mile)	Emisi CO2 (kg/mile)	Emisi CO2 (kg/jam)
2020	5,868	1.682,319	9.872,606
2021	5,868	1.765,852	10.362,813
2022	5,868	1.853,504	10.877,195
2023	5,868	1.945,504	11.417,094
2024	5,868	2.042,066	11.983,763
2025	5,868	2.143,480	12.578,906
2026	5,868	2.249,919	13.203,538
2027	5,868	2.361,646	13.859,202
2028	5,868	2.478,862	14.547,076
2029	5,868	2.601,986	15.269,626
2030	5,868	2.731,153	16.027,633

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.20 diketahui dalam kondisi moderat jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi pada Seksi I tahun 2020 menjadi 9.872,606 kg/jam, tahun 2025 menjadi 12.578,906 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 16.027,633 kg/jam.

c. Kondisi Optimis

Berdasarkan data emisi CO_2 dari Tabel 5.15 maka dapat dihitung konversi jumlah emisi CO_2 menjadi kg/jam dalam kondisi optimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.21 sebagai berikut :

Tabel 5. 21 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi I dalam Kondisi Optimis

Tahun	Kondisi Optimis		
	Panjang Jalan (mile)	Emisi CO2 (kg/mile)	Emisi CO2 (kg/jam)
2020	5,868	1.845.790	10.831,926
2021	5,868	1.973.671	11.582,388
2022	5,868	2.110.468	12.385,174
2023	5,868	2.256.728	13.243,493
2024	5,868	2.413.065	14.160,954
2025	5,868	2.580.303	15.142,382
2026	5,868	2.759.174	16.192,075
2027	5,868	2.950.369	17.314,096
2028	5,868	3.154.801	18.513,794
2029	5,868	3.373.431	19.796,811
2030	5,868	3.607.198	21.168,659

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.21 diketahui dalam kondisi optimis jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi pada Seksi I tahun 2020 menjadi 10.831,926 kg/jam, tahun 2025 menjadi 15.142,382 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 21.168,659 kg/jam.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)
   a. Kondisi Pesimis

      Berdasarkan data emisi CO_2 dari Tabel 5.16 maka dapat dihitung konversi jumlah emisi CO_2 menjadi kg/jam dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.22 sebagai berikut :

Tabel 5. 22 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Pesimis

Tahun	Kondisi Pesimis		
	Panjang Jalan (mile)	Emisi CO2 (kg/mile)	Emisi CO2 (kg/jam)
2020	3,738	1.254,548	4.690,028
2021	3,738	1.292,137	4.830,550
2022	3,738	1.330,929	4.975,570
2023	3,738	1.370,808	5.124,657
2024	3,738	1.411,977	5.278,561
2025	3,738	1.454,344	5.436,948
2026	3,738	1.497,966	5.600,026
2027	3,738	1.542,898	5.768,002
2028	3,738	1.589,197	5.941,085
2029	3,738	1.636,831	6.119,163
2030	3,738	1.685,969	6.302,859

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.22 diketahui dalam kondisi pesimis jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi pada Seksi III tahun 2020 menjadi 4.690,028 kg/jam, tahun 2025 menjadi 5.436,948 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 6.302,859 kg/jam.

b. Kondisi Moderat

Berdasarkan data emisi CO_2 dari Tabel 5.17 maka dapat dihitung konversi jumlah emisi CO_2 menjadi kg/jam dalam kondisi moderat pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.23 sebagai berikut :

Tabel 5. 23 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Moderat

Tahun	Kondisi Moderat		
	Panjang Jalan (mile)	Emisi CO2 (kg/mile)	Emisi CO2 (kg/jam)
2020	3,738	1.378,807	5.154,561
2021	3,738	1.447,300	5.410,615
2022	3,738	1.519,120	5.679,108
2023	3,738	1.594,545	5.961,080
2024	3,738	1.673,739	6.257,139
2025	3,738	1.756,667	6.567,158
2026	3,738	1.844,052	6.893,841
2027	3,738	1.935,638	7.236,229
2028	3,738	2.031,699	7.595,345
2029	3,738	2.132,625	7.972,647
2030	3,738	2.238,513	8.368,503

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.23 diketahui dalam kondisi moderat jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi pada Seksi III tahun 2020 menjadi 5.154,561 kg/jam, tahun 2025 menjadi 6.567,158 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 8.368,503 kg/jam.

c. Kondisi Optimis

Berdasarkan data emisi CO_2 dari Tabel 5.18 maka dapat dihitung konversi jumlah emisi CO_2 menjadi kg/jam dalam kondisi moderat pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.24 sebagai berikut :

Tabel 5. 24 Konversi Jumlah Emisi CO_2 Seksi III dalam Kondisi Optimis

Tahun	Kondisi Optimis		
	Panjang Jalan (mile)	Emisi CO2 (kg/mile)	Emisi CO2 (kg/jam)
2020	3,738	1.512,816	5.655,543
2021	3,738	1.617,669	6.047,525
2022	3,738	1.729,753	6.466,545
2023	3,738	1.849,679	6.914,876
2024	3,738	1.977,843	7.394,007
2025	3,738	2.114,880	7.906,308
2026	3,738	2.261,444	8.454,227
2027	3,738	2.418,191	9.040,215
2028	3,738	2.585,747	9.666,608
2029	3,738	2.764,933	10.336,479
2030	3,738	2.956,511	11.052,679

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.24 diketahui dalam kondisi optimis jumlah emisi CO_2 yang telah dikonversi pada Seksi III tahun 2020 menjadi 5.655,543 kg/jam, tahun 2025 menjadi 7.906,308 kg/jam dan tahun 2030 menjadi 11.052,679 kg/jam.

Setelah mendapatkan jumlah emisi CO_2 kg/jam maka dapat dihitung kebutuhan lahan vegetasi untuk mencegah pencemaran udara dari emisi CO_2 tersebut. Berikut rumus pada Persamaan 4.4 yang digunakan untuk menghitung daya serap emisi CO_2 sesuai vegetasi yang akan digunakan :

$$A = \text{Emisi } CO_2' / P \quad x \ \%\text{vegetasi}$$

Persamaan 4.4

Dimana :

A	= Lahan Vegetasi (ha)
Emisi CO_2'	= Jumlah Emisi CO_2 (kg/jam)
P	= Daya Serap Vegetasi (kg/ha/jam)
%vegetasi	= Persentase Komposisi Vegetasi (%)

Komposisi vegetasi yang digunakan untuk penutup lahan yaitu 3% rumput, 90% semak/perdu dan 7% pohon. 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 dan 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. Kemudian rumput didesain untuk menyerap persebaran emisi CO_2 yang mengarah ke bawah dan pohon didesain untuk menyerap persebaran emisi CO_2 yang mengarah ke atas. Dengan adanya ketiga tipe vegetasi ini, persebaran emisi CO_2 akan lebih terjaga dan diserap dengan baik untuk menekan tingkat pencemaran udara.

Jenis vegetasi rumput yang digunakan yaitu rumput lamuran, perdu/semak yaitu agave, pakis dan paku-pakuan serta pohon yaitu trembesi. 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 CO_2 yang terus meningkat.

Penanaman tiap tahun ini dilakukan pada masing-masing tipe vegetasi yaitu rumput, perdu/semak dan pohon sesuai dengan kebutuhan vegetasi untuk menyerap emisi CO_2. Berikut perhitungan kebutuhan lahan vegetasi dan penambahan vegetasi tiap tahunnya pada ketiga skenario perencanaan :

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)
   a. Kondisi Pesimis

      Dengan menggunakan data jumlah emisi CO_2 pada Tabel 5.19 maka dapat dihitung kebutuhan lahan dan penambahannya tiap tahun dalam kondisi pesimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.25 sebagai berikut :

Tabel 5. 25 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Pesimis

Tahun	Kondisi Pesimis						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	8.982,205	98,345	0	643,629	0	4,840	0
2021	9.251,746	101,296	2,951	662,944	19,314	4,985	0,145
2022	9.529,522	104,338	3,041	682,848	19,904	5,134	0,150
2023	9.815,169	107,465	3,128	703,316	20,468	5,288	0,154
2024	10.109,376	110,687	3,221	724,398	21,082	5,447	0,159
2025	10.412,869	114,010	3,323	746,145	21,747	5,610	0,164
2026	10.725,448	117,432	3,422	768,543	22,398	5,779	0,168
2027	11.047,277	120,956	3,524	791,604	23,061	5,952	0,173
2028	11.378,355	124,581	3,625	815,328	23,724	6,131	0,178
2029	11.719,898	128,320	3,740	839,802	24,474	6,315	0,184
2030	12.071,380	132,168	3,848	864,987	25,186	6,504	0,189

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.25 diketahui dalam kondisi pesimis, Seksi I membutuhkan lahan rumput seluas 98,345 ha pada tahun 2020, 114,010 ha pada tahun 2025 dan 132,168 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 33,823 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 643,629 ha pada tahun 2020, 746,145 ha pada tahun 2025 dan 864,987 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 221,358 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 4,840 ha pada tahun 2020, 5,610 ha pada tahun 2025 dan 6,504 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 1,664 ha.

b. Kondisi Moderat

Dengan menggunakan data jumlah emisi CO_2 pada Tabel 5.20 maka dapat dihitung kebutuhan lahan dan penambahannya tiap tahun dalam kondisi moderat pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.26 sebagai berikut :

Tabel 5. 26 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Moderat

Tahun	Kondisi Moderat						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	9.872,606	108,094	0	707,432	0	5,319	0
2021	10.362,813	113,461	5,367	742,558	35,126	5,583	0,264
2022	10.877,195	119,093	5,632	779,417	36,859	5,861	0,277
2023	11.417,094	125,005	5,911	818,104	38,687	6,151	0,291
2024	11.983,763	131,209	6,204	858,709	40,605	6,457	0,305
2025	12.578,906	137,725	6,516	901,355	42,646	6,777	0,321
2026	13.203,538	144,564	6,839	946,113	44,759	7,114	0,337
2027	13.859,202	151,743	7,179	993,096	46,982	7,467	0,353
2028	14.547,076	159,275	7,531	1.042,386	49,290	7,838	0,371
2029	15.269,626	167,186	7,911	1.094,161	51,775	8,227	0,389
2030	16.027,633	175,485	8,299	1.148,477	54,316	8,636	0,408

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.26 diketahui dalam kondisi moderat, Seksi I membutuhkan lahan rumput seluas 108,094 ha pada tahun 2020, 137,725 ha pada tahun 2025 dan 175,485 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 67,391 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 707,432 ha pada tahun 2020, 901,355 ha pada tahun 2025 dan 1.148,477 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 441,045 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 5,319 ha pada tahun 2020, 6,777 ha pada tahun 2025 dan 8,636 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 3,317 ha.

c. Kondisi Optimis

Dengan menggunakan data jumlah emisi CO_2 pada Tabel 5.21 maka dapat dihitung kebutuhan lahan dan penambahannya tiap tahun dalam kondisi optimis pada Seksi I dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.27 sebagai berikut :

Tabel 5. 27 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Optimis

Tahun	Kondisi Optimis						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	10.831,926	118,598	0	776,173	0	5,836	0
2021	11.582,388	126,814	8,217	829,948	53,775	6,241	0,404
2022	12.385,174	135,604	8,790	887,473	57,524	6,673	0,433
2023	13.243,493	145,002	9,398	948,976	61,504	7,136	0,462
2024	14.160,954	155,047	10,045	1.014,718	65,742	7,630	0,494
2025	15.142,382	165,793	10,746	1.085,043	70,325	8,159	0,529
2026	16.192,075	177,285	11,493	1.160,260	75,217	8,724	0,566
2027	17.314,096	189,570	12,285	1.240,660	80,400	9,329	0,605
2028	18.513,794	202,706	13,135	1.326,625	85,966	9,975	0,646
2029	19.796,811	216,753	14,048	1.418,561	91,936	10,666	0,691
2030	21.168,659	231,774	15,020	1.516,863	98,301	11,406	0,739

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.27 diketahui dalam kondisi optimis, Seksi I membutuhkan lahan rumput seluas 118,598 ha pada tahun 2020, 165,793 ha pada tahun 2025 dan 231,774 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 113,176 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 776,173 ha pada tahun 2020, 1.085,043

pada tahun 2025 dan 1.516,863 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 740,69 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 5,836 ha pada tahun 2020, 8,159 ha pada tahun 2025 dan 11,406 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 5,57 ha.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)
   a. Kondisi Pesimis

      Dengan menggunakan data jumlah emisi CO_2 pada Tabel 5.22 maka dapat dihitung kebutuhan lahan dan penambahannya tiap tahun dalam kondisi pesimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.28 sebagai berikut :

Tabel 5. 28 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Pesimis

Tahun	Kondisi Pesimis						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	4.690,028	51,351	0	336,069	0	2,527	0
2021	4.830,550	52,889	1,539	346,138	10,069	2,603	0,076
2022	4.975,570	54,477	1,588	356,530	10,392	2,681	0,078
2023	5.124,657	56,109	1,632	367,213	10,683	2,761	0,080
2024	5.278,561	57,794	1,685	378,241	11,028	2,844	0,083
2025	5.436,948	59,529	1,734	389,590	11,349	2,929	0,085
2026	5.600,026	61,314	1,786	401,276	11,686	3,017	0,088
2027	5.768,002	63,153	1,839	413,312	12,037	3,108	0,091
2028	5.941,085	65,048	1,895	425,715	12,402	3,201	0,093
2029	6.119,163	66,998	1,950	438,475	12,760	3,297	0,096
2030	6.302,859	69,009	2,011	451,638	13,163	3,396	0,099

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.28 diketahui dalam kondisi pesimis, Seksi III membutuhkan lahan rumput seluas 51,351 ha pada tahun 2020, 59,529 ha pada tahun 2025 dan 69,009 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 17,658 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 336,069 ha pada tahun 2020, 389,590 ha pada tahun 2025 dan 451,638 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 115,569 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 2,527 ha pada tahun 2020, 2,929 ha pada tahun 2025 dan 3,396 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 0,869 ha.

b. Kondisi Moderat

Dengan menggunakan data jumlah emisi CO_2 pada Tabel 5.23 maka dapat dihitung kebutuhan lahan dan penambahannya tiap tahun dalam kondisi moderat pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.29 sebagai berikut :

Tabel 5. 29 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Moderat

Tahun	Kondisi Moderat						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	5.154,561	56,437	0	369,355	0	2,777	0
2021	5.410,615	59,240	2,804	387,703	18,348	2,915	0,138
2022	5.679,108	62,180	2,940	406,942	19,239	3,060	0,145
2023	5.961,080	65,267	3,087	427,147	20,205	3,212	0,152
2024	6.257,139	68,509	3,242	448,362	21,214	3,371	0,160
2025	6.567,158	71,903	3,394	470,577	22,215	3,538	0,167
2026	6.893,841	75,480	3,577	493,985	23,409	3,714	0,176
2027	7.236,229	79,229	3,749	518,520	24,534	3,899	0,184
2028	7.595,345	83,161	3,932	544,252	25,733	4,092	0,193
2029	7.972,647	87,292	4,131	571,288	27,036	4,296	0,203
2030	8.368,503	91,626	4,334	599,654	28,365	4,509	0,213

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.29 diketahui dalam kondisi moderat, Seksi III membutuhkan lahan rumput seluas 56,437 ha pada tahun 2020, 71,903 ha pada tahun 2025 dan 91,626 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 35,189 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 369,355 ha pada tahun 2020, 470,577 ha pada tahun 2025 dan 599,654 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 230,299 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 2,777 ha pada tahun 2020, 3,538 ha pada tahun 2025 dan 4,509 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 1,732 ha.

c. Kondisi Optimis

Dengan menggunakan data jumlah emisi CO_2 pada Tabel 5.24 maka dapat dihitung kebutuhan lahan dan penambahannya tiap tahun dalam kondisi optimis pada Seksi III dari tahun 2020 – 2030 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.30 sebagai berikut :

Tabel 5. 30 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Optimis

Tahun	Kondisi Optimis						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	5.655,543	61,922	0	405,254	0	3,047	0
2021	6.047,525	66,214	4,292	433,342	28,088	3,258	0,211
2022	6.466,545	70,802	4,588	463,367	30,025	3,484	0,226
2023	6.914,876	75,710	4,909	495,493	32,126	3,726	0,242
2024	7.394,007	80,956	5,246	529,825	34,333	3,984	0,258
2025	7.906,308	86,565	5,609	566,535	36,709	4,260	0,276
2026	8.454,227	92,565	5,999	605,797	39,262	4,555	0,295
2027	9.040,215	98,980	6,416	647,786	41,990	4,871	0,316
2028	9.666,608	105,839	6,858	692,671	44,885	5,208	0,337
2029	10.336,479	113,173	7,334	740,671	48,000	5,569	0,361
2030	11.052,679	121,015	7,842	791,991	51,320	5,955	0,386

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.30 diketahui dalam kondisi optimis, Seksi III membutuhkan lahan rumput seluas 61,922 ha pada tahun 2020, 86,565 ha pada tahun 2025 dan 121,015 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 59,093 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 405,254 ha pada tahun 2020, 566,535 ha pada tahun 2025 dan 791,991 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 386,737 ha. Lalu

kebutuhan lahan pohon seluas 3,047 ha pada tahun 2020, 4,260 ha pada tahun 2025 dan 5,955 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 2,908 ha.

Dari perhitungan di atas maka dapat diketahui luasan yang paling besar adalah pada kondisi optimis. Dengan melihat kondisi terburuk yang dapat terjadi maka kebutuhan vegetasi yang digunakan adalah pada kondisi optimis. Kondisi tersebut digunakan untuk meminimalkan pencemaran udara yang akan terjadi.

Hasil perhitungan di atas merupakan gambaran dengan komposisi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7%. Melihat hasil yang sangat besar dan tidak memungkinkan apabila diaplikasikan pada kondisi eksisting dimana banyak terdapat bangunan di sekitar jalan tol, maka dirasa perlu untuk dihitung kembali dengan komposisi vegetasi yang menyesuaikan lahan pada wilayah jalan tol dalam kondisi optimis sesuai dengan Permen PU No. 5 Tahun 2012. Berikut perhitungannya :

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)

   Pada Seksi I komposisi vegetasi yang digunakan yaitu rumput 2,025%; perdu/semak 9,055% dan pohon 88,92%. Perhitungan kebutuhan lahan vegetasi pada Seksi I ditunjukkan pada Tabel 5.31 sebagai berikut :

Tabel 5. 31 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi I dalam Kondisi Optimis (Rumput 2,025%; Perdu/Semak 9,055%; Pohon 88,92%)

Tahun	Kondisi Optimis						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	10.831,926	80,053	0	78,092	0	74,136	0
2021	11.582,388	85,600	5,546	83,502	5,410	79,272	5,136
2022	12.385,174	91,533	5,933	89,290	5,788	84,767	5,494
2023	13.243,493	97,876	6,343	95,478	6,188	90,641	5,875
2024	14.160,954	104,657	6,781	102,092	6,614	96,921	6,279
2025	15.142,382	111,910	7,253	109,167	7,076	103,638	6,717
2026	16.192,075	119,668	7,758	116,735	7,568	110,822	7,184
2027	17.314,096	127,960	8,292	124,824	8,089	118,501	7,679
2028	18.513,794	136,826	8,866	133,473	8,649	126,712	8,211
2029	19.796,811	146,309	9,482	142,723	9,250	135,494	8,781
2030	21.168,659	156,447	10,139	152,613	9,890	144,883	9,389

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.31 diketahui dengan komposisi rumput 2,025%; perdu/semak 9,055% dan pohon 88,92% pada Seksi I membutuhkan lahan rumput seluas 80,053 ha pada tahun 2020, 111,910 ha pada tahun 2025 dan 156,447 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 76,393 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 78,092 ha pada tahun 2020, 109,167 ha pada tahun 2025 dan 152,613 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 74,522 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 74,136 ha pada tahun 2020, 103,638 ha pada tahun 2025 dan 144,883 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 70,745 ha. Dari hasil tersebut terlihat pengurangan kebutuhan lahan vegetasi

yang signifikan sehingga masih dapat menjadi pertimbangan dalam implementasinya pada kondisi eksisting.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)

   Pada Seksi I komposisi vegetasi yang digunakan yaitu rumput 2,05%; perdu/semak 9,13% dan pohon 88,82%. Perhitungan kebutuhan lahan vegetasi pada Seksi III ditunjukkan pada Tabel 5.32 sebagai berikut :

Tabel 5. 32 Kebutuhan Lahan Vegetasi dan Penambahan Tiap Tahun Seksi III dalam Kondisi Optimis (Rumput 2,05%; Perdu/Semak 9,13%; Pohon 88,82%)

Tahun	Kondisi Optimis						
	Emisi CO2 (kg/jam)	Rumput (ha)		Perdu (ha)		Pohon (ha)	
		Butuh	+	Butuh	+	Butuh	+
2020	5.655,543	42,313	0	41,111	0	38,664	0
2021	6.047,525	45,246	2,933	43,960	2,849	41,344	2,680
2022	6.466,545	48,381	3,135	47,006	3,046	44,209	2,865
2023	6.914,876	51,735	3,354	50,265	3,259	47,274	3,065
2024	7.394,007	55,320	3,585	53,748	3,483	50,549	3,276
2025	7.906,308	59,153	3,833	57,472	3,724	54,052	3,502
2026	8.454,227	63,252	4,099	61,455	3,983	57,797	3,746
2027	9.040,215	67,637	4,384	65,714	4,260	61,804	4,006
2028	9.666,608	72,323	4,687	70,268	4,553	66,086	4,282
2029	10.336,479	77,335	5,012	75,137	4,869	70,665	4,580
2030	11.052,679	82,693	5,358	80,343	5,206	75,562	4,896

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.32 diketahui dengan komposisi rumput 2,05%; perdu/semak 9,13% dan pohon 88,82% pada Seksi III membutuhkan lahan rumput seluas 42,313 ha pada tahun 2020, 59,153 ha pada tahun 2025 dan 82,693 ha pada tahun

2030 dengan penambahan lahan rumput total seluas 40,38 ha. Kemudian kebutuhan lahan perdu seluas 41,111 ha pada tahun 2020, 57,472 ha pada tahun 2025 dan 80,343 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan perdu total seluas 39,232 ha. Lalu kebutuhan lahan pohon seluas 38,664 ha pada tahun 2020, 54,052 ha pada tahun 2025 dan 75,562 ha pada tahun 2030 dengan penambahan lahan pohon total seluas 36,898 ha. Dari hasil tersebut terlihat pengurangan kebutuhan lahan vegetasi yang signifikan sehingga masih dapat menjadi pertimbangan dalam implementasinya pada kondisi eksisting.

Dari data di atas dapat diperkirakan jumlah vegetasi yang dibutuhkan dalam perencanaan kali ini dengan membagi luasan kebutuhan tiap vegetasi dengan luasan tajuk dari masing-masing vegetasi. Berikut perhitungannya :

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)
   a. Komposisi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7%
      - Rumput

        Untuk rumput kebutuhan unitnya sesuai dengan luas kebutuhan lahannya karena luasan tajuk yang sangat kecil.
      - Perdu/Semak

        Diameter Tajuk = 1 m

        Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 0,785 m^2

        Luas Lahan = 1.516,863 ha

        = 15.158.630 m^2

Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

= 15.158.630 m^2 / 0,785 m^2

= 19.310.357 unit

- Pohon

Diameter Tajuk = 10 m

Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 78,5 m^2

Luas Lahan = 11,406 ha

= 114.060 m^2

Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

= 114.060 m^2 / 78,5 m^2

= 1.453 unit

b. Komposisi rumput 2,025%; perdu/semak 9,055% dan pohon 88,82%

- Rumput

Untuk rumput kebutuhan unitnya sesuai dengan luas kebutuhan lahannya karena luasan tajuk yang sangat kecil.

- Perdu/Semak

Diameter Tajuk = 1 m

Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 0,785 m^2

Luas Lahan = 152,613 ha

= 1.526.130 m^2

Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

= 1.526.130 m^2 / 0,785 m^2

= 1.944.115 unit

- Pohon

  Diameter Tajuk = 10 m

  Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 78,5 m^2

  Luas Lahan = 144,883 ha

  = 1.448.830 m^2

  Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

  = 1.448.830 m^2 / 78,5 m^2

  = 18.457 unit

2. Seksi III (Boboh – Bunder)

   a. Komposisi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7%

   - Rumput

     Untuk rumput kebutuhan unitnya sesuai dengan luas kebutuhan lahannya karena luasan tajuk yang sangat kecil.

   - Perdu/Semak

     Diameter Tajuk = 1 m

     Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 0,785 m^2

     Luas Lahan = 791,991 ha

     = 7.919.910 m^2

     Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

     = 7.919.910 m^2 / 0,785 m^2

     = 10.089.058 unit

   - Pohon

     Diameter Tajuk = 10 m

     Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 78,5 m^2

     Luas Lahan = 5,955 ha

= 59.550 m^2

Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

= 59.550 m^2 / 78,5 m^2

= 759 unit

b. Komposisi rumput 2,05%; perdu/semak 9,13% dan pohon 88,92%

- Rumput

  Untuk rumput kebutuhan unitnya sesuai dengan luas kebutuhan lahannya karena luasan tajuk yang sangat kecil.

- Perdu/Semak

  Diameter Tajuk = 1 m

  Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 0,785 m^2

  Luas Lahan = 80,343 ha

  = 803.430 m^2

  Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

  = 803.430 m^2 / 0,785 m^2

  = 1.023.478 unit

- Pohon

  Diameter Tajuk = 10 m

  Luas Tajuk = ¼ πd^2 = 78,5 m^2

  Luas Lahan = 75,562 ha

  = 755.620 m^2

  Jumlah = Luas Lahan/Luas Tajuk

  = 755.620 m^2 / 78,5 m^2

  = 9.626 unit

5.5 Tata Letak Vegetasi Penyerap Emisi CO_2

Pada perencanaan kali ini tepi jalan, median dan persimpangan jalan menggunakan jenis vegetasi yang sama yaitu kombinasi rumput, perdu/semak dan pohon sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2012. Peletakkan vegetasi disesuaikan dengan ROW Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder. Namun, ROW yang disediakan oleh pihak Jasa Marga dan peraturan yang berlaku hingga saat ini masih belum menyesuaikan kebutuhan vegetasi untuk jalan tol yang ada.

ROW jalan tol yang diizinkan saat ini oleh pemerintah adalah 60 m. Dapat dilihat dari hasil perhitungan yang ada, angka tersebut sangat jauh dari kata cukup untuk memenuhi kebutuhan vegetasi pada jalan tol sebagai penyerap emisi CO_2 kendaraan bermotor. Oleh karena itu perlu adanya pelebaran ROW dan lokalisasi rumah-rumah yang masih terdapat pada sekitar jalan tol agar vegetasi yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO_2 dapat tercukupi dan wilayah sekitar jalan tol terhindar dari pencemaran udara.

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

1. Pohon besar jarak tanam 6 m
2. Pohon kecil (perdu) jarak tanam 2 m
3. Semak jarak tanam 0,3 m
4. Rumput tidak ada jarak tanam

Dengan persyaratan di atas maka vegetasi yang diletakkan langsung dekat dengan jalan tol yaitu rumput yang disusul oleh perdu/semak dan kemudian 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.

Peletakkan vegetasi menggunakan ROW rencana membutuhkan penambahan ROW pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder. Perhitungan ROW rencana dilakukan dengan membagi luasan kebutuhan vegetasi terbesar dengan panjang jalan tol, kemudian dikurangi dengan lebar ROW eksisting untuk mengetahui penambahan ROW tiap tahunnya. Perhitungan ROW rencana ini dilakukan pada tiap seksi dan komposisi vegetasi yang berbeda karena luasan lahan yang dihasilkan juga berbeda. Dengan komposisi vegetasi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7% pada Seksi I dan Seksi III, serta dengan komposisi vegetasi rumput 2,025%; perdu/semak 9,055% dan pohon 88,82% pada Seksi I dan komposisi vegetasi rumput 2,05%; perdu/semak 9,13% dan pohon 88,92% pada Seksi III dilakukan perhitungan sesuai dengan panjang jalan tol masing-masing tiap seksi dan dibagi dua untuk melihat kebutuhan lebar lahan vegetasi pada tiap-tiap seksi dengan variasi komposisi vegetasi yang ada.

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%

   Berikut perhitungan ROW rencana pada Seksi I sesuai kebutuhan vegetasi dengan komposisi rumput 3%, perdu/semak 90%, pohon 7% ditunjukkan pada Tabel 5.33 :

Tabel 5. 33 Perhitungan ROW Rencana Seksi I Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%)

Tahun	Lahan Vegetasi	Panjang Jalan Tol	Lebar Lahan Vegetasi		Sisi kanan	Sisi Kiri	Lebar Jalan Tol	ROW Rencana	ROW Eksisting	Penambahan ROW
	km2	km	km	m	m	m	m	m	m	m
2020	7,7617306	9,45	0,821	821	410,67	410,67	30	851,35	60	791,35
2021	8,2994822	9,45	0,878	878	439,13	439,13	30	908,25	60	848,25
2022	8,8747265	9,45	0,939	939	469,56	469,56	30	969,12	60	909,12
2023	9,4897638	9,45	1,004	1.004	502,10	502,10	30	1.034,21	60	974,21
2024	10,14718	9,45	1,074	1.074	536,89	536,89	30	1.103,78	60	1.043,78
2025	10,850433	9,45	1,148	1.148	574,10	574,10	30	1.178,19	60	1.118,19
2026	11,602601	9,45	1,228	1.228	613,89	613,89	30	1.257,79	60	1.197,79
2027	12,406597	9,45	1,313	1.313	656,43	656,43	30	1.342,87	60	1.282,87
2028	13,266254	9,45	1,404	1.404	701,92	701,92	30	1.433,84	60	1.373,84
2029	14,185613	9,45	1,501	1.501	750,56	750,56	30	1.531,12	60	1.471,12
2030	15,168625	9,45	1,605	1.605	802,57	802,57	30	1.635,15	60	1.575,15

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.33 diketahui ROW yang dibutuhkan pada tahun 2030 sebesar 1.635,15 m dengan penambahan ROW total pada tahun 2030 sebesar 1.575,15 m.

2. Seksi III (Boboh – Bunder) Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%

   Berikut perhitungan ROW rencana pada Seksi III sesuai kebutuhan vegetasi dengan komposisi rumput 3%, perdu/semak 90%, pohon 7% ditunjukkan pada Tabel 5.34 :

Tabel 5. 34 Perhitungan ROW Rencana Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%)

Tahun	Lahan Vegetasi	Panjang Jalan Tol	Lebar Lahan Vegetasi		Sisi kanan	Sisi Kiri	Lebar Jalan Tol	ROW Rencana	ROW Eksisting	Penambahan ROW
	km2	km	km	M	m	m	m	m	m	m
2020	4,0525388	6,02	0,673	673	336,59	336,59	30	703,18	60	643,18
2021	4,3334175	6,02	0,720	720	359,92	359,92	30	749,84	60	689,84
2022	4,6336708	6,02	0,770	770	384,86	384,86	30	799,71	60	739,71
2023	4,9549267	6,02	0,823	823	411,54	411,54	30	853,08	60	793,08
2024	5,2982535	6,02	0,880	880	440,05	440,05	30	910,11	60	850,11
2025	5,6653481	6,02	0,941	941	470,54	470,54	30	971,09	60	911,09
2026	6,0579656	6,02	1,006	1.006	503,15	503,15	30	1.036,31	60	976,31
2027	6,4778609	6,02	1,076	1.076	538,03	538,03	30	1.106,06	60	1.046,06
2028	6,9267093	6,02	1,151	1.151	575,31	575,31	30	1.180,62	60	1.120,62
2029	7,4067128	6,02	1,230	1.230	615,18	615,18	30	1.260,35	60	1.200,35
2030	7,9199134	6,02	1,316	1.316	657,80	657,80	30	1.345,60	60	1.285,60

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.34 diketahui ROW yang dibutuhkan pada tahun 2030 sebesar 1.345,60 m dengan penambahan ROW total pada tahun 2030 sebesar 1.285,60 m.

3. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti) Rumput 2,025%, Perdu/Semak 9,055%, Pohon 88,92%

   Berikut perhitungan ROW rencana pada Seksi I sesuai kebutuhan vegetasi dengan komposisi rumput 2,025%, perdu/semak 9,055%, pohon 88,92% ditunjukkan pada Tabel 5.35 :

Tabel 5. 35 Perhitungan ROW Rencana Seksi I Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 2,025%, Perdu/Semak 9,055%, Pohon 88,92%)

Tahun	Lahan Vegetasi	Panjang Jalan Tol	Lebar Lahan Vegetasi		Sisi kanan	Sisi Kiri	Lebar Jalan Tol	ROW Rencana	ROW Eksisting	Penambahan ROW
	km2	km	km	m	m	m	m	m	m	M
2020	0,8005347	9,45	0,085	85	42,36	42,36	30	114,71	60	54,71
2021	0,8559977	9,45	0,091	91	45,29	45,29	30	120,58	60	60,58
2022	0,9153276	9,45	0,097	97	48,43	48,43	30	126,86	60	66,86
2023	0,9787618	9,45	0,104	104	51,79	51,79	30	133,57	60	73,57
2024	1,0465668	9,45	0,111	111	55,37	55,37	30	140,75	60	80,75
2025	1,1190994	9,45	0,118	118	59,21	59,21	30	148,42	60	88,42
2026	1,1966771	9,45	0,127	127	63,32	63,32	30	156,63	60	96,63
2027	1,2796001	9,45	0,135	135	67,70	67,70	30	165,41	60	105,41
2028	1,368264	9,45	0,145	145	72,39	72,39	30	174,79	60	114,79
2029	1,4630855	9,45	0,155	155	77,41	77,41	30	184,82	60	124,82
2030	1,5644721	9,45	0,166	166	82,78	82,78	30	195,55	60	135,55

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.35 diketahui ROW yang dibutuhkan pada tahun 2030 sebesar 195,55 m dengan penambahan ROW total pada tahun 2030 sebesar 135,55 m.

4. Seksi III (Boboh – Bunder) Rumput 2,05%, Perdu/Semak 9,13%, Pohon 88,82%

   Berikut perhitungan ROW rencana pada Seksi I sesuai kebutuhan vegetasi dengan komposisi rumput 2,05%, perdu/semak 9,13%, pohon 88,82% ditunjukkan pada Tabel 5.36 :

Tabel 5. 36 Perhitungan ROW Rencana Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Tahun 2030 (Rumput 2,05%, Perdu/Semak 9,13%, Pohon 88,82%)

Tahun	Lahan Vegetasi	Panjang Jalan Tol	Lebar Lahan Vegetasi		Sisi kanan	Sisi Kiri	Lebar Jalan Tol	ROW Rencana	ROW Eksisting	Penambahan ROW
	km2	km	km	M	m	m	m	m	m	m
2020	0,4231337	6,02	0,070	70	35,14	35,14	30	100,29	60	40,29
2021	0,4524608	6,02	0,075	75	37,58	37,58	30	105,16	60	45,16
2022	0,4838108	6,02	0,080	80	40,18	40,18	30	110,37	60	50,37
2023	0,5173538	6,02	0,086	86	42,97	42,97	30	115,94	60	55,94
2024	0,5532013	6,02	0,092	92	45,95	45,95	30	121,89	60	61,89
2025	0,5915303	6,02	0,098	98	49,13	49,13	30	128,26	60	68,26
2026	0,6325243	6,02	0,105	105	52,54	52,54	30	135,07	60	75,07
2027	0,6763664	6,02	0,112	112	56,18	56,18	30	142,35	60	82,35
2028	0,7232316	6,02	0,120	120	60,07	60,07	30	150,14	60	90,14
2029	0,7733497	6,02	0,128	128	64,23	64,23	30	158,46	60	98,46
2030	0,826934	6,02	0,137	137	68,68	68,68	30	167,36	60	107,36

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.35 diketahui ROW yang dibutuhkan pada tahun 2030 sebesar 167,36 m dengan penambahan ROW total pada tahun 2030 sebesar 107,36 m.

Berikut ditunjukkan pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 perbandingan antara ROW Eksisting dan ROW Rencana kebutuhan vegetasi pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder :

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ROW Rencana Seksi I	851.35	908.25	969.12	1034.21	1103.78	1178.19	1257.79	1342.87	1433.84	1531.12	1635.15
ROW Rencana Seksi III	703.18	749.84	799.71	853.08	910.11	971.09	1036.31	1106.06	1180.62	1260.35	1345.60
ROW Eksisting	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Gambar 5. 2 Grafik Kebutuhan Lahan ROW – ROW Eksisting Jalan Tol Seksi I dan Seksi III (Rumput 3%, Perdu/Semak 90%, Pohon 7%)

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Gambar 5.2 dapat dilihat pertumbuhan kebutuhan lahan vegetasi yang relatif konstan tiap tahunnya sehingga terbentuk garis linear. Kebutuhan penambahan juga dapat dihitung dari grafik tersebut dengan mencari selisih antara kebutuhan lahan ROW dengan ROW eksisting pada jalan tol.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ROW Rencana Seksi I	114.71	120.58	126.86	133.57	140.75	148.42	156.63	165.41	174.79	184.82	195.55
ROW Rencana Seksi III	100.29	105.16	110.37	115.94	121.89	128.26	135.07	142.35	150.14	158.46	167.36
ROW Eksisting	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Gambar 5. 3 Grafik Kebutuhan Lahan ROW – ROW Eksisting Jalan Tol Seksi I dan Seksi III (Rumput 2,025%; Perdu/Semak 9,055%; 88,82% dan Rumput 2,05%; Perdu/Semak 9,13%; Pohon 88,92%)
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat pertumbuhan kebutuhan lahan vegetasi yang relatif konstan tiap tahunnya sehingga membentuk garis linear. Kebutuhan penambahan juga dapat dihitung dari grafik tersebut dengan mencari selisih antara kebutuhan lahan ROW dengan ROW eksisting pada jalan tol.

Setelah menggunakan komposisi vegetasi yang baru, ROW yang dibutuhkan masih lebih besar walaupun sudah berbeda jauh dari komposisi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7%. Dari hasil tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pemerintah menambahkan ROW pada jalan tol sesuai dengan

kebutuhan penyerapan emisi CO_2. Selain itu dalam perencanaan selanjutnya dapat lebih mempertimbangan implementasi perencanaan yang telah dirancang apakah aplikatif atau tidak. Bila dilihat dari timpangnya kebutuhan lahan dari skenario optimis dan pesimis, perencanaan dalam kondisi pesimis dapat dipertimbangkan kembali sebagai implementasi perencanaan ini bila pada kondisi eksisting nanti lalu lintas harian lebih mengarah ke kondisi pesimis.

5.6 Perhitungan Kembali Jumlah Kendaraan Berdasarkan Kebutuhan Vegetasi

Setelah mendapatkan luas kebutuhan lahan dan jumlah vegetasi perlu untuk menghitung kembali jumlah kendaraan yang direkomendasikan untuk melewati Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder sesuai dengan kapasitas jalan tol tersebut agar vegetasi yang telah direncanakan dapat menyerap emisi CO_2 secara maksimal. Perhitungan kendaraan akan dihitung dengan persamaan 5.1 sebagai berikut :

$$\text{Emisi } CO_2 = n \times FE \times K \qquad \text{persamaan 5.1}$$

Dimana :

n = Jumlah kendaraan (smp/jam)

FE = Faktor emisi (g/liter)

K = Konsumsi bahan bakar (liter/100 km)

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

mobil penumpang. Nilai faktor emisi dengan tipe bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 5.37 sebagai berikut :

Tabel 5. 37 Faktor Emisi Jenis Bahan Bakar dari Kendaraan

Tipe Kendaraan/Bahan Bakar	Faktor Emisi CO2 (gram/L)
Bensin	
Kendaraan Penumpang	2597.86
Kendaraan Niaga	2597.86
Sepeda Motor	2597.86
Diesel	
Kendaraan Penumpang	2924.9
Kendaraan Niaga Kecil	2924.9
Kendaraan Niaga Besar	2924.9
Lokomotif	2924.9

(Sumber : IPCC, 2006)

Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang telah disesuaikan dengan jenis kendaraannya dapat dilihat pada Tabel 5.38 sebagai berikut :

Tabel 5. 38 Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (L/100km)
1	Mobil Penumpang	
	Bensin	11.79
	Diesel/Solar	11.36
2	Bus Besar	
	Bensin	23.15
	Diesel/Solar	16.89
3	Bus Sedang	13.04
4	Bus Kecil	
	Bensin	11.35
	Diesel/Solar	11.83
5	Bemo, Bajaj	10.99
6	Taksi	
	Bensin	10.88
	Diesel/Solar	6.25
7	Truk Besar	15.82
8	Truk Sedang	15.15
9	Truk Kecil	
	Bensin	8.11
	Diesel/Solar	10.64
10	Sepeda Motor	2.66

(Sumber : Yamin, 2009)

Perhitungan kembali jumlah kendaraan dihitung pada tiap seksi dilihat dari emisi CO_2 yang telah didapatkan sebelumnya.

1. Seksi I (Krian – Kedamean/Menganti)

   Perhitungan kembali volume kendaraan pada Seksi I ditunjukkan pada Tabel 5.39 sebagai berikut :

Tabel 5. 39 Perhitungan Kembali Volume Kendaraan Seksi I Tahun 2030

Tipe Kendaraan/Bahan Bakar	Faktor Emisi CO2 (gram/L)	Konsumsi Energi Spesifik (L/km)	Emisi CO2 (gram/jam.km)	Volume Kendaraan (SMP/jam)	Volume Kendaraan (Kendaraan/jam)
Gol I	2.597,8	0,1179	715.307,948	2.335,411	2.335,411
Gol II	2.924,9	0,1304	351.203,167	920,809	736,647
Gol III	2.924,9	0,1689	243.634,312	493,171	410,97607
Gol IV + Gol V	2.924,9	0,1582	931.709,218	2.013,552	1.610,841
Total				5.762,944	5.093,877

(Sumber : Hasil Perhitungan)

   Dari Tabel 5.39 dapat dilihat jumlah kendaraan maksimum yang direkomendasikan untuk melewati Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder pada Seksi I sejumlah 5.763 SMP/jam atau 5.094 kendaraan/jam. Jumlah tersebut tidak berbeda jauh dengan jumlah volume kendaraan yang digunakan pada proyeksi kendaraan dari data PT. Bumi Waskita Wira.

2. Seksi III (Boboh – Bunder)

   Perhitungan kembali volume kendaraan pada Seksi I ditunjukkan pada Tabel 5.39 sebagai berikut :

Tabel 5. 40 Perhitungan Kembali Volume Kendaraan Seksi III Tahun 2030

Tipe Kendaraan/Bahan Bakar	Faktor Emisi CO2 (gram/L)	Konsumsi Energi Spesifik (L/km)	Emisi CO2 (gram/jam.km)	Volume Kendaraan (SMP/jam)	Volume Kendaraan (Kendaraan/jam)
Gol I	2.597,8	0,1179	628.752,742	2.052,817	2.052,817
Gol II	2.924,9	0,1304	276.906,344	726,012	580,810
Gol III	2.924,9	0,1689	196.510,677	397,782	318,225
Gol IV + Gol V	2.924,9	0,1582	735.340,785	1.589,172	1.271,338
Total				4.765,785	4.223,191

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari Tabel 5.49 dapat dilihat jumlah kendaraan maksimum yang direkomendasikan untuk melewati Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder pada Seksi III sejumlah 4.766 SMP/jam atau 4.223 kendaraan/jam. Jumlah tersebut tidak berbeda jauh juga dengan jumlah volume kendaraan yang digunakan pada proyeksi kendaraan dari data PT. Bumi Waskita Wira.

Seluruh gambar pada perencanaan mulai dari ROW eksisting, ROW rencana, peletakkan vegetasi terdapat pada LAMPIRAN.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data terhadap perencanaan tugas akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah emisi CO_2 kendaraan bermotor terbesar yang akan melintasi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder yaitu pada kondisi optimis. Berikut hasilnya :
   a. Pada Seksi I tahun 2030 sebesar 12.071,380 kg/jam.
   b. Pada Seksi III tahun 2030 sebesar 6.302,859 kg/jam.
2. Kebutuhan lahan serapan vegetasi :
   a. Pada Seksi I tahun 2030 dengan komposisi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7% dibutuhkan lahan rumput seluas 231,774 ha, perdu seluas 1.516,863 ha dan pohon seluas 11,406 ha.
   b. Pada Seksi III tahun 2030 dengan komposisi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7% dibutuhkan lahan rumput seluas 121,015 ha, perdu seluas 791,991 ha dan pohon seluas 5,955 ha.
   c. Pada Seksi I tahun 2030 dengan komposisi rumput 2,025%, perdu/semak 9,055% dan pohon 88,92% dibutuhkan lahan rumput seluas 156,447 ha, perdu seluas 152,613 ha dan pohon seluas 144,883 ha.
   d. Pada Seksi III tahun 2030 dengan komposisi rumput 2,05%, perdu/semak 9,13% dan pohon 88,82%

dibutuhkan lahan rumput seluas 82,693 ha, perdu seluas 80,343 ha dan pohon seluas 75,562 ha.

3. Dari tiga skenario yang ada, kondisi optimis merupakan skenario yang dipilih dengan melihat kondisi terburuk yang menghasilkan emisi CO_2 tertinggi. Dengan komposisi vegetasi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7% dibutuhkan ROW sebesar 1.635,15 m pada Seksi I dan 1.345,60 m pada Seksi III di tahun 2030. Kemudian pada Seksi I tahun 2030 dengan komposisi rumput 2,025%, perdu/semak 9,055% dan pohon 88,92% dibutuhkan ROW sebesar 195,55 m. Kemudian pada Seksi III tahun 2030 dengan komposisi rumput 2,05%, perdu/semak 9,13% dan pohon 88,82% dibutuhkan ROW sebesar 167,36 m.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data terhadap perencanaan tugas akhir ini didapatkan saran sebagai berikut :

1. Kepada pemerintah atau perusahaan Jalan Tol terkait untuk menyesuaikan kebutuhan vegetasi untuk menyerap emisi CO2 dengan memperlebar ROW jalan tol agar kondisi lingkungan di jalan tol dan sekitarnya tidak tercemar;
2. Pada perencanaan selanjutnya dapat menggunakan variabel umur kendaraan pada perhitungan emisi CO_2 untuk mendapatkan hasil lain dalam perencanaan vegetasi di jalan tol karena semakin tua umur kendaraan

mesin yang bekerja kemampuannya juga berkurang, sehingga emisi CO_2 yang dikeluarkan akan lebih besar;

3. Perencanaan selanjutnya dapat lebih mempertimbangan implementasi perencanaan yang telah dirancang apakah aplikatif atau tidak. Kondisi pesimis dapat dipertimbangkan bila pada kondisi eksisting nanti, lalu lintas harian lebih mengarah ke kondisi pesimis dan lebih menguntungkan.

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. 2010. *Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Menyerap Emisi Karbon di Kota Surabaya*. Skripsi. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Afdal. 2007. *Siklus Karbon dan Karbon Dioksida di Atmosfer dan Samudera*. Oseana 32, 2 : 29 – 41.

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

Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*.

Badan Standarisasi Nasional. 2005. *SNI 19-0232-2005 tentang Nilai Ambang Batas (NAB) Zat Kimia di Udara Tempat Kerja*.

Dahlan, E.N. 1992. *Hutan Kota Untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup*. Jakarta : Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia.

Dahlan, E.N. 2007. *Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Sebagai Sink Gas CO_2 Antropogenik dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Besar dengan Sistem Dinamik.* Disertasi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Dahlan, E.N. 2013. *Madinatul Khair Humanized Green City.* Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Davidson, C. 2003. *Marine Notice : Carbon Dioxide : Health Hazard.* Australian Maritime Safety Author.

Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Ruang Terbuka Hijau (RTH) Wilayah Perkotaan.* Makalah Lokakarya Pengembangan Sistem RTH di Perkotaan dalam Rangkaian Acara Hari Besar Pekerjaan Umum ke 60.

Flurry, F., Zernik, F. 1931. *Schadliche Gase Dampfe, Nebel, Rauch – und Staubarten.* Berlin : Julius Springer.

Hanafri, K.S. 2011. *Analisis Manfaat Kanopi Pohon dalam Mereduksi Polutan Udara Menggunakan Program Citygreen di Jalan Raya Padjajaran, Kota Bogor.* Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Handajani, M. 2012. *The Fuel Consumption and Non Linear Model Linear Metropolitan and Large City Transportation System*. World Academy of Science, Engineering and Technology 6, 9 : 1279 – 1286.

Hartomo, K.D. 2006. *Implementasi Metode Interpolasi Linear Untuk Pembesaran Resolusi Citra.* Teknoin 11, 3 : 219 – 232.

Hassan, A.A., Crowther, J.M. 1998. *A Simple Model Polutant Concentrations In A Street Canyon*. Journal of Environmental Monitoring and Assesment, 52 : 269 – 280.

Hastuti, E. 2011. *Kajian Perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perumahan Sebagai Bahan Revisi SNI 03-1733-2004.* Jurnal Standarisasi 13, 1 : 35 – 44.

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

IPCC. 2006. *General Guidance and Reporting Journal of IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Hayama : Institute for Global Environmental Strategies.

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.

Muziansyah, D., Sulstyorini, R., Sebayang, S. 2015. *Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)*. JRSDD 3, 1 : 57 – 70.

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.

Prasetyo, L.R., *et al.* 2002. *Integrating Remote Sensing and GIS for Estimating Aboveground Biomass and Green House Gases Emission.* CEGIS Newsletter 1, April 2002.

PT. Waskita Bumi Wira. 2015. *Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Kawasan PKN Gerbangkertosusila Ruas Krian – Legundi – Bunder.*

Razak, A. 2010. *Kajian Yuridis Carbon Trade dalam Penyelesaian Efek Rumah Kaca.* Makalah Etika dan Kehijauan Perundangan Lingkungan. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.

Saepudin, T., Admono, A. 2005. *Kajian Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta*. Teknologi Indonesia 28, 2 : 29 – 39.

Sasmita, A. 2011. *Kajian Model Emisi Karbondioksida dari Kegiatan Transportasi di Kota Surabaya*. Tesis. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Suhedi, F. 2005. *Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Konsumsi Energi Domestik.* Jakarta : Puslitbang Permukiman Departemen Pekerjaan Umum.

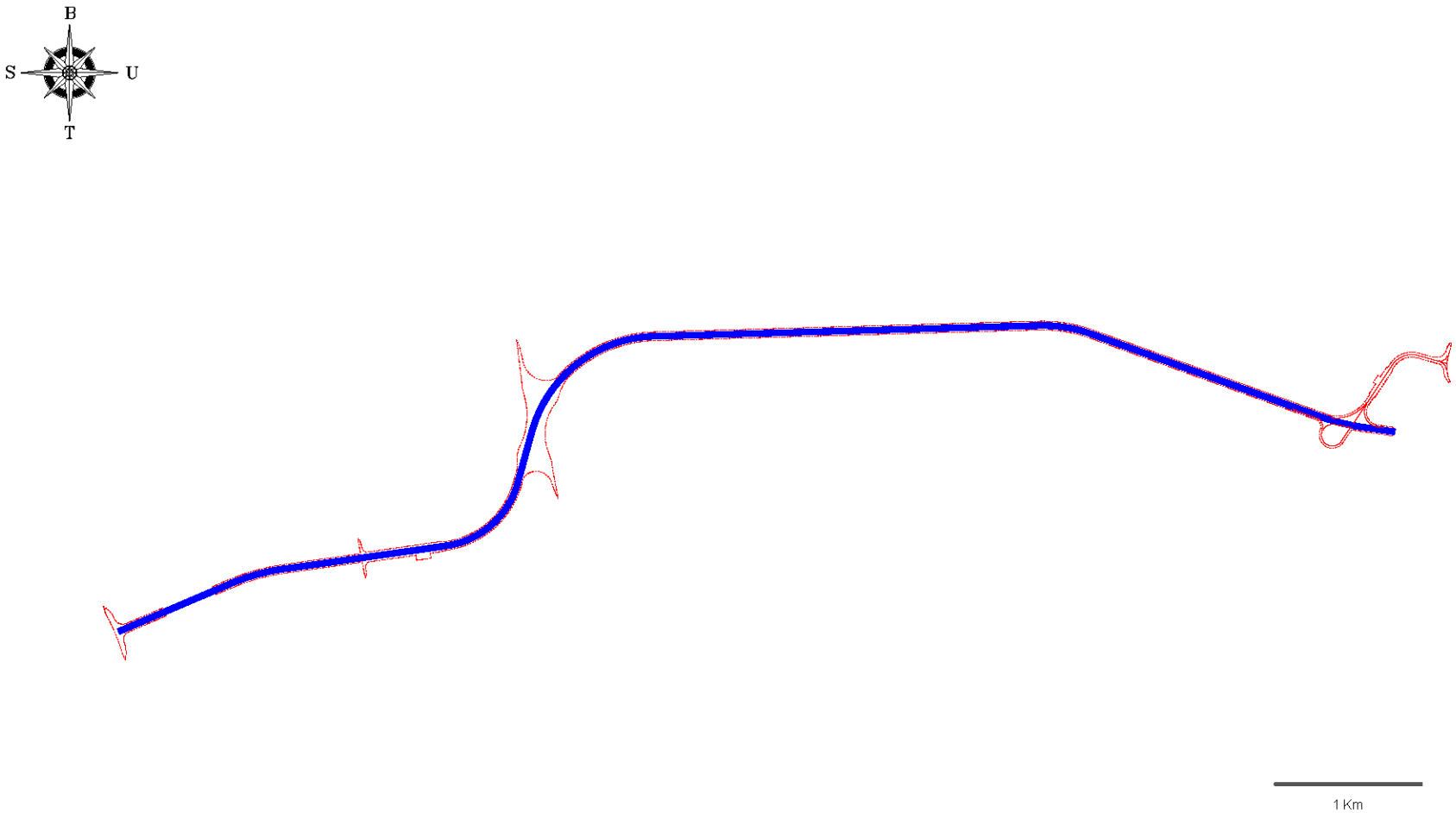
Singh, K. 2018. *Air Pollution Modelling.* International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology 4, 3 : 951 – 959.

Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi Kedua.* Bandung : Institut Teknologi Bandung.

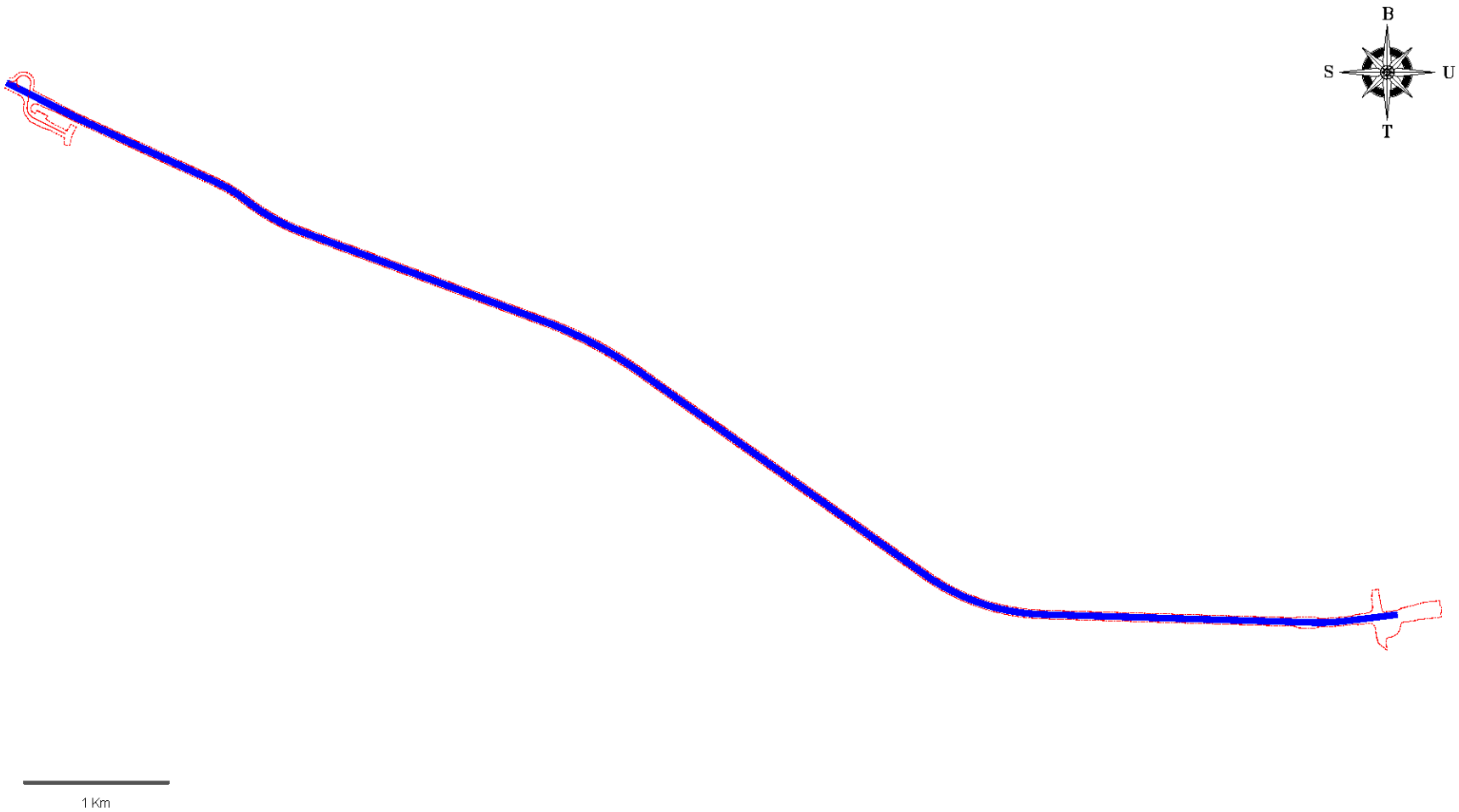
Yamin, M., *et al.* 2009. *Pencemearan Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas di Kota Makassar.* Surabaya : Simposium XII FSTPKT UK Petra.

LAMPIRAN A

ROW Eksisting Seksi I dan Seksi III Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder.



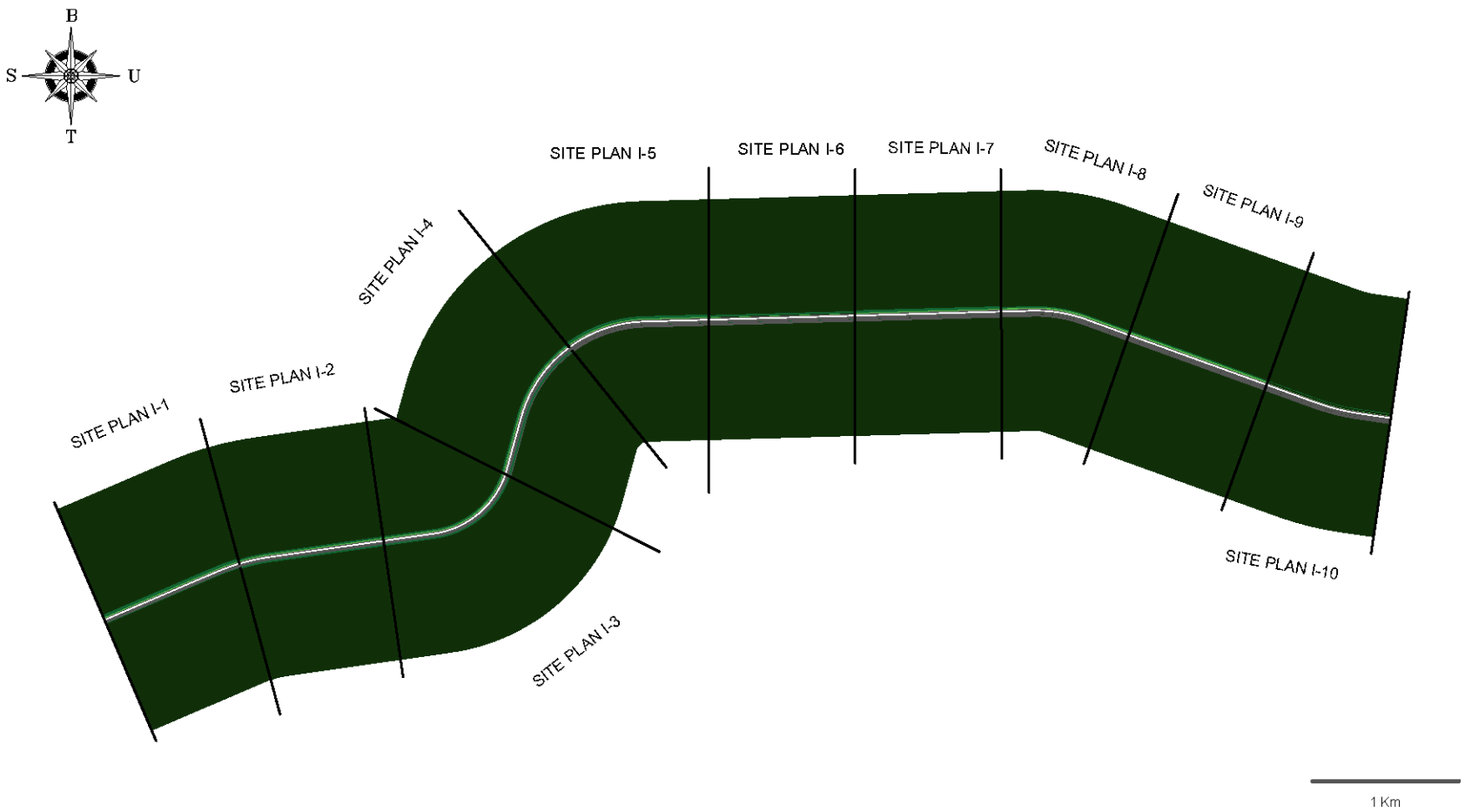
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR - RE 184804	MAHASISWA Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	KETERANGAN ROW Eksisting Jalan Tol	NOMOR GAMBAR 1	JUMLAH GAMBAR 28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR ROW Eksisting Seksi I Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 50.000			



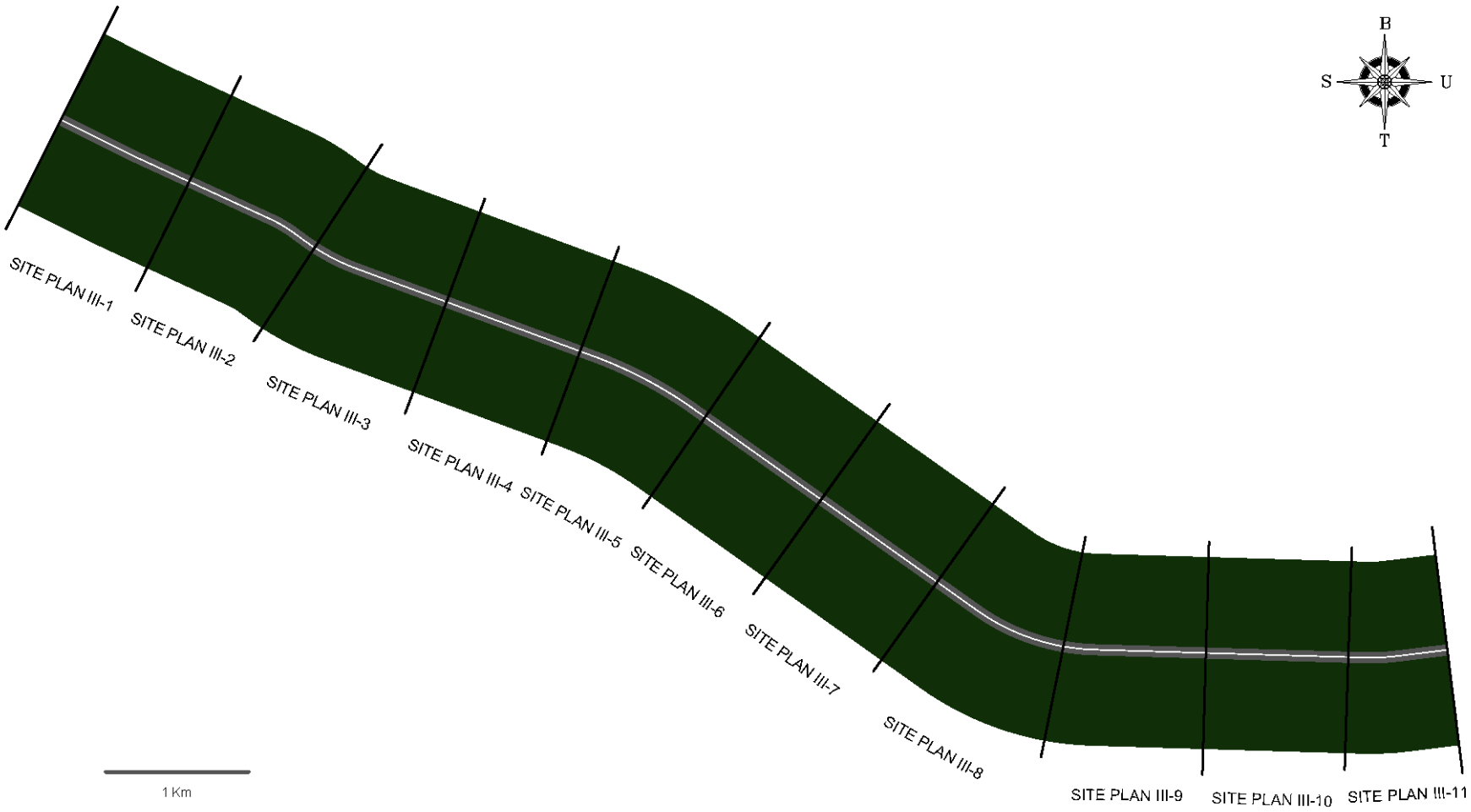
		MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	ROW Eksisting Jalan Tol	2	28
		DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR ROW Eksisting Seksi III Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder			
	DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 50.000			

LAMPIRAN B

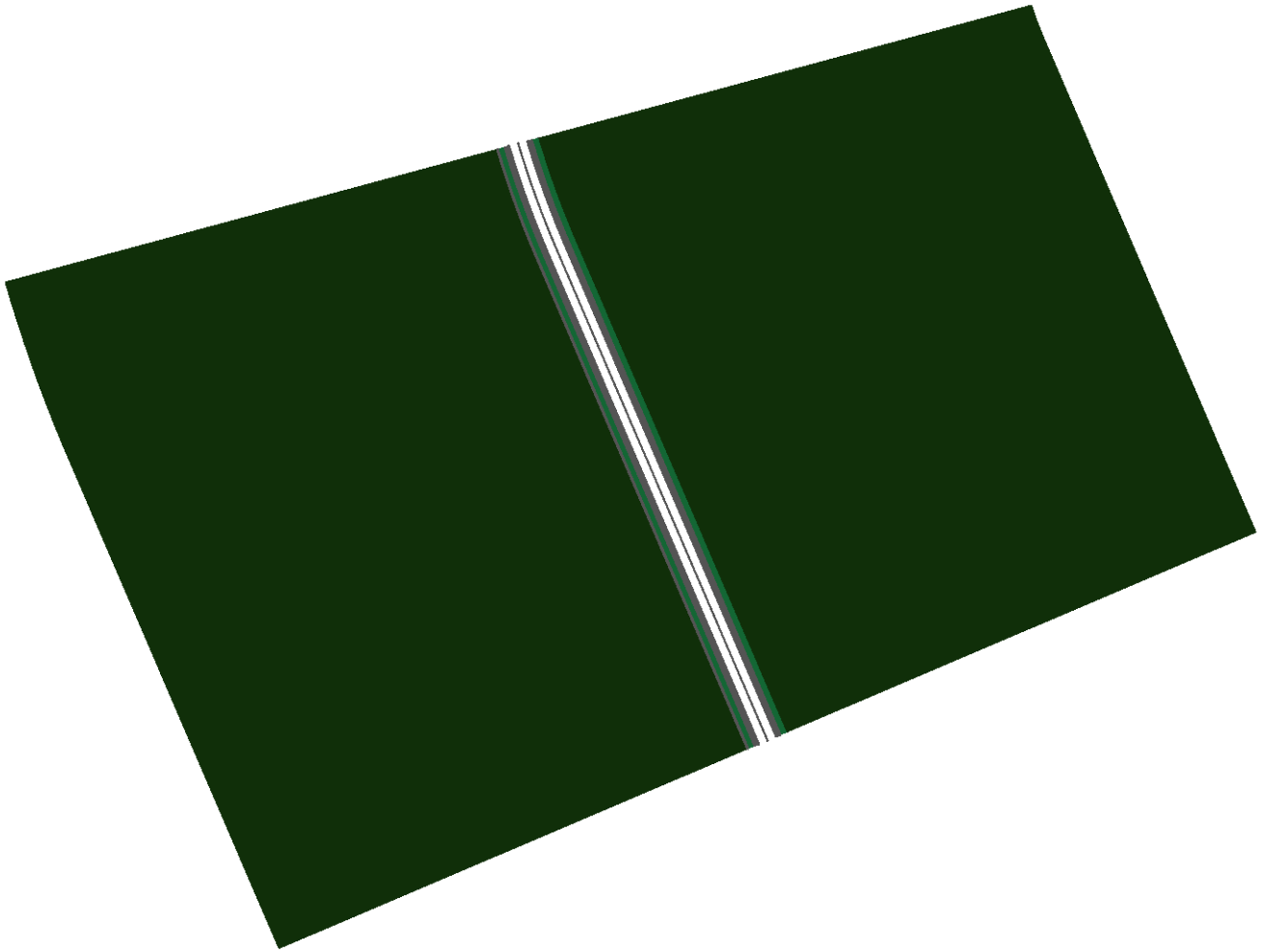
Site Plan dengan komposisi vegetasi rumput 3%, perdu/semak 90% dan pohon 7% pada Seksi I dan Seksi III.



	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	3	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR ROW Rencana Seksi I Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 50.000			



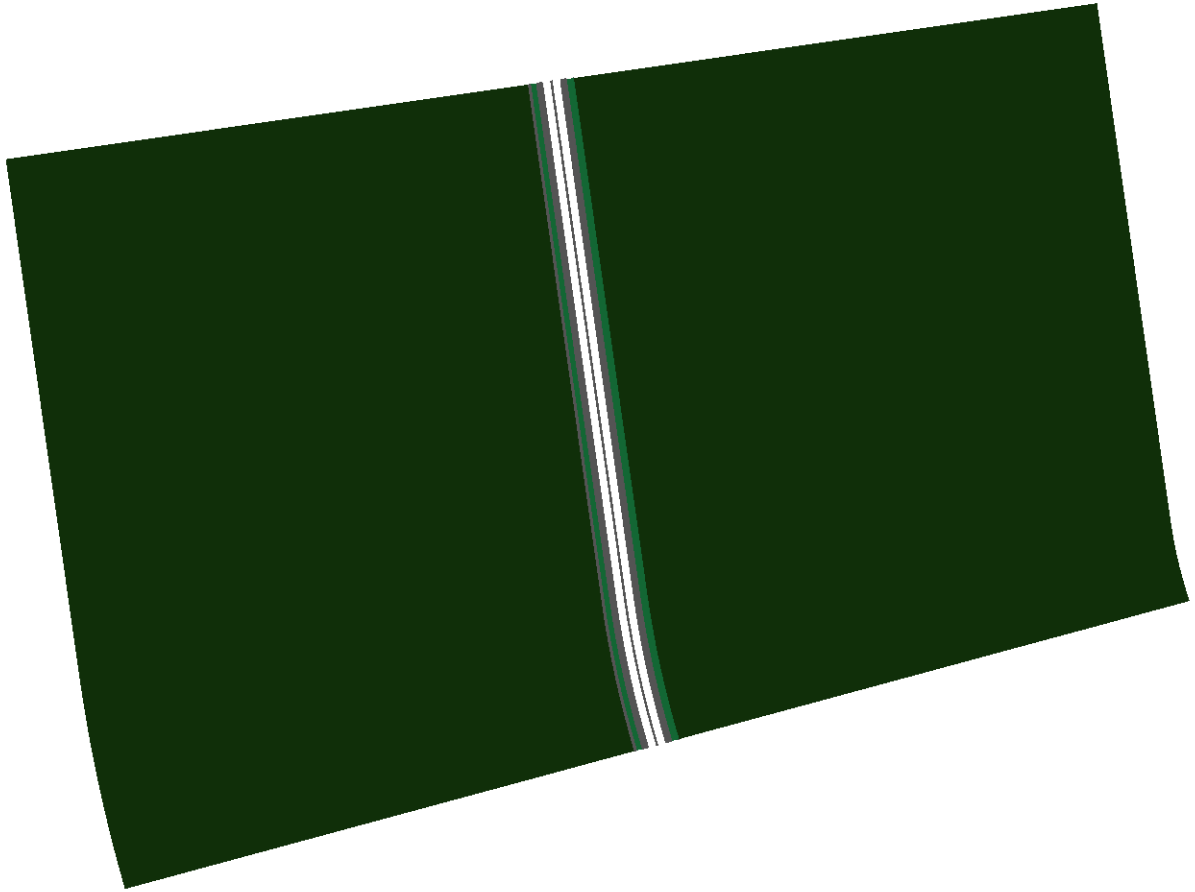
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	4	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR ROW Rencana Seksi III Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 50.000			



U
B T
S

100 m

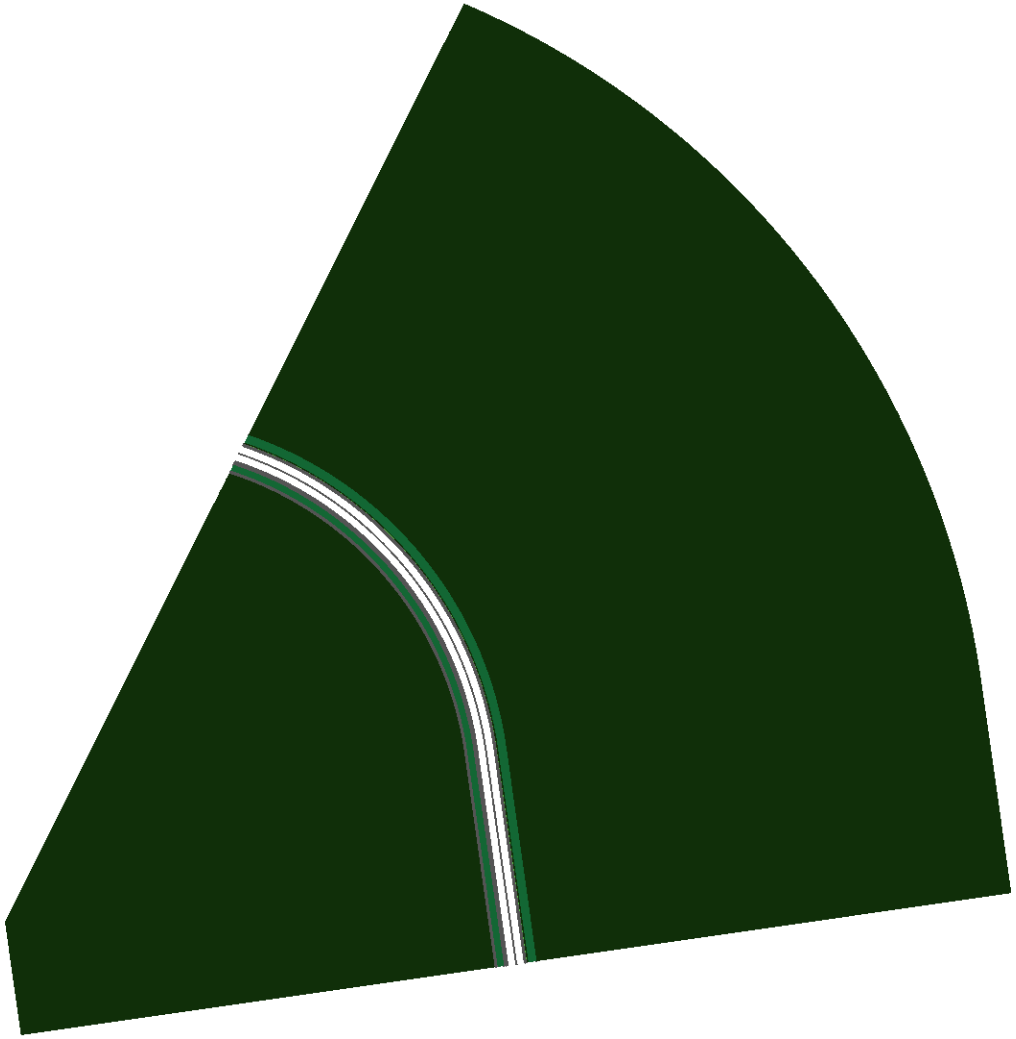
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR - RE 184804	MAHASISWA Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	KETERANGAN ■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	NOMOR GAMBAR 5	JUMLAH GAMBAR 28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-1			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			

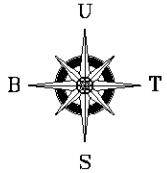


U
B T
S

100 m

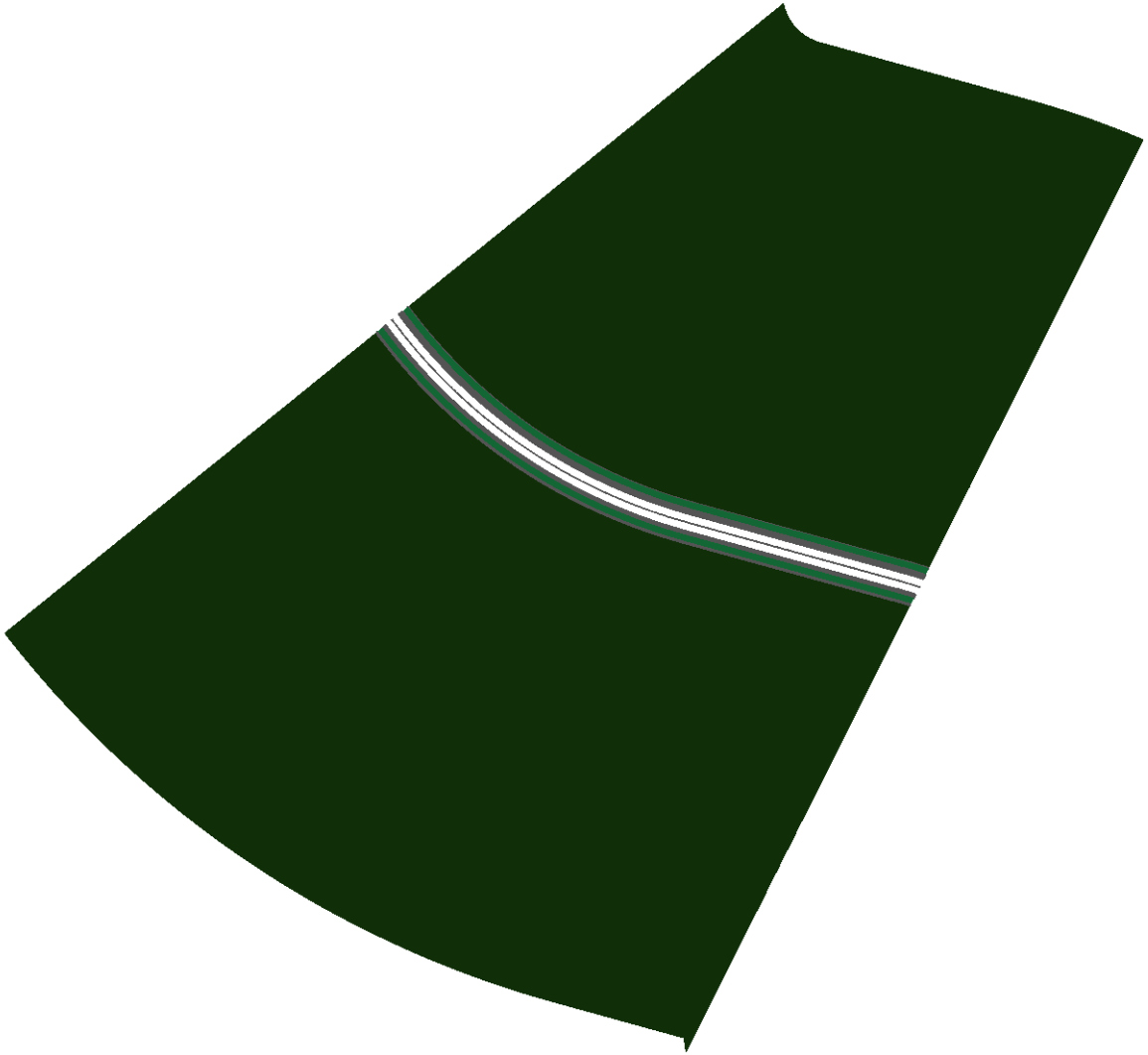
28	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	6	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-2			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			

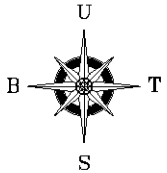




100 m

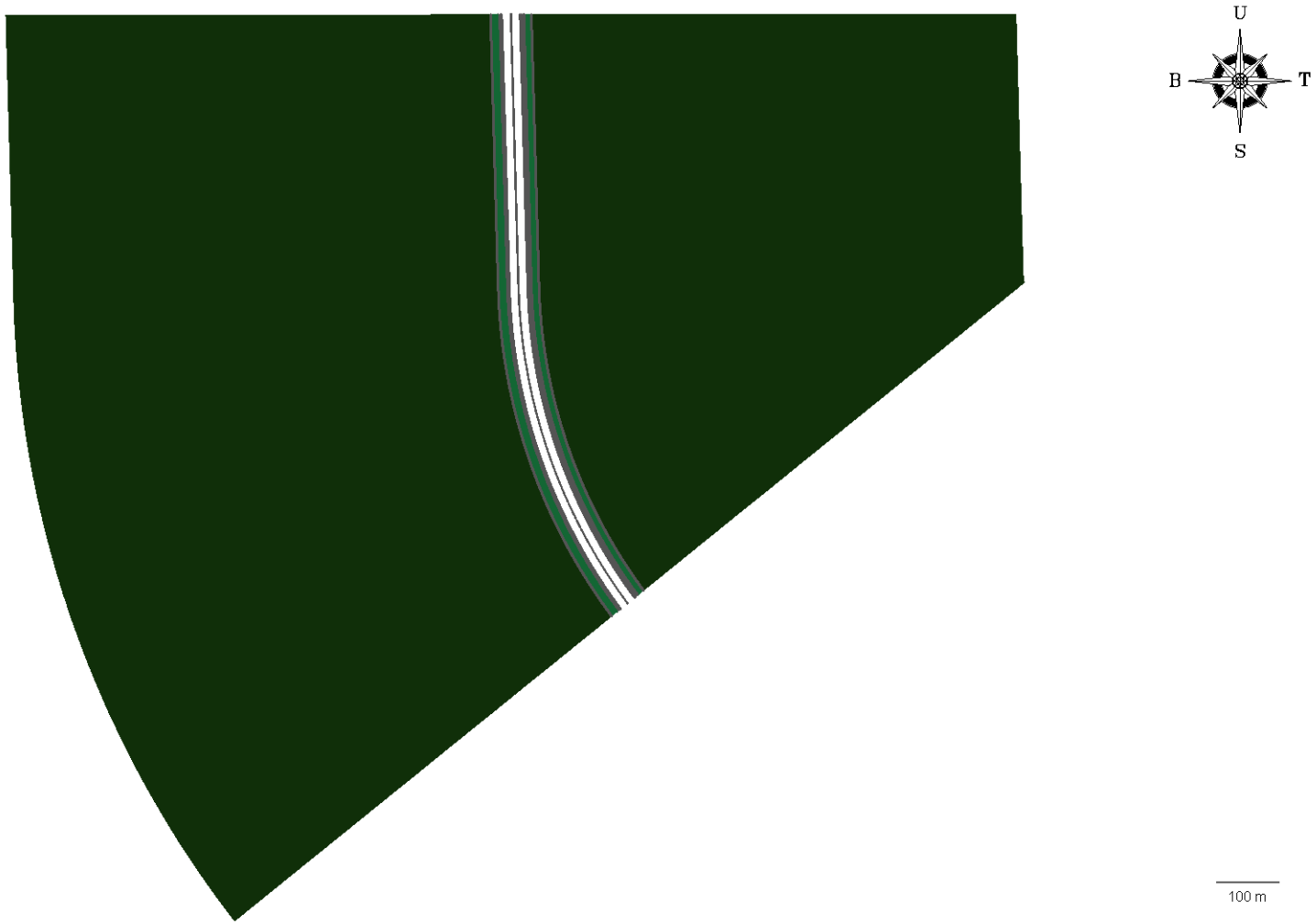
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	7	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-3			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 11.000			



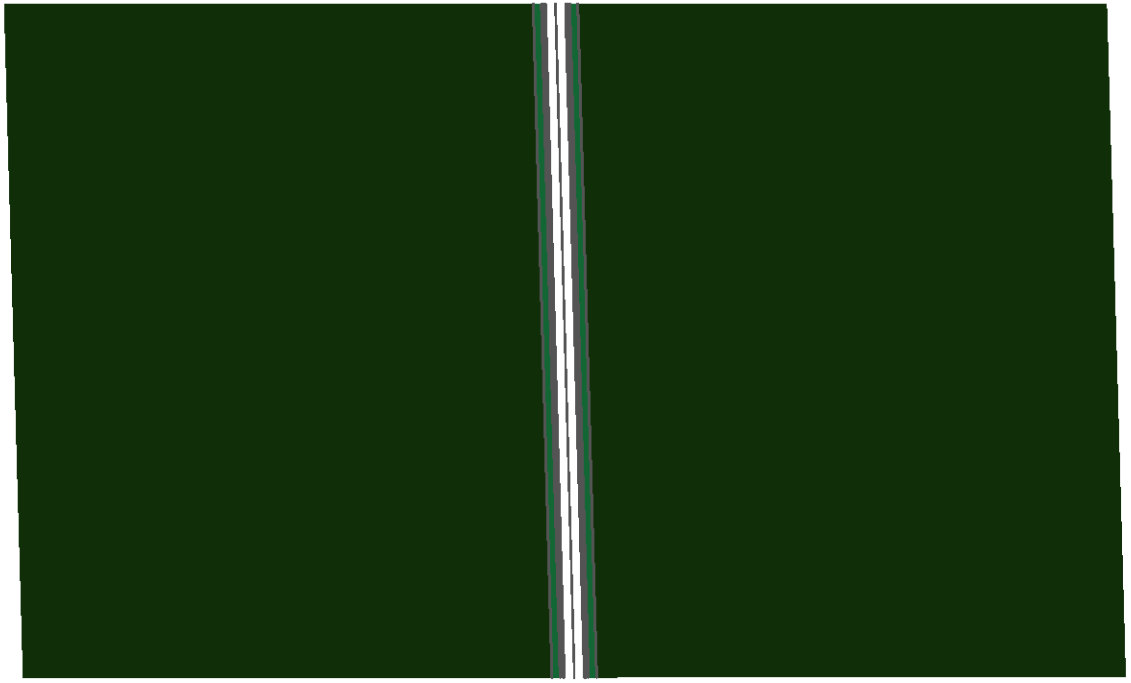


100 m

	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	8	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-4			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 11.000			



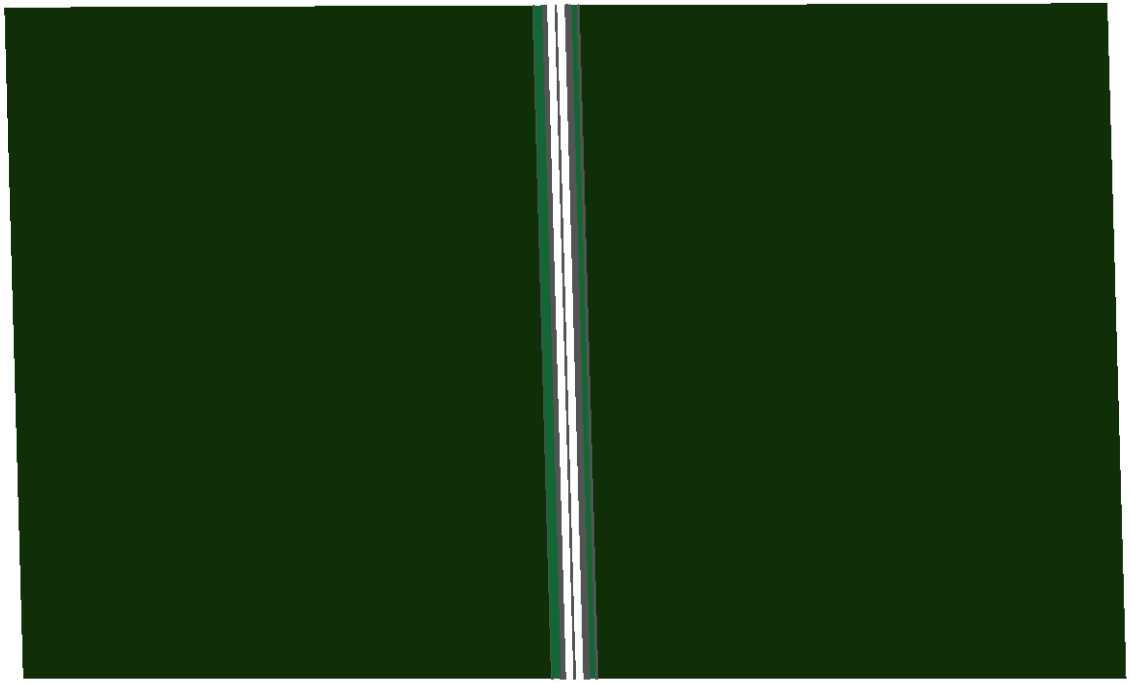
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	9	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-5			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

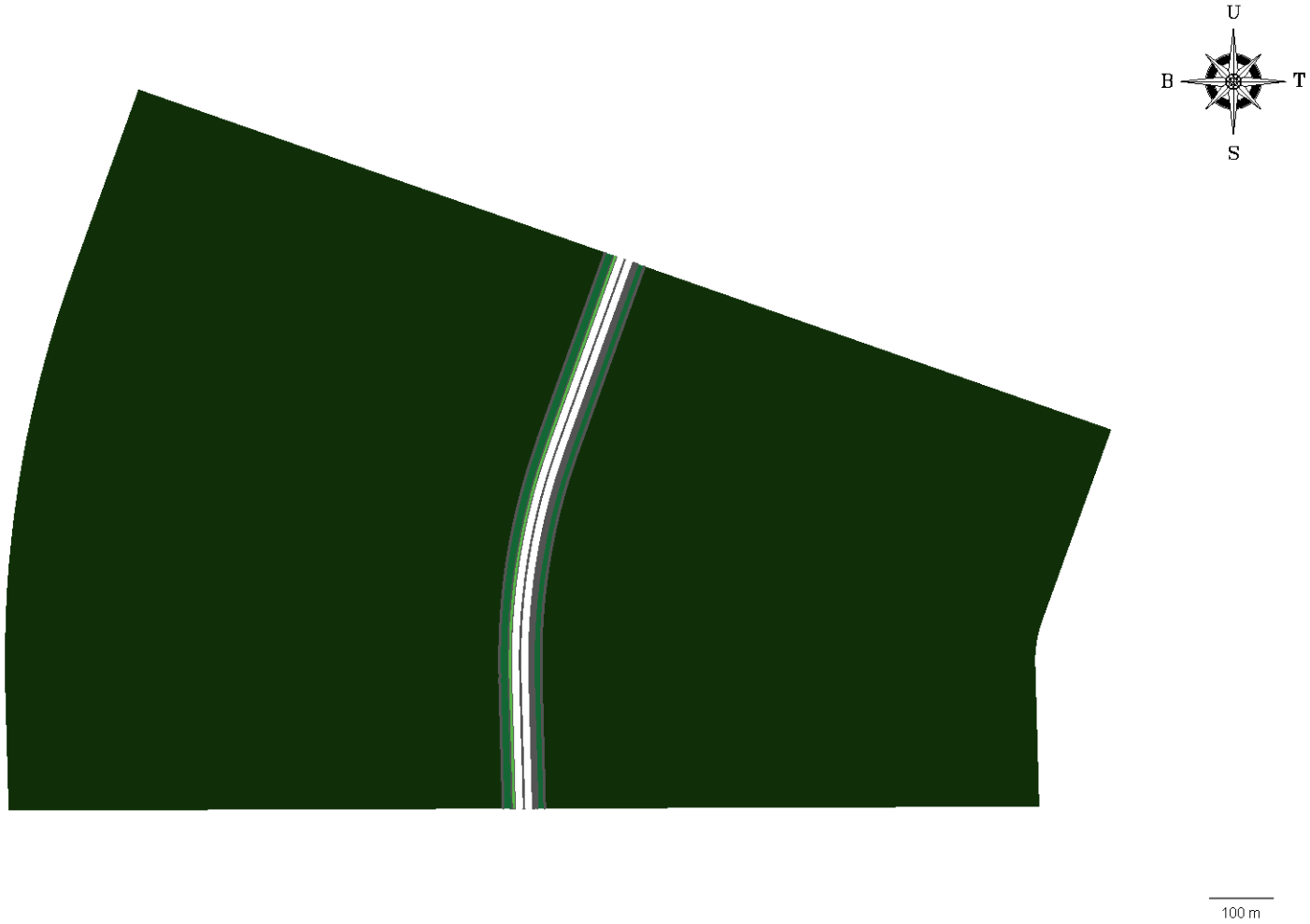
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	10	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-6			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



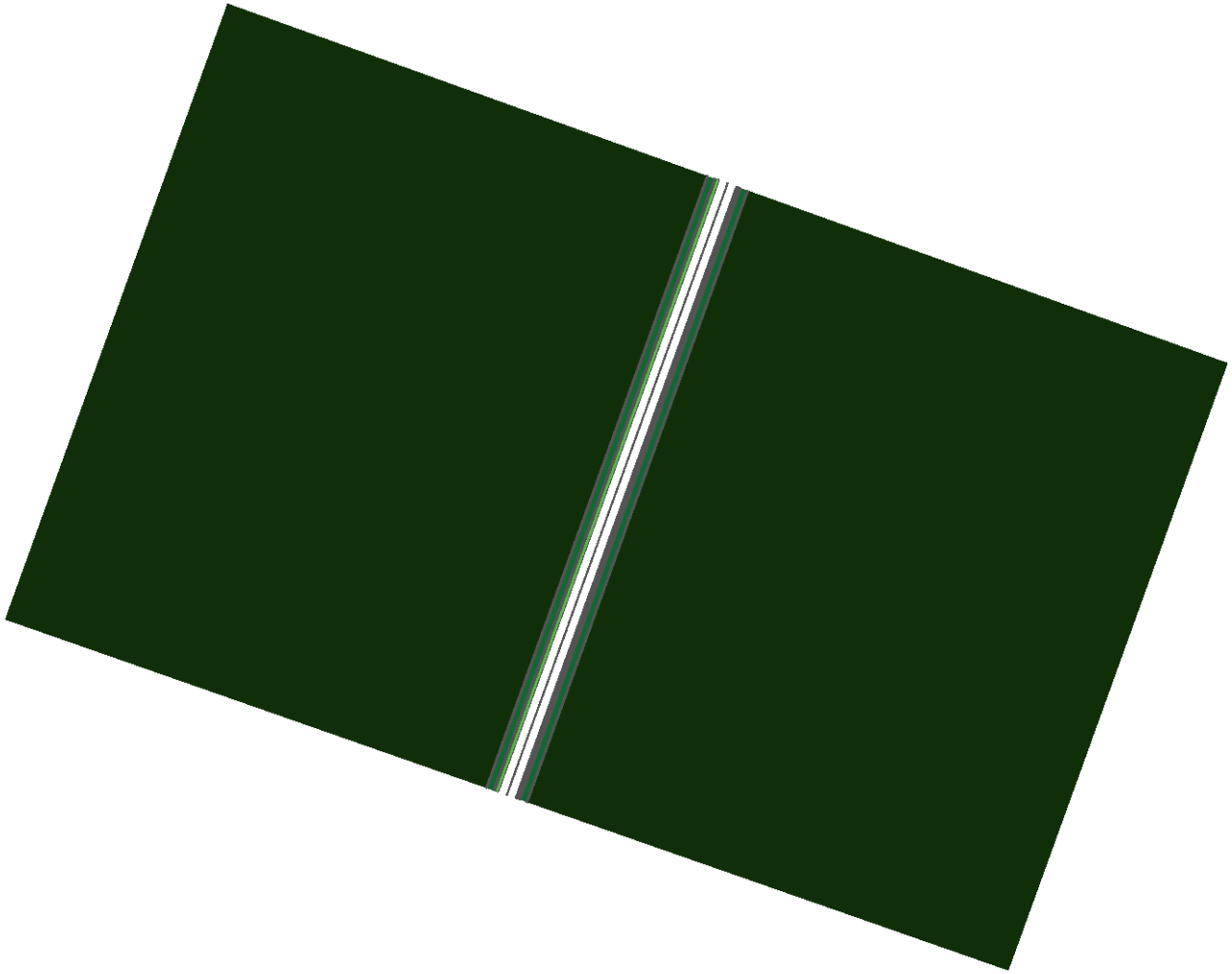
U
B T
S

100 m

	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	11	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-7			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



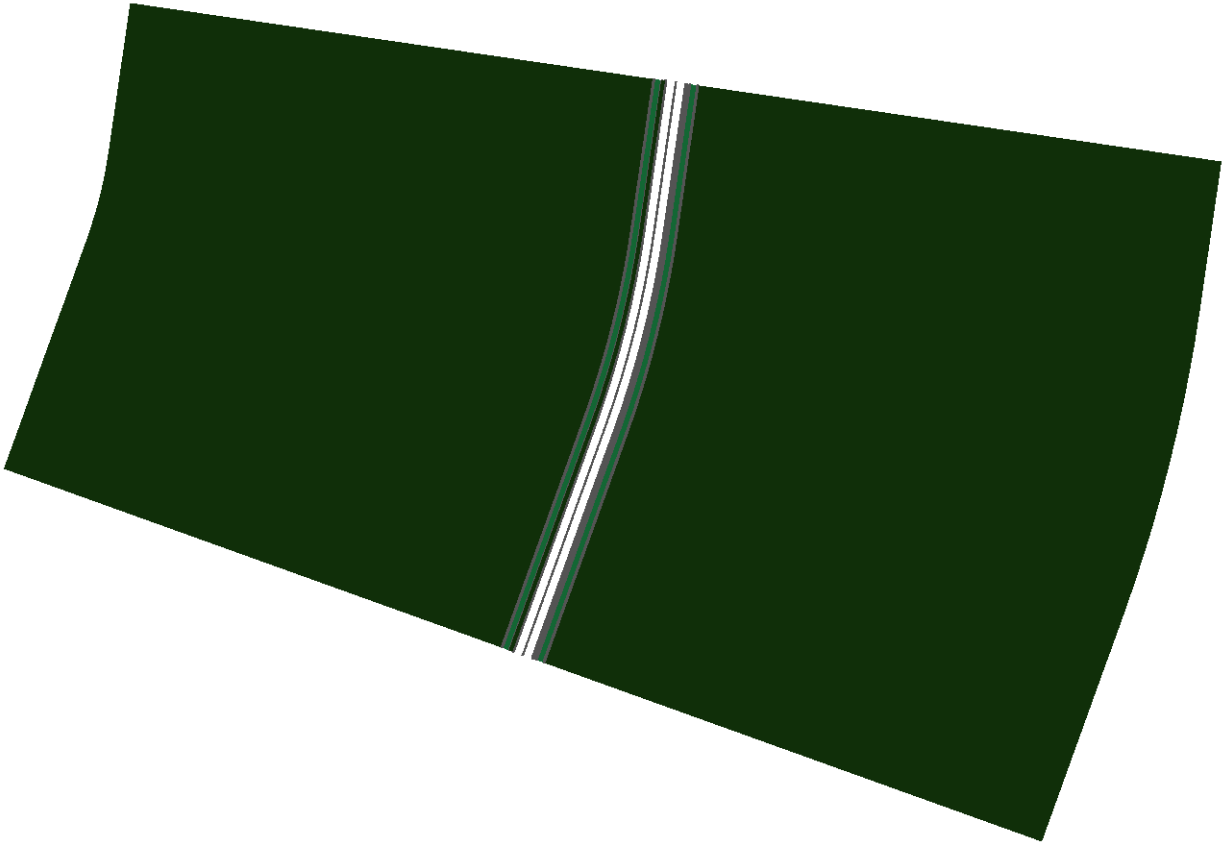
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	12	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-8			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

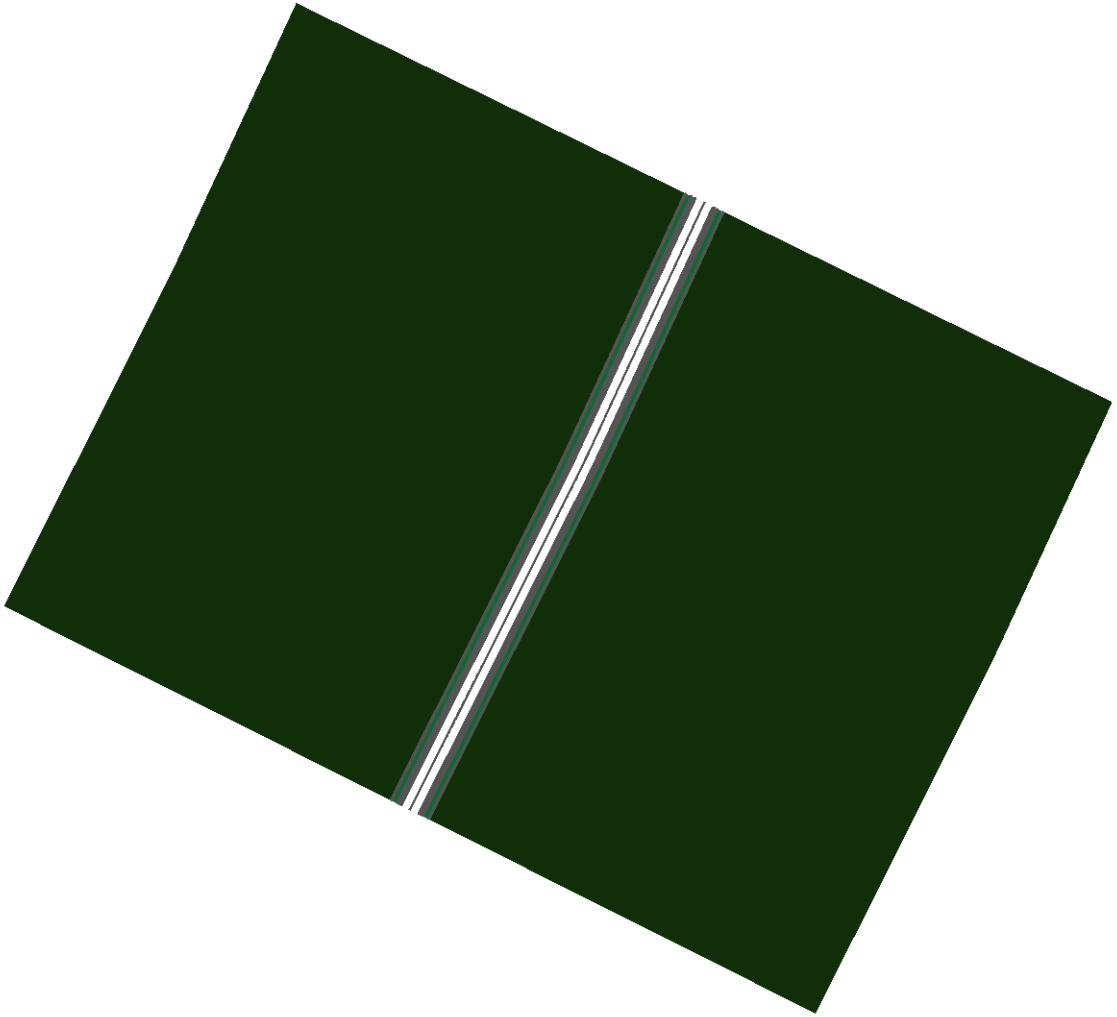
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	13	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-9			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

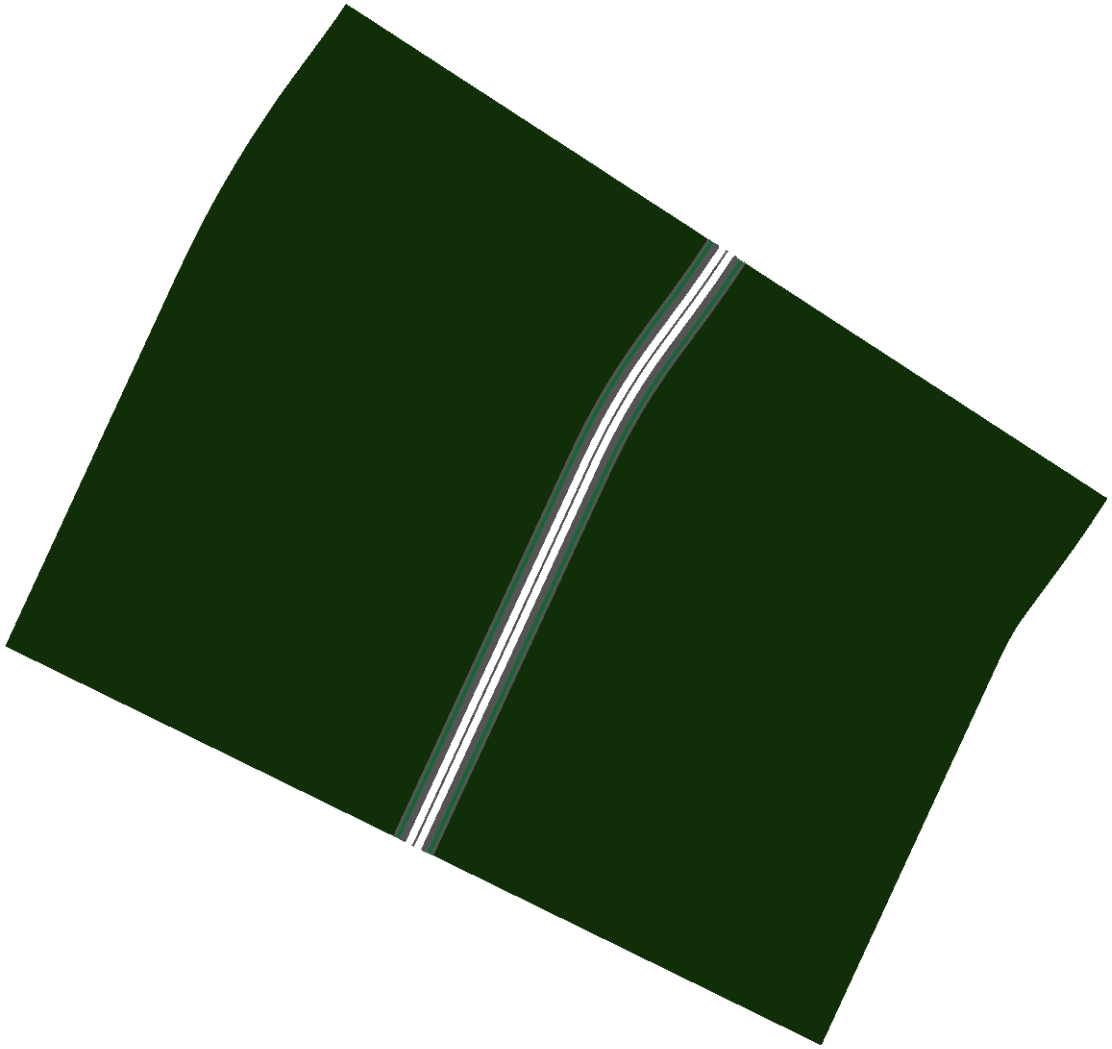
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	14	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN I-10			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

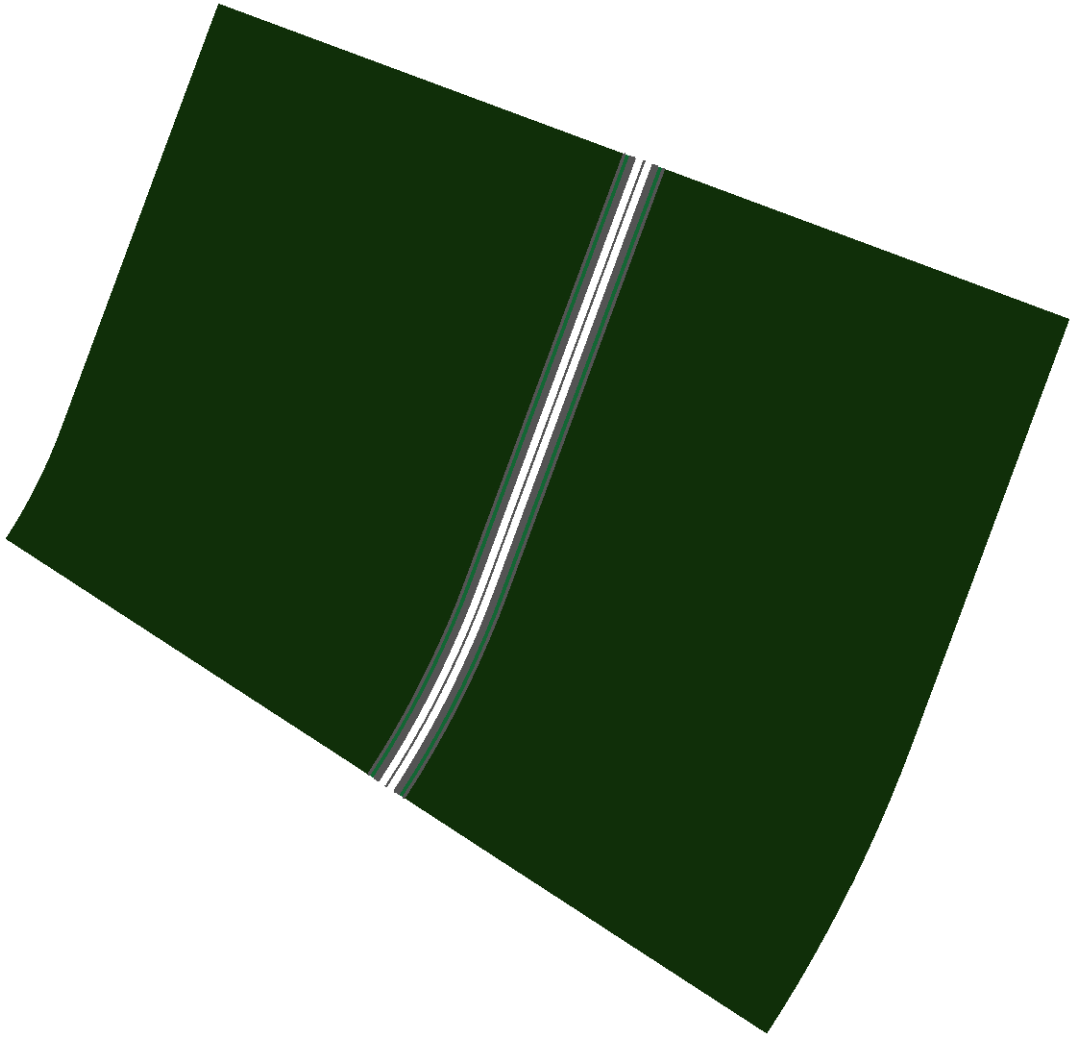
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	15	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-1			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

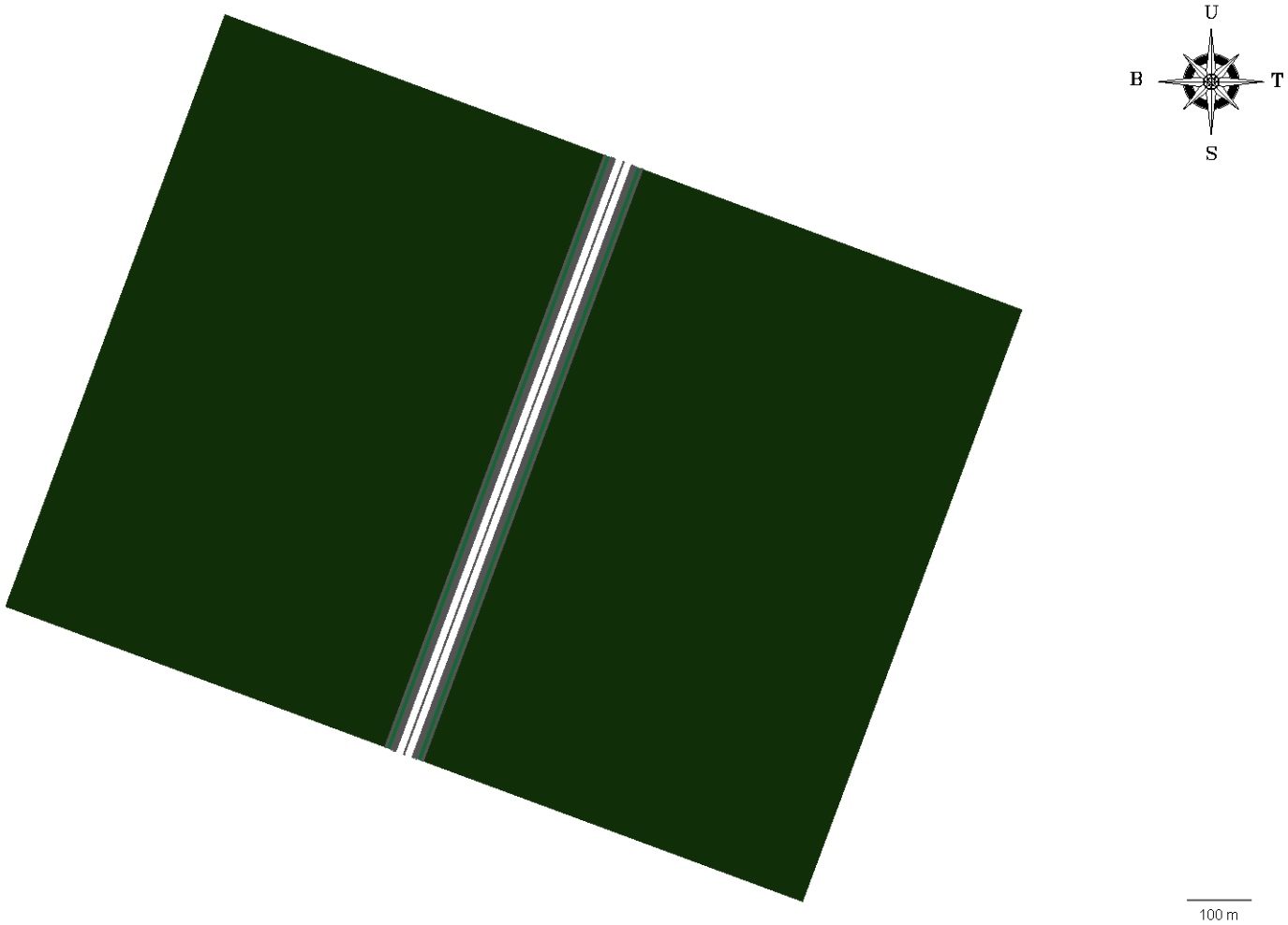
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	16	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-2			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



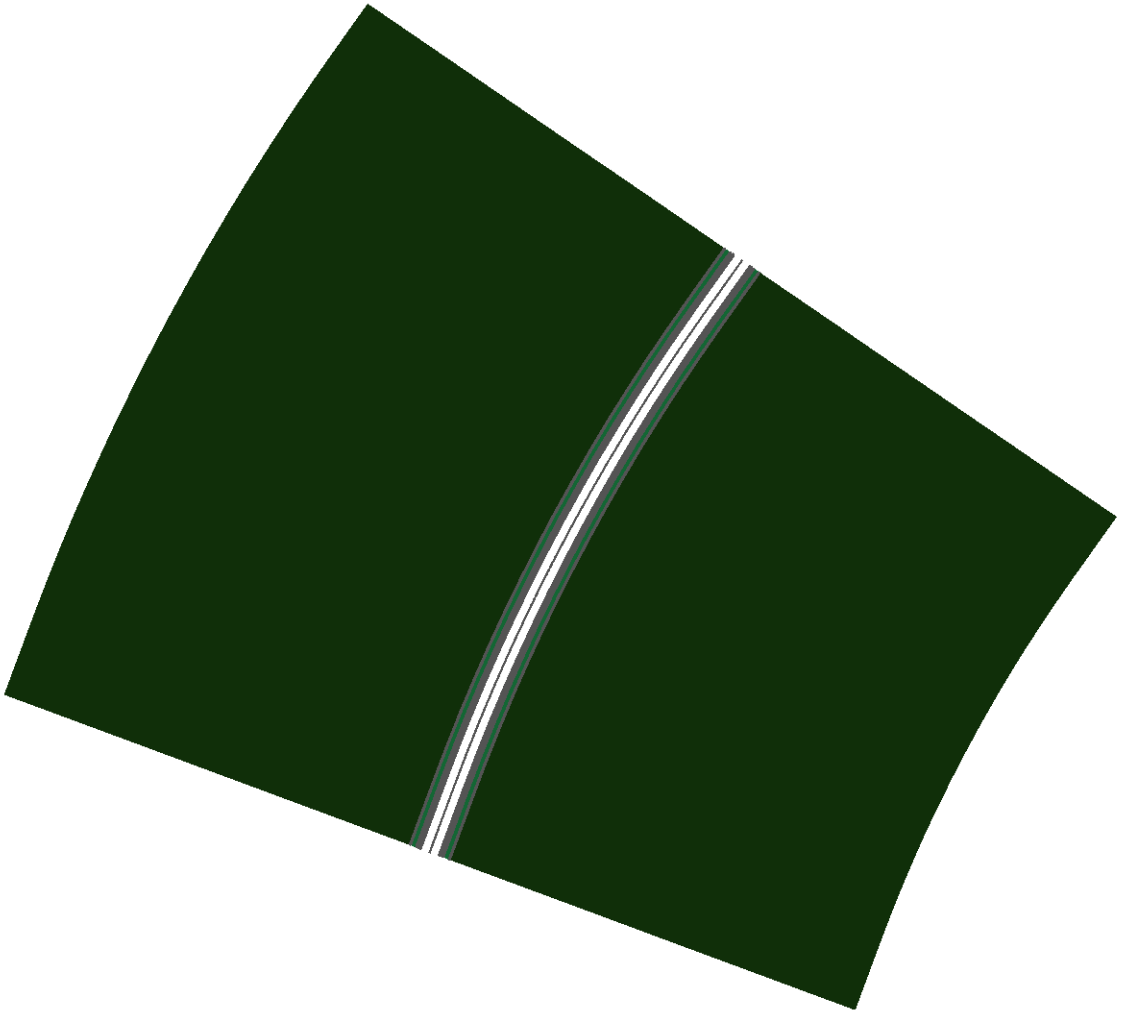
U
B T
S

100 m

TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR - RE 184804	MAHASISWA Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	KETERANGAN ■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	NOMOR GAMBAR 17	JUMLAH GAMBAR 28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-3			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



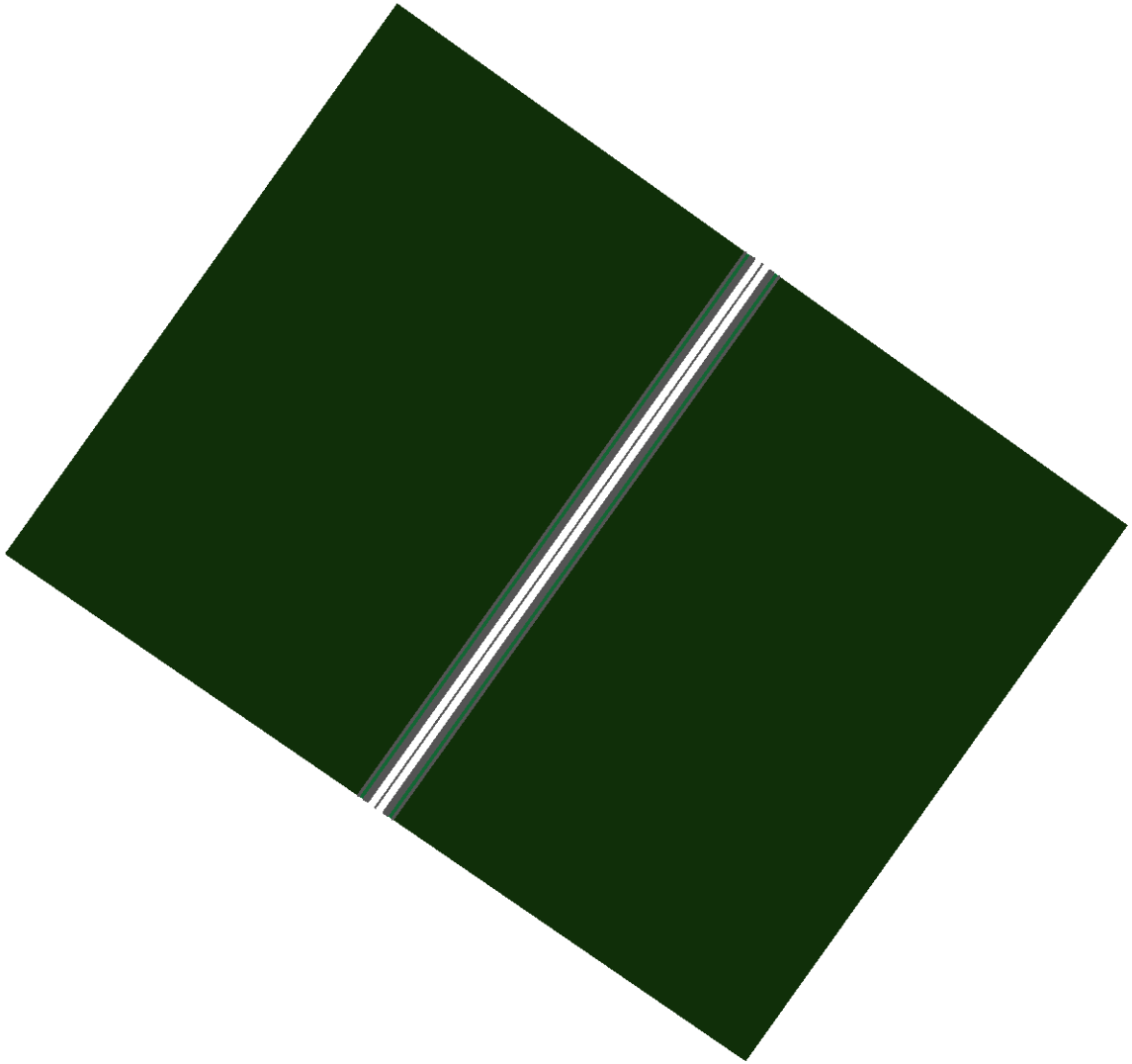
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	18	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-4			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

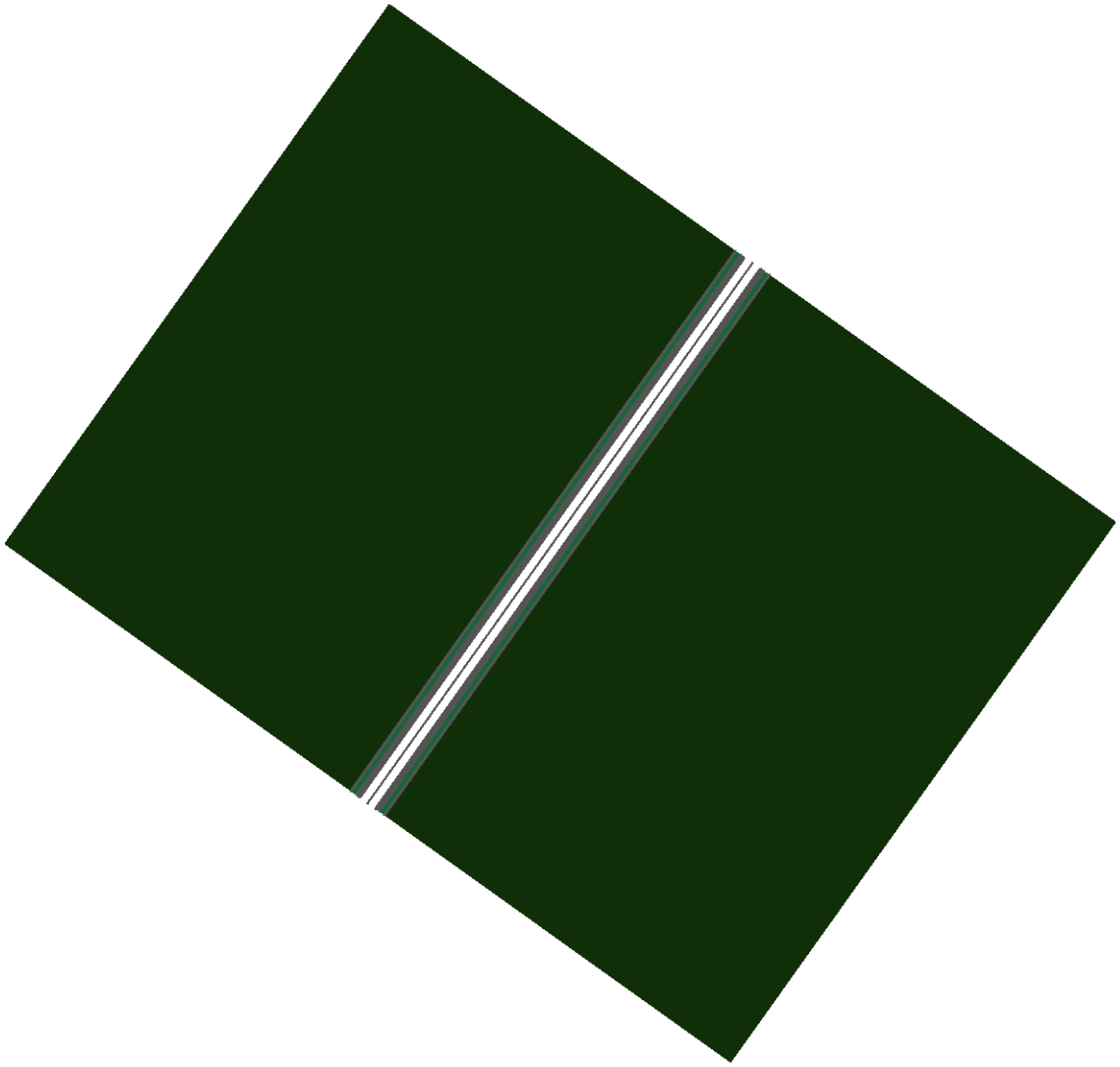
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	19	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-5			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

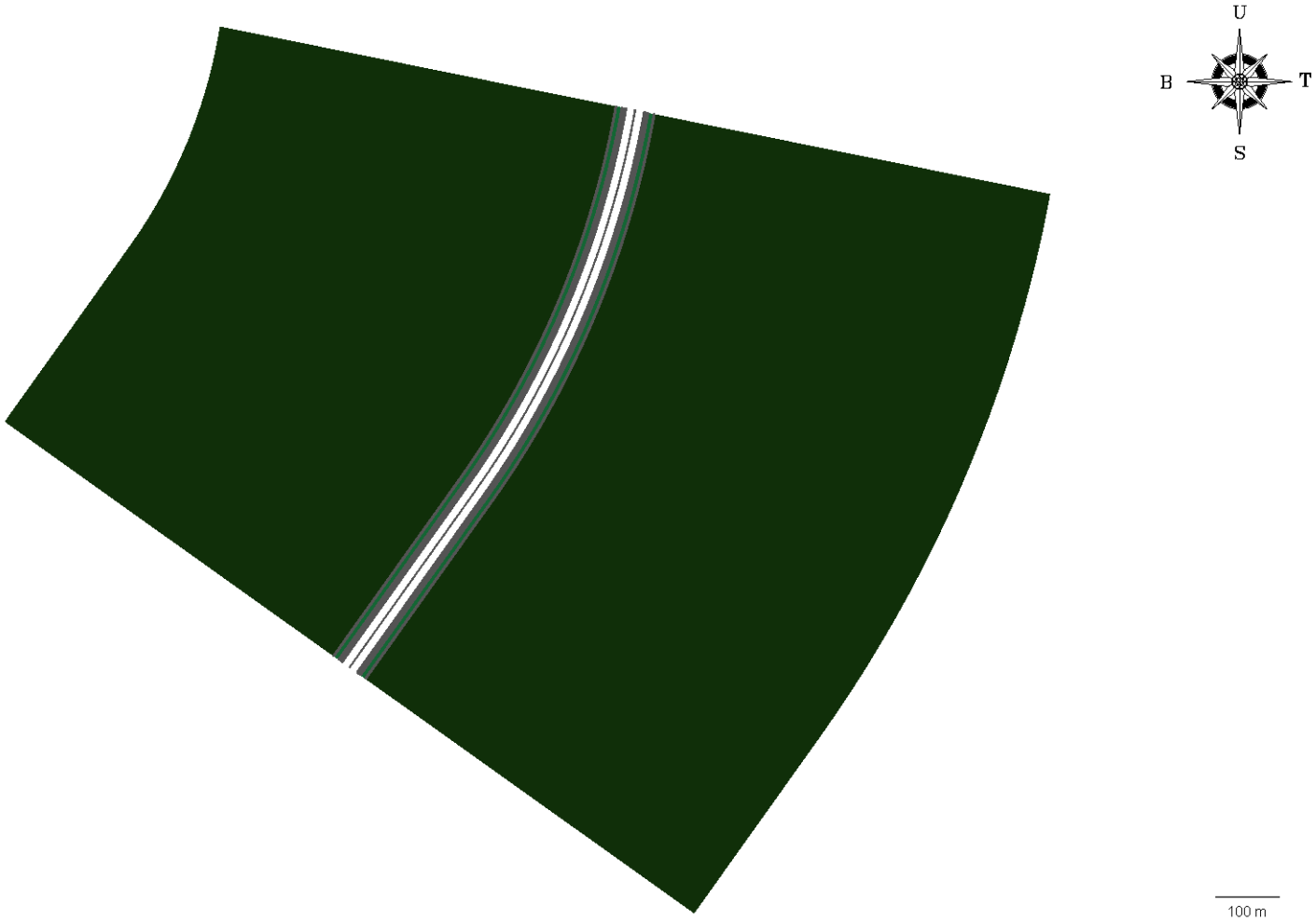
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	20	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-6			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



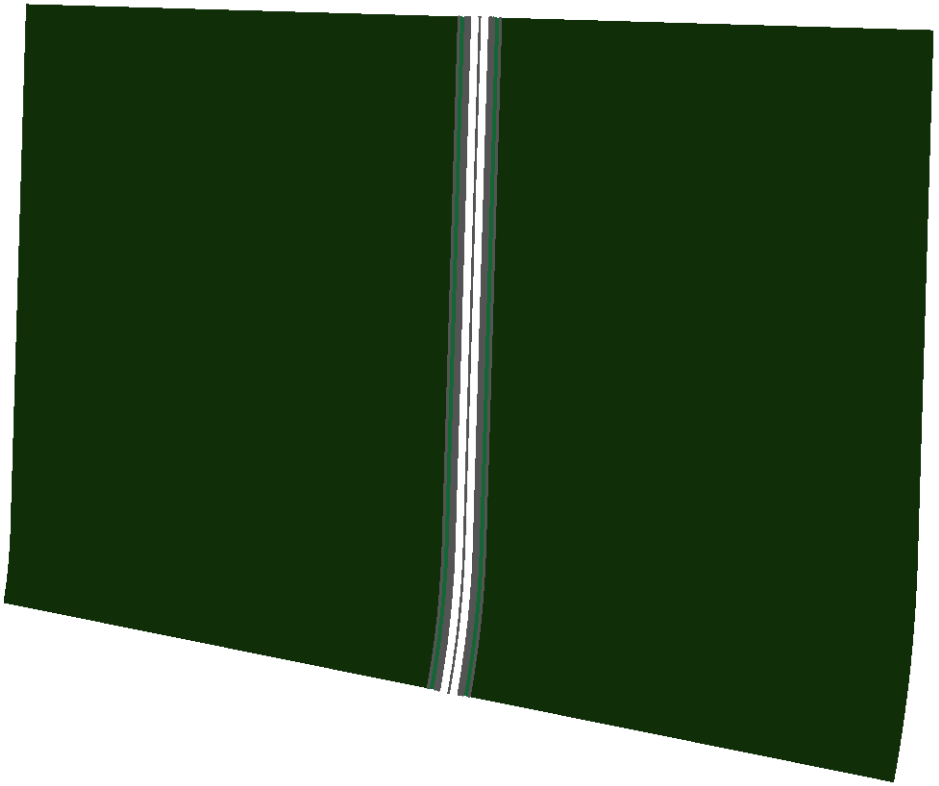
U
B T
S

100 m

	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	21	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-7			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



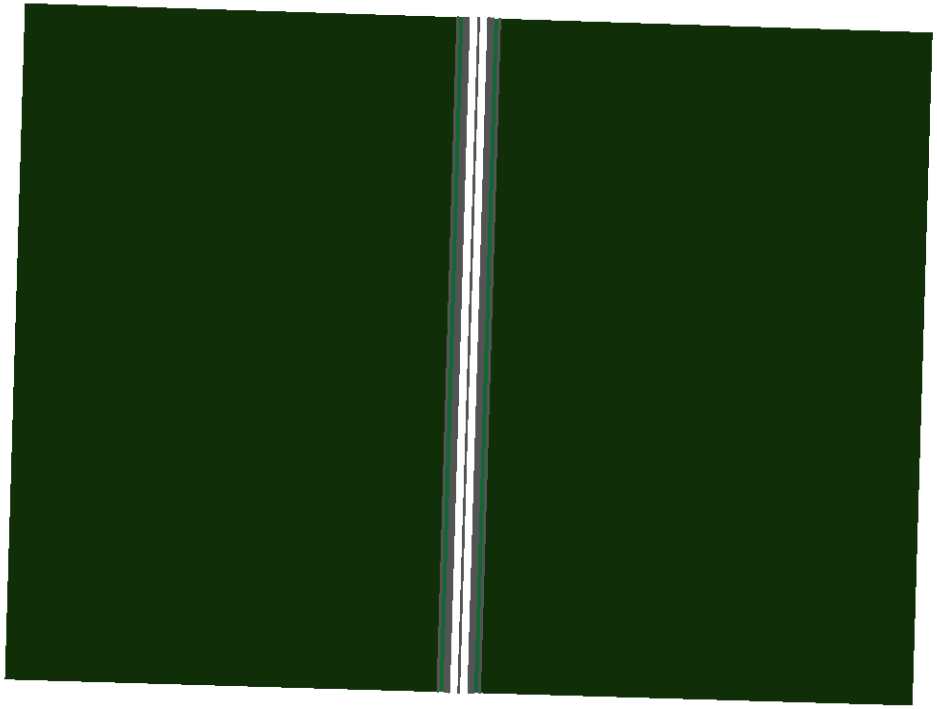
TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR - RE 184804	MAHASISWA Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	KETERANGAN ■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	NOMOR GAMBAR 22	JUMLAH GAMBAR 28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-8			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

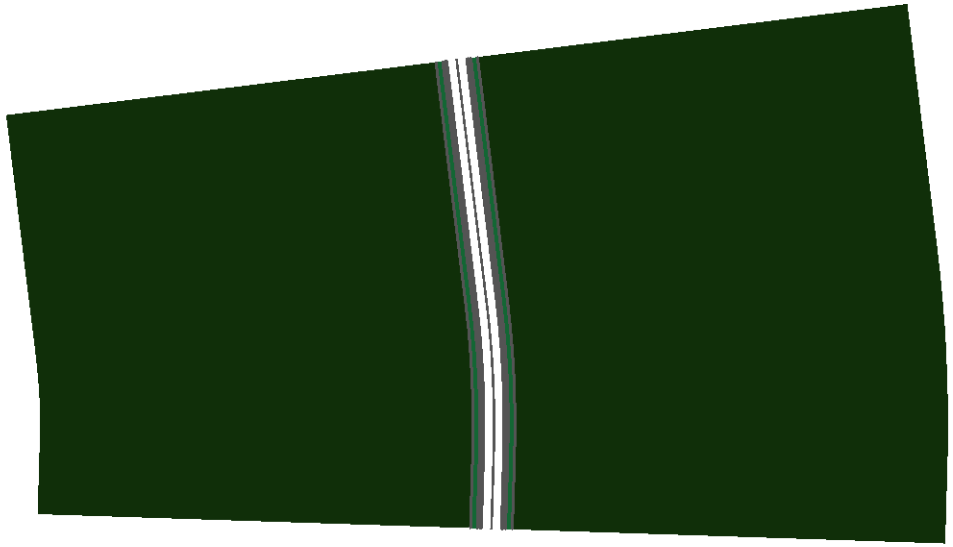
		MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	23	28
		DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-9			
	DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

100 m

	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	■ Perdu/Semak ■ Pohon ■ Rumput ■ Jalan Tol ■ Median	24	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-10			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			



U
B T
S

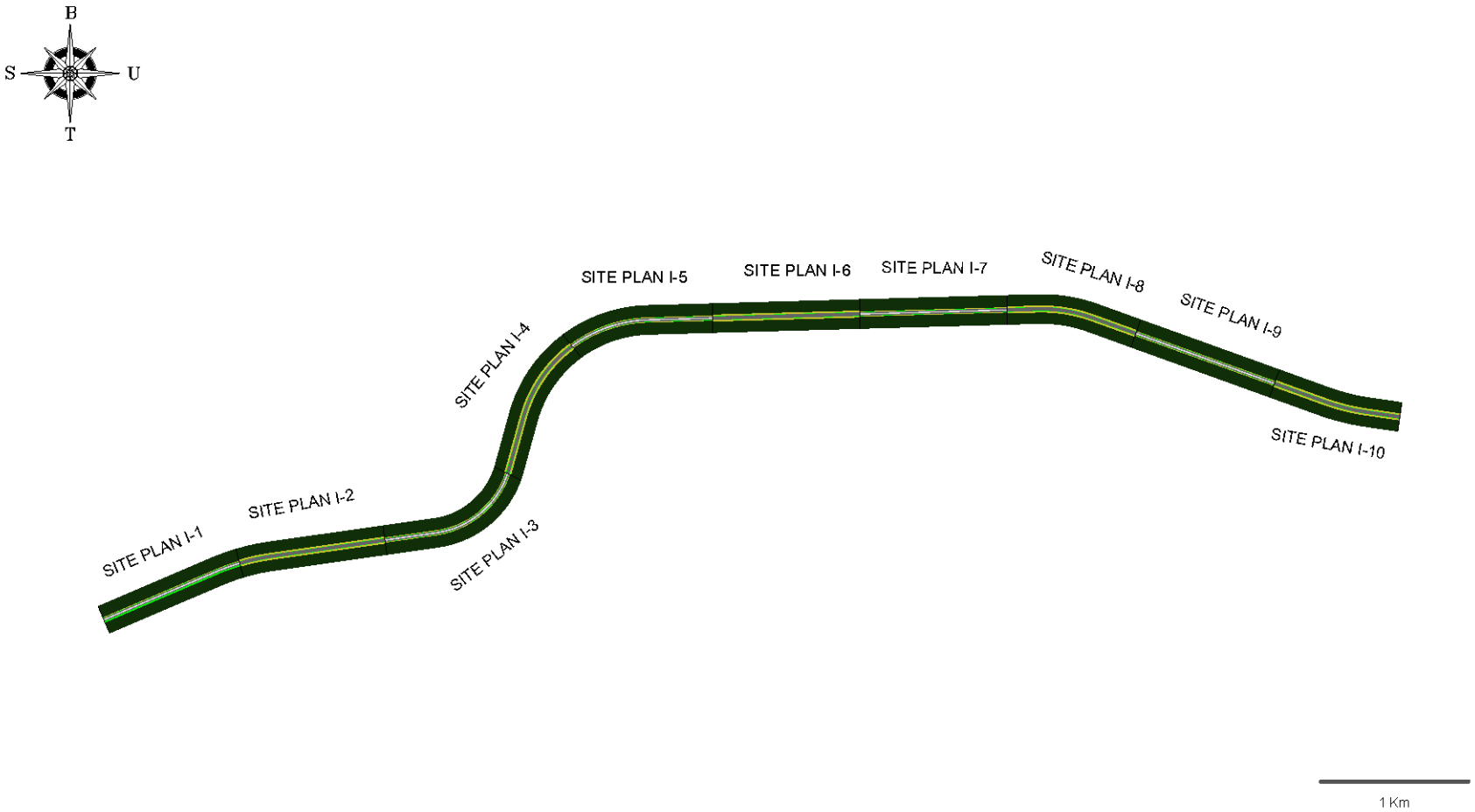
100 m

	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	25	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR SITE PLAN III-11			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 10.000			

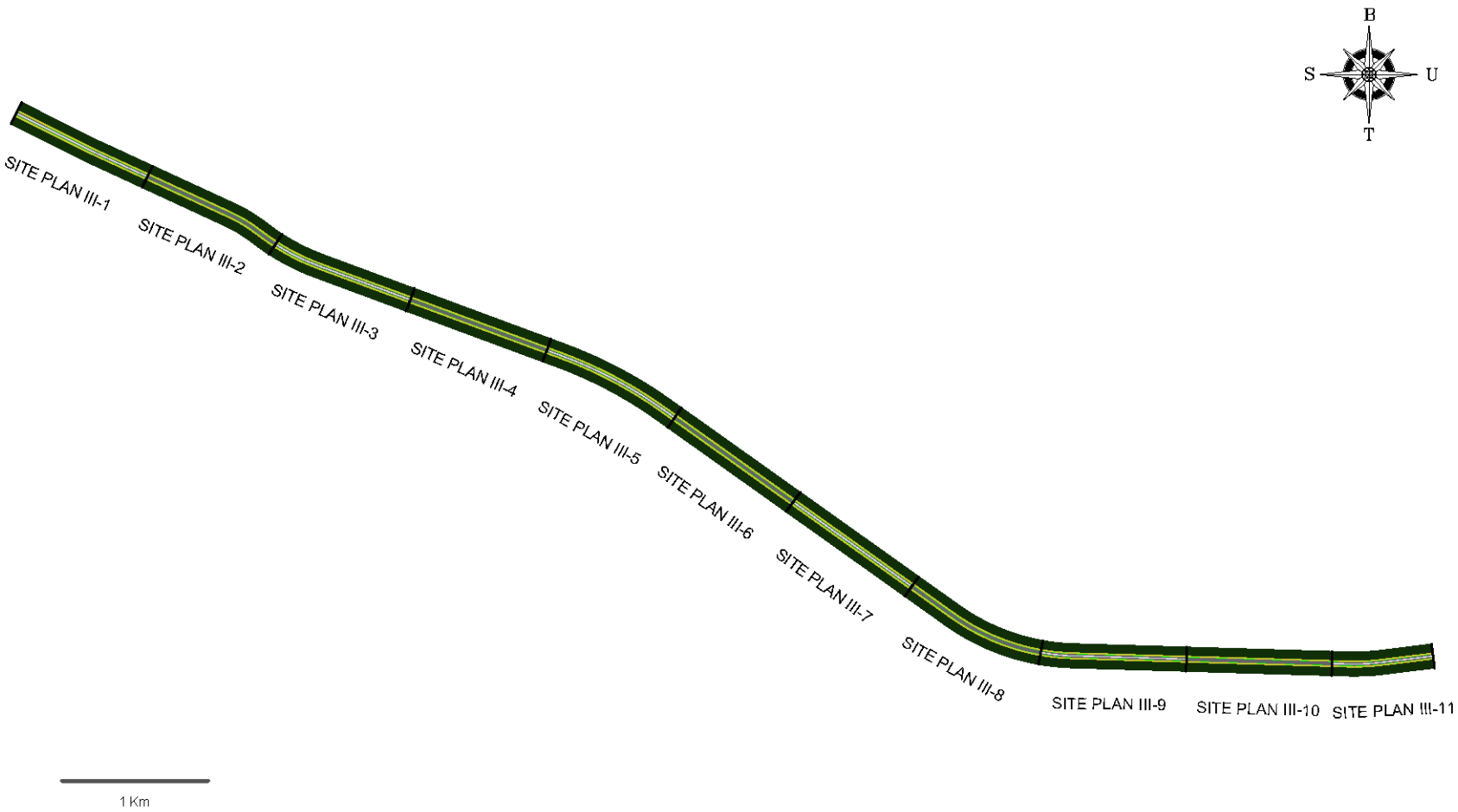
LAMPIRAN C

Site Plan dengan komposisi vegetasi sebagai berikut :

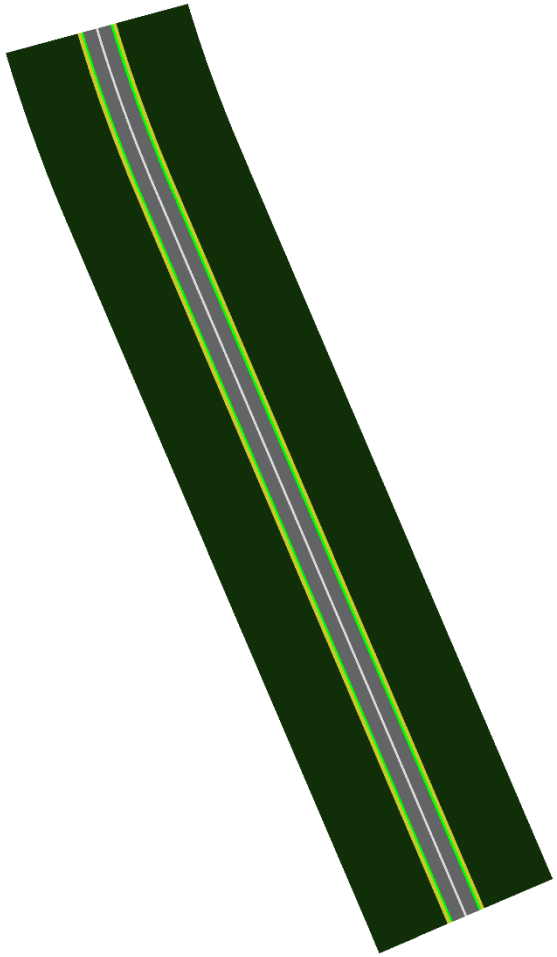
1. Seksi I : rumput 2,025%; perdu/semak 9,055% dan pohon 88,92%.
2. Seksi III : rumput 2,05%; perdu/semak 9,13% dan pohon 88,82%.

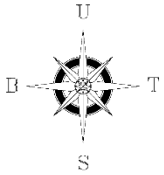


	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	3	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR ROW Rencana Seksi I Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 50.000			



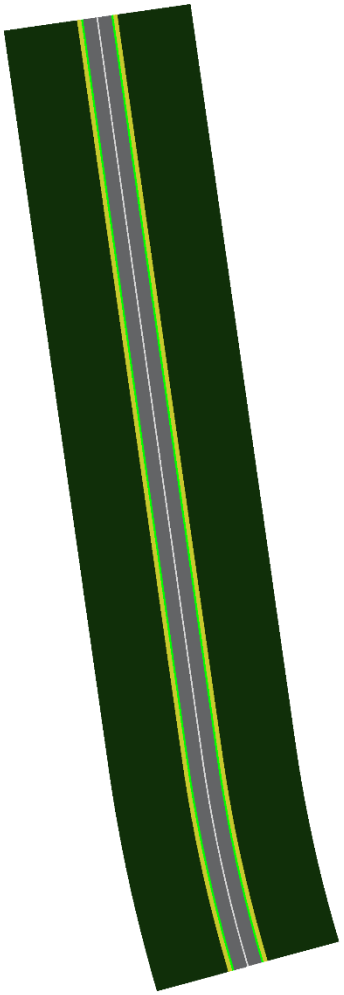
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	4	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR ROW Rencana Seksi III Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 50.000			

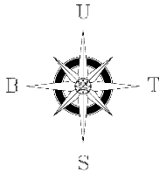




100 m

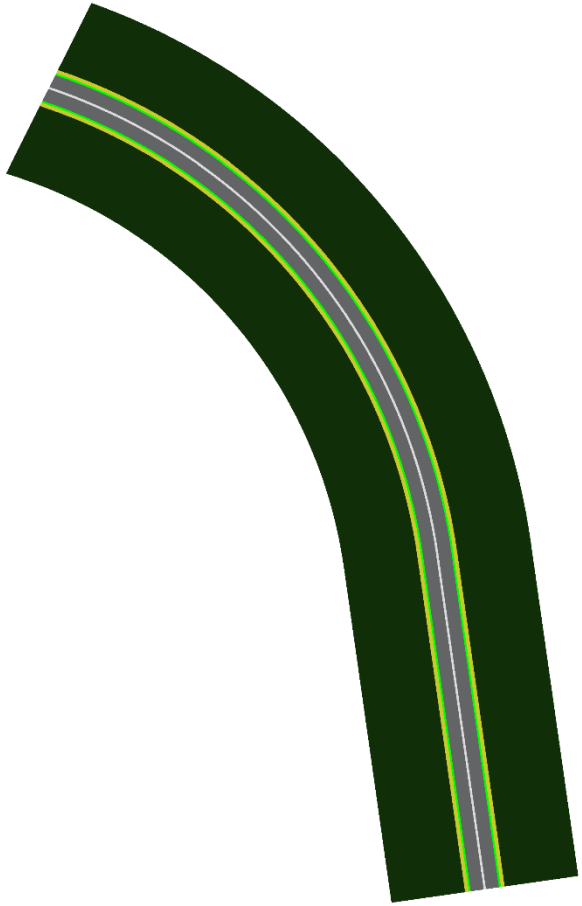
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	5	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-1 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

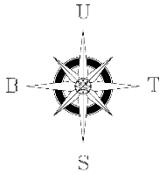




100 m

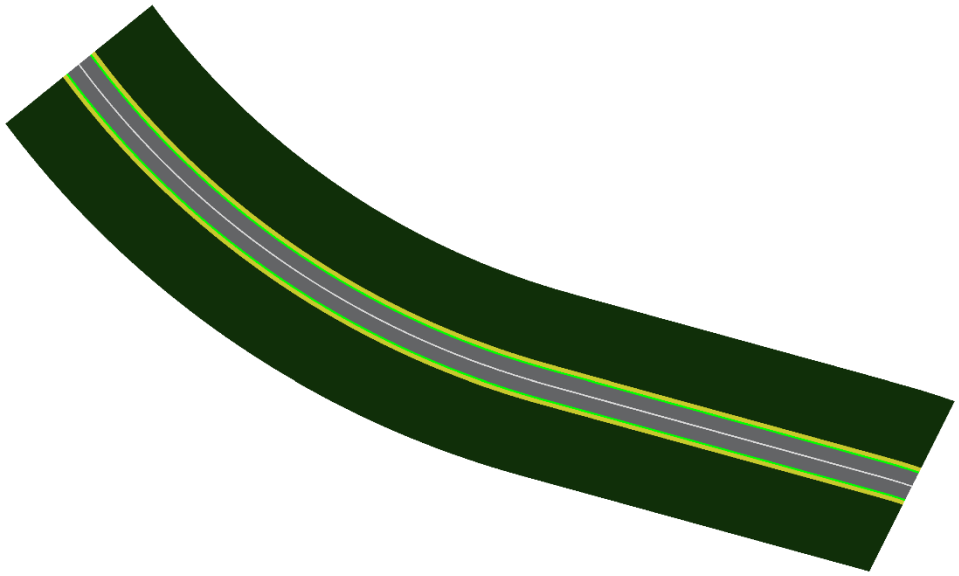
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	6	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-2 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

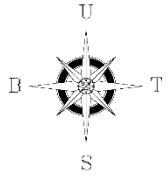




100 m

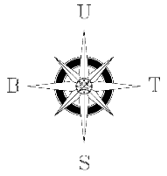
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	7	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-3 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			





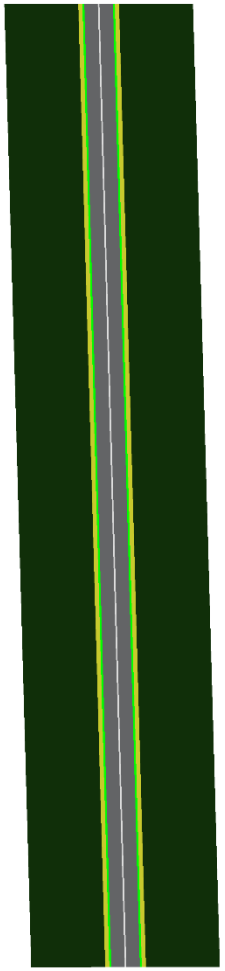
100 m

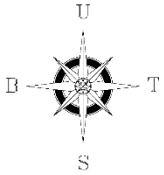
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	8	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-4 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			



100 m

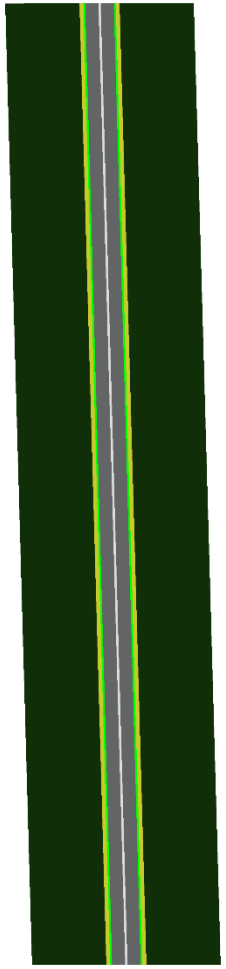
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	9	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-5 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

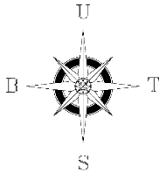




100 m

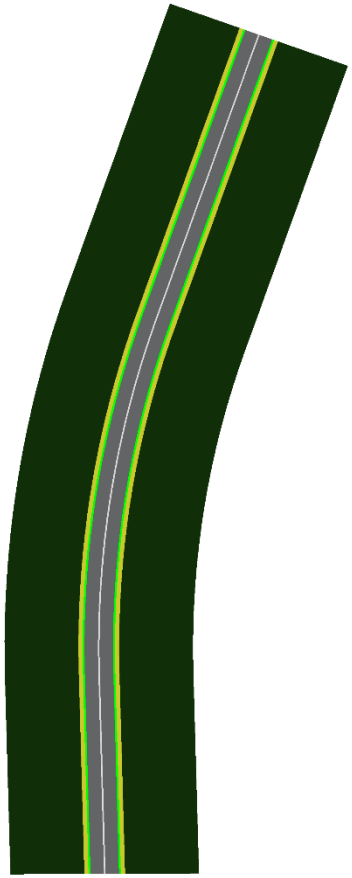
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	10	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-6 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

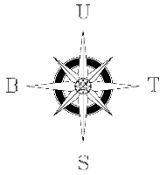




100 m

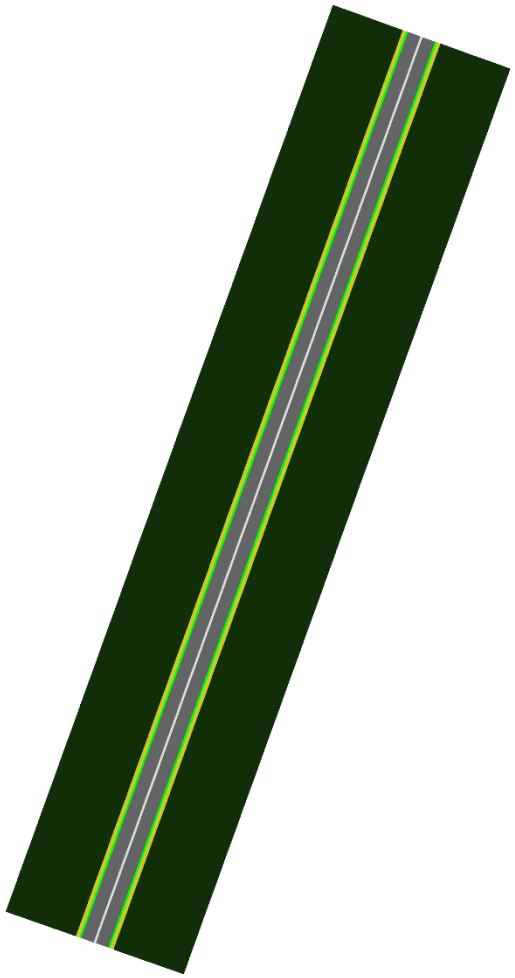
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	11	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-7 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

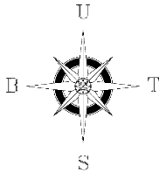




100 m

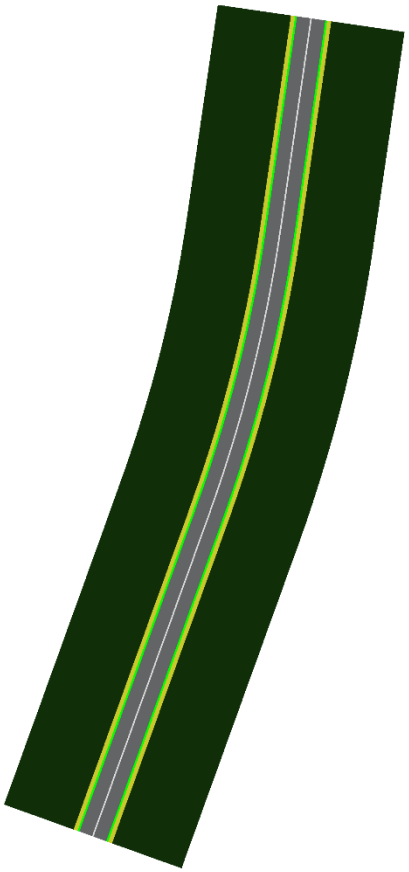
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	12	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-8 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

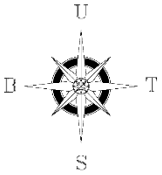




100 m

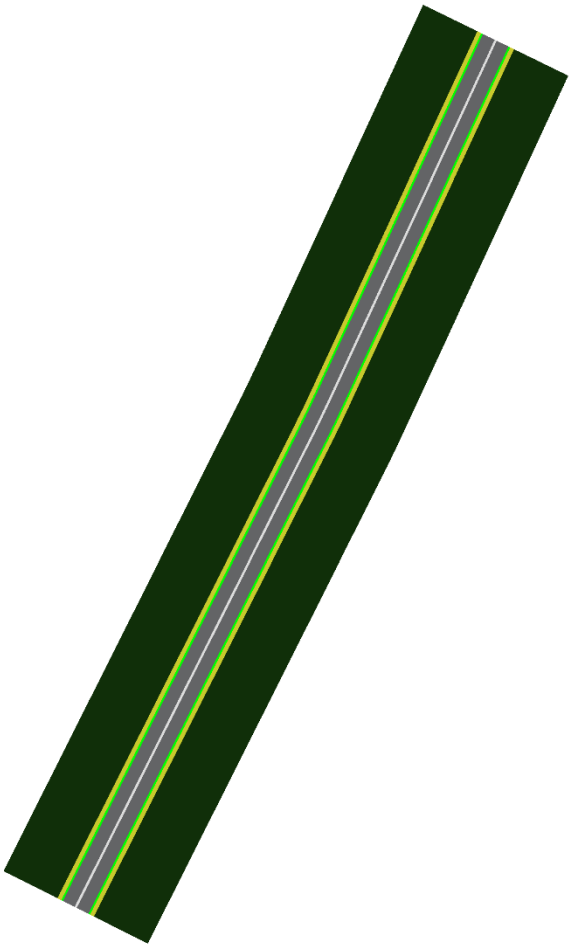
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	13	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-9 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

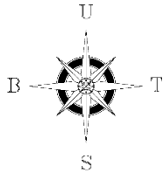




100 m

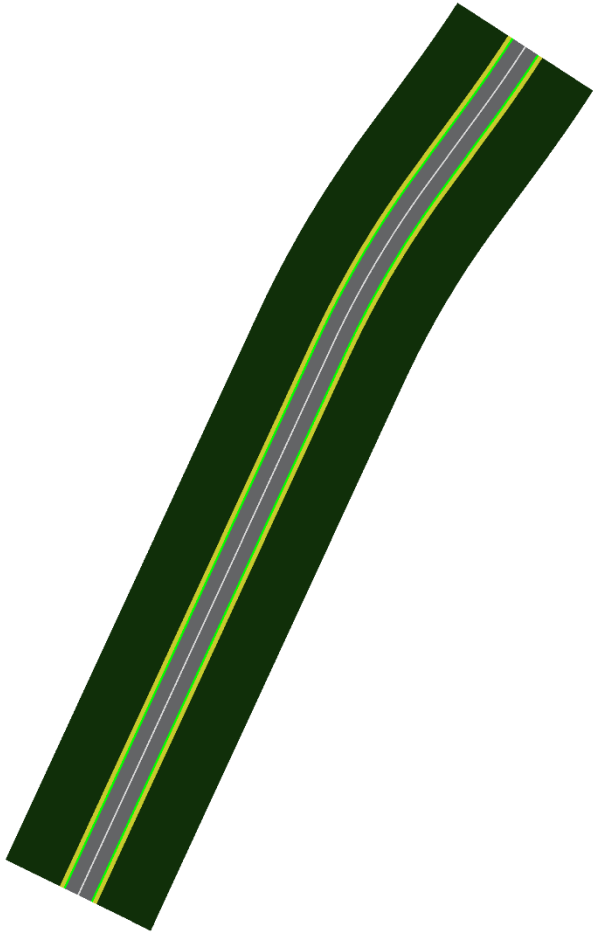
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	14	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN I-10 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

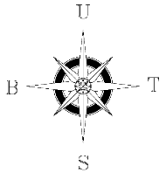




100 m

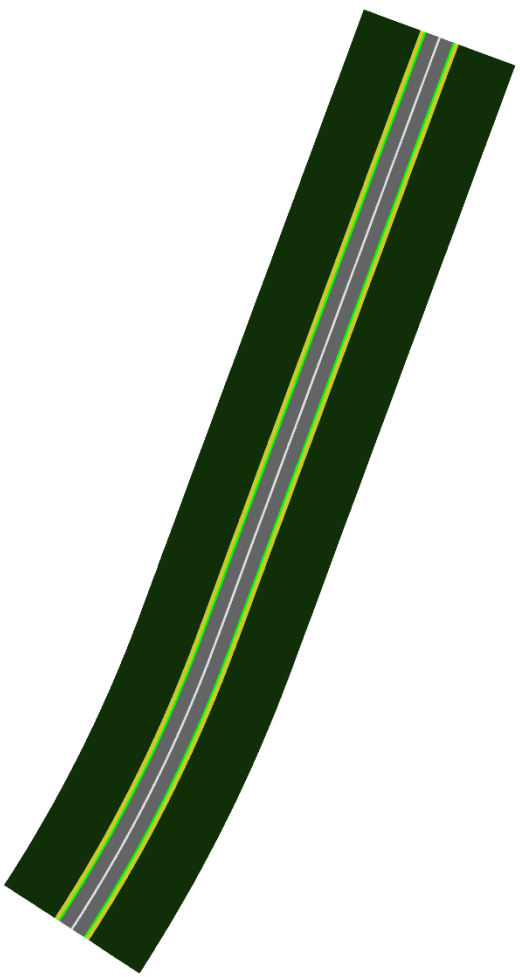
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	15	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-1 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

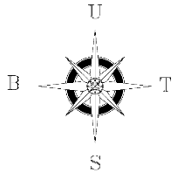




100 m

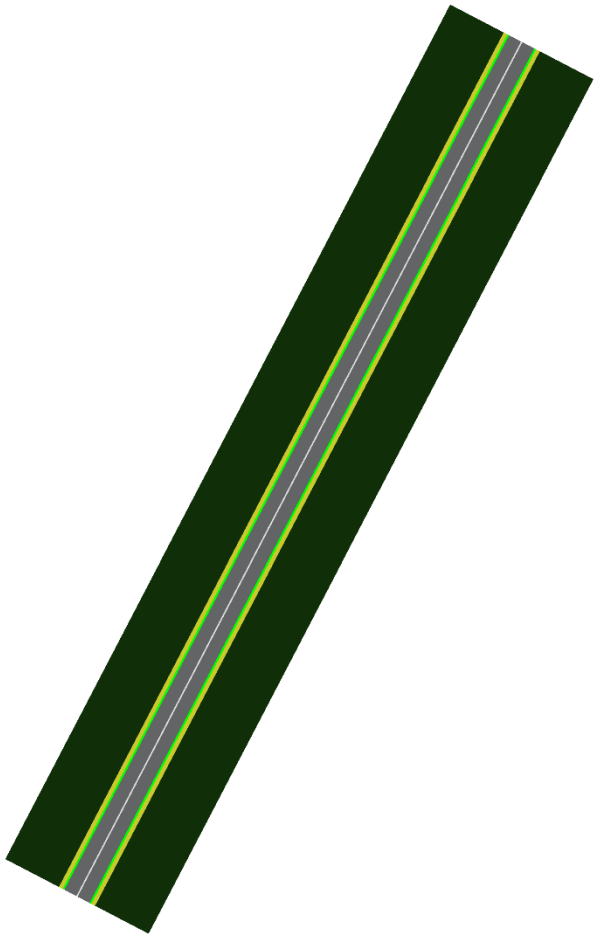
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	16	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-2 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

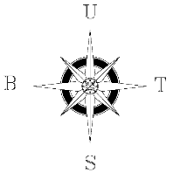




100 m

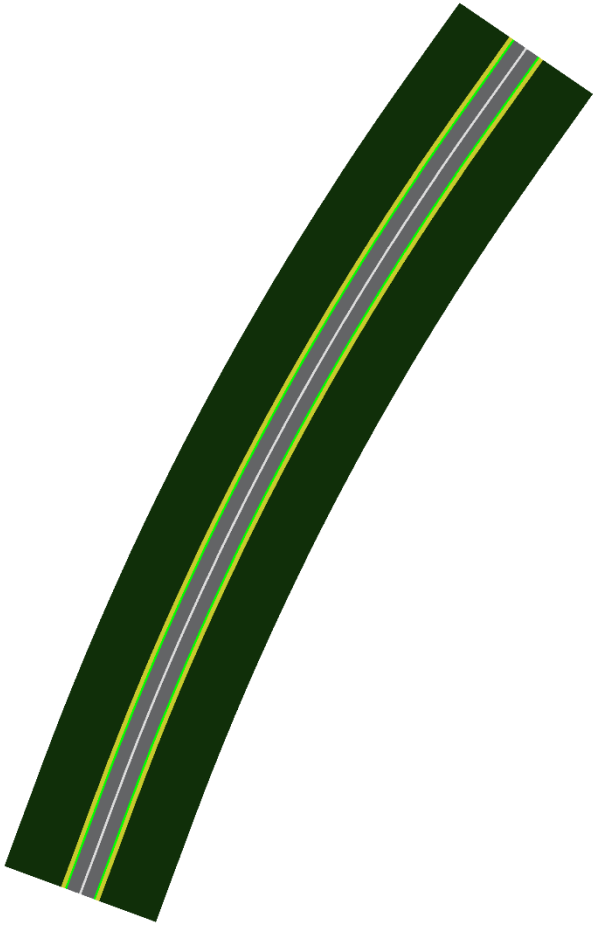
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	17	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-3 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

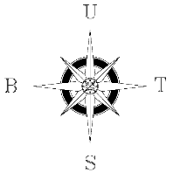




100 m

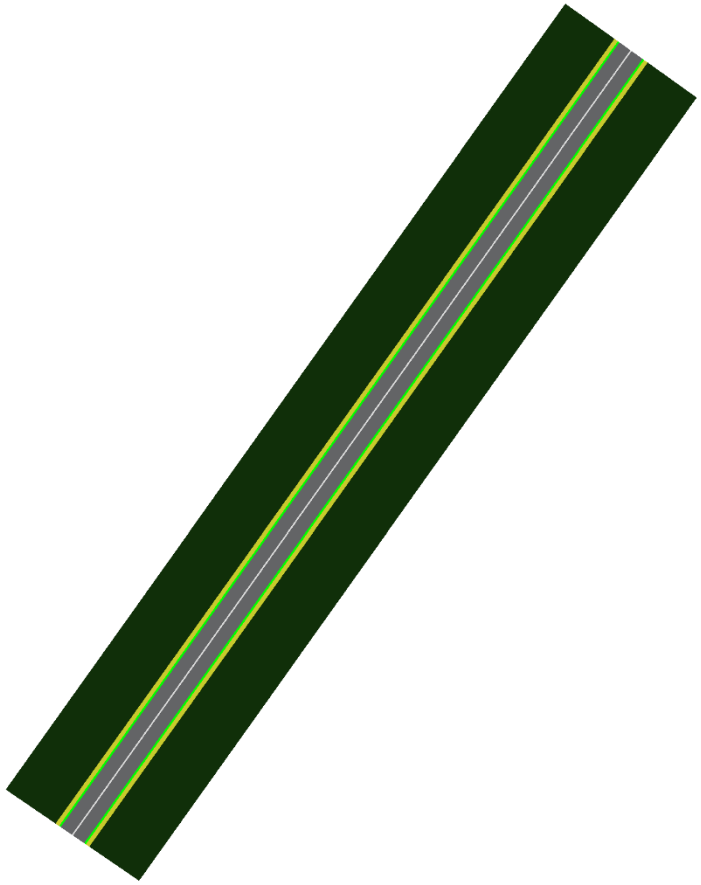
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	18	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-4 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

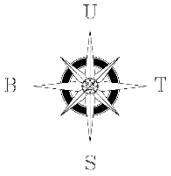




100 m

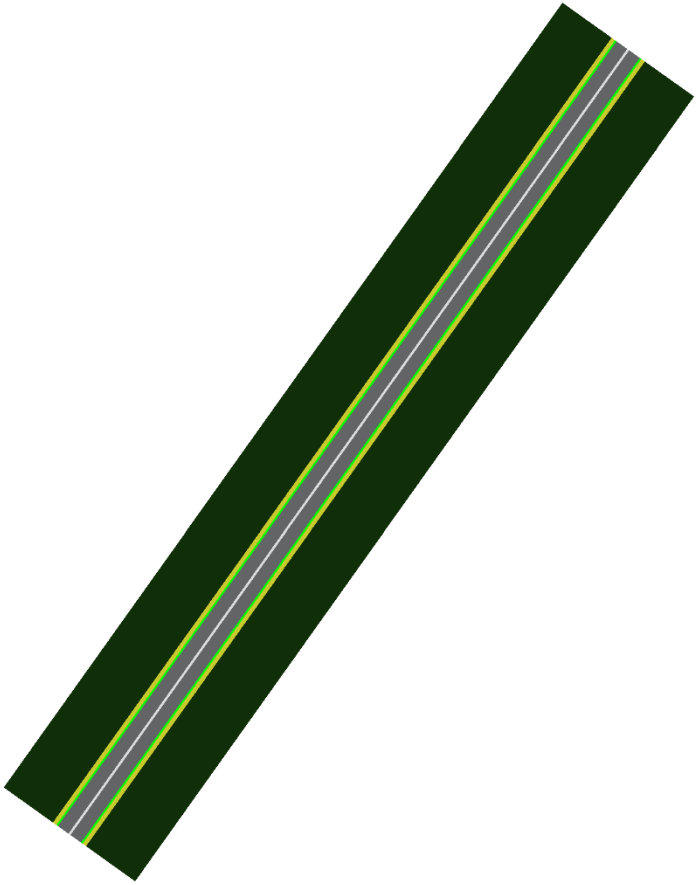
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	19	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-5 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

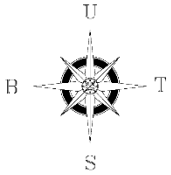




100 m

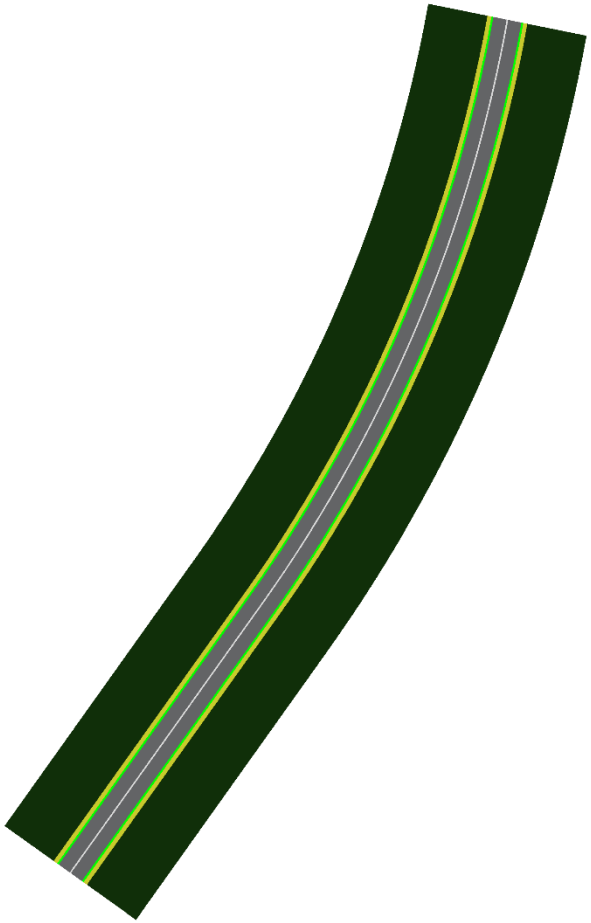
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	20	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-6 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

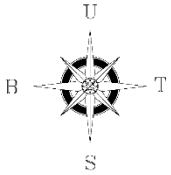




100 m

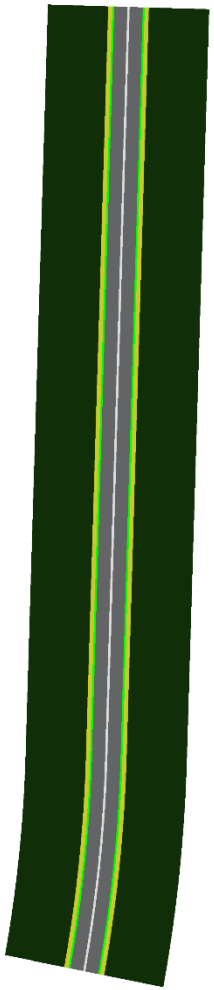
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	21	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-7 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

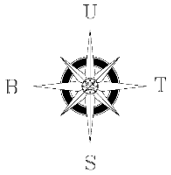




100 m

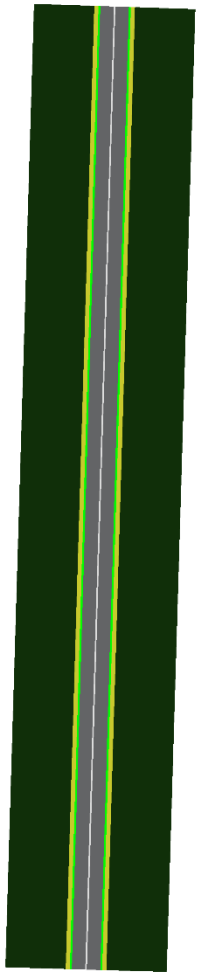
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	22	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-8 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

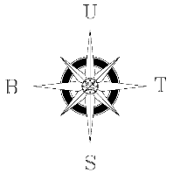




100 m

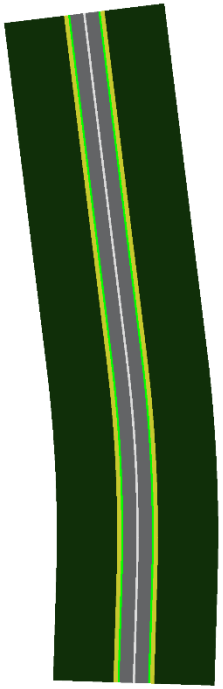
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	23	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-9 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

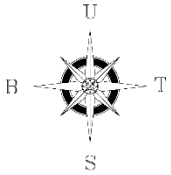




100 m

	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	24	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-10 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			



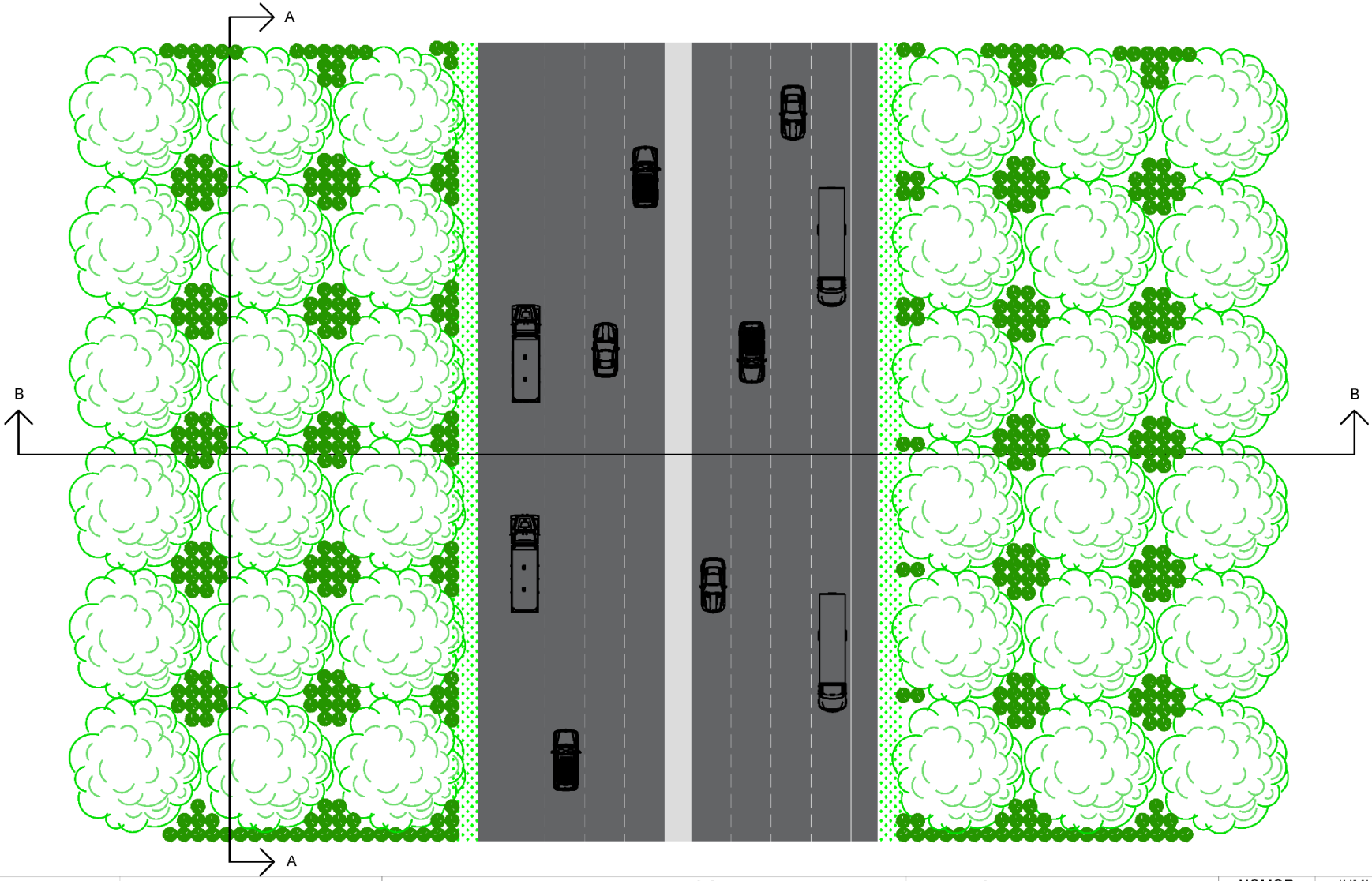


100 m

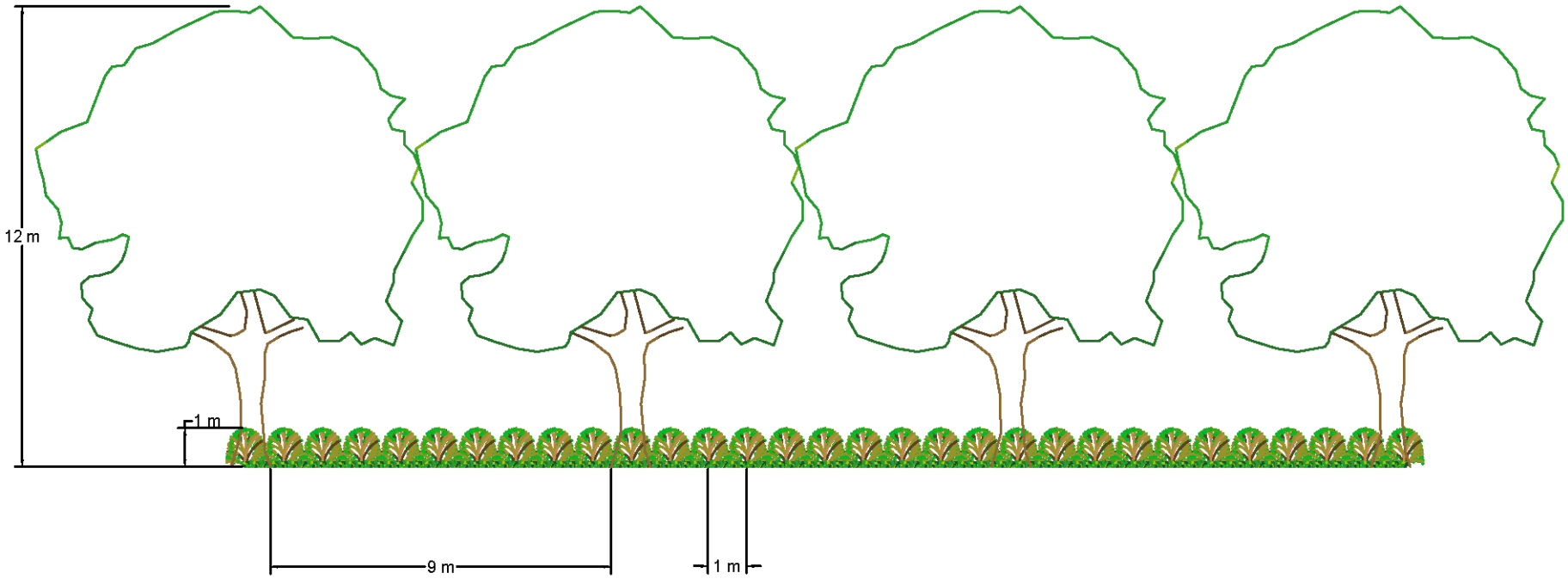
	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median	25	28
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SITE PLAN III-11 SKALA GAMBAR SKALA 1 : 7.000			

LAMPIRAN D

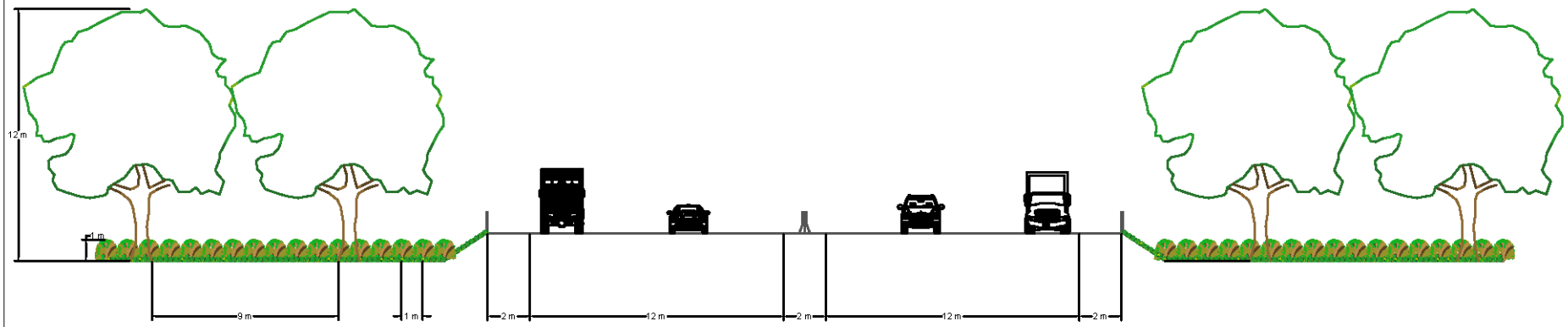
Denah detail dan potongan *Site Plan* A-A dan B-B Vegetasi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder.



TUGAS AKHIR	MATA KULIAH TUGAS AKHIR - RE 184804	MAHASISWA Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120 JUDUL GAMBAR	KETERANGAN Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Median Kendaraan Bermotor	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	DOSEN PEMBIMBING Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	Site Plan SKALA GAMBAR SKALA 1 : 400		26	28



	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput	27	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR Potongan A-A' Site Plan			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 140			



	MATA KULIAH	MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
TUGAS AKHIR	TUGAS AKHIR - RE 184804	Muhamad Naufal Fachrudin 03211640000120	Perdu/Semak Pohon Rumput Jalan Tol Kendaraan Bermotor	28	28
	DOSEN PEMBIMBING	JUDUL GAMBAR Potongan B-B' Site Plan			
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.	SKALA GAMBAR SKALA 1 : 270			

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 19 Mei 1998. Penulis telah menempuh Pendidikan formal yang dimulai dari SDN 03 Susukan Pagi pada tahun 2004, SMPN 9 Jakarta pada tahun 2010 dan SMAN 48 Jakarta pada tahun 2013. Pada tahun 2016 penulis mengikuti tes ujian mandiri di ITS sehingga memasukki dunia perkuliahan di Departemen Teknik Lingkungan ITS. Sempat aktif di dunia pramuka saat SMP, saat kuliah penulis pun aktif kembali di organisasi mahasiswa yaitu HMTL ITS dari tahun pertama hingga tahun keempat. Saat berkecimpung di dunia ormawa, penulis selalu menjadi bagian aktif dari organisasi tersebut yaitu HMTL dan akhirnya menjadi Ketua HMTL periode 2019. Terlepas dari dunia organisasi, penulis juga memiliki usaha bisnis yang sudah dijalani sejak tahun 2017.

Lab Manajemen Kualitas Lingkungan

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

Muhamad Naufal Fachrudin (3211640000120)

(Click to add descriptiDosen Pembimbing: Dr. Ir. Irwan Bagyo S., MT.

Saran:

Optimalkan row

LULUS

Dosen Penguji 1: Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc

Saran:

selesaikan dengan cepat apa yang disarankan saat ujian dgn benar

LULUS

Dosen Penguji 2: Ir. Atiek Moesriati, MKes

Saran:

--

LULUS

Dosen Penguji 3: Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Saran:

ditambahkan kajian, pada kondisi jalan tol yang direncanakan dan ROW yang disediakan berapa jumlah kendaraan maksimum yang dapat lewat jalan tol agar semua emisi CO2 dapat terserap, tambahkan jenis pohon dan perkiraan jumlahnya.

LULUS

Ok

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

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhamad Naufal Fachrudin
NRP : 03211640000120
Judul : Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	01-10-2019	Mengajukan judul perencanaan: Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	
2.	04-10-2019	Diskusi dan asistensi proposal Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	
3.	06-11-2019	Asistensi proposal Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	
4.	19-12-2019	Asistensi revisi proposal Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	
5.	20-12-2019	Asistensi dan diskusi mengenai pengambilan data (Data dari PT. Bumi Waskita Wira)	
6.	30-12-2019	Fiksasi proposal Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	
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. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.

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

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhamad Naufal Fachrudin
NRP : 03211640000120
Judul : Perencanaan Vegetasi untuk Serapan Emisi CO_2 Kendaraan Bermotor pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
10.	16-03-2020	Asistensi draft laporan tugas akhir dari bab I hingga bab IV	
11.	01-04-2020	Asistensi revisi laporan tugas akhir dari bab II (bagian tinjauan pustaka) hingga bab V	
12.	14-04-2020	Asistensi laporan tugas akhir bab V	
13.	14-05-2020	Asistensi revisi laporan tugas akhir (abstrak)	
14.	27-05-2020	Asistensi PPT sidang kemajuan tugas akhir	
15.	04-07-2020	Asistensi laporan tugas akhir bab V (emisi CO_2, kebutuhan lahan vegetasi)	
16.	13-07-2020	Asistensi PPT sidang lisan tugas akhir	
17.	24-7-2020	Asistensi revisi setelah sidang akhir	

Surabaya, Juli 2020
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T.