



TUGAS AKHIR - RC184803

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN DAN
INTERCHANGE JALAN TOL TANJUNG API API –
TANJUNG CARAT MENGGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

DONI RIVALDI MAHARDHIKA
NRP. 03111640000172

Dosen Pembimbing :
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



TUGAS AKHIR - RC184803

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN DAN
INTERCHANGE JALAN TOL TANJUNG API API –
TANJUNG CARAT MENGGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

DONI RIVALDI MAHARDHIKA
NRP. 03111640000172

Dosen Pembimbing :
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - RC184803

**GEOMETRIC DESIGN OF ROADS AND INTECHANGE
ROADS OF TANJUNG API API – TANJUNG CARAT TOLLS
USING RIGID PAVEMENT**

DONI RIVALDI MAHARDHIKA
NRP. 03111640000172

Academic Supervisor :
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Planning, and Geo-Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Tecnology
Surabaya
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN DAN
INTERCHANGE JALAN TOL TANJUNG API API –
TANJUNG CARAT MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S1 Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DONI RIVALDI MAHARDHIKA
NRP. 03111640000172

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT (Pembimbing 1)



**SURABAYA,
JULI 2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN DAN INTERCHANGE JALAN TOL TANJUNG API API – TANJUNG CARAT MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU

Nama Mahasiswa : Doni Rivaldi Mahardhika
NRP : 03111640000172
Departemen : Teknik Sipil FTSPK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

ABSTRAK

Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu kawasan terintegrasi yang letaknya sangat strategis; menjadi penghubung antara negara-negara ASEAN dengan pusat perekonomian Indonesia di pulau Jawa. Selama kurun waktu 2012-2014 kinerja perekonomian Provinsi Sumatera Selatan melambat dengan laju pertumbuhan rata-rata 5,81% (bappenas sumsel, 2015). Agenda Pembangunan RPJMN 2020-2024 harus didukung oleh pemerintah daerah Sumatera. Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Tanjung Api Api di Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan di rencanakan untuk meningkatkan laju perekonomian wilayah Sumatera Selatan. Selain (KEK) Tanjung Api Api adapun kawasan industri Tanjung Carat sebagai penunjang perkembangan KEK Tanjung Api Api yang menjadi pertimbangan penulis dalam perencanaan jalan tol ini. Pada tahun 2019 volume kendaraan akan mengalami peningkatan sebesar 33,9% di ruas jalan protokol Kota Palembang. Pembangunan jalan tol merupakan solusi karena dapat mengalihkan kepadatan lalu lintas yang terjadi di ruas jalan protokol Kota Palembang sehingga dapat menimbulkan kelancaran arus lalu lintas dan efisiensi. Pada proposal tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan jalan tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat agar kawasan KEK Tanjung Api Api lebih terintegrasi dengan kawasan

industri Tanjung Carat. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan geometri dan perkerasan Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat.

Tugas akhir ini berisi tentang perancangan geometrik simpang susun, geometrik jalan tol, perancangan perkerasan jalan tol, dan perancangan saluran drainase pada Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Perancangan geometrik jalan tol dan simpang susun dilakukan berdasarkan “Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2009”, untuk pemilihan perancangan simpang susun terbaik berdasarkan “Persimpangan Jalan Tidak Sebidang” Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2005, untuk perancangan tebal perkerasan berdasarkan “Manual Desain Perkerasan Jalan 2017”, sedangkan untuk perencanaan saluran drainase berdasarkan “Tata Cara Perencanaan Drainase Pemukaan Jalan 03-3424-1994”. Perancangan geometrik jalan tol ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software AutoCAD Civil 3D 2018.

Dari hasil perancangan jalan tol ini didapatkan jumlah lengkung horizontal sebanyak 4 dan lengkung vertikal sebanyak 7. Pada Ramp Tol Palembang – Tanjung Api Api didapatkan jumlah lengkung horizontal sebanyak 2 dan lengkung vertikal sebanyak 2. Pada Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang didapatkan jumlah lengkung horizontal sebanyak 4 dan lengkung vertikal sebanyak 5. Pada Ramp Tol Tanjung Carat – Tanjung Api Api didapatkan jumlah lengkung horizontal sebanyak 3 dan lengkung vertikal sebanyak 4. Pada Ramp Tanjung Api Api – Tol Tanjung Carat didapatkan jumlah lengkung horizontal sebanyak 2 dan lengkung vertikal sebanyak 2. Tebal perkerasan kaku didapatkan sebesar 315 mm dengan lapisan tambahan berupa lapisan beton kurus (LMC) 100 mm, lapisan drainase 150 mm dan lapisan stabilisasi semen 300 mm. Tipe saluran drainase didapatkan sebanyak 3 jenis tipe saluran.

Kata kunci : Perancangan Geometrik, Simpang Susun, Perkerasan Kaku, Jalan Tol

GEOMETRIC DESIGN OF ROADS AND INTECHANGE ROADS OF TANJUNG API API – TANJUNG CARAT TOLLS USING RIGID PAVEMENT

Student's Name : Doni Rivaldi Mahardhika
Student's Number : 03111640000172
Department : Civil Engineering FTSPK-ITS
Academic Supervisor : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

ABSTRACT

South Sumatra Province is an integrated area which is very strategically located; became a liaison between ASEAN countries and the center of the Indonesian economy on the island of Java. During the period of 2012-2014 the economic performance of the South Sumatra Province slowed down with an average growth rate of 5.81% (Bappenas Sumsel, 2015). The RPJMN 2020-2024 Development Agenda must be supported by the regional government of Sumatra. Tanjung Api Api Special Economic Zone (SEZ) in Banyuasin II District, Banyuasin Regency, South Sumatra is planned to increase the economic rate of the South Sumatra region. Aside from the Tanjung Api Api SEZ, the Tanjung Carat industrial area as a support for the development of the Tanjung Api Api SEZ is the author's consideration in planning this toll road. In 2019 the volume of vehicles will increase by 33.9% on the Palembang City protocol roads. The construction of the toll road is a solution because it can divert the traffic density that occurs on the Palembang City protocol roads so that it can lead to smooth traffic flow and efficiency. In this final project proposal, the planning of the Tanjung Api Api-Tanjung Carat toll road will be carried out so that the Tanjung Api Api SEZ area is more integrated with the Tanjung Carat industrial area. Therefore, geometric planning and pavement of the Tanjung Api Api-Tanjung Carat Toll Road are needed.

This final project contains the geometric design of interchanges, toll road geometry, toll road pavement design, and drainage channel design on Tanjung Api Api - Tanjung Carat Toll Road. Geometric design of toll roads and interchanges is done based on "Freeway Geometry for Toll Roads, Ministry of Public Works of the Directorate General of Highways in 2009", for the selection of the best design of interchanges based on "Uneven Roadway Crossings" of the Directorate General of Highways in 2005, for pavement thickness design is based on "2017 Pavement Pavement Design Manual", while for drainage channel planning based on "Procedures for Road Surface Drainage Planning 03-3424-1994". The geometric design of this toll road is carried out using the help of AutoCAD Civil 3D 2018 software.

From the results of this toll road design, the number of horizontal alignment is 4 and the vertical alignment is 7. In Palembang Toll Road - Tanjung Api Api Ramp, the number of horizontal alignment is 2 and the vertical alignment is 2. At the Tanjung Api Api - Palembang Toll Road Ramp, the number of horizontal alignment is obtained as much as 4 and vertical alignment as much as 5. In the Tanjung Carat Toll Road - Tanjung Api Api Ramp, the number of horizontal alignment is 3 and the vertical alignment is 4. In the Tanjung Api Api - Tanjung Carat Toll Road Ramp, there are 2 horizontal alignment and 2 vertical alignment. Rigid pavement thickness is obtained by 315 mm with an additional layer in the form of a light material concrete (LMC) 100 mm, a drainage layer of 150 mm and a cement stabilization layer of 300 mm. There are 3 types of drainage channels.

Key Words : Geometric Design, Interchange, Rigid Pavement, Toll Road

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya karena penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perancangan Geometrik Jalan dan Interchange Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Menggunakan Perkerasan Kaku”.

Selama proses pengerjaan, penulis mendapatkan bantuan di tengah kendala-kendala yang juga penulis rasakan ketika menyusun tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih ke berbagai pihak, ucapan terima kasih penulis tujukan kepada :

1. Keluarga terutama ayah dan ibu yang tiada hentinya selalu mendukung secara moril dan materil serta mendoakan penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., MSc. Selaku ketua Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan.
3. Bapak Ir.Wahju Herijanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar membimbing dan mendidik penulis dalam proses penyusunan proposal tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen khususnya Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah membekali penulis dengan berbagai disiplin ilmu yang berguna.
5. Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Angkatan S59 atas pengalaman dan kesan yang sangat berharga bagi penulis dalam mengembangkan diri.

Penulis berusaha menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya dan menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Karena itu segala bentuk saran, koreksi dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan guna

memperbaiki Tugas Akhir ini sehingga dapat bermanfaat dan menambah wawasan pembaca, khususnya tentang Perancangan Geometrik Jalan dan Interchange Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Peta Lokasi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Definisi Jalan	7
2.1.1 Sistem Jaringan Jalan	7
2.1.2 Fungsi Jalan.....	8
2.1.3 Status Jalan.....	8
2.1.4 Kelas Jalan	9
2.2 Tentang Jalan Tol	9
2.2.1 Pengertian dan Fungsi Jalan Tol.....	9
2.2.2 Persyaratan Jalan Tol.....	10
2.2.3 Spesifikasi Jalan Tol.....	10
2.3 Perancangan Geometrik Simpang Susun dan Geometrik Jalan Tol	11
2.4 Perancangan Perkerasan Jalan	11
2.5 Perancangan Saluran Tepi (Drainase)	12
2.6 Studi Terdahulu	12
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Langkah Pekerjaan.....	17
3.2 Pekerjaan Persiapan	17
3.3 Studi Pustaka dan Literatur	18
3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	18
3.5 Perancangan Geometrik Simpangsusun.....	19

3.5.1	Standar tipe dan bentuk persimpangan.....	19
3.5.2	Jarak simpangsusun.....	20
3.5.3	Kecepatan rencana.....	22
3.5.4	Penampang melintang	22
3.5.5	Perencanaan Ramp	24
3.5.6	Radius Tikungan pada Ramp/Loop	25
3.5.7	Lajur Percepatan dan Lajur Perlambatan	27
3.5.8	Perencanaan Taper.....	29
3.6	Perancangan Geometrik Jalan Tol.....	30
3.6.1	Penentuan Trase Jalan	30
3.6.2	Analisa Kapasitas Lalu Lintas	30
3.6.3	Karakteristik Lalu Lintas Jalan.....	31
3.5.3.1	Kendaraan Rencana	31
3.5.3.2	Kecepatan Rencana.....	32
3.5.3.3	Permodelan Lalu Lintas Dengan Metode Bangkitan Perjalanan (<i>Trip Generation</i>).....	32
3.5.3.4	Jarak Pandang	34
3.6	Perancangan Alinemen Horizontal.....	36
3.6.1	Panjang Bagian Lurus	36
3.6.2	Standar Bentuk Tikungan	37
3.6.3	Jari-Jari Tikungan	42
3.6.4	Lengkung Peralihan.....	43
3.6.5	Superelevasi.....	48
3.6.6	Pelebaran Jalur Lalu Lintas pada Tikungan.....	52
3.6.7	Daerah Kebebasan Samping di Tikungan.....	54
3.7	Perancangan Alinemen Vertikal	56
3.7.1	Kelandaian Alinemen Vertikal.....	56
3.8	Koordinasi Alinemen Horizontal dan Alinemen Vertikal	61
3.9	Perancangan Perkerasan Jalan.....	62
3.9.1	Penentuan Besaran Rencana.....	62
3.9.2	Perancangan Tebal Perkerasan	65
3.9.3	Perancangan Tebal Pelat.....	70
3.9.4	Perancangan Penulangan pada Perkerasan Kaku	70

3.9.5	Teknik Penyambungan	74
3.9.6	Perancangan Sambungan pada Perkerasan Kaku	74
3.9.7	Ruji (Dowel).....	79
3.10	Perancangan Saluran Tepi (Drainase)	79
3.10.1	Intensitas Curah Hujan	80
3.10.2	Waktu Konsentrasi (Tc).....	82
3.10.3	Koefisien Pengaliran (C).....	83
3.10.4	Menghitung Luas Daerah Pengaliran (A)	84
3.10.5	Menghitung Debit Air (Q).....	85
3.10.6	Menghitung Kemiringan Saluran	85
3.11	Gambar Desain	87
3.12	Kesimpulan dan Saran	87
3.13	Diagram Alir (Flow Chart).....	88
3.14	Jadwal Penyelesaian Tugas Akhir	89
BAB IV PERENCANAAN GEOMETRI JALAN TOL.....		91
4.1	Analisis Pemilihan Trase.....	91
4.1.1	Analisis Kondisi Setiap Alternatif Trase	92
4.1.2	Penilaian Kriteria	94
4.1.3	Penilaian Batasan Masing-masing Kriteria	96
4.1.4	Penilaian Masing-masing Alternatif Trase	97
4.2	Dasar Perancangan Geometrik Jalan.....	98
4.3	Perancangan Alinemen Horizontal.....	99
4.3.1	Menentukan Panjang Bagian Lurus	99
4.3.2	Perhitungan Sudut Azimuth (β).....	99
4.3.3	Perhitungan Jari-Jari Tikungan (R)	101
4.3.4	Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (Ls).....	102
4.3.5	Perhitungan Superlevasi (e)	103
4.3.6	Penentuan Tipe Lengkung Horizontal	105
4.3.7	Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S.....	105
4.3.8	Stationing Titik Parameter Lengkung Horizontal SCS.....	107
4.3.9	Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi... ..	107
4.4	Perencanaan Alinemen Vertikal	108

4.4.1	Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan	108
4.4.2	Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cekung	108
4.4.3	Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cekung	109
4.4.4	Stasioning Titik Parameter Lengkung Cekung...	109
4.4.5	Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung	109
4.4.6	Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cembung	110
4.4.7	Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cembung	110
4.5	Perhitungan Daerah Kebebasan Samping	111
4.6	Pelebaran Pada Tikungan	112

BAB V PERANCANGAN GEOMETRI SIMPANG

	SUSUN	115
5.1	Pemilihan Tipe dan Bentuk Persimpangan	115
5.2	Dasar Perancangan Geometrik Jalan.....	115
5.3	Perancangan Alinemen Horizontal.....	116
5.3.1	Perhitungan Sudut Azimuth (β).....	116
5.3.2	Perhitungan Jari-Jari Tikungan (R)	119
5.3.3	Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (Ls) ..	119
5.3.4	Perhitungan Superlevasi (e).....	121
5.3.5	Penentuan Tipe Lengkung Horizontal	122
5.3.6	Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S.....	122
5.3.7	Stationing Titik Parameter Lengkung Horizontal SCS.....	124
5.3.8	Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi...	124
5.4	Perencanaan Alinemen Vertikal	125
5.4.1	Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan	125
5.4.2	Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cekung	126
5.4.3	Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cekung	126
5.4.4	Stasioning Titik Parameter Lengkung Cekung...	127

5.4.5	Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung	127
5.4.6	Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cembung	127
5.4.7	Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cembung	128
5.5	Perhitungan Daerah Kebebasan Samping	128
BAB VI PERANCANGAN PERKERASAN JALAN		131
6.1	Dasar Perancangan.....	131
6.2	Pengolahan Data CBR	131
6.3	Pengolahan Data Lalu Lintas	132
6.3.1	Bangkitan dan Tarikan Lalu Lintas	132
6.3.2	Trip Assignment	136
6.3.3	Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan	142
6.4	Faktor Perumbuhan Lalu Lintas.....	146
6.5	Beban Sumbu Kendaraan.....	147
6.6	Perancangan Pondasi Bawah	150
6.7	Perancangan Tebal Perkerasan Kaku	150
6.8	Perancangan Tulangan	151
6.9	Perancangan Sambungan	154
BAB VII PERENCANAAN SALURAN DRAINASE.....		157
7.1	Perancangan Drainase.....	157
7.2	Data Curah Hujan	157
7.3	Pengolahan Data Curah Hujan.....	158
7.4	Analisa Hidrologi.....	160
7.5	Analisa Hidrolika.....	165
BAB VIII KESIMPULAN		179
8.1	Kesimpulan	179
DAFTAR PUSTAKA.....		181
LAMPIRAN.....		185

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta Lokasi Rencana Jalan Tol Tanjung Api Api - Tanjung Carat.....	4
Gambar 1. 2	Rencana Jalan Tol Palembang-Tanjung Api Api ...	5
Gambar 3. 1	Standar Tipe Persimpangan / Simpang Susun	20
Gambar 3. 2	Ilustrasi Jarak Nose Ramp	21
Gambar 3. 3	Tipikal Potongan Melintang pada Ramp	24
Gambar 3. 4	Jalur Penghubung Langsung.....	24
Gambar 3. 5	Jalur Penghubung Setengah Langsung	25
Gambar 3. 6	Jalur Penghubung Tidak Langsung	25
Gambar 3. 7	Ramp dengan Menggunakan 1 (satu) Radius Tikungan	27
Gambar 3. 8	Ramp dengan Menggunakan 2 (dua) Radius Tikungan	27
Gambar 3. 9	Ramp dengan Menggunakan 3 (tiga) Radius Tikungan	27
Gambar 3. 10	Lajur Perlambatan tipe Taper	28
Gambar 3. 11	Lajur Percepatan tipe Taper.....	28
Gambar 3. 12	Lajur Perlambatan tipe Paralel	28
Gambar 3. 13	Lajur Percepatan tipe Paralel.....	29
Gambar 3. 14	Tikungan Full Circle.....	38
Gambar 3. 15	Tikungan Spiral-Circle-Spiral	40
Gambar 3. 16	Tikungan Spiral- Spiral	41
Gambar 3. 17	Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan	49
Gambar 3. 18	Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SCS	50
Gambar 3. 19	Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe FC.....	51
Gambar 3. 20	Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SS	51

Gambar 3. 21 Pelebaran Jalan pada Tikungan	52
Gambar 3. 22 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $S_s < L_c$	54
Gambar 3. 23 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $S_s > L_c$	55
Gambar 3. 24 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung	56
Gambar 3. 25 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertical Cembung	58
Gambar 3. 26 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertical Cembung	59
Gambar 3. 27 Grafik Hubungan Tebal Minimum Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Rencana	65
Gambar 3. 28 Grafik Hubungan Tebal Perkerasan dengan beban Sumbu Kendaraan Rencana	70
Gambar 3. 29 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji.....	75
Gambar 3. 30 Sambungan Isolasi Melintang dengan Ruji	76
Gambar 3. 31 Sambungan Isolasi dengan Penebalan Tepi.....	76
Gambar 3. 32 Sambungan Isolasi Tanpa Ruji	77
Gambar 3. 33 Tipikal Sambungan Pelaksanaan Arah Memanjang.....	77
Gambar 3. 34 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang.....	78
Gambar 3. 35 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Per Lajur	78
Gambar 3. 36 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan	78
Gambar 3. 37 Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L_1+L_2+L_3$)	85
Gambar 3. 38 Kemiringan Tanah	86
Gambar 3. 39 Flow Chart	88

Gambar 4. 1	Alternatif Trase.....	91
Gambar 4. 2	Alternatif Trase 1.....	92
Gambar 4. 3	Alternatif Trase 2.....	93
Gambar 4. 4	Sudut Azimuth pada PI 1 Tol Tanjung Carat	101
Gambar 4. 5	Parameter Tikungan PI 3 Tol Tanjung Carat.....	107
Gambar 4. 6	Diagram Superelevasi Tikungan PI 3 Tol Tanjung Carat.....	108
Gambar 4. 7	Daerah Kebebasan Samping Untuk $S_s < L_c$	112
Gambar 5. 1	Persimpangan Tipe Three Leg Directional.....	115
Gambar 5. 2	Sudut Azimuth PI 1 Ramp Palembang – Tanjung Api Api	118
Gambar 5. 3	Parameter Lengkung Horizontal PI 1 Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat.....	125
Gambar 5. 4	Diagram Superelevasi Tikungan PI 1 Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat.....	125
Gambar 6. 1	Desain Pondasi Bawah Perkerasan.....	150
Gambar 6. 2	Tebal Perkerasan Kaku.....	151
Gambar 6. 3	Detail Penulangan Tie Bar.....	154
Gambar 6. 4	Detail Penulangan Dowel	155
Gambar 6. 5	Sketsa Gambar Sambungan	156
Gambar 7. 1	Saluran Drainase Tipe 1	177
Gambar 7. 2	Saluran Drainase Tipe 2	177
Gambar 7. 3	Saluran Drainase Tipe 3	177

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan	12
Tabel 3. 1	Kecepatan Rencana pada Simpangsusun Sistem.....	22
Tabel 3. 2	Kecepatan Rencana pada Simpangsusun Pelayanan.....	22
Tabel 3. 3	Lebar Bahu Luar dan Bahu Dalam Ramp	23
Tabel 3. 4	Radius Tikungan Minimum untuk Ramp	26
Tabel 3. 5	Panjang Minimum Lengkung Lingkaran di Ramp.....	26
Tabel 3. 6	Panjang Lajur Perlambatan Minimum.....	29
Tabel 3. 7	Panjang Lajur Percepatan Minimum	29
Tabel 3. 8	Panjang Taper Lajur Tunggal.....	30
Tabel 3. 9	Kapasitas Jalan Bebas Hambatan 4 lajur 2 arah.....	31
Tabel 3. 10	Golongan Kendaraan Rencana	31
Tabel 3. 11	Kecepatan rencana VR sesuai klasifikasi fungsi dan medan jalan	32
Tabel 3. 12	Standar Trip Rate	33
Tabel 3. 13	Lanjutan Standar Trip Rate	34
Tabel 3. 14	Jarak Pandang Henti (SS) Minimum.....	35
Tabel 3. 15	Jarak Pandang Henti (SS) Minimum dengan Kelandaian	35
Tabel 3. 16	Lanjutan Jarak Pandang Henti (SS) Minimum dengan Kelandaian.....	36
Tabel 3. 17	Panjang Bagian Lurus Maksimum	37
Tabel 3. 18	Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan dan Iklim.....	42
Tabel 3. 19	Koefisien gesek maksimum berdasarkan VR.....	42
Tabel 3. 20	Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan).....	43
Tabel 3. 21	Ls Min Berdasarkan Waktu Perjalanan Melintasi Lengkung Peralihan	44
Tabel 3. 22	Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan.....	45

Tabel 3. 23	Lanjutan Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan	46
Tabel 3. 24	Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal ...	47
Tabel 3. 25	Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum.....	48
Tabel 3. 26	Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan.....	53
Tabel 3. 27	Kelandaian Maksimum.....	57
Tabel 3. 28	Panjang Landai Kritis.....	57
Tabel 3. 29	Lanjutan Panjang Landai Kritis.....	58
Tabel 3. 30	Panjang Minimum Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti	61
Tabel 3. 31	Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan	63
Tabel 3. 32	Lanjutan Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan	64
Tabel 3. 33	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	66
Tabel 3. 34	Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)	66
Tabel 3. 35	Lanjutan Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG).....	67
Tabel 3. 36	Lanjutan Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG).....	68
Tabel 3. 37	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (DD) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana	69
Tabel 3. 38	Faktor Distribusi Lajur (DL)	70
Tabel 3. 39	Koefisien Gesekan Pelat Beton	71
Tabel 3. 40	Ukuran dan Berat Tulangan Polos Anyaman Las ...	72
Tabel 3. 41	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Ekuivalensi Baja dan Beton.....	73
Tabel 3. 42	Ukuran Diameter Tie Bar	75
Tabel 3. 43	Ukuran Diameter Ruji	79
Tabel 3. 44	Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan	79

Tabel 3. 45	Lanjutan Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan.....	80
Tabel 3. 46	Nilai YT.....	81
Tabel 3. 47	Nilai Yn.....	81
Tabel 3. 48	Nilai Sn.....	82
Tabel 3. 49	Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan.....	83
Tabel 3. 50	Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C).....	83
Tabel 3. 51	Lanjutan Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C).....	84
Tabel 3. 52	Harga n untuk Rumus Manning	87
Tabel 3. 53	Jadwal Penyelesaian Tugas Akhir	89
Tabel 4. 1	Data Alternatif Trase 1	92
Tabel 4. 2	Lanjutan Data Alternatif Trase 1	93
Tabel 4. 3	Data Alternatif Trase 2	94
Tabel 4. 4	Matriks Pairwise Comparison	94
Tabel 4. 5	Eigen Vector dan Bobot Kriteria.....	95
Tabel 4. 6	Batasan Penilaian untuk Bobot Relatif.....	96
Tabel 4. 7	Nilai Masing-masing Kriteria.....	96
Tabel 4. 8	Lanjutan Nilai Masing-masing Kriteria	97
Tabel 4. 9	Hasil Analisis Multikriteria Alternatif Trase 1.....	97
Tabel 4. 10	Hasil Analisis Multikriteria Alternatif Trase 2.....	98
Tabel 6. 1	Luas Bangunan Kawasan Industri Tanjung Carat.....	132
Tabel 6. 2	Perhitungan Bangkitan dan Tarikan Volume Lalu Lintas	133
Tabel 6. 3	Rekapitulasi Hasil Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting Tahun 2019	134
Tabel 6. 4	Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) untuk Jalan 4/2 D (terbagi) dan 4/2 UD (tidak terbagi)	135
Tabel 6. 5	Volume Lalu Lintas Total 2 Arah	135
Tabel 6. 6	Lanjutan Volume Lalu Lintas Total 2 Arah	136
Tabel 6. 7	Analisa Trip Assignment.....	138
Tabel 6. 8	Lanjutan Analisa Trip Assignment.....	139

Tabel 6. 9	Lanjutan Analisa Trip Assignment.....	140
Tabel 6. 10	Lanjutan Analisa Trip Assignment.....	141
Tabel 6. 11	Volume Lalu Lintas Harian pada Ruas Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Tahun 2019	142
Tabel 6. 12	Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014-2065 untuk Pertumbuhan Mobil Penumpang.....	144
Tabel 6. 13	Data PDRB Per-kapita menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014-2065 untuk Pertumbuhan Truk.....	144
Tabel 6. 14	Data Pertumbuhan Penduduk menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014-2065 untuk Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum	145
Tabel 6. 15	Rekapitulasi Hasil Forecasting Volume Lalu Lintas Harian Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Tahun 2025	146
Tabel 6. 16	Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R).....	147
Tabel 6. 17	Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga.....	147
Tabel 6. 18	Lanjutan Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga.....	148
Tabel 6. 19	Rekapitulasi Repetisi Beban Sumbu Kelompok Kendaraan Niaga Kumulatif Ruas Jalan Tanjung Carat – Tanjung Api Api	149
Tabel 6. 20	Rekapitulasi Repetisi Beban Sumbu Kelompok Kendaraan Niaga Kumulatif Ruas Jalan Tanjung Api Api - Tanjung Carat	149
Tabel 6. 21	Desain Tebal Perkerasan Kaku.....	151
Tabel 6. 22	Rekapitulasi Tulangan Bersambung.....	153
Tabel 7. 1	Data Curah Hujan.....	157
Tabel 7. 2	Lanjutan Data Curah Hujan.....	158
Tabel 7. 3	Pengolahan Data Curah Hujan	158
Tabel 7. 4	Rekapitulasi Perhitungan t ₀ Jalan	167
Tabel 7. 5	Rekapitulasi Perhitungan t ₀ Bahu Dalam.....	168
Tabel 7. 6	Rekapitulasi Perhitungan t ₀ Bahu Luar.....	169

Tabel 7. 7	Rekapitulasi Perhitungan t_0 Lereng	170
Tabel 7. 8	Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan t_0 Lereng	171
Tabel 7. 9	Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan t_0 Lereng	171
Tabel 7. 10	Rekapitulasi Perhitungan t_c	172
Tabel 7. 11	Rekapitulasi Perhitungan Q hidrologi	173
Tabel 7. 12	Rekapitulasi Perhitungan Q Hidrolika	174
Tabel 7. 13	Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Q Hidrolika ...	175
Tabel 7. 14	Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Q Hidrolika ...	176

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu kawasan terintegrasi yang letaknya sangat strategis; menjadi penghubung antara negara-negara ASEAN dengan pusat perekonomian Indonesia di pulau Jawa. Selama kurun waktu 2012-2014 kinerja perekonomian Provinsi Sumatera Selatan melambat dengan laju pertumbuhan rata-rata 5,81% (bappenas sumsel, 2015). Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Selatan, saat ini laju pertumbuhan ekonomi berada di angka 5,51%. Pada rapat koordinasi regional se-Sumatera, dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 menghasilkan 7 agenda pembangunan yang akan dilaksanakan yakni memperkuat ketahanan ekonomi untuk pertumbuhan yang berkualitas, mengembangkan wilayah untuk mengurangi kesenjangan, meningkatkan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas dan berdaya saing, revolusi mental dan pembangunan kebudayaan, memperkuat infrastruktur untuk mendukung pengembangan ekonomi dan pelayanan dasar, membangun lingkungan hidup dan meningkatkan ketahanan bencana atau perubahan iklim, memperkuat stabilitas politik, hukum, dan keamanan.

Agenda Pembangunan RPJMN 2020-2024 harus didukung oleh pemerintah daerah Sumatera. Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Tanjung Api Api di Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan di rencanakan untuk meningkatkan laju perekonomian wilayah Sumatera Selatan. Area ini memiliki keunggulan geoekonomi yaitu berada di wilayah penghasil karet dan kelapa sawit terbesar di Indonesia; keunggulan geostrategis yaitu dekat dengan akses utama Sumatera bagian selatan ke Alur Laut Kepulauan Indonesia I dan sebagai pintu gerbang kegiatan ekspor dan impor wilayah Provinsi Sumatera Selatan dan sekitarnya. Selain di sektor tersebut, KEK Tanjung Api Api juga memiliki potensi sumber daya alam gas dan batu bara yang melimpah.

Selain KEK Tanjung Api Api, kawasan industri Tanjung Carat juga menjadi salah satu strategi pemerintah dalam meningkatkan perekonomian Sumatera Selatan. Tanjung Carat direncanakan sebagai penunjang KEK Tanjung Api Api. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan, pada tahun 2019 volume kendaraan akan mengalami peningkatan sebesar 33,9% di ruas jalan protokol Kota Palembang. Sehingga diperlukan pembangunan akses jalan tol yang terhubung dengan Jalan Tol Palembang-Indralaya agar mengurangi besarnya arus kendaraan di Kota Palembang. Saat ini pemerintah provinsi Sumatera Selatan telah merencanakan Jalan Tol Palembang-Tanjung Api Api. Pada tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan jalan tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat agar kawasan KEK Tanjung Api Api lebih terintegrasi dengan kawasan industri Tanjung Carat. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan geometri dan perkerasan Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat.

Pembangunan Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat diharapkan dapat memberikan pengaruh yang besar pada perkembangan wilayah dan peningkatan ekonomi di daerah tersebut. Dengan adanya Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat maka akan terjadi peningkatan efisiensi perekonomian khususnya di bidang logistik di wilayah Sumatera Selatan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan geometrik simpang susun (*interchange*) yang menghubungkan jalan Tol Palembang-Tanjung Api Api dengan jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat?
2. Bagaimana perencanaan geometrik jalan tol agar didapatkan jalan sesuai dengan fungsi dan kelas jalan ?
3. Bagaimana perencanaan perkerasan yang harus direncanakan sesuai dengan beban lalu lintas ?
4. Bagaimana sistem drainase yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan pada jalan tol ?
5. Bagaimana gambar teknis jalan tol tersebut ?

1.3 Tujuan Penulisan

1. Mengetahui geometrik simpang susun (*interchange*) yang menghubungkan jalan tol Tanjung Api Api dan jalan tol Tanjung Carat.
2. Mengetahui geometrik jalan yang sesuai dengan fungsi dan kelas jalan.
3. Mengetahui tebal perkerasan kaku yang dapat menerima beban lalu lintas yang ada.
4. Mengetahui desain dimensi sistem drainase tepi jalan.
5. Mengetahui gambar teknis desain jalan Tol.

1.4 Manfaat

Dengan adanya perencanaan geometrik dan perkerasan jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam pembangunan jalan Tol tersebut.

1.5 Batasan Masalah

1. Tidak merencanakan perbaikan tanah dasar.
2. Tidak merencanakan struktur bawah simpang susun (*interchange*).
3. Tidak merencanakan bangunan perlintasan.
4. Tidak meninjau metode atau tahap pelaksanaan di lapangan dan lama waktu pembangunan.
5. Tidak merencanakan rencana anggaran biaya (RAB).
6. Gambar teknis desain jalan menggunakan program bantu AutoCad Civil 3D.


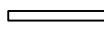


1.6 Peta Lokasi

Lokasi ruas jalan tol yang direncanakan terletak di Sumatera Selatan, dari Tanjung Api Api hingga Tanjung Carat. Perencanaan ini merupakan perencanaan lanjutan dari proyek pembangunan Jalan Tol Palembang-Tanjung Api Api. Peta lokasi jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat dapat dilihat pada Gambar 1.1.

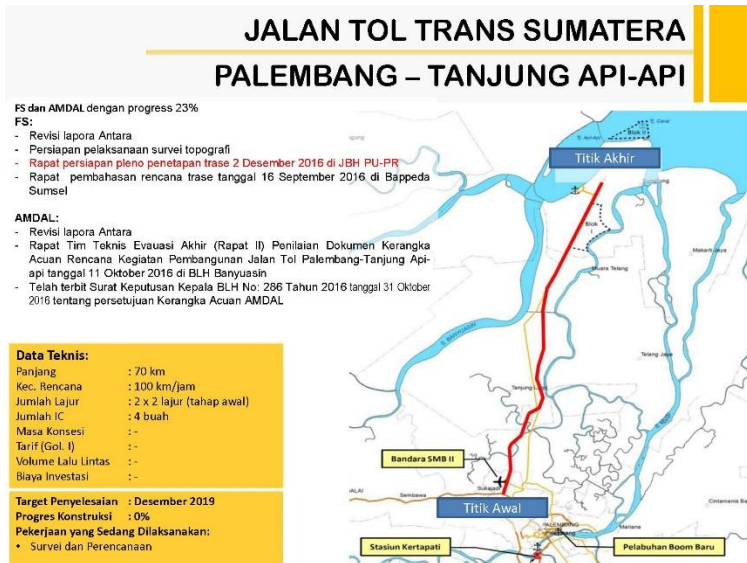


Gambar 1. 1 Peta Lokasi Rencana Jalan Tol Tanjung Api Api - Tanjung Carat
Sumber : Google Earth Pro

Keterangan :

-  Rencana Trase Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat
-  Rencana Jalan Tol Palembang-Tanjung Api Api
-  Rencana Letak Interchange
-  Rencana Reklamasi Tanjung Carat

Trase perencanaan jalan tol Palembang-Tanjung Api Api dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Rencana Jalan Tol Palembang-Tanjung Api Api

Sumber : <http://www.hutamakarya.com/id/ruas-palembang-tanjung-api-api>
 (tanggal akses : 10 September 2019)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jalan

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian area darat, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukkan bagi lalu lintas, kecuali jalan kereta api atau jalan lori. Jalan diklasifikasikan menurut sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan dan kelas jalan (Pemerintah Republik Indonesia, 2004). Berikut adalah klasifikasi jalan, berdasarkan sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan.

2.1.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan hubungan antar kawasan atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan. Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

1. **Sistem Jaringan Jalan Primer**

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang yang melayani distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional. Jalan Primer menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berbentuk pusat-pusat kegiatan.

2. **Sistem Jaringan Jalan Sekunder**

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota yang melayani distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan. Jalan sekunder menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya.

2.1.2 Fungsi Jalan

Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

1. Jalan Arteri
Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan Kolektor
Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal
Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan Lingkungan
Jalan lingkungan merupakan jalan yang dirancang untuk perjalanan jarak dekat dengan kecepatan rata-rata rendah dan memiliki asas yang tidak dibatasi

2.1.3 Status Jalan

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

1. Jalan Nasional
Jalan nasional merupakan sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan Provinsi
Jalan provinsi merupakan sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota

kabupaten/kota, atau menghubungkan ibukota provinsi dengan kotamadya, atau menghubungkan antar ibukota kabupaten/kota, serta jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder untuk wilayah kabupaten, serta jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota merupakan sistem jaringan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antara persil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan desa merupakan sistem jaringan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.1.4 Kelas Jalan

Pengaturan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil.

2.2 Tentang Jalan Tol

2.2.1 Pengertian dan Fungsi Jalan Tol

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan primer dan sebagai jalan nasional yang penggunanya diwajibkan membayar tol. Di dalam peraturan yang sama, pengertian tol sendiri adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol (Pemerintah Republik Indonesia, 2004).

Adapun fungsi dari jalan tol itu sendiri terdapat di dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 pasal 43 tahun 2004 yaitu:

1. Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang.
2. Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi.
3. Meringankan beban dana pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan.
4. Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan.

2.2.2 Persyaratan Jalan Tol

Dalam berbagai perencanaan, diperlukan aspek persyaratan yang dapat mendukung pelaksanaannya, begitu juga jalan tol. Jalan tol mempunyai beberapa persyaratan yang dituang dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 pasal 44 tahun 2004, jalan tol mempunyai syarat-syarat antara lain :

1. Jalan tol sebagai bagian dari sistem jaringan jalan umum merupakan lintas alternatif.
2. Dalam keadaan tertentu, jalan tol dapat tidak merupakan lintas alternatif.
3. Jalan tol harus mempunyai spesifikasi dan pelayanan yang lebih tinggi daripada jalan umum yang ada.
4. Ketentuan lebih lanjut mengenai spesifikasi dan pelayanan jalan tol sebagaimana dimaksud pada poin ke 3 diatur dalam peraturan pemerintah.

2.2.3 Spesifikasi Jalan Tol

Dalam Pasal 6 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 Tahun 2005 tentang jalan tol, menjelaskan bahwa jalan tol harus mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Tidak ada persimpangan sebidang dengan ruas jalan lain atau dengan prasarana transportasi lainnya.

2. Jumlah jalan masuk dan jalan keluar ke dan dari jalan tol dibatasi secara efisien dan semua jalan masuk dan jalan keluar harus terkendali secara penuh.
3. Jarak antar simpang susun, paling rendah 5 km untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 km untuk jalan tol perkotaan.
4. Jumlah lajur sekurang-kurangnya dua lajur per arah.
5. Menggunakan pemisah tengah atau median.
6. Lebar bahu jalan sebelah luar harus dapat dipergunakan sebagai jalur lalu lintas sementara dalam keadaan darurat.

2.3 Perancangan Geometrik Simpang Susun dan Geometrik Jalan Tol

Perencanaan geometrik simpang susun dan geometrik jalan tol merupakan bagian dari perencanaan jalan, dimana mempunyai suatu dimensi yang nyata dari ruas jalan dan bagian-bagiannya disesuaikan dengan sifat-sifat lalu lintas dan sesuai dengan keperluan. Perencanaan geometrik ini direncanakan berdasarkan “Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2009”.

Tujuan perancangan geometrik jalan ini adalah untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisien dalam pelayanan arus lalu lintas serta memaksimalkan rasio tingkat penggunaan ruang, bentuk, dan ukuran jalan.

2.4 Perancangan Perkerasan Jalan

Perancangan Perkerasan Jalan direncanakan menggunakan perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan acuan “Bina Marga tentang Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017”. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Perkerasan kaku memiliki beberapa

keuntungan dibandingkan jenis perkerasan yang lain, antara lain pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah, dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah.

2.5 Perancangan Saluran Tepi (Drainase)

Drainase merupakan bagian yang harus diperhatikan sehingga konstruksi jalan tidak cepat rusak dan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana. Dalam perancangan konstruksi jalan perlu adanya kemiringan melintang, untuk memudahkan dan mempercepat mengalirnya air ke sistem drainase di tepi jalan seperti yang terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

(Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03-3424-1994*)

2.6 Studi Terdahulu

Studi terdahulu yang digunakan merupakan referensi untuk penunjang penulisan tugas akhir ini, yang meliputi informasi-informasi dari tugas akhir terdahulu yang berhubungan dengan topik tugas akhir ini. Penulis mengambil beberapa topik yang sama dan berikut adalah beberapa topik yang penulis ambil, yaitu :

1. Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Medan-Binjai Seksi I Menggunakan Perkerasan Kaku

Penulis : Intanius Jeka Saputra M.

Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Tahun : 2019

Tugas Akhir tersebut melakukan studi yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah Anlinemen Horizontal dan Anlinemen Vertikal, mengetahui detail struktur tebal perkerasan kaku yang akan digunakan dan merencanakan marka jalan dan rambu lalu lintas jalan tol. Pertama penulis melakukan Studi Pustakan dan Literatur.

Kemudian melakukan pengumpulan data berupa peta lokasi, data CBR, dan data volume lalu lintas. Setelah data didapat, analisa dilanjutkan ke perhitungan sehingga mendapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Geometrik Jalan

Direncanakan pada alinemen horisontal terdapat Point of Interest (PI) sebanyak 3 buah dan pada alinemen vertikal terdapat Point Vertical of Interest (PVI) sebanyak 12 buah.

2. Perkerasan Jalan

a. Direncanakan menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan ketebalan 285 mm dan diberi lapisan tambahan berupa aspal dengan ketebalan 50 mm untuk kenyamanan. Direncanakan menggunakan Tulangan Anyaman Polos Bersambung pada pelat beton :

- Tulangan Memanjang D9-200
- Tulangan Melintang D9-200
- Tie Bars D16-750
- Dowel D42-300

b. Direncanakan menggunakan Tulangan Anyaman Polos Menerus pada pelat beton :

- Tulangan Memanjang D21-150
- Tulangan Melintang D9-200

c. Rambu dan Marka

- Rambu yang digunakan pada perencanaan ini sebanyak 46 buah.
- Marka jalan yang digunakan ada 2 macam yaitu, marka menerus dan marka putus-putus.

2. Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Pandaan-Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur

Penulis : Muhammad Bergas Wicaksono
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Tahun : 2016

Tugas Akhir tersebut melakukan studi yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah Anlinemen Horizontal dan Anlinemen Vertikal, mengetahui perpindahan volume lalu lintas dari jalan eksisting, detail struktur tebal perkerasan yang akan digunakan dan volume pekerjaan jalan tol Pandaan-Malang. Pertama penulis melakukan Studi Pustakaan dan Literatur.

Kemudian penulis melakukan pengumpulan data berupa peta lokasi, data volume lalu lintas, dan data tanah (CBR). Setelah data didapat penulis melanjutkan analisa ke perhitungan sehingga mendapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Trase alternatif yang dipilih memiliki panjang 39,523 km. Jalan tol Pandaan-Malang ini didesain dengan kecepatan rencana 100 km/jam. Tipe jalan tol ini adalah 4/2 D.
2. Perencanaan geometrik yang dihitung meliputi perencanaan alinemen horizontal, perencanaan alinemen vertikal, perhitungan daerah kebebasan samping. Pada perencanaan alinemen horizontal didapatkan PI sebanyak 14 dengan radius minimum 500 m. dan pada perencanaan alinemen vertikal didapatkan PPV sebanyak 168 dengan kelandaian maksimum direncanakan 4%.
3. Tebal lapisan perkerasan yang didapatkan dari perhitungan perencanaan adalah sebagai berikut :
 - a. Lapisan permukaan (surface) Laston MS=744 kg dengan tebal 15 cm.
 - b. Lapisan pondasi atas (base course) batu pecah kelas A dengan tebal 20 cm.

- c. Lapisan pondasi bawah (subbase course) sirtu kelas A dengan tebal 15 cm.
3. **Perancangan Ramp dan Simpang Susun Jalan Tol (Studi Kasus: Jalan Sentolo-Pengasih Kabupaten Kulon Progo)**

Penulis : Sham Sidhiq
Universitas : Universitas Gadjah Mada
Tahun : 2018

Tugas Akhir tersebut melakukan studi yang bertujuan untuk merancang geometrik jalan penghubung antara rencana jalan tol dengan jalan eksisting (Jalan Sentolo-Pengasih) beserta perancangan simpang susunnya. Pemilihan trase rencana jalan penghubung dan pemilihan tipe simpang susun menggunakan analisis multikriteria. Sementara alinemen horizontal dan alinemen vertikal menggunakan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Bina Marga, 1997) serta Tata Cara Perancangan Jalan Bebas Hambatan (Bina Marga, 2009).

Hasil analisis menunjukkan bahwa jalan penghubung ini memiliki klasifikasi jalan dengan sistem primer, status nasional, fungsi kolektor dengan kecepatan rencana 60 km/jam dan panjang total trase 1.550 m. Alinemen horizontal terdiri dari satu tikungan SS dan alinemen vertikal menghasilkan satu lengkung cembung.

Tipe simpang susun terpilih berupa bentuk Trumpet terdiri dari 4 ramp dengan kecepatan rencana 40 km/jam dimana ramp terpanjang adalah 1.067 m. Alinemen horizontal ramp terdiri dari lengkung FC dan alinemen vertikal menghasilkan enam lengkung vertikal terdiri dari lengkung cembung dan cekung.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Langkah Pekerjaan

Dalam mempermudah pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini diperlukan sebuah metodologi yang bertujuan untuk mengarahkan dan mengefektifkan proses pengerjaan dan penyusunan tersebut agar sesuai dengan pencapaian. Hal-hal yang dibahas dalam bab ini menerangkan mengenai uraian bagian yang akan dilakukan selama penyelesaian tugas akhir mengenai “Perencanaan Geometri Dan Perkerasan Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Menggunakan Perkerasan Kaku” dilakukan dari tahap persiapan hingga tahap akhir.

Secara umum langkah-langkah pengerjaan yang ditempuh dalam penyusunan Tugas Akhir ini antara lain :

1. Pekerjaan Persiapan
2. Studi Pustaka dan Literatur
3. Pengumpulan dan Pengolahan Data
4. Perhitungan Perancangan Geometrik dan Tebal Perkerasan Jalan Tol
5. Perhitungan Perancangan Saluran Drainase Jalan Tol
6. Gambar Desain
7. Kesimpulan dan Saran

3.2 Pekerjaan Persiapan

Sebelum memulai suatu pekerjaan yang pertama kali dilakukan adalah tahap persiapan. Tahap persiapan dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan selanjutnya. Beberapa tahap persiapan antara lain:

1. Mencari informasi pada instansi terkait sesuai data yang dibutuhkan.
2. Mengurus surat-surat yang diperlukan, yaitu proposal dan surat pengantar untuk instansi terkait.

3. Mencari, mengumpulkan dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang sekiranya dapat mendukung dalam pembuatan kegiatan ini.

3.3 Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dan literatur dilakukan dengan membaca sumber bacaan yang mendasari topik dan membantu pengerjaan berupa teori yang berkaitan dengan topik dalam Tugas Akhir ini. Sumbernya berupa buku Tugas Akhir yang telah ada dengan topik yang relevan, buku-buku dengan topik terkait, dan halaman-halaman yang diunduh dari website mengenai hal yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir. Tinjauan pustaka yang digunakan mengacu pada buku-buku perencanaan jalan yang terdapat dalam daftar pustaka.

3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam perancangan Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat diperlukan data teknis yang dapat diperoleh dari instansi terkait, misalnya dari Pemilik (Owner), Konsultan atau Kontraktor. Dari data yang didapat, data tersebut diolah agar dapat menjadi input dalam proses perhitungan. Data teknis yang diperlukan sebagai acuan antara lain:

1. Peta Topografi
Peta Topografi merupakan data sekunder yang didapatkan dari Bakosurtanal. Di Surabaya perwakilan resmi dari Bakosurtanal bertempat di Departemen Geomatika, FTSLK, ITS
2. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata
Data lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian rata-rata dari jalan tol rencana yang dianalisa untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan rata-rata dari tiap jenis kendaraan sampai dengan umur rencana. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata merupakan data sekunder yang didapat dari instansi terkait.
3. Data Tanah Dasar

Dalam perancangan perkerasan kaku kita menentukan California Bearing Ratio (CBR) yang ingin direncanakan. Dari nilai modulus reaksi tanah dasar tersebut dapat digunakan sebagai dasar perancangan untuk menentukan tebal perkerasan kaku yang dibutuhkan. Data CBR (*California Bearing Ratio*) didapatkan dari :

- a. Laboratorium mekanika tanah departemen Teknik Sipil, FTSLK, ITS
 - b. Proyek jalan yang berada di daerah sekitar proyek jalan tol
4. Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data sekunder yang didapatkan dari Stasiun Hujan Sultan Mahmud Badaruddin II. Data curah hujan digunakan dalam input perhitungan untuk merencanakan dimensi saluran drainase jalan tol Palembang-Tanjung Carat.

5. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Palembang

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Palembang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Palembang. PDRB Kota Palembang digunakan dalam perhitungan lalu lintas harian rata-rata selama umur rencana jalan tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat.

3.5 Perancangan Geometrik Simpangsusun

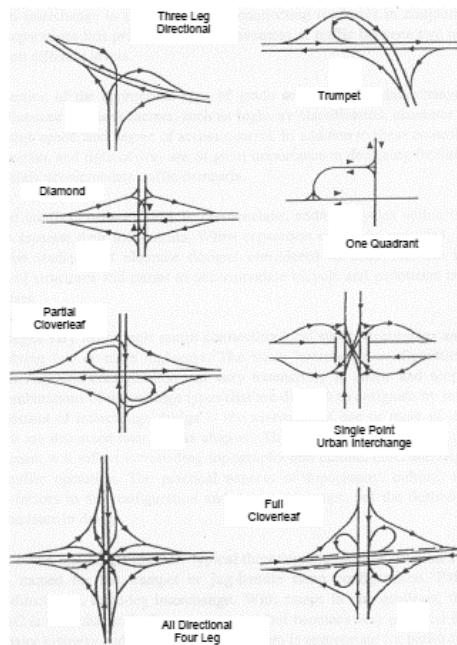
3.5.1 Standar tipe dan bentuk persimpangan

Standar spesifikasi jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah tidak adanya persimpangan yang sebidang. Standar tipe dan bentuk simpang tak sebidang diantaranya adalah sebagai berikut:

- T (atau Trumpet) atau Y, untuk simpangsusun 3 kaki/lengan;
- Diamond untuk simpangsusun 4 kaki/lengan dan arus major dan minor;
- Cloverleaf terdiri dari partial cloverleaf dan full cloverleaf;
- Directional atau langsung;

- Kombinasi, merupakan penggabungan dari bentuk-bentuk dasar diatas.

Pemilihan pemakaian dan penerapan tipe dan bentuk simpang tak sebidang harus mempertimbangkan ketersediaan dan kondisi lapangan dari lahan rumijatul serta lingkungan sekitarnya. Standar bentuk simpang tak sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Standar Tipe Persimpangan / Simpang Susun
Sumber : (Bina Marga, 2009)

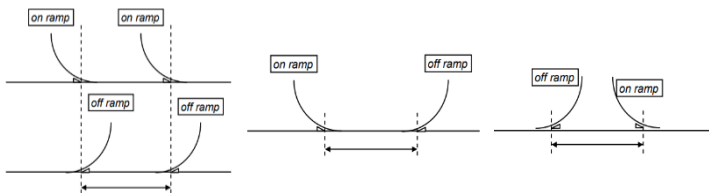
3.5.2 Jarak simpangsusun

Ketentuan jarak simpang susun adalah sebagai berikut:

- Jarak antar simpangsusun untuk jalan tol antarkota minimal adalah 5 (lima) km as ke as atau dengan jarak

nose ramp jalan masuk dan nose ramp jalan keluar untuk jurusan yang sama pada dua simpang susun minimal adalah 5 (lima) km.

- b) Jarak antar simpang susun untuk jalan tol perkotaan minimal adalah 2 (dua) km as ke as atau dengan jarak nose ramp jalan masuk dan nose ramp jalan keluar untuk jurusan yang sama pada dua simpang susun minimal adalah 2 (dua) km.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Jarak Nose Ramp

Sumber : (Bina Marga, 2009)

- c) Simpang susun pelayanan harus direncanakan menghubungkan jalan tol dan jalan bukan tol yang berfungsi sebagai jalan arteri atau minimal kolektor dalam sistem jaringan jalan primer.
- d) Jarak nose ramp jalan masuk simpang susun dengan nose ramp jalan keluar tempat istirahat atau jarak nose ramp jalan keluar simpang susun dengan nose ramp jalan masuk tempat istirahat pada arah yang sama minimal 5 (lima) km.
- e) Jarak terowongan/ pintu gerbang bandar udara internasional/ pintu gerbang pelabuhan laut internasional yang dihubungkan dengan jalan tol harus berjarak dengan jarak nose ramp jalan keluar/masuk simpang susun minimal 2 (dua) km.
- f) Penyediaan simpang susun pada jalan tol mempertimbangkan jumlah penduduk pada wilayah

yang bersangkutan untuk dilayani, dengan ketentuan sebanyak-banyaknya 1 (satu) simpangsusun untuk 1 (satu) wilayah dengan penduduk minimal 100.000 jiwa.

3.5.3 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana ramp simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan tol (Simpangsusun Sistem) harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Kecepatan Rencana pada Simpangsusun Sistem

V_R jalan tol I (km/jam)	V_R jalan tol II (km/jam)			
	120	100	80	60
120	60 – 80			
100	60 – 80	60 – 80		
80	40 – 80	40 – 60	40 – 60	
60	40 – 60	40 – 60	40 – 60	40 – 60

Sumber : (Bina Marga, 2009)

Kecepatan rencana ramp simpangsusun yang menghubungkan jalan tol dengan jalan bukan tol (Simpangsusun Pelayanan) harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kecepatan Rencana pada Simpangsusun Pelayanan

V_R jalan tol I (km/jam)	V_R jalan tol II (km/jam)		
	120	100	80
120	60 – 80		
100	60 – 80		
80	40 – 60	40 – 60	
60	40 – 60	40 – 60	40 – 60

Sumber : (Bina Marga, 2009)

3.5.4 Penampang melintang

- a) Ramp simpangsusun untuk 2 (dua) arah lalu lintas harus dilengkapi dengan median.

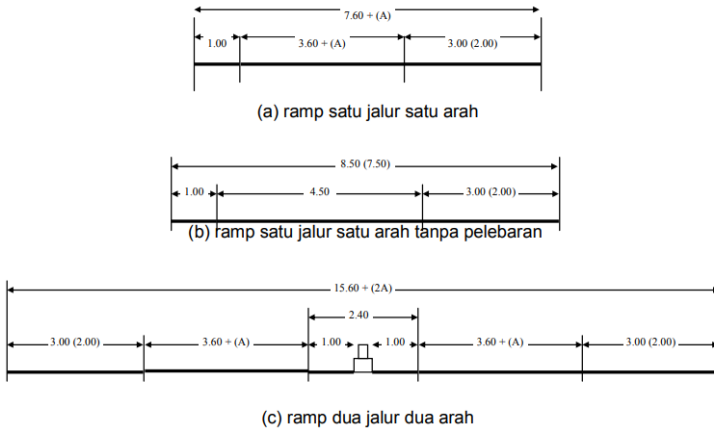
- b) Lebar jalur lalu lintas ramp simpangsusun dengan 1 lajur lalu lintas dengan 1 arah minimal 4,5 meter dengan tanpa mempertimbangkan kebutuhan pelebaran lajur lalu lintas pada tikungan.
- c) Lebar lajur lalu lintas ramp simpangsusun dengan 1 lajur lalu lintas untuk 1 arah atau dengan 2 lajur lalu lintas untuk 1 arah, dibuat sama dengan lebar lajur lalu lintas pada jalur utamanya dengan mempertimbangkan kebutuhan pelebaran pada tikungan.
- d) Besarnya kebutuhan pelebaran pada ramp mengikuti perhitungan pelebaran pada tikungan.
- e) Lebar bahu luar dan bahu dalam ramp simpangsusun harus memenuhi ketentuan sebagaimana Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Lebar Bahu Luar dan Bahu Dalam Ramp

Kecepatan Rencana Jalan Utama (km/jam)	Lebar Bahu Luar (m)		Lebar Bahu Dalam (m)	
	Antarkota	Perkotaan	Antarkota	Perkotaan
120	3,00	-	1,00	-
100	3,00	2,00	1,00	1,00
80	3,00	2,00	1,00	0,50
60	-	2,00	-	0,50

Sumber : (Bina Marga, 2009)

- f) Pada ramp Simpangsusun Pelayanan dengan 2 lajur lalu lintas untuk 1 arah, lebar bahu luar dapat dibuat sama dengan lebar bahu dalam.



Keterangan:
 Satuan dalam meter
 (A) : pelebaran yang dibutuhkan
 (l) : angka untuk jalan tol perkotaan

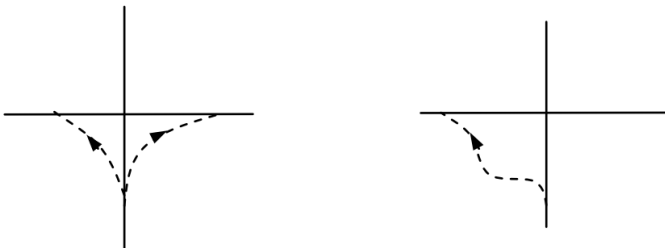
Gambar 3. 3 Tipikal Potongan Melintang pada Ramp
Sumber : (Bina Marga, 2009)

3.5.5 Perencanaan Ramp

Berdasarkan pergerakannya, terdapat 3 (tiga) tipe ramp, yaitu Direct, Semi Direct, dan Indirect.

1. Direct (hubungan langsung)

Sebelum titik pusat, ramp langsung berbentuk kearah tujuan, seperti Gambar 3.4

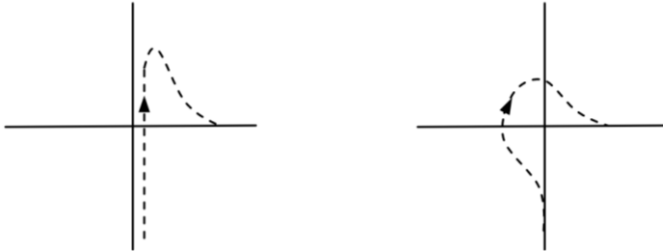


Gambar 3. 4 Jalur Penghubung Langsung

Sumber : (Bina Marga, 2009)

2. Semi Direct (hubungan setengah langsung)

Dalam menuju arah tujuan, ramp melalui/mengelilingi titik pusat dahulu dan memotong salah satu arus lain secara tegak lurus, seperti Gambar 3.5.

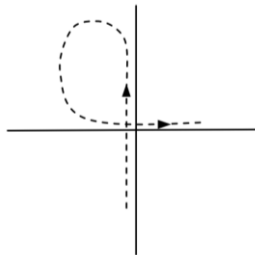


Gambar 3. 5 Jalur Penghubung Setengah Langsung

Sumber : (Bina Marga, 2009)

3. Indirect (hubungan tak langsung)

Dalam menuju arah tujuan, ramp berbelok kearah berlawanan dahulu dan kemudian memutar sekitar 270^0 , seperti Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Jalur Penghubung Tidak Langsung

Sumber : (Bina Marga, 2009)

3.5.6 Radius Tikungan pada Ramp/Loop

Radius tikungan pada ramp/loop harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Sesuai dengan kecepatan rencana masuk ramp, sebagaimana pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Radius Tikungan Minimum untuk Ramp

V_R (km/jam)	Radius Tikungan Minimum (m)		
	$e_{maks} = 6\%$	$e_{maks} = 8\%$	$e_{maks} = 10\%$
80	250	230	210
60	135	125	115
40	55	50	45

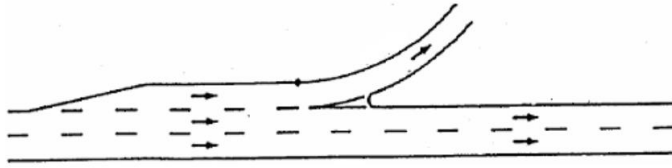
Sumber : (Bina Marga, 2009)

- b) Jika digunakan tikungan majemuk, perbandingan antara radius tikungan pertama dengan tikungan ke dua adalah 2:1, atau minimal 1,5:1, dengan panjang masing-masing lengkung ditentukan sebagaimana pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Panjang Minimum Lengkung Lingkaran di Ramp

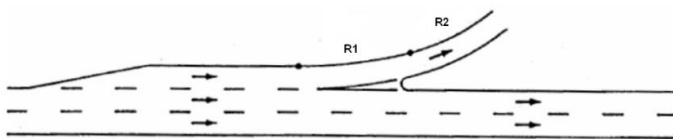
R (m)	Panjang Minimum Lengkung Lingkaran (m)	
	Minimal	Ideal
150 atau lebih besar	45	60
125	35	55
100	30	45
75	25	35
60	20	30
50	15	20

Sumber : (Bina Marga, 2009)



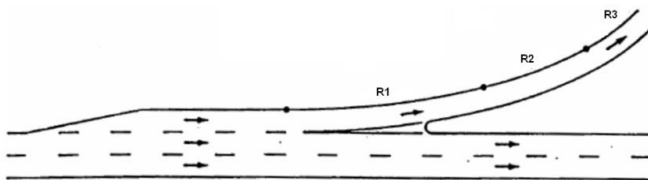
Gambar 3. 7 Ramp dengan Menggunakan 1 (satu) Radius Tikungan

Sumber : (Bina Marga, 2009)



Gambar 3. 8 Ramp dengan Menggunakan 2 (dua) Radius Tikungan

Sumber : (Bina Marga, 2009)

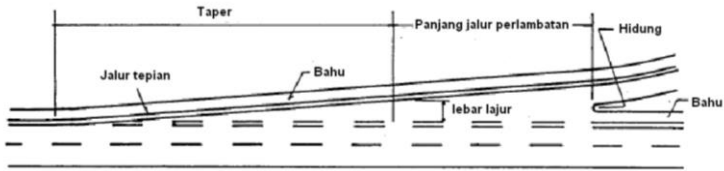


Gambar 3. 9 Ramp dengan Menggunakan 3 (tiga) Radius Tikungan

Sumber : (Bina Marga, 2009)

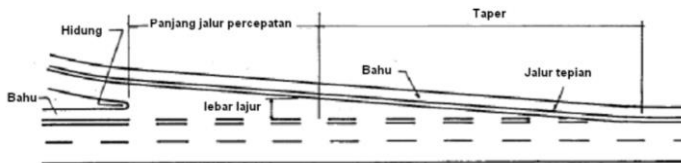
3.5.7 Lajur Percepatan dan Lajur Perlambatan

- a) Jalan masuk dan jalan keluar pada simpangsusun dengan 1 (satu) lajur lalu lintas menggunakan lajur perlambatan (masuk) dan lajur percepatan (keluar) tipe taper, seperti pada Gambar 3.10 dan Gambar 3.11.



Gambar 3. 10 Lajur Perlambatan tipe Taper

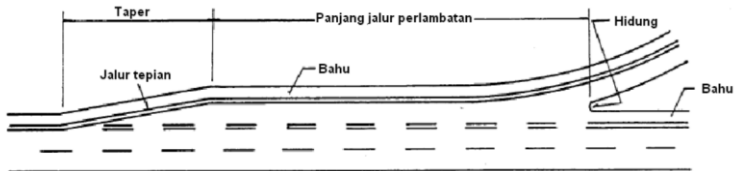
Sumber : (Bina Marga, 2009)



Gambar 3. 11 Lajur Percepatan tipe Taper

Sumber : (Bina Marga, 2009)

- b) Jalan masuk dan keluar pada simpangsusun dengan 1 (satu) lajur lalu lintas menggunakan lajur perlambatan (masuk) dan lajur percepatan (keluar) tipe paralel, seperti pada Gambar 3.12 dan Gambar 3.13.



Gambar 3. 12 Lajur Perlambatan tipe Paralel

Sumber : (Bina Marga, 2009)



Gambar 3. 13 Lajur Percepatan tipe Paralel

Sumber : (Bina Marga, 2009)

- c) Lajur perlambatan dan lajur percepatan harus memenuhi ketentuan sebagaimana pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.7.

Tabel 3. 6 Panjang Lajur Perlambatan Minimum

V_R Jalan Tol (km/jam)	Panjang lajur perlambatan minimum (m)		
	V_R Ramp (km/jam)		
	80	60	40
120	120	155	175
100	85	120	145
80	-	80	100
60	-	-	65

Sumber : (Bina Marga, 2009)

Tabel 3. 7 Panjang Lajur Percepatan Minimum

V_R Jalan Tol (km/jam)	Panjang lajur percepatan minimum (m)		
	V_R Ramp (km/jam)		
	80	60	40
120	245	410	490
100	40	205	285
80	-	65	145
60	-	-	45

Sumber : (Bina Marga, 2009)

3.5.8 Perencanaan Taper

Taper digunakan untuk awal lajur percepatan/perlambatan yang disediakan untuk pergerakan belok kanan dan belok kiri

secara serong, untuk mengarahkan penggabungan maupun pemisahan terhadap lalu lintas di jalur utama.

Panjang taper minimum untuk pergerakan memisah dan menggabung ditampilkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Panjang Taper Lajur Tunggal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Panjang Taper Minimum (m)	
	Memisah	Menggabung
120	135	270
100	113	225
80	90	180
60	42	84

Sumber : (Bina Marga, 2009)

3.6 Perancangan Geometrik Jalan Tol

3.6.1 Penentuan Trase Jalan

Penentuan trase jalan tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat menggunakan trase terpilih berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah.

3.6.2 Analisa Kapasitas Lalu Lintas

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk menganalisa kemampuan ruas jalan dalam menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan. Dalam perencanaan geometrik jalan, analisis lalu lintas sangat diperlukan karena untuk menentukan segmen suatu jalan dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan 4 lajur 2 arah

Tipe JBH/ Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar (skr/jam/lajur)
JBH 4/2 dan JBH 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2014)

3.6.3 Karakteristik Lalu Lintas Jalan

Data lalu lintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Dalam menentukan karakteristik jalan, jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh pada perencanaan perkerasan. Analisis data lalu lintas dilakukan untuk menentukan kapasitas jalan, akan tetapi harus dilakukan bersamaan dengan perancangan geometrik jalan dan lainnya.

3.5.3.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan yang direncanakan akan melewati jalan tol tersebut Keputusan Pemerintah Pekerjaan Umum No.370/KPTS/M/2007 dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Golongan Kendaraan Rencana

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

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2007)

3.5.3.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman. Kecepatan rencana berdasarkan kelas jalan dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Kecepatan rencana VR sesuai klasifikasi fungsi dan medan jalan

Medan Jalan	VR (km/jam) minimal	
	Antarkota	Perkotaan
Datar	120	80-100
Perbukitan	100	80
Pegunungan	80	60

(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.5.3.3 Permodelan Lalu Lintas Dengan Metode Bangkitan Perjalanan (*Trip Generation*)

Pemodelan bangkitan perjalanan memperkirakan jumlah pergerakan suatu zona atau tata guna lahan, dalam satuan (orang-perjalanan/jam) dan dikonversikan ke lalu lintas menjadi (kendaraan/jam) atau (smp/jam). Kegiatan tertentu dalam suatu hari akan mendapatkan bangkitan/tarikan pergerakan pada masa sekarang yang dapat bermanfaat untuk memprediksi pergerakan di masa yang akan datang. Faktor-faktor yang menjadi variabel penentu bangkitan perjalanan antara lain: maksud perjalanan, penghasilan keluarga, kepemilikan kendaraan, guna lahan di tempat asal, jarak dari Pusat Kegiatan Kota (PKK), jarak perjalanan, moda perjalanan, guna lahan di tempat tujuan dan waktu/saat perjalanan dilakukan. Secara konsep terdapat 4 metode dalam memperkirakan bangkitan perjalanan, yaitu: menggunakan prinsip-prinsip utama, menggunakan persamaan (formula), menggunakan model kompleks dan melakukan perbandingan dengan kawasan sejenis yang sudah ada dan mirip dengan yang direncanakan (*comparison method*).

Dalam pemodelan bangkitan pergerakan, metode analisis regresi linier berganda (*Multiple Linear Regression Analysis*)

paling sering digunakan (Miro, 2004: 71). Sejak tahun 1950, sebagian besar penelitian perencanaan transportasi menggunakan analisis regresi linier untuk meneliti bangkitan perjalanan (*Trip generation*). Teknik regresi linier berganda menarik bagi analisis transportasi karena memberi kemudahan dalam menentukan derajat hubungan antara peubah tak-bebas dan peubah bebasnya. Konsep analisis regresi linier berganda (Multiple Linier Regression Analysis) menyatakan hubungan antara satu variabel tidak bebas (*dependent variable*) dengan beberapa variabel bebas (*independent variable*)

Model matematika ini memiliki bentuk:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (\text{pers 3.1})$$

Dengan:

Y = variabel terikat (jumlah produksi perjalanan)

a = konstanta (angka yang akan dicari)

b_1, b_2, \dots, b_n = koefisien regresi (angka yang harus dicari)

X_1, X_2, \dots, X_n = variabel bebas (faktor-faktor yang berpengaruh)

Dalam perencanaan bangkitan lalu lintas ini akan menggunakan standar *trip rate* untuk kawasan industri berdasarkan perencanaan dan permodelan lalu lintas, *Ofyar Z Tamin, ITB, 2000*. Untuk standar *trip rate* dapat dilihat pada Tabel 3.12 dan Tabel 3.13.

Tabel 3. 12 Standar *Trip Rate*

Waktu	Industri (skr/500m ²)		Komersial (skr/100m ²)		Perumahan (skr/100m ²)	
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
7:00	0.73	0.27	0.04	0.02	0.03	0.013
8:00	0.26	0.16	0.08	0.04	0.03	0.013
9:00	0.25	0.18	0.55	0.15		
10:00	0.22	0.16	0.8	0.42		

Sumber : (*Ofyar Z Tamin, 2000*)

Tabel 3. 13 Lanjutan Standar *Trip Rate*

Waktu	Industri (skr/500m ²)		Komersial (skr/100m ²)		Perumahan (skr/100m ²)	
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
11:00	0.23	0.22	0.78	0.65		
12:00	0.19	0.23	0.6	0.56		
13:00	0.23	0.19	0.65	0.59		
14:00	0.17	0.17	0.57	0.7		
15:00	0.19	0.18	0.61	0.68		
16:00	0.2	0.51	0.5	0.95	0.013	0.06
17:00	0.1	0.34	0.45	0.58	0.013	0.06

Sumber : (Ofyar Z Tamin, 2000)

3.5.3.4 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas dari titik kedudukan pengemudi. Dengan jarak pandang tersebut, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya dengan aman. Jarak pandang dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti (S_s) adalah jarak pandang diperlukan untuk menghentikan kendaraan dengan aman ketika melihat adanya halangan didepannya. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Jarak pandang henti dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

- a) Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \times \frac{V_R^2}{a} \quad \text{pers (3.2)}$$

- b) Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \times \frac{V_R^2}{254 \times \left(\frac{a}{9,81} \pm G\right)}$$

pers (3.3)

Dimana :

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan (m/detik²), ditetapkan 3,4 meter/detik²

G = kelandaian jalan (%)

Selain menggunakan rumus, jarak pandang henti berdasarkan Peraturan Bina Marga No.007 Tahun 2009 bisa didapatkan dengan melihat Tabel 3.14, Tabel 3.15 dan Tabel 3.16

Tabel 3. 14 Jarak Pandang Henti (SS) Minimum

VR (km/jam)	Jarak Awal Reaksi (m)	Jarak Awal Pengereman (m)	Jarak Pandang Henti (m)	
			Perhitungan	Pembulatan
120	83,3	163,4	246,7	250
100	69,4	113,5	182,9	185
80	55,6	72,6	128,2	130
60	41,7	40,8	82,5	85

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Tabel 3. 15 Jarak Pandang Henti (SS) Minimum dengan Kelandaian

VR (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)											
	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
120	252	257	263	269	275	281	243	238	234	230	227	223

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Tabel 3. 16 Lanjutan Jarak Pandang Henti (SS) Minimum dengan Kelandaian

VR (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)											
	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
100	187	190	194	198	203	207	180	177	174	172	169	167
80	131	133	136	138	141	144	127	125	123	121	120	118
60	84	86	87	88	90	92	82	81	80	79	78	77

(Sumber: Bina Marga, 2009)

b. Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke keadaan semula.

3.6 Perancangan Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal (Bina Marga 2009). Alinemen horizontal sering disebut dengan situasi jalan atau trase jalan. Alinemen horizontal terdiri atas garis lurus dan garis lengkung yang berupa bagian dari lingkaran dan lengkung peralihan. Geometri pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan tertentu. Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan, maka alinemen horizontal harus diperhitungkan secara akurat agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan sehingga terdapat pertimbangan sebagai berikut :

3.6.1 Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu

tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai V_R). Panjang bagian lurus ditetapkan menurut Tabel 3.17.

Tabel 3. 17 Panjang Bagian Lurus Maksimum

V_R (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833,3	5850
120	5000,0	5000
100	4166,7	4200
80	3333,3	3350
60	2500,0	2500

(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.6.2 Standar Bentuk Tikungan

Pada umumnya, bentuk lengkung horisontal pada jalan terdiri atas 3 tipe, yaitu:

1. *Full Circle (FC)*,

Tikungan *full circle* yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan *full circle* digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Berikut ini adalah standar bentuk tikungan *full Circle* dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$T_c = R_c \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \quad \text{pers (3.4)}$$

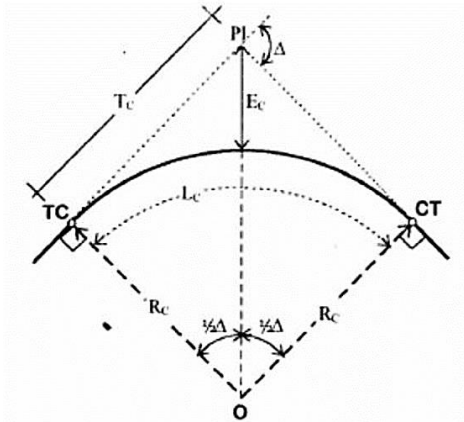
$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \cdot 2\pi R \quad \text{pers (3.5)}$$

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad \text{pers (3.6)}$$

atau

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \quad \text{pers (3.7)}$$

Untuk rencana gambar tikungan *Full Circle* dapat dilihat di Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Tikungan Full Circle
(Sumber: Bina Marga, 2009)

2. *Spiral-Circle-Spiral (SCS)*,

Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* yaitu tikungan yang terdiri dari 1 lengkung *circle* dan 2 lengkung *spiral*. Lengkung *Spiral-Circle-Spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ m. Rumus – rumus yang digunakan dalam lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S) adalah sebagai berikut:

$$\Theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot R_c} \quad \text{pers (3.8)}$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot \Theta_s \quad \text{pers (3.9)}$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360^\circ} \cdot 2\pi R_c \quad \text{pers (3.10)}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} \quad \text{pers (3.11)}$$

$$X_s = L_s - \left(1 - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2}\right) \quad \text{pers (3.12)}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c} - R \cdot \sin \theta_s \quad \text{pers (3.13)}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c(1 - \cos \theta_s) \quad \text{pers (3.14)}$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad \text{pers (3.15)}$$

$$E_s = \frac{(R_c + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad \text{pers (3.16)}$$

$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s \quad \text{pers (3.17)}$$

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

θ_s = Sudut spiral pada titik SC ($^\circ$)

Δ = Sudut alinemen horizontal ($^\circ$)

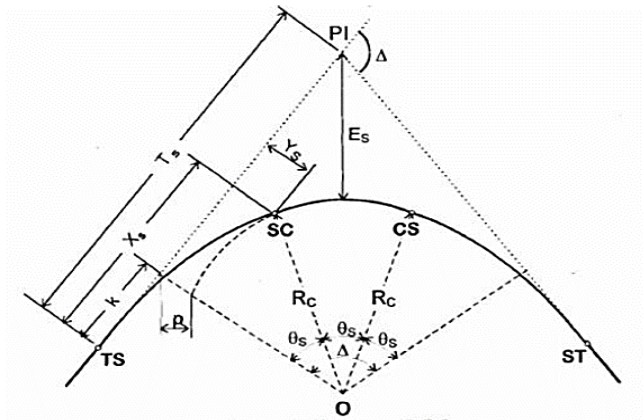
L_c = Panjang busur lingkaran (m)

T_s = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

X_c, Y_c = Koordinat titik peralihan dari spiral ke *circle* (SC) (m)

Untuk rencana gambar tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat di Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Tikungan Spiral-Circle-Spiral
(Sumber: Bina Marga, 2009)

3. *Spiral-Spiral (SS)*,

Tikungan Spiral-Spiral yaitu tikungan yang terdiri dari 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral. Lengkung Spiral-Spiral pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ m. Rumus – rumus yang digunakan dalam lengkung Spiral -Spiral (S-S) adalah sebagai berikut:

$$k_s = X_s - R \sin \theta_s \quad \text{pers (3.18)}$$

$$p = Y_s - R(1 - \cos \theta_s) \quad \text{pers (3.19)}$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad \text{pers (3.20)}$$

$$E_s = \frac{(R_c + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad \text{pers (3.21)}$$

$$\Theta_s = \frac{\Delta}{2} \quad \text{pers (3.22)}$$

$$\Delta_c = 0 \quad \text{pers (3.23)}$$

$$L_c = 0 \quad \text{pers (3.24)}$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \cdot R} \quad \text{pers (3.25)}$$

$$X_c = L_s - \left(1 - \frac{L_s^3}{40 \cdot R^2}\right) \quad \text{pers (3.26)}$$

$$L \text{ total} = 2 \cdot L_s \quad \text{pers (3.27)}$$

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

θ_s = Sudut spiral pada titik SC ($^\circ$)

Δ = Sudut alinemen horizontal ($^\circ$)

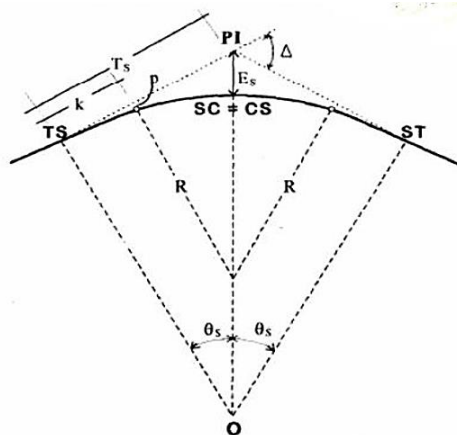
LC = Panjang busur lingkaran (m)

Ts = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

Xc, Yc = Koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC) (m)

Untuk rencana gambar tikungan Spiral-Spiral dapat dilihat di Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Tikungan Spiral- Spiral
(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.6.3 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan minimum (R_{\min}) ditetapkan sebagai berikut :

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \quad \text{pers (3.28)}$$

Dimana:

R_{\min} = Jari – jari tikungan minimum (m)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

E_{\max} = Super elevasi maksimum (%)

F_{\max} = Koefisien gesek maksimum

Besaran nilai super elevasi maksimum ditentukan menggunakan Tabel 3.18.

Tabel 3. 18 Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan dan Iklim

Superelevasi Maksimum	Kondisi yang Digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antarkota
8%	Maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Besaran nilai koefisien gesek maksimum ditentukan menggunakan Tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_R

V_R (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (f_{\max})
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Hasil perhitungan R_{\min} ditampilkan pada Tabel 3.20.

Tabel 3. 20 Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan)

emax (%)	VR (km/jam)	fmax	(e/100+f)	Rmin (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,140	0,240	210,0	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,140	0,220	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,140	0,200	252,0	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,140	0,180	280,0	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150

(Sumber : Bina Marga, 2009)

3.6.4 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (Ls) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, agar gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

1. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (clothoide)
2. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:
 - a. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan.
 - b. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan.
 - c. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan.
 - d. Tingkat perubahan kelandaian relatif.
3. L_s ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai L_s yang terpanjang.
 - a. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindari kesan perubahan alinemen yang mendadak. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \cdot T \quad \text{pers (3.29)}$$

Dimana :

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

Besarnya Lengkung Peralihan (L_s) dapat dilihat pada Tabel 3.21.

Tabel 3. 21 L_s Min Berdasarkan Waktu Perjalanan Melintasi Lengkung Peralihan

VR (km/jam)	Ls min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

(Sumber: Bina Marga, 2009)

- b. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan
Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (re) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui re-max yang ditetapkan sebagai berikut:
- untuk $V_R \leq 70$ km/jam,
 $r_{e-max} = 0,035$ m/m/detik
 - untuk $V_R \geq 80$ km/jam,
 $r_{e-max} = 0,025$ m/m/detik.

Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right)}{3,6 \cdot r_e} \cdot V_R \quad \text{pers (3.30)}$$

Dimana :

e_m = Superelevasi maksimum (%)

e_n = Superelevasi normal (%)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

r_e = Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

Besarnya Lengkung Peralihan (L_s) dapat dilihat pada Tabel 3.22 dan Tabel 3.23.

Tabel 3. 22 L_s Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan

e_m (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29
7,5	73	61	49	26
7,0	67	56	44	24
6,5	60	50	40	21

Tabel 3. 23 Lanjutan Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan

em (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
6,0	53	44	36	19
5,5	47	39	31	17
5,0	40	33	27	14
4,5	33	28	22	12
4,0	27	22	18	10
3,5	20	17	13	7
3,0	13	11	9	5
2,5	7	6	4	2
2,0	0	0	0	0

(Sumber: Bina Marga, 2009)

- c. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
 Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{0,0214 \cdot V_R^3}{R_c} \quad \text{pers (3.31)}$$

Dimana :

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

R = radius tikungan (m)

C = perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det³), digunakan 1,2 m/det³

Besarnya Lengkung Peralihan (L_s) dapat dilihat pada Tabel 3.24.

Tabel 3. 24 Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal

em (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
2500	12	7		
2000	15	9	5	
1500	21	12	6	3
1400	22	13	7	3
1300	24	14	7	3
1200	26	15	8	3
1000	31	18	9	4
900	34	20	10	4
800	39	22	11	5
700	44	26	13	6
600	51	30	15	6
500		36	18	8
400		45	23	10
300			30	13
250			37	15
200				19
175				22
150				26
140				28
130				30
120				32
110				35

(Sumber: Bina Marga 2009)

- d. Tingkat perubahan kelandaian relatif
 Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui Δ

maksimum yang ditetapkan seperti pada Tabel 3.25.

Tabel 3. 25 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum

VR (km/jam)	Δ (m/m)
120	1 /263
100	1 /227
80	1 /200
60	1 /167

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Panjang pencapaian perubahan kelandaian dari kemiringan normal sampai ke kemiringan superelevasi penuh (Ls) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{(wn_1) e_d}{\Delta} (b_w) \quad \text{pers (3.32)}$$

Dimana:

w = lebar satu jalur lalu lintas (m)

e_d = superelevasi rencana (%)

n_1 = jumlah lajur yang diputar

b_w = faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

n1	1	1,5	2
bw	1,00	0,83	0,75

Δ = tingkat perubahan kelandaian relatif (m/m)

Tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = LN$ tidak memerlukan lengkung peralihan dan tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = RC$ tidak memerlukan superelevasi.

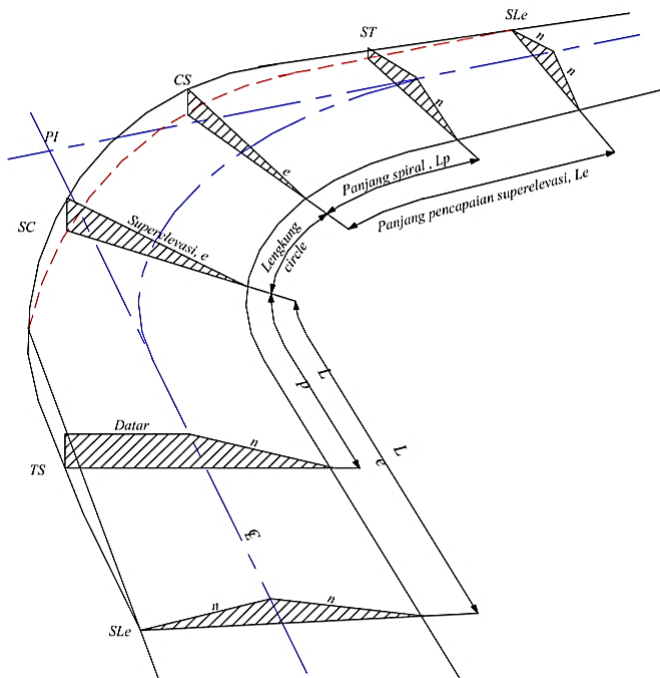
3.6.5 Superelevasi

Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{\min} tanpa

superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan kecepatan rencana. Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan antara 4%-10 %. Masalah drainase harus diperhatikan pada pencapaian kemiringan

1. Diagram Superelevasi

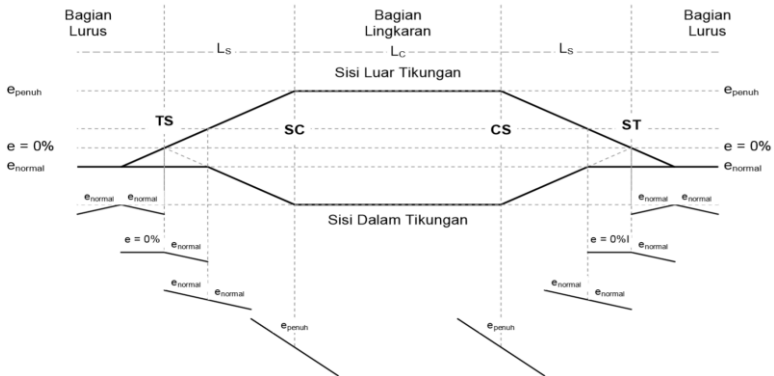
- Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung, seperti pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan

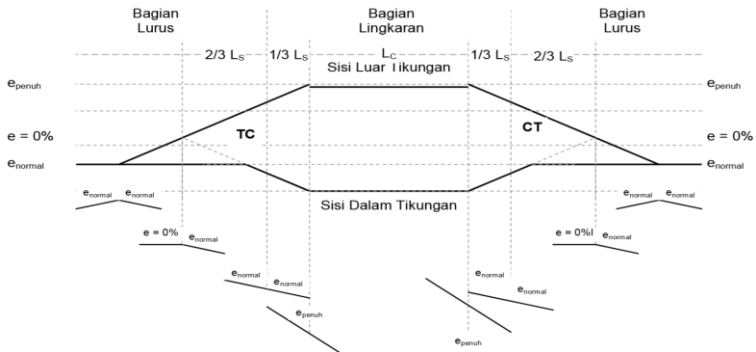
(Sumber: Bina Marga, 2009)

- Pada tikungan tipe SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan pada titik TS, kemudian meningkat secara bertahap sampai mencapai superelevasi penuh pada titik SC, seperti pada Gambar 3.18.



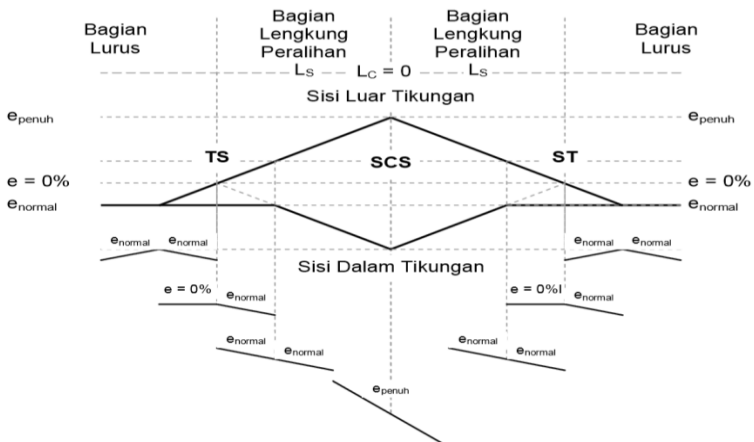
Gambar 3. 18 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SCS
(Sumber: Bina Marga, 2009)

- Pada tikungan tipe FC, bila diperlukan pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3$ bagian panjang L_s , seperti pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe FC
(Sumber: Bina Marga, 2009)

- Pada tikungan tipe SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral, seperti pada Gambar 3.20.



Gambar 3. 20 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SS
(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.6.6 Pelebaran Jalur Lalu Lintas pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada waktu membelok. Hal ini dikarenakan roda yang membelok hanya bagian depan saja sedangkan roda bagian belakang keluar jalur (off tracking) seperti pada Gambar 3.21. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada tikungan – tikungan yang tajam perkerasan jalan harus diperlebar. Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan harus diperhatikan, sesuai dengan rumus:

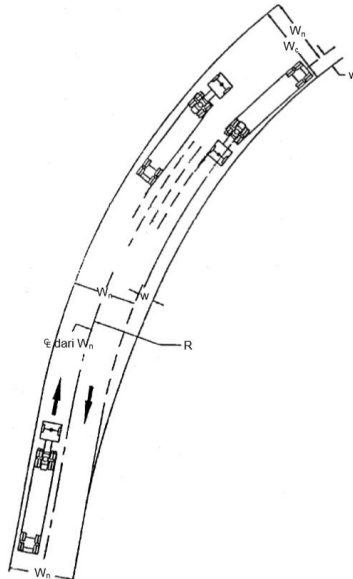
$$W = W_C - W_N \quad \text{pers (3.33)}$$

Dimana,

W = Pelebaran jalan pada tikungan (m)

W_c = Lebar jalan pada tikungan (m)

W_n = Lebar jalan pada jalan lurus (m)



Gambar 3. 21 Pelebaran Jalan pada Tikungan
(Sumber: Bina Marga, 2009)

Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan berdasarkan kecepatan rencana dan radius tikungan seperti pada Tabel 3.26.

Tabel 3. 26 Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan

R (m)	VR = 120 km/jam		VR = 100 km/jam		VR = 80 km/jam		VR = 60 km/jam	
	W(m)	Wc (m)	W(m)	Wc (m)	W(m)	Wc (m)	W(m)	Wc (m)
3000	7,24	0,04	7,21	0,01	7,17	0,00	7,13	0,00
2500	7,27	0,07	7,23	0,03	7,19	0,00	7,15	0,00
2000	7,31	0,11	7,27	0,07	7,22	0,02	7,18	0,00
1500	7,38	0,18	7,33	0,13	7,27	0,07	7,22	0,02
1000	7,49	0,29	7,43	0,23	7,37	0,17	7,30	0,10
900	7,53	0,33	7,46	0,26	7,39	0,19	7,33	0,13
800	7,57	0,37	7,50	0,30	7,43	0,23	7,36	0,16
700	7,62	0,42	7,55	0,35	7,47	0,27	7,40	0,20
600	7,69	0,49	7,61	0,41	7,53	0,33	7,45	0,25
500	Rmin = 590 m		7,69	0,49	7,60	0,40	7,51	0,31
400			7,81	0,61	7,71	0,51	7,61	0,41
300			Rmin = 365 m		7,88	0,68	7,77	0,57
250					8,02	0,82	7,89	0,69
200					Rmin = 210 m		8,07	0,87
150							8,35	1,15
140							8,43	1,23
130							8,52	1,32
120							8,63	1,43
110							8,76	1,56
100							Rmin = 110 m	

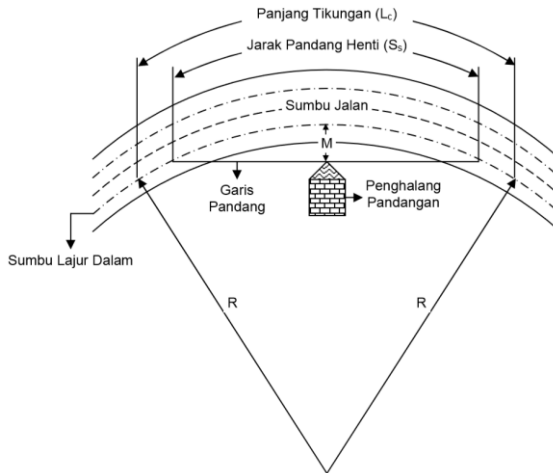
(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.6.7 Daerah Kebebasan Samping di Tikungan

Jarak pandang pengemudi pada lengkung horizontal (pada tikungan) adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan. Demi menjaga keamanan pemakai jalan, jarak pandangan henti minimum harus terpenuhi di sepanjang lengkung horizontal. Jarak pandangan pada lengkung horizontal dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

1. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ($S_s < L_c$) dapat dilihat di Gambar 3.22.

$$M = R \left(1 - \cos \left(\frac{90 \cdot S_s}{\pi R} \right) \right) \quad \text{pers (3.34)}$$

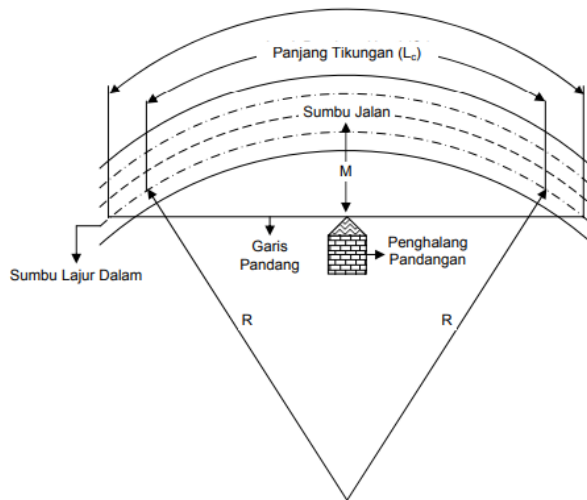


Gambar 3. 22 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $S_s < L_c$

(Sumber: Bina Marga, 2009)

2. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ($S_s > L_c$) dapat dilihat di Gambar 3.23.

$$M = R \left(1 - \cos \left(\frac{90 \cdot L_c}{\pi R} \right) \right) + 0,5 (S_s - L_c) \cdot \sin \left(\frac{90 \cdot L_c}{\pi R} \right) \quad \text{pers (3.35)}$$



Gambar 3. 23 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $S_s > L_c$
(Sumber: Bina Marga, 2009)

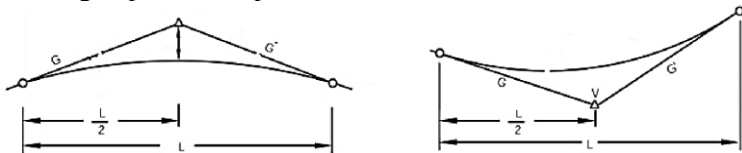
Dimana:

- R = Jari-jari tikungan (m)
- SS = Jarak pandang henti (m)
- M = Jarak yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)
- L_c = Panjang lengkung horizontal (m)

Pada tikungan, tidak harus selalu dilengkapi dengan ruang kebebasan samping. Hal ini tergantung dari jari-jari tikungan (R), kecepatan rencana (V_R), dan keadaan medan lapangan. Seandainya dalam perhitungan diperlukan adanya ruang kebebasan samping, tetapi kondisi lapangan tidak memungkinkan maka dapat diatasi dengan memberi rambu peringatan sesuai dengan kecepatan yang diijinkan.

3.7 Perancangan Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal adalah proyeksi vertikal pada peta jalan. Dari alinemen vertikal, dapat diketahui elevasi tanah pada jalan (Bina Marga/2009). Alinemen vertikal terdiri dari dua bagian yaitu bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari perencanaan titik awal, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar) sedangkan bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung dapat dilihat pada Gambar 3.24.



Gambar 3. 24 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung

(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.7.1 Kelandaian Alinemen Vertikal

Dalam perancangan alinemen vertikal akan dijelaskan tentang kelandaian dari jalan rencana yang meliputi kelandaian minimum, kelandaian maksimum, panjanglandai kritis serta lengkung vertikal. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Kelandaian minimum

Jalan dengan kelandaian 0% berarti datar yang merupakan kelandaian minimum. Jika ditinjau dari segi kemudahan pengaliran air, di dalam penarikan alinemen vertikal harus diupayakan adanya kelandaian untuk mengatasi masalah pengaliran air. Pada daerah timbunan dianjurkan agar menggunakan kelandaian 0,3 – 0.5 % untuk jalan dengan kerb. Sedangkan kelandaian jalan diperlukan untuk perancangan saluran tepi jalan.

2. Kelandaian maksimum

Pembatasan kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum jalan untuk alinemen vertikal harus memenuhi Tabel 3.27.

Tabel 3. 27 Kelandaian Maksimum

VR (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
120	3	4	5
100	3	4	6
80	4	5	6
60	5	6	6

(Sumber: Bina Marga, 2009)

3. Panjang Landai Kritis

Panjang landai kritis yaitu panjang landai maksimum dimana kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, yang ditetapkan atas dasar besarnya landai (tanjakan) dan penurunan kecepatan kendaraan berat sebesar 15 km/jam. Panjang kritis ditetapkan dari Tabel 3.28 dan Tabel 3.29.

Tabel 3. 28 Panjang Landai Kritis

VR (km/jam)	Kelandaian (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Tabel 3. 29 Lanjutan Panjang Landai Kritis

VR (km/jam)	Kelandaian (%)	Panjang Landai Kritis (m)
80	5	600
	6	500
60	6	500

(Sumber: Bina Marga, 2009)

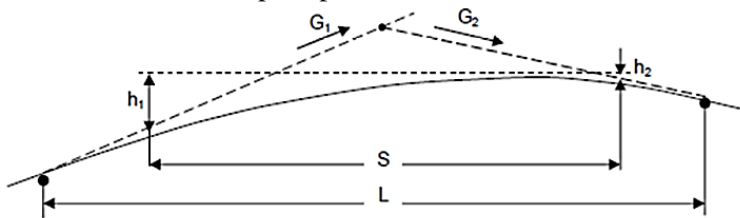
4. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah kelandaian memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan jalan bagian lurus (tangen), adalah:

a. Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan. Pada lengkung vertikal cembung, pembatasan berdasarkan jarak pandangan dapat dibedakan atas 2 keadaan, yaitu:

- a) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S < L$), seperti pada Gambar 3.12



Gambar 3. 25 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertikal Cembung

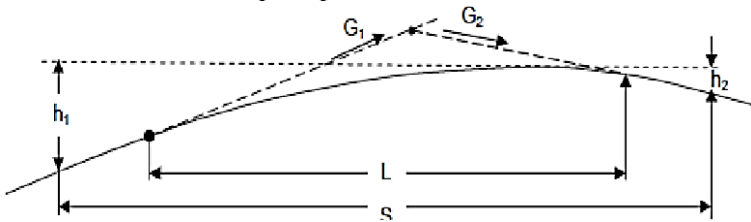
(Sumber: Bina Marga, 2009)

$$L = \frac{A \cdot S^2}{658} \quad \text{pers (3.36)}$$

Dimana:

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 S = jarak pandang henti (m)

- b) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S > L$), seperti pada Gambar 3.26.



Gambar 3. 26 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertikal Cembung

(Sumber: Bina Marga, 2009)

$$L = 2.S - \frac{658}{A} \quad \text{pers (3.37)}$$

Dimana:

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 S = jarak pandang henti (m)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal, yaitu $L_{min} = 0,6 V_R$, dimana V_R dalam km/jam dan L_{min} dalam meter.

b. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Panjang lengkung vertikal cekung dipengaruhi oleh jarak

pandang kendaraan ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

- a) Apabila jarak pandangan kendaraan pada lengkung vertikal cekung kurang dari panjang jalan yang ditinjau (L_0), maka rumus yang digunakan adalah :

$$L = \frac{A \cdot S^2}{120 + 3,5 \cdot S} \quad \text{pers (3.38)}$$

Dimana :

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 V = kecepatan rencana (km/jam)

- b) Apabila jarak pandang penyinaran lampu kendaraan pada lengkung vertikal cekung lebih besar dari panjang jalan yang ditinjau (L_0), maka rumus yang digunakan adalah:

$$L = 2 \cdot S - \frac{120 + 3,5 \cdot S}{A} \quad \text{pers (3.39)}$$

Dimana :

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 V = kecepatan rencana (km/jam)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besarpanjang lengkung vertikal, yaitu:

$$L_{\min} = 0,6 V_R \quad \text{pers (3.40)}$$

Dimana:

- L_{\min} = Panjang lengkung vertikal minimum (m)
 V_R = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung dapat juga dilihat pada Tabel 3.30.

Tabel 3. 30 Panjang Minimum Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)			
	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
12		536	353	208
11		491	324	191
10		446	294	174
9		402	265	156
8	503	357	236	139
7	440	313	206	122
6	377	268	177	104
5	315	223	147	87
4	252	179	117	66
3	169	115	69	36
2	72	60	48	36
1	72	60	48	36

(Sumber: Bina Marga, 2009)

3.8 Koordinasi Alinemen Horizontal dan Alinemen Vertikal

Koordinasi antara alinemen horizontal dan alinemen vertikal sangat penting bagi kenyamanan pengemudi. Penempatan alinemen horizontal dan vertikal yang tidak tepat akan menimbulkan ketidaknyamanan dan berpotensi menimbulkan kecelakaan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan alinemen, adalah sebagai berikut :

1. Menghindari penempatan alinemen vertikal dan alinemen horizontal dalam satu fase dikarenakan pengemudi akan sulit untuk memperkirakan bentuk jalan selanjutnya dan bentuk jalan terkesan seperti patah di suatu tempat.

2. Tikungan yang cukup tajam sebaiknya tidak ditempatkan pada bagian atas lengkung vertikal cembung atau pada bagian bawah lengkung vertikal cekung. Alinemen vertikal akan menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki awal tikungan. Hal ini dapat memberikan kesan jalan yang terputusnya jalan yang sangat berbahaya pada pengemudi
3. Tidak menempatkan jalan lurus yang cukup pendek pada lengkung cembung karena dapat memberikan efek loncatan pada pengemudi.

3.9 Perancangan Perkerasan Jalan

Perancangan Perkerasan Jalan direncanakan menggunakan perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan acuan Bina Marga tentang Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Perkerasan kaku memiliki keuntungan dibandingkan jenis perkerasan yang lain, antara lain pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah, dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah. Namun sebelum memulai perancangan, ada kriteria yang harus diperhatikan. Untuk lebih jelasnya, akan dijelaskan sebagai berikut.

3.9.1 Penentuan Besaran Rencana

Sebelum memulai untuk merencanakan perkerasan jalan, ada beberapa kriteria yang harus ditentukan, antara lain:

a) Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar perhitungan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Umumnya perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun mendatang.

b) Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan atas hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi beban berdasarkan data terakhir (tahun 2016).

a) Karakteristik Kendaraan

Untuk keperluan perancangan perkerasan kaku hanya kendaraan niaga yang mempunyai berat minimum 5 ton yang ditinjau.

b) Konfigurasi Sumbu

Terdapat 4 konfigurasi sumbu rencana yaitu:

- 1) Sumbu Tunggal dengan Roda Tunggal (STRT)
- 2) Sumbu Tunggal dengan Roda Ganda (STRG)
- 3) Sumbu Tandem dengan Roda Ganda (STdRG)
- 4) Sumbu Tridem dengan Roda Ganda (STrRG)

Untuk lebih jelasnya dari setiap konfigurasi sumbu beban kendaraan dapat dilihat pada Tabel 3.31 dan Tabel 3.32.

Tabel 3. 31 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

	Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu
	Klasifikasi Lama	Alternatif		
KENDARAAN	1	1	Sepeda motor	1.1
	2,3,4	2,3,4	Sedan/ wagon/ pickup/ station wagon	1.1
	5a	5a	Bus kecil	1.2
	5b	5b	Bus besar	1.2
	6a.1	6.1	Truk 2 sumbu- cargo ringan	1.1
	6a.2	6.2	Truk 2 sumbu - ringan	1.2

Tabel 3. 32 Lanjutan Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

KENDARAAN NIAGA	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu- cargo sedang	1.2
	6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu - sedang	1.2
	6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu - berat	1.2
	7a1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.22
	7a2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.22
	7a3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.1.2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2
	7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-22
	7c2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-22
	7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222
	7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222

(Sumber: *Manual Desain Perkerasan, 2017*)

c) Modulus Reaksi Sub Grade

Kekuatan tanah dasar dinyatakan dalam nilai modulus reaksi tanah dasar (k). Modulus reaksi tanah dapat ditetapkan dengan pengujian “(Pelat Bearing)”. Dalam keadaan tertentu nilai k dapat juga ditentukan berdasarkan nilai CBR (California Bearing Ratio). Untuk perencanaan tebal pelat dianjurkan menggunakan nilai minimum CBR. Sehingga diperlukan pekerjaan pemilihan material untuk menaikkan nilai CBR lapangan bila didapat nilai CBR rencana $< 5\%$.

d) Kekuatan Beton

Kekuatan beton dinyatakan dalam nilai kekuatan Tarik lentur (f_{cf}) pada umur 28 hari. Kekuatan lentur tarik beton pada umur 28 hari dianjurkan 50-55 kg/cm². Namun ketika dalam keadaan

terpaksa, boleh menggunakan beton dengan MR minimum 30 kg/cm².

3.9.2 Perancangan Tebal Perkerasan

Langkah-langkah dalam prosedur perancangan tebal perkerasan beton rencana adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan nilai ketebalan minimum pondasi bawah (*subbase*) dari Gambar 3.27.

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESAS)			
			< 2	2 - 4	> 4	Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Tidak diperlukan perbaikan			300
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah)	-	-	100	
5	SG5	(pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	100	150	200	
4	SG4		150	200	300	
3	SG3		175	250	350	
2,5	SG2.5		400	500	600	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾	650	750	850	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ^{(4) (5)}	1000	1250	1500	

Gambar 3. 27 Grafik Hubungan Tebal Minimum Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Rencana

(Sumber: *Manual Desain Perkerasan, 2017*)

- b) Menghitung jumlah kendaraan niaga harian (JKNH) selama umur rencana (n)
- c) Menghitung factor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dengan rumus

$$R = \frac{(1 + 0,01.i)^{UR} - 1}{0,01.i} \quad \text{pers (3.41)}$$

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan juga dapat dilihat pada Tabel 3.33.

Tabel 3. 33 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan desa	1	1	1	1

(Sumber: Bina Marga, 2017)

- d) Menghitung persentase masing-masing kombinasi konfigurasi beban sumbu terhadap jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH) yang bias dilihat di Tabel 3.34, Tabel 3.35 dan Tabel 3.36.

Tabel 3. 34 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)

Beban Kelompok Sumbu (ton)	Jenis Kelompok Sumbu				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
1 — 2	7,6				
2 — 3	16,5	0,2			
3 — 4	18,4	0,5			
4 — 5	11,8	1,1			
5 — 6	19	2,2			
6 — 7	7,6	4,9			
7 — 8	10,2	7,4			
8 — 9	0,7	6,9			
9 — 10	1,1	2,6			
10 — 11		1,8	1,8		
11 — 12		1,6		0,3	

Tabel 3. 35 Lanjutan Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)

Beban Kelompok Sumbu (ton)	Jenis Kelompok Sumbu				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
12 — 13		3		0,1	
13 — 14		3,3	1,8	0,4	
14 — 15		1,5	1,8	0,7	
15 — 16		0,3	1,8	1	
16 — 17		3,6		1,1	
17 — 18		0,1		1,1	
18 — 19				0,5	
20 — 21		0,4		2,7	0,13
21 — 22		2,4		0,8	
22 — 23		0,1		1	
23 — 24		0,1		0,9	
24 — 25				0,7	
25 — 26				0,3	
26 — 27				1,9	
27 — 28				1	
28 — 29				1,2	
29 — 30				0,1	
30 — 31					
31 — 32				0,7	0,13
32 — 33				0,4	0,13
33 — 34					
34 — 35					

Tabel 3. 36 Lanjutan Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)

Beban Kelompok Sumbu (ton)	Jenis Kelompok Sumbu				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
35 — 36				0,4	
36 — 37					
37 — 38				0,9	0,13
38 — 39				0,4	
39 — 40					0,26
40 — 41					0,26
41 — 42					0,13
42 — 43					
43 — 44					
44 — 45					0,4
45 — 46					0,13
46 — 47					
47 — 48					0,13
48 — 49					
49 — 50					
50 — 51					
51 — 52					0,13
52 — 53					
53 — 54					
54 — 55					
55 — 56					0,13

(Sumber: Manual Desain Perkerasan, 2017)

- e) Menghitung jumlah repetisi kumulatif tiap-tiap kombinasi konfigurasi / beban sumbu pada jalur rencana dengan rumus:

$$\text{Jml repetisi pers (3.42)} = \% \text{ konfigurasi sumbu} \times \text{DD} \times \text{JSKN}$$

Dimana:

DD = Koefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana, dapat dilihat pada Tabel 3.37.

JSKN = Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Tabel 3. 37 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (DD) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (LP)	Jumlah lajur (n)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
LP < 5,50 m	1 lajur	1,00	1,000
5,50 < LP < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,500
8,25 m < LP < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,25 m < LP < 15,00 m	4 lajur		0,450
15,00 m < LP < 18,75 m	5 lajur		0,425
18,75 m < LP < 22,00 m	6 lajur		0,400

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

- f) Menentukan beban sumbu rencana dengan rumus:

$$\text{Beban sumbu rencana} = \text{Beban sumbu} \times \text{DL} \times \text{R pers (3.43)}$$

Dimana:

DL = Faktor distribusi lajur pada Tabel 3.38.

Tabel 3. 38 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber: *Manual Desain Perkerasan, 2017*)

3.9.3 Perancangan Tebal Pelat

Langkah-langkah dalam prosedur perancangan tebal perkerasan beton rencana adalah sebagai berikut:

- Membaca beban sumbu rencana
- Melihat grafik perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat pada gambar 3.28

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Gambar 3. 28 Grafik Hubungan Tebal Perkerasan dengan beban Sumbu Kendaraan Rencana

(Sumber: *Manual Desain Perkerasan, 2017*)

3.9.4 Perancangan Penulangan pada Perkerasan Kaku

Pada perancangan perkerasan jalan ini akan direncanakan menggunakan tulangan besi. Tujuan diberikan tulangan tersebut agar jalan dapat menerima dan menyalurkan beban tarik pada kendaraan. Untuk lebih detailnya adalah sebagai berikut.

- Tujuan utama perancangan penulangan
Tujuan utama penulangan pada perkerasan kaku adalah:

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat dapat dipertahankan
 2. Memperhatikan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
 3. Mengurangi biaya pemeliharaan
- b. Penulangan pada perkerasan beton bersambung
Untuk perhitungan luas tulangan pada perkerasan ini dengan rumus sebagai berikut:

$$As = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \quad \text{pers (3.44)}$$

Dimana:

As = Luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar pelat)

μ = Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapisan dibawahnya (Tabel 3.39)

g = gravitasi (m/detik²)

L = Jarak antar sambungan (m)

M = Berat per satuan volume pelat (kg/m³)

H = Tebal pelat (m)

f_s = Kuat tarik ijin tulangan = 0,6 f_y (kg/cm²)

Tabel 3. 39 Koefisien Gesekan Pelat Beton

No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
1	Lapis resap ikat aspal diatas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chirinated rubber curing compound</i>)	2,0

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Luas penampang tulangan berbentuk anyaman empat persegi panjang dan bujur sangkar ditunjukkan pada Tabel 3.40.

Tabel 3. 40 Ukuran dan Berat Tulangan Polos Anyaman Las

Tulangan Memanjang		Tulangan Melintang		Luas Peanampang tulangan		Berat per Satuan
Diameter (mm)	Jarak (mm)	Diameter (mm)	Jarak (mm)	Memanjang (mm ² /m)	Melintang (mm ² /m)	Luas (kg/m ²)
Empat Persegi panjang						
12,5	100	8	200	1227	251	11,606
11,2	100	8	200	986	251	9,707
10	100	8	200	785	251	8,138
9	100	8	200	636	251	6,967
8	100	8	200	503	251	5,919
7,1	100	8	200	396	251	5,091
9	200	8	250	318	251	4,076
8	200	8	250	251	251	3,552
Bujur Sangkar						
8	100	8	100	503	503	7,892
10	200	10	200	393	393	6,165
9	200	9	200	318	318	4,994
8	200	8	200	251	251	3,946
7,1	200	7,1	200	198	198	3,108
6,3	200	6,3	200	156	156	2,447
5	200	5	200	98	98	1,542
4	200	4	200	63	63	0,987

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

c. Penulangan pada perkerasan beton bertulang menerus

1. Penulangan memanjang

Prosedur tulangan memanjang yang dibutuhkan perkerasan beton bertulang menerus dihitung dari rumus:

$$P_s = \frac{100 f_{ct}}{f_y - n f_{ct}} (1,3 - 0,2\mu) \quad \text{pers (3.45)}$$

Dimana:

P_s = Persentase tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap penampang beton (%)

- f_{ct} = Kuat Tarik langsung beton (0,4-0,5 f_{cf})
 (kg/cm²)
 f_y = Tegangan kekuatan baja
 n = Angka ekivalensi baja dan beton (E_s/E_c),
 dapat dilihat pada Tabel 3.41
 μ = Koefisien gesekan antara plat beton dengan
 lapis di bawahnya

Tabel 3. 41 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Ekivalensi Baja dan Beton

f'c (kg/cm²)	n
175 - 225	10
235 - 285	8
290 - keatas	6

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Jarak antar retakan pada perkerasan beton bertulang menerus dapat dihitung menggunakan rumus:

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (e_s \cdot E_c - f_{ct})} \quad \text{pers (3.46)}$$

Dimana:

- L_{cr} = Jarak teoritis antara retakan (cm), yang disyaratkan 150 - 250 cm
 p = Luas tulangan memanjang per satuan luas beban (m²)
 u = Perbandingan keliling terhadap luas tulangan = $4/d$
 f_b = Tegangan lekat tulangan dengan beton = $(1,97 \cdot \sqrt{f'c})/d$ (kg/cm²)
 f_{ct} = Kuat Tarik langsung beton (0,4-0,5 f_{cf}) (kg/cm²)
 E_s = Koefisien susut beton = 400×10^{-6}

E_c = Modulus elastisitas beton = $14850 \cdot \sqrt{f'c}$
(kg/cm²)

E_s = Modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$
(kg/cm²)

2. Penulangan melintang

Luas tulangan melintang yang diperlukan pada perkerasan beton menerus, dihitung dengan persamaan yang sama seperti pada perhitungan penulangan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (pers 3.43 dan 3.44)

3.9.5 Teknik Penyambungan

Pada dasarnya penyambungan pada suatu perkerasan jalan dibuat untuk mengontrol retakan akibat penyusutan dan pemuaihan tulangan. Penempatan sambungan akan menentukan letak dimana retakan tersebut harus terjadi akibat penyusutan beton dan juga pengendalian – pengendalian terhadap perubahan-perubahan temperatur dan perkerasan (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003).

3.9.6 Perancangan Sambungan pada Perkerasan Kaku

Sambungan adalah pertemuan 2 jenis perkerasan yang sama baik rigid atau flexible untuk menjaga keretakan permukaan jalan dengan cara membentuk celah pada perkerasan dengan lebar 4 – 6 mm sehingga keamanan dan kenyamanan tetap sesuai dengan yang diharapkan (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah/2003). Berikut ini adalah tipe sambungan pada perkerasan kaku:

- a. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)
Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Untuk menentukan ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 3.42.

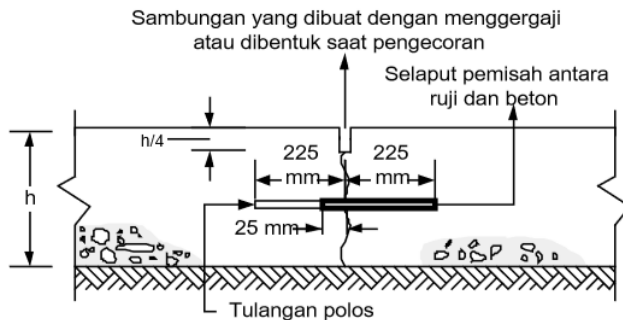
Tabel 3. 42 Ukuran Diameter Tie Bar

Tebal pelat (cm)	Diameter tie bar (mm)	Panjang tie bar (mm)	Jarak spasi tie bar (cm)
12,5	12	600	75
15	12	600	75
17,5	12	600	75
20	12	600	75
22,5	12	750	50
25	16	750	50

(Sumber: Portland Cement Association/1975)

b. Sambungan Susut (*Contraction Joint*)

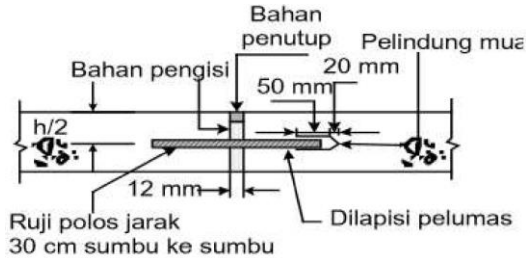
Sambungan ini memerlukan ruji polos lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut akibat suhu, kelembaban, dan gesekan sehingga mencegah terjadinya retakan. Untuk perencanaan dapat dilihat di Gambar 3.29.



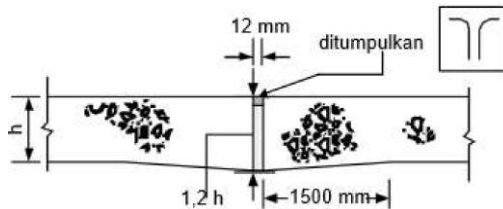
Gambar 3. 29 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

c. Sambungan Isolasi

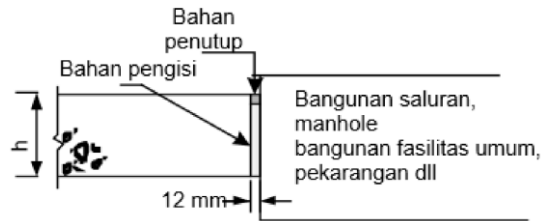
Sambungan isolasi memisahkan perkerasan dengan bangunan yang lain, misalnya manhole, jembatan, tiang listrik, jalan lama, persimpangan dan lain sebagainya. Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (joint sealer) setebal 5 – 7 mm dan sisanya diisi dengan bahan pengisi (joint filler). Untuk perencanaan dapat dilihat di Gambar 3.30 - Gambar 3.32.



Gambar 3. 30 Sambungan Isolasi Melintang dengan Ruji
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



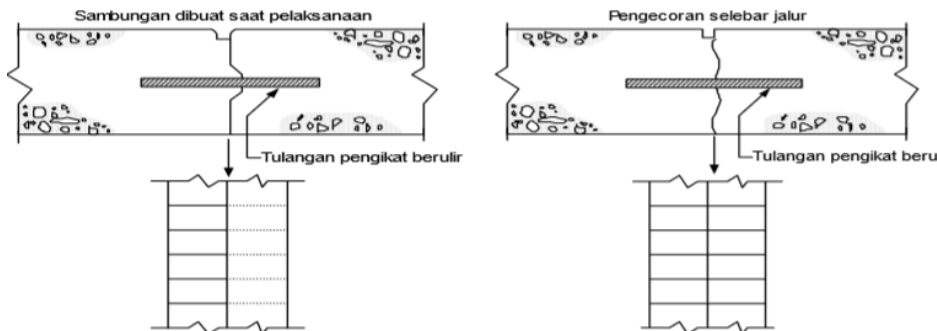
Gambar 3. 31 Sambungan Isolasi dengan Penebalan Tepi
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



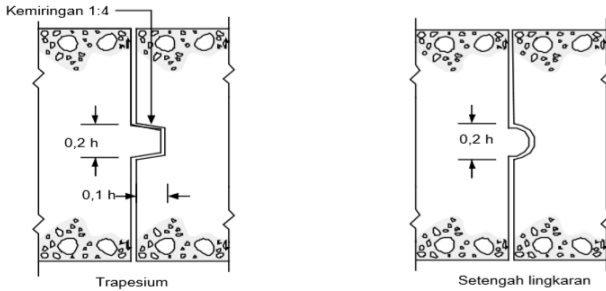
Gambar 3. 32 Sambungan Isolasi Tanpa Ruji
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

d. Sambungan Pelaksanaan

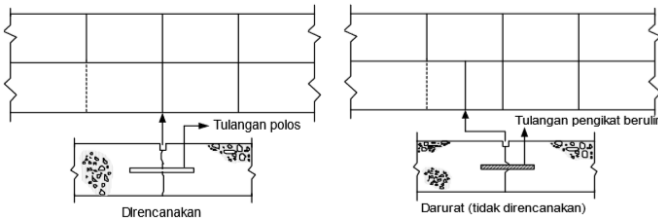
Sambungan yang diperlukan untuk kebutuhan pelaksanaan konstruksi. Jarak antar sambungan memanjang disesuaikan dengan lebar alas penghampar dan tebal perkerasan. Untuk perencanaan dapat dilihat di Gambar 3.33 - Gambar 3.36.



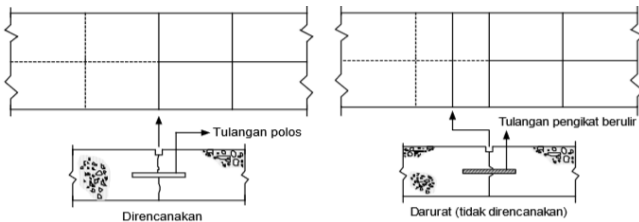
Gambar 3. 33 Tipikal Sambungan Pelaksanaan Arah Memanjang
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 3. 34 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang
 (Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 3. 35 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Per Lajur
 (Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 3. 36 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan
 (Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

3.9.7 Ruji (Dowel)

Dowel berupa batang baja tulangan polos yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan plat beton pada perkerasan jalan. Untuk ukuran diameter ruji dapat di lihat di Tabel 3.43.

Tabel 3. 43 Ukuran Diameter Ruji

Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)	Panjang (mm)	Jarak (mm)
250	32	450	300
275	32	450	300
300	38	450	300
325	38	450	300
350	38	450	300

(Sumber: *Principles of pavement design by Yoder & witczak, 1975*)

3.10 Perancangan Saluran Tepi (Drainase)

Drainase merupakan bagian yang harus diperhatikan sehingga konstruksi jalan tidak cepat rusak dan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana. Dalam perancangan konstruksi jalan perlu adanya kemiringan melintang, untuk memudahkan dan mempercepat mengalirnya air ke sistem drainase di tepi jalan seperti yang terdapat pada Tabel 3.44 dan Tabel 3.45.

Tabel 3. 44 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%

Tabel 3. 45 Lanjutan Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (i)
4	Tanah	4% - 6%

(Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994*)

3.10.1 Intensitas Curah Hujan

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan analisa distribusi frekuensi sebagai berikut :

$$y_T = - \left[\ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right) \right] \quad \text{pers (3.47)}$$

$$K_T = \frac{y_T - y_n}{s_n} \quad \text{pers (3.48)}$$

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{pers (3.49)}$$

$$R_{20} = \bar{x} + (K_T \times \sigma_{N-1}) \quad \text{pers (3.50)}$$

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad \text{pers (3.51)}$$

Dimana:

σ_{N-1} = Standar deviasi

YT = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (Tabel 3.39)

Yn = Nilai yang tergantung pada n (Tabel 3.47)

Sn = Standar deviasi merupakan fungsi dari n (Tabel 3.48)

I = Intensitas curah hujan mm/jam

Tabel 3. 46 Nilai YT

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
03-3424-1994)

Tabel 3. 47 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5368	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5989	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
03-3424-1994)

Tabel 3. 48 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	10,206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	10,695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1066
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1338
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1967	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2050

(Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994*)

3.10.2 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi Tc dihitung dengan rumus berikut :

$$T_c = t_0 + t_f \quad \text{pers (3.52)}$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,67} \quad \text{pers (3.53)}$$

$$t_f = \frac{L}{60 \cdot V} \quad \text{pers (3.54)}$$

Dimana:

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

t1 = Waktu inlet (menit).

t2 = Waktu aliran (menit).

L0 = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase

L = Panjang saluran.

Nd = Koefisien hambatan (Tabel 3.49)

S = Kemiringan daerah pengaliran.

V = Kecepatan air rata-rata di selokan (m/dt)

Tabel 3. 49 Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan

No.	Kondisi lapis permukaan	Nd
1	Lapis semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994*)

3.10.3 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (c) dapat ditentukan dengan kondisi permukaan tanah seperti pada Tabel 3.50 dan Tabel 3.51.

Tabel 3. 50 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (c)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70
3	Bahu jalan	
	tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
	taah berbutir kasar	0,10 - 0,20
	batuan masif keras	0,70 - 0,85
	batuan masif lunak	0,60 - 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
5	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70

Tabel 3. 51 Lanjutan Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (c)
6	Daerah industri	0,60 - 0,90
7	Pemukiman padat	0,40 - 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 - 0,40
10	Persawahan	0,45 - 0,60
11	Perbukitan	0,70 - 0,80
12	Pegunungan	0,75 - 0,90

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

Dimana:

Untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang terbesar

Bila daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, harga C rata – rata ditentukan dengan rumus berikut :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad \text{pers (3.55)}$$

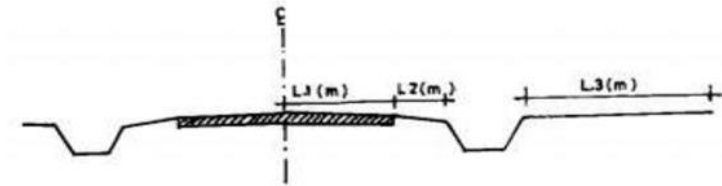
Dimana:

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

3.10.4 Menghitung Luas Daerah Pengaliran (A)

Luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari pembebasan dan daerah sekelilingnya.



Gambar 3. 37 Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L1+L2+L3$)

Dimana:

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L1+L2+L3$)

$L1$ = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

$L2$ = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

$L3$ = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 meter

3.10.5 Menghitung Debit Air (Q)

Untuk menghitung debit air (Q) menggunakan rumus

yaitu :

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{pers (3.54)}$$

Dimana:

Q = Debit air (m^3)

C = Koefisien pengaliran

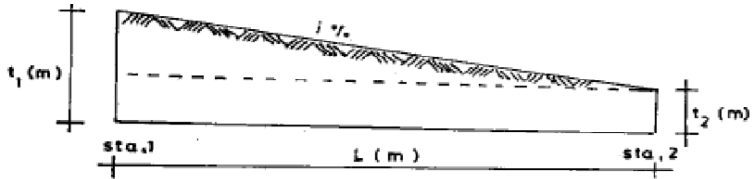
I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

3.10.6 Menghitung Kemiringan Saluran

a. Kemiringan tanah

Kemiringan tanah di tempat dibuatnya fasilitas saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dihitung dengan rumus :



Gambar 3. 38 Kemiringan Tanah

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \cdot 100\% \quad \text{pers (3.55)}$$

Dimana:

t_1 = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

t_2 = Tinggi tanah di bagian terendah (m)

b. Kemiringan Saluran

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad \text{pers (3.56)}$$

$$i = \left(\frac{v \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad \text{pers (3.57)}$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/detik).

n = Koefisien kekasaran manning (Tabel 3.52)

R = A/P = Jari-jari hidrolik

A = Luas penampang basah (m^2)

P = keliling basah (m)

i = kemiringan saluran yang diizinkan

Tabel 3. 52 Harga n untuk Rumus Manning

No.	Tipe Saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI					
1	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.025	0.030	0.033	0.035
2	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0.017	0.020	0.025	0.030
3	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.021
4	Saluran beton halus dan rata	0.010	0.011	0.012	0.013
5	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
6	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.016

(Sumber: *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994*)

Dari hasil kedua perhitungan diatas akan dibandingkan,

- Apabila (i lapangan $\leq i$ rencana) maka kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan i rencana
- Apabila (i lapangan $> i$ rencana) maka kemiringan selokan direncanakan bangunan terjun

3.11 Gambar Desain

Setelah perhitungan perencanaan telah selesai dilakukan, dibuatlah gambar desain teknik berdasarkan hasil perhitungan perencanaan.

3.12 Kesimpulan dan Saran

Pada akhir perhitungan dan perencanaan maka akan didapatkan kesimpulan berupa rencana geometrik, tebal perkerasan kaku jalan tol, dan dimensi saluran drainase yang telah dianalisa sesuai dengan peraturan-peraturan dan ketentuan yang berlaku. Dan saran yang diambil dari hasil studi ini.

3.13 Diagram Alir (*Flow Chart*)

Urutan proses pada pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.



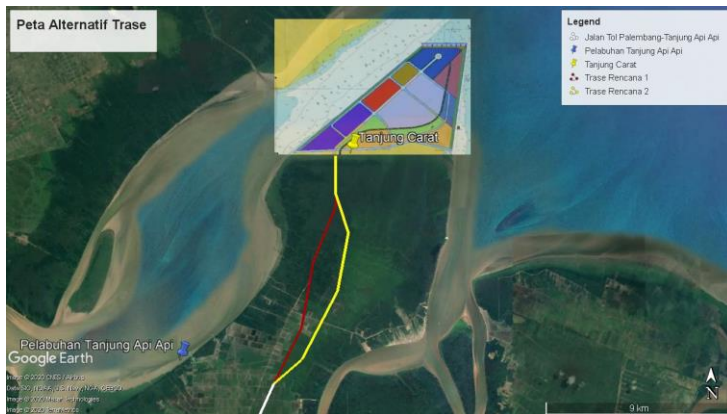
Gambar 3. 39 *Flow Chart*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV PERENCANAAN GEOMETRI JALAN TOL

4.1 Analisis Pemilihan Trase

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai dasar pemilihan trase untuk jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Pemilihan trase direncanakan menggunakan analisa multi kriteria. Penulis merencanakan 2 (dua) alternatif trase sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Alternatif Trase

Dalam merencanakan alternatif trase ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan yaitu:

1. Faktor biaya
 - a. Panjang trase (A)
 - b. Jumlah struktur jembatan (B)
 - c. Pembebasan hutan (C)
 - d. Pembebasan perkebunan (D)
 - e. Pembebasan pemukiman (E)
2. Faktor geometrik jalan
 - a. Jumlah tikungan (F)
 - b. Kelandaian rata-rata jalan (G)

4.1.1 Analisis Kondisi Setiap Alternatif Trase

Dari beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan trase diatas, perlu di analisis kondisi masing-masing alternatif trase untuk dapat melakukan penilaian sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

a. Alternatif 1

Lokasi untuk alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Alternatif Trase 1

Alternatif trase 1 direncanakan melewati perkebunan warga dengan pertimbangan panjang trase yang lebih pendek sepanjang 11,5 KM dan memiliki jumlah tikungan 3 buah.

Data-data hasil analisis yang digunakan untuk melakukan penilaian pemilihan trase untuk alternatif trase 1 ditunjukkan pada Tabel 4.1. dan Tabel 4.2

Tabel 4. 1 Data Alternatif Trase 1

No	Kriteria	Kode	Keterangan
1	Faktor Biaya		
	Panjang trase	A	11.50 km
	Struktur jembatan	B	17 buah

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 4. 2 Lanjutan Data Alternatif Trase 1

No	Kriteria	Kode	Keterangan
	Pembebasan hutan	C	88.82%
	Pembebasan perkebunan	D	11%
	Pembebasan pemukiman	E	0.00%
2	Faktor Geometrik Jalan		
	Jumlah tikungan	F	3
	Kelandaian rata-rata jalan	G	1.10%

(Sumber : Analisa Perhitungan)

b. Alternatif 2

Lokasi untuk alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 4.3.

**Gambar 4. 3** Alternatif Trase 2

Alternatif trase 1 direncanakan melewati kawasan hutan dengan pertimbangan kontur yang lebih landai dan pembebasan lahan milik warga lebih sedikit

Data-data hasil analisis yang digunakan untuk melakukan penilaian pemilihan trase untuk alternatif trase 2 ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Alternatif Trase 2

No	Kriteria	Kode	Keterangan
1	Faktor Biaya		
	Panjang trase	A	12.20 km
	Struktur jembatan	B	12 buah
	Pembebasan hutan	C	94%
	Pembebasan perkebunan	D	6%
	Pembebasan pemukiman	E	0%
2	Faktor Geometrik Jalan		
	Jumlah tikungan	F	4
	Kelandaian rata-rata jalan	G	0.90%

(Sumber : Analisa Perhitungan)

4.1.2 Penilaian Kriteria

Pada subbab ini akan menjelaskan proses analisa multikriteria untuk menentukan alternatif trase terpilih. Pada analisa ini menggunakan Matriks *Pairwise Comparison*, yaitu dengan melakukan penilaian tingkat kepentingan suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya. Matriks *Pairwise Comparison* ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Matriks *Pairwise Comparison*

Kriteria	A	B	C	D	E	F	G
A	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.50	2.00
B	0.33	1.00	0.50	0.50	4.00	3.00	0.50
C	0.33	2.00	1.00	0.50	4.00	0.50	0.33
D	0.33	2.00	2.00	1.00	0.33	4.00	0.25
E	0.33	5.00	0.25	3.00	1.00	4.00	3.00
F	2.00	0.33	2.00	0.25	0.25	1.00	0.50
G	0.50	2.00	3.00	4.00	0.33	2.00	1.00
TOTAL	4.83	15.33	11.75	12.25	12.92	15.00	7.58

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Dari tabel tersebut selanjutnya dicari pembobotan per kriteria yang didapatkan dari *eigen vector* masing-masing kriteria dalam setiap baris dan didapatkan hasil kriteria seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 *Eigen Vector* dan Bobot Kriteria

Kriteria	<i>Eigen vector</i>	Bobot	Peringkat
A	1.432	20.46%	1
B	0.793	11.33%	4
C	0.712	10.18%	7
D	0.777	11.10%	6
E	1.401	20.01%	2
F	0.778	11.12%	5
G	1.107	15.81%	3
TOTAL	7.000	100%	

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Berikut merupakan contoh perhitungan *eigen vector* dan bobot untuk kriteria A yaitu panjang trase.

Eigen vector:

$$W_A = \sum \frac{a_{AA}}{\sum a_A} + \dots + \frac{a_n}{\sum a_n}$$

$$W_A = \sum \frac{1}{4.83} + \frac{3}{15.33} + \frac{3}{11.75} + \frac{3}{12.5} + \frac{3}{12.92} + \frac{0.5}{15} + \frac{2}{7.58}$$

$$W_A = 1.432$$

Bobot kriteria :

$$X_A = \frac{W_A}{\sum W}$$

$$X_A = \frac{1.432}{7}$$

$$X_A = 0.2046 = 20,46 \%$$

4.1.3 Penilaian Batasan Masing-masing Kriteria

Dalam menentukan bobot relatif masing-masing kriteria diperlukan batasan untuk nilai batas *low*, *mid*, dan *high* yang disesuaikan dengan kondisi setiap alternatif. Batasan penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Batasan Penilaian untuk Bobot Relatif

Kriteria	Batasan		
	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
Faktor Biaya			
Panjang trase	10 - 11 km	11 - 12 km	12 - 13 km
Struktur jembatan	10 - 15 buah	15 - 20 buah	20 - 25 buah
Pembebasan hutan	80 - 85 %	85 - 90 %	90 - 95 %
Pembebasan perkebunan	5 - 10 %	10 - 15 %	15 - 20 %
Pembebasan pemukiman	< 5%	5% - 10%	> 10%
Faktor Geometrik Jalan			
Jumlah tikungan	0 - 3 buah	3 - 6 buah	> 6 buah
Kelandaian rata-rata jalan	0% - 1%	1% - 2%	2%-3%

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Dari batasan nilai diatas diberikan nilai untuk masing-masing kriteria guna menentukan nilai alternatif yang di analisis. Nilai untuk masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.7. dan Tabel 4.8.

Tabel 4. 7 Nilai Masing-masing Kriteria

Kriteria	Batasan		
	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
Faktor Biaya			
Panjang trase	3	2	1
Struktur jembatan	3	2	1

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 4. 8 Lanjutan Nilai Masing-masing Kriteria

Kriteria	Batasan		
	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
Pembebasan hutan	1	2	3
Pembebasan perkebunan	3	2	1
Pembebasan pemukiman	3	2	1
Faktor Geometrik Jalan			
Jumlah tikungan	3	2	1
Kelandaian rata-rata jalan	3	2	1

(Sumber : Analisa Perhitungan)

4.1.4 Penilaian Masing-masing Alternatif Trase

Setelah mendapatkan bobot dan nilai untuk masing-masing kriteria, selanjutnya dilakukan penilaian untuk masing-masing alternatif.

Hasil penilaian untuk alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan untuk alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 9 Hasil Analisis Multikriteria Alternatif Trase 1

Kriteria	Nilai alt 1	Bobot	Σ
Panjang trase	2	20.46	40.917
Struktur jembatan	2	11.33	22.662
Pembebasan hutan	2	10.18	20.351
Pembebasan perkebunan	2	11.10	22.191
Pembebasan pemukiman	3	20.01	60.039
Jumlah tikungan	3	11.12	33.348
Kelandaian rata-rata jalan	2	15.81	31.621
TOTAL NILAI			231.129

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 4. 10 Hasil Analisis Multikriteria Alternatif Trase 2

Kriteria	Nilai alt 2	Bobot	Σ
Panjang trase	1	20.46	20.458
Struktur jembatan	3	11.33	33.993
Pembebasan hutan	3	10.18	30.527
Pembebasan perkebunan	3	11.10	33.287
Pembebasan pemukiman	3	20.01	60.039
Jumlah tikungan	2	11.12	22.232
Kelandaian rata-rata jalan	3	15.81	47.432
TOTAL NILAI			247.967

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Dari hasil analisis dan perhitungan pemilihan trase menggunakan analisis multikriteria didapatkan hasil bahwa nilai paling besar adalah pada Alternatif Trase 2, oleh karena itu **Alternatif Trase 2** yang akan digunakan sebagai trase terpilih dalam tahap analisis selanjutnya.

4.2 Dasar Perancangan Geometrik Jalan

Dalam subbab ini akan ditentukan data untuk dasar perancangan untuk Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut :

Nama jalan	: Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat
Klasifikasi jalan	: Jalan Bebas Hambatan
Tipe jalan	: Empat lajur, dua arah, terbagi (4/2 D)
Lebar jalan	: 2 x 7,5 m
Lebar bahu dalam	: 1,5 m
Lebar bahu luar	: 3,5 m
Kecepatan rencana	: 120 km/jam
Kelandaian maksimum	: 10%

4.3 Perancangan Alinemen Horizontal

Perencanaan alinemen horizontal ruas Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat menggunakan tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Penggunaan lengkung tipe S-C-S bertujuan untuk menghindari perubahan kemiringan secara mendadak. Untuk perhitungan perencanaan alinemen horizontal menggunakan program bantu *Microsoft Excel*.

Berikut urutan perencanaan alinemen horizontal tipe S-C-S beserta contoh perhitungan pada titik **PI 1** yang akan dijelaskan di bawah ini.

4.3.1 Menentukan Panjang Bagian Lurus

Berdasarkan Tabel 3.14, panjang bagian lurus maksimum yang diizinkan dengan kecepatan rencana (V_R) 120 km/jam adalah 5000 m.

4.3.2 Perhitungan Sudut Azimuth (β)

Berikut ini adalah contoh perhitungan sudut azimuth pada titik **PI 1**.

- a. Perhitungan sudut azimuth pada titik *START* - PI 1
 - Koordinat Titik *START* (481973,84; 9736423,33)
 - Koordinat Titik PI 1 (483615,40; 9737645,12)

Dari titik koordinat tersebut, didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Titik } \text{START} & : \quad X_{\text{START}} = 481973,84 \\ & \quad Y_{\text{START}} = 9736423,33 \\ \text{Titik PI 1} & : \quad X_{\text{PI 1}} = 483615,40 \\ & \quad Y_{\text{PI 1}} = 9737645,12 \end{aligned}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X & = X_{\text{PI 1}} - X_{\text{START}} \\ & = 483615,40 - 481973,84 \\ & = 1641,56 \\ \Delta Y & = Y_{\text{PI 1}} - Y_{\text{START}} \\ & = 9737645,12 - 9736423,33 \\ & = 1221,79 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik Start sampai titik PI 1 :

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ &= \sqrt{1641,56^2 + 1221,79^2} \\ &= 2046,33 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan kuadran :

Karena nilai ΔX positif dan ΔY positif, maka letak dari garis Start – PI 1 pada Kuadran 1.

Menentukan sudut Azimuth (β) :

Karena garis Start – PI 1 terletak pada Kuadran 1, maka:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \text{arc tan} \frac{\Delta X}{\Delta Y} \\ &= \text{arc tan} \frac{1641,56}{1221,79} \\ &= 53,34^\circ \end{aligned}$$

b. Perhitungan sudut azimuth pada titik PI 1 – PI 2

- Koordinat Titik PI 1 (483615,40; 9737645,12)
- Koordinat Titik PI 2 (485327,87; 9740908,65)

Dari titik koordinat tersebut, didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Titik START} &: \quad X_{PI1} = 483615,40 \\ &\quad Y_{PI1} = 9737645,12 \\ \text{Titik PI 1} &: \quad X_{PI2} = 485327,87 \\ &\quad Y_{PI2} = 9740908,65 \end{aligned}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_{PI2} - X_{PI1} \\ &= 485327,87 - 483615,40 \\ &= 1712,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y_{PI2} - Y_{PI1} \\ &= 9740908,65 - 9737645,12 \\ &= 3263,54 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik PI 1 sampai titik PI 2 :

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ &= \sqrt{1712,47^2 + 3263,54^2} \end{aligned}$$

$$= 3685,54 \text{ m}$$

Menentukan kuadran :

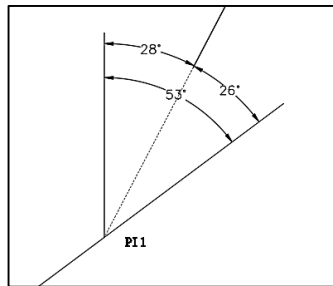
Karena nilai ΔX positif dan ΔY positif, maka letak dari garis PI 1 – PI 2 pada Kuadran 1.

Menentukan sudut Azimuth (β) :

Karena garis PI 1 – PI 2 terletak pada Kuadran 1, maka:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= \text{arc tan } \frac{\Delta X}{\Delta Y} \\ &= \text{arc tan } \frac{1712,47}{3263,54} \\ &= 27,69^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\beta_1 &= \beta_{1\text{START-PI 1}} - \beta_{1\text{PI 1-PI 2}} \\ &= 53,34^\circ - 27,69^\circ \\ &= 25,65^\circ\end{aligned}$$



Gambar 4. 4 Sudut Azimuth pada PI 1 Tol Tanjung Carat

Untuk perhitungan semua sudut azimuth dan sudut tikungan trase dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.3.3 Perhitungan Jari-Jari Tikungan (R)

Berikut ini adalah contoh perhitungan jari-jari tikungan pada titik **PI 1**.

Menentukan jari-jari tikungan minimum (R_{\min}) :

$$V_R = 120 \text{ km/jam}$$

$$e_{\max} = 10\% \quad (\text{Tabel 3.16})$$

$$f_{\max} = 0,09 \quad (\text{Tabel 3.17})$$

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= \frac{(V_R)^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \\
 &= \frac{(120^2)}{127(10\% + 0,09)} \\
 &= 597 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan jari-jari tikungan rencana (R_o)

Dari jari-jari tikungan minimum yang didapatkan, maka direncanakan menggunakan jari-jari tikungan rencana (R_o) sebesar 1000 m.

Untuk perhitungan semua jari-jari tikungan rencana (R) dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.3.4 Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Berikut ini adalah contoh perhitungan lengkung peralihan pada titik **PI 1**. Dalam perencanaan panjang lengkung peralihan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya sebagai berikut:

1. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan waktu tempuh

Data yang dibutuhkan:

$$V_D = 120 \text{ km/jam} \quad (\text{Direncanakan})$$

$$T = 2 \text{ detik} \quad (\text{No.007/BM/2009})$$

Maka:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times T = \frac{120}{3,6} \times 2 = 66,67 \text{ m}$$

2. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan mengatasi gaya sentrifugal

Data yang dibutuhkan:

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

$$C = 1,2 \text{ m/dt}^3$$

$$R = 1000 \text{ m}$$

Maka,

$$L_s = \frac{0,0214(V_R^3)}{R \times C} - \frac{2,727 \times V_R \times e}{C}$$

$$L_s = \frac{0,0214(120^3)}{1000 \times 1,2} - \frac{2,727 \times 120 \times 0,0679}{1,2} = 12,30 \text{ m}$$

3. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan perubahan kelandaian melintang jalan

Data yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} e_{\max} &= 10\% \\ e_n &= 2\% \\ V_D &= 120 \text{ km/jam} \\ re &= 0,025 \end{aligned}$$

Maka:

$$L_s = \frac{(e_{\max} - e_n)V_R}{3,6 \times re} = \frac{(10\% - 2\%)120}{3,6 \times 0,025} = 106,67 \text{ m}$$

4. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan perubahan kelandaian relatif

Data yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} \text{Lebar satu lajur (w)} &= 3,75 \text{ m} \\ \text{Superlevasi rencana (e}_d) &= 6,79 \% \\ \text{Jumlah lajur diputar (n}_1) &= 2 \\ \text{Faktor penyesuaian (b}_w) &= 0,75 \\ \text{Tingkat perubahan (\Delta)} &= 1/263 \text{ m/m} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(w \cdot n_1)e_d}{\Delta} \cdot (b_w) \\ L_s &= \frac{(3,75 \cdot 2) \cdot 0,0679}{\frac{1}{263}} \cdot (0,75) = 100,47 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari penentuan nilai panjang lengkung peralihan diatas, maka dipilih panjang lengkung maksimum terbesar sebagai acuan yaitu 106,67 m. Lalu panjang lengkung terbesar dikali 1,5 yang digunakan sebagai lengkung peralihan pakai, yaitu $106,67 \times 1,5 = 160 \text{ m}$

Untuk perhitungan semua panjang lengkung peralihan (L_s) dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.3.5 Perhitungan Superlevasi (e)

Perhitungan superelevasi (e), pada perancangan ini menggunakan cara AASHTO. Berikut ini adalah contoh perhitungan superelevasi pada titik **PI 1**.

Kecepatan desain (V_D):

Kecepatan desain direncanakan 120 km/jam sehingga:

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

Menentukan kecepatan aktual (V_R):

Kecepatan aktual yang ideal adalah 80%-90% kecepatan rencana. Dalam perencanaan ini, kecepatan aktual direncanakan 80% dari kecepatan rencana, sehingga:

$$V_R = 80\% \times V_D = 80\% \times 120 = 96 \text{ km/jam}$$

Menentukan derajat lengkung (D):

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{1000} = 1,43$$

Menentukan derajat lengkung maksimum (D_{\max}):

$$\begin{aligned} D_{\max} &= \frac{18193,53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{V_D^2} \\ &= \frac{18193,53 \times (0,10 + 0,09)}{120^2} = 2,4 \end{aligned}$$

Menentukan nilai ($e + f$):

$$\begin{aligned} (e+f) &= (e_{\max} + f_{\max}) \times \frac{D}{D_{\max}} \\ &= (0,10 + 0,09) \times \frac{1,43}{2,4} \\ &= 0,113 \end{aligned}$$

Menentukan nilai D_p :

$$\begin{aligned} D_p &= \frac{18193,53 \times e_{\max}}{V_D^2} \\ &= \frac{18193,53 \times 0,10}{120^2} = 1,974 \end{aligned}$$

Menentukan nilai h :

$$\begin{aligned} h &= e_{\max} \times \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{\max} \\ &= 0,10 \times \frac{96^2}{120^2} - 0,10 = 0,0563 \end{aligned}$$

Menentukan nilai $\tan \alpha_1$ dan $\tan \alpha_2$:

$$\begin{aligned} \tan \alpha_1 &= \frac{h}{D_p} = \frac{0,0563}{1,974} = 0,028 \\ \tan \alpha_2 &= \frac{f_{\max} - h}{D_{\max} - D_p} = \frac{0,09 - 0,0563}{2,4 - 1,974} = 0,079 \end{aligned}$$

Menentukan nilai M_o :

$$M_o = D_p \times (D_{\max} - D_p) \times \frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{2 \times D_{\max}}$$

$$= 1,974 \times (2,4 - 1,974) \times \frac{0,079 - 0,028}{2 \times 2,4}$$

$$= 0,009$$

Menentukan nilai $f(D)$:

Karena nilai $D < D_p$, maka:

$$f(D) = M_o \times \left(\frac{D}{D_p}\right)^2 + D \times \text{tg } \alpha_1$$

$$= 0,009 \times \left(\frac{1,43}{1,974}\right)^2 + 1,43 \times 0,028$$

$$= 0,045$$

Menentukan superelevasi (e):

$$e = (e+f) - f(D)$$

$$= 0,131 - (0,045) = 0,0679 \approx 6,79\%$$

Jadi, besar superelevasi pada titik **PI 1** adalah $6,79\% < 10\%$ (OK). Untuk perhitungan semua superelevasi (e) dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.3.6 Penentuan Tipe Lengkung Horizontal

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi (e) pada titik **PI 1** didapatkan nilai $6,79\% \geq 3\%$, maka tipe lengkung horizontal yang digunakan adalah *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S).

4.3.7 Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi, didapatkan tipe lengkung horizontal pada titik **PI 1** adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Setelah diketahui tipe lengkung horizontalnya, maka tahap selanjutnya menghitung parameter pada tipe lengkung S-C-S. Berikut ini contoh perhitungan parameter tipe lengkung S-C-S pada titik **PI 1**:

Menentukan koordinat titik peralihan dari spiral ke circle ($X_c; Y_c$):

$$X_c = L_s \left(1 - \frac{(L_s)^2}{40R^2}\right)$$

$$= 160 \left(1 - \frac{(160)^2}{40 \times 1000^2}\right) = 159,898 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{(L_s)^2}{6R}$$

$$= \frac{(160)^2}{6 \times 1000} = 4,267 \text{ m}$$

Menentukan sudut lengkung spiral (θ_s):

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90 \times 160}{\pi \times 1000} = 4,582^\circ$$

Menentukan sudut alinemen horizontal (Δc):

$$\Delta c = \Delta \beta - 2 \theta_s = 25,65 - 2 \times 4,582 = 16,489^\circ$$

Menentukan pergeseran tangen secara spiral (p):

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{160^2}{6 \times 1000} - 1000(1 - \cos 4,582) = 1,071 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan absis dari p pada garis tangen spiral (k):

$$\begin{aligned} k &= X_c - R \sin \theta_s \\ &= 143,616 - 1000(\sin 4,582) = 80,117 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

(Ts):

$$\begin{aligned} T_s &= (R + p) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \\ &= (1000 + 1,071) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 25,65 \right) + 80,117 \\ &= 308,041 \end{aligned}$$

Menentukan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (Es):

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R = \frac{(1000 + 1,071)}{\cos \left(\frac{1}{2} \times 25,65 \right)} - 1000 = 26,69 \text{ m}$$

Menentukan panjang busur lingkaran (Lc):

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta - 2\theta_s \times \pi \times R}{180} \\ &= \frac{25,65 - 2 \times 4,582 \times \pi \times 1000}{180} = 287,79 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan panjang busur total (Ltot):

$$L_{tot} = L_c + 2L_s = 287,79 + (2 \times 160) = 607,792 \text{ m}$$

Untuk perhitungan semua parameter lengkung horizontal dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.3.8 Stationing Titik Parameter Lengkung Horizontal SCS

Setelah menghitung parameter lengkung horizontal, selanjutnya adalah menentukan stationing titik parameter lengkung horizontal. Berikut ini adalah contoh penentuan titik stationing pada titik **PI 1**:

Titik stationing dari *tangen – spiral*:

$$\text{STA. TS} = 1+426$$

Titik stationing dari *spiral – circle*:

$$\begin{aligned} \text{STA. SC} &= \text{STA. TS} + L_s \\ &= 1+426 + 160 = 1+586 \end{aligned}$$

Titik stationing dari *Mid*:

$$\begin{aligned} \text{STA. Mid} &= \text{STA. SC} + 0,5 L_c \\ &= 1+586 + (0,5 \times 287,79) = 1+730 \end{aligned}$$

Titik stationing dari *circle – spiral*:

$$\begin{aligned} \text{STA. CS} &= \text{STA. SC} + L_c \\ &= 1+730 + 287,79 = 1+874 \end{aligned}$$

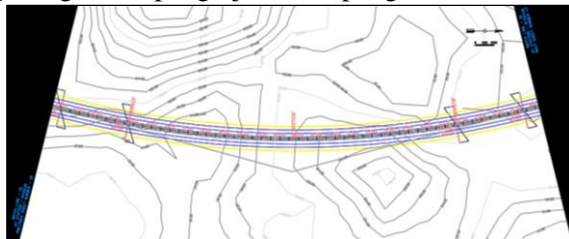
Titik stationing dari *spiral – tangen*:

$$\begin{aligned} \text{STA. ST} &= \text{STA. CS} + L_s \\ &= 1+874 + 160 = 2+034 \end{aligned}$$

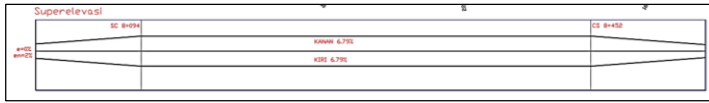
Untuk perhitungan semua stationing dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.3.9 Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi

Setelah semua parameter dan superelevasi dihitung, maka tahap selanjutnya adalah menggambar secara lengkap parameter dan diagram superelevasi pada setiap titik tikungan untuk memperjelas gambar pengerjaan di lapangan.



Gambar 4. 5 Parameter Tikungan PI 3 Tol Tanjung Carat



Gambar 4. 6 Diagram Superelevasi Tikungan PI 3 Tol Tanjung Carat

4.4 Perencanaan Alinemen Vertikal

Perencanaan alinemen vertikal meliputi alinemen vertikal cekung dan alinemen vertikal cembung. Pada tugas akhir ini, dalam menentukan panjang lengkung vertikal ini hanya menggunakan jarak pandang henti (S_s) karena jalan direncanakan satu arah.

4.4.1 Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan

Dalam perencanaan jalan ini akan ditentukan jarak pandang kendaraan agar pengguna jalan merasa aman dan nyaman dalam berkendara. Untuk jalan tol jarak pandang yang ditinjau adalah jarak pandang henti, dengan desain kecepatan 120 km/jam diperoleh jarak pandang henti (S_s) minimum sebesar 250 m.

4.4.2 Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cekung

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari **PVI 1**.

Menentukan gradien 1 dan gradien 2 dari program bantu AutoCAD Civil 3D.

$$g1 = -0,620 \%$$

$$g2 = 0,810 \%$$

Menentukan perbedaan landai Aljabar (A) :

$$A = g1 - g2 = -1,300 - 0,810 = -1,430 \%$$

Karena nilai $A = -1,430 \% < 0\%$, maka lengkung yang terjadi merupakan Lengkung Cekung.

Untuk perhitungan semua tipe lengkung vertikal dan jarak pandang dapat dilihat pada Lampiran 8.

4.4.3 Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang lengkung vertikal pada **PVI 1**.

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cekung, maka :

Menentukan Panjang Lengkung untuk $S_s < L$

$$L = \frac{A \times S_s^2}{120 + (3,5 \times S_s)} = \frac{1,430\% \times 250^2}{120 + (3,5 \times 250)} = 89,824 \text{ m}$$

Cek : $250 < 89,824 \text{ m}$ **(NOT OK)**

Menentukan Panjang Lengkung untuk $S_s > L$

$$L = 2 \times S_s - \frac{120 + 3,5 \times S_s}{A} = 2 \times 250 - \frac{120 + 3,5 \times 250}{1,430}$$

$L = -195,804 \text{ m}$

Cek : $250 > -195,804 \text{ m}$ **(OK)**

Menentukan L_{\min}

$$L_{\min} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 120 = 72 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengkung berdasarkan factor kenyamanan

$$L = \frac{V_R}{3600} \times 1000 \times 3 = \frac{120}{3600} \times 1000 \times 3 = 100 \text{ m}$$

Dari kriteria diatas diambil nilai yang terbesar. Maka panjang lengkung yang dipakai adalah 100 m.

Untuk semua perhitungan panjang lengkung vertikal dapat dilihat pada Lampiran 9.

4.4.4 Stasioning Titik Parameter Lengkung Cekung

Berikut ini merupakan contoh perhitungan stasioning titik parameter lengkung cekung pada **PVI 1**.

$$\text{STA PVI 1} = 0+720 \text{ (pusat perpotongan)}$$

$$\text{STA PLV 1} = \text{STA PVI 1} - L/2$$

$$= 0+720 - 50 = 0+670$$

$$\text{STA PTV 1} = \text{STA PVI 1} + L/2$$

$$= 0+720 + 50 = 0+770$$

4.4.5 Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini merupakan contoh perhitungan elevasi titik parameter lengkung cekung pada **PVI 1**.

$$\begin{aligned}
 \text{Elev PVI 1} &= +1,63 \text{ (pusat perpotongan)} \\
 \text{Elev PLV 1} &= \text{Elev PVI 1} - (g_1 \times L/2) \\
 &= +1,63 - (-0,620\% \times 50) = +1,94 \\
 \text{Elev PTV 1} &= \text{Elev PVI 1} + (g_2 \times L/2) \\
 &= +1,63 + (0,810\% \times 50) = +2,04
 \end{aligned}$$

4.4.6 Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cembung

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari **PVI 2**.

Menentukan gradien 1 dan gradien 2 dari program bantu AutoCAD Civil 3D.

$$\begin{aligned}
 g_1 &= 0,810 \% \\
 g_2 &= -1,040 \%
 \end{aligned}$$

Menentukan perbedaan landai Aljabar (A) :

$$A = g_1 - g_2 = 0,810 - (-1,040) = 1,850 \%$$

Karena nilai $A = 1,850 \% > 0\%$, maka lengkung yang terjadi merupakan Lengkung Cembung.

4.4.7 Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cembung

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang lengkung vertikal pada **PVI 2**.

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cembung, maka :

Menentukan Panjang Lengkung untuk $S_s < L$

$$L = \frac{A \times S_s^2}{658} = \frac{1,850\% \times 250^2}{658} = 175,722 \text{ m}$$

Cek : $250 < 175,722 \text{ m}$ **(NOT OK)**

Menentukan Panjang Lengkung untuk $S_s > L$

$$L = 2 \times S_s - \frac{658}{A} = 2 \times 250 - \frac{658}{1,850\%}$$

$$L = 144,324 \text{ m}$$

Cek : $250 > 144,324 \text{ m}$ **(OK)**

Menentukan L_{\min}

$$L_{\min} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 120 = 72 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengkung berdasarkan factor kenyamanan

$$L = \frac{V_R}{3600} \times 1000 \times 3 = \frac{120}{3600} \times 1000 \times 3 = 100 \text{ m}$$

Dari kriteria diatas diambil nilai yang terbesar. Maka panjang lengkung yang dipakai adalah $144,324 \approx 145$ m.

Untuk perhitungan stasioning titik parameter dan elevasi titik parameter sama seperti Lengkung Cekung. Untuk perhitungan semua stasioning titik parameter dan elevasi titik parameter dapat dilihat pada Lampiran 10.

4.5 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

Daerah kebebasan samping ini perlu dihitung di setiap tikungan agar kita dapat memastikan lereng/daerah samping jalan tidak akan menghalangi pandangan pengemudi. Daerah kebebasan samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga jarak pandang henti (S_s) dapat dipenuhi.

Dasar perencanaan untuk hitungan ini adalah jari-jari lengkung dan panjang lengkung total yang didapatkan dari hasil perhitungan alinemen horizontal sebelumnya.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk **PI 1**: Data yang dibutuhkan:

VD	= 120 km/jam
R	= 1000 m
S_s	= 250 m
Lc	= 287,79 m
L1 jalur	= 7,5 m

Jari-jari sumbu dalam:

$$R' = R - (0,5 \times L1 \text{ jalur}) = 1000 - (0,5 \times 7,5) = 996,25 \text{ m}$$

Karena nilai $S_s < Lc$, maka rumus kebebasan samping di tikungan yang digunakan adalah :

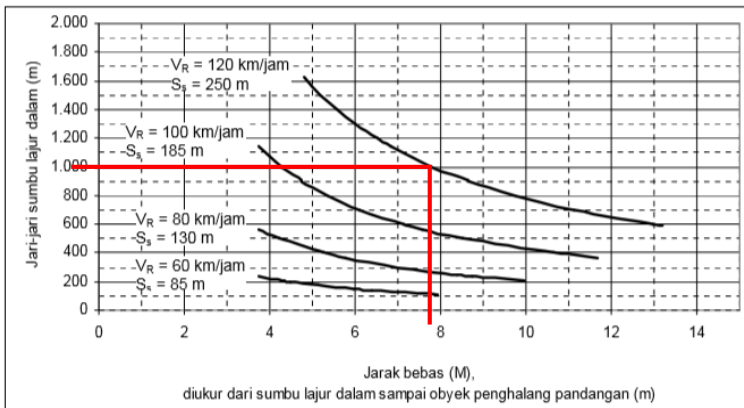
$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{90S_s}{\pi R} \right) \right]$$

$$M = 996,25 \left[1 - \cos \left(\frac{90,250}{\pi \times 996,25} \right) \right]$$

$$M = 7,83 \text{ m}$$

Maka kebebasan samping yang diperlukan pada titik tikungan **PI 1** sebesar 7,83 meter dari jari-jari sumbu lajur dalam.

Berdasarkan Gambar 4.4 untuk $S_s < L_c$, dengan nilai kecepatan desain (V_D) 120 km/jam dan jarak pandang henti (S_s) sebesar 250 m. Didapatkan nilai jarak kebebasan samping sebesar 7,8 m.



Gambar 4. 7 Daerah Kebebasan Samping Untuk $S_s < L_c$
Sumber : (Bina Marga, 2009)

4.6 Pelebaran Pada Tikungan

Pada bagian terakhir perencanaan geometri jalan adalah menghitung pelebaran pada jalan yang bertujuan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan. Perancangan pelebaran jalan berdasarkan Tabel 3.26.

Berikut ini adalah contoh dari pelebaran jalan pada tikungan di titik **PI 1**:

Direncanakan :

$$R = 1000 \text{ m}$$

Dari Tabel 3.26, didapatkan:

$$W = 0,29 \text{ m}$$

$$W_n = 7,50 \text{ m}$$

Maka:

$$W_c = W_n + W = 7,50 - 0,29 = 7,79 \text{ m}$$

Untuk perhitungan kebebasan samping dan pelebaran pada tikungan di semua tikungan dapat dilihat pada Lampiran 7.

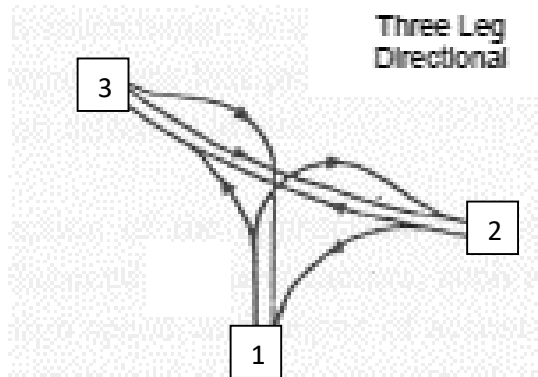
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PERANCANGAN GEOMETRI SIMPANG SUSUN

5.1 Pemilihan Tipe dan Bentuk Persimpangan

Pada sub bab ini akan dipilih tipe dan bentuk persimpangan yang akan digunakan dalam perencanaan geometri simpang susun ruas jalan tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Pada persimpangan ini terdapat 3 (tiga) buah simpang; yaitu arah Pelabuhan Tanjung Api Api (1), arah kota Palembang (2), dan arah Tanjung Carat (3). Pada kasus ini tipe persimpangan yang mungkin dapat digunakan antara lain ; tipe *Trumpet* dan tipe *Three Leg Directional*. Dengan pertimbangan untuk memudahkan perencanaan, oleh karena itu akan direncanakan menggunakan persimpangan tipe *Three Leg Directional* yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Persimpangan Tipe *Three Leg Directional*

5.2 Dasar Perancangan Geometrik Jalan

Dalam subbab ini merupakan contoh perhitungan untuk Ramp Palembang :

Nama jalan	: Ramp Palembang – Tanjung Api Api
Klasifikasi jalan	: Ramp
Tipe jalan	: Satu lajur, satu arah, tanpa pelebaran

Lebar jalan	: 4,5 m
Lebar bahu dalam	: 1 m
Lebar bahu luar	: 3 m
Kecepatan rencana pada ramp	: 60 km/jam
Kecepatan rencana saat masuk ramp	: 80 km/jam
Panjang Tapper & Lajur Percepatan	: 450 m
Panjang Tapper & Lajur Perlambatan	: 250 m
Kelandaian maksimum	: 10%

5.3 Perancangan Alinemen Horizontal

Perencanaan alinemen horizontal ruas Ramp Palembang – Tanjung Api Api menggunakan tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Penggunaan lengkung tipe S-C-S bertujuan untuk menghindari perubahan kemiringan secara mendadak. Untuk perhitungan perencanaan alinemen horizontal menggunakan program bantu *Microsoft Excel*.

Berikut urutan perencanaan alinemen horizontal tipe S-C-S beserta contoh perhitungan pada titik **PI 1** yang akan dijelaskan di bawah ini.

5.3.1 Perhitungan Sudut Azimuth (β)

Berikut ini adalah contoh perhitungan sudut azimuth pada titik **PI 1**.

- a. Perhitungan sudut azimuth pada titik *START* - PI 1
 - Titik *START* (481758,59 ; 9736011,10)
 - Titik PI 1 (481867,85 ; 9736239,05)

Dari titik koordinat tersebut, didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Titik START} & : X_{\text{START}} = 481758,59 \\ & Y_{\text{START}} = 9736011,10 \\ \text{Titik PI 1} & : X_{\text{PI 1}} = 481867,85 \\ & Y_{\text{PI 1}} = 9736239,05 \end{aligned}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X & = X_{\text{PI 1}} - X_{\text{START}} \\ & = 481867,85 - 481758,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 109,25 \\
 \Delta Y &= Y_{PI\ 1} - Y_{START} \\
 &= 9736239,05 - 9736011,10 \\
 &= 227,94
 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik Start sampai titik PI 1 :

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\
 &= \sqrt{109,25^2 + 227,94^2} \\
 &= 252,77 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan kuadran :

Karena nilai ΔX positif dan ΔY positif, maka letak dari garis Start – PI 1 pada Kuadran 1.

Menentukan sudut Azimuth (β) :

Karena garis Start – PI 1 terletak pada Kuadran 1, maka:

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= \text{arc tan } \frac{\Delta X}{\Delta Y} \\
 &= \text{arc tan } \frac{109,25}{227,94} \\
 &= 25,61^\circ
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan sudut azimuth pada titik PI 1 – PI 2

- Koordinat Titik PI 1 (481867,85; 9736239,05)
- Koordinat Titik PI 2 (481777,78; 9736552,21)

Dari titik koordinat tersebut, didapatkan :

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Titik START} & : & X_{PI\ 1} = 481867,85 \\
 & & Y_{PI\ 1} = 9736239,05 \\
 \text{Titik PI 1} & : & X_{PI\ 2} = 481777,78 \\
 & & Y_{PI\ 2} = 9736552,21
 \end{array}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= X_{PI\ 2} - X_{PI\ 1} \\
 &= 481777,78 - 481867,85 \\
 &= -90,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Y &= Y_{PI\ 2} - Y_{PI\ 1} \\
 &= 9736552,21 - 9736239,05 \\
 &= 313,17
 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik PI 1 sampai titik PI 2 :

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\
 &= \sqrt{-90,07^2 + 313,17^2} \\
 &= 325,86 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan kuadran :

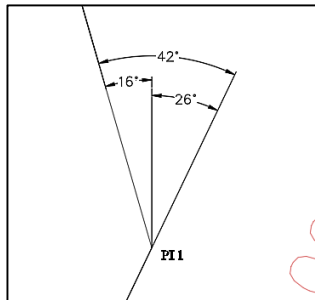
Karena nilai ΔX negatif dan ΔY positif, maka letak dari garis PI 1 – PI 2 pada Kuadran 4.

Menentukan sudut Azimuth (β) :

Karena garis PI 1 – PI 2 terletak pada Kuadran 4, maka:

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 360 + \text{arc tan} \frac{\Delta X}{\Delta Y} \\
 &= 360 + \text{arc tan} \frac{-90,07}{313,17} \\
 &= 343,95^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta\beta_1 &= (360^\circ - \beta_{1\text{PI 1 - PI 2}}) + \beta_{1\text{START - PI 1}} \\
 &= (360^\circ - 343,95^\circ) + 25,61^\circ \\
 &= 41,65^\circ
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 2 Sudut Azimuth PI 1 Ramp Palembang – Tanjung Api Api

Untuk perhitungan semua sudut azimuth dan sudut tikungan trase pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 11, Lampiran 21, Lampiran 31, dan Lampiran 41.

5.3.2 Perhitungan Jari-Jari Tikungan (R)

Berikut ini adalah contoh perhitungan jari-jari tikungan pada titik **PI 2**.

Menentukan jari-jari tikungan minimum (R_{\min}) :

$$V_R = 60 \text{ km/jam}$$

$$e_{\max} = 10\% \quad (\text{Tabel 3.16})$$

$$f_{\max} = 0,165 \quad (\text{Tabel 3.17})$$

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{(V_R^2)}{127(e_{\max} + f_{\max})} \\ &= \frac{(120^2)}{127(10\% + 0,165)} \\ &= 107 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan jari-jari tikungan rencana (R_o)

Dari jari-jari tikungan minimum yang didapatkan, maka direncanakan menggunakan jari-jari tikungan rencana (R_o) sebesar 200 m.

Untuk perhitungan semua jari-jari tikungan rencana (R) pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 12, Lampiran 22, Lampiran 32, dan Lampiran 42.

5.3.3 Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Berikut ini adalah contoh perhitungan lengkung peralihan pada titik **PI 2**. Dalam perencanaan panjang lengkung peralihan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya sebagai berikut:

1. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan waktu tempuh

Data yang dibutuhkan:

$$V_D = 60 \text{ km/jam} \quad (\text{Direncanakan})$$

$$T = 2 \text{ detik} \quad (\text{Bina Marga, 2009})$$

Maka:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 2 = 33 \text{ m}$$

2. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan mengatasi gaya sentrifugal

Data yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}V_D &= 60 \text{ km/jam} \\C &= 1,2 \text{ m/dt}^3 \\R &= 200 \text{ m}\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{0,0214 (V_R^3)}{R \times C} \\L_s &= \frac{0,0214 (60^3)}{200 \times 1,2} = 19 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan perubahan kelandaian melintang jalan

Data yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}e_{\max} &= 10\% \\e_n &= 2\% \\V_D &= 60 \text{ km/jam} \\re &= 0,025\end{aligned}$$

Maka:

$$L_s = \frac{(e_{\max} - e_n)V_R}{3,6 \times re} = \frac{(10\% - 2\%) \times 60}{3,6 \times 0,025} = 53 \text{ m}$$

4. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan perubahan kelandaian relatif

Data yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}\text{Lebar satu lajur (w)} &= 4,5 \text{ m} \\ \text{Superlevasi rencana (e}_d) &= 7,38 \% \\ \text{Jumlah lajur diputar (n}_1) &= 1 \\ \text{Faktor penyesuaian (b}_w) &= 1 \\ \text{Tingkat perubahan (\Delta)} &= 1/263 \text{ m/m}\end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{(w \cdot n_1)e_d}{\Delta} \cdot (b_w) \\L_s &= \frac{(4,5 \times 1) \times 0,0738}{\frac{1}{263}} \times (1) = 87 \text{ m}\end{aligned}$$

Berdasarkan dari penentuan nilai panjang lengkung peralihan diatas, maka dipilih panjang lengkung maksimum terbesar sebagai acuan yaitu 87 m. Lalu panjang lengkung terbesar dikali 1,5 yang digunakan sebagai lengkung peralihan pakai, yaitu $87 \times 1,5 = 131 \text{ m}$ Untuk perhitungan semua panjang lengkung

peralihan (L_s) pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 13, Lampiran 23, Lampiran 33, dan Lampiran 43

5.3.4 Perhitungan Superlevasi (e)

Perhitungan superelevasi (e), pada perancangan ini menggunakan cara AASHTO. Berikut ini adalah contoh perhitungan superelevasi pada titik **PI 1**.

Kecepatan desain (V_D):

Kecepatan desain direncanakan 120 km/jam sehingga:

$$V_D = 60 \text{ km/jam}$$

Menentukan kecepatan aktual (V_R):

Kecepatan aktual yang ideal adalah 80%-90% kecepatan rencana. Dalam perencanaan ini, kecepatan aktual direncanakan 80% dari kecepatan rencana, sehingga:

$$V_R = 80\% \times V_D = 80\% \times 60 = 48 \text{ km/jam}$$

Menentukan derajat lengkung (D):

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162$$

Menentukan derajat lengkung maksimum (D_{\max}):

$$\begin{aligned} D_{\max} &= \frac{18193,53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{V_D^2} \\ &= \frac{18193,53 \times (0,10 + 0,165)}{60^2} = 13,391 \end{aligned}$$

Menentukan nilai (e + f):

$$\begin{aligned} (e+f) &= (e_{\max} + f_{\max}) \times \frac{D}{D_{\max}} \\ &= (0,10 + 0,165) \times \frac{7,162}{13,391} \\ &= 0,1417 \end{aligned}$$

Menentukan nilai D_p :

$$\begin{aligned} D_p &= \frac{18193,53 \times e_{\max}}{V_D^2} \\ &= \frac{18193,53 \times 0,10}{60^2} = 7,896 \end{aligned}$$

Menentukan nilai h:

$$h = e_{\max} \times \frac{V_D^2}{V_r^2} - e_{\max}$$

$$= 0,10 \times \frac{60^2}{48^2} - 0,10 = 0,0563$$

Menentukan nilai $\tan \alpha_1$ dan $\tan \alpha_2$:

$$\tan \alpha_1 = \arctan x \frac{h}{D_p} = \arctan x \frac{0,0563}{7,896} = 0,007$$

$$\tan \alpha_2 = \arctan x \frac{f_{\max} - h}{D_{\max} - D_p} = \arctan x \frac{0,165 - 0,0563}{13,391 - 7,896} = 0,020$$

Menentukan nilai M_o :

$$\begin{aligned} M_o &= D_p \times (D_{\max} - D_p) \times \frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{2 \times D_{\max}} \\ &= 7,896 \times (13,391 - 7,896) \times \frac{0,020 - 0,007}{2 \times 13,391} \\ &= 0,021 \end{aligned}$$

Menentukan nilai $f(D)$:

Karena nilai $D < D_p$, maka:

$$\begin{aligned} f(D) &= M_o \times \left(\frac{D}{D_p}\right)^2 + D \times \text{tg } \alpha_1 \\ &= 0,021 \times \left(\frac{7,162}{7,896}\right)^2 + 7,162 \times 0,007 \\ &= 0,068 \end{aligned}$$

Menentukan superelevasi (e):

$$\begin{aligned} e &= (e + f) - f(D) \\ &= 0,1417 - (0,068) = 0,0738 \approx 7,38\% \end{aligned}$$

Jadi, besar superelevasi pada titik **PI 2** adalah $7,38\% < 10\%$ (OK). Untuk perhitungan semua superelevasi (e) pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 14, Lampiran 24, Lampiran 34, dan Lampiran 44.

5.3.5 Penentuan Tipe Lengkung Horizontal

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi (e) pada titik **PI 2** didapatkan nilai $7,38\% \geq 3\%$, maka tipe lengkung horizontal yang digunakan adalah *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S).

5.3.6 Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi, didapatkan tipe lengkung horizontal pada titik **PI 1** adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Setelah diketahui tipe lengkung horizontalnya,

maka tahap selanjutnya menghitung parameter pada tipe lengkung S-C-S. Berikut ini contoh perhitungan parameter tipe lengkung S-C-S pada titik **PI 2**:

Menentukan koordinat titik peralihan dari spiral ke circle ($X_c; Y_c$):

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \left(1 - \frac{(L_s)^2}{40R^2} \right) \\ &= 131 \left(1 - \frac{(131)^2}{40 \times 200^2} \right) = 129,659 \text{ m} \\ Y_c &= \frac{(L_s)^2}{6R} \\ &= \frac{(131)^2}{6 \times 200} = 14,315 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan sudut lengkung spiral (θ_s):

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90 \times 131}{\pi \times 200} = 18,766^\circ$$

Menentukan sudut alinemen horizontal (Δ_c):

$$\Delta_c = \Delta\beta - 2 \theta_s = 46,93 - (2 \times 18,766) = 9,398^\circ$$

Menentukan pergeseran tangen secara spiral (p):

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos\theta_s) \\ &= \frac{131^2}{6 \times 200} - 200 (1 - \cos 18,766) = 3,683 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan absis dari p pada garis tangen spiral (k):

$$\begin{aligned} k &= X_c - R \sin \theta_s \\ &= 50,946 - 200 (\sin 18,766) = 66,714 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

(T_s):

$$\begin{aligned} T_s &= (R + p) \times \text{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \\ &= (200 + 3,683) \times \text{tg} \left(\frac{1}{2} \times 46,93 \right) + 66,714 \\ &= 155,131 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_s):

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R = \frac{(200 + 3,683)}{\cos \left(\frac{1}{2} \times 46,93 \right)} - 200 = 22,05 \text{ m}$$

Menentukan panjang busur lingkaran (L_c):

$$L_c = \frac{\Delta - 2\theta_s \times \pi \times R}{180}$$

$$= \frac{46,93 - 2 \times 18,766 \times \pi \times 200}{180} = 32,81 \text{ m}$$

Menentukan panjang busur total (Ltot):

$$L_{tot} = L_c + 2L_s = 32,81 + (2 \times 87) = 294,938 \text{ m}$$

Untuk perhitungan semua parameter lengkung horizontal pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 25, Lampiran 35, dan Lampiran 45.

5.3.7 Stationing Titik Parameter Lengkung Horizontal SCS

Setelah menghitung parameter lengkung horizontal, selanjutnya adalah menentukan stationing titik parameter lengkung horizontal. Berikut ini adalah contoh penentuan titik stationing pada titik **PI 1**:

Titik stationing dari *tangen – spiral*:

$$\text{STA. TS} = 0+414$$

Titik stationing dari *spiral – circle*:

$$\begin{aligned} \text{STA. SC} &= \text{STA. TS} + L_s \\ &= 0+414 + 131 = 0+545 \end{aligned}$$

Titik stationing dari *Mid*:

$$\begin{aligned} \text{STA. Mid} &= \text{STA. SC} + 0,5 L_c \\ &= 0+545 + (0,5 \times 32,81) = 0+561 \end{aligned}$$

Titik stationing dari *circle – spiral*:

$$\begin{aligned} \text{STA. CS} &= \text{STA. SC} + L_c \\ &= 0+545 + 32,81 = 0+561 \end{aligned}$$

Titik stationing dari *spiral – tangen*:

$$\begin{aligned} \text{STA. ST} &= \text{STA. CS} + L_s \\ &= 0+561 + 160 = 0+709 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan semua stationing pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 16, Lampiran 26, Lampiran 36, dan Lampiran 46.

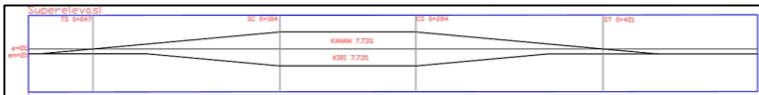
5.3.8 Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi

Setelah semua parameter dan superelevasi dihitung, maka tahap selanjutnya adalah menggambar secara lengkap parameter

dan diagram superelevasi pada setiap titik tikungan untuk memperjelas gambar pengerjaan di lapangan.



Gambar 5. 3 Parameter Lengkung Horizontal PI 1 Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat



Gambar 5. 4 Diagram Superelevasi Tikungan PI 1 Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

5.4 Perencanaan Alinemen Vertikal

Perencanaan alinemen vertikal meliputi alinemen vertical cekung dan anlinemen vertikal cembung. Pada tugas akhir ini, dalam menentukan panjang lengkung vertikal ini hanya menggunakan jarak pandang henti (S_s) karena jalan direncanakan satu arah.

5.4.1 Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan

Dalam perencanaan jalan ini akan ditentukan jarak pandang kendaraan agar pengguna jalan merasa aman dan nyaman dalam berkendara. Untuk jalan tol jarak pandang yang ditinjau adalah jarak pandang henti, dengan desain kecepatan 60 km/jam diperoleh jarak pandang henti (S_s) minimum sebesar 85 m.

5.4.2 Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cekung

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari **PVI 2**.

Menentukan gradien 1 dan gradien 2 dari program bantu AutoCAD Civil 3D.

$$g1 = -0,354 \%$$

$$g2 = 0,350 \%$$

Menentukan perbedaan landai Aljabar (A) :

$$A = g1 - g2 = -0,354 - 0,350 = -0,004 \%$$

Karena nilai $A = -0,004 \% < 0\%$, maka lengkung yang terjadi merupakan Lengkung Cekung.

Untuk perhitungan semua tipe lengkung vertikal dan jarak pandang pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 18, Lampiran 28, Lampiran 38, dan Lampiran 48.

5.4.3 Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang lengkung vertikal pada **PVI 2**.

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cekung, maka :

Menentukan Panjang Lengkung untuk $Ss < L$

$$L = \frac{A \times Ss^2}{120 + (3,5 \times Ss)} = \frac{0,004\% \times 85^2}{120 + (3,5 \times 85)} = 0,069 \text{ m}$$

Cek : $85 < 0,069 \text{ m}$ **(NOT OK)**

Menentukan Panjang Lengkung untuk $Ss > L$

$$L = 2 \times Ss - \frac{120 + 3,5 \times Ss}{A} = 2 \times 85 - \frac{120 + 3,5 \times 85}{0,004}$$

$$L = -104205 \text{ m}$$

Cek : $85 > -104205 \text{ m}$ **(OK)**

Menentukan L_{\min}

$$L_{\min} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 60 = 36 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengkung berdasarkan factor kenyamanan

$$L = \frac{V_R}{3600} \times 1000 \times 3 = \frac{60}{3600} \times 1000 \times 3 = 50 \text{ m}$$

Dari kriteria diatas diambil nilai yang terbesar. Maka panjang lengkung yang dipakai adalah 50 m.

Untuk semua perhitungan panjang lengkung vertikal pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 19, Lampiran 29, Lampiran 39, dan Lampiran 49.

5.4.4 *Stasioning Titik Parameter Lengkung Cekung*

Berikut ini merupakan contoh perhitungan stasioning titik parameter lengkung cekung pada **PVI 2**.

$$\begin{aligned} \text{STA PVI 2} &= 1+267 \text{ (pusat perpotongan)} \\ \text{STA PLV 2} &= \text{STA PVI 1} - L/2 \\ &= 1+267 - 25 = 1+242 \\ \text{STA PTV 2} &= \text{STA PVI 1} + L/2 \\ &= 1+267 + 25 = 1+292 \end{aligned}$$

5.4.5 *Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung*

Berikut ini merupakan contoh perhitungan elevasi titik parameter lengkung cekung pada **PVI 2**.

$$\begin{aligned} \text{Elev PVI 2} &= +5,28 \text{ (pusat perpotongan)} \\ \text{Elev PLV 2} &= \text{Elev PVI 2} - (g1 \times L/2) \\ &= +5,28 - (-0,354\% \times 25) = +5,37 \\ \text{Elev PTV 2} &= \text{Elev PVI 2} + (g2 \times L/2) \\ &= +5,28 + (0,350\% \times 25) = +5,19 \end{aligned}$$

5.4.6 *Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cembung*

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari **PVI 1**.

Menentukan gradien 1 dan gradien 2 dari program bantu AutoCAD Civil 3D.

$$\begin{aligned} g1 &= 1,040 \% \\ g2 &= -0,354 \% \end{aligned}$$

Menentukan perbedaan landai Aljabar (A) :

$$A = g1 - g2 = 1,040 - (-0,354) = 1,394 \%$$

Karena nilai $A = 1,394 \% > 0\%$, maka lengkung yang terjadi merupakan Lengkung Cembung.

5.4.7 Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cembung

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang lengkung vertikal pada **PVI 1**.

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cembung, maka :

Menentukan Panjang Lengkung untuk $S_s < L$

$$L = \frac{A \times S_s^2}{658} = \frac{1,394\% \times 85^2}{658} = 15,306 \text{ m}$$

Cek : $85 < 15,306 \text{ m}$ **(NOT OK)**

Menentukan Panjang Lengkung untuk $S_s > L$

$$L = 2 \times S_s - \frac{658}{A} = 2 \times 85 - \frac{658}{1,394\%}$$

$L = -302,023 \text{ m}$

Cek : $85 > -302,023 \text{ m}$ **(OK)**

Menentukan L_{\min}

$$L_{\min} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 60 = 36 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengkung berdasarkan factor kenyamanan

$$L = \frac{V_R}{3600} \times 1000 \times 3 = \frac{60}{3600} \times 1000 \times 3 = 50 \text{ m}$$

Dari kriteria diatas diambil nilai yang terbesar. Maka panjang lengkung yang dipakai adalah 50 m.

Untuk perhitungan stasioning titik parameter dan elevasi titik parameter sama seperti Lengkung Cekung. Untuk perhitungan semua stasioning titik parameter dan elevasi titik parameter pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 20, Lampiran 30, Lampiran 40, dan Lampiran 50.

5.5 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

Daerah kebebasan samping ini perlu dihitung di setiap tikungan agar kita dapat memastikan lereng/daerah samping jalan tidak akan menghalangi pandangan pengemudi. Daerah kebebasan samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga jarak pandang henti (S_s) dapat dipenuhi.

Dasar perencanaan untuk hitungan ini adalah jari-jari lengkung dan panjang lengkung total yang didapatkan dari hasil perhitungan alinemen horizontal sebelumnya.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk **PI 2**: Data yang dibutuhkan:

VD	= 60 km/jam
R	= 200 m
Ss	= 85 m
Lc	= 32,81 m
L1 jalur	= 4,5 m

Jari-jari sumbu dalam:

$$R' = R - (0,5 \times L1 \text{ jalur}) = 200 - (0,5 \times 4,5) = 197,75 \text{ m}$$

Karena nilai $Ss > Lc$, maka rumus kebebasan samping di tikungan yang digunakan adalah :

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{90Lc}{\pi R} \right) \right] + 0,5(Ss - Lc) \sin \left(\frac{90Lc}{\pi R} \right)$$

$$M = 197,75 \left[1 - \cos \left(\frac{90 \times 32,81}{\pi \times 197,75} \right) \right] + 0,5(85 - 32,81) \sin \left(\frac{90 \times 32,81}{\pi \times 197,75} \right)$$

$$M = 2,84 \text{ m}$$

Dikarenakan $M < L1$, Maka kebebasan samping tidak diperlukan pada **PI 2**.

Untuk perhitungan kebebasan samping di semua tikungan pada ramp dapat dilihat pada Lampiran 17, Lampiran 27, Lampiran 37, dan Lampiran 47

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

PERANCANGAN PERKERASAN JALAN

6.1 Dasar Perancangan

Pada subbab ini akan dijelaskan untuk perencanaan perkerasan jalan tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat direncanakan menggunakan perkerasan kaku sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) tahun 2017 Nomor 04/SE/Db/2017. Berdasarkan peraturan tersebut, jalan tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat direncanakan memiliki umur rencana 40 tahun dan akan dibuka pada tahun 2025. Data laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) menggunakan Pertumbuhan Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Palembang dan Kabupaten Banyuasin.

Berikut merupakan dasar perancangan perkerasan untuk jalan tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut:

Nama Jalan	: Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat
Klasifikasi Jalan	: Jalan Bebas Hambatan
Tipe Jalan	: Empat lajur, dua arah terbagi (4/2 D)
Tahun dibuka	: 2023
Umur Rencana	: 40 Tahun
Perkerasan Inti	: Kaku (Rigid)
Pelapis Tambahan	: Aspal (Flexible)
CBR Tanah Dasar	: 6% (CBR efektif tanah dasar)

6.2 Pengolahan Data CBR

Data CBR yang digunakan dalam merencanakan ini didapatkan dari Asumsi CBR tanah dasar efektif yaitu 6%, maka perlu dilakukan stabilisasi tanah dasar dengan melakukan pemadatan setinggi 300 mm.

6.3 Pengolahan Data Lalu Lintas

6.3.1 Bangkitan dan Tarikan Lalu Lintas

Diasumsikan kawasan reklamasi untuk industri Tanjung Carat terbangun, maka akan terdapat bangkitan volume lalu lintas yang disebabkan oleh kawasan tersebut. Perhitungan bangkitan dan tarikan lalu lintas untuk kawasan industri tersebut akan menggunakan pendekatan *trip rate* berdasarkan kawasan industri. Besaran nilai *trip rate* mengacu pada *standar perencanaan dan permodelan lalu lintas, Ofyar Z Tamin, ITB, 2000*. Standar bangkitan dan tarikan untuk kawasan industri dihasilkan dari luasan bangunan kawasan industri berdasarkan *gross floor area* (GFA). Besar nilai *trip rate* dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Luas bangunan kawasan Tanjung Carat didapat dari *studi kelayakan kawasan strategis tanjung api-api/tanjung carat, bappeda sumsel, 2010*. Besar luas bangunan kawasan industri Tanjung Carat dapat dilihat pada Tabel 6.1

Tabel 6. 1 Luas Bangunan Kawasan Industri Tanjung Carat

No	Jenis Kebutuhan	%	Luas (Ha)
1	Kawasan Budidaya	65%	1900
a	Permintaan kawasan industri	57%	1650
a1	Pelindo II (Pelabuhan Samudra)	7%	200
a2	Dermaga Barang (docking)	3%	100
a3	Pelabuhan Minyak dan Gas	3%	100
a4	Industri Pupuk (PUSRI)	26%	750
a5	Industri Batubara	9%	250
a6	Kawasan Industri Lainnya	9%	250
b	Perumahan	5%	150
c	Komersial	3%	100
2	Prasarana dan Sarana Dasar	15%	438.46
3	Kawasan Lindung	20%	584.62
Total		100%	2923.08

(Sumber : bappeda sumsel, 2010)

Dari Tabel 6.1 didapatkan luas bangunan untuk kawasan industri Tanjung Carat antara lain :

Luas Bangunan Industri	= 1650 Ha
Luas Bangunan Perumahan	= 150 Ha
Luas Bangunan Komersil	= 100 Ha

Dari luas bangunan tersebut didapatkan volume bangkitan dan tarikan akibat kawasan industri Tanjung Carat. Perhitungan volume lalu lintas akibat bangkitan dan tarikan kawasan industri Tanjung Carat dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6. 2 Perhitungan Bangkitan dan Tarikan Volume Lalu Lintas

PERHITUNGAN LHR								
Waktu	Industri skr/500 m ²		Komersial skr/100 m ²		Perumahan skr/100 m ²		LHR	
	Bangkitan	Tarikan	Bangkitan	Tarikan	Bangkitan	Tarikan	Bangkitan	Tarikan
7:00	0.73	0.27	0.04	0.02	0.03	0.013	6278	2346
8:00	0.26	0.16	0.08	0.04	0.03	0.013	2520	1499
9:00	0.25	0.18	0.55	0.15			3713	1935
10:00	0.22	0.16	0.8	0.42			4215	2580
11:00	0.23	0.22	0.78	0.65			4238	3765
12:00	0.19	0.23	0.6	0.56			3368	3578
13:00	0.23	0.19	0.65	0.59			3848	3338
14:00	0.17	0.17	0.57	0.7			3113	3503
15:00	0.19	0.18	0.61	0.68			3398	3525
16:00	0.2	0.51	0.5	0.95	0.013	0.06	3209	7328
17:00	0.1	0.34	0.45	0.58	0.013	0.06	2234	4815
Total (skr/hari)							40129.5	38209.5

Dari total bangkitan lalu lintas tersebut akan dibagi menjadi beberapa golongan kendaraan menurut klasifikasi jenis kendaraan berdasarkan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga

Provinsi Sumatera Selatan antara lain ; Golongan I (sedan, jip, pick up/truk kecil, dan bus), Golongan II (Truk dengan dua gandar), Golongan III (Truk dengan tiga gandar), Golongan IV (Truk dengan empat gandar), Golongan V (Truk dengan lima gandar atau lebih), dan Golongan VI (Sepeda Motor). Persentase per golongan kendaraan didapatkan dari data lalu lintas jalan arteri Tanjung Api-Api dengan persentase sebagai berikut :

Golongan I	- Kendaraan Ringan	= 16,58%
	- Pickup/Truk Kecil	= 6,93%
	- Bus	= 1,24%
Golongan II		= 3,21%
Golongan III		= 15,67%
Golongan IV		= 5,97%
Golongan V		= 0,27%
Golongan VI		= 50,14%

Dari persentase per golongan kendaraan tersebut maka didapatkan jumlah kendaraan per golongan untuk masing-masing ruas jalan tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Rekapitulasi perhitungan volume lalu lintas harian dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Rekapitulasi Hasil Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting Tahun 2019

Jenis Kendaraan		Ruas TC – TAA (kend/hari)	Ruas TAA – TC (kend/hari)
Gol.1	KR	6335	6653
	KBM	1471	1545
	BB	249	261
Gol.2	KBM	681	715
Gol.3	TB	1710	1796
Gol.4	TB	652	685
Gol.5	TB	29	31
Gol.6	SM	47898	50305
Jumlah		59025	61991

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Untuk perhitungan *Trip Assignment* diperlukan volume lalu lintas dengan satuan skr/jam, oleh karena itu harus disesuaikan dengan faktor-k dan nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP), besaran faktor-k berdasarkan ukuran kota yang digunakan adalah 0,08 dan nilai EMP dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6. 4 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) untuk Jalan 4/2 D (terbagi) dan 4/2 UD (tidak terbagi)

Tipe alinyemen		Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)			
		MHV	LB	LT	MC
Flat Datar	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1500	1,4	1,4	2,0	0,6
	2750	1,6	1,7	2,5	0,8
	>3250	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	1100	2,0	2,0	4,6	0,5
	2100	2,2	2,3	4,3	0,7
	>2650	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	800	2,9	2,6	5,1	0,4
	1700	2,6	2,9	4,8	0,6
	>2300	2,0	2,4	3,8	0,3

(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2017)

Sehingga didapatkan volume lalu lintas dengan satuan smp/jam, untuk rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.5 dan 6.6.

Tabel 6. 5 Volume Lalu Lintas Total 2 Arah

Jenis Kendaraan		Ruas TC – TAA (skr/jam)	Ruas TAA – TC (skr/jam)
Gol.1	KR	507	532
	KBM	212	222
	BB	38	40
Gol.2	KBM	98	103

Tabel 6. 6 Lanjutan Volume Lalu Lintas Total 2 Arah

Jenis Kendaraan		Ruas TC – TAA (skr/jam)	Ruas TAA – TC (skr/jam)
Gol.3	TB	479	503
Gol.4	TB	183	192
Gol.5	TB	8	9
Jumlah		1524	1601
Total 2 Arah		3125	

(Sumber : Analisa Perhitungan)

6.3.2 Trip Assignment

Analisis trip assignment digunakan untuk mengetahui dan memprediksi jumlah kendaraan yang akan berpindah dari jalan eksisting menuju ke Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat pada saat jalan tol tersebut dibuka pada tahun 2025.

Dalam Tugas Akhir ini, analisis trip assignment dihitung menggunakan Metode Smock. Dalam contoh perhitungan digunakan ruas jalan eksisting yang diasumsikan terbangun yaitu Jalan Nasional Tanjung Api Api dengan meninjau total lalu lintas 2 arah. Dengan asumsi bahwa perpindahan masing-masing arah adalah sama.

Analisis trip assignment dengan menggunakan metode smock yaitu dengan membandingkan waktu tempuh kendaraan jika melewati jalan eksisting dengan melewati jalan tol. Parameter yang digunakan dalam analisis ini adalah panjang jalan eksisting maupun jalan tol, kecepatan arus bebas kendaraan, waktu tempuh perjalanan (travel time), dan kapasitas jalan (C). Dalam analisis ini, juga memperhitungkan nilai waktu dan tarif tol sebagai tambahan waktu tempuh. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *trip assignment* metode smock ini adalah sesuai dengan persamaan dibawah ini :

$$t = t_0 \cdot \exp\left(\frac{V}{Q_s}\right)$$

Dimana,

t_0 : Waktu tempuh per satuan jarak saat arus bebas (free flow)

V : Volume kendaraan

Q_s : Kapasitas pada kondisi jenuh

Berikut ini adalah tahapan analisis trip assignment dengan menggunakan Metode Smock:

- 1) Menentukan volume kendaraan maksimum (skr/jam) pada jalan eksisting. Volume kendaraan yang digunakan adalah volume kendaraan tanpa sepeda motor. Karena sepeda motor tidak berpindah ke jalan tol, maka diasumsikan sepeda motor akan tetap berada di jalan eksisting. Volume kendaraan maksimum Jalan Nasional Tanjung Api-Api pada tahun 2025 adalah sebesar 3125 skr/jam.
- 2) Menentukan besarnya increment untuk setiap iterasi. Dalam ruas jalan ini digunakan 81 iterasi. Sehingga besarnya increment untuk setiap iterasi adalah $3125/81 = 38,58$ skr/jam.
- 3) Menentukan kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan eksisting dan jalan tol. Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan saat arus bebas (free flow) yang dirata-rata dari setiap jenis kendaraan, yaitu:
 - Jalan Nasional Tanjung Api-Api = 57,86 km/jam
 - Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat = 75,22 km/jam
- 4) Menentukan panjang jalan (d) eksisting maupun jalan tol, yaitu:
 - Jalan Nasional Tanjung Api-Api = 11,6 km
 - Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat = 12,4 km
- 5) Menentukan waktu tempuh (travel time) dalam satuan menit pada jalan eksisting maupun jalan tol, yaitu:
 - Jalan Nasional Tanjung Api-Api

$$TT = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Kecepatan Rata-Rata}} \times 60 \text{ menit} = 12,03 \text{ menit}$$
 - Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat

$$TT = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Kecepatan Rata-Rata}} \times 60 \text{ menit} = 9,89 \text{ menit}$$

- 6) Menentukan kapasitas jalan (C) untuk jalan eksisting maupun jalan tol, yaitu:
- Jalan Nasional Tanjung Api-Api = 1364 skr/jam
 - Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat = 2318 skr/jam
- 7) Menentukan travel time untuk iterasi ke-0 dengan cara sebagai berikut:
- Jalan Nasional Tanjung Api-Api

$$t_0 = \frac{TT}{d} = \frac{12,03}{11,6} = 1,037$$
 - Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat

$$t_0 = \frac{TT}{d} = \frac{9,89}{12,4} = 0,798$$
- 8) Membandingkan besarnya travel time setiap iterasi antara jalan eksisting maupun jalan tol. Kemudian akan didapatkan persentase kendaraan yang tetap menggunakan jalan eksisting dan yang akan berpindah ke jalan tol. Hasil analisis trip assignment antara ruas Jalan Nasional Tanjung Api-Api dengan Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat ditunjukkan pada Tabel 6.7, Tabel 6.8, Tabel 6.9, dan Tabel 6.10.

Tabel 6. 7 Analisa Trip Assignment

Iterasi ke	Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
		57.86	11.6	12.03	1364	75.22	12.4	9.89	2318
		Jalan Eksisting				Jalan Rencana			
		V1 Inc.	V1	V1/Qs	t1	V2 Inc.	V2	V2/Qs	t2
0	0	0	0.00	0.000	1.037	0.00	0.00	0.000	0.798
1	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	38.58	0.017	0.811
2	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	77.16	0.033	0.825
3	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	115.74	0.050	0.838
4	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	154.32	0.067	0.853
5	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	192.90	0.083	0.867
6	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	231.48	0.100	0.881

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 6. 8 Lanjutan Analisa *Trip Assignment*

Iterasi ke	Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
		57.86	11.6	12.03	1364	75.22	12.4	9.89	2318
		Jalan Eksisting				Jalan Rencana			
		V1 Incr.	V1	V1/Qs	t1	V2 Incr.	V2	V2/Qs	t2
7	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	270.06	0.117	0.896
8	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	308.64	0.133	0.911
9	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	347.22	0.150	0.927
10	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	385.80	0.166	0.942
11	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	424.38	0.183	0.958
12	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	462.96	0.200	0.974
13	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	501.54	0.216	0.990
14	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	540.12	0.233	1.007
15	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	578.70	0.250	1.024
16	38.58	0	0.00	0.000	1.037	38.58	617.28	0.266	1.041
17	38.58	38.58	38.58	0.028	1.067	0	617.28	0.266	1.041
18	38.58	0	38.58	0.028	1.067	38.58	655.86	0.283	1.059
19	38.58	0	38.58	0.028	1.067	38.58	694.44	0.300	1.076
20	38.58	38.58	77.16	0.057	1.097	0	694.44	0.300	1.076
21	38.58	0	77.16	0.057	1.097	38.58	733.02	0.316	1.094
22	38.58	0	77.16	0.057	1.097	38.58	771.60	0.333	1.113
23	38.58	38.58	115.74	0.085	1.129	0	771.60	0.333	1.113
24	38.58	0	115.74	0.085	1.129	38.58	810.19	0.350	1.131
25	38.58	38.58	154.32	0.113	1.161	0	810.19	0.350	1.131
26	38.58	0	154.32	0.113	1.161	38.58	848.77	0.366	1.150
27	38.58	0	154.32	0.113	1.161	38.58	887.35	0.383	1.170
28	38.58	38.58	192.90	0.141	1.195	0	887.35	0.383	1.170
29	38.58	0	192.90	0.141	1.195	38.58	925.93	0.400	1.189
30	38.58	0	192.90	0.141	1.195	38.58	964.51	0.416	1.209
31	38.58	38.58	231.48	0.170	1.229	0	964.51	0.416	1.209

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 6. 9 Lanjutan Analisa *Trip Assignment*

Iterasi ke	Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
		57.86	11.6	12.03	1364	75.22	12.4	9.89	2318
		Jalan Eksisting				Jalan Rencana			
		V1 Incr.	V1	V1/Qs	t1	V2 Incr.	V2	V2/Qs	t2
32	38.58	0	231.48	0.170	1.229	38.58	1003.09	0.433	1.230
33	38.58	38.58	270.06	0.198	1.264	0	1003.09	0.433	1.230
34	38.58	0	270.06	0.198	1.264	38.58	1041.67	0.449	1.250
35	38.58	0	270.06	0.198	1.264	38.58	1080.25	0.466	1.271
36	38.58	38.58	308.64	0.226	1.300	0	1080.25	0.466	1.271
37	38.58	0	308.64	0.226	1.300	38.58	1118.83	0.483	1.293
38	38.58	0	308.64	0.226	1.300	38.58	1157.41	0.499	1.314
39	38.58	38.58	347.22	0.255	1.338	0	1157.41	0.499	1.314
40	38.58	0	347.22	0.255	1.338	38.58	1195.99	0.516	1.336
41	38.58	0	347.22	0.255	1.338	38.58	1234.57	0.533	1.359
42	38.58	38.58	385.80	0.283	1.376	0	1234.57	0.533	1.359
43	38.58	0	385.80	0.283	1.376	38.58	1273.15	0.549	1.382
44	38.58	38.58	424.38	0.311	1.415	0	1273.15	0.549	1.382
45	38.58	0	424.38	0.311	1.415	38.58	1311.73	0.566	1.405
46	38.58	0	424.38	0.311	1.415	38.58	1350.31	0.583	1.428
47	38.58	38.58	462.96	0.339	1.456	0	1350.31	0.583	1.428
48	38.58	0	462.96	0.339	1.456	38.58	1388.89	0.599	1.452
49	38.58	0	462.96	0.339	1.456	38.58	1427.47	0.616	1.477
50	38.58	38.58	501.54	0.368	1.498	0	1427.47	0.616	1.477
51	38.58	0	501.54	0.368	1.498	38.58	1466.05	0.633	1.502
52	38.58	38.58	540.12	0.396	1.541	0	1466.05	0.633	1.502
53	38.58	0	540.12	0.396	1.541	38.58	1504.63	0.649	1.527
54	38.58	0	540.12	0.396	1.541	38.58	1543.21	0.666	1.552
55	38.58	38.58	578.70	0.424	1.585	0	1543.21	0.666	1.552
56	38.58	0	578.70	0.424	1.585	38.58	1581.79	0.683	1.578

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 6. 10 Lanjutan Analisa *Trip Assignment*

Iterasi ke	Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
		57.86	11.6	12.03	1364	75.22	12.4	9.89	2318
		Jalan Eksisting				Jalan Rencana			
		V1 Incr.	V1	V1/Qs	t1	V2 Incr.	V2	V2/Qs	t2
57	38.58	0	578.70	0.424	1.585	38.58	1620.37	0.699	1.605
58	38.58	38.58	617.28	0.453	1.630	0	1620.37	0.699	1.605
59	38.58	0	617.28	0.453	1.630	38.58	1658.95	0.716	1.632
60	38.58	38.58	655.86	0.481	1.677	0	1658.95	0.716	1.632
61	38.58	0	655.86	0.481	1.677	38.58	1697.53	0.732	1.659
62	38.58	0	655.86	0.481	1.677	38.58	1736.11	0.749	1.687
63	38.58	38.58	694.44	0.509	1.725	0	1736.11	0.749	1.687
64	38.58	0	694.44	0.509	1.725	38.58	1774.69	0.766	1.715
65	38.58	0	694.44	0.509	1.725	38.58	1813.27	0.782	1.744
66	38.58	38.58	733.02	0.537	1.775	0	1813.27	0.782	1.744
67	38.58	0	733.02	0.537	1.775	38.58	1851.85	0.799	1.774
68	38.58	0	733.02	0.537	1.775	38.58	1890.43	0.816	1.803
69	38.58	38.58	771.60	0.566	1.826	0	1890.43	0.816	1.803
70	38.58	0	771.60	0.566	1.826	38.58	1929.01	0.832	1.834
71	38.58	38.58	810.19	0.594	1.878	0	1929.01	0.832	1.834
72	38.58	0	810.19	0.594	1.878	38.58	1967.59	0.849	1.864
73	38.58	0	810.19	0.594	1.878	38.58	2006.17	0.866	1.896
74	38.58	38.58	848.77	0.622	1.932	0	2006.17	0.866	1.896
75	38.58	0	848.77	0.622	1.932	38.58	2044.75	0.882	1.927
76	38.58	0	848.77	0.622	1.932	38.58	2083.33	0.899	1.960
77	38.58	38.58	887.35	0.651	1.988	0	2083.33	0.899	1.960
78	38.58	0	887.35	0.651	1.988	38.58	2121.91	0.916	1.993
79	38.58	38.58	925.93	0.679	2.045	0	2121.91	0.916	1.993
80	38.58	0	925.93	0.679	2.045	38.58	2160.49	0.932	2.026
81	38.58	0	925.93	0.679	2.045	38.58	2199.07	0.949	2.060
Jumlah	3125.00	926				2199			
%		29.63%				70.37%			

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa kendaraan yang akan berpindah ke jalan tol sebanyak 70,37% dan kendaraan yang akan tetap menggunakan jalan eksisting sebanyak 29,63%. Setelah didapatkan persentase kendaraan yang berpindah maka didapatkan volume kendaraan yang melintasi Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat. Volume kendaraan yang melintas di Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6. 11 Volume Lalu Lintas Harian pada Ruas Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Tahun 2019

Jenis Kendaraan		Ruas TC – TAA (kend/hari)	Ruas TAA – TC (kend/hari)
Gol.1	KR	4458	4682
	KBM	1035	1087
	BB	175	184
Gol.2	KBM	479	503
Gol.3	TB	1204	1264
Gol.4	TB	459	482
Gol.5	TB	21	22
Jumlah		7830	8223

(Sumber : Analisa Perhitungan)

6.3.3 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan

Data PDRB adalah data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Selatan. Data PDRB ini selanjutnya digunakan sebagai nilai laju pertumbuhan lalu lintas untuk melakukan perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan yang ditinjau sesuai dengan umur rencana jalan yaitu 40 tahun.

Data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) digunakan untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas. Pertumbuhan lalu lintas untuk kendaraan pribadi dihitung berdasarkan data PDRB atas dasar harga konstan, pertumbuhan lalu lintas truk menggunakan data PDRB per kapita atas dasar harga konstan,

sedangkan untuk pertumbuhan lalu lintas bus dan angkutan umum menggunakan data pertumbuhan penduduk.

Data PDRB yang digunakan adalah PDRB Kota Palembang dan PDRB Kabupaten Banyuasin tahun 2014-2018

Berikut adalah contoh perhitungan laju pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan rata-rata pada tahun 2014-2018.

1. Kota Palembang

$$\frac{(\text{Rp } 82,324,067 - \text{Rp } 78,091,091)}{\text{Rp } 78,091,091} \times 100 = 5,42\%$$
2. Kabupaten Banyuasin

$$\frac{(\text{Rp } 16,236,002 - \text{Rp } 15,380,589)}{\text{Rp } 15,380,589} \times 100 = 5,56\%$$
3. Laju PDRB rata-rata

$$\frac{5,42\% + 5,56\%}{2} = 5,49\%$$
4. Laju PDRB rata-rata sepanjang tahun rencana

$$\frac{5,49\% + 5,83\% + 5,62\% + 5,91\% + \dots + 1,51\%}{51} = 2,84\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung laju PDRB rata-rata didapatkan laju PDRB rata-rata sepanjang tahun rencana sebesar 2,84%. Rekapitulasi perhitungan laju pertumbuhan PDRB ADHK, laju pertumbuhan PDRB per-kapita, dan laju pertumbuhan penduduk dapat dilihat pada Tabel 6.12, Tabel 6.13, dan Tabel 6.14.

Tabel 6. 12 Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014-2065 untuk Pertumbuhan Mobil Penumpang

Tahun	Kab. Banyuasin	Kota Palembang	Laju PDRB		Rata-Rata
			Kab. Banyuasin	Kota Palembang	
2014	Rp15,380,589	Rp78,091,091			
2015	Rp16,236,002	Rp82,324,067	5.56%	5.42%	5.49%
2016	Rp17,192,415	Rp87,073,354	5.89%	5.77%	5.83%
2017	Rp18,059,120	Rp92,476,407	5.04%	6.21%	5.62%
2018	Rp18,987,361	Rp98,661,069	5.14%	6.69%	5.91%
2025	Rp25,303,688	Rp133,889,074	3.70%	3.98%	3.84%
2065	Rp61,450,328	Rp339,058,274	1.49%	1.54%	1.51%
Laju PDRB ADHK					2.84%

(Sumber : BPS Provinsi Sumatera Selatan)

Tabel 6. 13 Data PDRB Per-kapita menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014-2065 untuk Pertumbuhan Truk

Tahun	Kab. Banyuasin	Kota Palembang	Laju PDRB		Rata-Rata
			Kab. Banyuasin	Kota Palembang	
2014	Rp19,225,784	Rp50,106,764			
2015	Rp20,007,372	Rp52,100,083	4.07%	3.98%	4.02%
2016	Rp20,900,727	Rp54,350,496	4.47%	4.32%	4.39%
2017	Rp21,663,362	Rp56,975,210	3.65%	4.83%	4.24%
2018	Rp22,942,210	Rp60,031,512	5.90%	5.36%	5.63%
2025	Rp29,127,444	Rp76,964,366	3.22%	3.32%	3.27%
2065	Rp65,482,804	Rp175,862,846	1.41%	1.43%	1.42%
Laju PDRB Per kapita					2.47%

(Sumber : BPS Provinsi Sumatera Selatan)

Tabel 6. 14 Data Pertumbuhan Penduduk menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014-2065 untuk Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

Tahun	Kab. Banyuasin	Kota Palembang	Laju Pertumbuhan Penduduk		Rata-Rata
			Kab. Banyuasin	Kota Palembang	
2014	799,998	1,558,494			
2015	811,501	1,580,517	1.44%	1.41%	1.43%
2016	822,575	1,602,071	1.36%	1.36%	1.36%
2017	833,625	1,623,099	1.34%	1.31%	1.33%
2018	846,269	1,651,857	1.52%	1.77%	1.64%
2025	926,803	1,809,990	1.25%	1.28%	1.27%
2065	1,385,483	2,727,230	0.83%	0.85%	0.84%
Laju Pertumbuhan Penduduk					1.09%

(Sumber : BPS Provinsi Sumatera Selatan)

Dari tabel perhitungan diatas di dapat nilai laju pertumbuhan lalu lintas tahunan yang beragam. Kemudian dilakukan perhitungan pertumbuhan volume kendaraan dari tahun 2019 ke tahun jalan tol dibuka yaitu pada tahun 2025.

Berikut adalah contoh perhitungan pertumbuhan kendaraan ringan untuk ruas jalan Tanjung Api Api – Tanjung Carat

Jenis kendaraan = Kendaraan Ringan

Jumlah LHR tahun 2019 = 4458 kend/hari

Laju pertumbuhan lalu lintas = 2,84%

Jumlah tahun (n) = 6 tahun (dari 2019-2025)

Menentukan Jumlah LHR tahun 2025:

LHR 2025 = LHR 2016 x (1 + i)ⁿ

= 4458 x (1 + 2,84%)⁶

= 5275 kend/hari

Maka didapatkan jumlah LHR tahun 2025 untuk jenis kendaraan ringan sejumlah 5275 kend/hari. Untuk jenis kendaraan lain dapat dilihat pada Tabel 6.15.

Tabel 6. 15 Rekapitulasi Hasil *Forecasting* Volume Lalu Lintas Harian Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Tahun 2025

Jenis Kendaraan		Klasifikasi Lama	Alternatif	TC - TAA	TAA - TC
Gol. I	KR	2,3,4	2,3,4	6500	6826
	KBM				
	BB	5b	5b	187	196
Gol. II	KBM	6b1.2	8.2	567	595
Gol. III	TB	7a3	9.3	1393	1463
Gol. IV	TB	7c1	11	531	558
Gol. V	TB	7c2.2	13	24	25
Jumlah				9201	9663

(Sumber : Analisa Perhitungan)

6.4 Faktor Perumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan akan bertambah setiap tahunnya selama umur rencana. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas tersebut diperlukan faktor pertumbuhan kumulatif sebagai berikut.

Data perancangan:

Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) = lihat subbab 6.3.3

Umur rencana (UR) = 5 tahun ; 35 tahun

Menentukan faktor pertumbuhan kumulatif (R):

Berikut adalah contoh perhitungan untuk pertumbuhan pada kendaraan ringan (klasifikasi kendaraan 2,3,4).

Faktor pertumbuhan kumulatif (R):

$$R = \frac{(1 + 0,01 \cdot i)^{UR}}{0,01 \cdot i}$$

$$R = \frac{(1 + 0,01 \cdot 2,84)^5}{0,01 \cdot 2,84}$$

$$R = 5,003$$

Untuk rekapitulasi perhitungan faktor pertumbuhan kumulatif dapat dilihat pada Tabel 6.16.

Tabel 6. 16 Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Jenis Kendaraan		Klasifikasi Lama	Alternatif	TC - TAA	TAA - TC	R (5 tahun)	R (35 tahun)
Gol. I	KR	2,3,4	2,3,4	6500	6826	5.003	35.170
	KBM						
	BB	5a	5a	187	196	5.001	35.065
Gol. II	KBM	6b1.2	8.2	567	595	5.003	35.170
Gol. III	TB	7a3	9.3	1393	1463	5.002	35.147
Gol. IV	TB	7c1	11	531	558	5.002	35.147
Gol. V	TB	7c2.2	13	24	25	5.002	35.147
Jumlah				9201	9663		

(Sumber : Analisa Perhitungan)

6.5 Beban Sumbu Kendaraan

Berdasarkan *manual desain perkerasan, 2017* perhitungan beban sumbu kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan nilai *vehicle damage factor* (VDF) yang dihitung berdasarkan data survey penimbangan beban gandar tersendiri. Nilai VDF dapat dilihat pada Tabel 6.17 dan Tabel 6.18

Tabel 6. 17 Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua			
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0

Tabel 6. 18 Lanjutan Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua					
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal			
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5		
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0		
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-		
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-		
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-		

(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2017)

Berikut contoh perhitungan beban sumbu kendaraan niaga pada kendaraan truk sedang (klasifikasi kendaraan 6B).

Data perancangan:

Jenis kendaraan = 6B

VDFJK 5 beban aktual = 7,4

VDFJK 5 beban normal = 4,6

LHR Tahun 2025 = 567

Faktor distribusi arah (DD) = 0,5 (Tabel 3.37)

Faktor distribusi lajur (DL) = 80% (Tabel 3.38)

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) = 5,003 ; 35,170 (Tabel 6.17)

Perhitungan Jumlah Kendaraan Niaga Harian (JKSNH)

JKSNH 5 (2025 – 2030) = LHR x VDFJK 5 beban aktual
= 567 x 7,4 = 4,195

JKSNH 5 (2030 – 2065) = LHR x VDFJK 5 beban normal
= 567 x 4,6 = 2,608

Jumlah Kelompok Sumbu Niaga Kumulatif (JKSNK)

$$\begin{aligned} \text{JSKNK 5 (2025 - 2030)} &= \text{JKSNH 4} \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \times 365 \\ &= 4,195 \times 0,5 \times 80\% \times 5,003 \times 365 \\ &= 3.064.119 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKNK 5 (2030 - 2065)} &= \text{JKSNH 5} \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \times 365 \\ &= 2,608 \times 0,5 \times 80\% \times 35,170 \times 365 \\ &= 13.390.113 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah repetisi beban sumbu kelompok jenis kendaraan lain dapat dilihat pada Tabel 6.19 dan Tabel 6.20.

Tabel 6. 19 Rekapitulasi Repetisi Beban Sumbu Kelompok Kendaraan Niaga Kumulatif Ruas Jalan Tanjung Carat – Tanjung Api Api

Ruas Jalan TC - TAA								
Jenis Kendaraan	LHR 2025	VDFJK 5 Overload	VDFJK 5 Normal	JKSNH 5 (2025 - 2030)	JKSNH 5 (2030-2065)	JSKNK 5 (2025-2030)	JSKNK 5 (2030-2065)	JSKNK 5 (2025-2065)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
MP (2,3,4)	6500	-	-	-	-	-	-	-
Bus Kecil (5a)	187	1.0	1.0	187	187	136,466	956,832	1,093,298
Truk 2 as sedang (6b 1.2)	567	7.4	4.6	4,195	2,608	3,064,119	13,390,113	16,454,232
Truk 3 as berat (7a3)	1393	20	5.6	27,860	7,801	20,347,698	40,029,417	60,377,115
Truk 4 as Trailer (7c1)	531	29.5	9.6	15,662	5,097	11,439,105	26,154,547	37,593,652
Truk 5 as Trailer (7c 2.2)	24	42.8	8.0	1,017	190	742,578	975,201	1,717,779
TOTAL								117,236,076

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 6. 20 Rekapitulasi Repetisi Beban Sumbu Kelompok Kendaraan Niaga Kumulatif Ruas Jalan Tanjung Api Api - Tanjung Carat

Ruas Jalan TAA - TC								
Jenis Kendaraan	LHR 2025	VDFJK 5 Overload	VDFJK 5 Normal	JKSNH 5 (2025 - 2030)	JKSNH 5 (2030-2065)	JSKNK 5 (2025-2030)	JSKNK 5 (2030-2065)	JSKNK 5 (2025-2065)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
MP (2,3,4)	6826	-	-	-	-	-	-	-
Bus Kecil (5a)	196	1.0	1.0	196	196	143,324	1,004,912	1,148,235
Truk 2 as sedang (6b 1.2)	595	7.4	4.6	4,406	2,739	3,218,089	14,062,956	17,281,045
Truk 3 as berat (7a3)	1463	20	5.6	29,260	8,193	21,370,156	42,040,866	63,411,022
Truk 4 as Trailer (7c1)	558	29.5	9.6	16,449	5,353	12,013,912	27,468,794	39,482,706
Truk 5 as Trailer (7c 2.2)	25	42.8	8.0	1,068	200	779,892	1,024,204	1,804,096
TOTAL								123,127,105

(Sumber : Analisa Perhitungan)

6.6 Perancangan Pondasi Bawah

Perencanaan pondasi jalan tol ini direncanakan berdasarkan Gambar 3.27 dan CBR efektif didapatkan nilai sebagai berikut :

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku	
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)				Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
			< 2	2 - 4	> 4		
Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Tidak diperlukan perbaikan				
> 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Divisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pematatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	-	-	100	300	
5	SG5		100	150	200		
4	SG4		150	200	300		
3	SG3		175	250	350		
2,5	SG2,5		400	500	600		
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)		Lapis penopang ⁽⁵⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur	
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	650	750	850		
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	1000	1250	1500		

Gambar 6. 1 Desain Pondasi Bawah Perkerasan
(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2017)

Didapatkan pondasi bawah berupa stabilisasi semen dengan tebal 300 mm (dengan bahan pengikat).

6.7 Perancangan Tebal Perkerasan Kaku

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai desain perkerasan kaku sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 Nomor 02/M/BM/2017. Setelah menghitung jumlah beban sumbu standar kumulatif pada akhir masa umur rencana, kemudian menentukan desain perkerasan kaku pada badan jalan dan bahu jalan.

Perkerasan kaku di desain berdasarkan jumlah beban sumbu standar kumulatif terbesar yakni sebesar 123.127.105. Angka tersebut lalu diplot pada Gambar 3.28 untuk mendapatkan desain perkerasan yang disarankan. Berdasarkan Tabel 6.21 didapat desain perkerasan sebagai berikut.

Tabel 6. 21 Desain Tebal Perkerasan Kaku

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

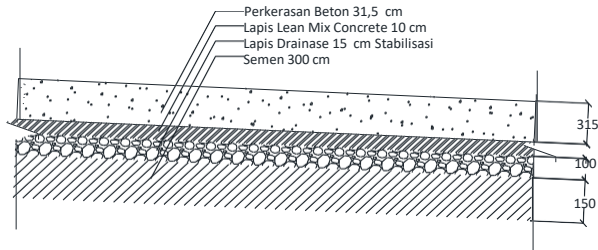
(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2017)

Dengan menggunakan *extrapolasi* didapatkan R6 dengan Kelompok sumbu kendaraan berat (*overloaded*)(10E6) sebesar : <129 dan tebal pelat beton sebesar 315 mm.

Tebal pelat beton = 315 mm

Lapis fondasi LMC = 100 mm

Lapis drainase = 150 mm

**Gambar 6. 2** Tebal Perkerasan Kaku

6.8 Perancangan Tulangan

Penulangan pada perkerasan kaku (Rigid Pavement) ada 2, yaitu penulangan memanjang dan penulangan melintang. Direncanakan menggunakan tulangan bersambung, untuk perhitungannya sebagai berikut.

Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam menghitung tulangan bersambung:

μ = 1,0 (Koefisien gesek pelat) Lihat Tabel 3.39

M = 2400 kg/m³ (Berat jenis beton)

- g = 9,81 m/s² (Gravitasi)
 h = 0,315 m (Tebal pelat)
 fs = 240 kg/mm² (Tegangan leleh baja minimum)

a. Penulangan Memanjang

Berikut ini adalah perhitungan penulangan memanjang:

- Panjang pelat memanjang (L) = 500 cm
- Menentukan nilai luas tulangan yang dibutuhkan (As)

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \\ &= \frac{1,0 \times 5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,315}{2 \times 240} \\ &= 77,25 \text{ mm}^2/\text{m}' \end{aligned}$$

- Menentukan nilai luas tulangan minimum (As min)
 $A_s \text{ min} = 0,1\% \times 1000 \times 315 = 315 \text{ mm}^2/\text{m}'$
- Karena $A_s < A_s \text{ min}$, maka dipakai As min

$A_s \text{ tulangan} = 77,25 \text{ mm}^2/\text{m}' < A_s \text{ min} = 315$ (NOT OK)
 Dipakai $A_s \text{ min} = 315 \text{ mm}^2/\text{m}'$

Bedasarkan Tabel 3.40 digunakan tulangan polos D9-200 (Astulangan = 318 mm²/m) dengan pola anyaman las empat persegi panjang.

b. Penulangan Melintang

Berikut ini adalah perhitungan penulangan memanjang:

- Panjang pelat memanjang (L) = 375 cm
- Menentukan nilai luas tulangan yang dibutuhkan (As)

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \\ &= \frac{1,0 \times 3,75 \times 2400 \times 9,81 \times 0,315}{2 \times 240} \\ &= 54,08 \text{ mm}^2/\text{m}' \end{aligned}$$

- Menentukan nilai luas tulangan minimum (As min)
 $A_s \text{ min} = 0,1\% \times 1000 \times 315 = 315 \text{ mm}^2/\text{m}'$
- Karena $A_s < A_s \text{ min}$, maka dipakai As min

As tulangan = $54,08 \text{ mm}^2/\text{m}' < \text{Asmin} = 315$ (NOT OK)
 Dipakai Asmin = $315 \text{ mm}^2/\text{m}$

Bedasarkan Tabel 3.40 digunakan tulangan polos D9-200 (Astulangan = $318 \text{ mm}^2/\text{m}$) dengan pola anyaman las empat persegi panjang.

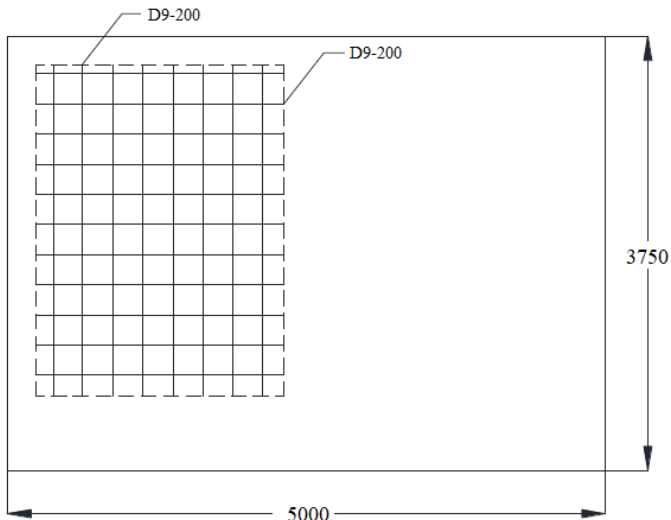
Jadi, rekapitulasi tulangan yang digunakan dengan pola anyaman empat persegi panjang adalah sebagai berikut:

Tabel 6. 22 Rekapitulasi Tulangan Bersambung

No	Tipe Tulangan	Tulangan Pakai
1	Memanjang	D9 – 200
2	Melintang	D9 – 200

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Berikut adalah gambar penulangan pada pelat beton jalan

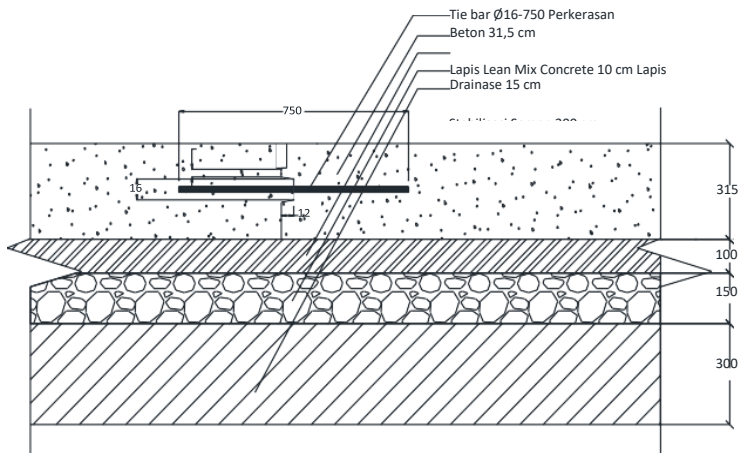


Gambar 5. 3 Penulangan Bersambung

6.9 Perancangan Sambungan

Pada perencanaan sambungan antarpelat ada dua yaitu menggunakan Ruji (Dowel). Berikut ini adalah rencana sambungan untuk perencanaan Jalan Tol ini:

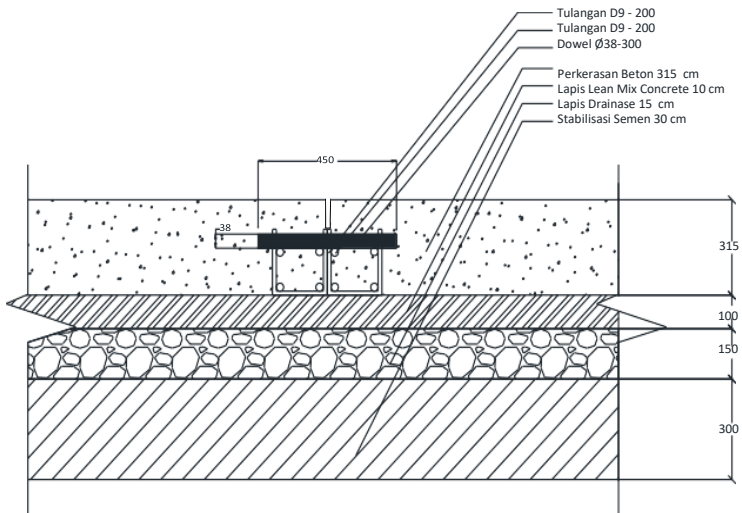
- a. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (tie bars)
Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat memanjang dengan batang pengikat (tie bars). Untuk ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 3.42. Namun ukuran tulangan untuk tebal pelat 315 mm tidak terdapat pada tabel tersebut, maka akan digunakan ekstrapolasi. Berdasarkan perhitungan ekstrapolasi didapatkan:
 - Tebal Pelat = 315 mm
 - Diameter Batang Pengikat = 16 mm
 - Panjang Batang Pengikat = 750 mm
 - Jarak antar batang = 50 cm



Gambar 6. 3 Detail Penulangan Tie Bar

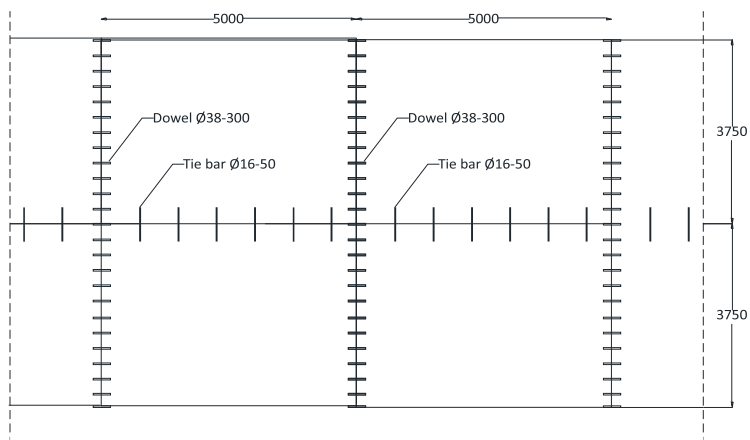
- b. Sambungan melintang dengan batang ruji (dowel)
 Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat melintang dengan batang ruji (dowel). Untuk ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 3.43. Berdasarkan Tabel 3.43 didapatkan:

- Tebal Pelat = 315 mm
- Diameter Batang Ruji = 38 mm
- Panjang Batang Ruji = 450 mm
- Jarak Antar Batang = 300 mm



Gambar 6. 4 Detail Penulangan Dowel

Berikut ini adalah sketsa gambar sambungan yang direncanakan:



Gambar 6.5 Sketsa Gambar Sambungan

BAB VII PERENCANAAN SALURAN DRAINASE

7.1 Perancangan Drainase

Pada suatu perencanaan jalan tol harus memenuhi standar harus mempunyai sistem drainase yang baik. Dalam hal ini harus merencanakan drainase agar disaat hujan, air yang mengalir di permukaan jalan dapat mengalir menuju saluran samping secepat mungkin menuju saluran pembuangan akhir sehingga tidak terjadi genangan. Pada perencanaan drainase ini hanya menghitung dimensi saluran tepi yang digunakan.

7.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk mengetahui tinggi hujan maksimum rata-rata pada stasiun hujan di daerah lokasi. Data hujan pada perancangan Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat menggunakan Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II, yang akan digunakan pada perencanaan saluran drainase tepi jalan. Data yang digunakan adalah data hujan harian maksimum setiap tahun sejak tahun 2009 hingga 2019. Data hujan dari satu stasiun tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.1 dan Tabel 7.2.

Tabel 7. 1 Data Curah Hujan

Bulan	Curah Hujan (mm)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	37.3	44.0	126.6	66.7	72.0	34.1	53.0	45.1	54.7	26.2	63.3
Februari	42.1	48.1	51.3	75.5	80.2	21.6	64.1	105.4	60.4	38.5	73.2
Maret	70.7	133.0	69.4	76.5	95.8	36.8	70.7	66.0	90.4	84.4	41.9
April	59.3	65.7	133.0	102.4	48.8	78.0	59.3	72.0	52.1	32.2	58.0
Mei	19.1	73.7	32.3	73.3	19.2	49.1	19.1	63.7	101.8	33.6	33.1
Juni	72.6	63.9	53.1	39.5	75.3	66.0	2.8	37.2	57.8	75.0	50.3
Juli	28.3	113.8	26.0	15.1	24.5	27.0	18.6	34.5	29.3	27.5	69.6
Agustus	11.7	34.0	22.5	31.4	36.7	22.0	10.7	75.5	53.0	20.4	3.6

Tabel 7. 2 Lanjutan Data Curah Hujan

Bulan	Curah Hujan (mm)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
September	8.9	82.8	3.1	61.6	37.5	19.7	1.0	78.1	28.9	63.6	43.0
Oktober	47.2	44.2	40.4	40.3	53.6	6.2	2.1	29.2	38.0	53.1	29.6
November	102.8	102.4	68.0	214.1	78.3	116.4	46.4	39.6	49.5	115.2	48.2
Desember	51.7	32.6	58.4	87.3	126.6	117.3	70.3	47.3	41.5	101.5	135.2
Maks	102.8	133.0	133.0	214.1	126.6	117.3	70.7	105.4	101.8	115.2	135.2

Sumber : (BMKG Sultan Mahmud Badaruddin II Kota Palembang)

7.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Dengan menggunakan data curah hujan dari stasiun hujan tersebut, selanjutnya akan diolah dan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 7. 3 Pengolahan Data Curah Hujan

No	Tahun	R maks (Xi)	Rata rata (x)	(Xi -x)	(Xi-x) ²
1	2009	102.8	123.2	-20.4	415.8
2	2010	133	123.2	9.8	96.2
3	2011	133	123.2	9.8	96.2
4	2012	214.1	123.2	90.9	8264.5
5	2013	126.6	123.2	3.4	11.6
6	2014	117.3	123.2	-5.9	34.7
7	2015	70.7	123.2	-52.5	2755.3
8	2016	105.4	123.2	-17.8	316.5
9	2017	101.8	123.2	-21.4	457.6
10	2018	115.2	123.2	-8.0	63.9
11	2019	135.2	123.2	12.0	144.2
Jumlah					12656.5

Dalam merencanakan drainase jalan diperlukan intensitas hujan periode ulang, dalam perencanaan ini ditentukan periode ulang (T) tahun perencanaan menggunakan umur rencana 20 tahun. Dalam hal ini menggunakan Persamaan 3.47, 3.48, 3.49, 3.50, dan 3.51.

Data yang dimiliki :

Jumlah Data	= 11	
Direncanakan periode ulang (T)	= 20 tahun	
Y_N	= 0,4995	(Tabel 3.47)
S_N	= 0,9676	(Tabel 3.48)
Rata-rata curah hujan (\bar{x})	= 123,2 mm	

- Menentukan nilai Y_T

$$y_T = - \left[\ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

$$y_T = - \left[\ln \left(\ln \frac{20}{20-1} \right) \right]$$

$$y_T = 2,97$$

- Menentukan nilai K_T

$$K_T = \frac{y_T - y_n}{s_n}$$

$$K_T = \frac{2,97 - 0,4995}{0,9676}$$

$$K_T = 2,55$$

- Menentukan nilai Standar Deviasi

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{\sum_0^N (x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{12656,5}{11-1}}$$

$$\sigma_{N-1} = 35,56$$

- Menentukan R_{20}

$$R_{20} = \bar{x} + (K_T \times \sigma_{N-1})$$

$$R_{20} = 123,2 + (2,55 \times 35,56)$$

$$R_{20} = 214,03 \text{ mm}$$

7.4 Analisa Hidrologi

Untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana maka dilakukan analisa hidrologi. Parameter yang dapat digunakan dalam analisa hidrologi ini adalah sebagai berikut.

- Keliling basah saluran (P)
- Luas penampang basah (A)
- Kemiringan saluran melintang (i)
- Perhitungan debit hidrolika (Qhidrolika)

Dibawah ini adalah contoh perhitungan debit aliran dengan analisis hidrolika pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana : STA 0+000 sampai dengan STA 1+049.

Data perancangan

Tipe jalan	= 4/2 D
g	= 0.62%
Sjalan	= 2%
Sbahu dalam	= 2%
Sbahu luar	= 4%
Slereng	= 50%
Wjalan	= 7,5 m (2 arah) = 3,75 (per lajur)
Wbahu dalam	= 1,5 m
Wbahu luar	= 3,5 m
Wlereng	= 26,355 m
Lsaluran	= 1049 m
Vijin	= 1,5 m/s (beton)

a. Perhitungan waku konsentrasi (t_0 jalan)

- Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$X_{\text{jalan}} = \frac{g \times W}{s} = \frac{0,62\% \times 7,5}{2\%} = 2,325 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{7,5^2 + 2,325^2} = 7,852 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 2,325 \times 0,62\% = 0,0144$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 7,5 \times 2\% = 0,15$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0144 + 0,15 = 0,1644$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,1644}{7,852} = 0,0209$$

- Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0 jalan)

$$n_d = 0,013 \text{ (Beton)}$$

$$t_0 \text{ jalan} = 1,44 \times \left(L \times \frac{n_d}{i} \right)^{0,467}$$

$$t_0 \text{ jalan} = 1,44 \times \left(7,852 \times \frac{0,013}{0,0209} \right)^{0,467}$$

$$t_0 \text{ jalan} = 1,223 \text{ menit} = 0,020 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan t_0 jalan yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.4.

b. Perhitungan waku konsentrasi (t_0 bahu dalam)

- Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$X_{\text{bahu dalam}} = \frac{g \times W}{s} = \frac{0,62\% \times 1,5}{2\%} = 0,465 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{1,5^2 + 0,465^2} = 1,570 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,465 \times 0,62\% = 0,0029$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 1,5 \times 2\% = 0,03$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0029 + 0,03 = 0,0329$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,0329}{1,570} = 0,0209$$

- Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0)
 $n_d = 0,013$ (Beton)
 t_0 bahu dalam = $1,44 \times \left(L \times \frac{n_d}{i} \right)^{0,467}$
 t_0 bahu dalam = $1,44 \times \left(1,570 \times \frac{0,013}{0,0209} \right)^{0,467}$
 t_0 bahu dalam = 0,577 menit = 0,01 jam

Untuk perhitungan t_0 bahu dalam yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.5.

- c. Perhitungan waktu konsentrasi (t_0 bahu luar)
- Menghitung jarak aliran memanjang (X)
 $X_{\text{bahu dalam}} = \frac{g \times W}{s} = \frac{0,62\% \times 3,5}{2\%} = 1,085 \text{ m}$
 - Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)
 $L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{3,5^2 + 1,085^2} = 3,664 \text{ m}$
 - Menghitung kemiringan aliran (i)
 $\Delta h_g = X \cdot g = 1,085 \times 0,62\% = 0,0067$
 $\Delta h_s = W \cdot s = 3,5 \times 2\% = 0,07$
 $\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0067 + 0,07 = 0,0767$
 $i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,0767}{3,664} = 0,0209$
 - Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0)
 $n_d = 0,013$ (Beton)
 t_0 bahu luar = $1,44 \times \left(L \times \frac{n_d}{i} \right)^{0,467}$
 t_0 bahu luar = $1,44 \times \left(3,664 \times \frac{0,013}{0,0209} \right)^{0,467}$
 t_0 bahu luar = 0,857 menit = 0,014 jam

Untuk perhitungan t_0 bahu luar yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.6.

d. Perhitungan waku konsentrasi (t_0 lereng)

- Menentukan lebar lereng (W)

$$\text{Tinggi lereng (h)} = 4,99 \text{ m}$$

$$W \text{ lereng} = h \text{ lereng} \times 2 = 4,99 \times 2 = 9,98 \text{ m}$$

- Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$X_{\text{lereng}} = \frac{g \times W}{s} = \frac{0,62\% \times 9,98}{50\%} = 0,124 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{9,98^2 + 0,124^2} = 9,981 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,124 \times 0,62\% = 0,0008$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 9,98 \times 50\% = 4,99$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0008 + 4,99 = 4,9908$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{4,9908}{9,983} = 0,5000$$

- Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0)

$$n_d = 0,2 \text{ (Tanah)}$$

$$t_0 \text{ lereng} = 1,44 \times \left(L \times \frac{n_d}{i} \right)^{0,467}$$

$$t_0 \text{ lereng} = 1,44 \times \left(9,981 \times \frac{0,2}{0,5000} \right)^{0,467}$$

$$t_0 \text{ lereng} = 2,338 \text{ menit} = 0,039 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan t_0 lereng yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.7, Tabel 7.8, dan Tabel 7.9.

e. Menentukan t_0 pakai

$$t_0 \text{ jalan} = t_0 \text{ bahu dalam} + t_0 \text{ badan jalan} + t_0 \text{ bahu luar} \\ = 0,010 + 0,020 + 0,014 = 0,044 \text{ jam}$$

$$t_0 \text{ lereng} = 0,039 \text{ jam}$$

Dari t_0 jalan dan t_0 lereng dipilih yang terbesar, karena t_0 lereng $<$ t_0 jalan

maka,

$$t_0 \text{ pakai} = t_0 \text{ jalan} = 0,044 \text{ jam}$$

- f. Menghitung waktu pengaliran di saluran (tf)

$$t_f = \frac{L_{\text{saluran}}}{60 \times V} = \frac{1099}{60 \times 0,5} = 0,611 \text{ jam}$$

- g. Menghitung waktu konsentrasi (tc)

$$t_c = t_0 + t_f = 0,044 + 0,611 = 0,655 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan t_0 pakai, t_f dan t_c yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.10.

- h. Menghitung intensitas hujan (I) Rumus Mononobe

$$I_{20} = \frac{R_{20}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_{20} = \frac{214,03}{24} \left(\frac{24}{0,655} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_{20} = 98,397 \text{ mm/jam}$$

- i. Menghitung Koefisien Perngaliran (Cgabungan)

$$\text{Abahu dalam} = 1,5 \times 1099 = 0,0016 \text{ km}^2$$

$$\text{Abadan jalan} = 7,5 \times 1099 = 0,0082 \text{ km}^2$$

$$\text{Abahu luar} = 3,5 \times 1099 = 0,0038 \text{ km}^2$$

$$\text{Alereng} = 9,98 \times 1099 = 0,0110 \text{ km}^2$$

$$\text{Cbahu dalam} = \text{Cbadan jalan} = \text{Cbahu luar} = 0,80 \text{ (Beton)}$$

$$\text{Clereng} = 0,30 \text{ (Tanah Berat, Curam >7\%)}$$

$$\text{Fk} = 0,30$$

- Cgabungan =

$$\frac{\text{Cbdlm} \times \text{Abdlm} + \text{Cbdljn} \times \text{Abdljn} + \text{Cbluar} \times \text{Abluar} + \text{Clereng} \times \text{Alereng} \times \text{Fk}}{\text{Abdlm} + \text{Abdljn} + \text{Abluar} + \text{Alereng}}$$

$$\text{Cgabungan} =$$

$$\frac{0,80 \times 0,0016 + 0,80 \times 0,0082 + 0,80 \times 0,0038 + 0,30 \times 0,0110 \times 0,3}{0,0016 + 0,0082 + 0,0038 + 0,0110}$$

$$\text{Cgabungan} = 0,4848$$

j. Menghitung debit saluran (Q)

Data perancangan:

$$C_{gabungan} = 0,4848$$

$$I = 98,397 \text{ mm/jam}$$

$$A_{total} = 0,0247 \text{ km}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{hidrologi} &= 0,278 \times C_{gabungan} \times I \times A_{total} \\ &= 0,278 \times 0,4848 \times 98,397 \times 0,0247 \\ &= 0,327 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan $C_{gabungan}$ dan $Q_{hidrologi}$ yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.11.

7.5 Analisa Hidrolika

Dalam analisa hidrolika berikut bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana sesuai dengan umur rencana jalan. Adapun parameter dalam menghitung debit aliran pada saluran, yaitu :

- Keliling basah saluran (P)
- Luas penampang basah (A)
- Kemiringan saluran melintang (i)
- Perhitungan debit hidrolika ($Q_{hidrolika}$)

Dibawah ini adalah contoh perhitungan debit aliran dengan analisis hidrolika pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana : STA 0+000 sampai dengan STA 1+099.

a. Perhitungan luas penampang saluran (A)

Data perancangan:

$$V_{ijin} = 1,50 \text{ m/detik}$$

$$Q_{hidrologi} = 0,327 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Perhitungan dimensi saluran

Data perancangan :

$$B_{rencana} = 0,50 \text{ m}$$

$$H_{air \text{ rencana}} = 0,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{H saluran rencana} &= 0,55 \text{ m} \\
 \text{Tinggi jagaan (w)} &= \sqrt{0,55 \times h \text{ air}} \\
 &= \sqrt{0,55 \times 0,22} \\
 &= 0,33 \text{ m} \\
 \text{Asaluran} &= (b + h \text{ air} \cdot h \text{ saluran}) \cdot h \text{ saluran} \\
 &= (0,50 + 0,22 \cdot 0,55) \cdot 0,55 \\
 &= 0,305 \text{ m}^2 \\
 \text{Keliling basah (P)} &= b + 2h \text{ saluran} \cdot \sqrt{1 + h \text{ air}^2} \\
 &= 0,50 + 2 \times 0,55 \cdot \sqrt{1 + 0,22^2} \\
 &= 1,558 \text{ m} \\
 \text{Jari jari hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} = \frac{0,305}{1,558} = 0,195 \text{ m} \\
 \text{I rencana} &= 0,002 \\
 \text{V hidrolika} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,014} \times 0,195^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \\
 &= 1,076 \text{ m/s} \\
 \text{c. Kontrol kecepatan aliran (v)} & \\
 \text{V hidrolika} &< \text{V ijin} \\
 1,076 \text{ m/detik} &< 1,50 \text{ m/detik (OK)} \\
 \text{d. Kontrol debit (Q)} & \\
 \text{Q hidrolika} &= \text{V hidrolika} \times \text{A saluran} \\
 &= 1,076 \times 0,305 = 0,328 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Q hidrologi} &\leq \text{Q hidrolika} \\
 0,327 \text{ m}^3/\text{detik} &\leq 0,328 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Q hidrolika} - \text{Q hidrologi} &= 0,328 - 0,327 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0 \text{ m}^3/\text{detik} < 4\% \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan analisa hidrolika dan kontrol yang lain dapat dilihat pada Tabel 7.12, Tabel 7.13 dan Tabel 7.14..

Tabel 7. 4 Rekapitulasi Perhitungan t_0 Jalan

STA			Jalan								
			Panjang	g jalan	X	L aliran	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 jalan (jam)
0+000	-	1+099	1099	0.0062	2.325	7.852	0.0144	0.15	0.1644	0.0209	0.020
1+099	-	2+142	1043	0.0081	3.038	8.092	0.0246	0.15	0.1746	0.0216	0.021
2+142	-	3+150	1008	0.0104	3.900	8.453	0.0406	0.15	0.1906	0.0225	0.021
3+150	-	6+190	3040	0.0042	1.575	7.664	0.0066	0.15	0.1566	0.0204	0.020
6+190		7+419	1228	0.0062	2.325	7.852	0.0144	0.15	0.1644	0.0209	0.020
7+419	-	8+791	1373	0.0120	4.500	8.746	0.0540	0.15	0.2040	0.0233	0.021
8+791	-	11+180	2389	0.0035	1.313	7.614	0.0046	0.15	0.1546	0.0203	0.020
11+180	-	12+060	880	0.0018	0.675	7.530	0.0012	0.15	0.1512	0.0201	0.020

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7.5 Rekapitulasi Perhitungan t_0 Bahu Dalam

STA		Bahu Dalam								
		Panjang	g bahu	X	L aliran	Δhg	Δhs	Δh	i	t_0 Bahu Dalam (jam)
0+000	- 1+099	1099	0.0062	0.465	1.570	0.0029	0.03	0.0329	0.0209	0.010
1+099	- 2+142	1043	0.0081	0.608	1.618	0.0049	0.03	0.0349	0.0216	0.010
2+142	- 3+150	1008	0.0104	0.780	1.691	0.0081	0.03	0.0381	0.0225	0.010
3+150	- 6+190	3040	0.0042	0.315	1.533	0.0013	0.03	0.0313	0.0204	0.010
6+190	7+419	1228	0.0062	0.465	1.570	0.0029	0.03	0.0329	0.0209	0.010
7+419	- 8+791	1373	0.0120	0.900	1.749	0.0108	0.03	0.0408	0.0233	0.010
8+791	- 11+180	2389	0.0035	0.263	1.523	0.0009	0.03	0.0309	0.0203	0.010
11+180	- 12+060	880	0.0018	0.135	1.506	0.0002	0.03	0.0302	0.0201	0.010

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 6 Rekapitulasi Perhitungan t_0 Bahu Luar

STA			Bahu Luar								
			Panjang	g bahu	X	L aliran	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 jalan (jam)
0+000	-	1+099	1099	0.0062	1.085	3.664	0.0067	0.07	0.0767	0.0209	0.014
1+099	-	2+142	1043	0.0081	1.418	3.776	0.0115	0.07	0.0815	0.0216	0.014
2+142	-	3+150	1008	0.0104	1.820	3.945	0.0189	0.07	0.0889	0.0225	0.015
3+150	-	6+190	3040	0.0042	0.735	3.576	0.0031	0.07	0.0731	0.0204	0.014
6+190	-	7+419	1228	0.0062	1.085	3.664	0.0067	0.07	0.0767	0.0209	0.014
7+419	-	8+791	1373	0.0120	2.100	4.082	0.0252	0.07	0.0952	0.0233	0.015
8+791	-	11+180	2389	0.0035	0.613	3.553	0.0021	0.07	0.0721	0.0203	0.014
11+180	-	12+060	880	0.0018	0.315	3.514	0.0006	0.07	0.0706	0.0201	0.014

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 7 Rekapitulasi Perhitungan t_0 Lereng

STA			Lereng				
			Panjang	g jalan	h lereng	w lereng	X
0+000	-	1+099	1099	0.0062	4.99	9.98	0.124
1+099	-	2+142	1043	0.0081	8.97	17.94	0.291
2+142	-	3+150	1008	0.0104	8.944	17.888	0.372
3+150	-	6+190	3040	0.0042	7.033	14.066	0.118
6+190		7+419	1228	0.0062	5.56	11.12	0.138
7+419	-	8+791	1373	0.0120	8.762	17.524	0.421
8+791	-	11+180	2389	0.0035	11.745	23.49	0.164
11+180	-	12+060	880	0.0018	4.75	9.5	0.034

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 8 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan t_0 Lereng

STA			Lereng					
			L aliran	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 lereng (jam)
0+000	-	1+099	9.981	0.0008	4.99	4.9908	0.5000	0.0390
1+099	-	2+142	17.942	0.0024	8.97	8.9724	0.5001	0.0512
2+142	-	3+150	17.892	0.0039	8.944	8.9479	0.5001	0.0512
3+150	-	6+190	14.066	0.0005	7.033	7.0335	0.5000	0.0457

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 9 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan t_0 Lereng

STA			Lereng					
			L aliran	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 lereng (jam)
6+190		7+419	11.121	0.0009	5.56	5.5609	0.5000	0.0410
7+419	-	8+791	17.529	0.0050	8.762	8.7670	0.5001	0.0507
8+791	-	11+180	23.491	0.0006	11.745	11.7456	0.5000	0.0581
11+180	-	12+060	9.500	0.0001	4.75	4.7501	0.5000	0.0381

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 10 Rekapitulasi Perhitungan t_c

STA			Panjang	t0 pakai						tf	tc
				t0 Jalan	t0 bahu dalam	t0 bahu luar	t0 jalan tol	t0 lereng	t0 pakai		
0+000	-	1+099	1099	0.020	0.010	0.014	0.044	0.039	0.044	0.611	0.655
1+099	-	2+142	1043	0.021	0.010	0.014	0.045	0.051	0.051	0.579	0.631
2+142	-	3+150	1008	0.021	0.010	0.015	0.045	0.051	0.051	0.560	0.611
3+150	-	6+190	3040	0.020	0.010	0.014	0.044	0.046	0.046	1.689	1.735
6+190		7+419	1228	0.020	0.010	0.014	0.044	0.041	0.044	0.682	0.727
7+419	-	8+791	1373	0.021	0.010	0.015	0.045	0.051	0.051	0.763	0.813
8+791	-	11+180	2389	0.020	0.010	0.014	0.044	0.058	0.058	1.327	1.385
11+180	-	12+060	880	0.020	0.010	0.014	0.044	0.038	0.044	0.489	0.533

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 11 Rekapitulasi Perhitungan Q hidrologi

STA			Luas Area				C gab	I	Q hidrologi
			A Jalan	A b.dalam	A b.luar	A lereng			
0+000	-	1+099	0.0082	0.0016	0.0038	0.0110	0.4848	98.397	0.327
1+099	-	2+142	0.0078	0.0016	0.0037	0.0187	0.3816	100.894	0.340
2+142	-	3+150	0.0076	0.0015	0.0035	0.0180	0.3821	103.030	0.335
3+150	-	6+190	0.0228	0.0046	0.0106	0.0428	0.4241	51.394	0.489
6+190	-	7+419	0.0092	0.0018	0.0043	0.0137	0.4657	91.799	0.345
7+419	-	8+791	0.0103	0.0021	0.0048	0.0241	0.3856	85.166	0.376
8+791	-	11+180	0.0179	0.0036	0.0084	0.0561	0.3366	59.715	0.480
11+180	-	12+060	0.0066	0.0013	0.0031	0.0084	0.4934	112.890	0.300

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 12 Rekapitulasi Perhitungan Q Hidrolika

STA		Q hidrologi	n	B	H air	W	B pakai	H SALURAN
				(m)	(m)	RENCANA	(m)	
0+000	- 1+099	0.327	0.014	0.44	0.22	0.33	0.50	0.5
1+099	- 2+142	0.340	0.014	0.44	0.22	0.33	0.50	0.6
2+142	- 3+150	0.335	0.014	0.44	0.22	0.33	0.50	0.6
3+150	- 6+190	0.489	0.014	0.51	0.26	0.36	0.60	0.6
6+190	- 7+419	0.345	0.014	0.44	0.22	0.33	0.50	0.6
7+419	- 8+791	0.376	0.014	0.46	0.23	0.34	0.50	0.6
8+791	- 11+180	0.480	0.014	0.51	0.25	0.36	0.60	0.6
11+180	- 12+060	0.300	0.014	0.42	0.21	0.32	0.50	0.5

(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 13 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Q Hidrolika

STA		A	P	R	L SALURAN	i Rencana	v	v ijin	KET.	
		(m ²)	(m)	(m)	(m)	Saluran	(m/s)	(m/s)		
0+000	-	1+099	0.305	1.558	0.195	1099	0.002	1.076	1.500	OK
1+099	-	2+142	0.313	1.577	0.198	1043	0.002	1.087	1.500	OK
2+142	-	3+150	0.310	1.570	0.197	1008	0.002	1.083	1.500	OK
3+150	-	6+190	0.408	1.774	0.230	3040	0.002	1.199	1.500	OK
6+190	-	7+419	0.316	1.584	0.200	1228	0.002	1.091	1.500	OK
7+419	-	8+791	0.337	1.629	0.207	1373	0.002	1.117	1.500	OK
8+791	-	11+180	0.403	1.763	0.228	2389	0.002	1.193	1.500	OK
11+180	-	12+060	0.286	1.515	0.189	880	0.002	1.050	1.500	OK

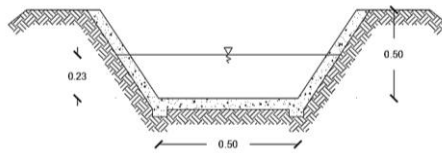
(Sumber : Analisa Perhitungan)

Tabel 7. 14 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Q Hidrolika

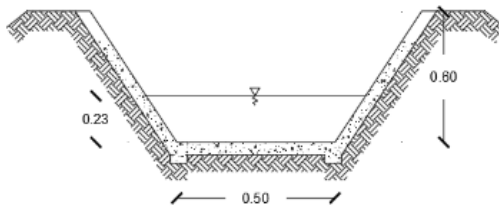
STA			Q HIDROLOGI	Q HIDROLIKA	ΔQ (m ³ /s)	KET.
0+000	-	1+099	0.327	0.328	0.00	OK
1+099	-	2+142	0.340	0.340	0.00	OK
2+142	-	3+150	0.335	0.335	0.00	OK
3+150	-	6+190	0.489	0.489	0.00	OK
6+190	-	7+419	0.345	0.345	0.00	OK
7+419	-	8+791	0.376	0.376	0.00	OK
8+791	-	11+180	0.480	0.480	0.00	OK
11+180	-	12+060	0.300	0.300	0.00	OK

(Sumber : Analisa Perhitungan)

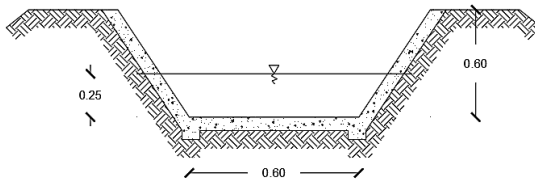
Penampang saluran yang direncanakan terdiri dari 3 tipe penampang mempertimbangkan pada pelaksanaan saat dilapangan. Desain penampang saluran dapat dilihat pada Gambar 7.1 Gambar 7.2, dan Gambar 7.3, Gambar 7.4 dan Gambar 7.5.



Gambar 7.1 Saluran Drainase Tipe 1



Gambar 7.2 Saluran Drainase Tipe 2



Gambar 7.3 Saluran Drainase Tipe 3

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VIII

KESIMPULAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Geometrik Jalan

Pada Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 4 buah tikungan *Spiral-Circle- Spiral* (SCS) dan lengkung vertikal PV sebanyak 7 buah.

2. Geometrik Ramp

a. Ramp Palembang – Tanjung Api Api

Pada Ramp Palembang – Tanjung Api Api didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 2 buah tikungan *Spiral-Circle- Spiral* (SCS) dan lengkung vertikal PV sebanyak 2 buah.

b. Ramp Tanjung Api Api – Palembang

Pada Ramp Tanjung Api Api – Palembang didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 4 buah tikungan *Spiral-Circle- Spiral* (SCS) dan lengkung vertikal PV sebanyak 5 buah.

c. Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

Pada Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 3 buah tikungan *Spiral-Circle- Spiral* (SCS) dan lengkung vertikal PV sebanyak 4 buah.

d. Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

Pada Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 2 buah tikungan *Spiral-Circle- Spiral* (SCS) dan lengkung vertikal PV sebanyak 2 buah.

3. Perkerasan Jalan

Perkerasan kaku di desain menggunakan Rigid Pavement yang didesain menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 meliputi perkerasan pada badan jalan dan bahu jalan. Berdasarkan Subbab 6.7 didapatkan tebal perkerasan sebagai berikut :

Tebal pelat beton = 315 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

4. Saluran Drainase

Saluran drainase dirancang menggunakan saluran tipe *u-ditch* berbentuk trapesium. Didapatkan 3 tipe saluran sebagai berikut:

Tipe 1 ; B = 500 mm ; H = 500 mm

Tipe 2 ; B = 500 mm ; H = 600 mm

Tipe 3 ; B = 600 mm ; H = 600 mm

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *SNI 03-3424-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *RSNI T-14-2004 tentang Geometrik Jalan Perkotaan*. Jakarta
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Provinsi Sumatera Selatan. 2015. *Seri Analisis Pembangunan Wilayah Provinsi Sumatera Selatan*. Palembang
- Badan Pusat Statistika Kota Palembang. 2018. *Kota Palembang Dalam Angka 2018*. Pada : <https://palembangkota.bps.go.id/publication/2018/08/16/b3fad0b55076a742da4af61b/kota-palembang-dalam-angka-2018.html> (Tanggal akses : 10 Oktober 2019)
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tentang Kapasitas Jalan Bebas Hambatan*. Bandung : Direktur Jenderal Bina Marga
- Direktorat Jendral Bina Marga.2009. *No.007/BM/2009 tentang Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga

- Maman, Intanius. 2019. *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Medan-Binjai Seksi I Menggunakan Perkerasan Kaku*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Surabaya: ITS
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah*. Jakarta: Presidenn Republik Indonesia
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia dan Presiden Republik Indonesia
- Pemerintah Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2017 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional*. Jakarta: Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia dan Presiden Republik Indonesia
- Portland Cement Association. 1975. *Special Concretes and Concrete Products*. New York
- Sidhiq, Sham. 2018. *Perancangan Ramp dan Simpang Susun Jalan Tol (Studi Kasus: Jalan Sentolo-Pengasih Kabupaten Kulon Progo)*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Yogyakarta : UGM
- Tamin, O, Z. 2000, *Perencanaan dan Permodelan Transportasi Edisi Kedua*. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Wicaksono, Muhammad. 2016. *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Pandaan-Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur* . Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Surabaya: ITS
- Yoder & Witczak. 1975. *Principles of Pavement Design*. Canada

BIODATA PENULIS



Doni Rivaldi Mahardhika,
Penulis dilahirkan di Lamongan, 5 Agustus 1998. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 33 Pangkalpinang tahun 2004, SMP Negeri 1 Pangkalpinang tahun 2010, dan SMA Negeri 1 Pangkalpinang tahun 2013. Pada tahun 2016, penulis diterima di Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar dengan NRP 03111640000172. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan. Pada tahun pertama, penulis pernah mengikuti kegiatan UKM ITS Basketball. Pada tahun kedua, penulis bergabung kedalam Tim Volly Jurusan Teknik Sipil dan Tim Volly FTSP. Pada tahun ketiga, penulis tetap aktif dalam Tim Volly FTSP, penulis juga pernah mengikuti perlombaan bola volly dalam rangka Dies Natalis ITS ke 58 dan mendapatkan juara ke-3 untuk Tim Volly Putra. Pada Tahun keempat, penulis pernah mengikuti lomba ketekniksipilan dan berhasil menjadi Finalis Lomba Rancang Rangka Atap Nasional 2019 yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Bali. Penulis juga fokus dalam pengerjaan Tugas Akhir bidang Perhubungan dengan judul Tugas Akhir “PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN DAN INTERCHANGE JALAN TOL TANJUNG API API – TANJUNG CARAT MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU”.

Penulis dapat dihubungi melalui :
e-mail : do.rivaldi00@gmail.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH									
1	XSTART		Titik koordinat X awal	481973.84	483615.40	485327.87	485876.07	485252.35	485260.24
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	9736423.33	9737645.12	9740908.65	9743726.02	9745571.02	9747419.81
3	XFINISH		Titik koordinat X akhir	483615.40	485327.87	485876.07	485252.35	485260.24	
4	YFINISH		Titik koordinat Y akhir	9737645.12	9740908.65	9743726.02	9745571.02	9747419.81	
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	1641.56	1712.47	548.20	-623.72	7.89	
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	1221.79	3263.54	2817.37	1845.00	1848.79	
7	L (Panjang)	m	Panjang Jalan	2046.33	3685.54	2870.21	1947.58	1848.81	12398.47
8	Kuadran			Kuadran 1	Kuadran 1	Kuadran 1	Kuadran 4	Kuadran 1	
9	Azimuth (β)	$^{\circ}$	Sudut Azimuth	53.34	27.69	11.01	341.32	0.24	
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	Perbedaan Sudut Azimuth		25.65	16.68	29.69	18.92	
11	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	CEK AutoCAD Civil 3D		19.68	16.68	29.69	18.92	

Lampiran 2 Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R_0)

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
PERHITUNGAN RMIN									
12	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		120	120	120	120	
13	eMAX	%	Superelevasi Maksimum		10%	10%	10%	10%	
14	eNORMAL	%	Superelevasi Normal		2%	2%	2%	2%	
15	fMAX		Koefisien Gesek maksimum		0.09	0.09	0.09	0.09	
16	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum		597	597	597	597	
17	R_0	m	jari-jari tikungan rencana		1000	1000	1000	1000	

Lampiran 3 Perhitungan Lengkung Peralihan (Ls)

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
RENCANA LENKUNG PERALIHAN									
18	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan		2	2	2	2	
19	Re	m/m/s	Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		0.025	0.025	0.025	0.025	
20	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial		1.2	1.2	1.2	1.2	
21	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu melintas		66.67	66.67	66.67	66.67	
22	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal		12.30	12.30	12.30	12.30	
23	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		106.67	106.67	106.67	106.67	
24	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif		100.47	100.47	100.47	100.47	
25	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		106.67	106.67	106.67	106.67	
26	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		160	160	160	160	

Lampiran 4 Perhitungan Superelevasi (e)

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)									
27	Vr	km/jam	Kecepatan aktual		96	96	96	96	
28	D	°	Derajat Lengkung		1.432	1.432	1.432	1.432	
29	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum		2.400	2.400	2.400	2.400	
30	(e+f)				0.1134	0.1134	0.1134	0.1134	
31	Dp		Derajat Lengkung p		1.9739	1.9739	1.9739	1.9739	
32	h				0.0563	0.0563	0.0563	0.0563	
33	tan α1				0.028	0.028	0.028	0.028	
34	tan α2				0.079	0.079	0.079	0.079	
35	Mo				0.009	0.009	0.009	0.009	
36	f(D)		Dp>D (f1) atau Dp<D (f2)		0.045	0.045	0.045	0.045	
37	e		Superelevasi		6.79%	6.79%	6.79%	6.79%	

Lampiran 5 Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
TIKUNGAN RENCANA									
38			Cek Tipe Lengkung		0.0679	0.0679	0.0679	0.0679	
39			Tipe Lengkung Horizontal Rencana		SCS/SS	SCS/SS	SCS/SS	SCS/SS	
PARAMETER LENGKUNG HORIZONTAL									
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>									
40	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen		143.616	143.616	143.616	143.616	
41	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen		4.267	4.267	4.267	4.267	
42	Θ_s	°	Sudut Lengkung Spiral		4.582	4.582	4.582	4.582	
43	Δ_c	°	Sudut Lingkaran		16.489	7.513	20.526	9.759	
44	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral		1.071	1.071	1.071	1.071	
45	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral		80.117	80.117	80.117	80.117	
46	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST		308.041	226.838	345.445	246.946	
47	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran		26.69	11.77	35.64	14.88	
48	Es	m	CEK AutoCAD Civil 3D		26.69	11.77	35.64	14.88	
49	Lc	m	Panjang busur lingkaran		287.79	131.12	358.24	170.33	
50	Lc	m	CEK AutoCAD Civil 3D		287.79	131.12	358.24	170.33	
51	Ltot	m	Panjang total		607.792	451.120	678.239	490.331	

Lampiran 6 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Horizontal

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
STASIONING TITIK PARAMETER									
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>									
52	Sta. TS				1+426	5+185	7+934	9+968	
53	Sta. SC				1+586	5+345	8+094	10+128	
54	Sta. Mid				1+730	5+410	8+273	10+213	
55	Sta. CS				1+874	5+476	8+452	10+298	
56	Sta. ST				2+034	5+636	8+612	10+458	

Lampiran 7 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping Tikungan dan Pelebaran Jalur Tikungan

JALAN TOL TANJUNG CARAT									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
DATA PERENCANAAN									
57	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		120	120	120	120	
58	R	m	Jari-jari tikungan		1000	1000	1000	1000	
59	Ss	m	Jarak pandang henti		250	250	250	250	
60	Lc	m	Panjang tikungan		287.79	131.12	358.24	170.33	
			$Ss < Lc$		OK	NOT OK	OK	NOT OK	
			$Ss > Lc$		NOT OK	OK	NOT OK	OK	
DAERAH BEBAS SAMPING									
61	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam		998.20	998.20	998.20	998.20	
62	M	m	Daerah bebas samping (jika $Ss < Lc$)		7.82	7.82	7.82	7.82	
63	M	m	Daerah bebas samping (jika $Ss > Lc$)		7.64	6.05	6.37	7.03	
64	M pakai	m	Daerah bebas samping pakai		7.82	6.05	7.82	7.03	
PELEBARAN JALUR TIKUNGAN									
65	Wc	m	Lebar jalan pada tikungan		7.49	7.49	7.49	7.49	
66	Wn	m	Lebar jalan pada jalan lurus		7.20	7.20	7.20	7.20	
67	W	m	Pelebaran jalan pada tikungan		0.29	0.29	0.29	0.29	

Lampiran 9 Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal

JALAN TOL TANJUNG CARAT										
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5	PV 6	PV 7
PERHITUNGAN PANJANG LENGKUNG										
<i>Lengkung Vertikal Cembung</i>										
10	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	192.819	159.574	142.477	111.132	172.872	147.226	50.342
11	Ss < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	175.862	108.333	61.333	-62.393	138.462	75.484	-741.509
13	Ss > L			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<i>Lengkung Vertikal Cekung</i>										
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	127.513	105.528	94.221	73.492	114.322	97.362	33.291
15	Ss < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	9.852	-92.262	-163.333	-350.427	-46.703	-141.935	-1377.358
17	Ss > L			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<i>Kontrol</i>										
18	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Dari Perhitungan	9.852	108.333	-163.333	-62.393	-46.703	75.484	-1377.358
19	Lmin	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000
20	L	m	Panjang Lengkung Vertikal Berdasarkan Faktor Kenyamanan	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
PANJANG LENGKUNG VERTIKAL SESUNGGUHNYA										
21	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	100.000	109.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

Lampiran 10 Perhitungan Stasioning dan Elevasi Parameter Lengkung Vertikal

JALAN TOL TANJUNG CARAT										
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5	PV 6	PV 7
STASIONING										
22	PLV		Peralihan Lengkung Vertikal	1+049	2+070	3+100	6+140	7+369	8+741	11+130
23	PVI		Pusat Perpotongan Vertikal	1+099	2+142	3+150	6+190	7+419	8+791	11+180
24	PTV		Peralihan Tangen Vertikal	1+149	2+215	3+200	6+240	7+469	8+841	11+230
ELEVASI										
25	PLV		Peralihan Lengkung Vertikal	+4.55	+12.14	+2.77	+14.80	+7.72	+23.32	+15.66
26	PVI		Pusat Perpotongan Vertikal	+4.24	+12.73	+2.25	+15.01	+7.41	+23.92	+15.48
27	PTV		Peralihan Tangen Vertikal	+4.65	+11.98	+2.46	+14.70	+8.01	+23.75	+15.57

Lampiran 11 Perhitungan Sudut Azimuth Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH							
1	XSTART		Titik koordinat X awal	481758.59	481868.09	481814.12	481030.32
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	9736011.10	9736238.93	9736539.25	9736933.46
3	XFINISH		Titik koordinat X akhir	481868.09	481814.12	481030.32	
4	YFINISH		Titik koordinat Y akhir	9736238.93	9736539.25	9736933.46	
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	109.49	-53.96	-783.81	
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	227.82	300.32	394.21	
7	L (Panjang)	m	Panjang Jalan	252.77	305.13	877.36	1435.25
8	Kuadran			Kuadran 1	Kuadran 4	Kuadran 4	
9	Azimuth (β)	$^{\circ}$	Sudut Azimuth	25.67	349.81	296.70	
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	Perbedaan Sudut Azimuth		35.86	53.11	
11	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	CEK AutoCAD Civil 3D		35.86	53.11	

Lampiran 12 Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R_0) Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
PERHITUNGAN RMIN							
12	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		80	60	
13	eMAX	%	Superelevasi Maksimum		10%	10%	
14	eNORMAL	%	Superelevasi Normal		2%	2%	
15	fMAX		Koefisien Gesek maksimum		0.14	0.165	
16	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum		210	107	
17	Ro	m	jari-jari tikungan rencana		300	200	

Lampiran 13 Perhitungan Lengkung Peralihan (L_s) Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
RENCANA LENGKUNG PERALIHAN							
18	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan		2	2	
19	Re	m/m/s	Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		0.025	0.025	
20	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial		1.2	1.2	
21	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu melintas		44	33	
22	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal		30	19	
23	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		71	53	
24	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif		0	87	
25	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		71	87	
26	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		107	131	

Lampiran 14 Perhitungan Superelevasi (e) Ramp Palembang Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)							
27	Vr	km/jam	Kecepatan aktual		Tidak Diperhitungkan	48	
28	D	°	Derajat Lengkung			7.162	
29	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum			13.391	
30	(e+f)					0.1417	
31	Dp		Derajat Lengkung p			7.8956	
32	h					0.0563	
33	tan α1					0.007	
34	tan α2					0.020	
35	Mo					0.021	
36	f(D)		Dp>D (f1) atau Dp<D (f2)			0.068	
37	e		Superelevasi			7.38%	

Lampiran 15 Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
TIKUNGAN RENCANA							
38			Cek Tipe Lengkung		0	0.0738	
39			Tipe Lengkung Horizontal Rencana		SCS/SS	SCS/SS	
PARAMETER LENGKUNG HORIZONTAL							
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>							
40	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen		64.008	50.946	
41	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen		2.809	6.362	
42	Θ_s	°	Sudut Lengkung Spiral		10.182	18.766	
43	Δ_c	°	Sudut Lingkaran		15.493	15.581	
44	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral		1.597	3.683	
45	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral		53.632	66.714	
46	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST		151.209	168.518	
47	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran		16.99	27.71	
48	Es	m	CEK AutoCAD Civil 3D		16.99	25.10	
49	Lc	m	Panjang busur lingkaran		81.12	54.39	
50	Lc	m	CEK AutoCAD Civil 3D		81.12	105.43	
51	Ltot	m	Panjang total		294.453	316.520	

Lampiran 16 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Horizontal Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
STASIONING TITIK PARAMETER							
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)/ Full Circle (F-C)</i>					SCS	SCS	
52	Sta. TS / PC				+102	+410	
53	Sta. SC				+208	+541	
54	Sta. Mid				+249	+568	
55	Sta. CS				+290	+595	
56	Sta. ST / PT				+396	+727	

Lampiran 17 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping Tikungan dan Pelebaran Jalur Tikungan Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
DATA PERENCANAAN							
57	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		60	60	
58	R	m	Jari-jari tikungan		300	200	
59	Ss	m	Jarak pandang henti		85	85	
	Lc	m	Panjang tikungan		81.12	54.39	
			$Ss < Lc$		NOT OK	NOT OK	
			$Ss > Lc$		OK	OK	
DAERAH BEBAS SAMPING							
60	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam		298.20	198.20	
61	M	m	Daerah bebas samping (jika $Ss < Lc$)		3.02	4.54	
62	M	m	Daerah bebas samping (jika $Ss > Lc$)		3.02	3.96	
63	M pakai	m	Daerah bebas samping pakai		3.02	3.96	
PELEBARAN JALUR TIKUNGAN							
64	Wc	m	Lebar jalan pada tikungan		-	-	
65	Wn	m	Lebar jalan pada jalan lurus		-	-	
	W	m	Pelebaran jalan pada tikungan		-	-	

Lampiran 18 Perhitungan Kelandaian Rencana dan Jarak Pandang Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API					
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2
DATA PERENCANAAN					
1	VR	km/jam	Kecepatan Rencana	60.000	60.000
KELANDAIAAN RENCANA					
2	g1	%	gradien 1	0.900%	-0.330%
3	g2	%	gradien 2	-0.330%	-0.490%
4	A	%	Beda gradien	1.230%	0.160%
5	A abs	%		1.230	0.160
6	Tipe Lengkung			Cembung	Cembung
JARAK PANDANG					
7	Ss	m	Jarak Pandang Henti	85.000	85.000
8	h1	m	Tinggi Mata Pengemudi	1.200	1.200
9	h2	m	Tinggi Objek	1.200	1.200

Lampiran 19 Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API					
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2
PERHITUNGAN PANJANG LENGKUNG					
<i>Lengkung Vertikal Cembung</i>					
10	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	13.506	1.757
11	$S_s < L$			NOT OK	NOT OK
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-364.959	-3942.500
13	$S_s > L$			OK	OK
<i>Lengkung Vertikal Cekung</i>					
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	21.286	2.769
15	$S_s < L$			NOT OK	NOT OK
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-169.431	-2439.375
17	$S_s > L$			OK	OK
<i>Kontrol</i>					
18	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Dari Perhitungan	-364.959	-3942.500
19	Lmin	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	36.000	36.000
20	L	m	Koreksi Faktor Kenyamanan	50.000	50.000
PANJANG LENGKUNG VERTIKAL SESUNGUHNYA					
21	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	50.000	50.000

Lampiran 20 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Vertikal Ramp Palembang – Tanjung Api Api

RAMP PALEMBANG - TANJUNG API API					
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2
STASIONING					
22	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+185	1+233
23	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+210	1+258
24	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+235	1+283
ELEVASI					
25	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+9.12	+5.64
26	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+8.90	+5.72
27	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+9.04	+5.52

Lampiran 21 Perhitungan Sudut Azimuth Ramp Tanjung Api Api - Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH									
1	XSTART		Titik koordinat X awal	481037.88	481469.88	481873.64	481966.48	481800.48	481592.00
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	9736948.94	9736739.70	9736590.00	9736296.07	9736046.09	9735636.04
3	XFINISH		Titik koodinat X akhir	481469.88	481873.64	481966.48	481800.48	481592.00	
4	YFINISH		Titik koodinat Y akhir	9736739.70	9736590.00	9736296.07	9736046.09	9735636.04	
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	432.00	403.76	92.84	-166.00	-208.48	
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	-209.24	-149.70	-293.93	-249.98	-410.05	
7	L (Panjang)	m	Panjang Jalan	480.00	430.62	308.24	300.08	460.01	1978.95
8	Kuadran			Kuadran 2	Kuadran 2	Kuadran 2	Kuadran 3	Kuadran 3	
9	Azimuth (β)	$^{\circ}$	Sudut Azimuth	115.84	110.34	162.47	213.59	206.95	
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	Perbedaan Sudut Azimuth		5.50	52.13	51.12	6.64	
11	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	CEK AutoCAD Civil 3D		5.50	52.13	51.12	6.64	

Lampiran 22 Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R_0) Ramp Tanjung Api Api – Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
PERHITUNGAN RMIN									
12	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		80.0	60	60	100.0	
13	eMAX	%	Superelevasi Maksimum		10%	10%	10%	10%	
14	eNORMAL	%	Superelevasi Normal		2%	2%	2%	2%	
15	fMAX		Koefisien Gesek maksimum		0.14	0.165	0.165	0.115	
16	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum		210	107	107	366	
17	Ro	m	jari-jari tikungan rencana		1200	300	200	1200	

Lampiran 23 Perhitungan Lengkung Peralihan (L_s) Ramp Tanjung Api Api – Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
RENCANA LENGKUNG PERALIHAN									
18	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan		2	2	2	2	
19	Re	m/m/s	Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		0.03	0.03	0.03	0.03	
20	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial		1.20	1.20	1.20	1.20	
21	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu melintas		44	33	33	56	
22	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal		8	13	19	15	
23	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		71	53	53	89	
24	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif		0	63	87	0	
25	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		71	63	87	89	
26	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		107	94	131	133	

Lampiran 24 Perhitungan Superelevasi (e) Ramp Tanjung Api Api – Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)									
27	Vr	km/jam	Kecepatan aktual		Tidak Diperhitungkan	48	48	Tidak Diperhitungkan	
28	D	°	Derajat Lengkung			4.775	7.162		
29	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum			13.391	13.391		
30	(e+f)					0.0945	0.1417		
31	Dp		Derajat Lengkung p			7.8956	7.8956		
32	h					0.0563	0.0563		
33	tan α1					0.007	0.007		
34	tan α2					0.020	0.020		
35	Mo					0.021	0.021		
36	f(D)		Dp>D (f1) atau Dp<D (f2)			0.042	0.068		
37	e		Superelevasi		5.30%	7.36%			

Lampiran 25 Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
TIKUNGAN RENCANA									
38			Cek Tipe Lengkung		0	0.0530	0.0736	0	
39			Tipe Lengkung Horizontal Rencana		SCS/SS	SCS/SS	SCS/SS	SCS/SS	
PARAMETER LENGKUNG HORIZONTAL									
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>									
40	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen		70.667	58.400	51.094	87.805	
41	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen		0.702	2.183	6.330	1.097	
42	Θs	°	Sudut Lengkung Spiral		2.545	8.976	18.718	3.182	
43	Δc	°	Sudut Lingkaran		0.409	34.174	13.680	0.273	
44	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral		0.396	1.239	3.664	0.619	
45	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral		53.372	47.227	66.537	66.727	
46	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST		111.031	194.562	163.934	136.336	
47	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran		1.780	35.339	25.755	2.635	
48	Es	m	CEK AutoCAD Civil 3D		1.780	34.950	18.280	2.640	
49	Lc	m	Panjang busur lingkaran		8.568	178.934	47.754	5.711	
50	Lc	m	CEK AutoCAD Civil 3D		8.524	192.962	53.944	5.832	
51	Ltot	m	Panjang total		221.901	367.007	309.214	272.377	

Lampiran 26 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Horizontal Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
STASIONING TITIK PARAMETER									
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)/ Full Circle (F-C)</i>									
52	Sta. TS / PC				+455	+456	+704	1+105	
53	Sta. SC				+562	+550	+835	1+239	
54	Sta. Mid				+566	+640	+859	1+241	
55	Sta. CS				+570	+729	+883	1+244	
56	Sta. ST / PT				+677	+823	1+014	1+378	

Lampiran 27 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FINISH
DATA PERENCANAAN									
57	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		80.0	60.0	60.0	100.0	
58	R	m	Jari-jari tikungan		1200	300	200	1200	
59	Ss	m	Jarak pandang henti		130	85	85	185	
	Lc	m	Panjang tikungan		8.57	178.93	47.75	5.71	
	Ss < Lc				NOT OK	OK	NOT OK	NOT OK	
	Ss > Lc				OK	NOT OK	OK	OK	
DAERAH BEBAS SAMPING									
60	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam		1198.20	298.20	198.20	1198.20	
61	M	m	Daerah bebas samping (jika Ss<Lc)		1.76	3.02	4.54	3.57	
62	M	m	Daerah bebas samping (jika Ss>Lc)		0.22	-0.56	3.67	0.22	
63	M pakai	m	Daerah bebas samping pakai		0.22	3.02	3.67	0.22	

Lampiran 28 Perhitungan Kelandaian Rencana dan Jarak Pandang Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG									
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5	
DATA PERENCANAAN									
1	VR	km/jam	Kecepatan Rencana	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	
KELANDAIAN RENCANA									
2	g1	%	gradien 1	0.700%	2.500%	-1.220%	-2.720%	0.260%	
3	g2	%	gradien 2	2.500%	-1.220%	-2.720%	0.260%	2.020%	
4	A	%	Beda gradien	-1.800%	3.720%	1.500%	-2.980%	-1.760%	
5	A abs	%		1.800	3.720	1.500	2.980	1.760	
6	Tipe Lengkung			Cekung	Cembung	Cembung	Cekung	Cekung	
JARAK PANDANG									
7	Ss	m	Jarak Pandang Henti	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	
8	h1	m	Tinggi Mata Pengemudi	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
9	h2	m	Tinggi Objek	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	

Lampiran 29 Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5
PERHITUNGAN PANJANG LENGKUNG								
<i>Lengkung Vertikal Cembung</i>								
10	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	19.764	40.847	16.470	32.721	19.325
11	Ss < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-195.556	-6.882	-268.667	-50.805	-203.864
13	Ss > L			OK	OK	OK	OK	OK
<i>Lengkung Vertikal Cekung</i>								
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	31.150	64.376	25.958	51.570	30.457
15	Ss < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-61.944	57.769	-108.333	29.899	-67.216
17	Ss > L			OK	OK	OK	OK	OK
<i>Kontrol</i>								
18	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Dari Perhitungan	-61.944	-6.882	-268.667	29.899	-67.216
19	Lmin	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
20	L	m	Panjang Lengkung Vertikal berdasarkan Faktor Kenyamanan	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
PANJANG LENGKUNG VERTIKAL SESUNGUHNYA								
21	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000

Lampiran 30 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Vertikal Ramp Tanjung Api Api – Tol Palembang

RAMP TANJUNG API API - PALEMBANG								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5
STASIONING								
22	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+406	+925	1+075	1+537	1+588
23	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+431	+950	1+100	1+562	1+613
24	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+456	+975	1+125	1+587	1+638
ELEVASI								
25	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+7.95	+20.90	+19.05	+6.49	+6.63
26	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+7.78	+20.28	+19.36	+7.17	+6.57
27	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+8.58	+20.60	+18.37	+6.56	+7.14

Lampiran 31 Perhitungan Sudut Azimuth Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH								
1	XSTART		Titik koordinat X awal	482598.68	482392.44	482166.18	481944.05	481660.90
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	9736877.16	9736718.79	9736490.12	9736491.01	9736629.51
3	XFINISH		Titik koodinat X akhir	482392.44	482166.18	481944.05	481660.90	
4	YFINISH		Titik koodinat Y akhir	9736718.79	9736490.12	9736491.01	9736629.51	
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	-206.24	-226.26	-222.13	-283.16	
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	-158.37	-228.67	0.88	138.50	
7	L (Panjang)	m	Panjang Jalan	260.03	321.69	222.13	315.22	803.84
8	Kuadran			Kuadran 3	Kuadran 3	Kuadran 3	Kuadran 4	
9	Azimuth (β)	$^{\circ}$	Sudut Azimuth	232.48	224.70	269.77	296.06	
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	Perbedaan Sudut Azimuth		7.78	45.08	26.29	
11	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	CEK AutoCAD Civil 3D		5.60	45.08	26.29	

Lampiran 32 Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R_0) Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
PERHITUNGAN RMIN								
12	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		100	60	60	
13	eMAX	%	Superelevasi Maksimum		10%	10%	10%	
14	eNORMAL	%	Superelevasi Normal		2%	2%	2%	
15	fMAX		Koefisien Gesek maksimum		0.115	0.165	0.165	
16	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum		366	107	107	
17	Ro	m	jari-jari tikungan rencana		800	250	300	

Lampiran 33 Perhitungan Lengkung Peralihan Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
RENCANA LENGKUNG PERALIHAN								
18	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan		2	2	2	
19	Re	m/m/s	Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		0.025	0.025	0.025	
20	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial		1.2	1.2	1.2	
21	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu melintas		56	33	33	
22	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal		22	15	13	
23	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		89	53	53	
24	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif		0	73	63	
25	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		89	73	63	
26	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		133	110	94	

Lampiran 34 Perhitungan Superelevasi (e) Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)								
27	Vr	km/jam	Kecepatan aktual			48	48	
28	D	°	Derajat Lengkung			5.730	4.775	
29	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum			13.391	13.391	
30	(e+f)					0.1134	0.0945	
31	Dp		Derajat Lengkung p			7.8956	7.8956	
32	h					0.0563	0.0563	
33	tan α1					0.007	0.007	
34	tan α2					0.020	0.020	
35	Mo					0.021	0.021	
36	f(D)		Dp>D (f1) atau Dp<D (f2)			0.052	0.042	
37	e		Superelevasi			6.18%	5.30%	

Lampiran 35 Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
TIKUNGAN RENCANA								
38			Cek Tipe Lengkung		0	0.0618	0.0530	
39			Tipe Lengkung Horizontal Rencana		SCS/SS	SCS/SS	SCS/SS	
PARAMETER LENGKUNG HORIZONTAL								
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>								
40	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen		86.450	61.678	58.400	
41	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen		1.646	3.562	2.183	
42	Θ_s	°	Sudut Lengkung Spiral		4.773	12.560	8.976	
43	Δc	°	Sudut Lingkaran		-1.763	19.956	8.340	
44	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral		0.930	2.033	1.239	
45	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral		66.770	55.279	47.227	
46	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST		121.246	159.869	117.584	
47	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran		2.78	22.87	9.35	
48	Es	m	CEK AutoCAD Civil 3D		3.06	18.00	6.77	
49	Lc	m	Panjang busur lingkaran		-24.62	87.08	43.67	
50	Lc	m	CEK AutoCAD Civil 3D		2.73	78.20	11.56	
51	Ltot	m	Panjang total		242.046	306.371	231.742	

Lampiran 36 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Horizontal Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
STASIONING TITIK PARAMETER								
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)/ Full Circle (F-C)</i>					<i>SCS</i>	<i>SCS</i>	<i>SCS</i>	
52	Sta. TS / PC				+126	+457	+707	
53	Sta. SC				+259	+567	+802	
54	Sta. Mid				+247	+610	+823	
55	Sta. CS				+234	+654	+845	
56	Sta. ST / PT				+368	+763	+939	

Lampiran 37 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT -TANJUNG API API								
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	FINISH
DATA PERENCANAAN								
57	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		100	60	60	
58	R	m	Jari-jari tikungan		800	250	300	
59	Ss	m	Jarak pandang henti		85	85	85	
	Lc	m	Panjang tikungan		-24.62	87.08	43.67	
			$Ss < Lc$		NOT OK	OK	NOT OK	
			$Ss > Lc$		OK	NOT OK	OK	
DAERAH BEBAS SAMPING								
60	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam		798.20	248.20	298.20	
61	M	m	Daerah bebas samping (jika $Ss < Lc$)		1.13	3.63	3.02	
62	M	m	Daerah bebas samping (jika $Ss > Lc$)		-0.75	3.63	2.31	
63	M pakai	m	Daerah bebas samping pakai		-0.75	3.63	2.31	

Lampiran 38 Perhitungan Kelandaian Rencana dan Jarak Pandang Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4
DATA PERENCANAAN							
1	VR	km/jam	Kecepatan Rencana	60.000	60.000	60.000	60.000
KELANDAIAAN RENCANA							
2	g1	%	gradien 1	1.280%	2.740%	0.180%	-2.620%
3	g2	%	gradien 2	2.740%	0.180%	-2.620%	-0.760%
4	A	%	Beda gradien	-1.460%	2.560%	2.800%	-1.860%
5	A abs	%		1.460	2.560	2.800	1.860
6	Tipe Lengkung			Cekung	Cembung	Cembung	Cekung
JARAK PANDANG							
7	Ss	m	Jarak Pandang Henti	85.000	85.000	85.000	85.000
8	h1	m	Tinggi Mata Pengemudi	1.200	1.200	1.200	1.200
9	h2	m	Tinggi Objek	1.200	1.200	1.200	1.200

Lampiran 39 Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4
PERHITUNGAN PANJANG LENGKUNG							
<i>Lengkung Vertikal Cembung</i>							
10	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	16.031	28.109	30.745	20.423
11	Ss < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-280.685	-87.031	-65.000	-183.763
13	Ss > L			OK	OK	OK	OK
<i>Lengkung Vertikal Cekung</i>							
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	25.266	44.302	48.455	32.188
15	Ss < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-115.959	6.914	20.893	-54.462
17	Ss > L			OK	OK	OK	OK
<i>Kontrol</i>							
18	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Dari Perhitungan	-115.959	-87.031	-65.000	-54.462
19	Lmin	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	36.000	36.000	36.000	36.000
20	L	m	Panjang Lengkung Vertikal berdasarkan Faktor Kenyamanan	50.000	50.000	50.000	50.000
PANJANG LENGKUNG VERTIKAL SESUNGUHNYA							
21	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	50.000	50.000	50.000	50.000

Lampiran 40 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Vertikal Ramp Tanjung Carat – Tanjung Api Api

RAMP TANJUNG CARAT - TANJUNG API API							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4
STASIONING							
22	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+199	+612	+678	+973
23	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+224	+637	+703	+998
24	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+249	+662	+728	1+023
ELEVASI							
25	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+7.71	+19.01	+19.13	+11.41
26	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+7.39	+18.33	+19.09	+12.07
27	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+8.40	+19.06	+18.48	+11.22

Lampiran 41 Perhitungan Sudut Azimuth Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH							
1	XSTART		Titik koordinat X awal	481665.29	481896.46	482178.22	482571.88
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	9736638.49	9736524.47	9736591.54	9736879.66
3	XFINISH		Titik koodinat X akhir	481896.46	482178.22	482571.88	
4	YFINISH		Titik koodinat Y akhir	9736524.47	9736591.54	9736879.66	
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	231.17	281.76	393.66	
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	-114.03	67.07	288.12	
7	L (Panjang)	m	Panjang Jalan	257.77	289.64	487.84	1035.24
8	Kuadran			Kuadran 3	Kuadran 1	Kuadran 1	
9	Azimuth (β)	$^{\circ}$	Sudut Azimuth	116.25	76.61	53.80	
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	Perbedaan Sudut Azimuth		39.65	22.81	
11	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^{\circ}$	CEK AutoCAD Civil 3D		39.65	22.81	

Lampiran 42 Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R_0) Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
PERHITUNGAN RMIN							
12	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		80	60	
13	eMAX	%	Superelevasi Maksimum		10%	10%	
14	eNORMAL	%	Superelevasi Normal		2%	2%	
15	fMAX		Koefisien Gesek maksimum		0.14	0.165	
16	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum		210	107	
17	Ro	m	jari-jari tikungan rencana		350	300	

Lampiran 43 Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
RENCANA LENGKUNG PERALIHAN							
18	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan		2	2	
19	Re	m/m/s	Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		0.025	0.025	
20	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial		1.2	1.2	
21	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu melintas		44	33	
22	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal		26	13	
23	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		71	53	
24	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif		92	0	
25	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		92	53	
26	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		137	80	

Lampiran 44 Perhitungan Superelevasi (e) Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)							
27	Vr	km/jam	Kecepatan aktual		64	Tidak Diperhitungkan	
28	D	°	Derajat Lengkung		4.093		
29	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum		6.822		
30	(e+f)				0.1440		
31	Dp		Derajat Lengkung p		4.4412		
32	h				0.0563		
33	tan α1				0.013		
34	tan α2				0.035		
35	Mo				0.017		
36	f(D)		Dp>D (f1) atau Dp<D (f2)		0.067		
37	e		Superelevasi		7.73%		

Lampiran 45 Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
TIKUNGAN RENCANA							
38			Cek Tipe Lengkung		0.077	0	
39			Tipe Lengkung Horizontal Rencana		SCS/SS	SCS/SS	
PARAMETER LENGKUNG HORIZONTAL							
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>							
40	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen		77.209	51.086	
41	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen		3.990	1.580	
42	Θ_s	°	Sudut Lengkung Spiral		11.234	7.636	
43	Δ_c	°	Sudut Lingkaran		17.177	7.537	
44	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral		2.271	0.895	
45	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral		69.116	40.133	
46	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST		196.098	100.831	
47	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran		24.46	6.96	
48	Es	m	CEK AutoCAD Civil 3D		23.50	6.96	
49	Lc	m	Panjang busur lingkaran		104.93	39.46	
50	Lc	m	CEK AutoCAD Civil 3D		135.17	39.43	
51	Ltot	m	Panjang total		379.540	199.465	

Lampiran 46 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Horizontal Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
STASIONING TITIK PARAMETER							
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)/ Full Circle (F-C)</i>					SCS	SCS	
52	Sta. TS / PC				+78	+436	
53	Sta. SC				+215	+516	
54	Sta. Mid				+267	+535	
55	Sta. CS				+320	+555	
56	Sta. ST / PT				+457	+635	

Lampiran 47 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT							
No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	FINISH
DATA PERENCANAAN							
57	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		80	60	
58	R	m	Jari-jari tikungan		350	300	
59	Ss	m	Jarak pandang henti		130	85	
	Lc	m	Panjang tikungan		104.93	39.46	
	Ss < Lc				NOT OK	NOT OK	
	Ss > Lc				OK	OK	
DAERAH BEBAS SAMPING							
60	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam		348.20	298.20	
61	M	m	Daerah bebas samping (jika Ss<Lc)		6.05	3.02	
62	M	m	Daerah bebas samping (jika Ss>Lc)		5.83	2.16	
63	M pakai	m	Daerah bebas samping pakai		5.83	2.16	

Lampiran 48 Perhitungan Kelandaian Rencana dan Jarak Pandang RAMP Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT					
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2
DATA PERENCANAAN					
1	VR	km/jam	Kecepatan Rencana	60.000	60.000
KELANDAIAAN RENCANA					
2	g1	%	gradien 1	0.800%	-0.550%
3	g2	%	gradien 2	-0.550%	-1.280%
4	A	%	Beda gradien	1.350%	0.730%
5	A abs	%		1.350	0.730
6	Tipe Lengkung			Cembung	Cembung
JARAK PANDANG					
7	Ss	m	Jarak Pandang Henti	85.000	85.000
8	h1	m	Tinggi Mata Pengemudi	1.200	1.200
9	h2	m	Tinggi Objek	1.200	1.200

Lampiran 49 Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT					
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2
PERHITUNGAN PANJANG LENGKUNG					
<i>Lengkung Vertikal Cembung</i>					
10	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	14.823	8.016
11	$S_s < L$			NOT OK	NOT OK
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-317.407	-731.370
13	$S_s > L$			OK	OK
<i>Lengkung Vertikal Cekung</i>					
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	23.362	12.633
15	$S_s < L$			NOT OK	NOT OK
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-139.259	-401.918
17	$S_s > L$			OK	OK
<i>Kontrol</i>					
18	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Dari Perhitungan	-317.407	-731.370
19	L _{min}	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	36.000	36.000
20	L	m	Panjang Lengkung Vertikal berdasarkan Faktor Kenyamanan	50.000	50.000
PANJANG LENGKUNG VERTIKAL SESUNGUHNYA					
21	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	50.000	50.000

Lampiran 50 Perhitungan Stasioning Parameter Lengkung Vertikal Ramp Tanjung Api Api – Tanjung Carat

RAMP TANJUNG API API - TANJUNG CARAT					
No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2
STASIONING					
22	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+212	+575
23	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+237	+600
24	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+262	+625
ELEVASI					
25	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+12.48	+10.50
26	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+12.28	+10.64
27	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+12.34	+10.18



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

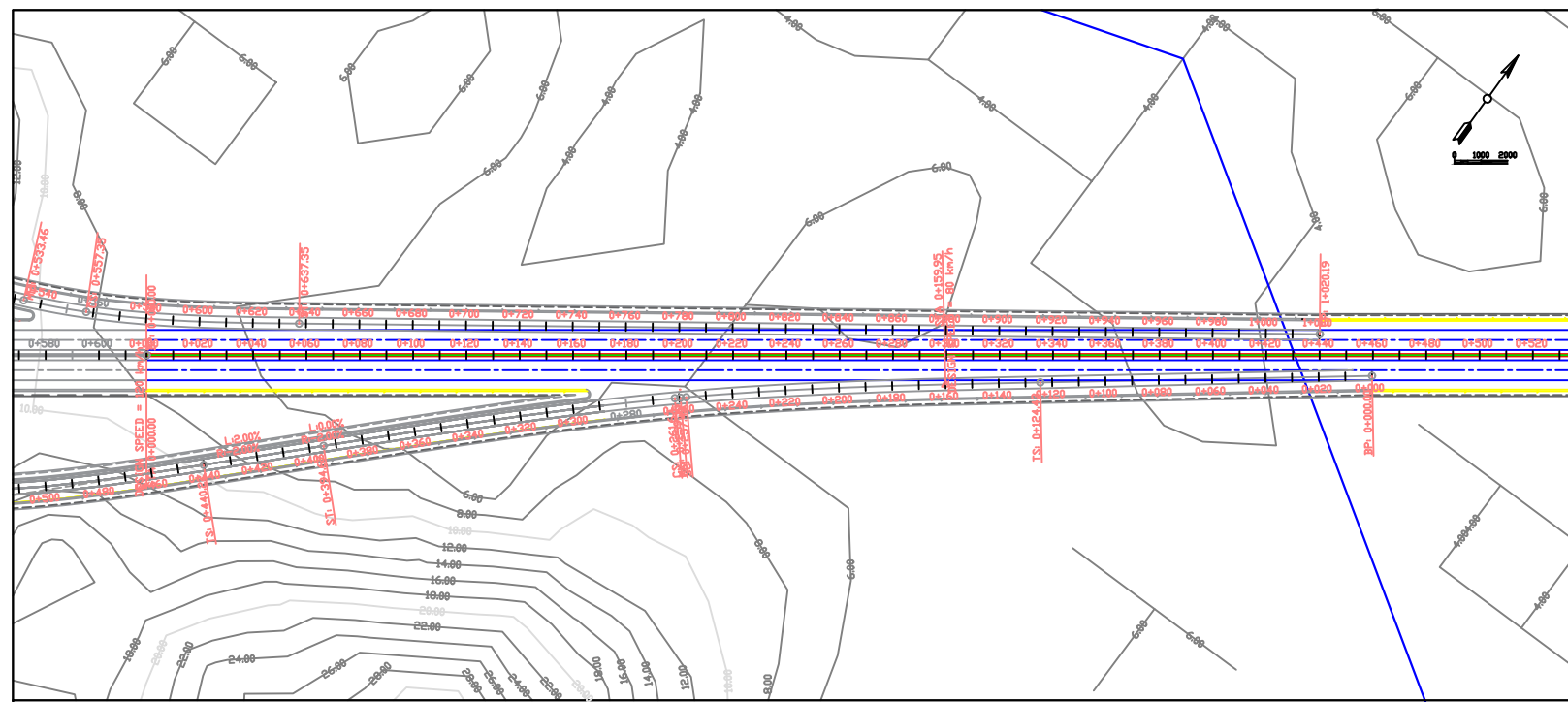
Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

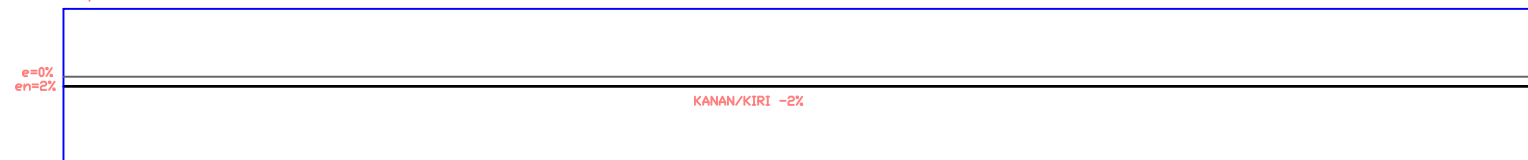
1 : 2750

Kode	No Gambar	Jumlah Gambar
PP-TC	1	23

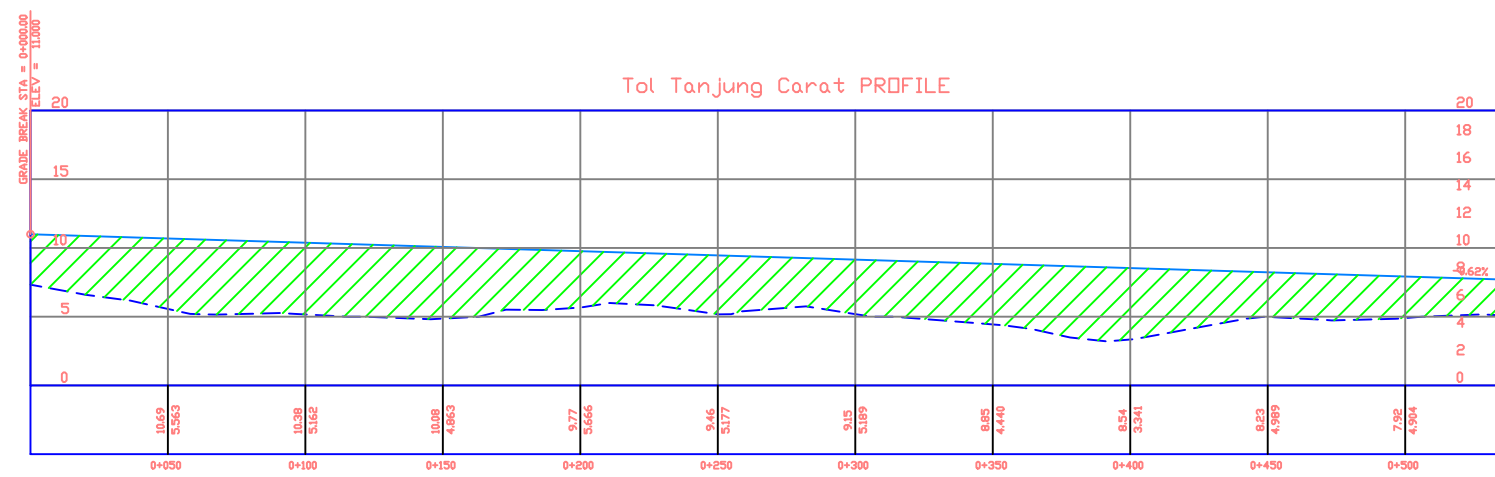


MATCH LINE - 1
AT STATION = 0+350.00
NEXT SHEET NUMBER 2

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

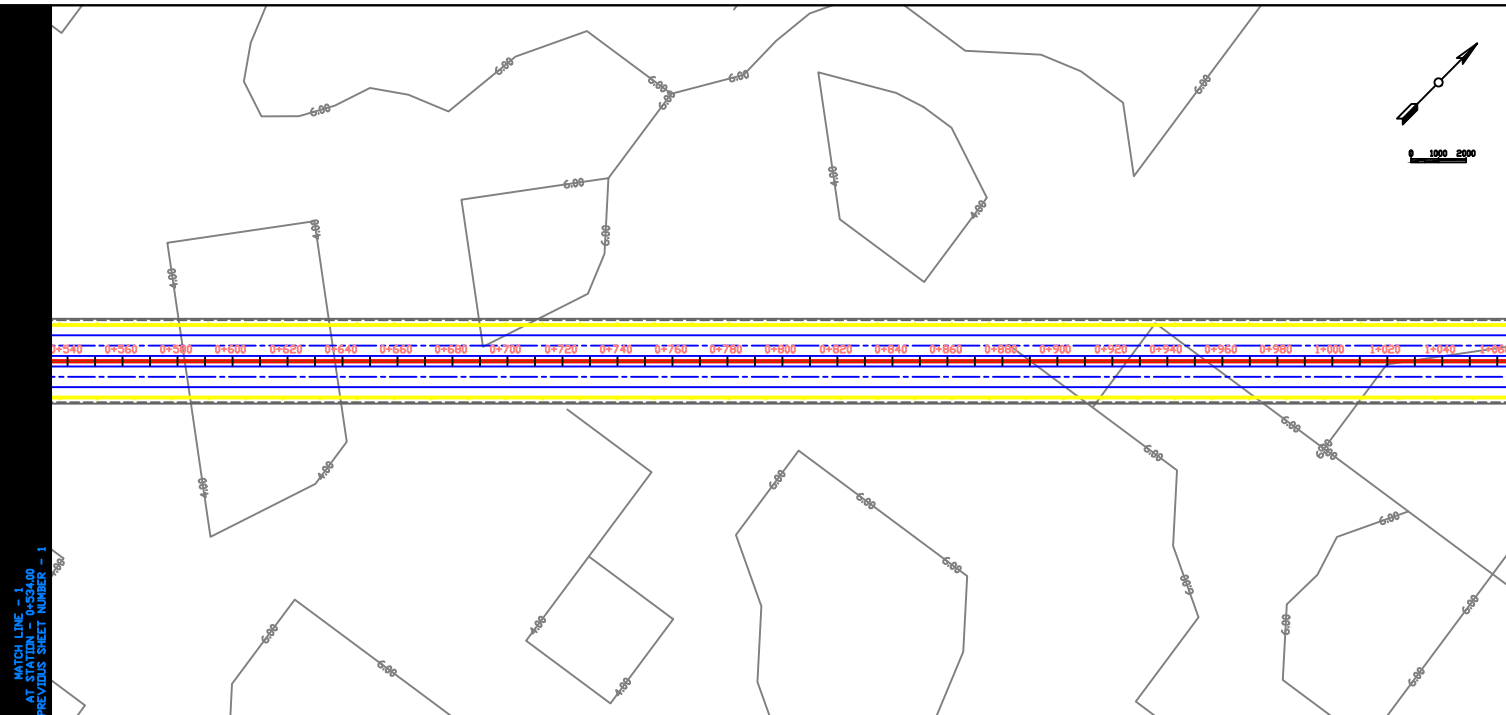
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC

2

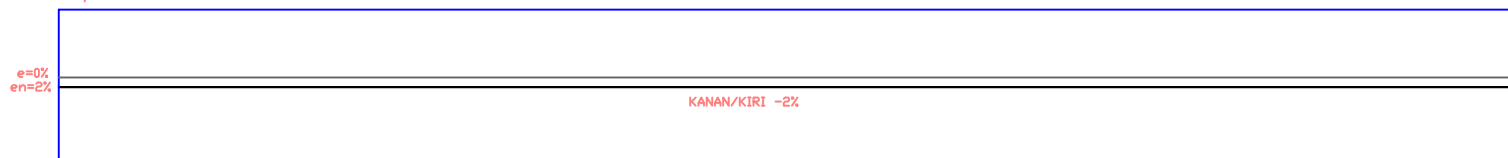
23



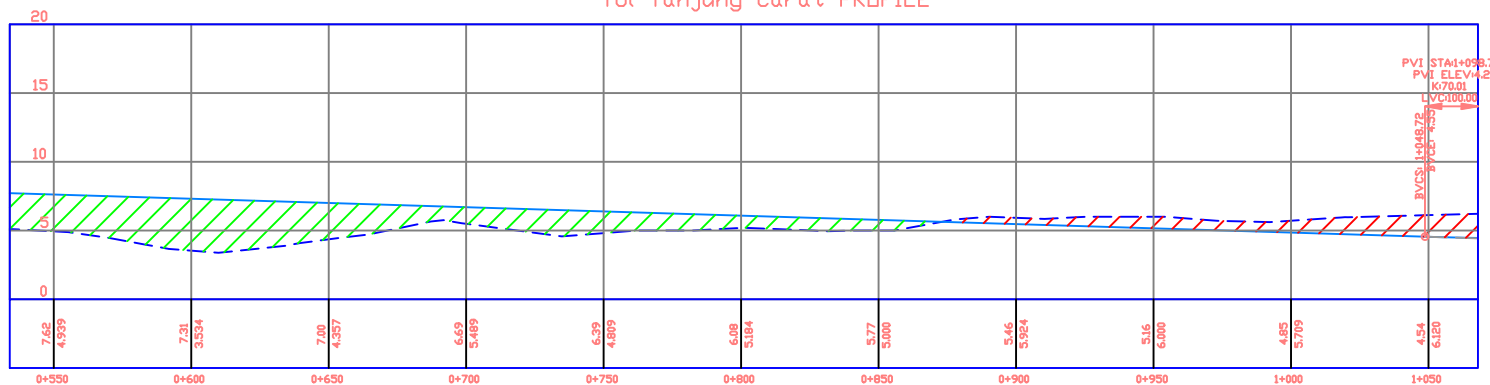
MATCH LINE - 1
AT STATION = 0+354.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 1

MATCH LINE - 3
AT STATION = 1+058.00
NEXT SHEET NUMBER 3

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Jalan Tol Tanjung
 Api Api - Tanjung
 Carat

1 : 2750

Kode

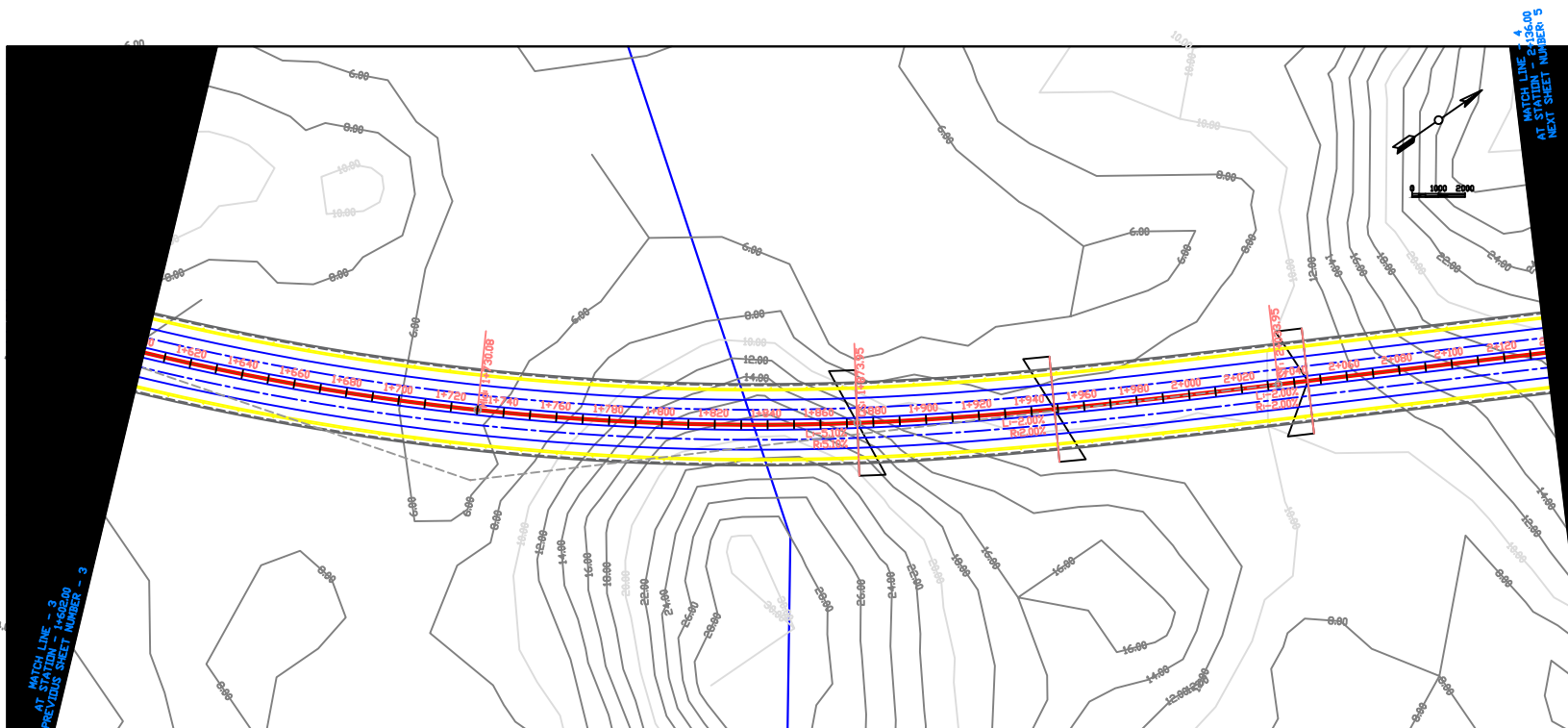
No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

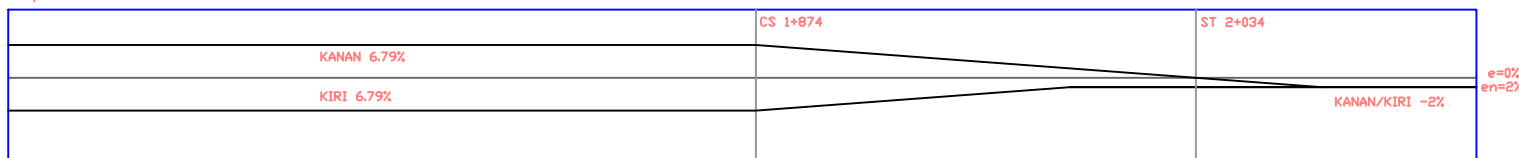
PP-TC

4

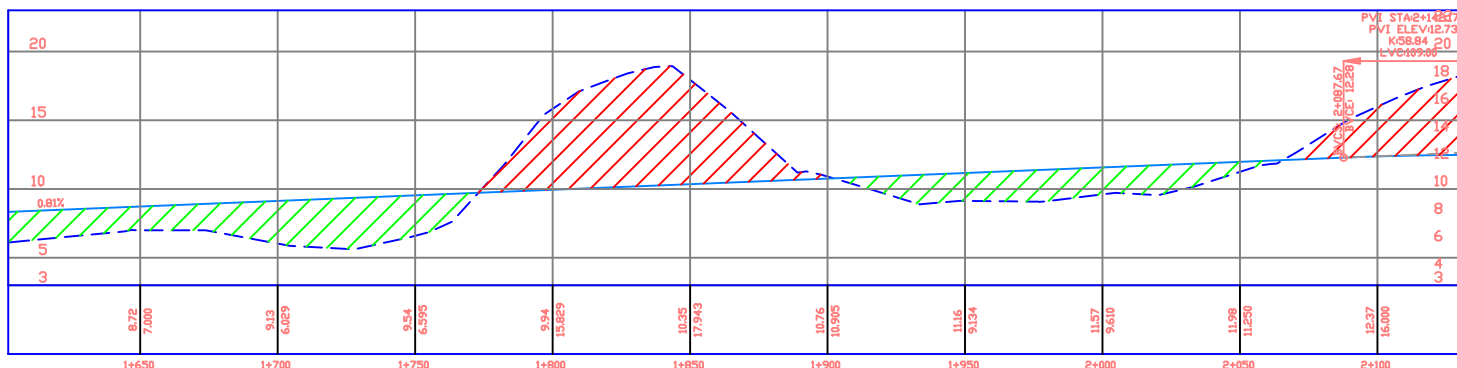
23



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

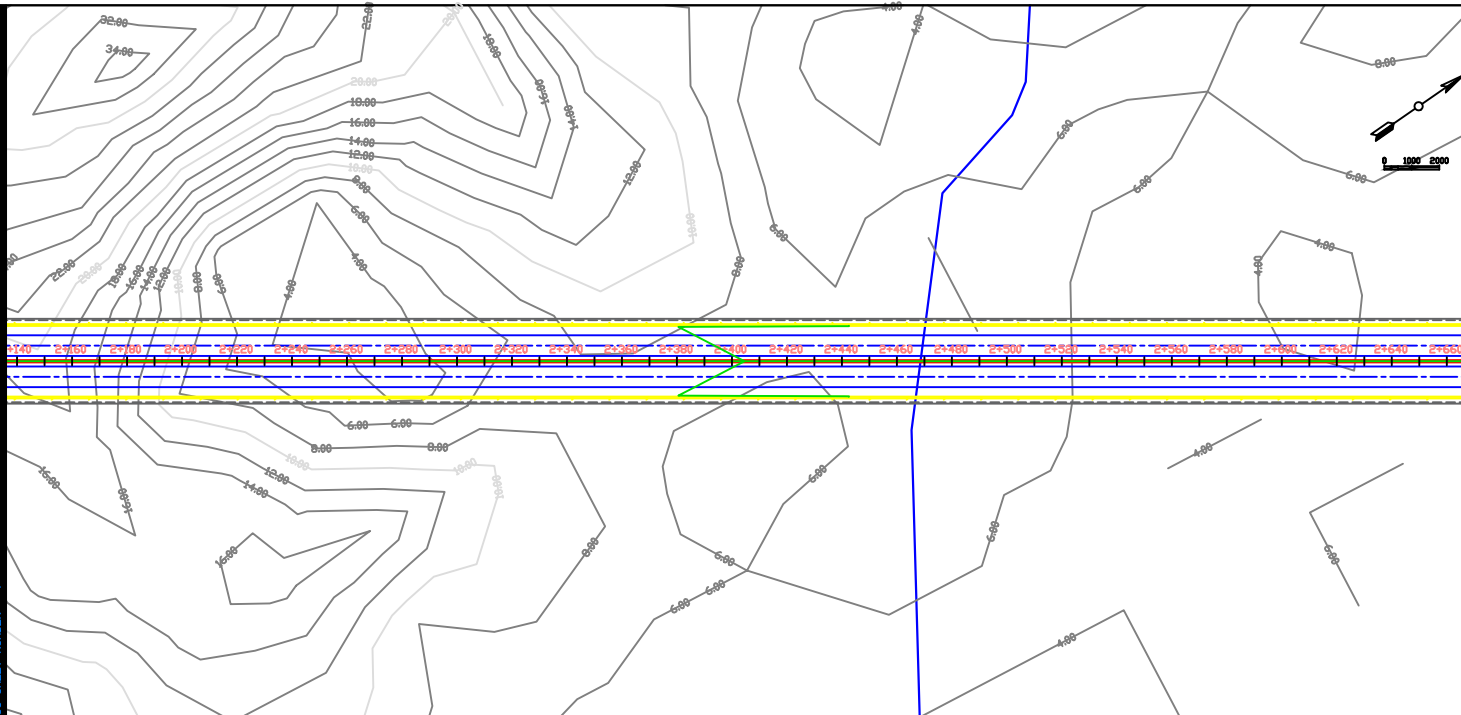
PP-TC

5

23

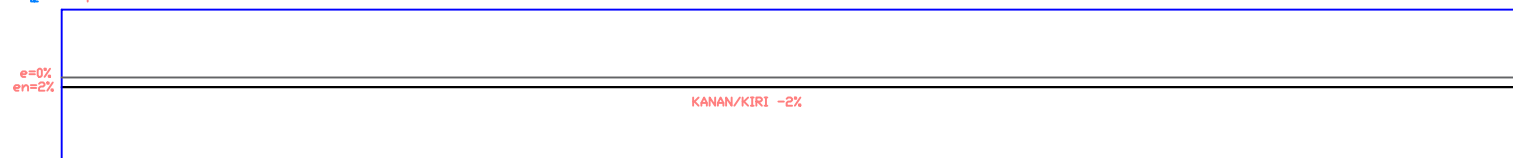
MATCH LINE - 5
AT STATION - 2+427.00
NEXT SHEET NUMBER 6

0 1000 2000

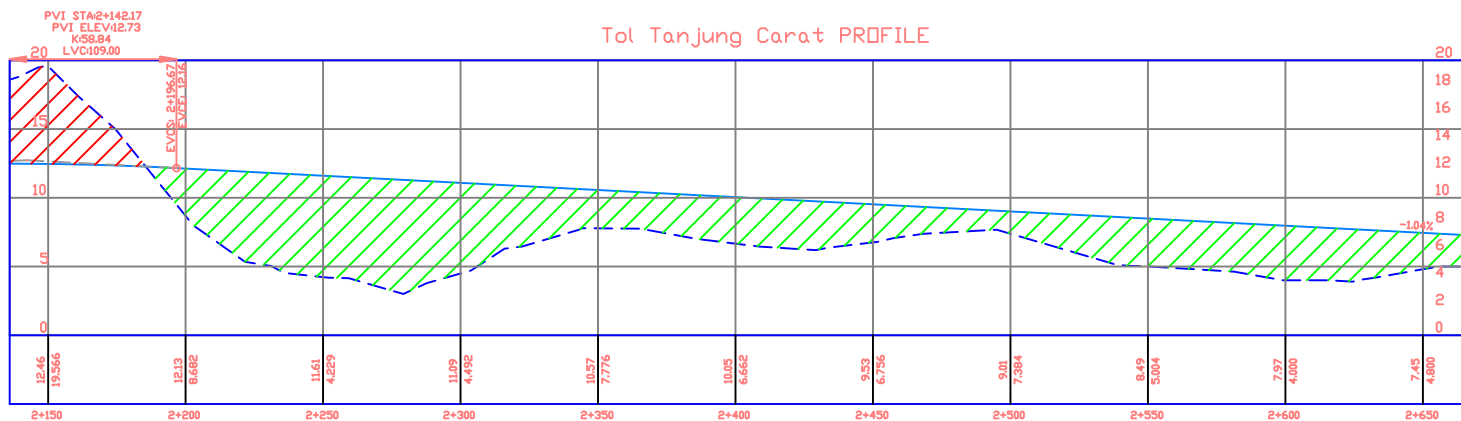


MATCH LINE - 4
AT STATION - 2+136.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 4

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Jalan Tol Tanjung
 Api Api - Tanjung
 Carat

1 : 2750

Kode

No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

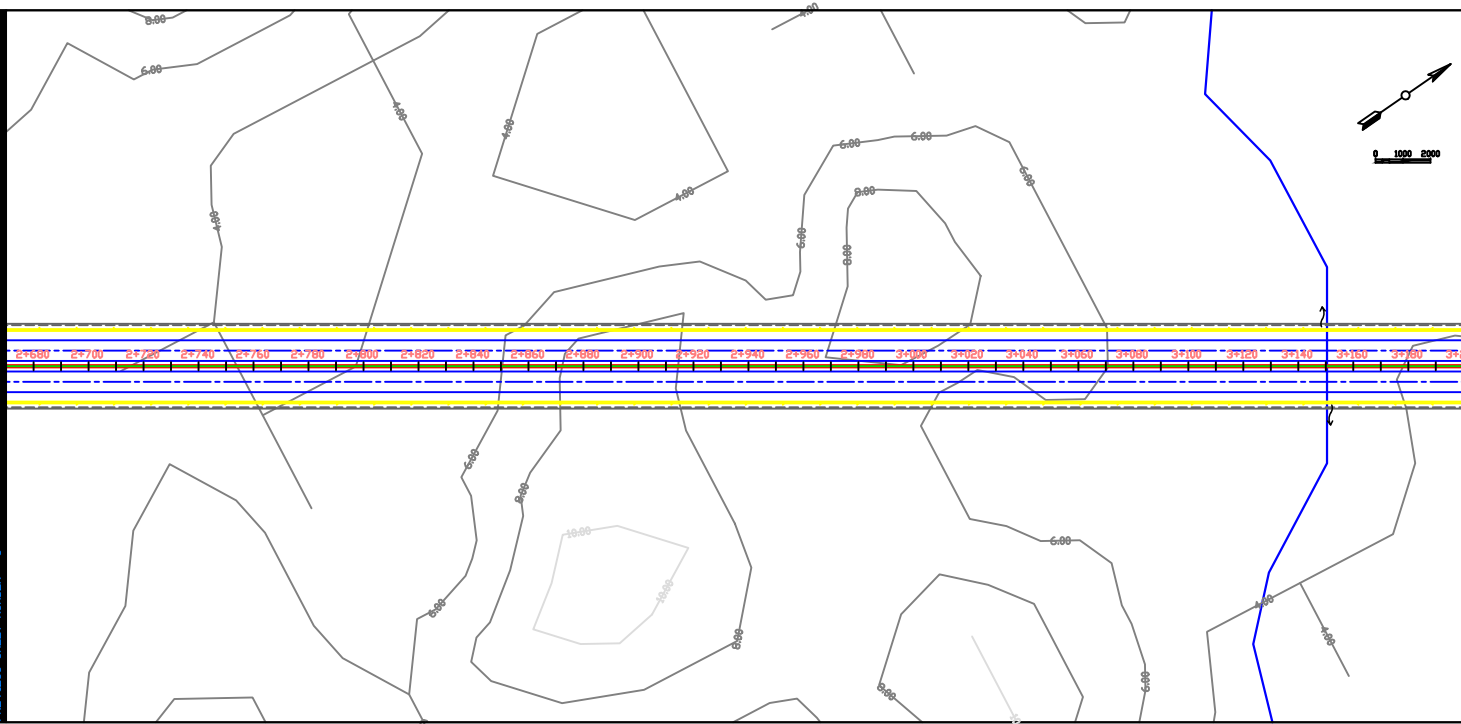
PP-TC

6

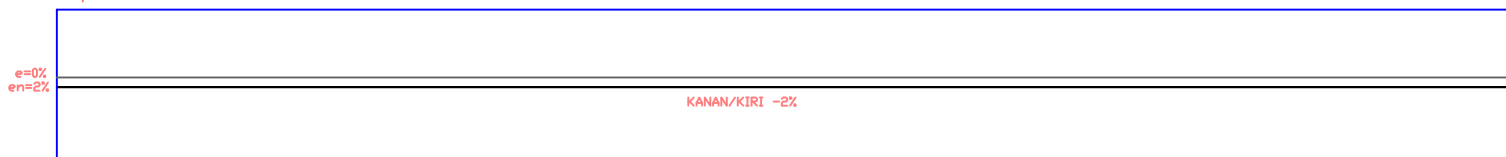
23

MATCH LINE - 5
 AT STATION = 2+670.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER - 5

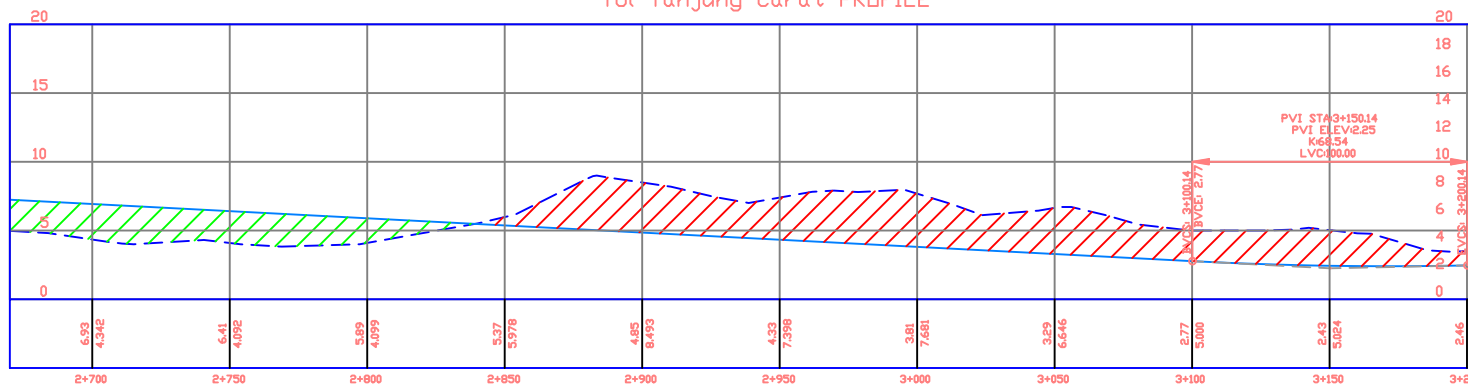
MATCH LINE - 6
 AT STATION = 3+200.00
 NEXT SHEET NUMBER 7



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

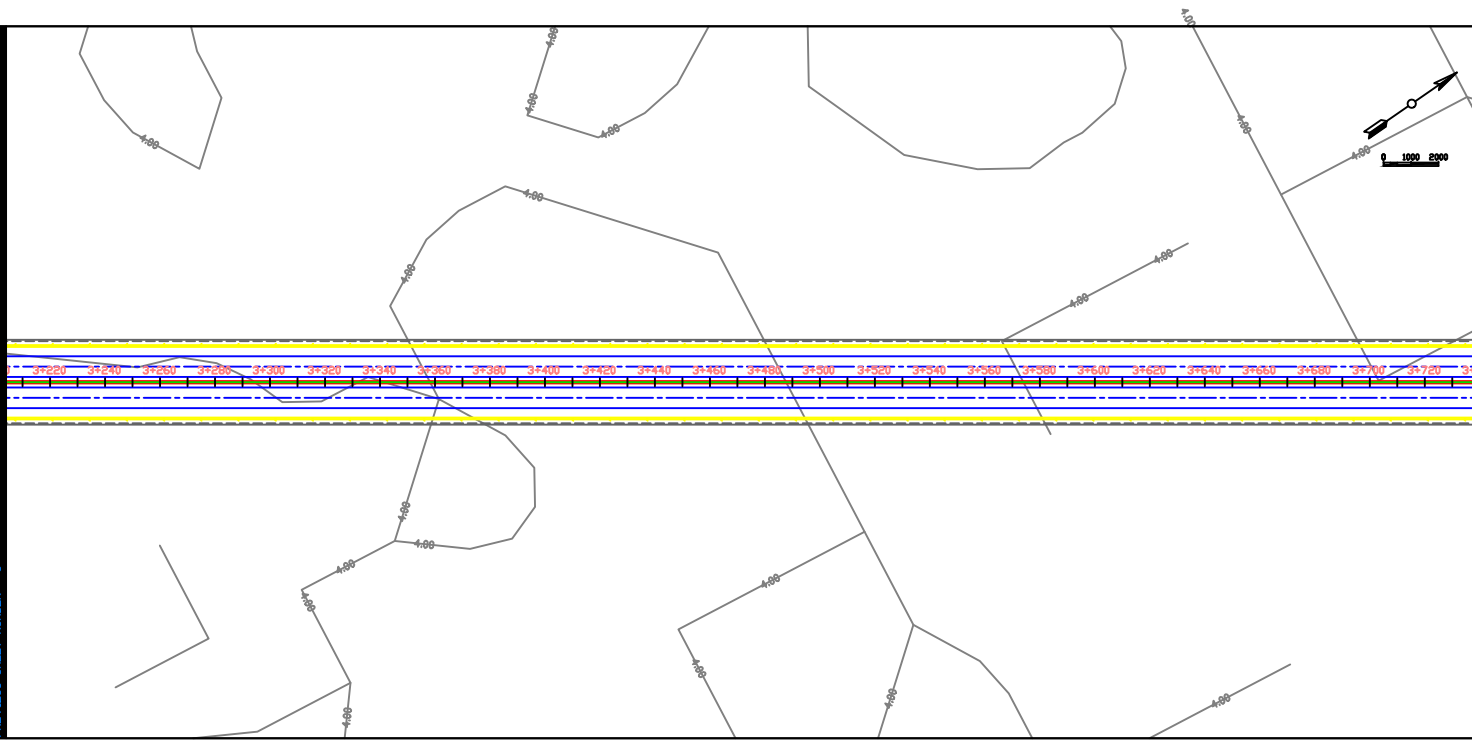
Nama Gambar Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat 1 : 2750

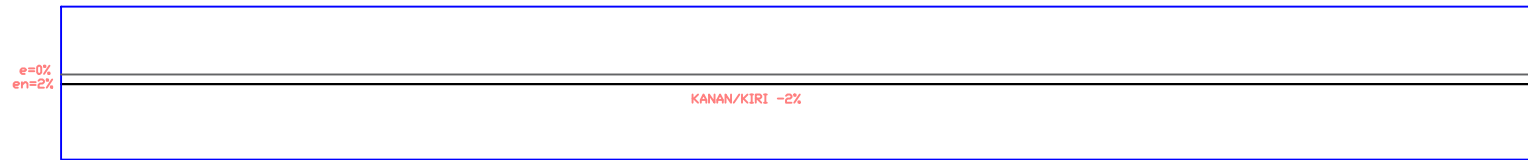
Kode	No Gambar	Jumlah Gambar
PP-TC	7	23

MATCH LINE - 6
AT STATION = 3+80400
PREVIOUS SHEET NUMBER - 6

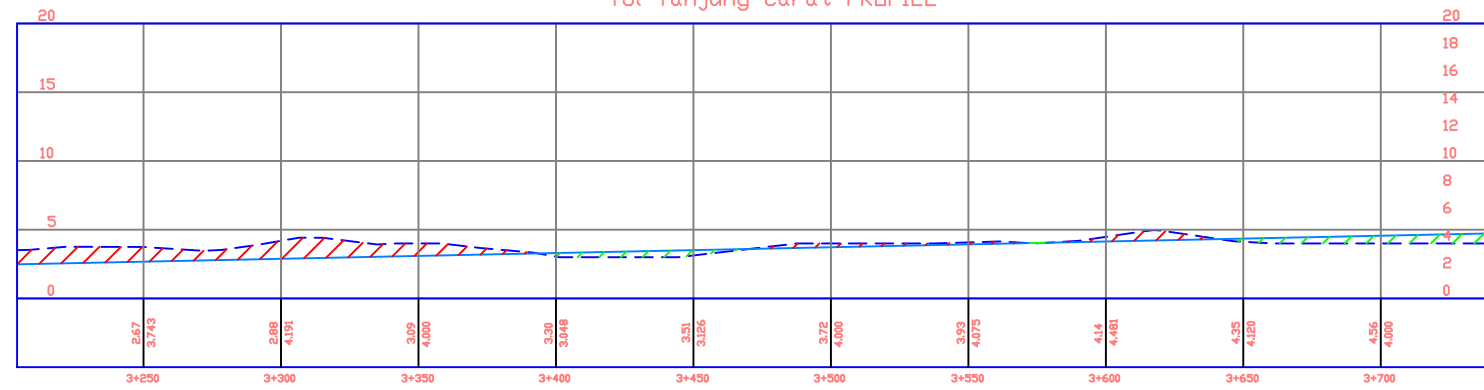
MATCH LINE - 7
AT STATION = 3+72800
NEXT SHEET NUMBER 8



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Jalan Tol Tanjung
 Api Api - Tanjung
 Carat

1 : 2750

Kode

No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

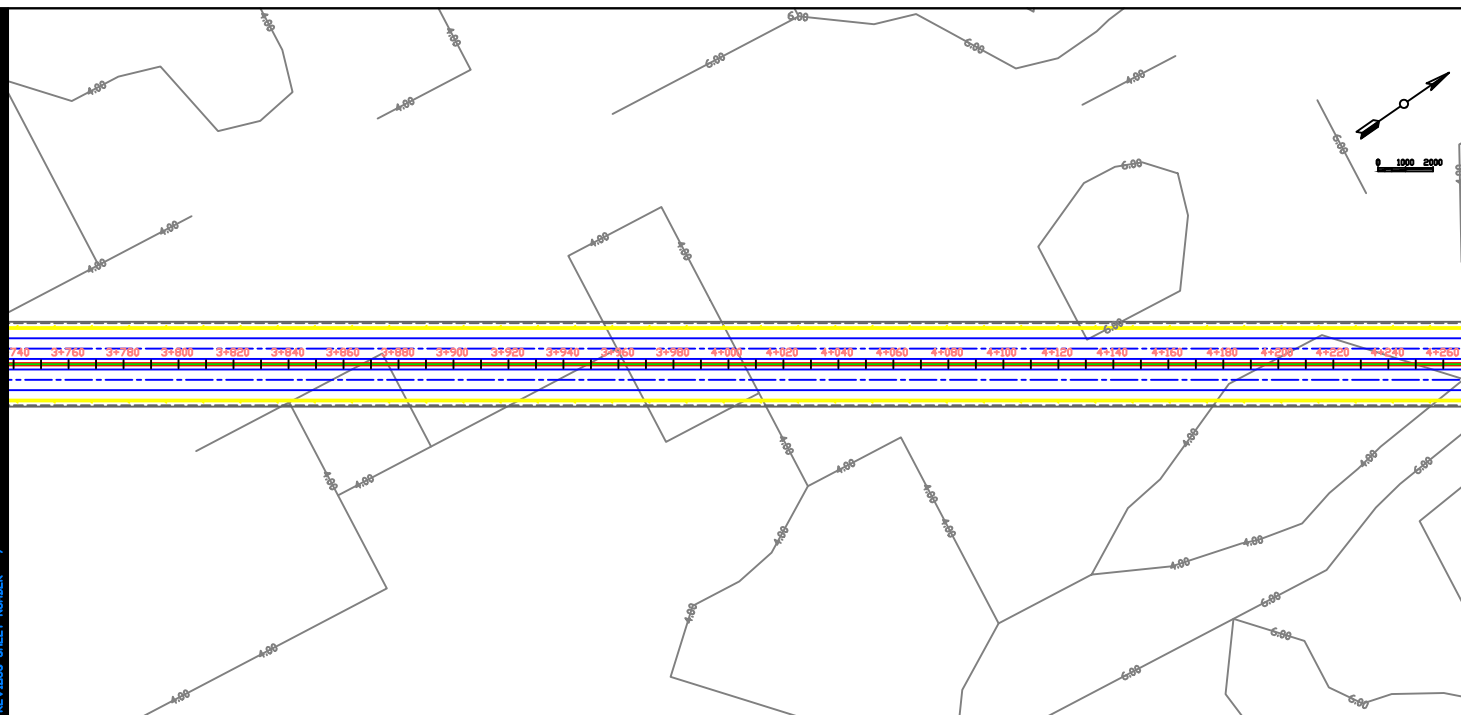
PP-TC

8

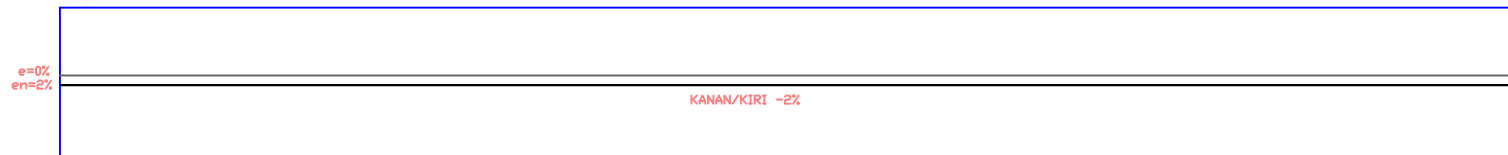
23

MATCH LINE - 7
 AT STATION = 3+738.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER - 7

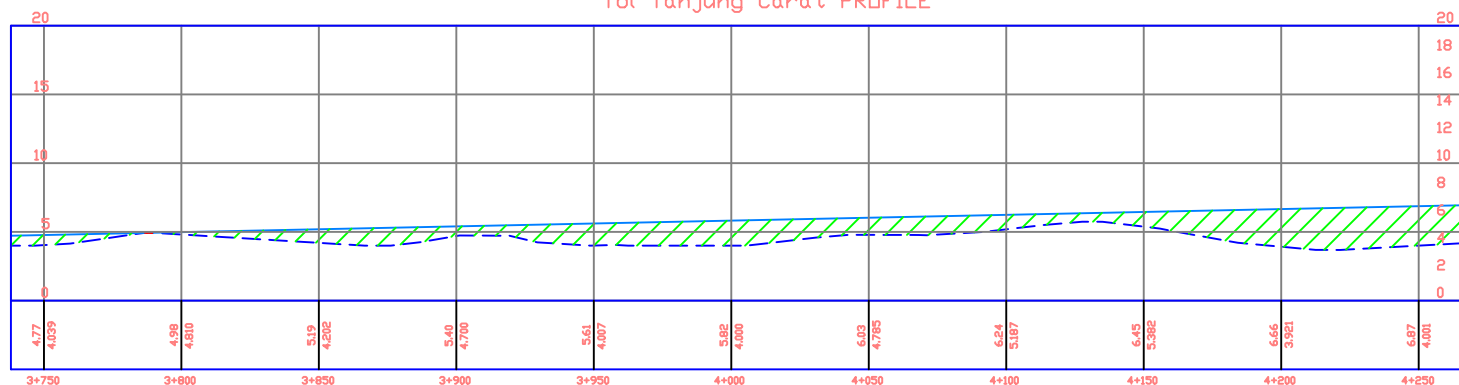
MATCH LINE - 8
 AT STATION = 4+272.00
 NEXT SHEET NUMBER 9



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

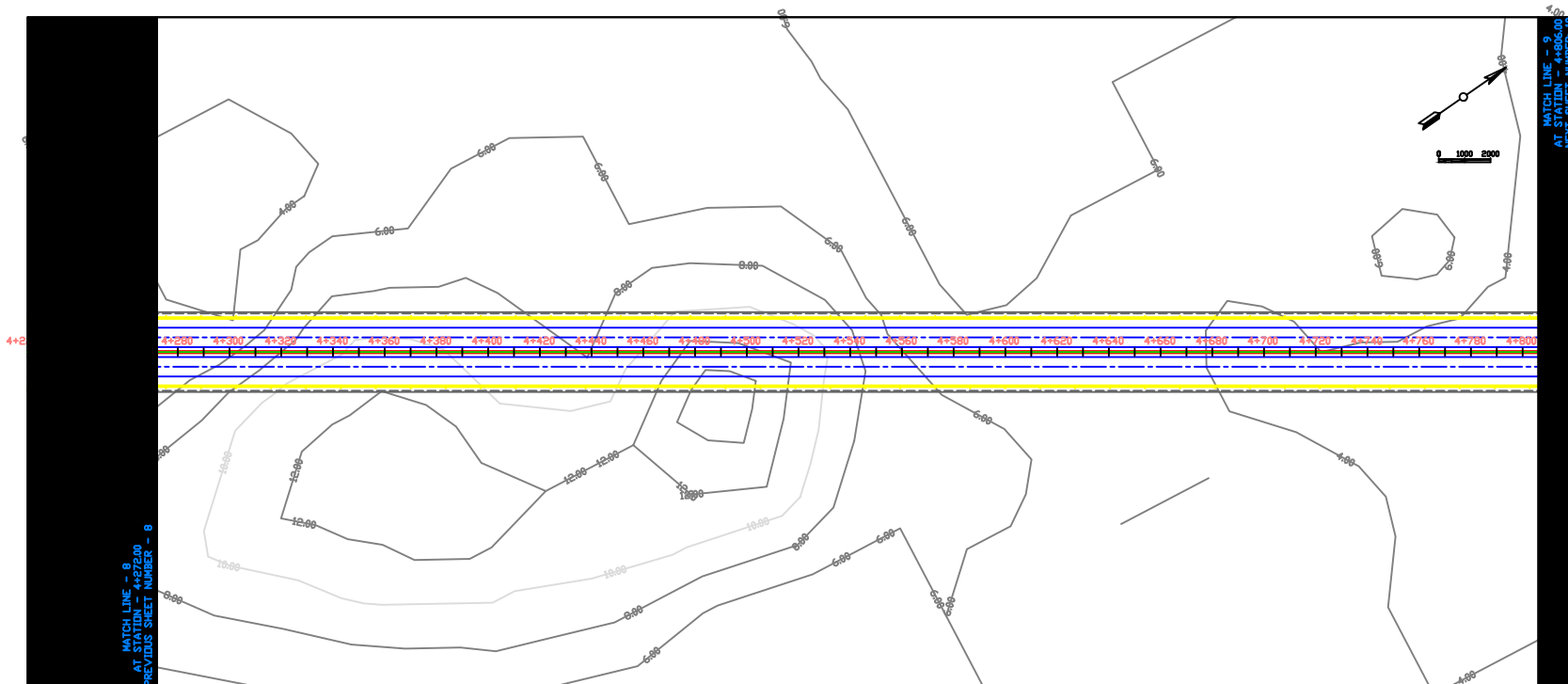
No
Gambar

Jumlah
Gambar

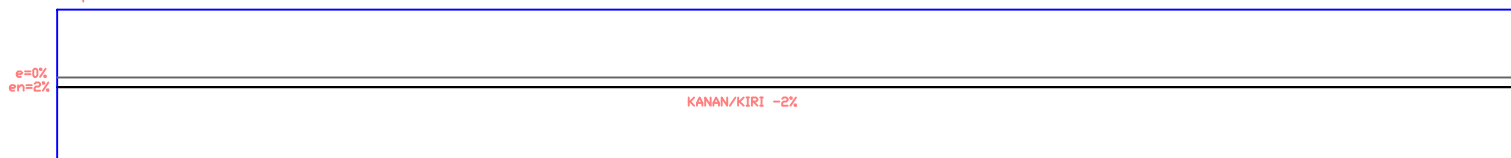
PP-TC

9

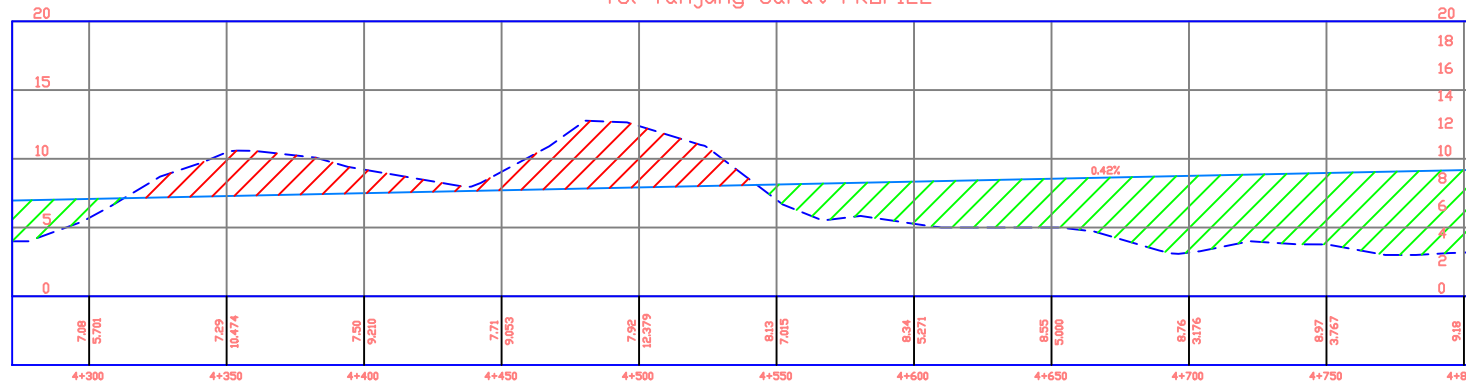
23



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

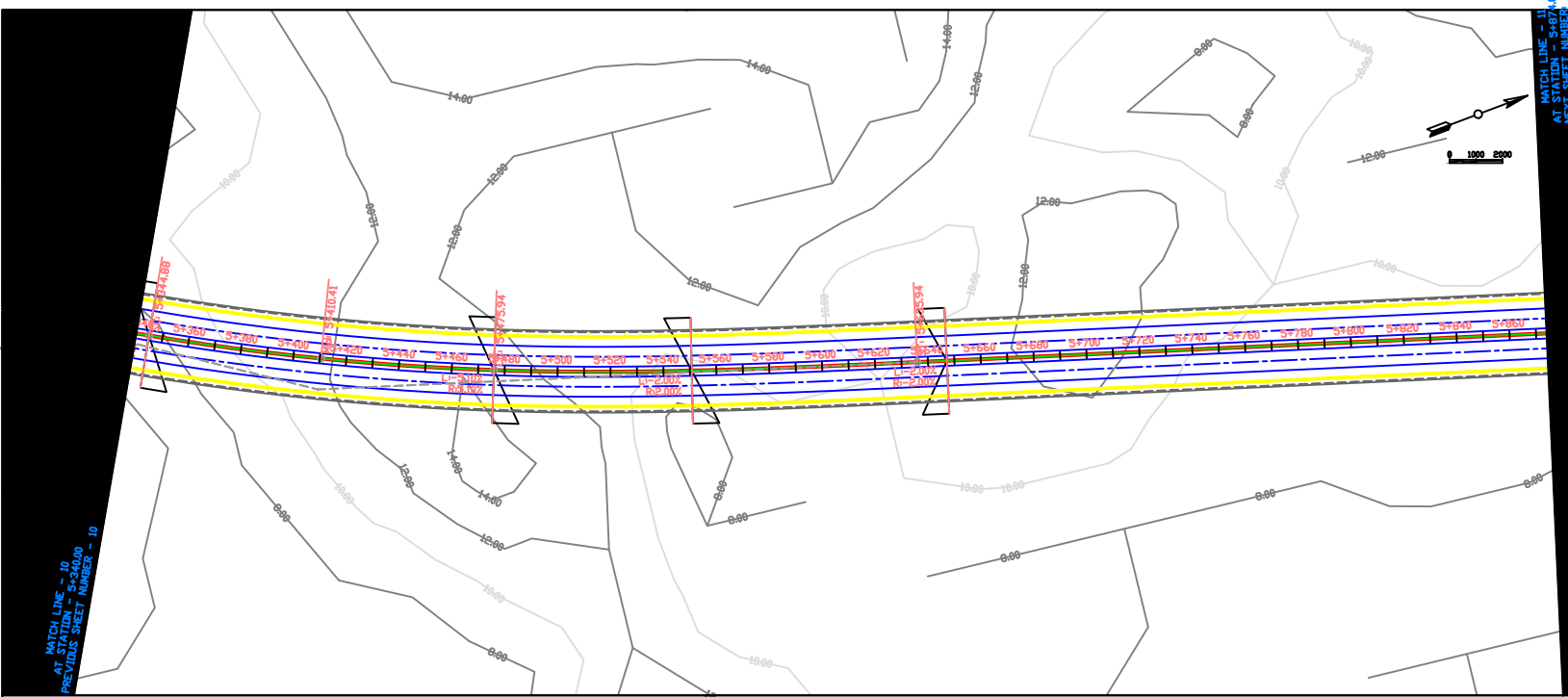
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC

11

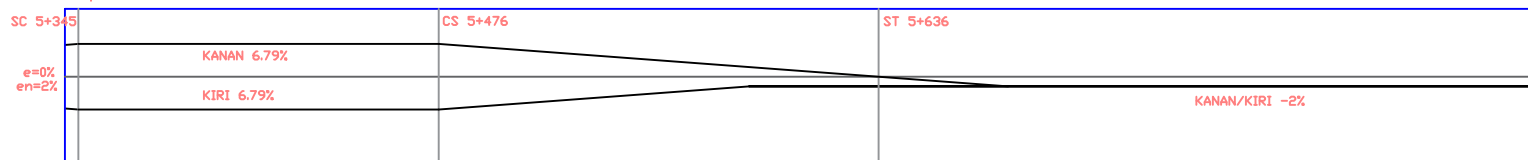
23



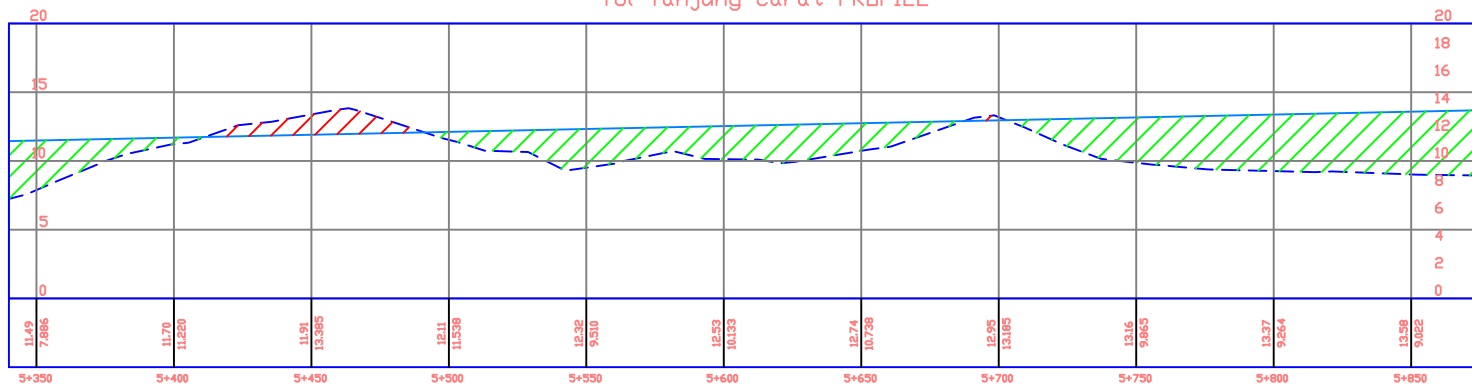
AT MATCH LINE - 11
NEXT SHEET NUMBER 12

AT MATCH LINE - 10
PREVIOUS SHEET NUMBER - 10

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Jalan Tol Tanjung
 Api Api - Tanjung
 Carat

1 : 2750

Kode

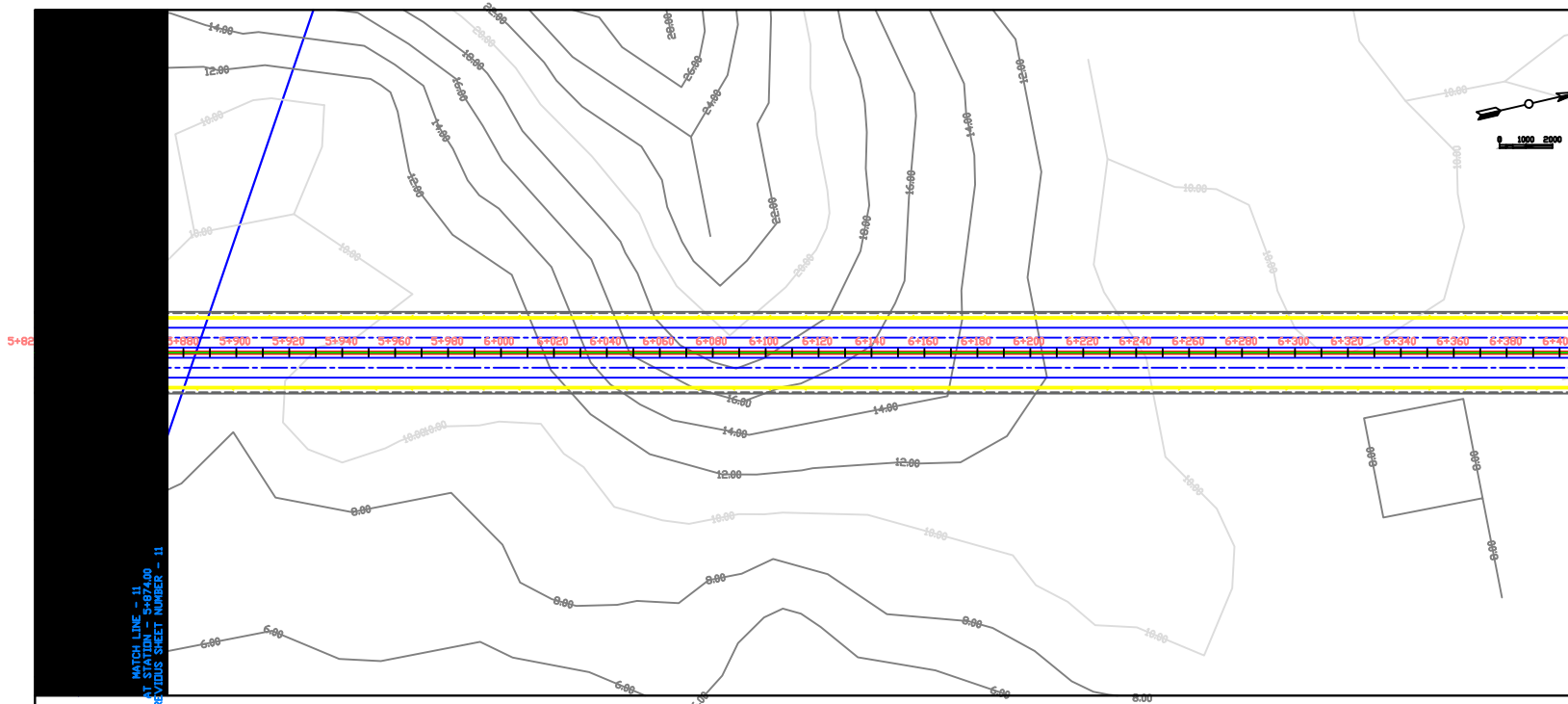
No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

PP-TC

12

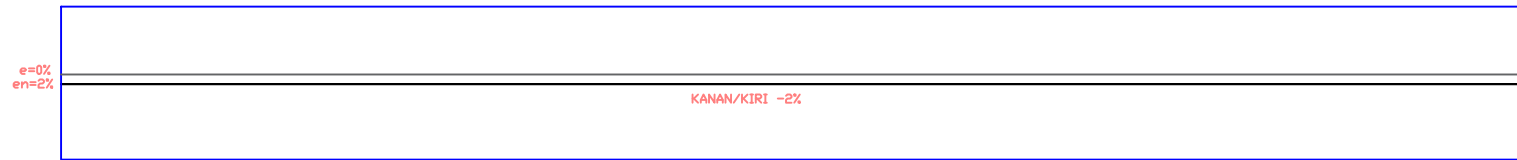
23



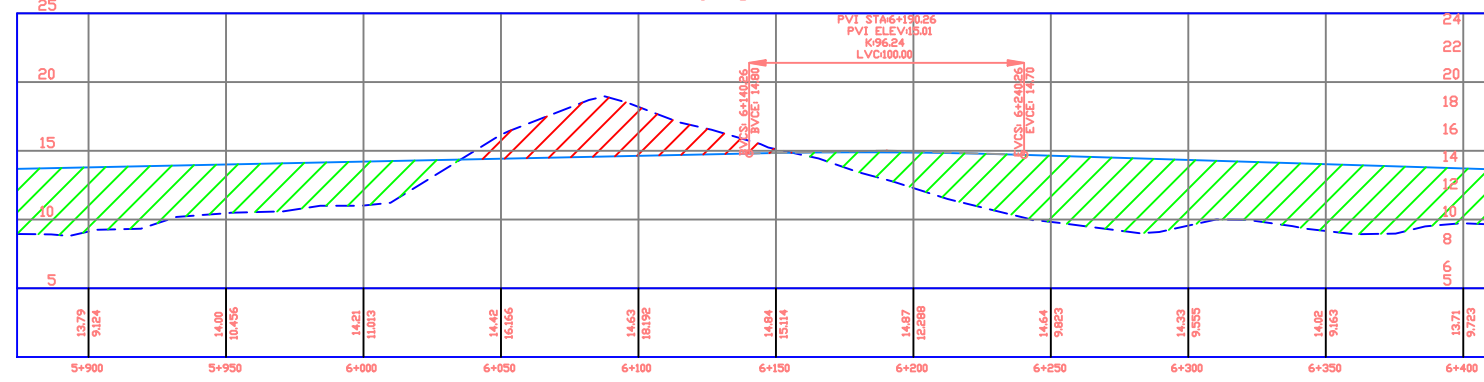
MATCH LINE - 13
 AT STATION - 6+400.00
 NEXT SHEET NUMBER 13

MATCH LINE - 11
 AT STATION - 5+874.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER - 11

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Jalan Tol Tanjung
 Api Api - Tanjung
 Carat

1 : 2750

Kode

No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

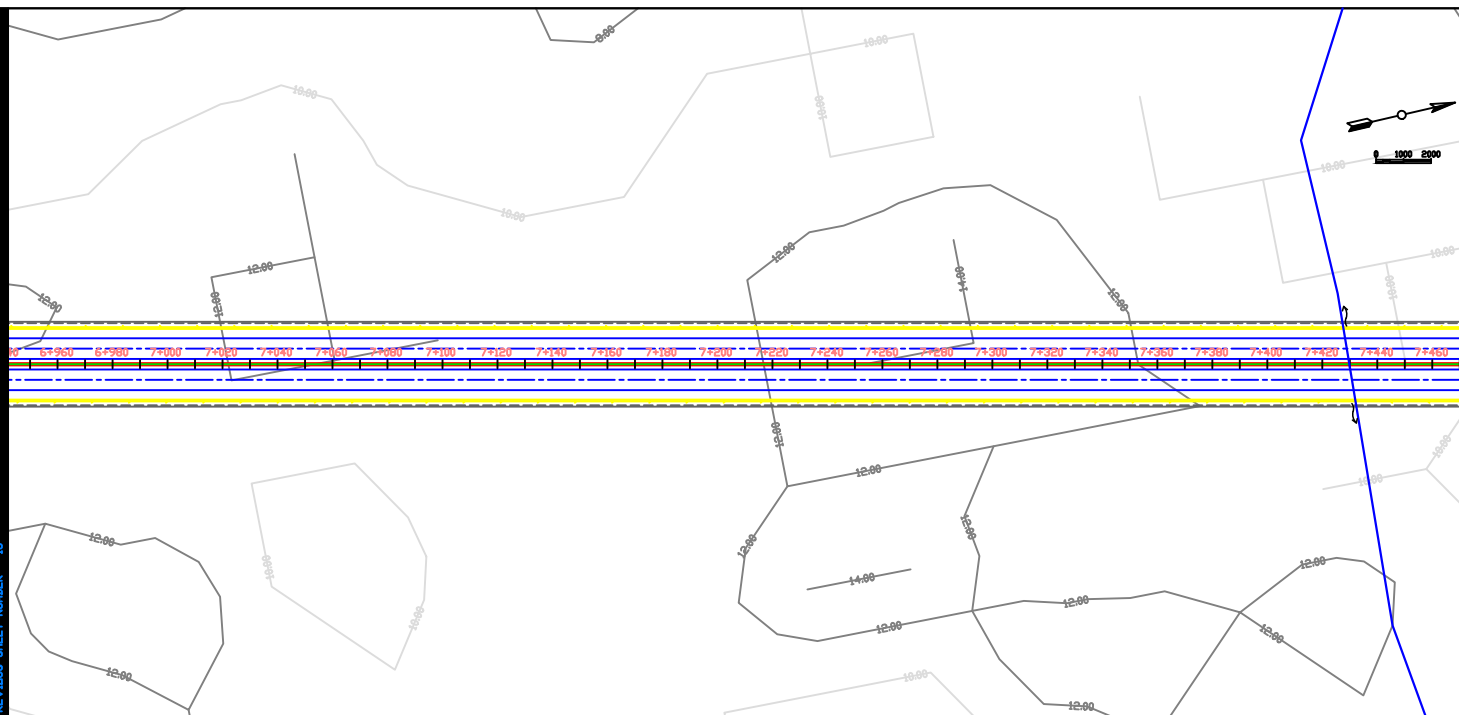
PP-TC

14

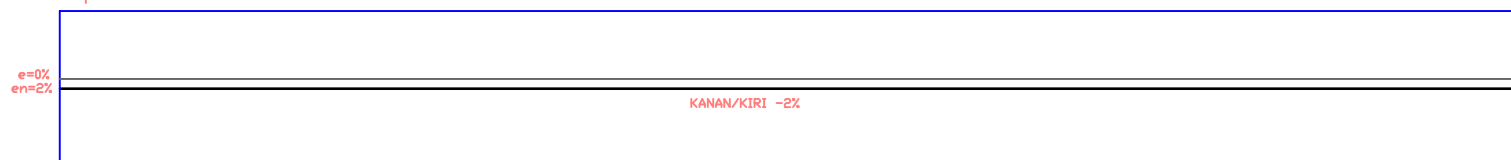
23

MATCH LINE - 14
 AT STATION = 7+476.00
 NEXT SHEET NUMBER 15

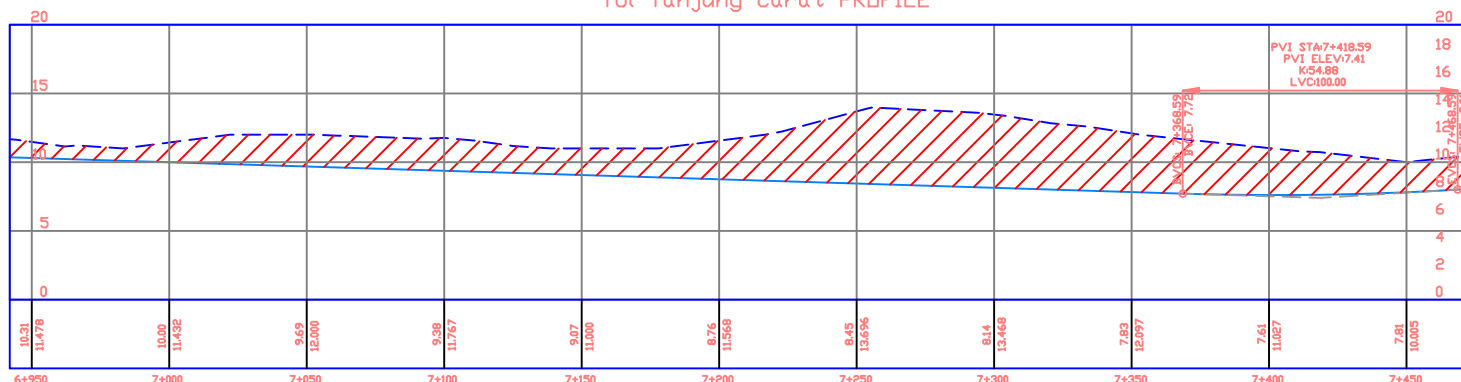
MATCH LINE - 13
 AT STATION = 6+942.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER - 13



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

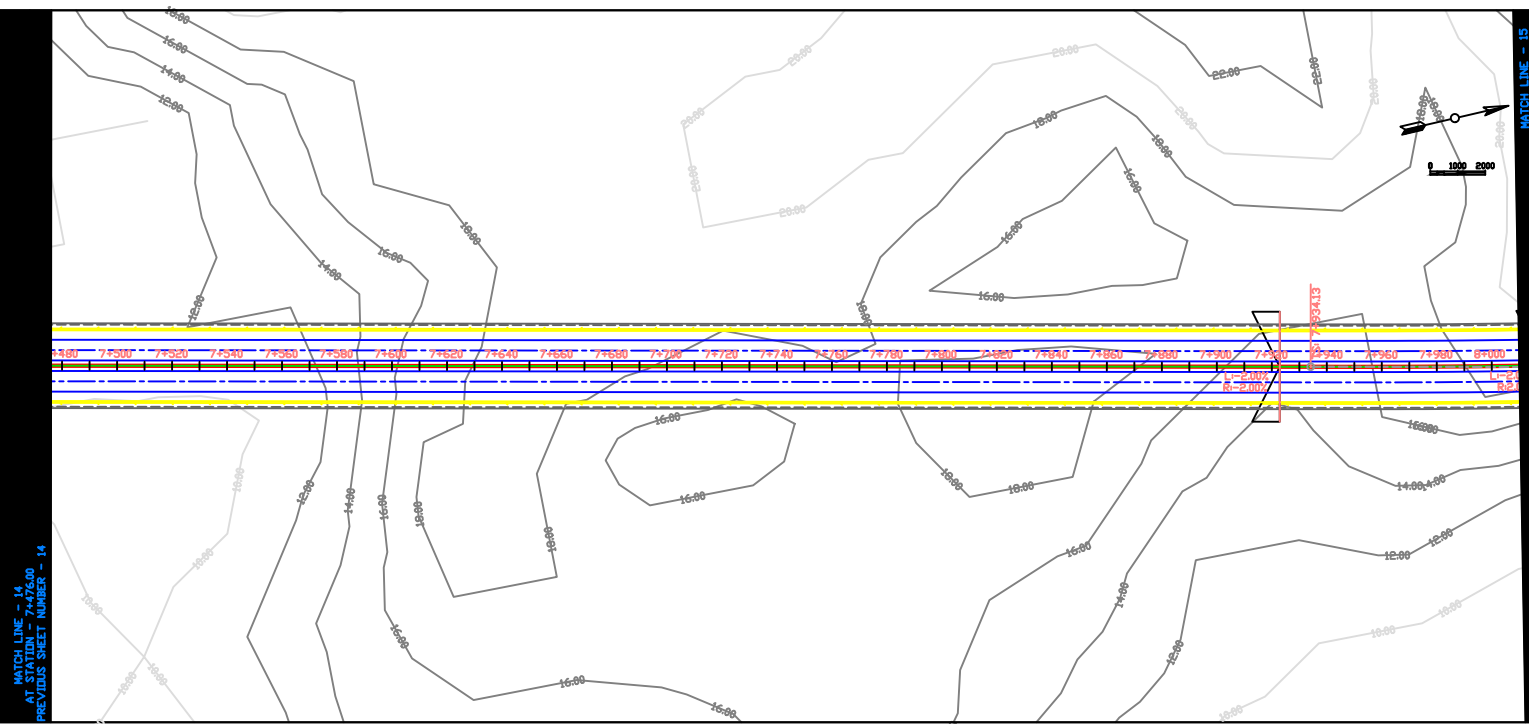
No
Gambar

Jumlah
Gambar

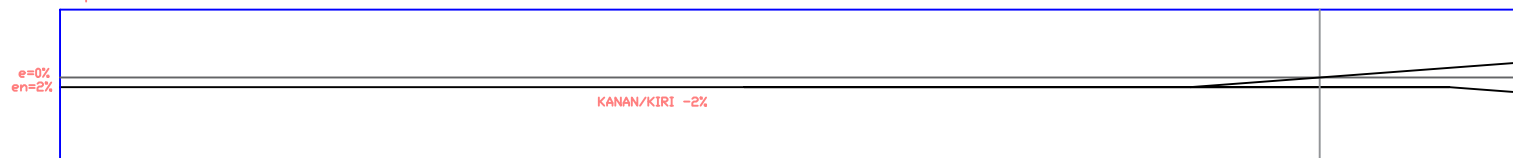
PP-TC

15

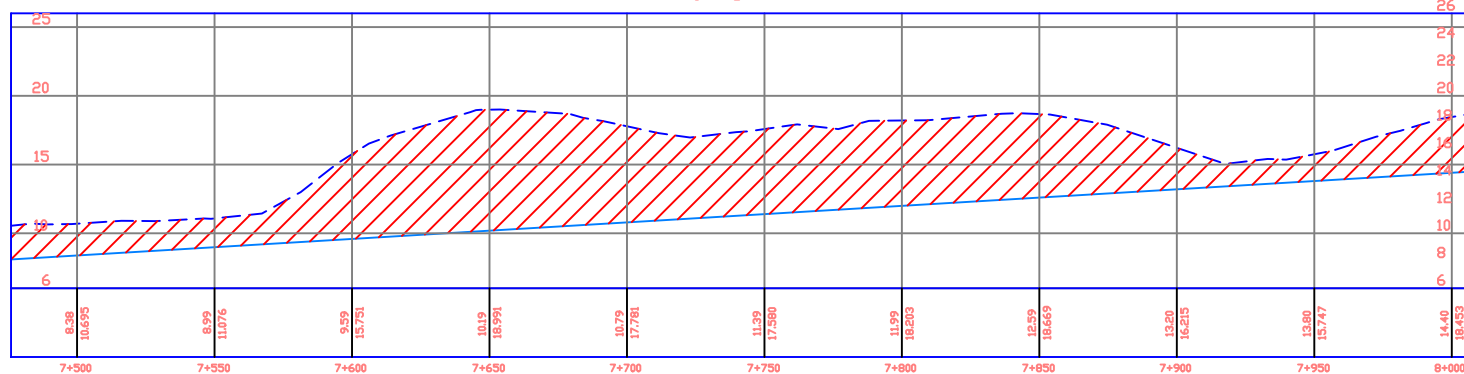
23



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar Skala Gambar

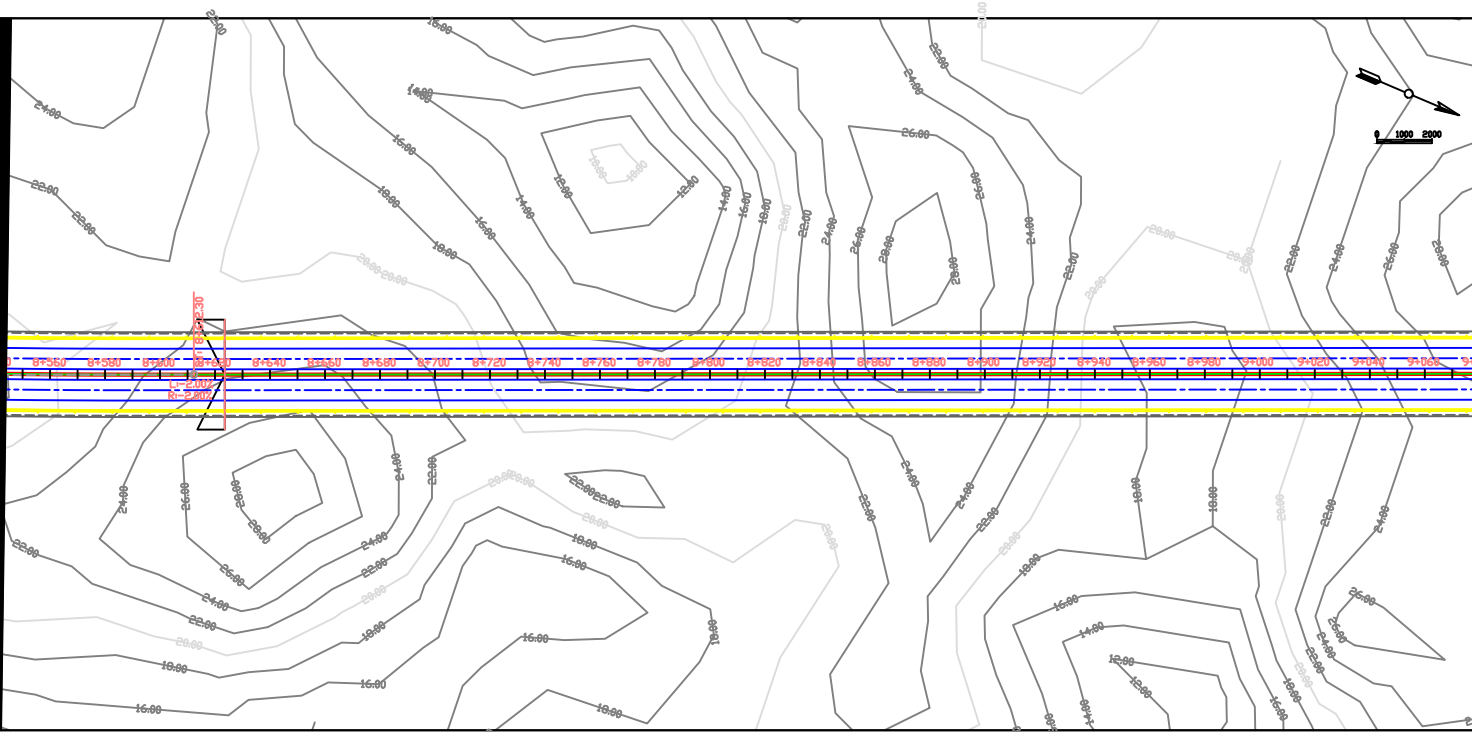
Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat 1 : 2750

Kode No Gambar Jumlah Gambar

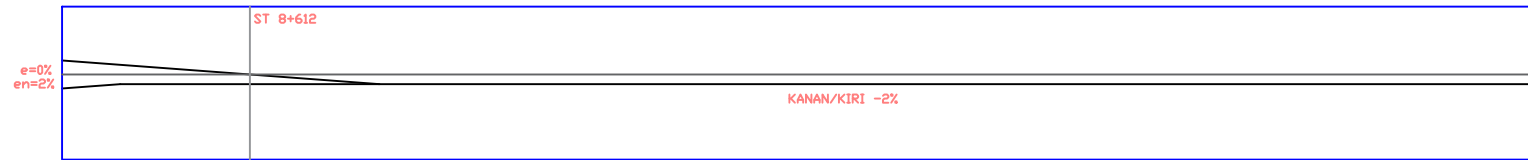
PP-TC 17 23

MATCH LINE - 17
AT STATION = 9+075.00
NEXT SHEET NUMBER 18

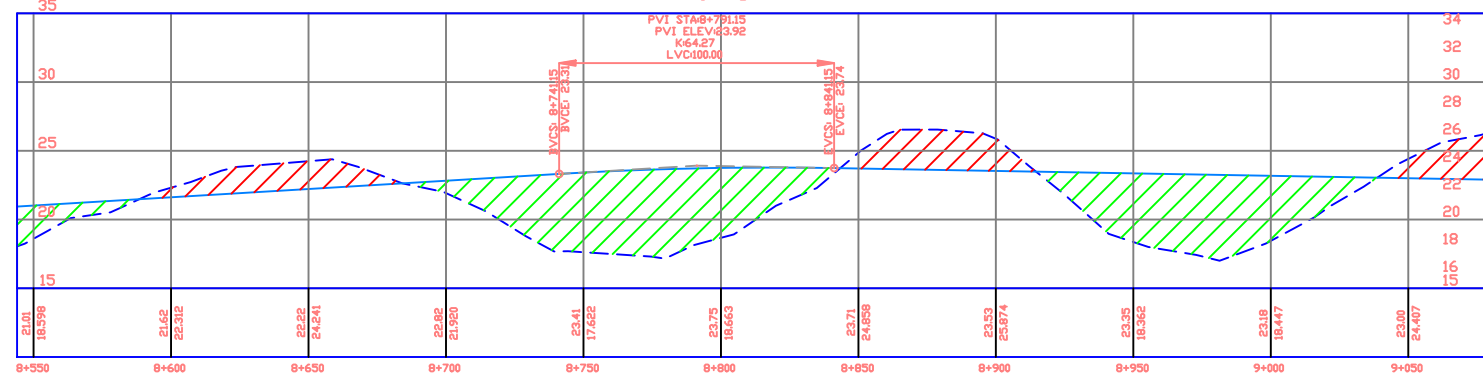
MATCH LINE - 16
AT STATION = 8+544.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 15



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

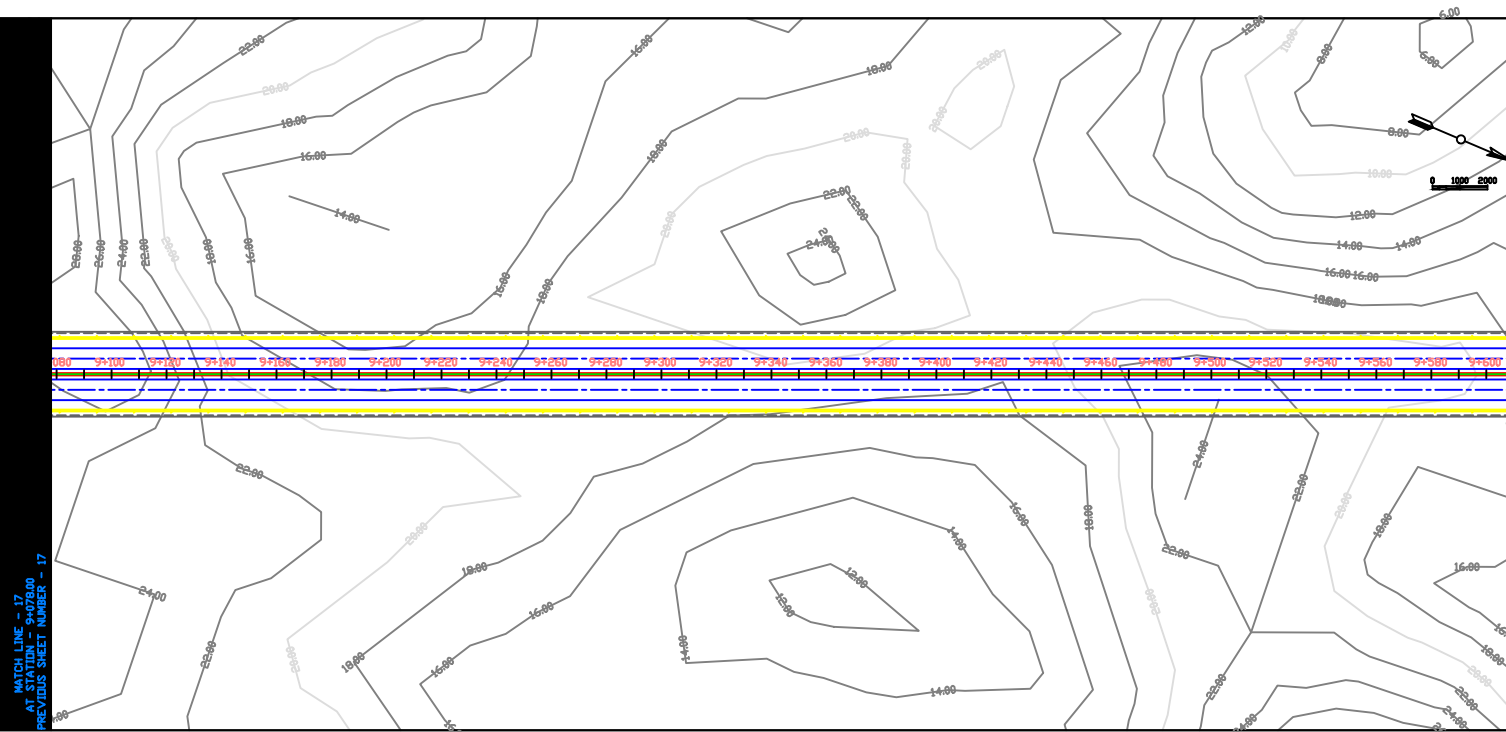
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC

18

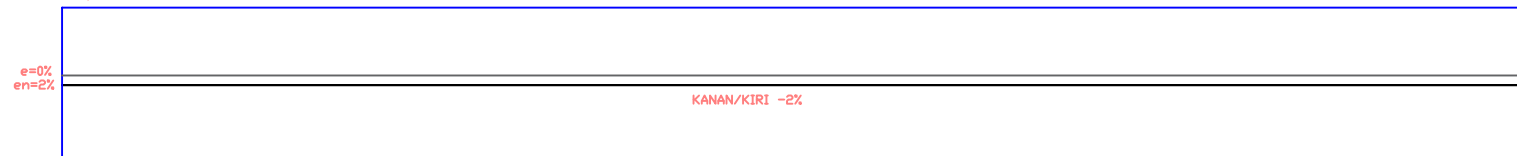
23



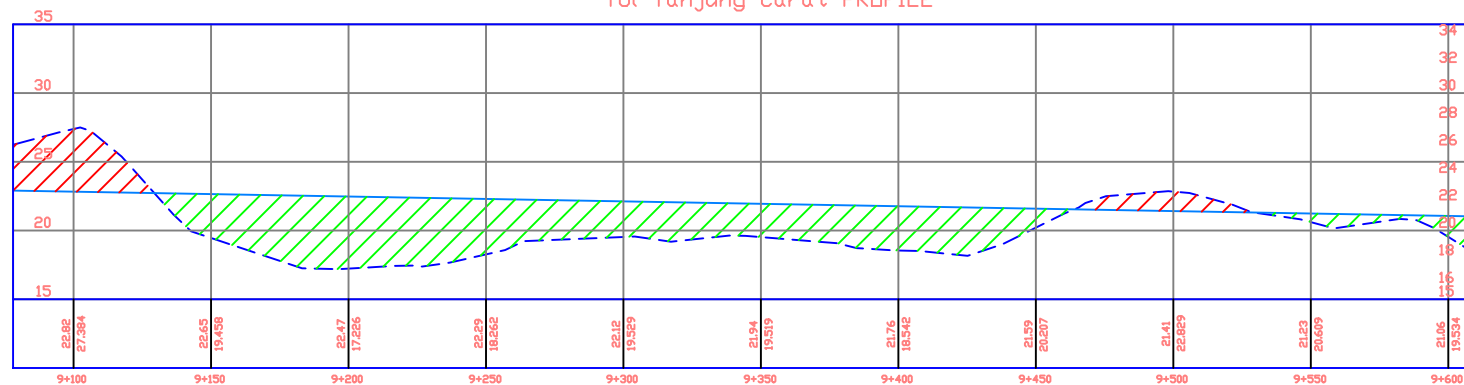
MATCH LINE - 17
AT STATION - 9+078.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 17

MATCH LINE - 18
AT STATION - 9+612.00
NEXT SHEET NUMBER 18

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

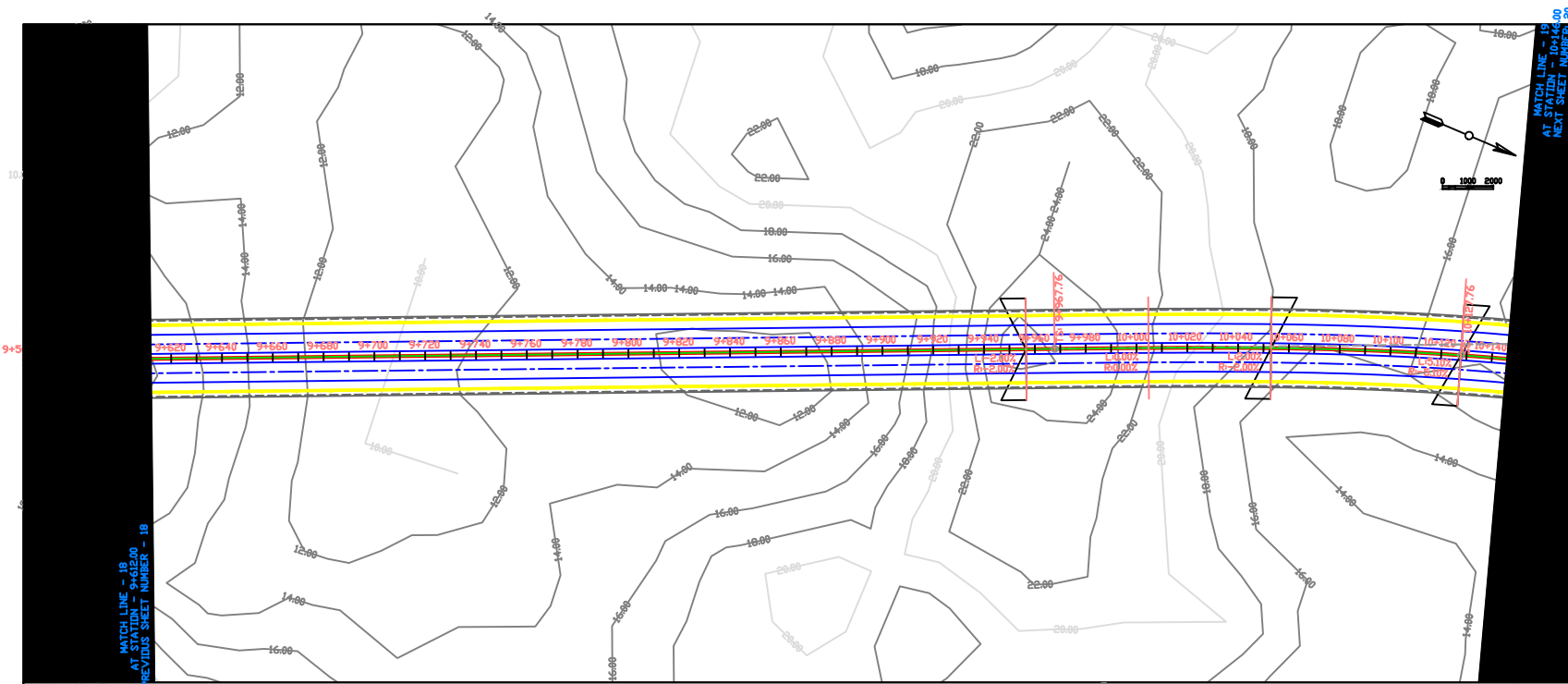
No
Gambar

Jumlah
Gambar

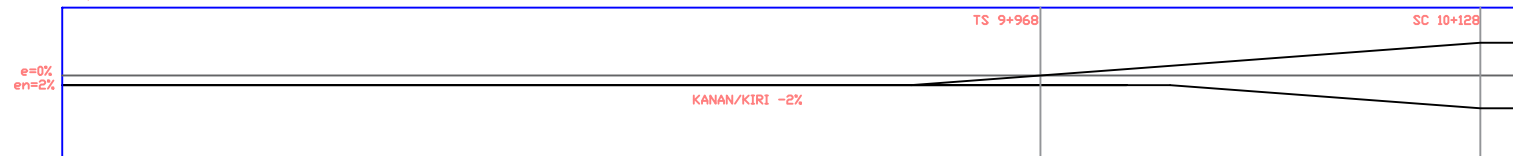
PP-TC

19

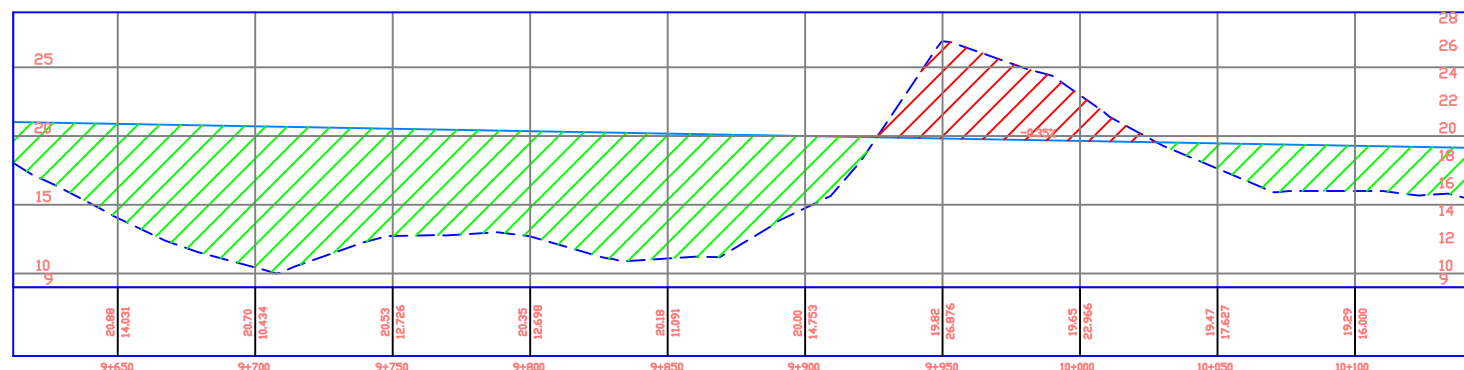
23



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

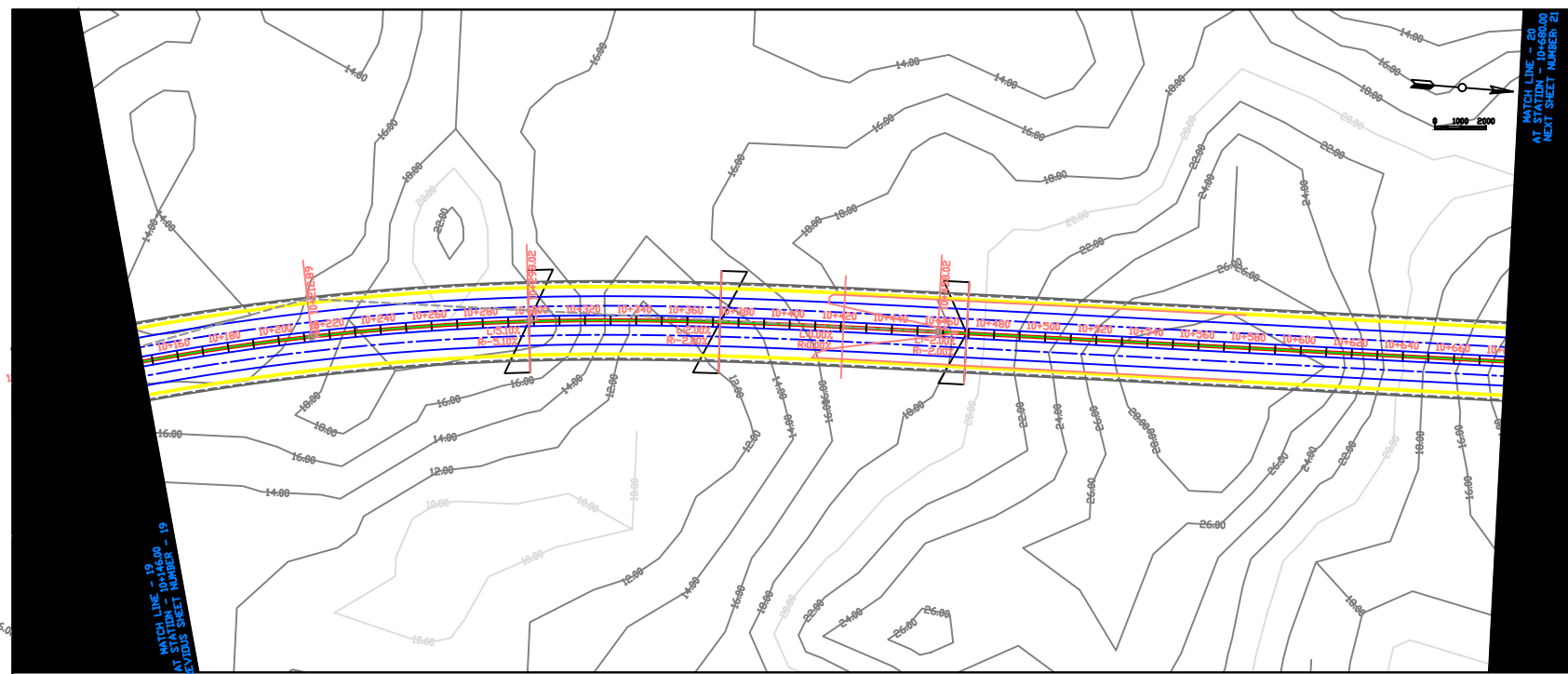
Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

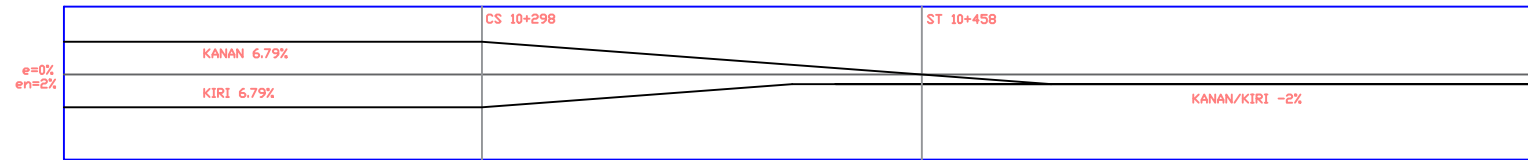
Nama Gambar Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat 1 : 2750

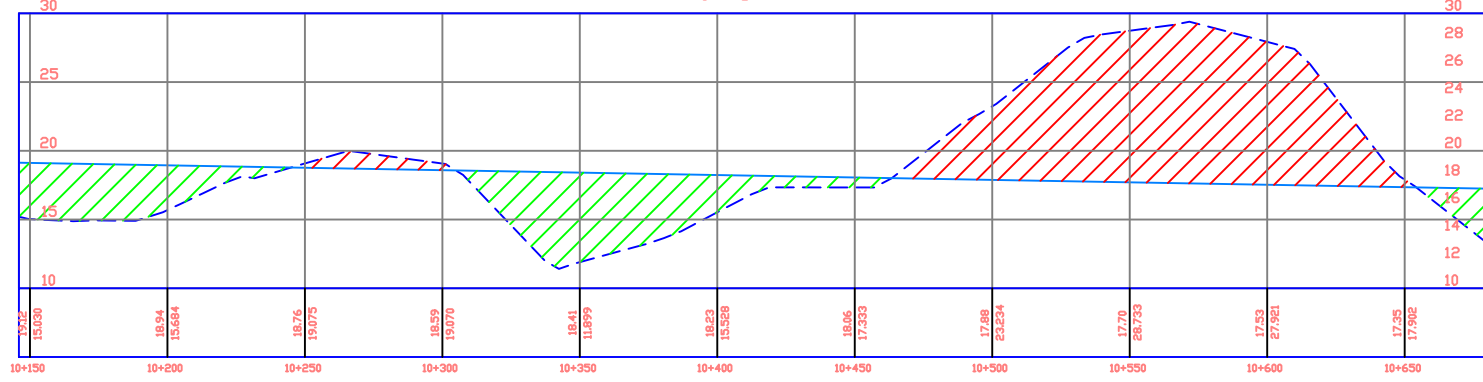
Kode	No Gambar	Jumlah Gambar
PP-TC	20	23



Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

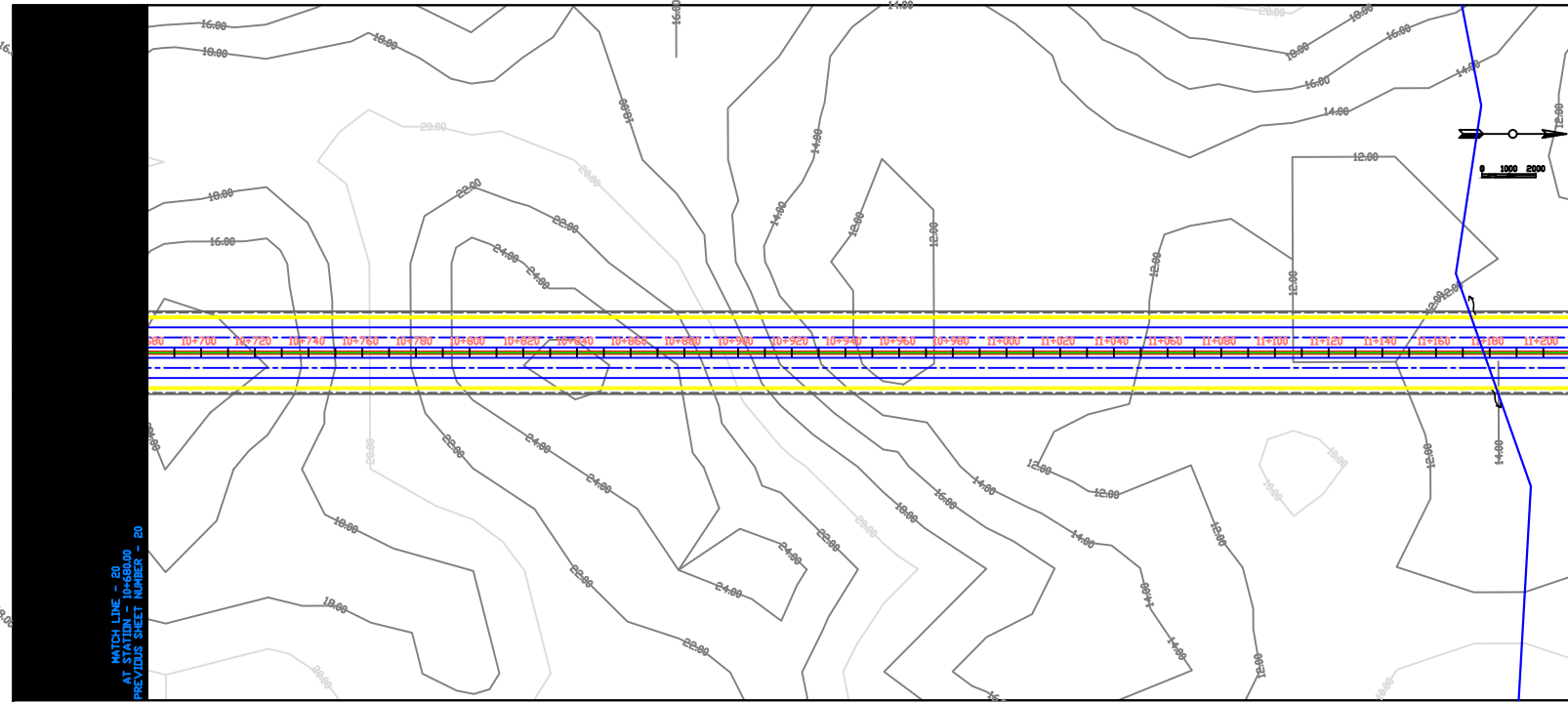
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC

21

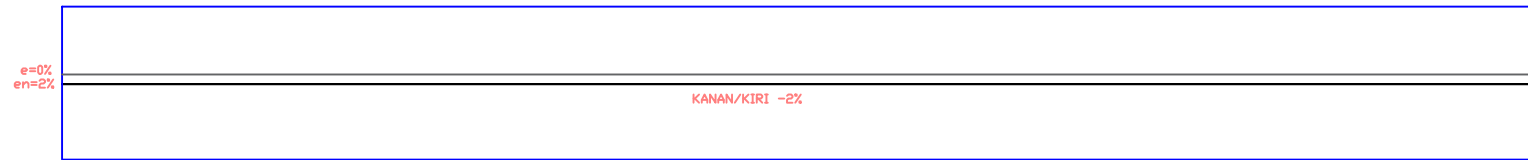
23



MATCH LINE - 21
AT STATION = 11+514.00
NEXT SHEET NUMBER: 22

MATCH LINE - 20
AT STATION = 10+630.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 20

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

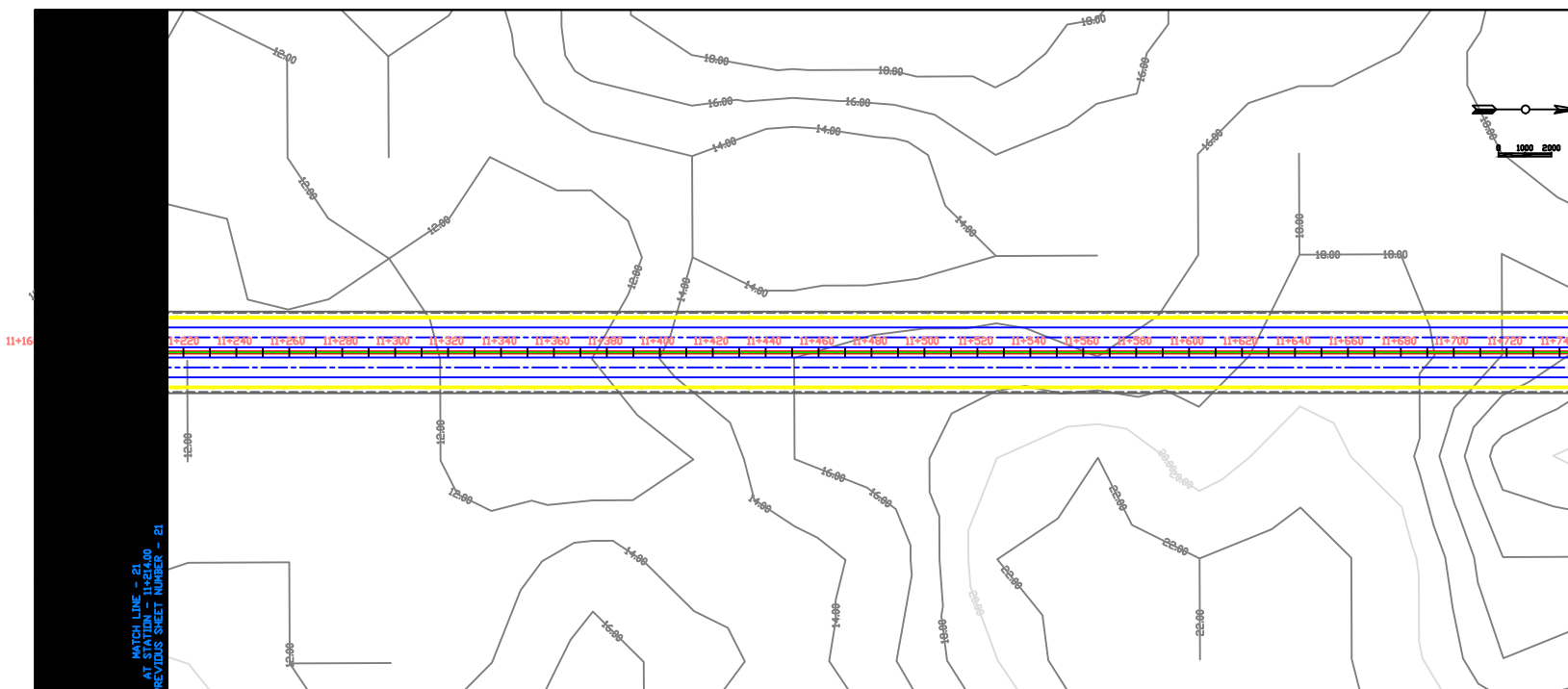
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC

22

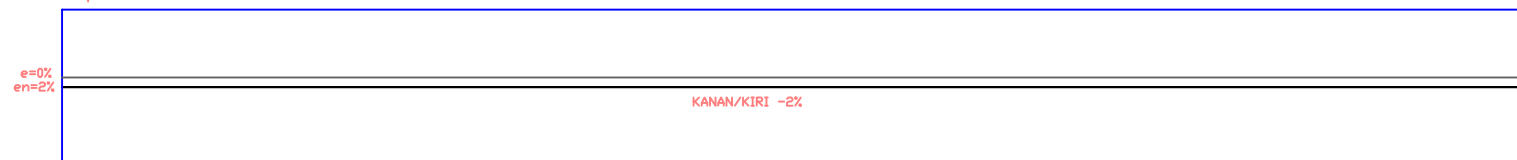
23



MATCH LINE - 23
AT STATION = 11+748.00
NEXT SHEET NUMBER: 23

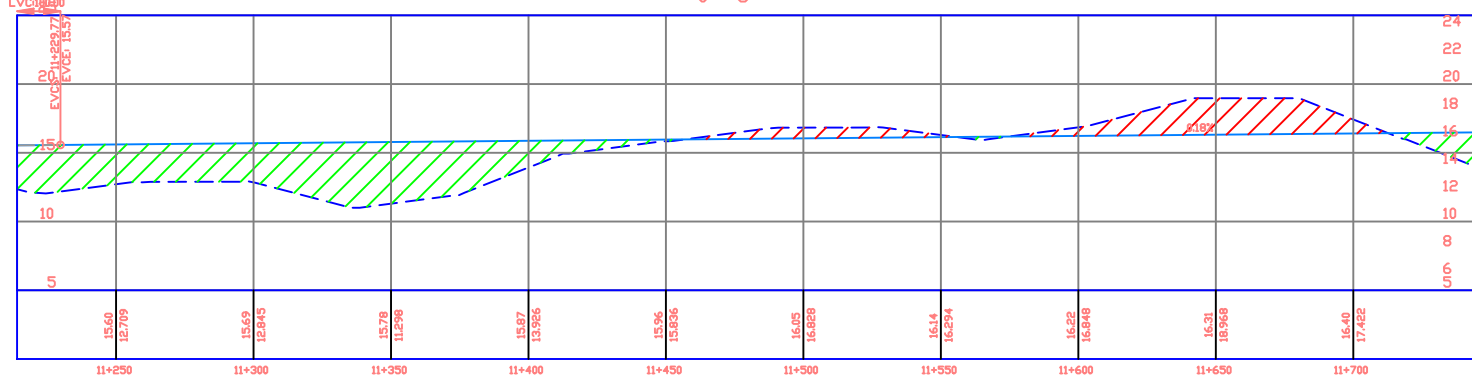
MATCH LINE - 21
AT STATION = 11+214.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 21

Superelevasi



PVI STA=11+179.77
PVI ELEV=15.48
K=188.41
LVC=180.00

Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

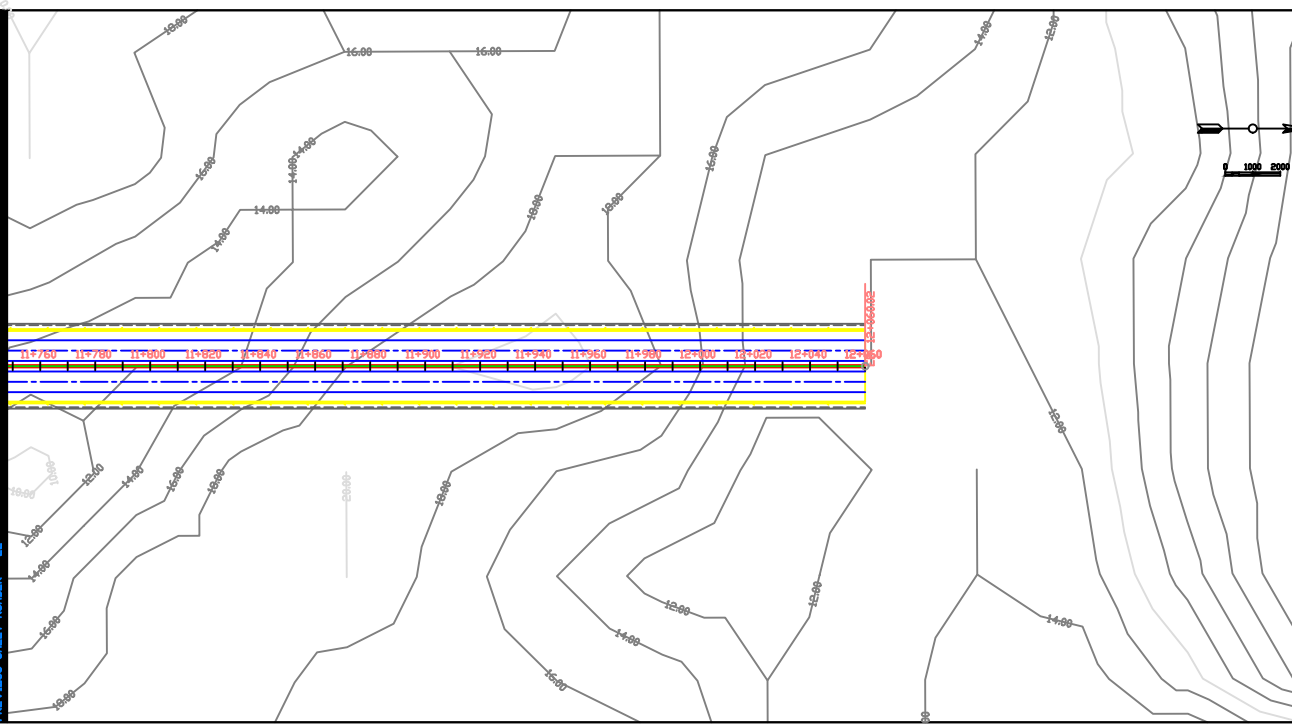
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC

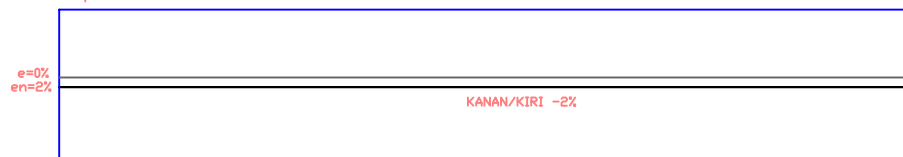
23

23

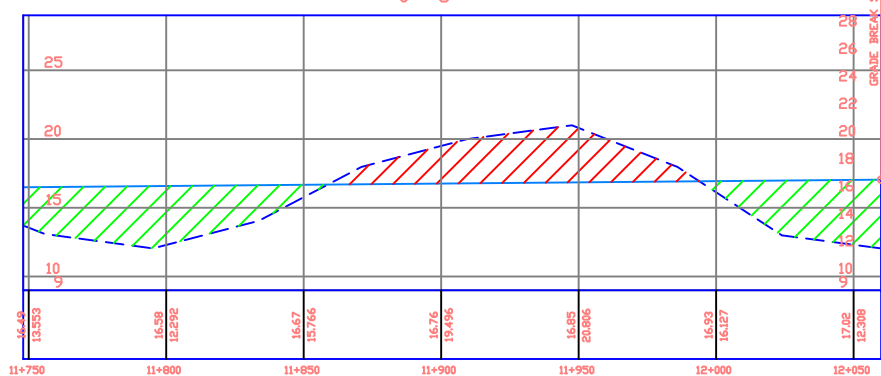


MATCH LINE - 22
AT STATION = 11+748.00
PREVIOUS SHEET NUMBER = 22

Superelevasi



Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

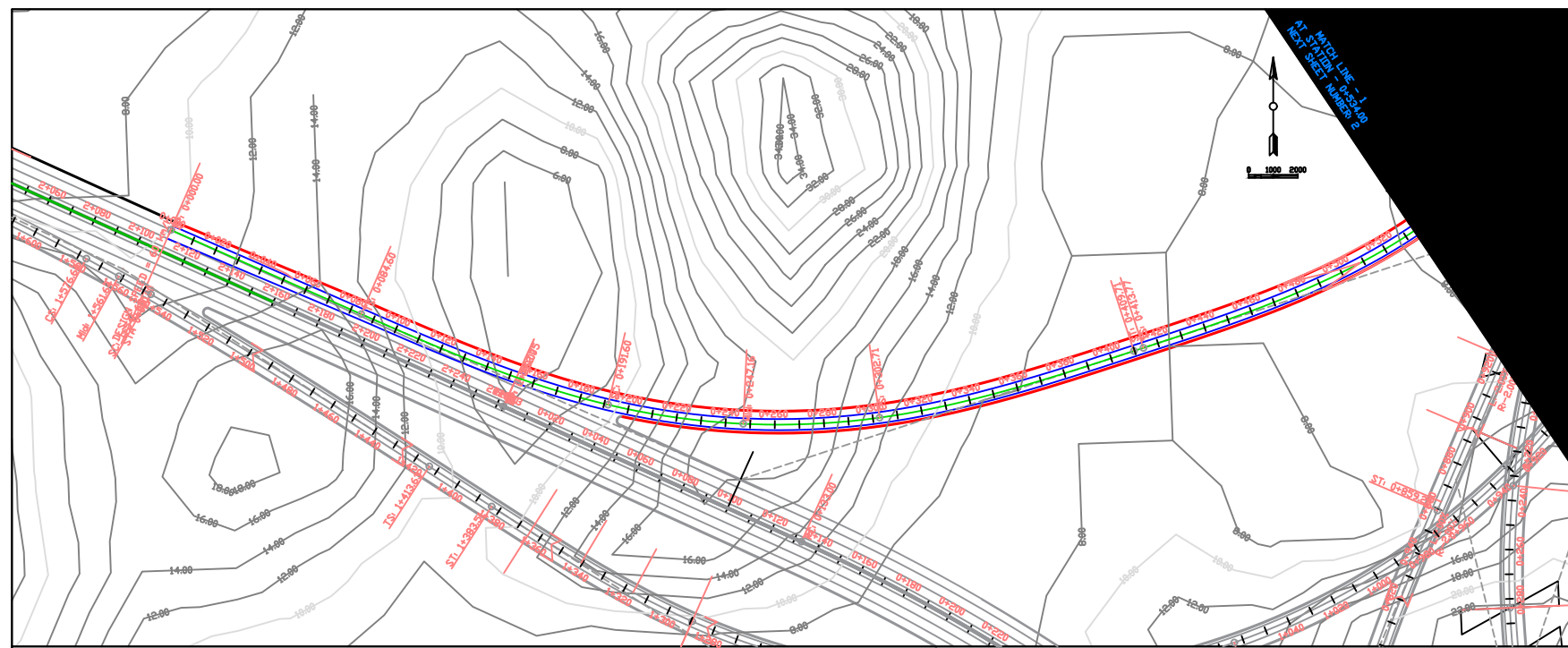
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

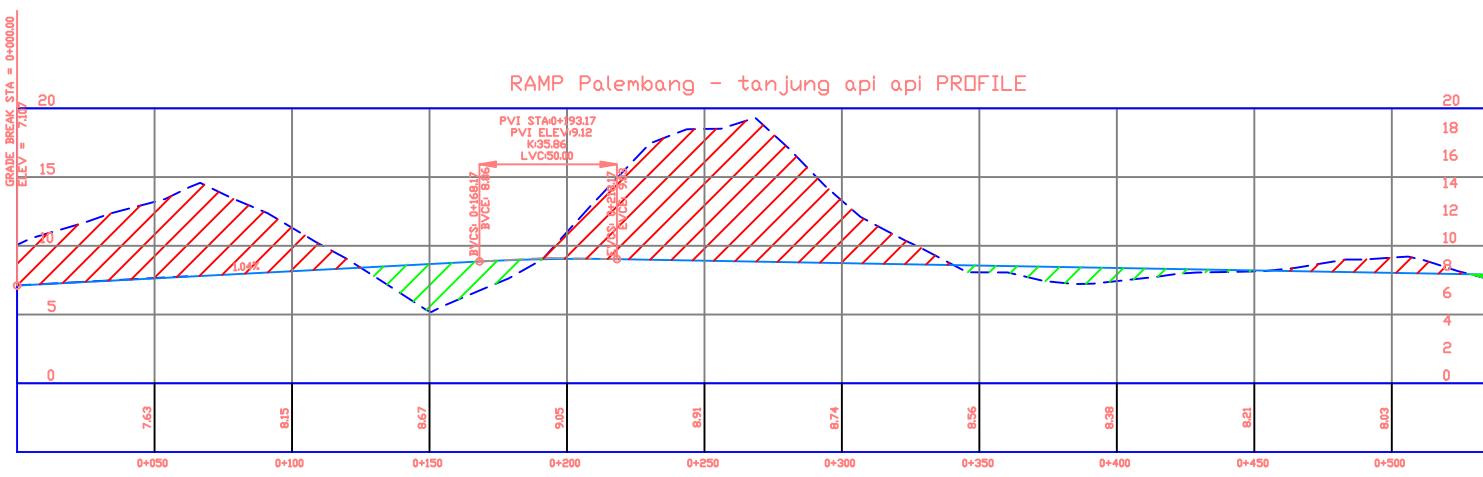
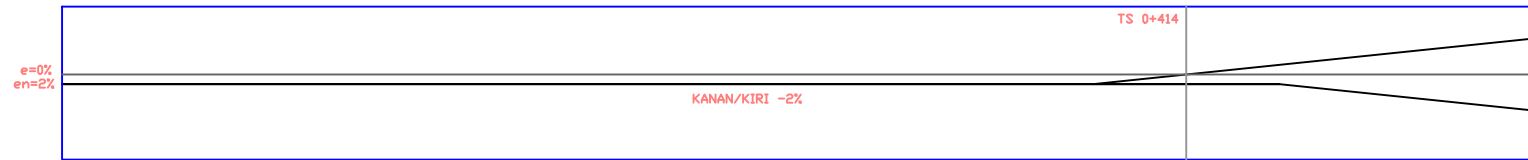
Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Superelevasi



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Palembang -
Tanjung Api Api 1 : 2750

Kode No Gambar Jumlah Gambar

PP-P.TAA 1 3



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

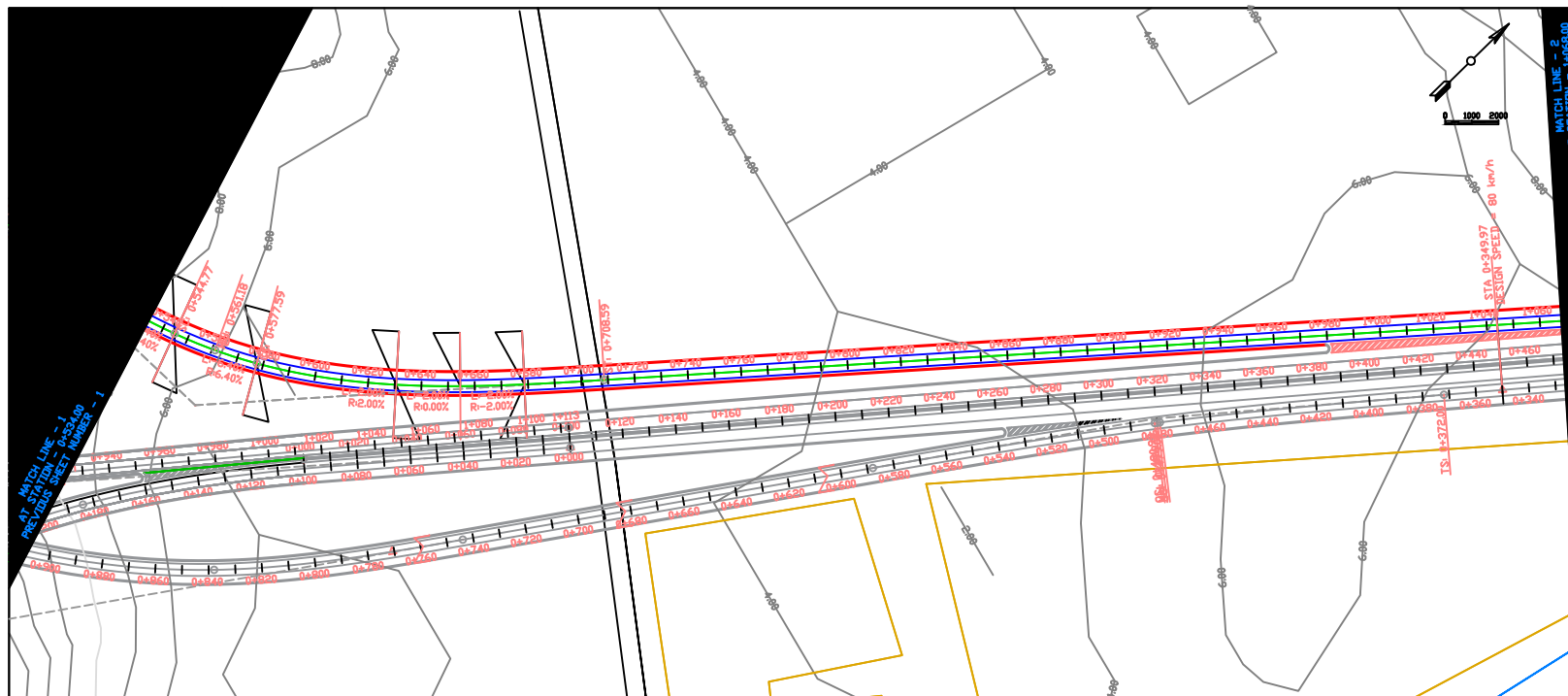
Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar Skala Gambar

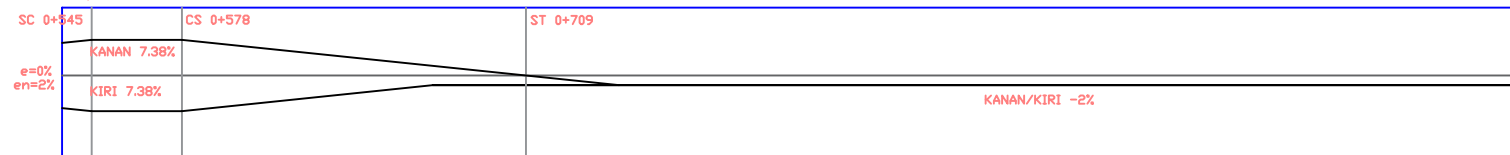
Plan & Profile
Ramp Palembang -
Tanjung Api Api 1 : 2750

Kode No Gambar Jumlah Gambar

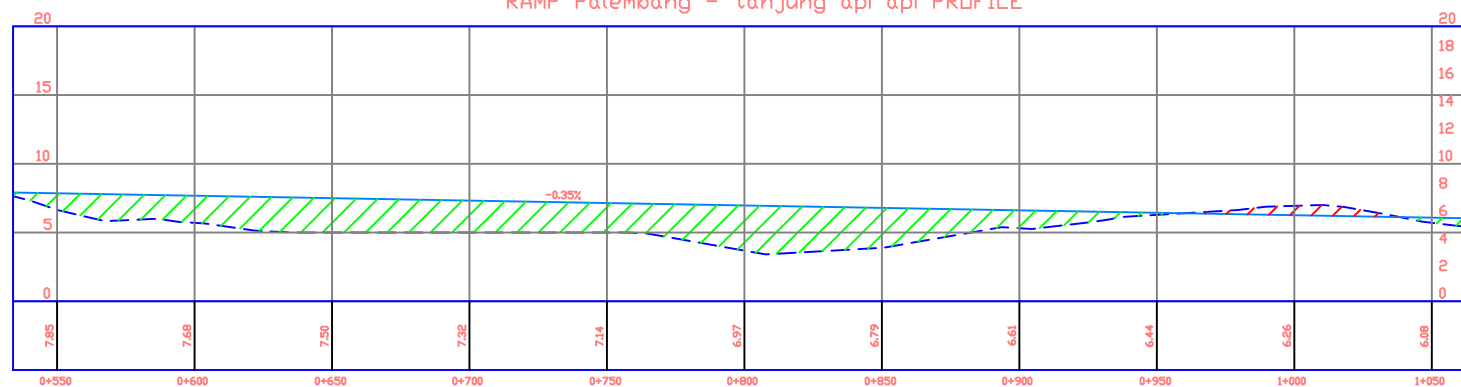
PP-P.TAA 2 3



Superelevasi



RAMP Palembang - tanjung api api PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 2750

Kode

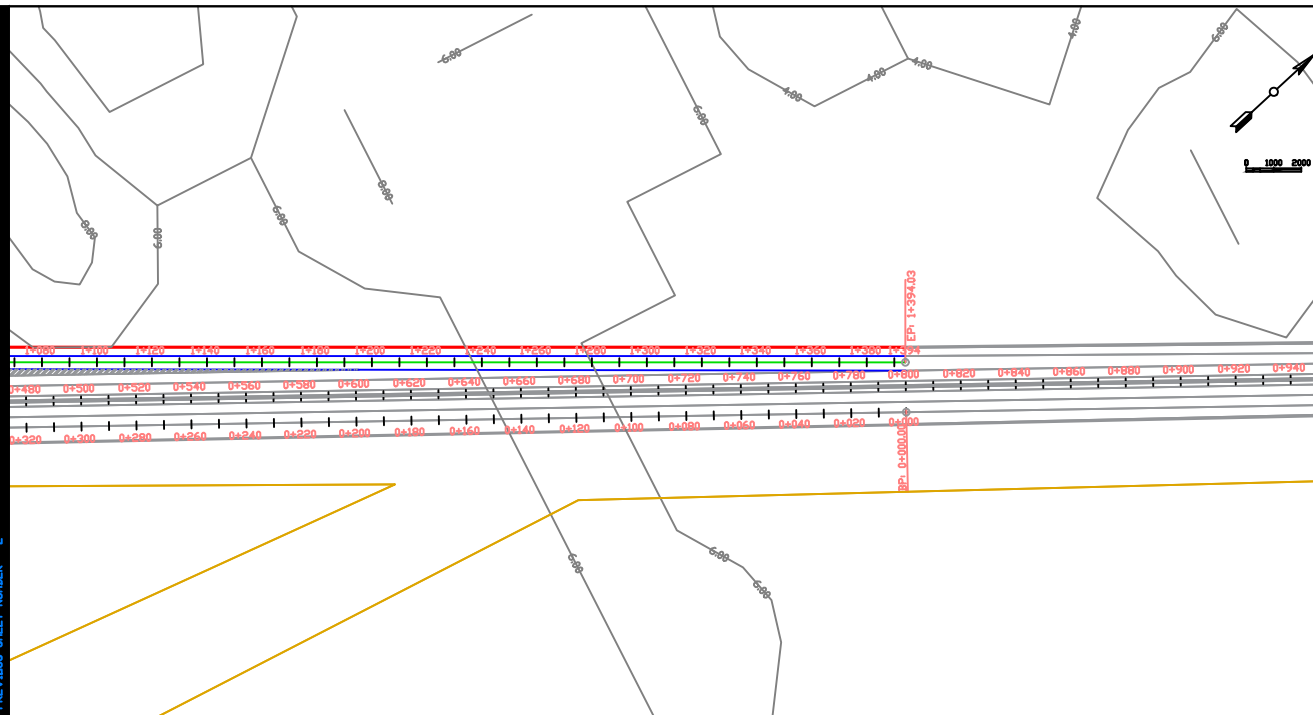
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-P.TAA

3

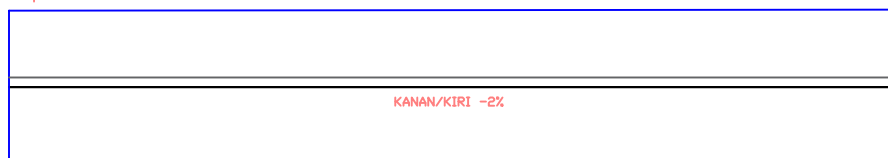
3



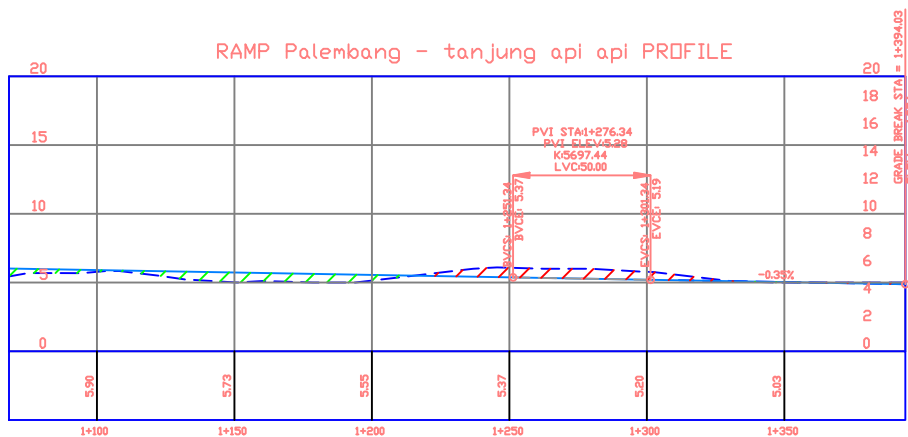
MATCH LINE - 2
AT STATION - 1+065.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 2

Superelevasi

e=0%
en=2%



RAMP Palembang - tanjung api api PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Tanjung Api Api -
Palembang

1 : 2750

Kode

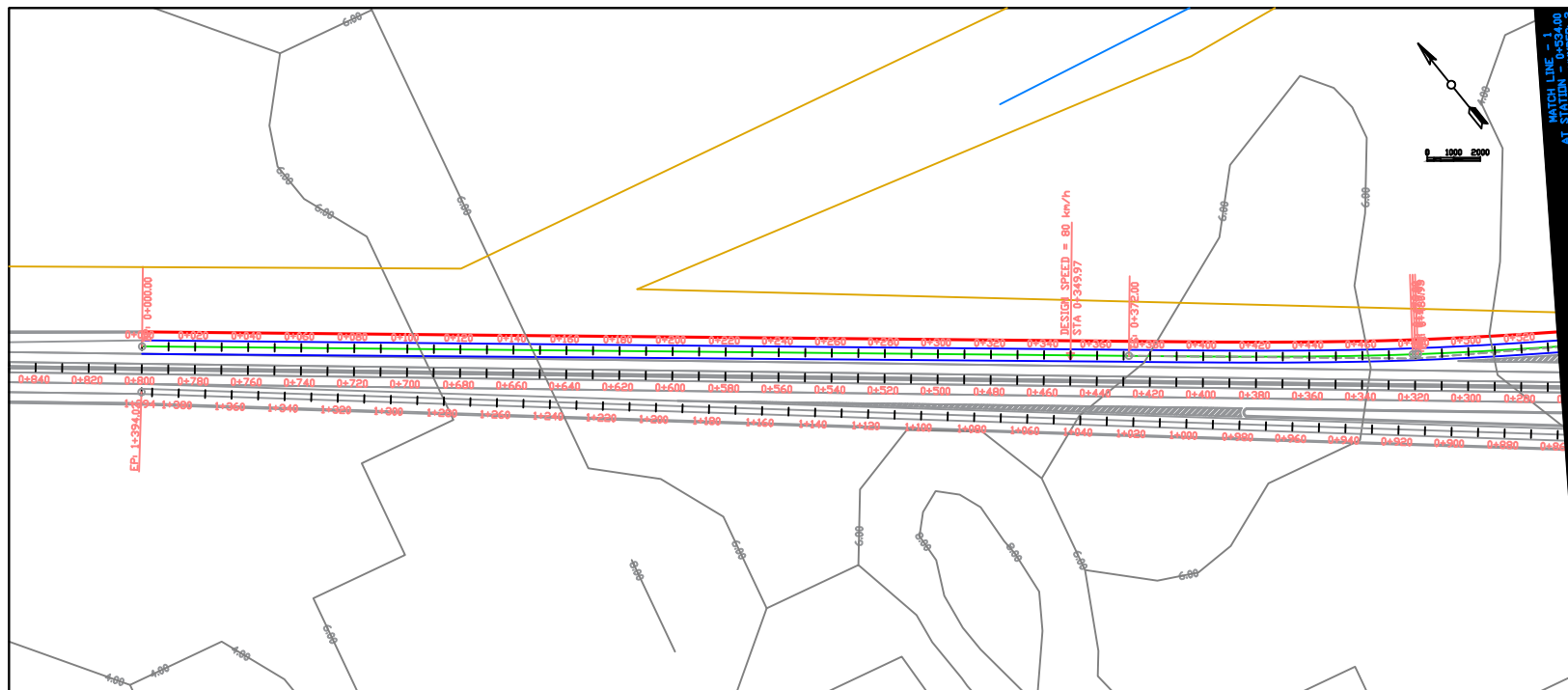
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TAA.P

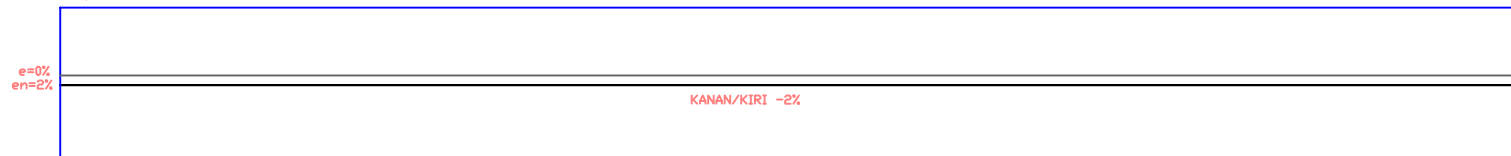
1

4

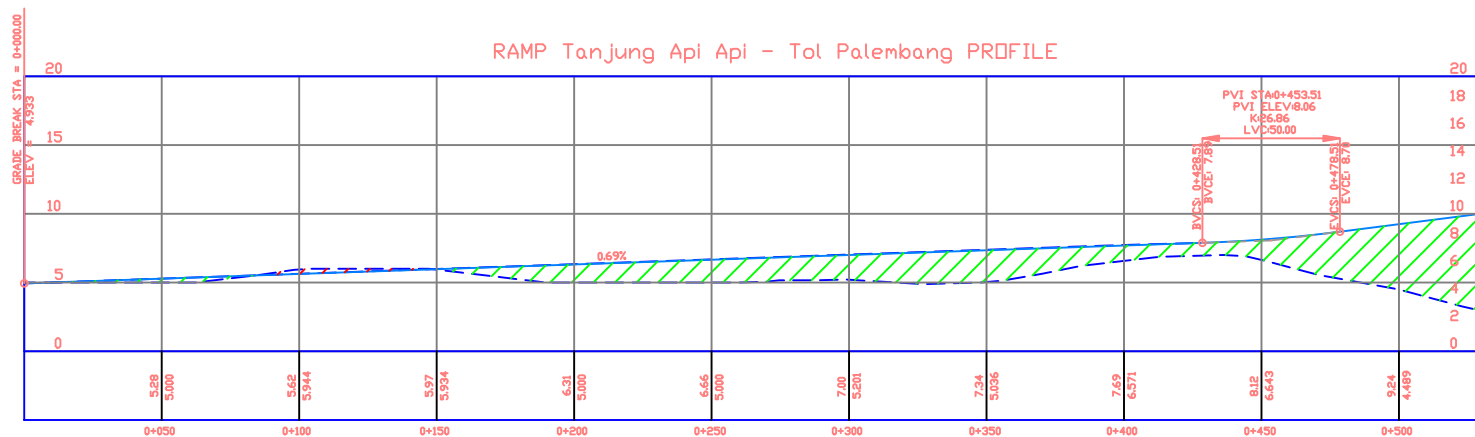


MATCH LINE - 1
AT STATION = 0+554.00
NEXT SHEET NUMBER 2

Superelevasi



RAMP Tanjung Api Api - Tol Palembang PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Tanjung Api Api - Palembang

1 : 2750

Kode

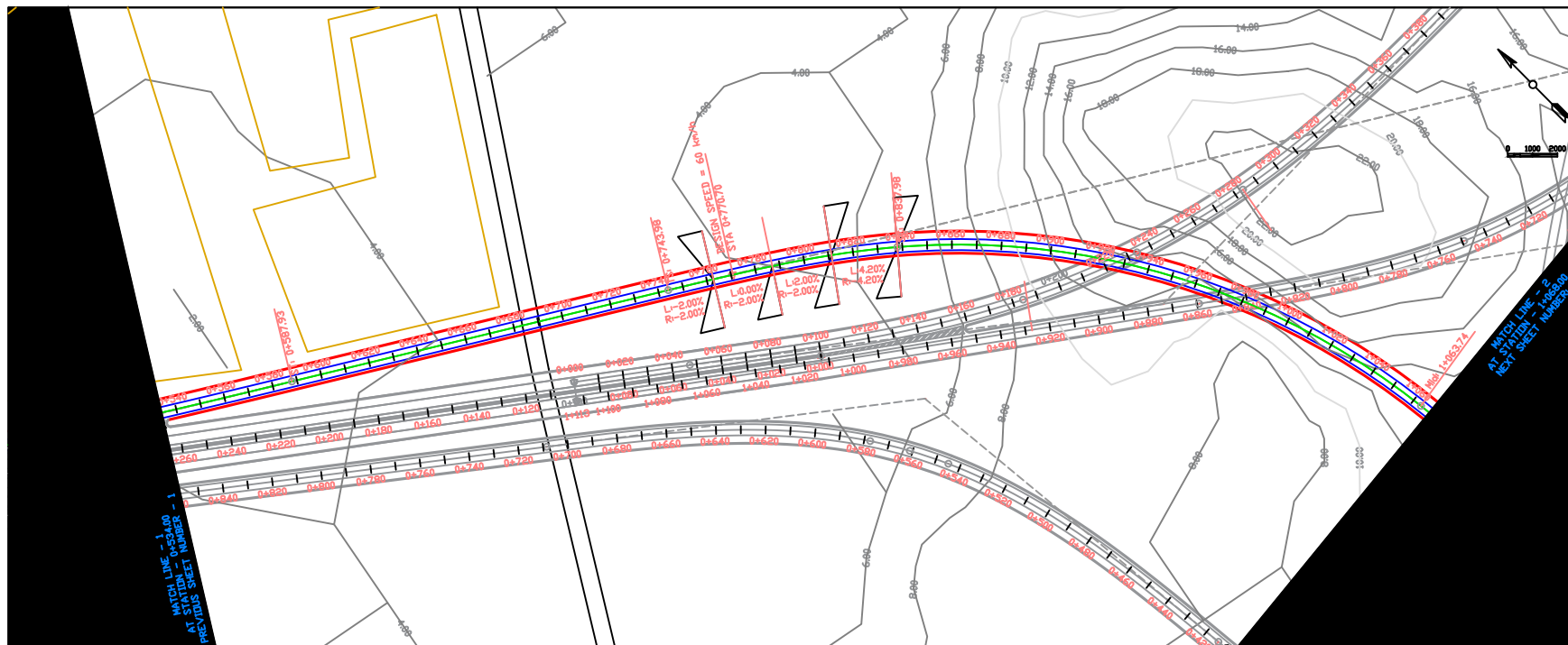
No
Gambar

Jumlah
Gambar

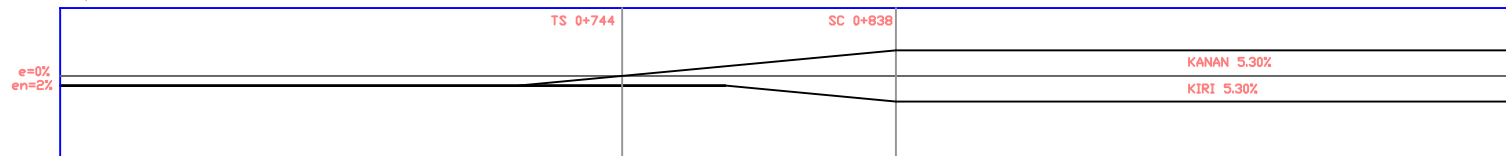
PP-TAA.P

2

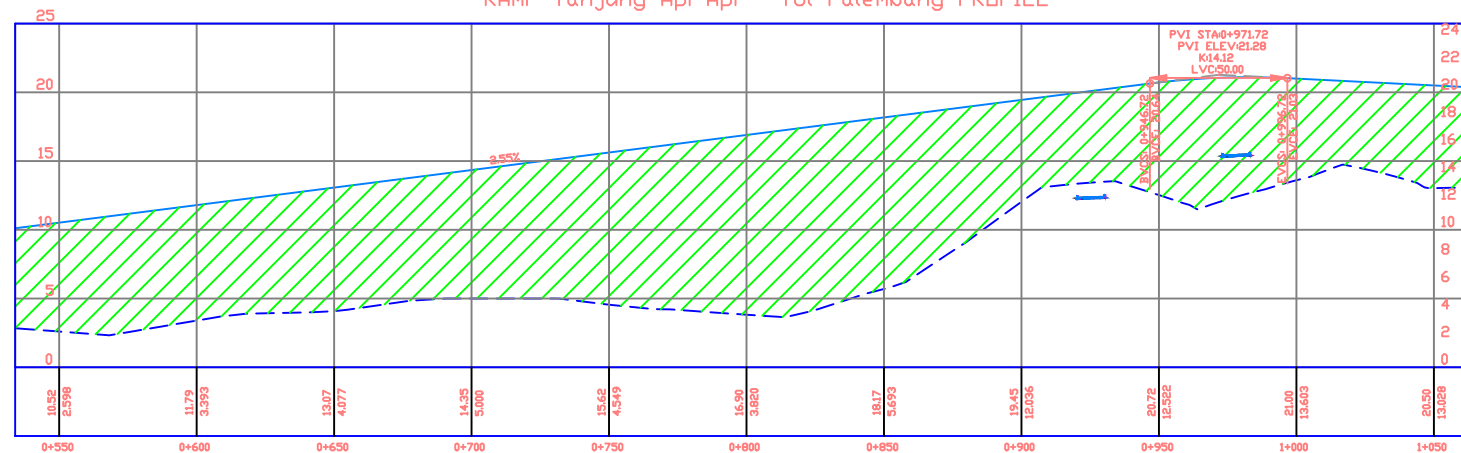
4



Superelevasi



RAMP Tanjung Api Api - Tol Palembang PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Ramp Tanjung Api Api - Palembang

1 : 2750

Kode

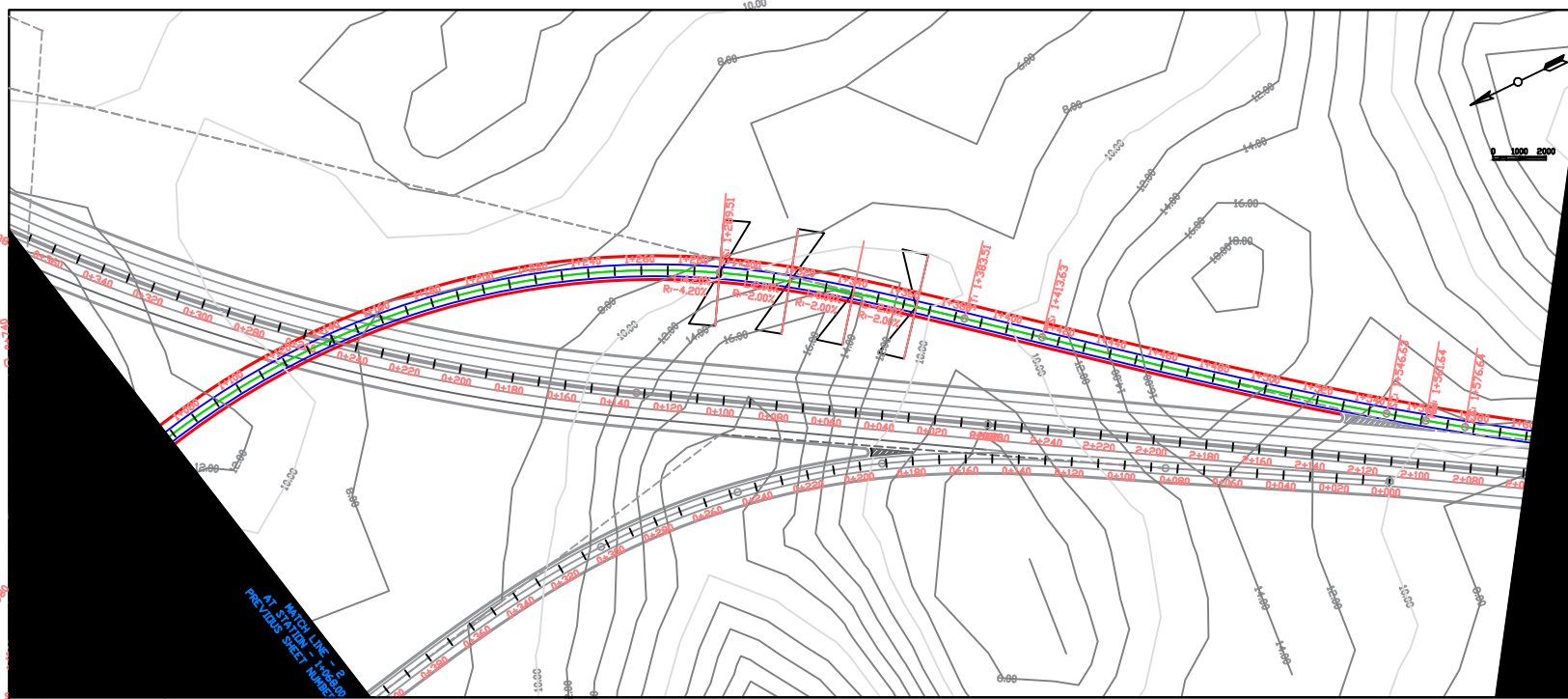
No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

PP-TAA.P

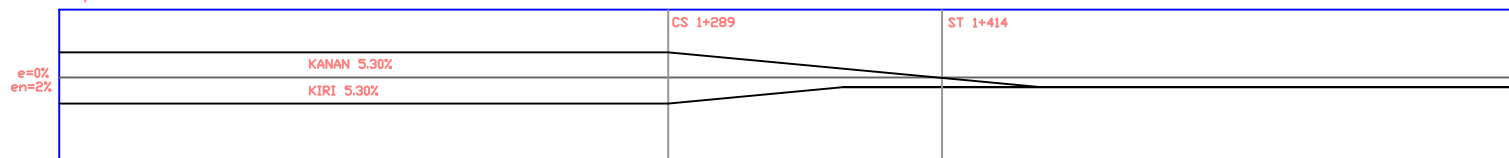
3

4

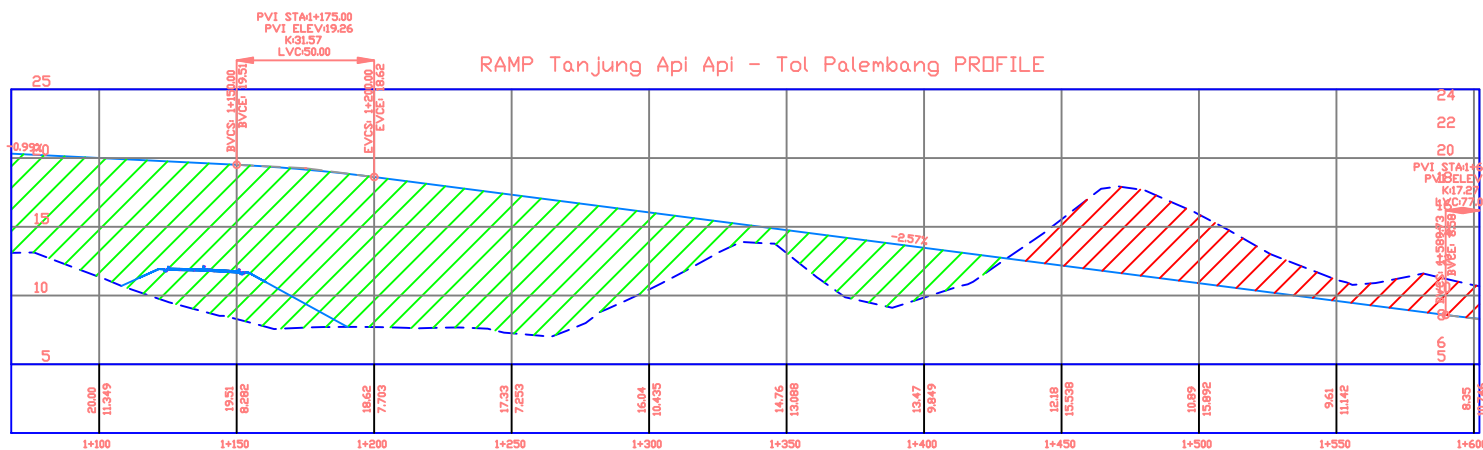


WATCH LINE - 3
 AT STATION 1+602.00
 NEXT SHEET NUMBER 4

Superelevasi



RAMP Tanjung Api Api - Tol Palembang PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Tanjung Api
Api - Palembang

1 : 2750

Kode

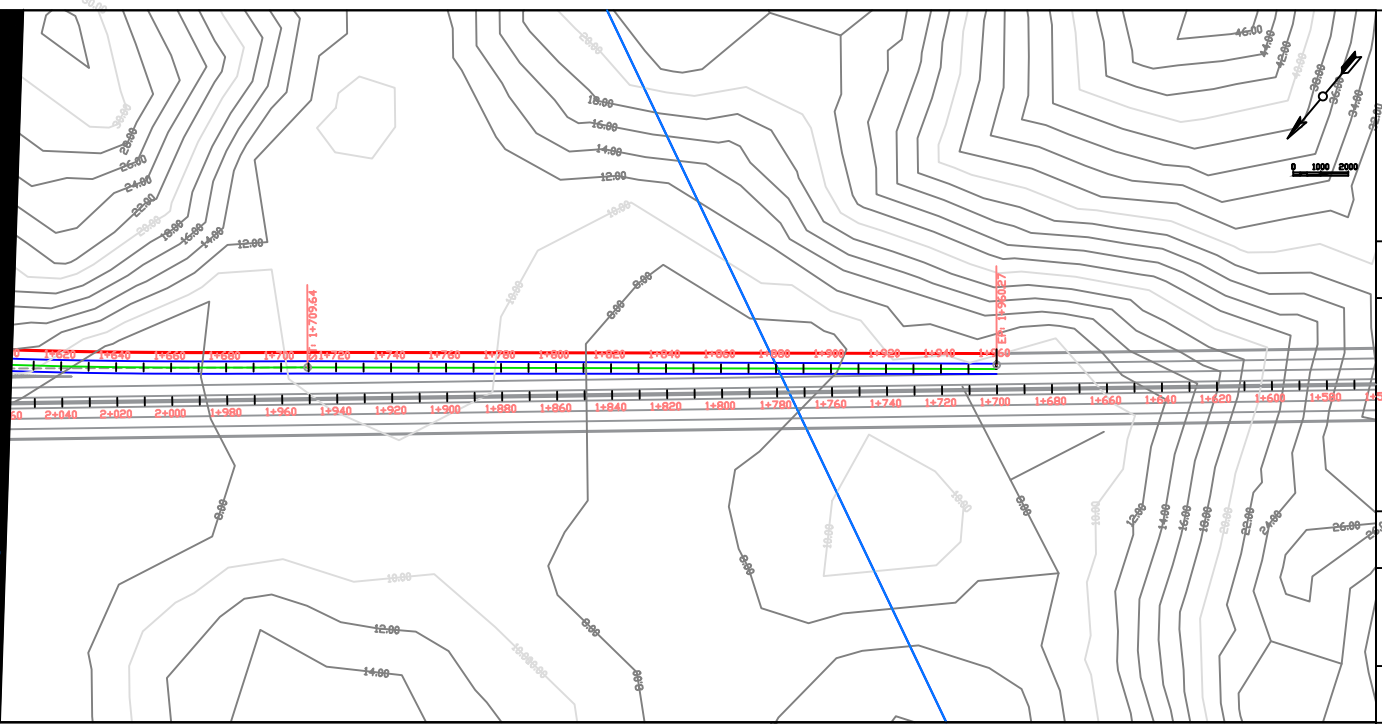
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TAA.P

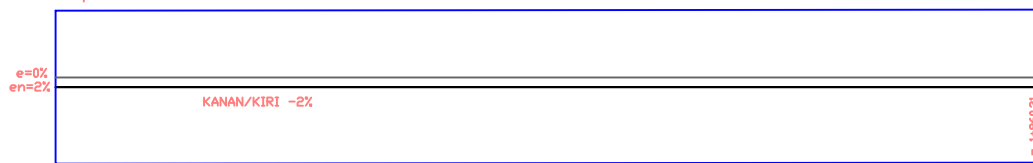
4

4

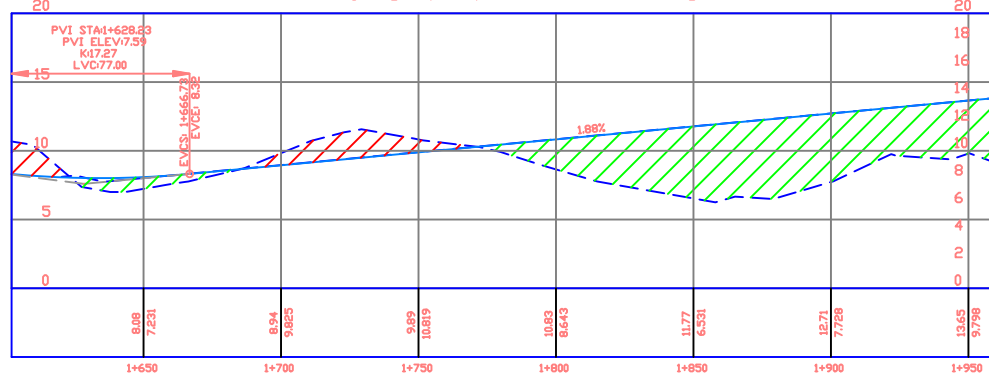


MATCH LINE - 3
AT STATION 1+650.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - 3

Superelevasi



RAMP Tanjung Api Api - Tol Palembang PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

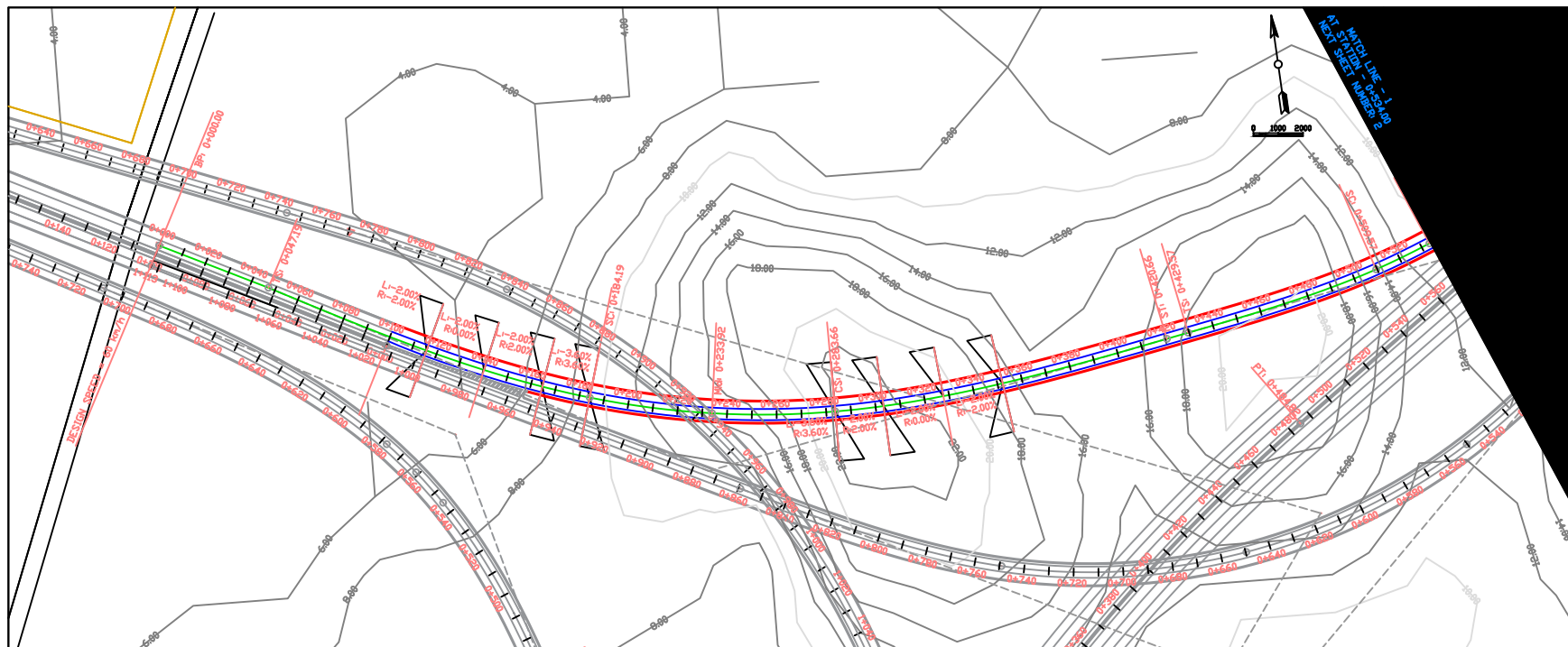
No
Gambar

Jumlah
Gambar

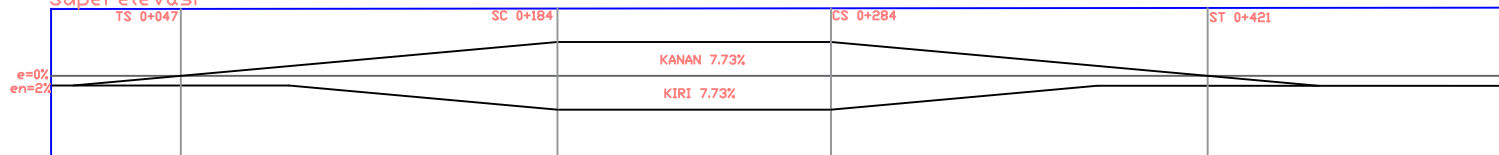
PP-TAA.TC

1

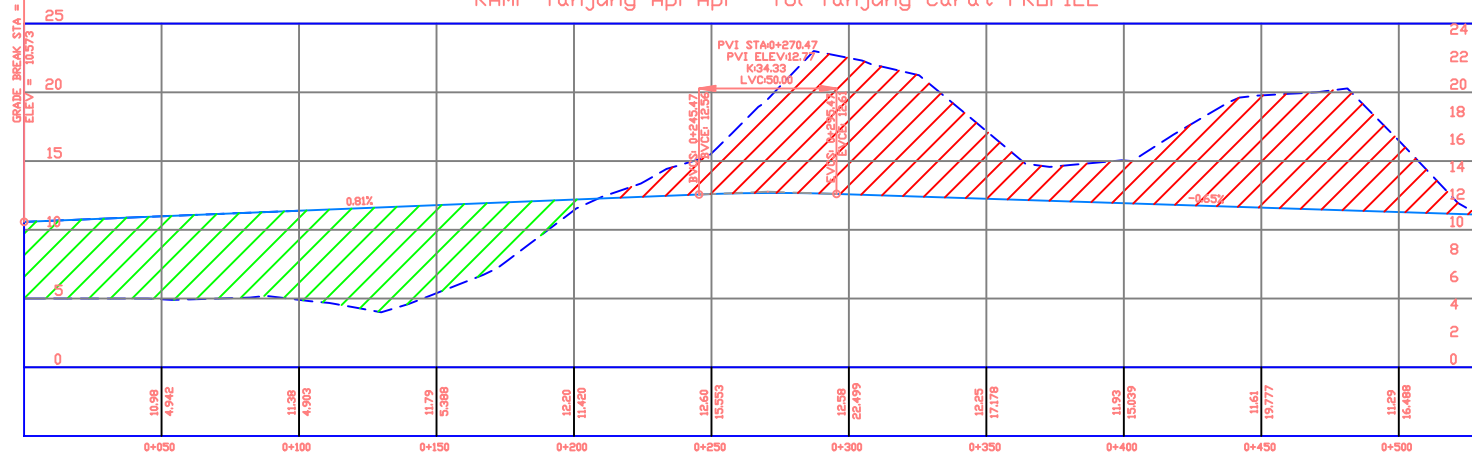
2



Superelevasi



RAMP Tanjung Api Api - Tol Tanjung Carat PROFILE





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

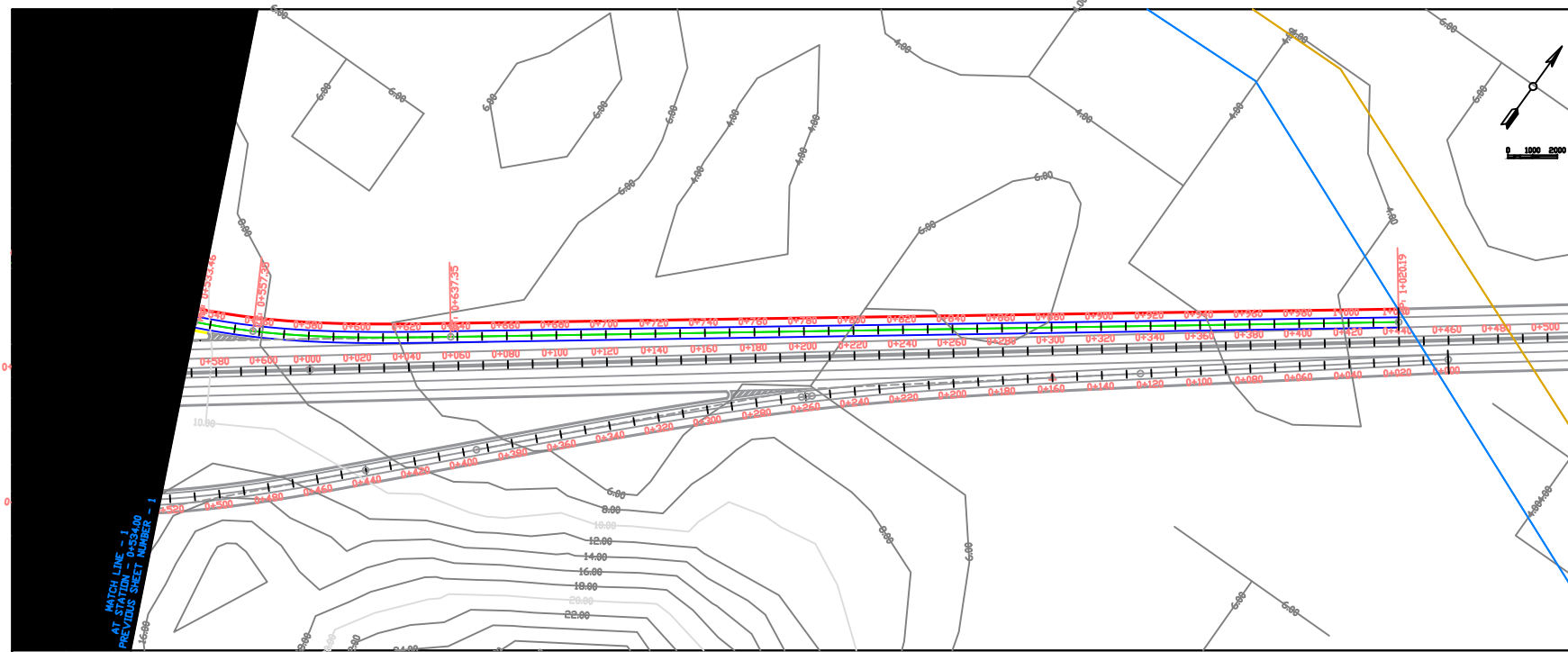
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

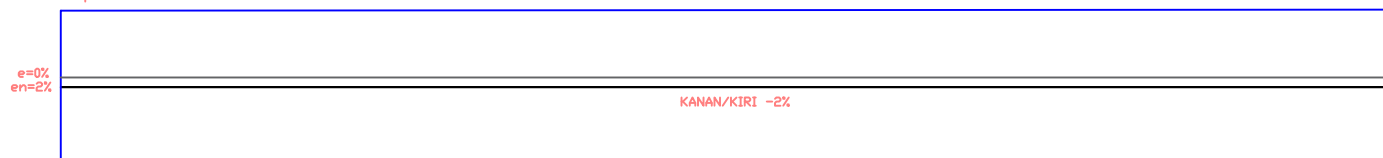
Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

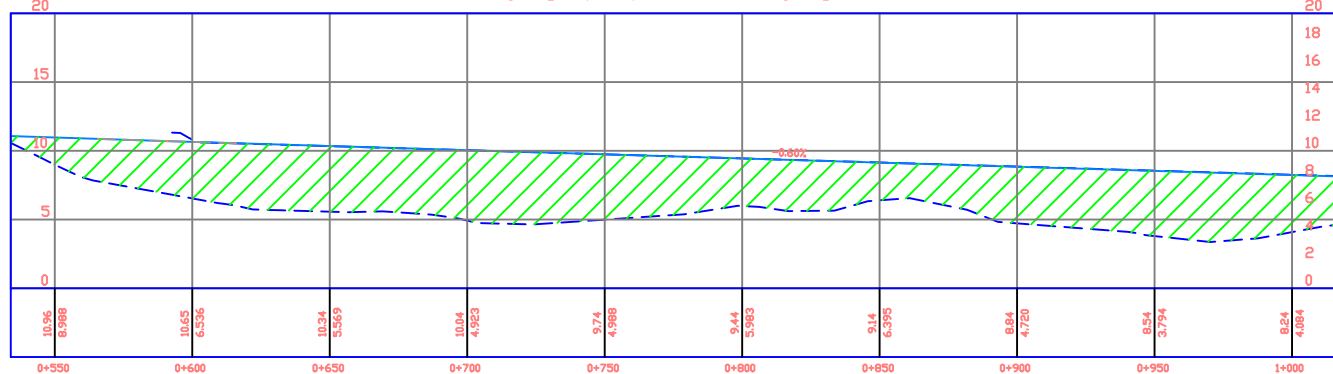
Keterangan



Superelevasi



RAMP Tanjung Api Api - Tol Tanjung Carat PROFILE



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 2750

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TAA.TC

2

2



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 2750

Kode

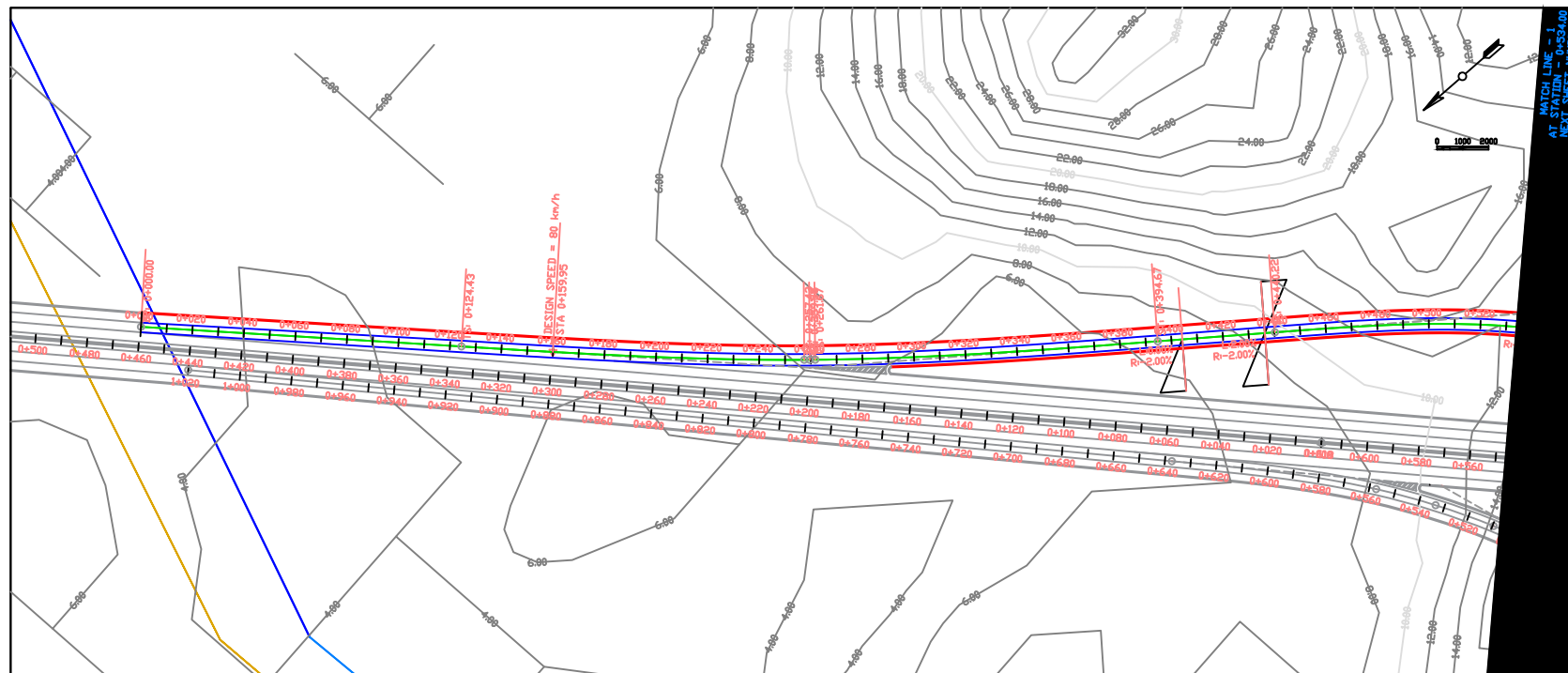
No
Gambar

Jumlah
Gambar

PP-TC.TAA

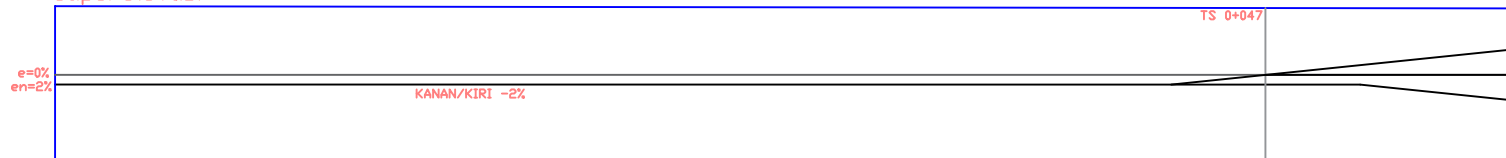
1

3

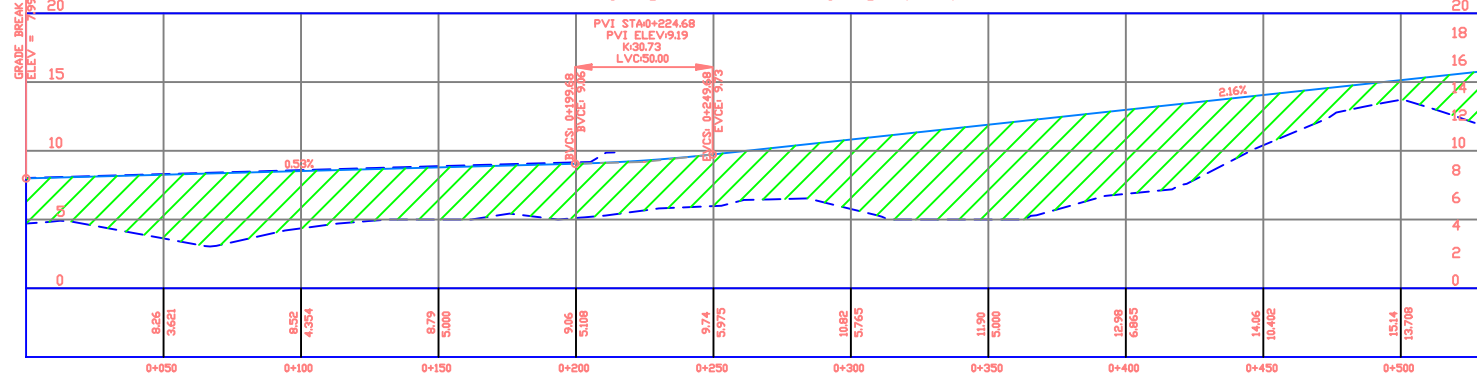


WATCH LINE - 1
AT STA 0+334.00
NEXT SHEET NUMBER 2

Superelevasi



RAMP Tanjung Carat - Tanjung Api Api PROFILE





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

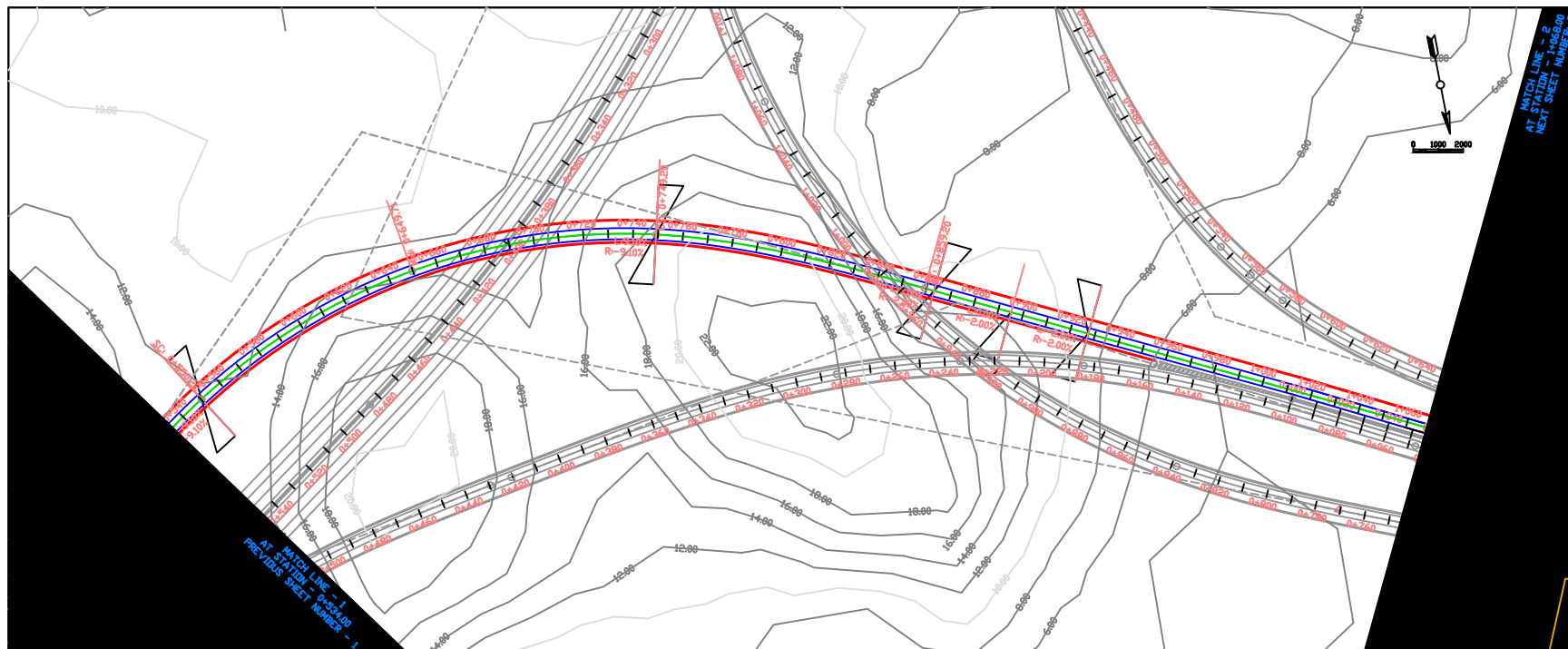
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

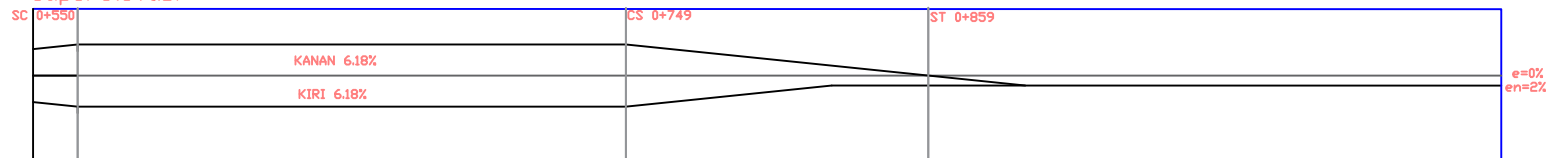
Keterangan



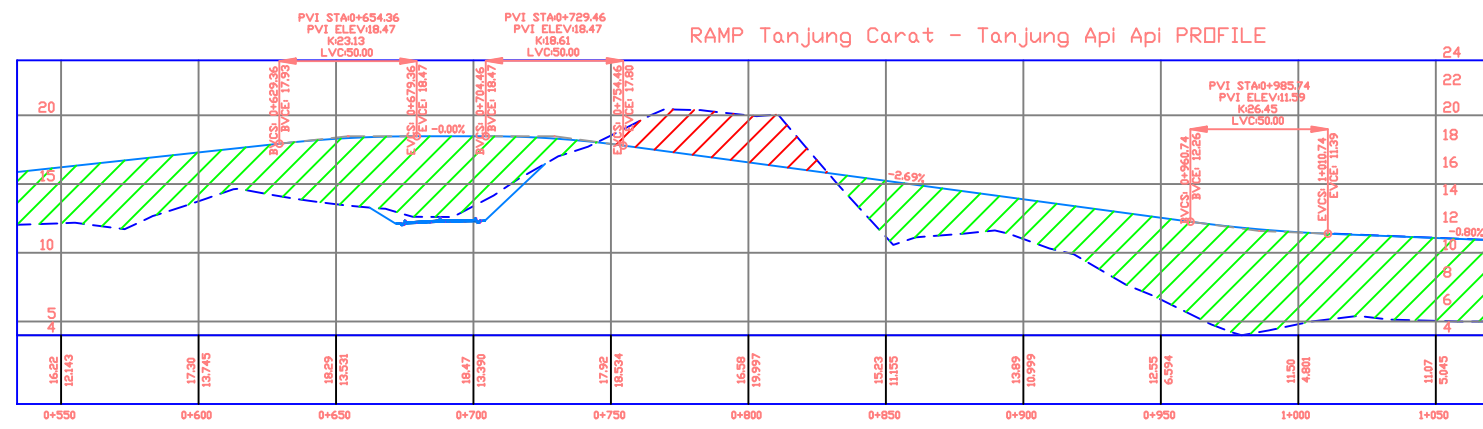
AT MATCH LINE - 2
 NEXT STATION = +0+650.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER = 3

AT MATCH LINE - 1
 PREVIOUS STATION = +0+350.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER = 1

Superelevasi



RAMP Tanjung Carat - Tanjung Api Api PROFILE



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 03111640000172

Nama Gambar Skala Gambar

Plan & Profile
 Ramp Tanjung
 Carat - Tanjung
 Api Api

1 : 2750

Kode	No Gambar	Jumlah Gambar
PP-TC.TAA	2	3



Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

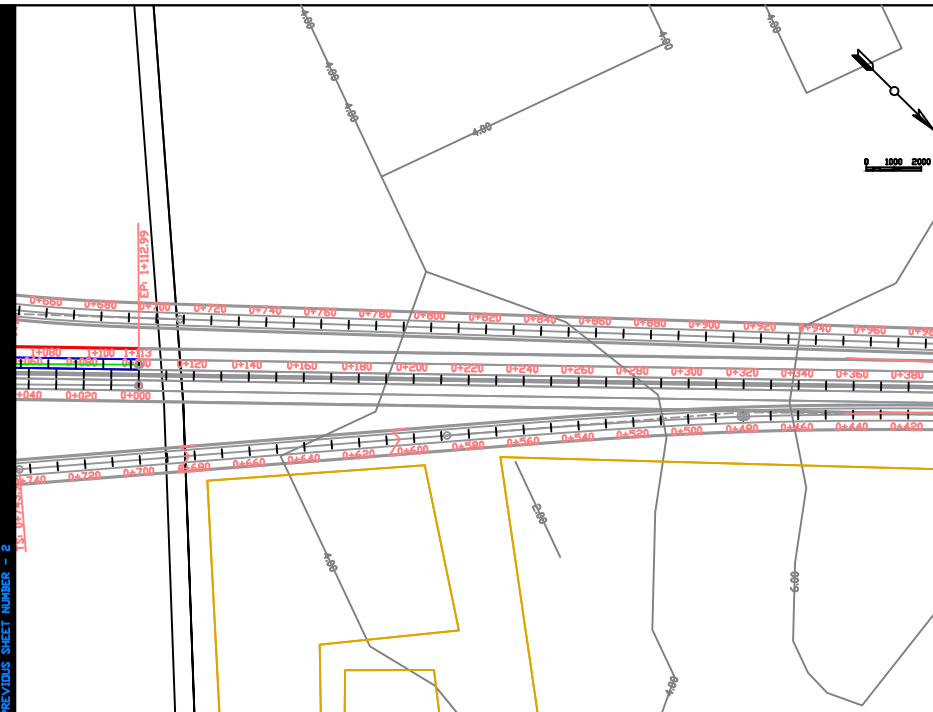
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

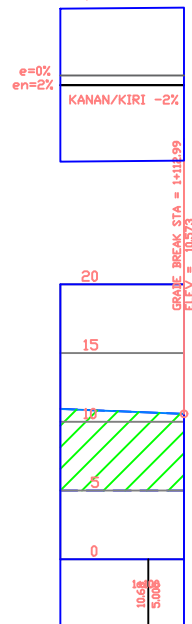
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



MATCH LINE - 2
 AT STATION = 1+063.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER = 2

Superelevasi



RAMP Tanjung Carat - Tanjung Api Api PROFILE

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Plan & Profile
 Ramp Tanjung
 Carat - Tanjung
 Api Api

1 : 2750

Kode

No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

PP-TC.TAA

3

3



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

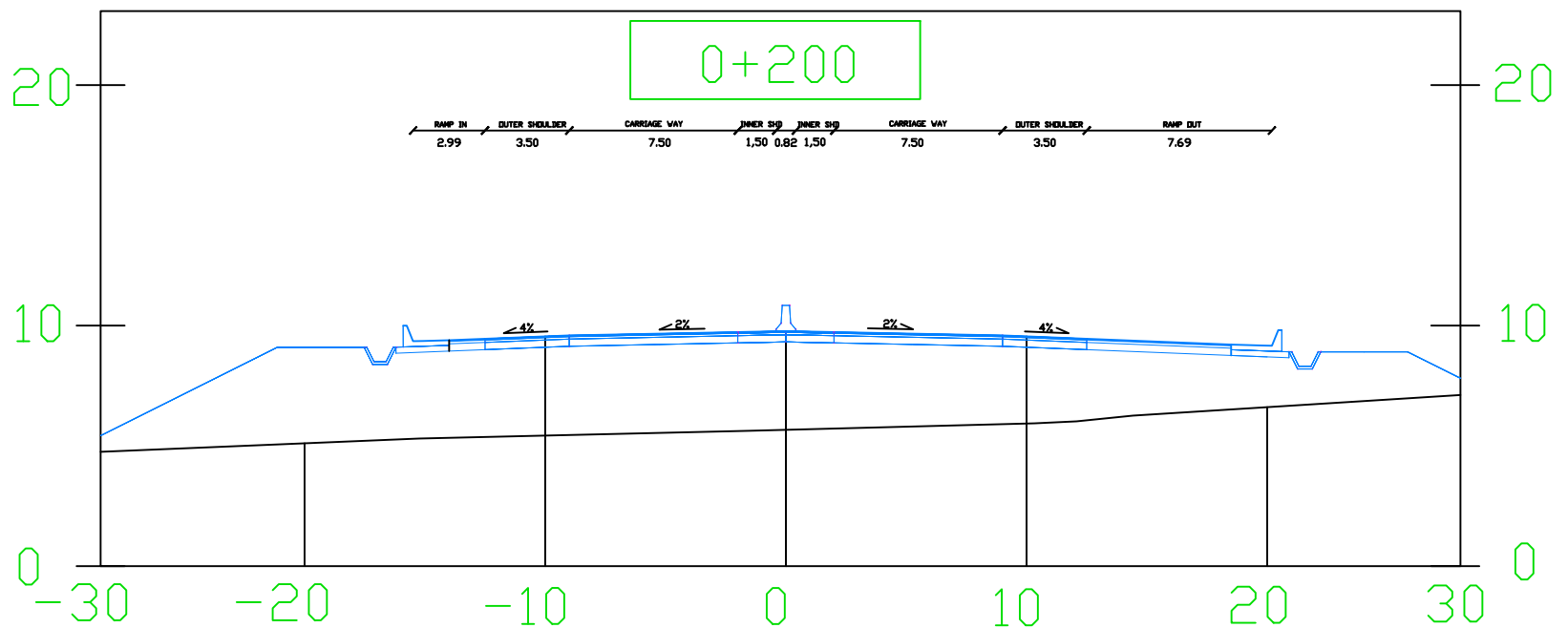
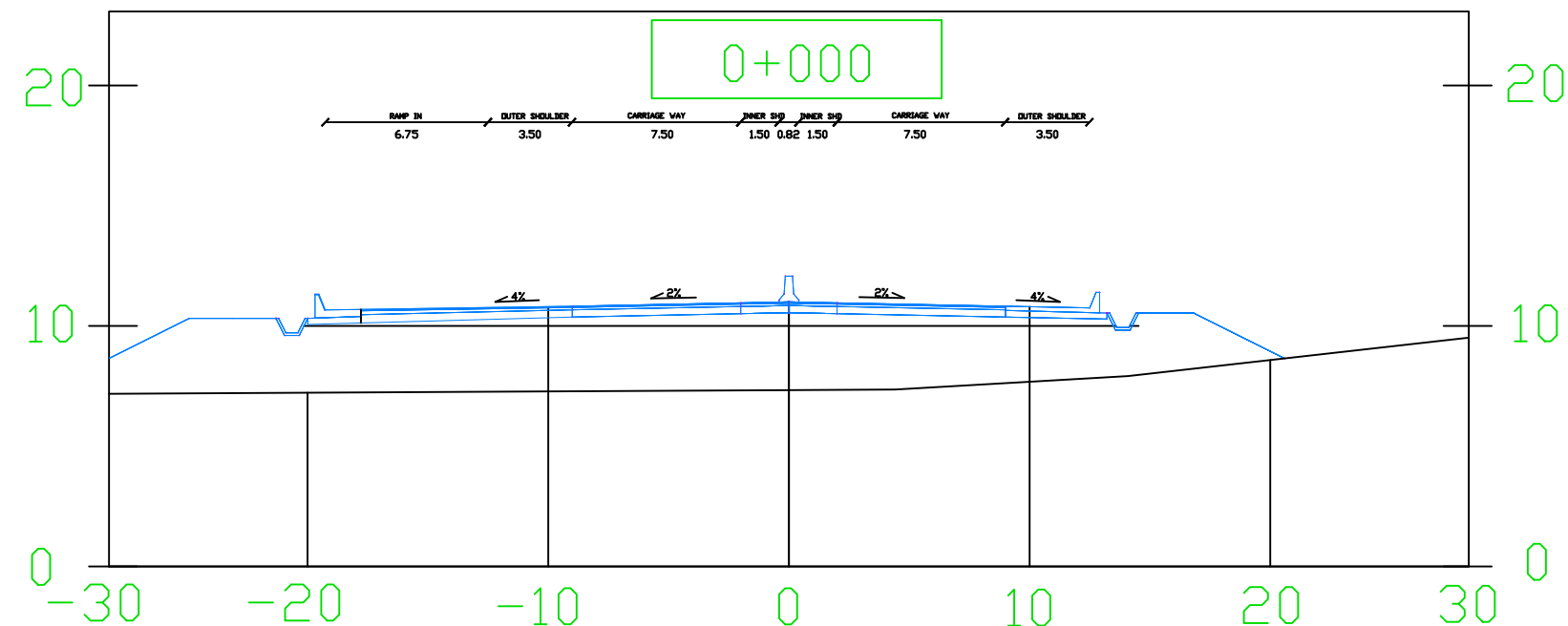
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

1

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

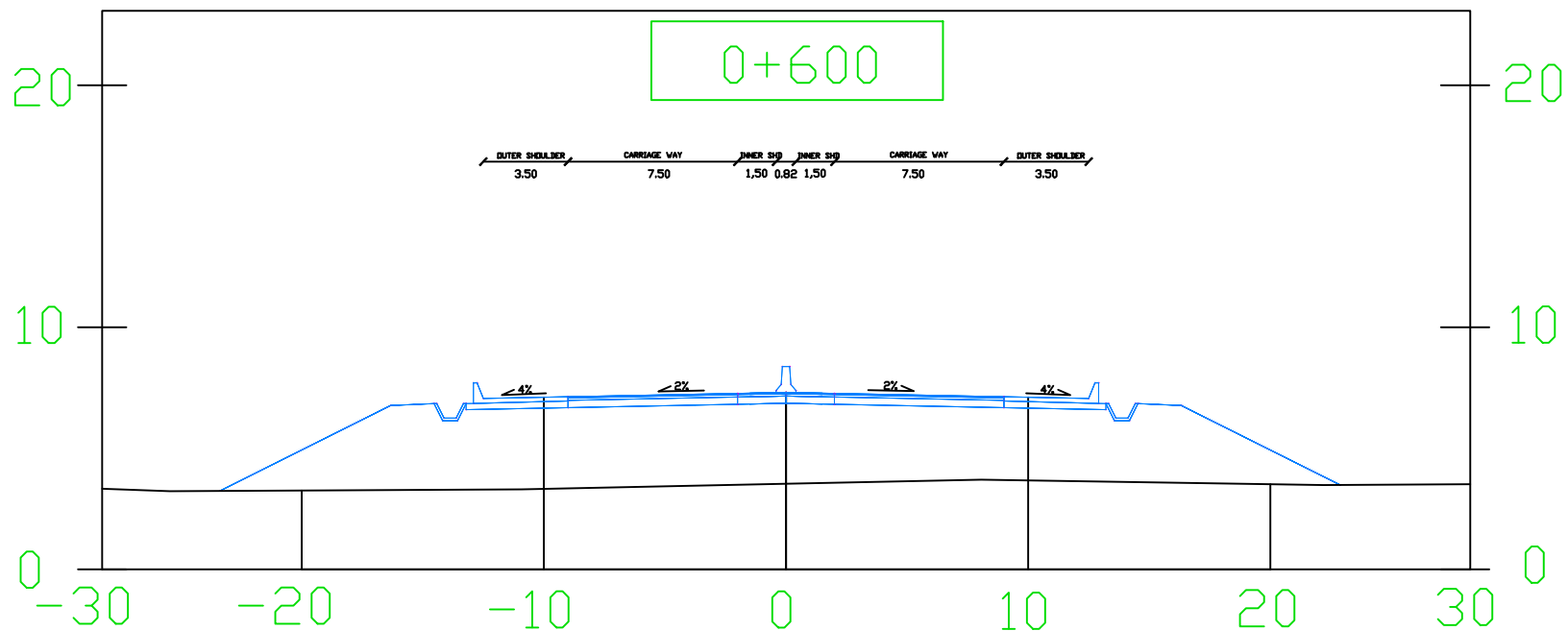
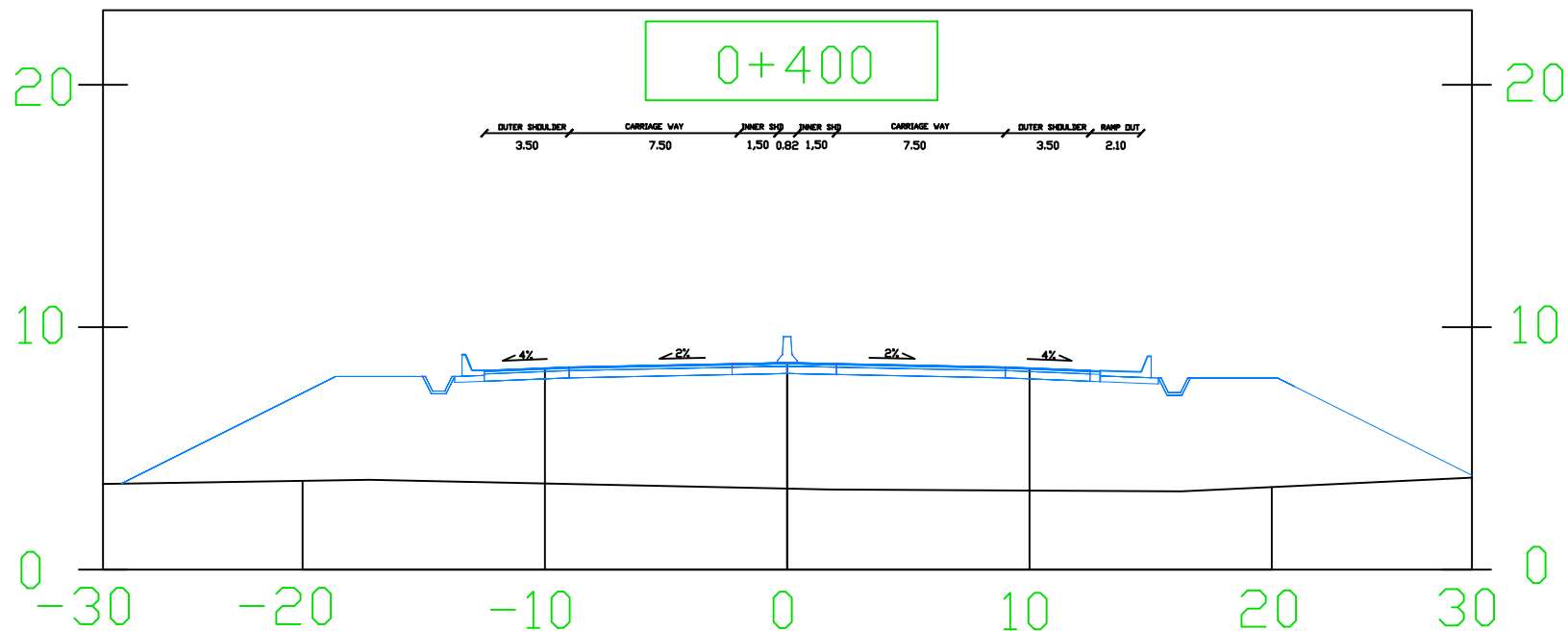
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

2

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

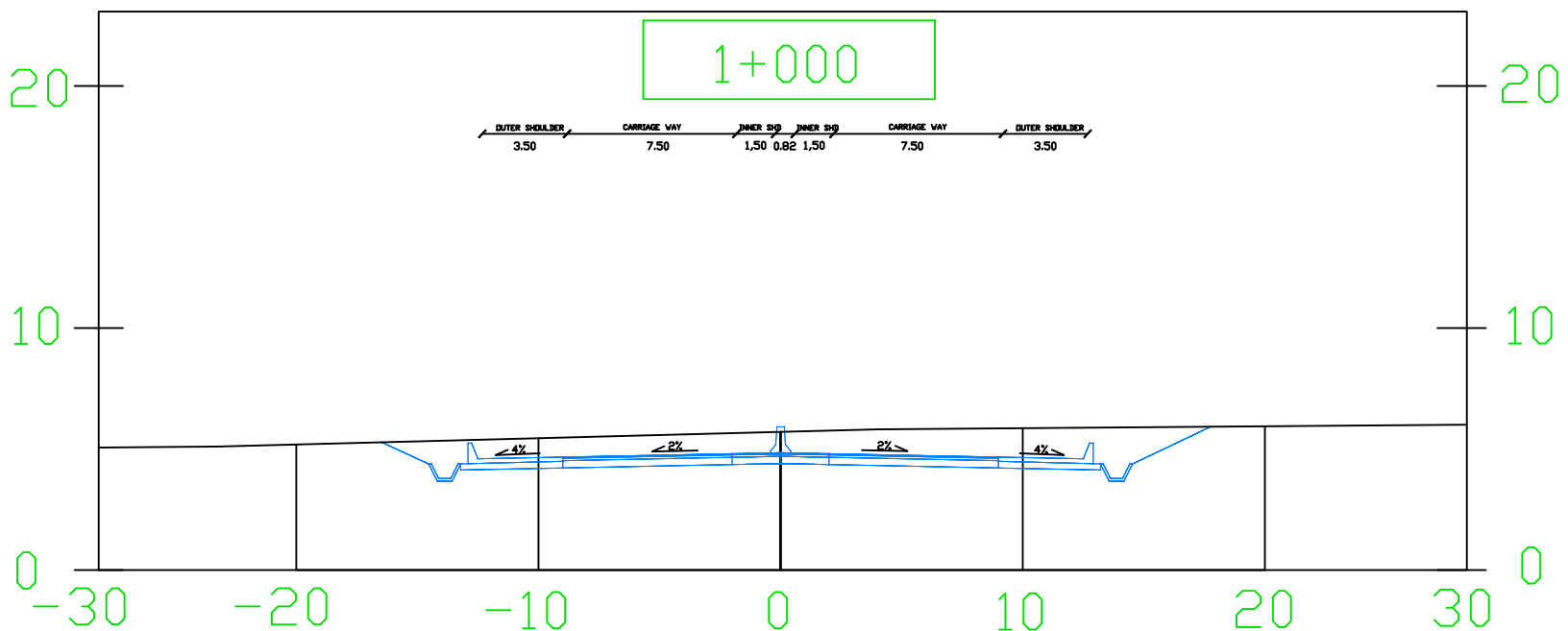
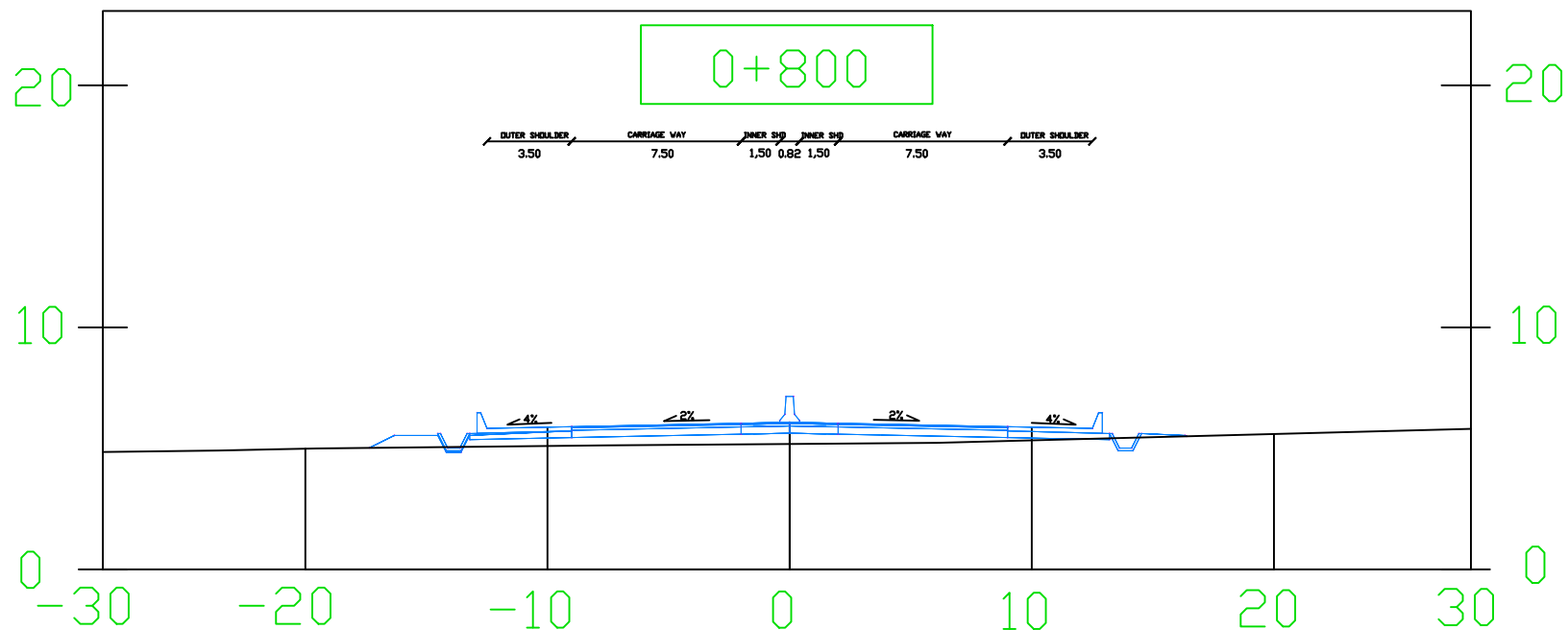
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

3

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

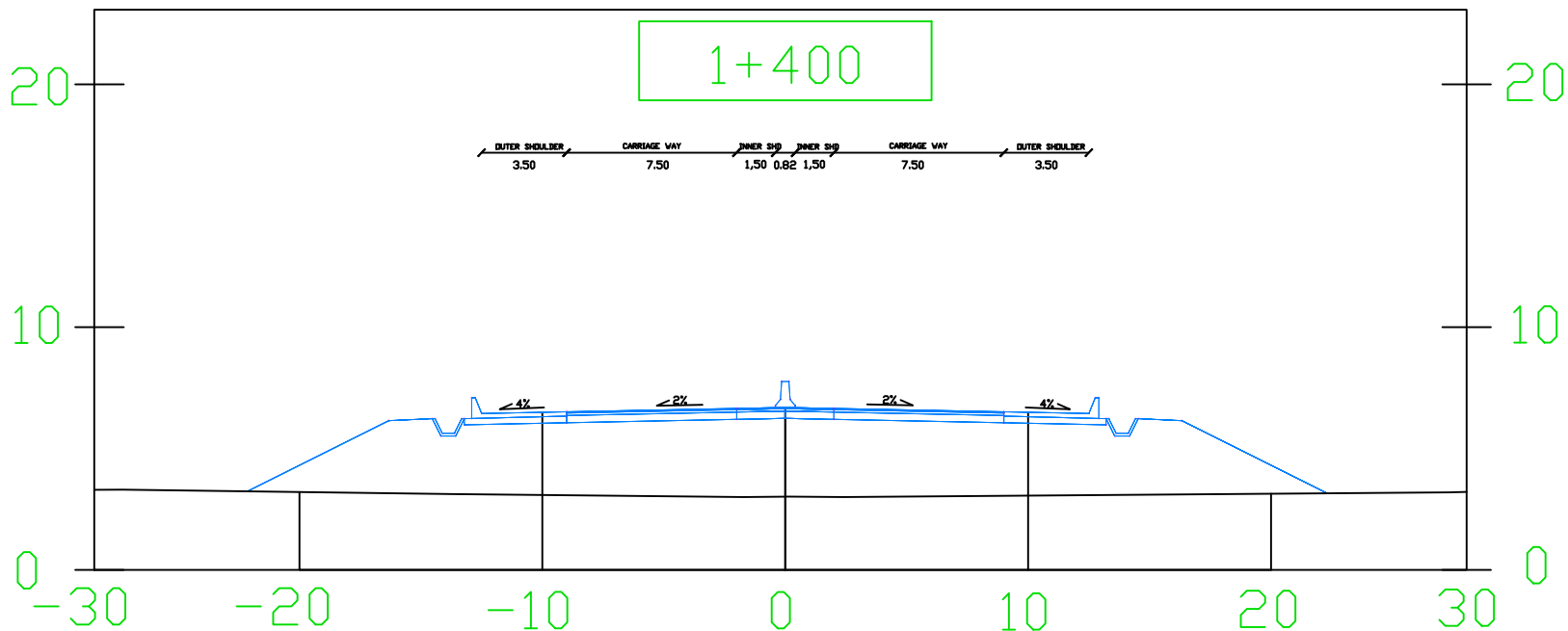
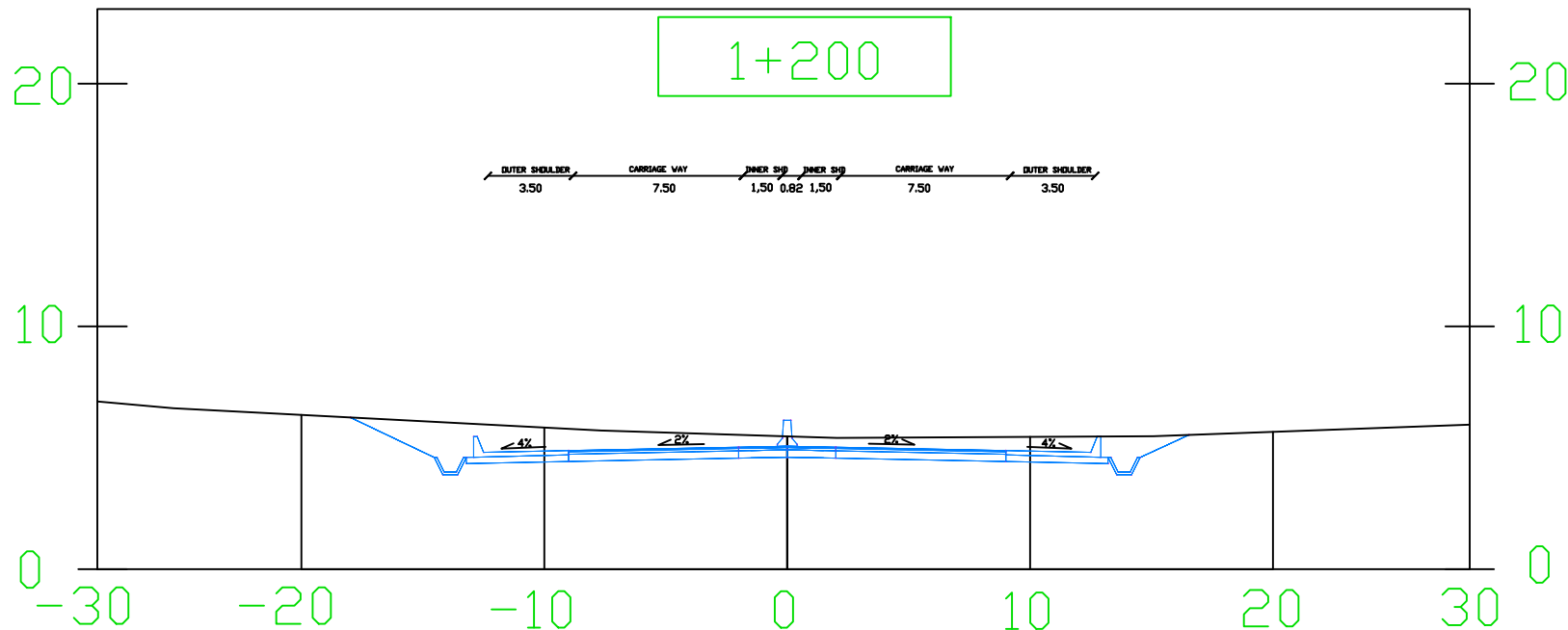
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

4

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

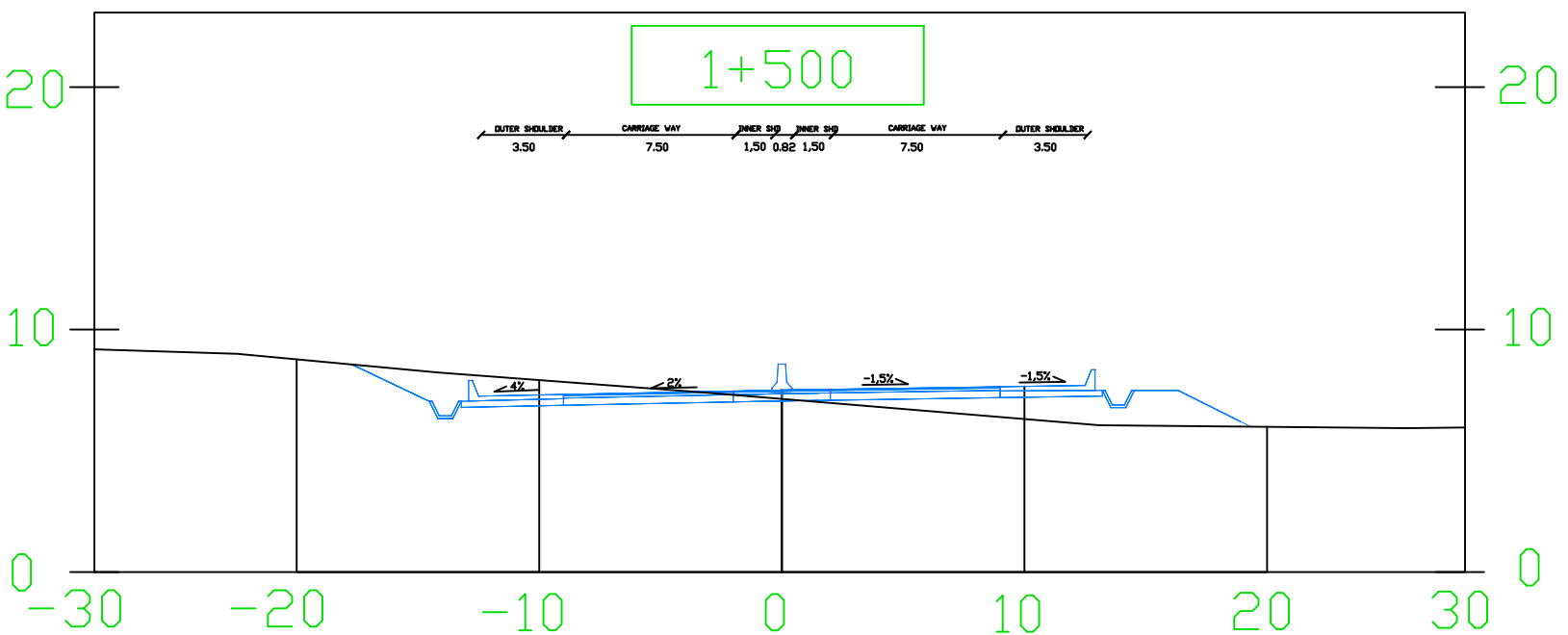
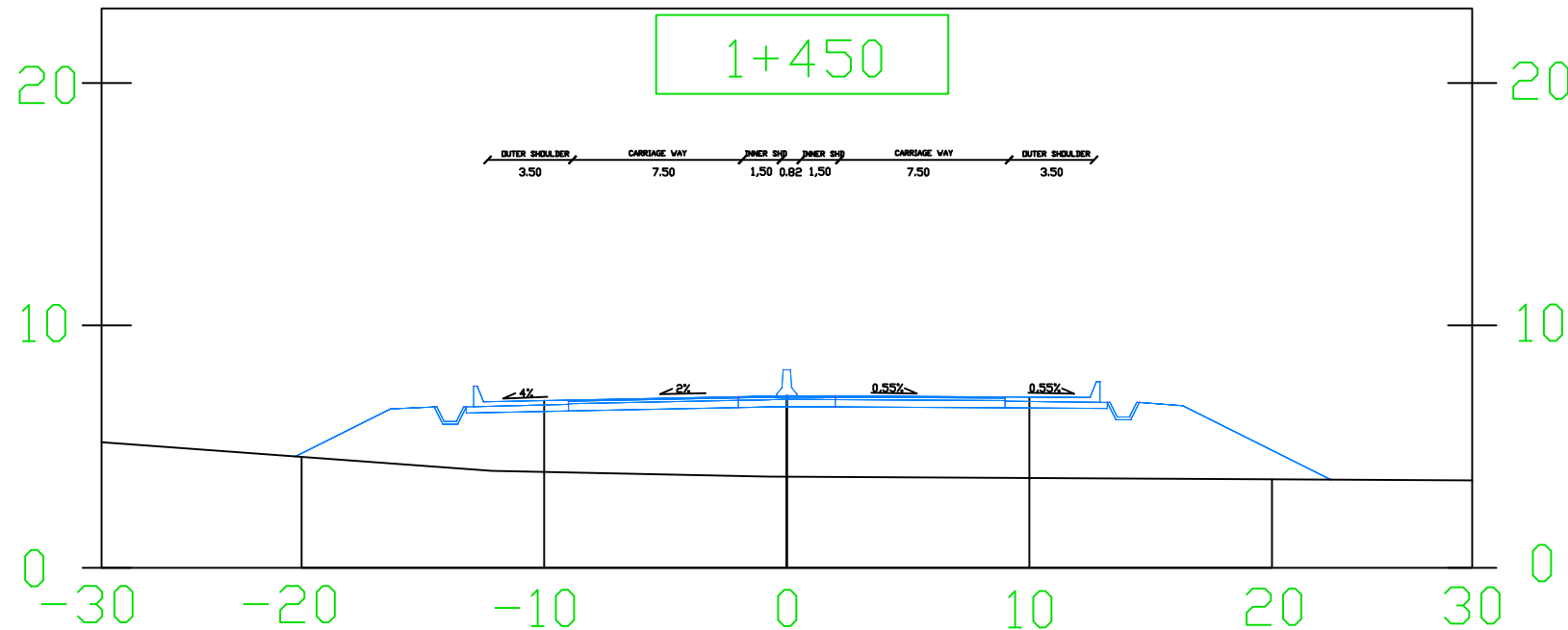
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

5

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

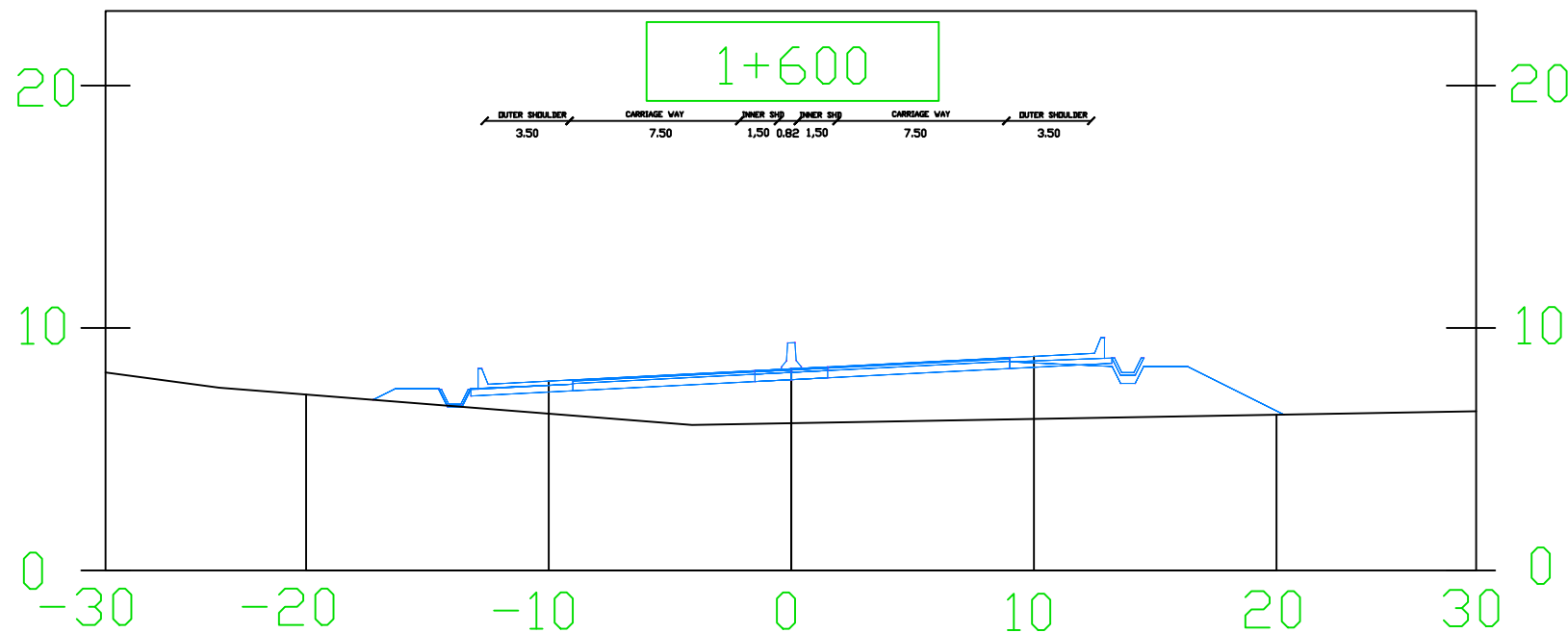
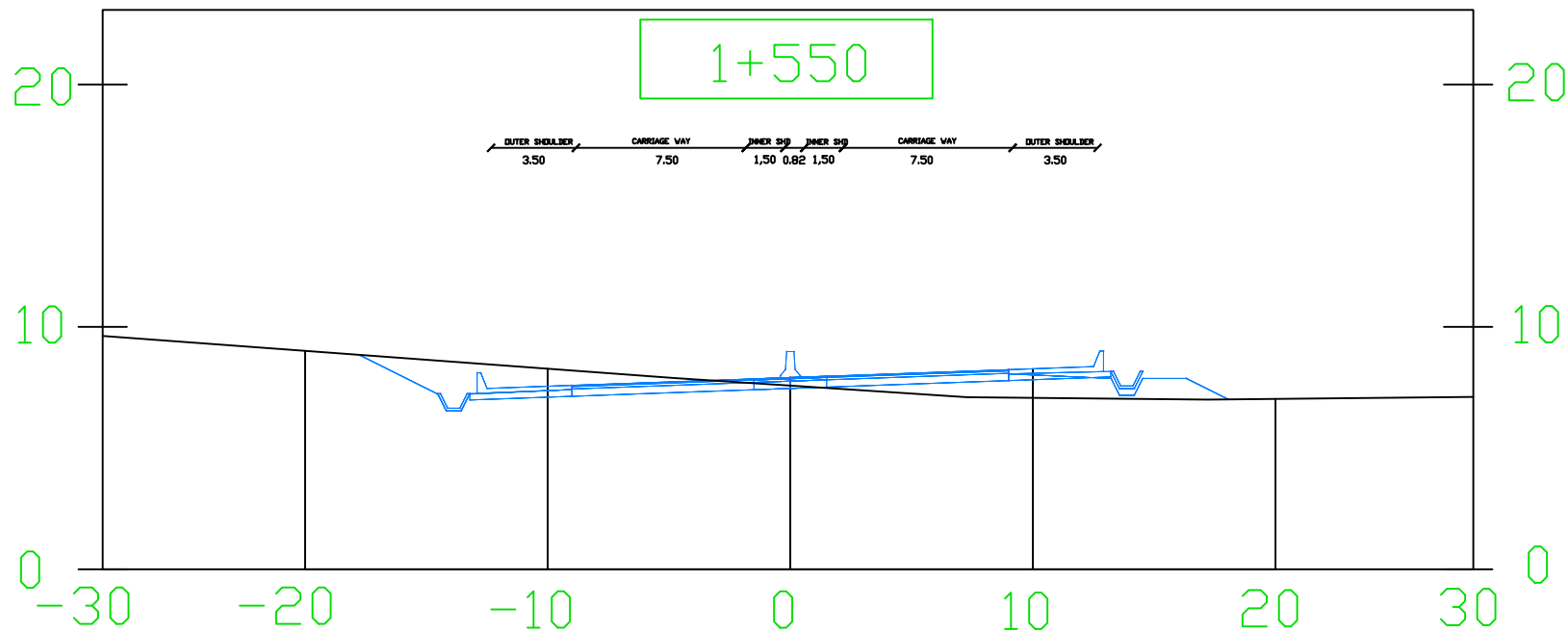
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

6

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

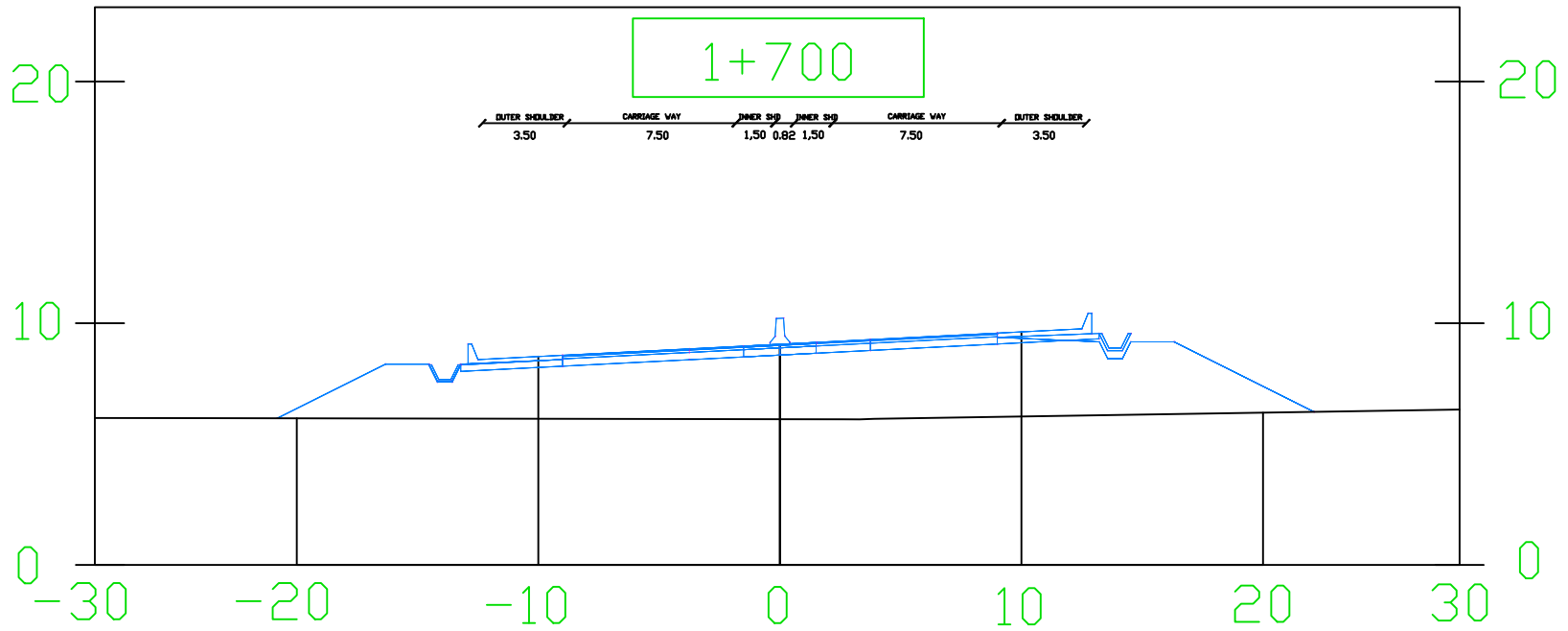
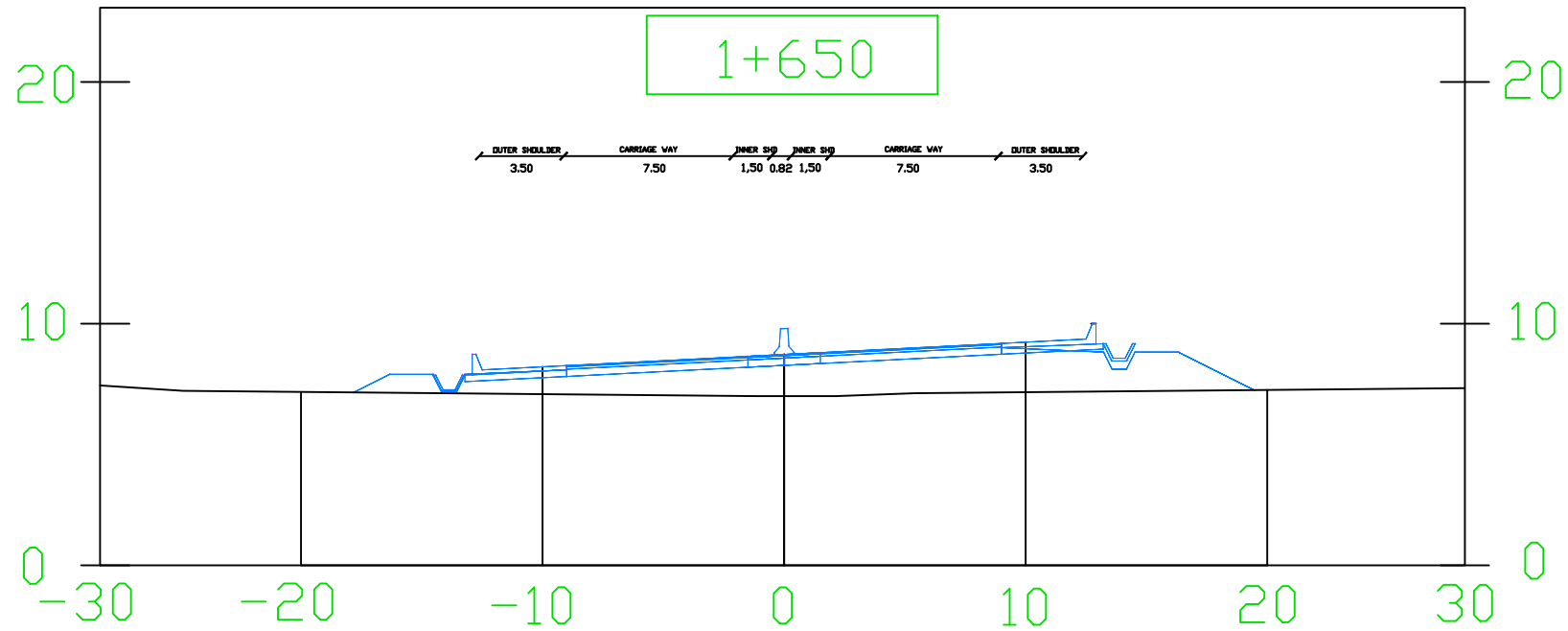
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

7

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

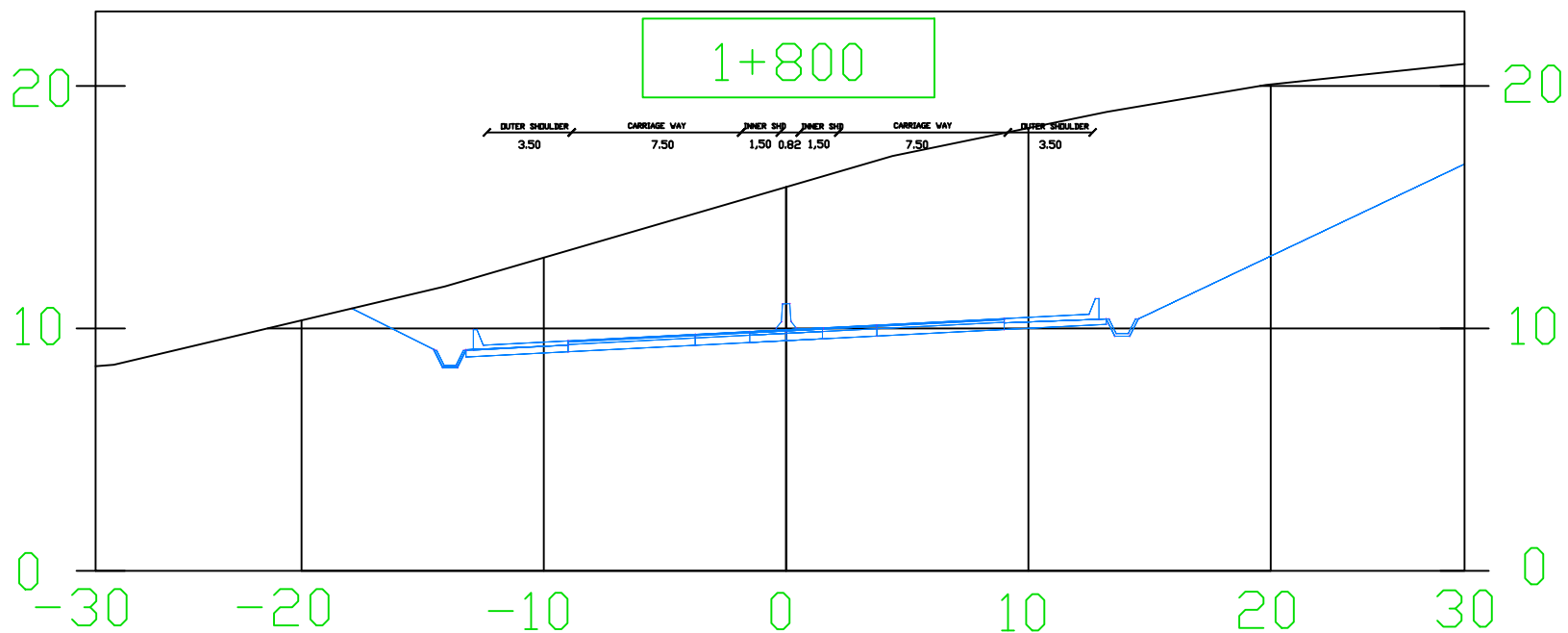
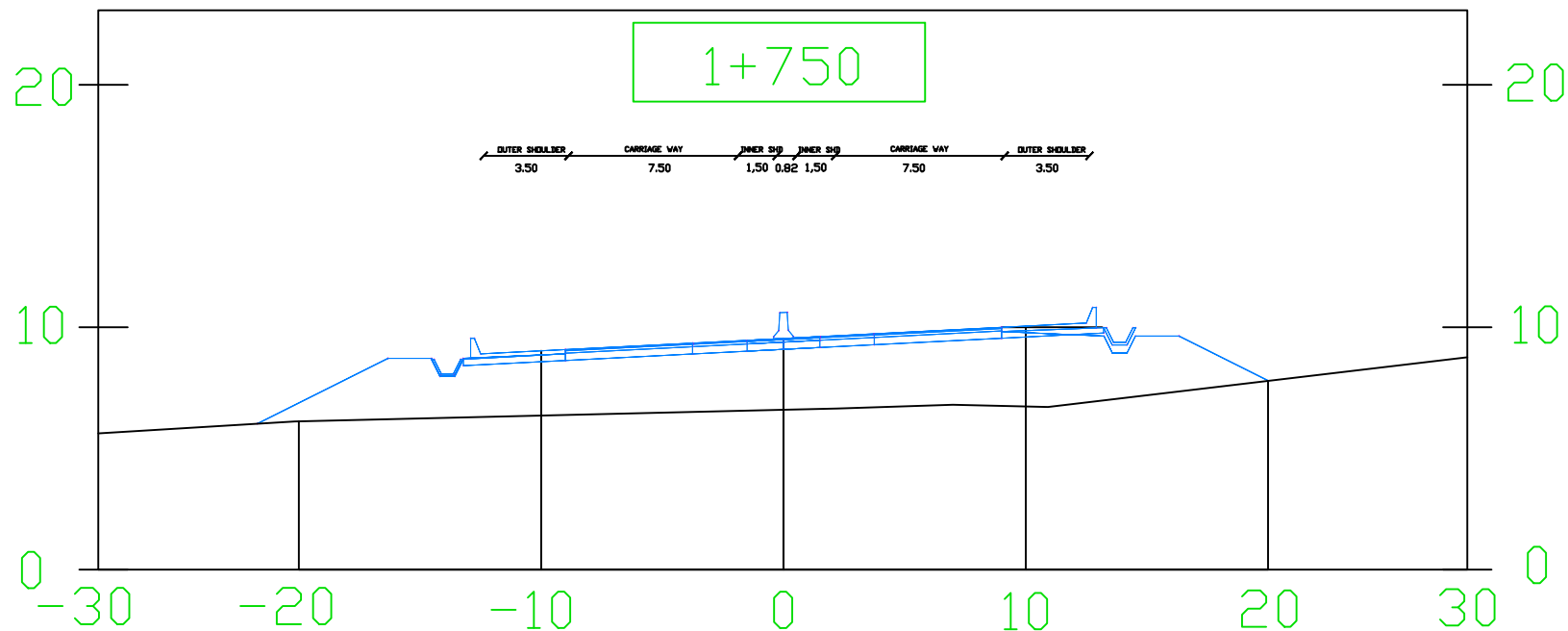
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

8

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

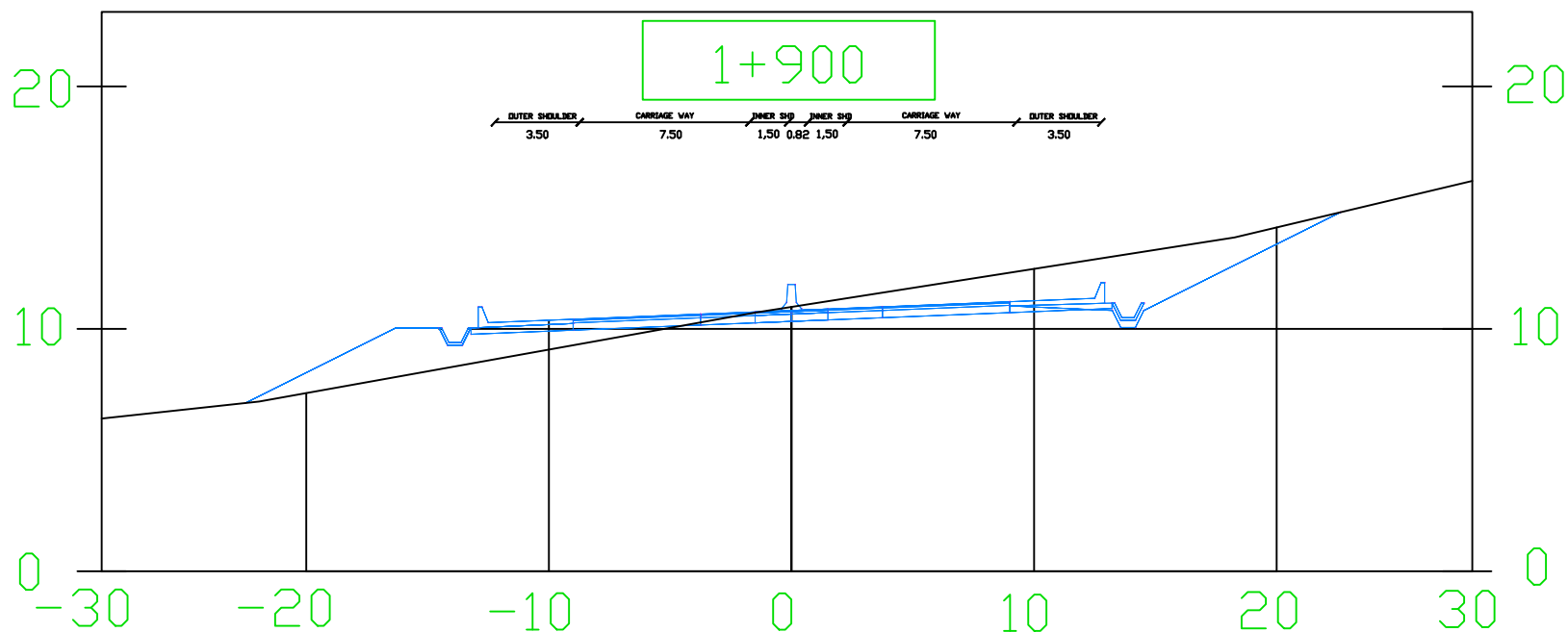
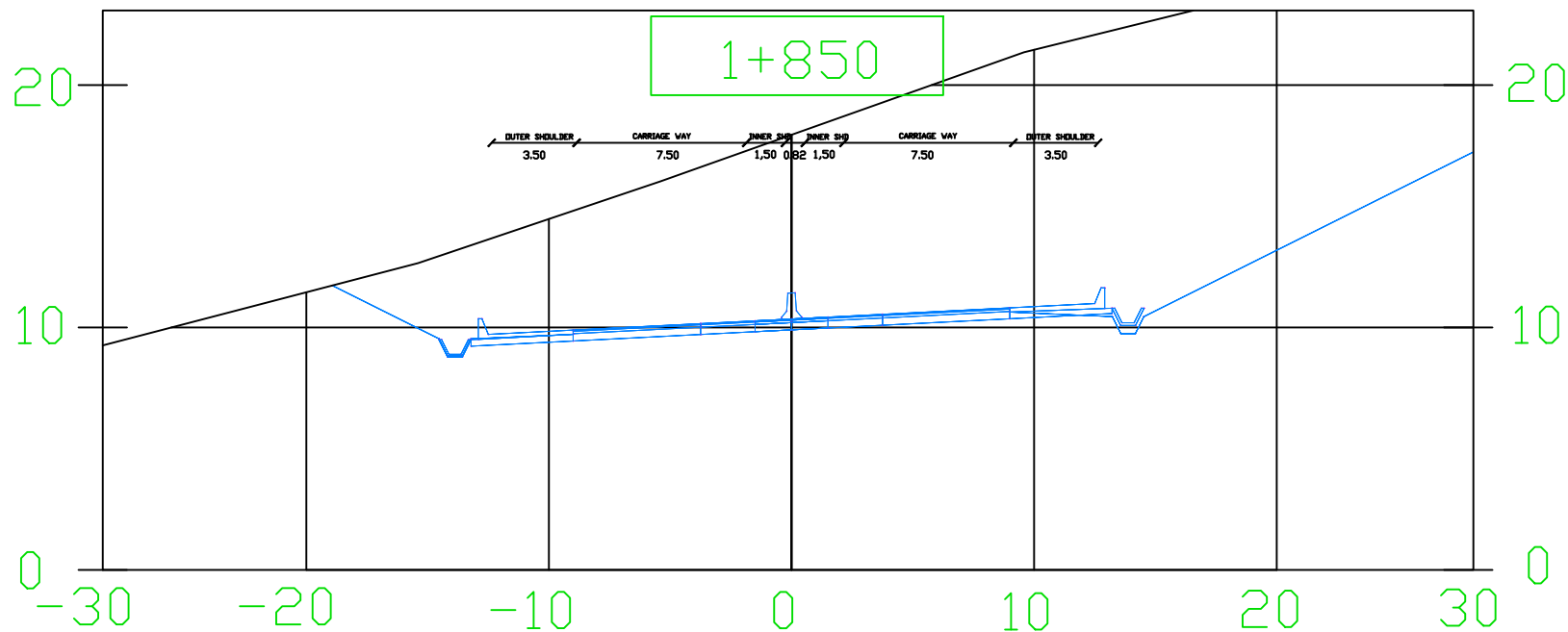
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

9

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

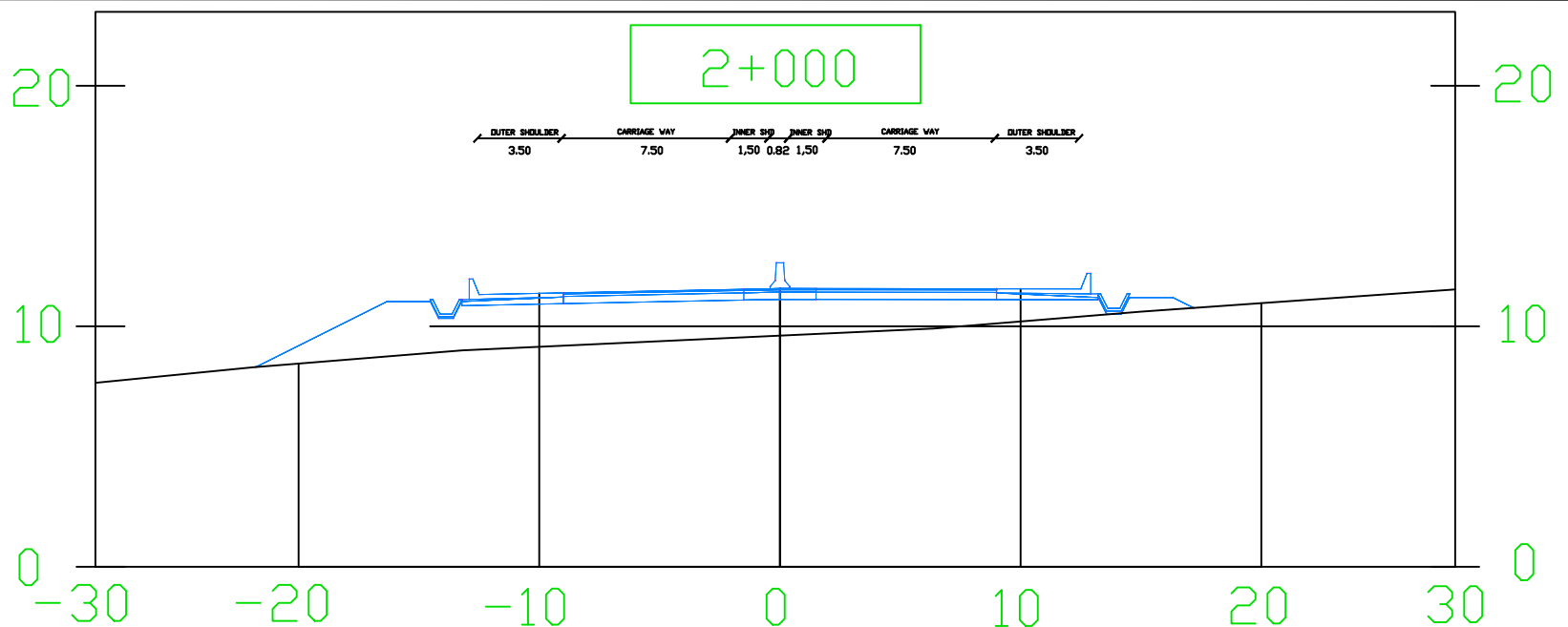
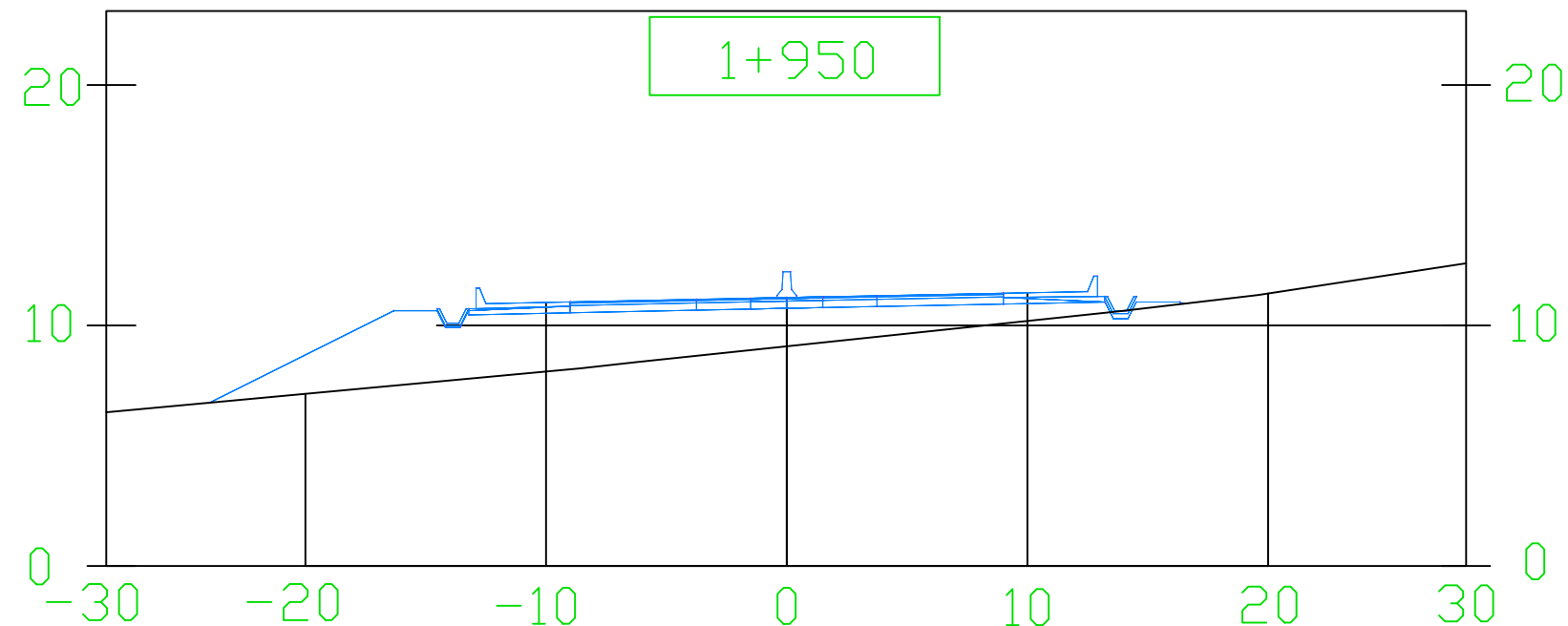
Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

10

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

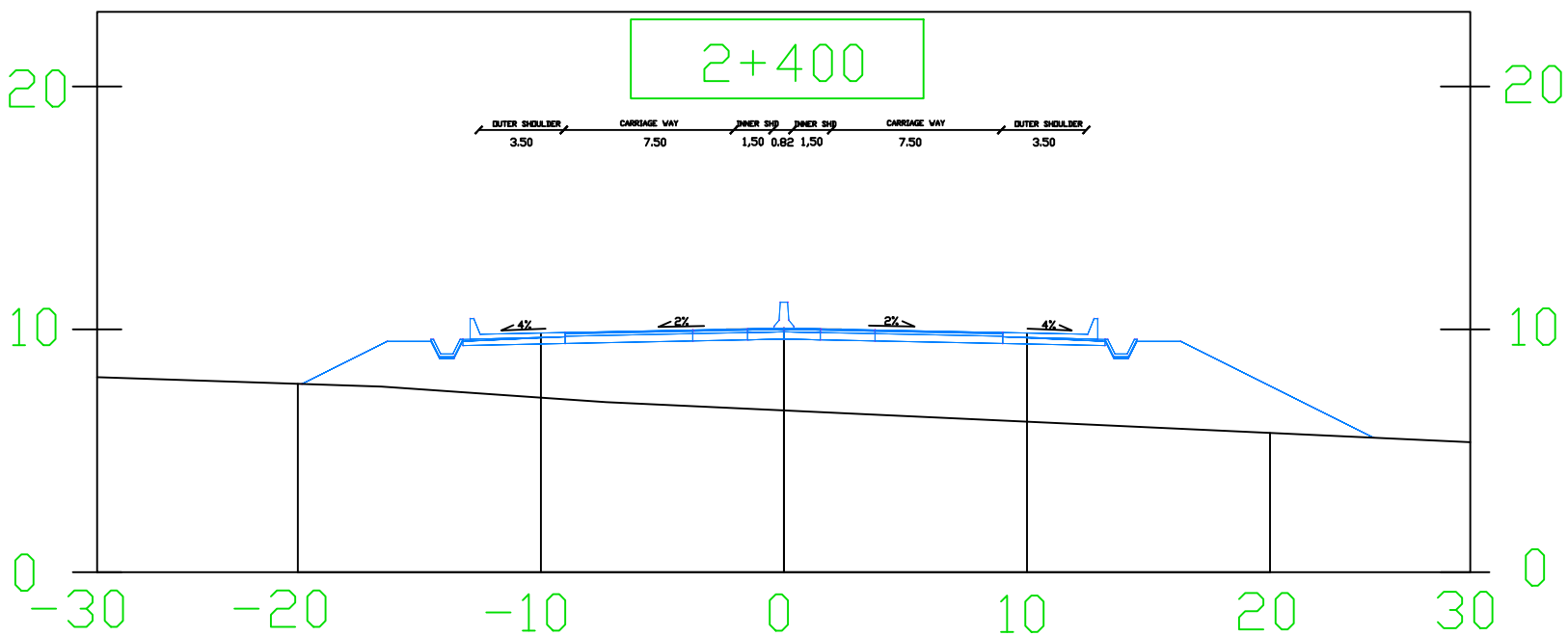
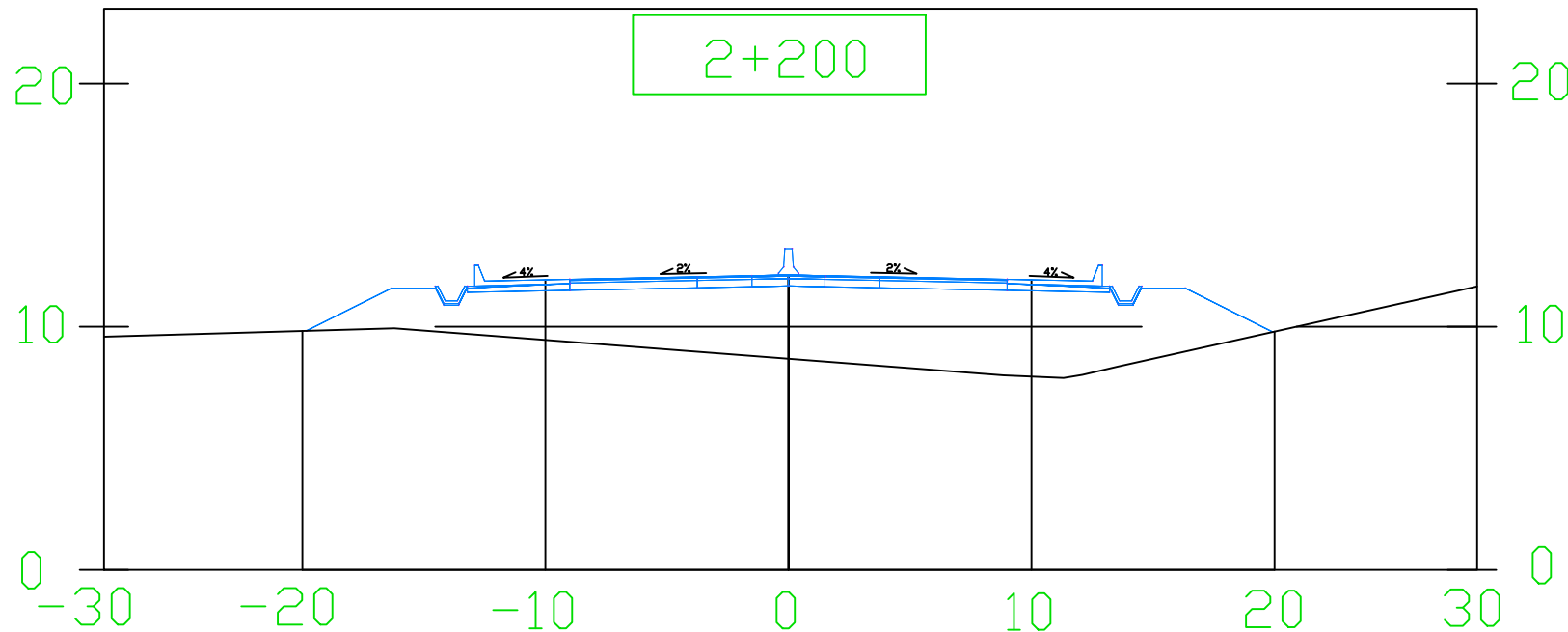
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

11

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

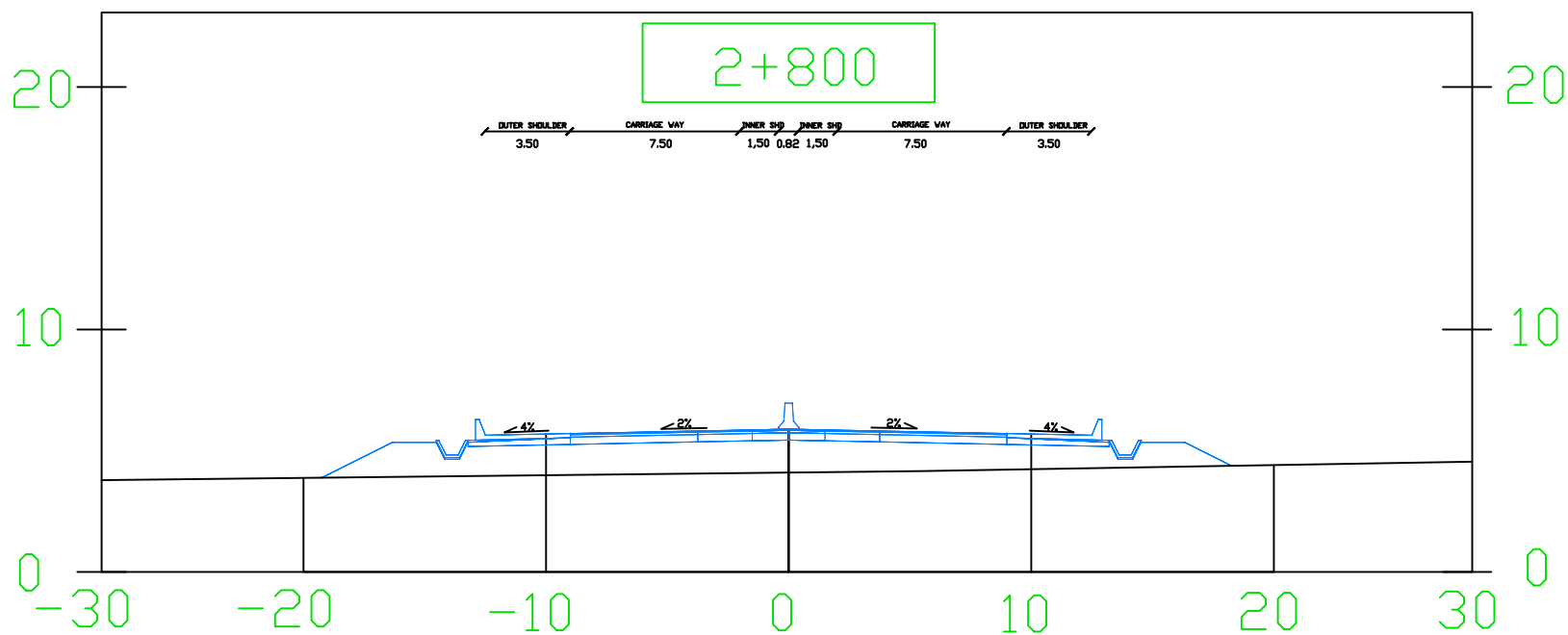
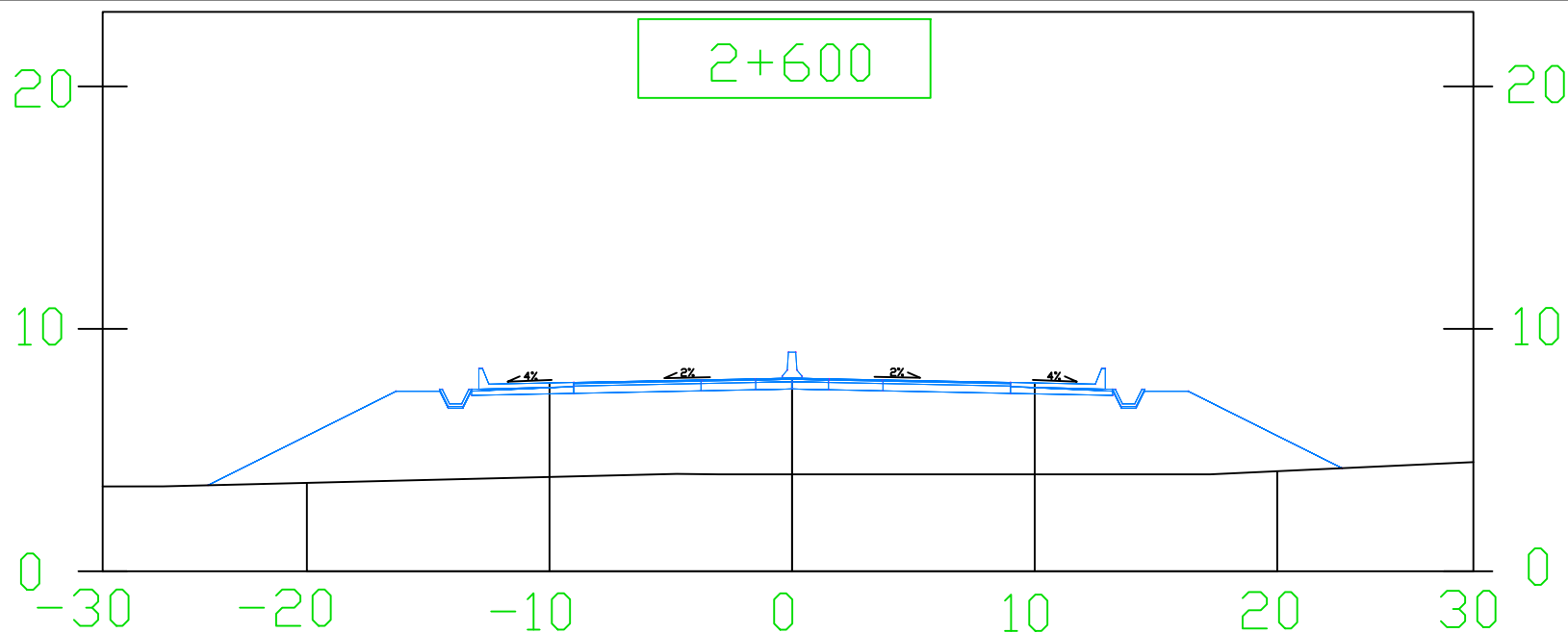
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

12

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

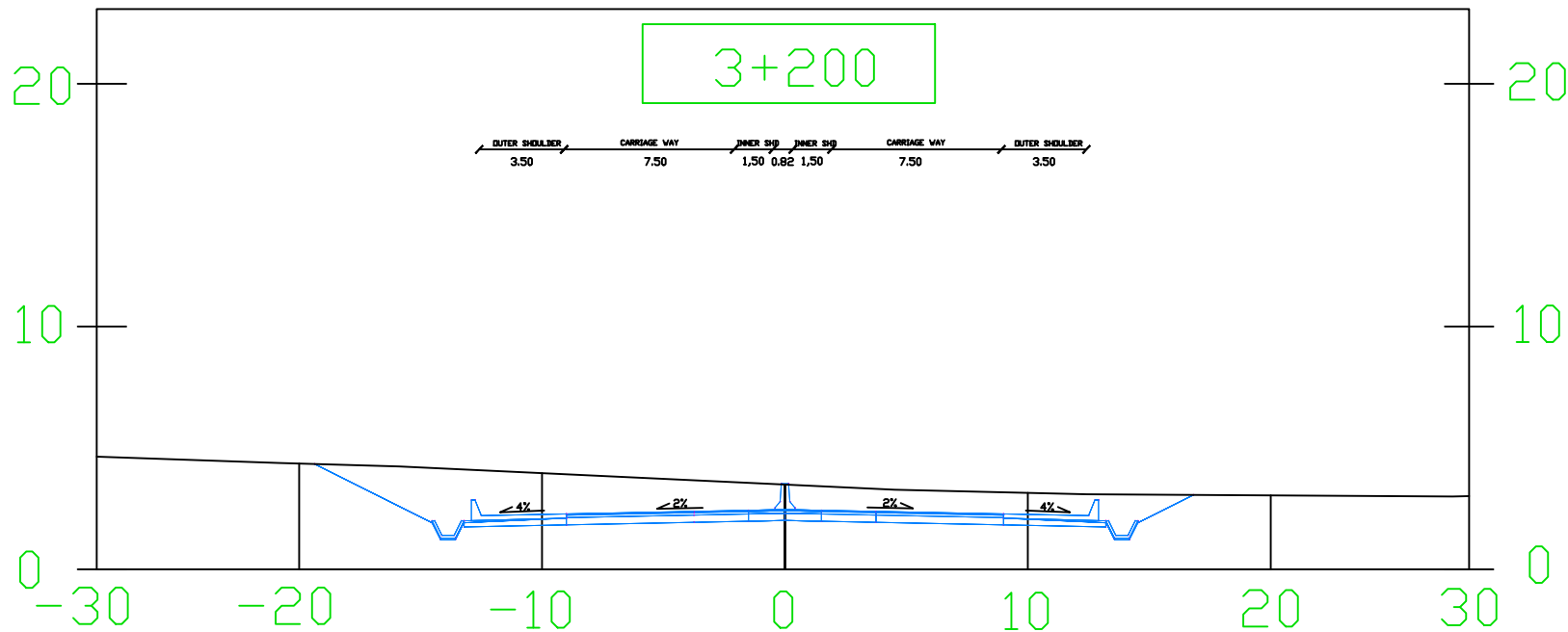
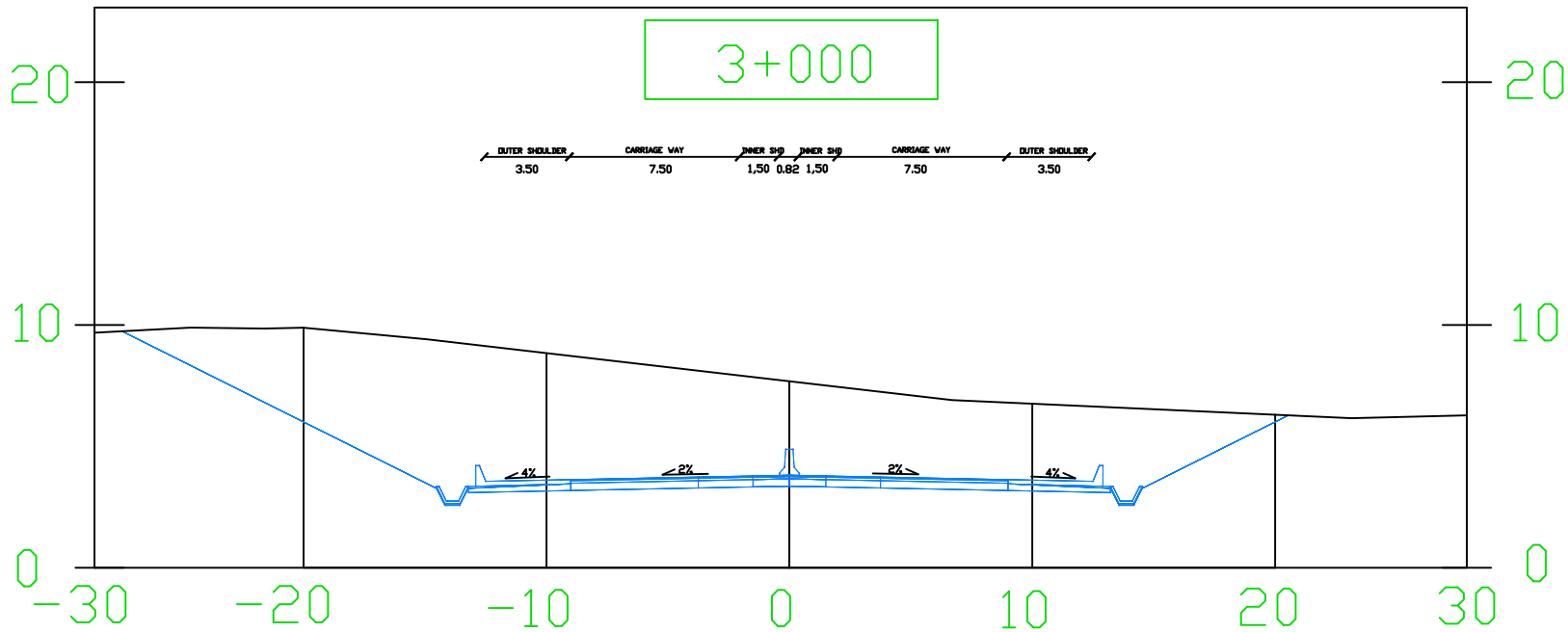
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

13

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

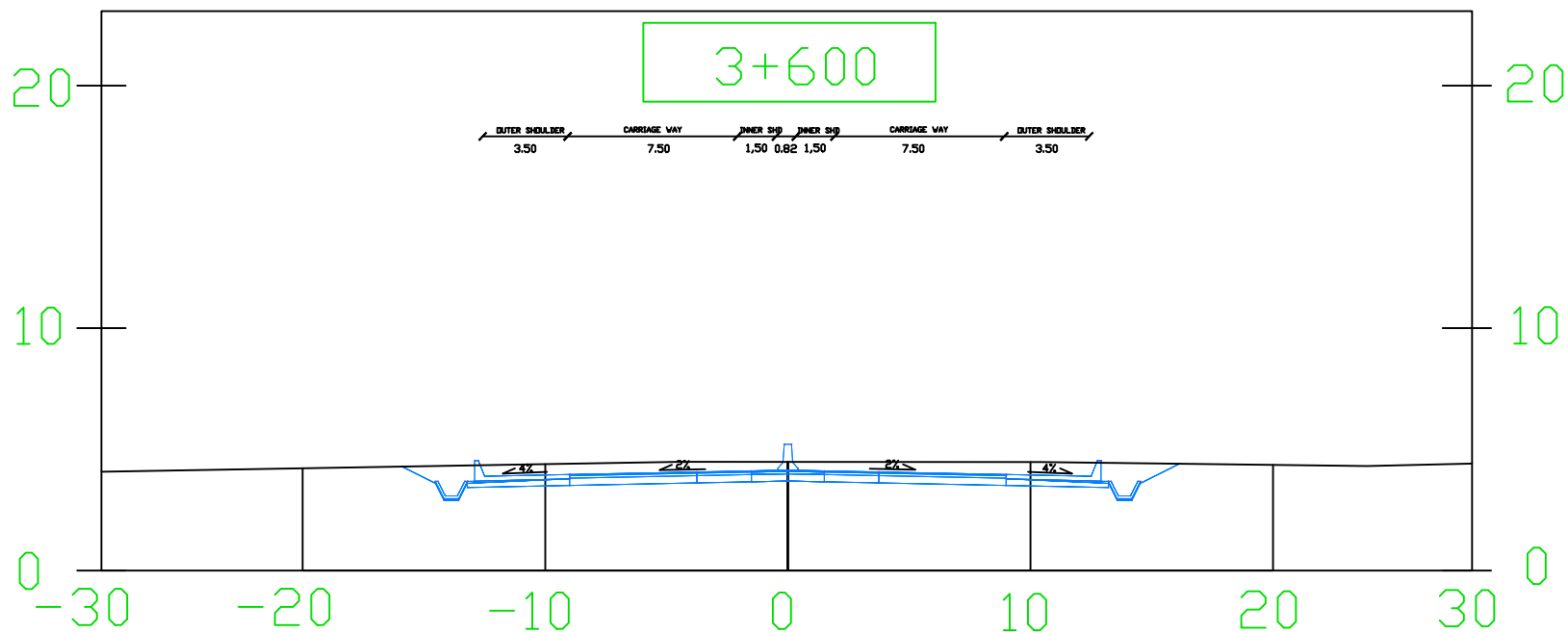
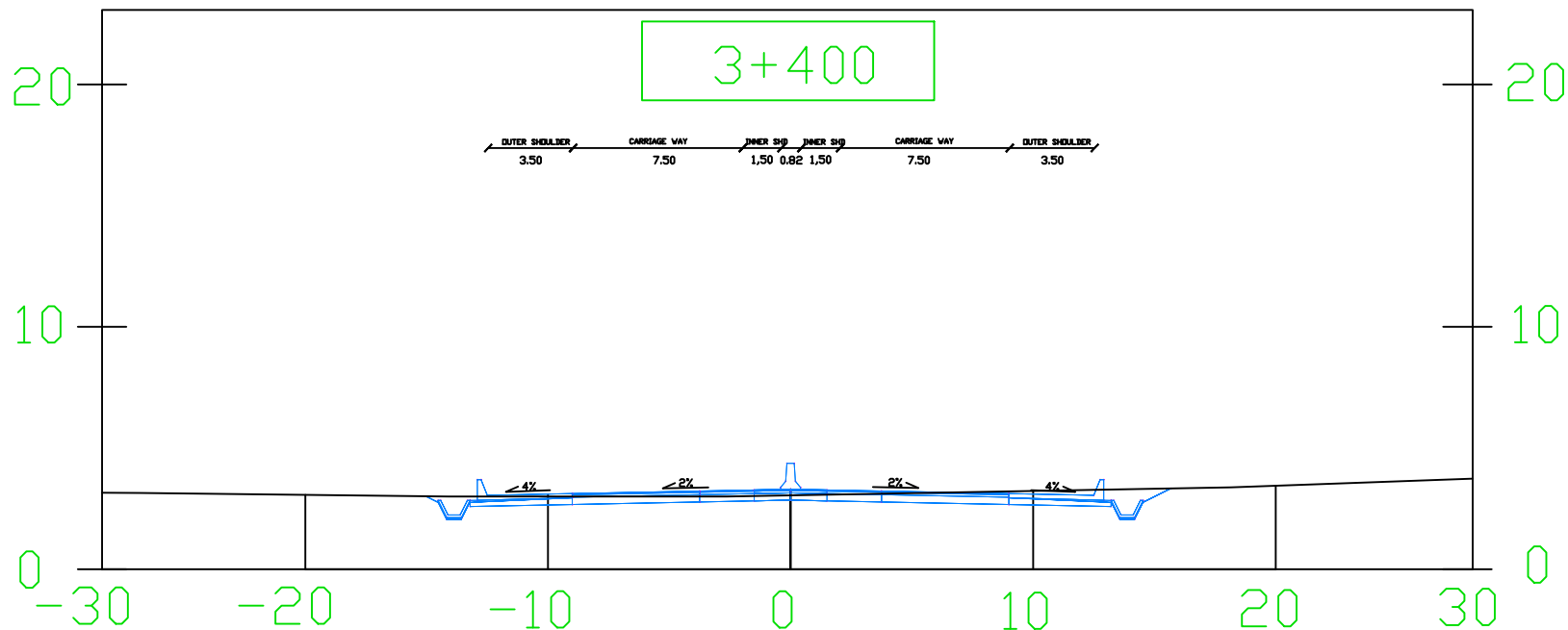
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

14

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

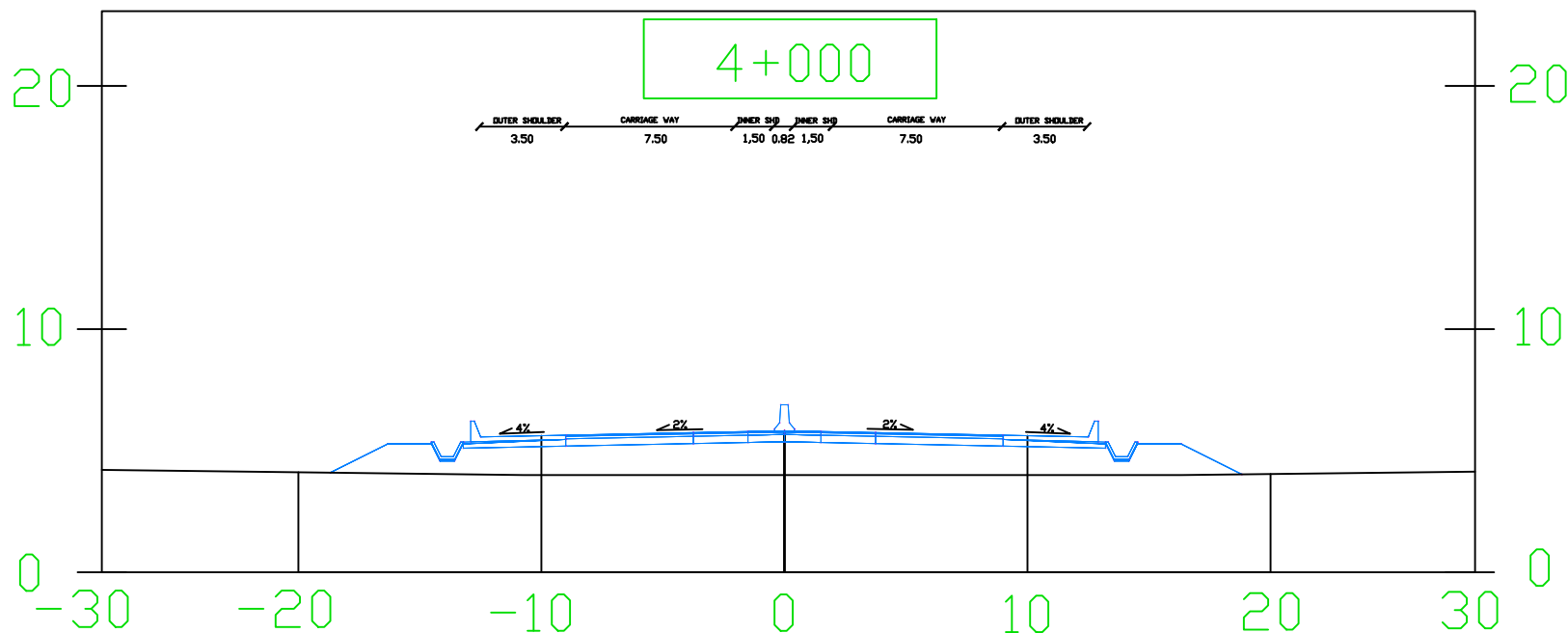
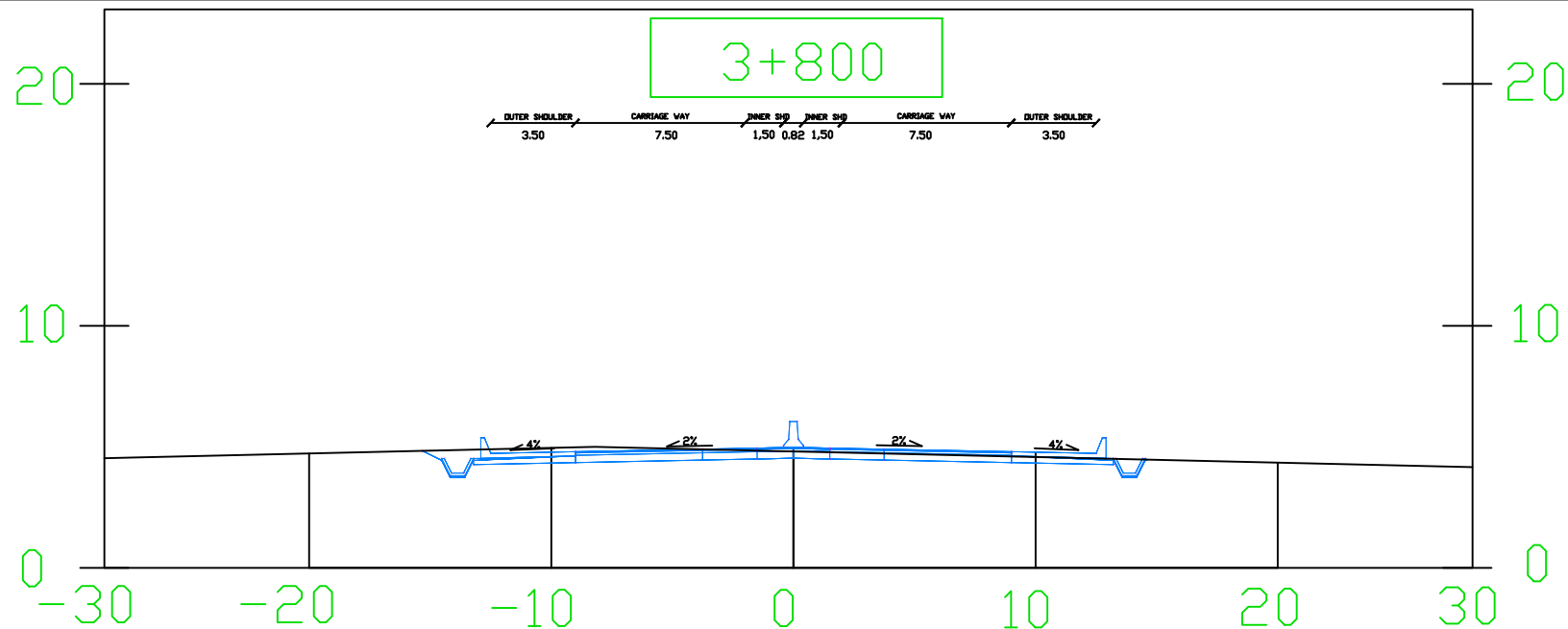
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

15

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

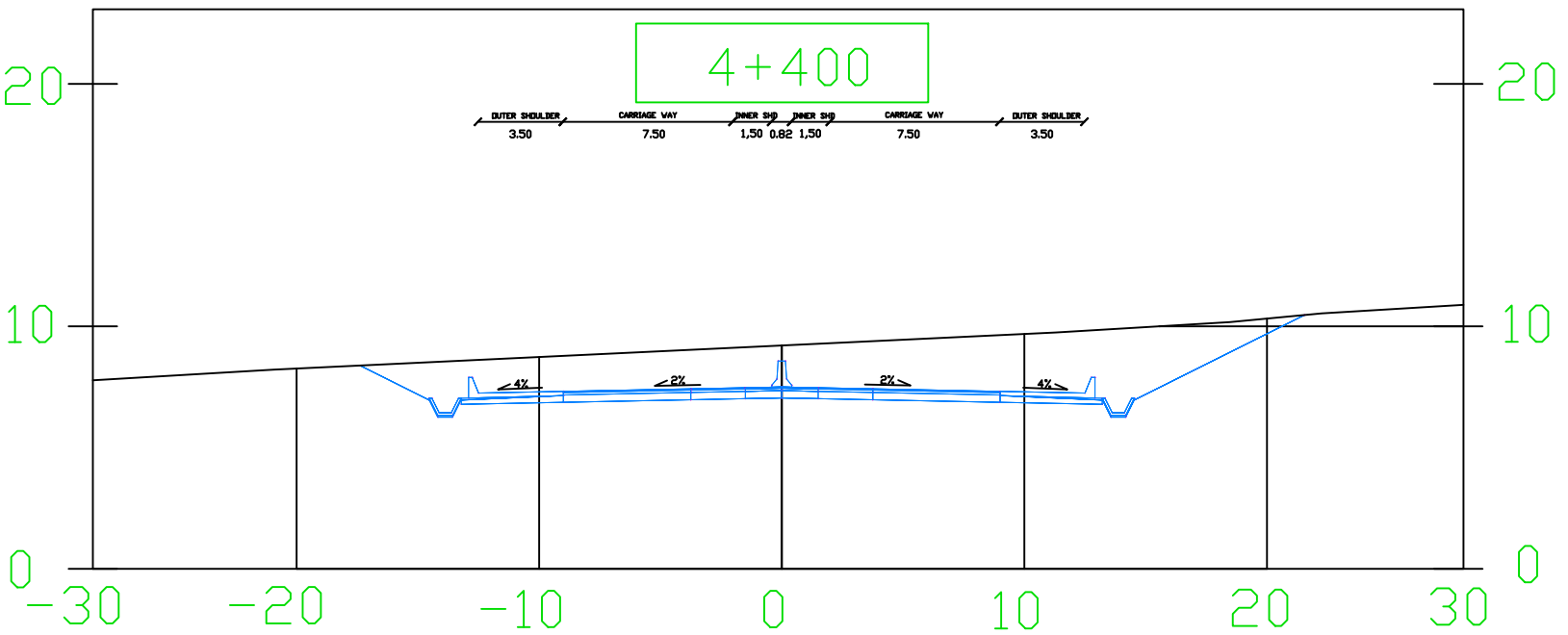
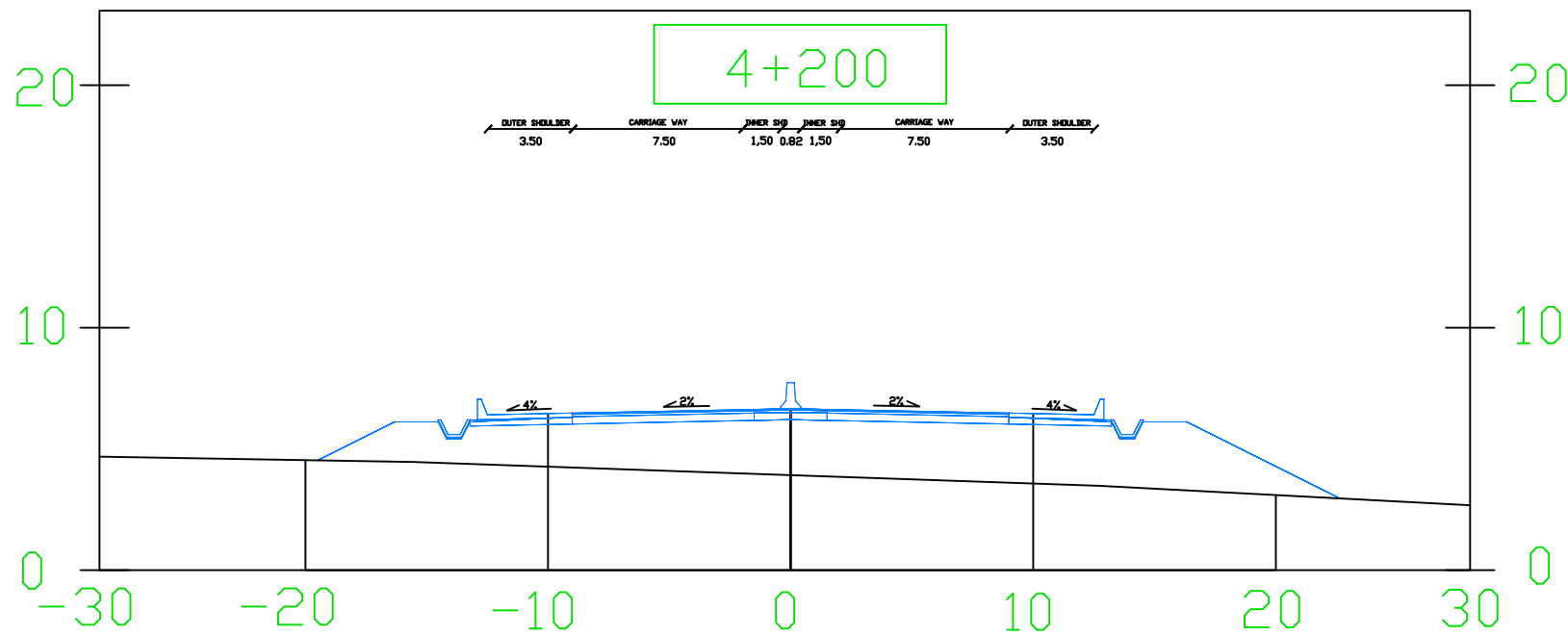
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

16

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

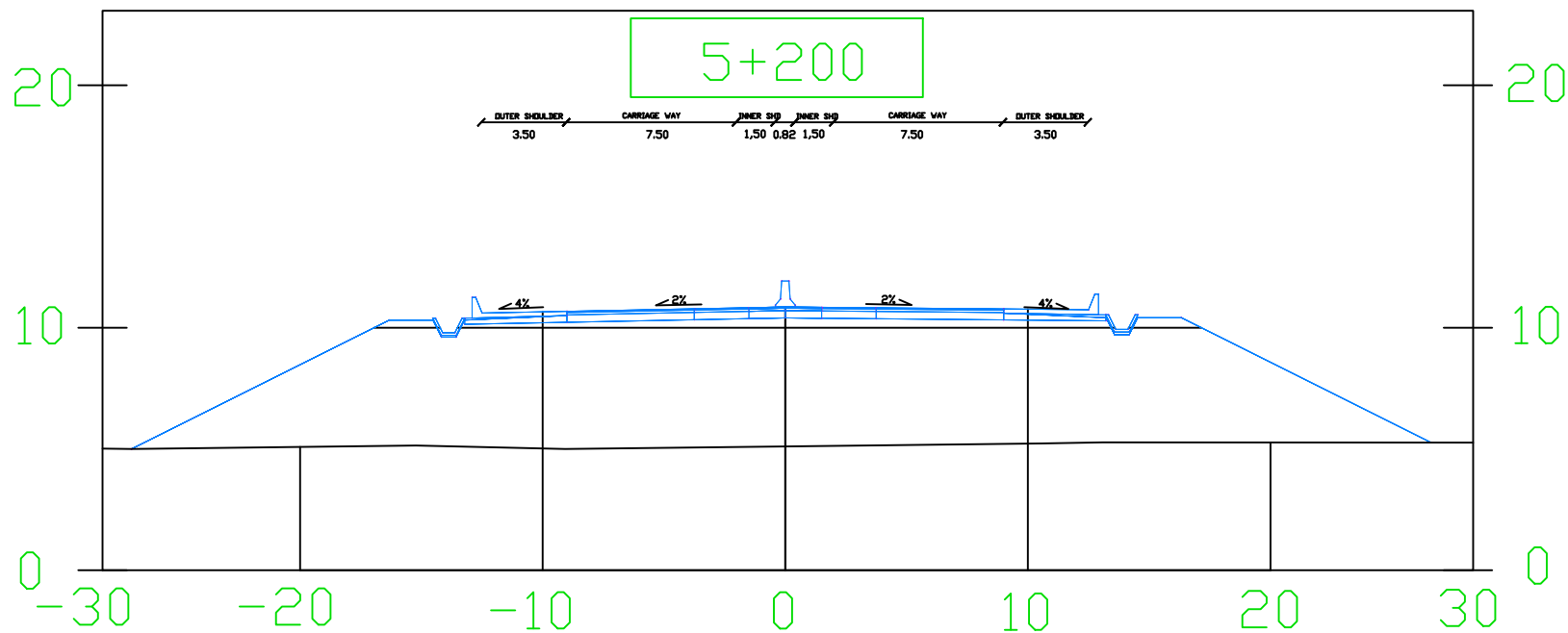
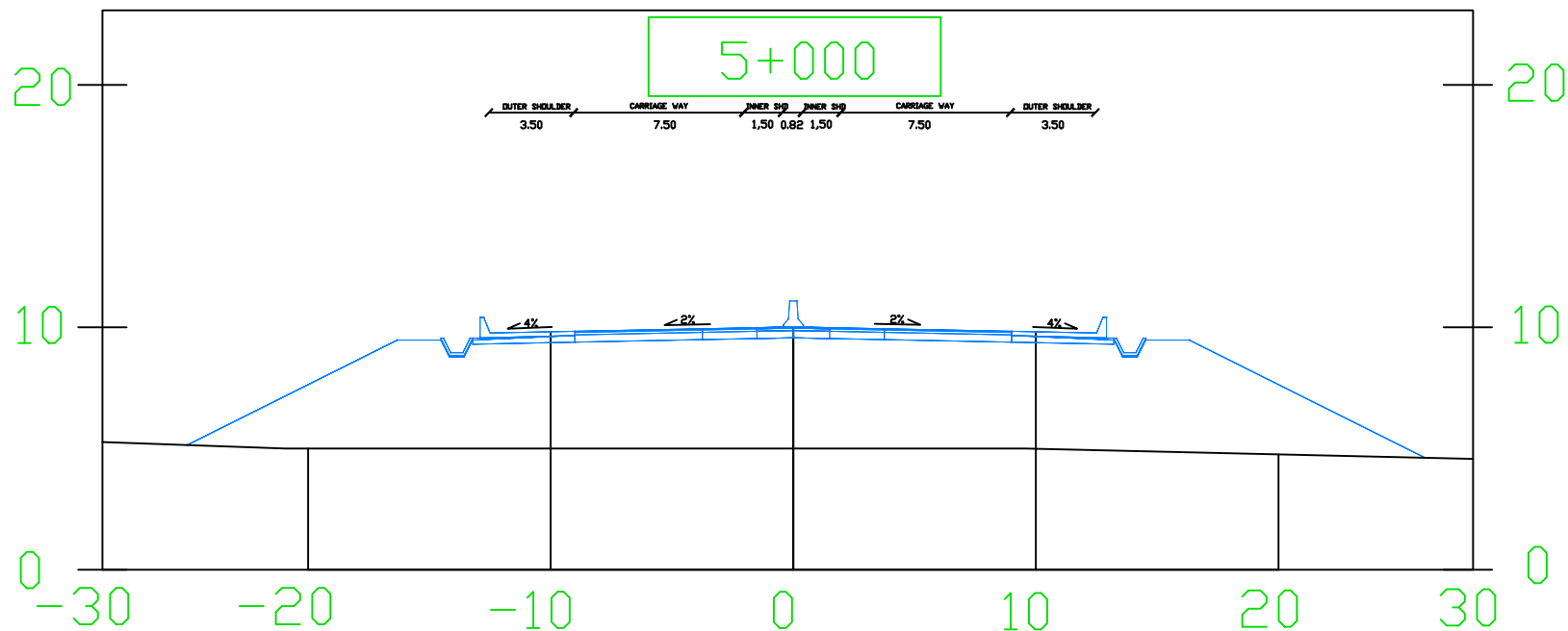
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

18

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

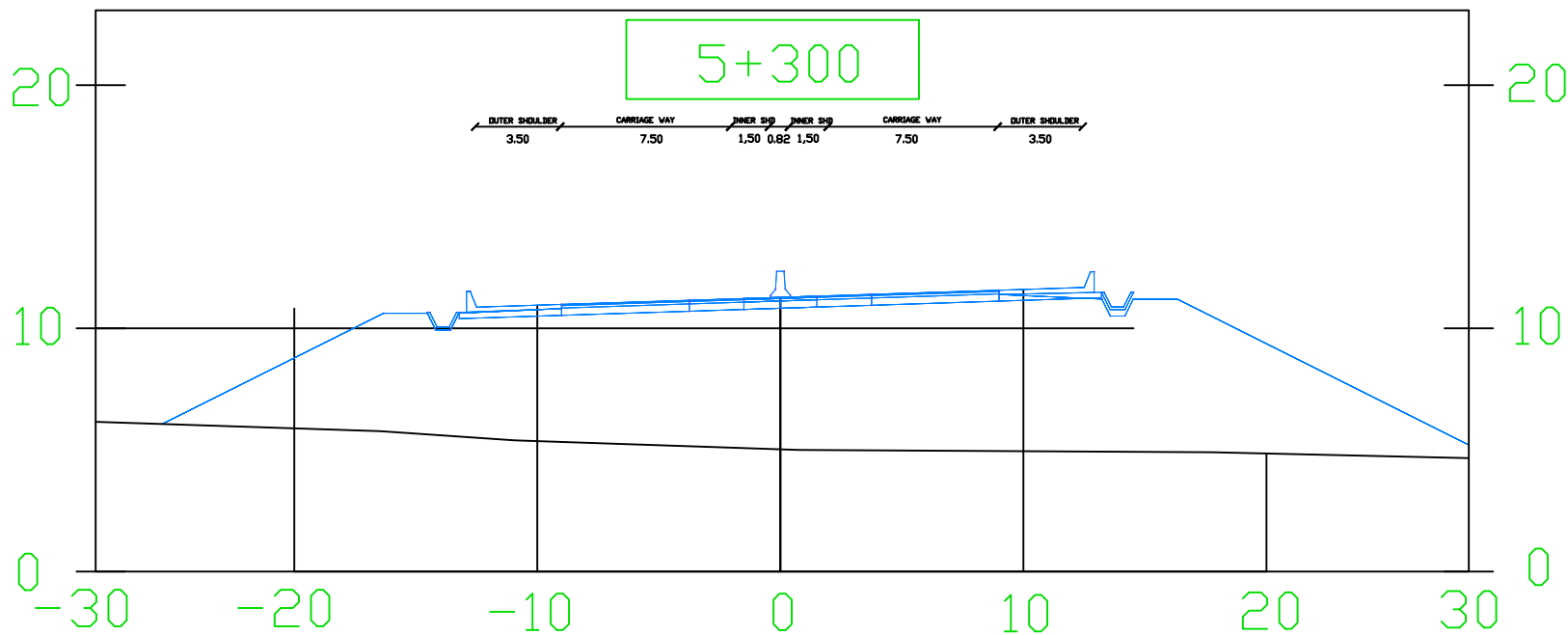
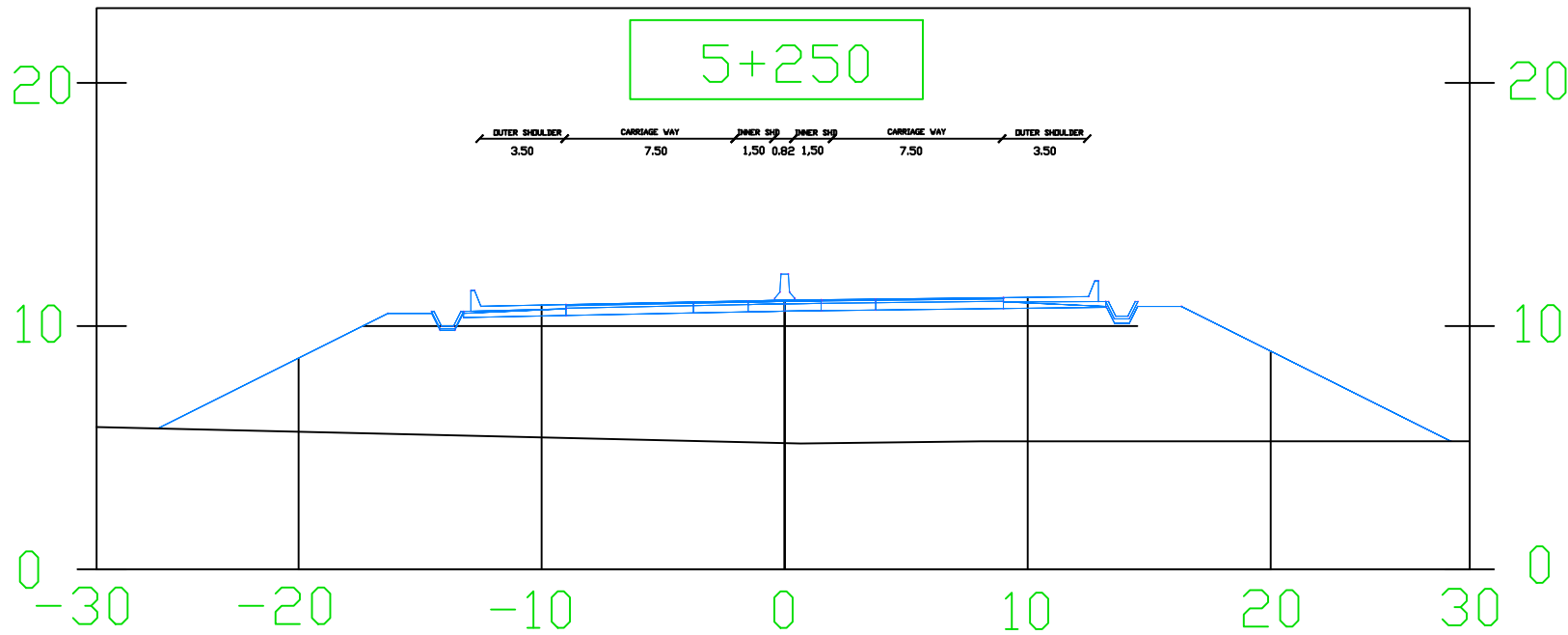
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

19

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

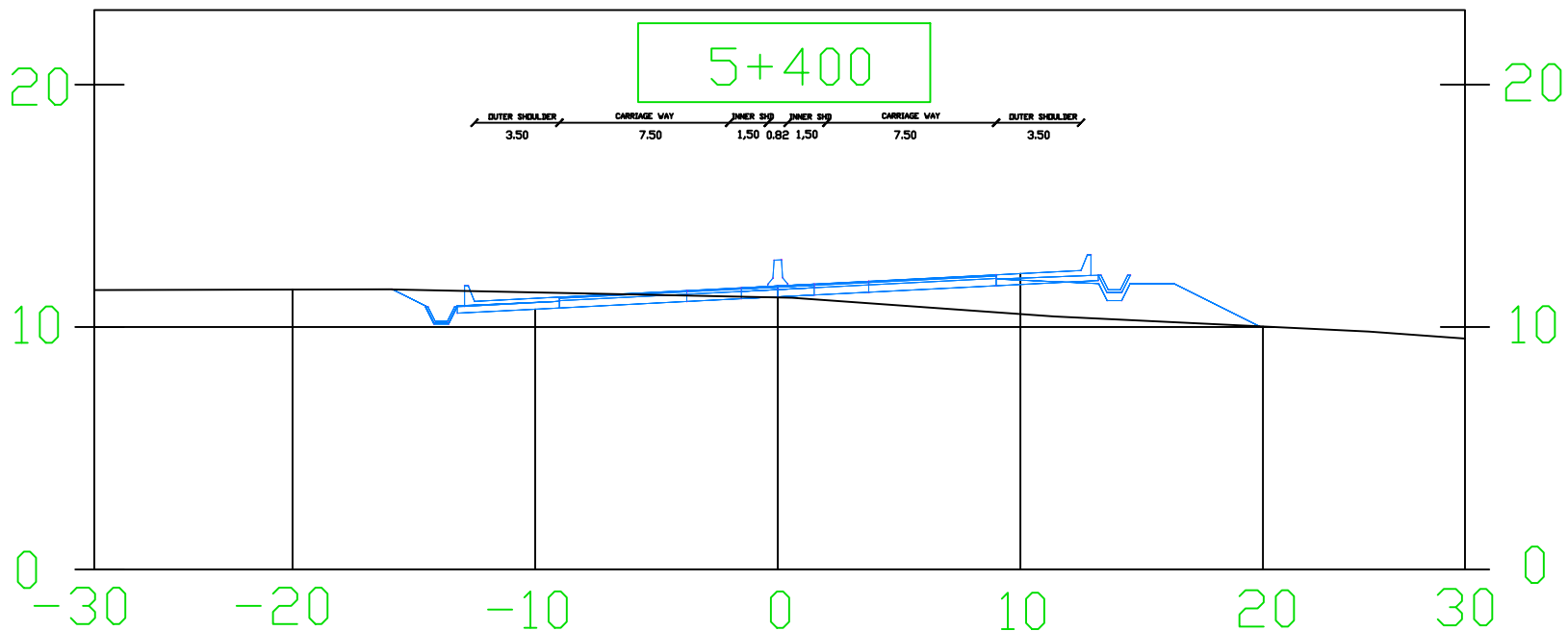
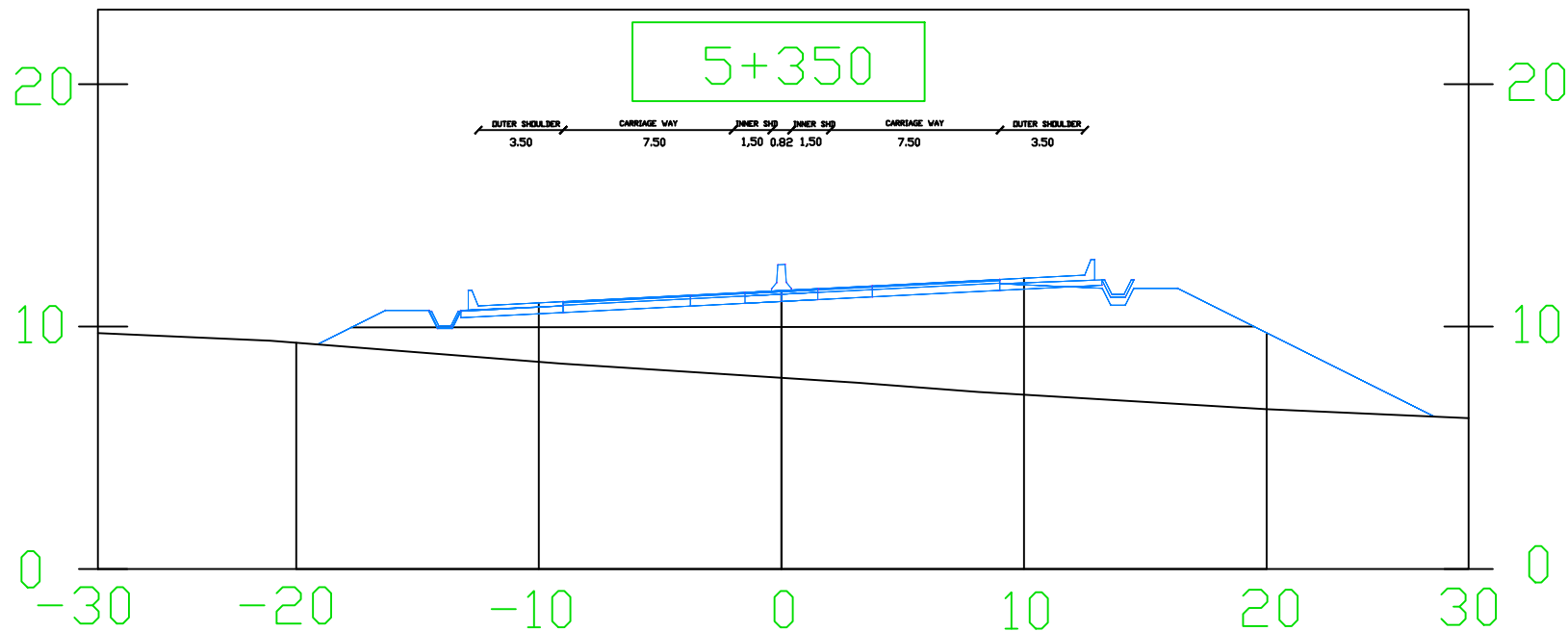
Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

20

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

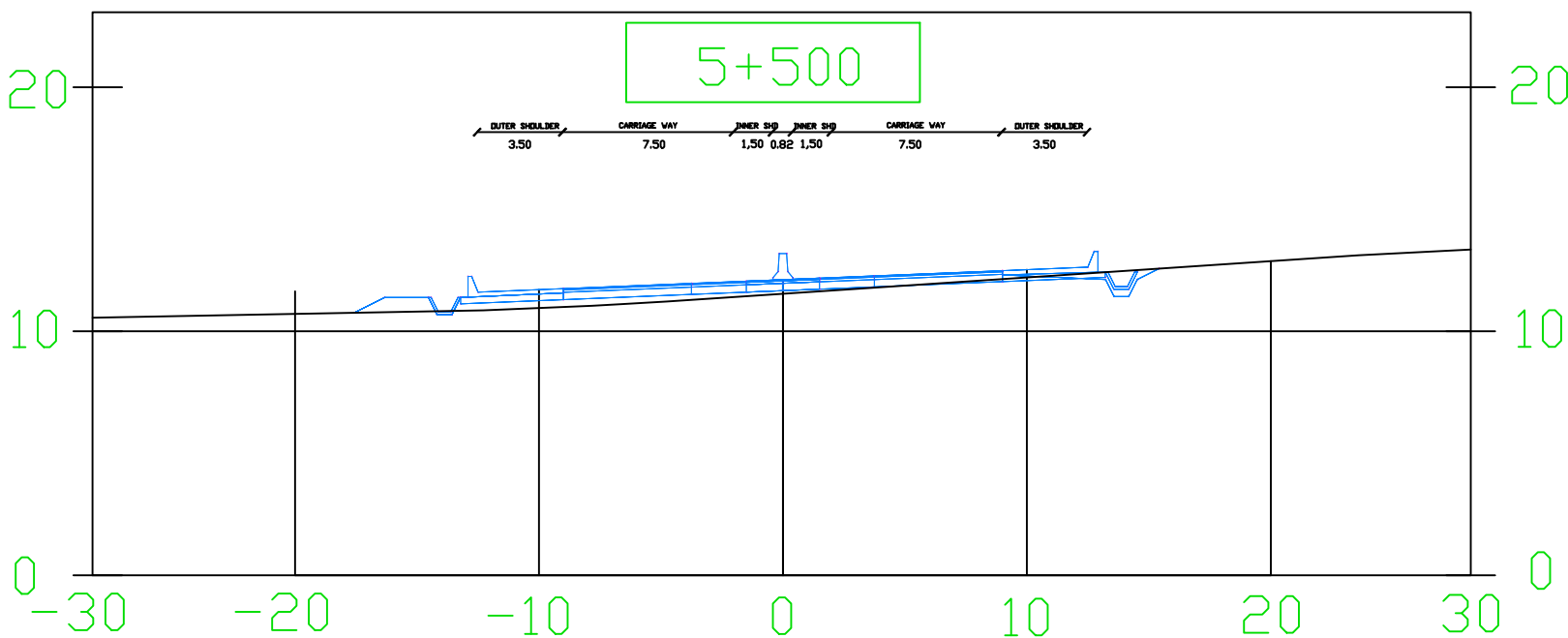
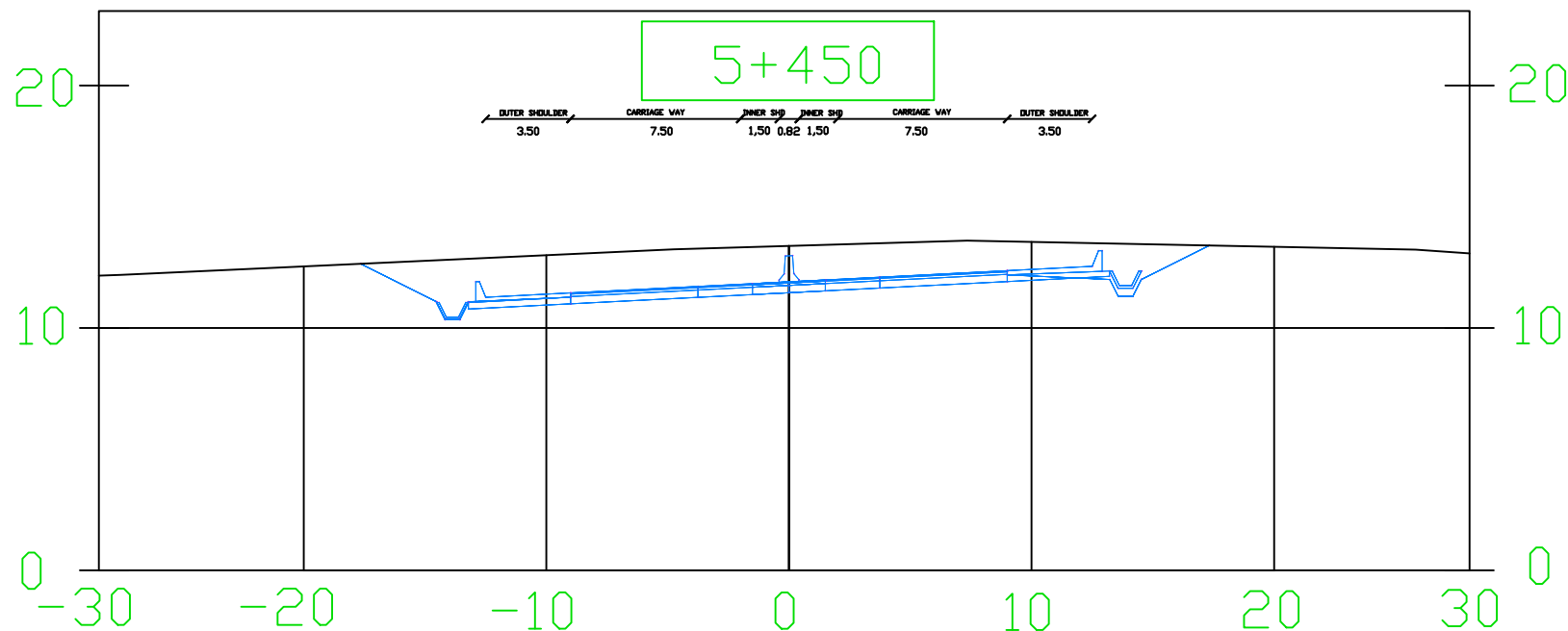
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

21

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

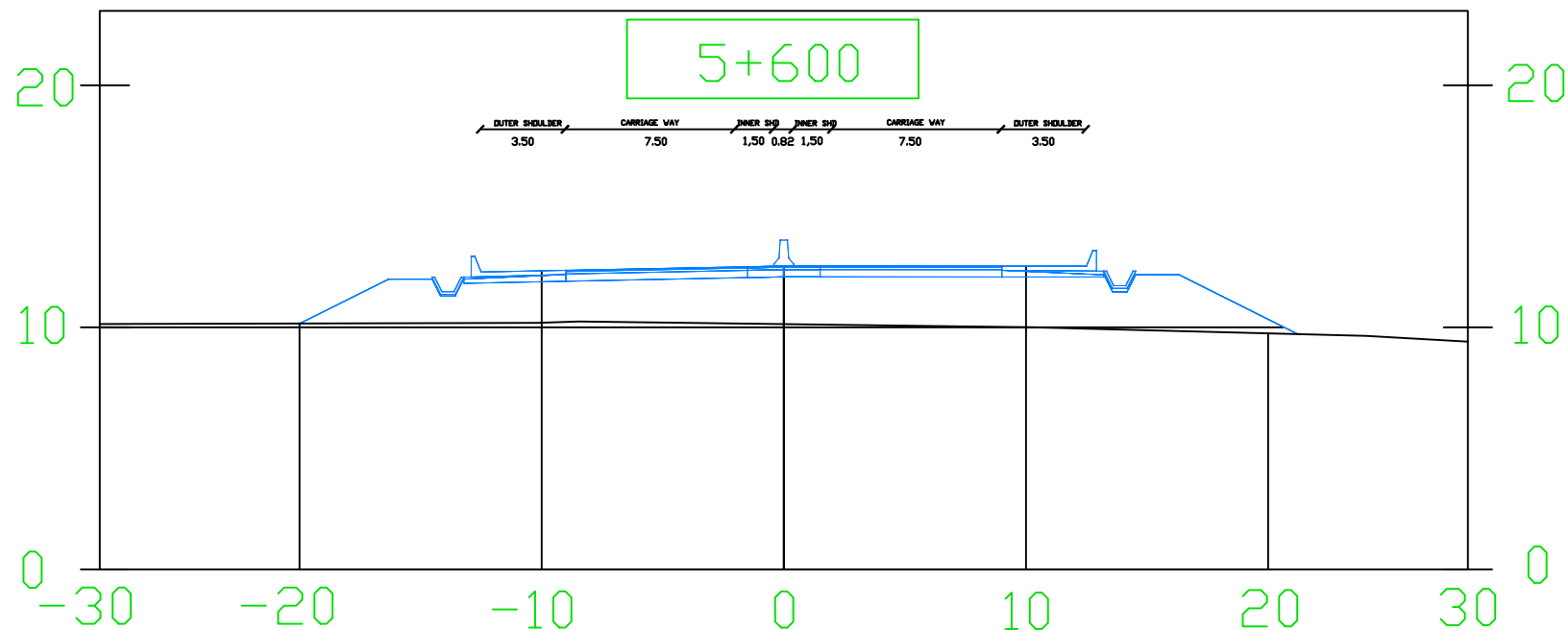
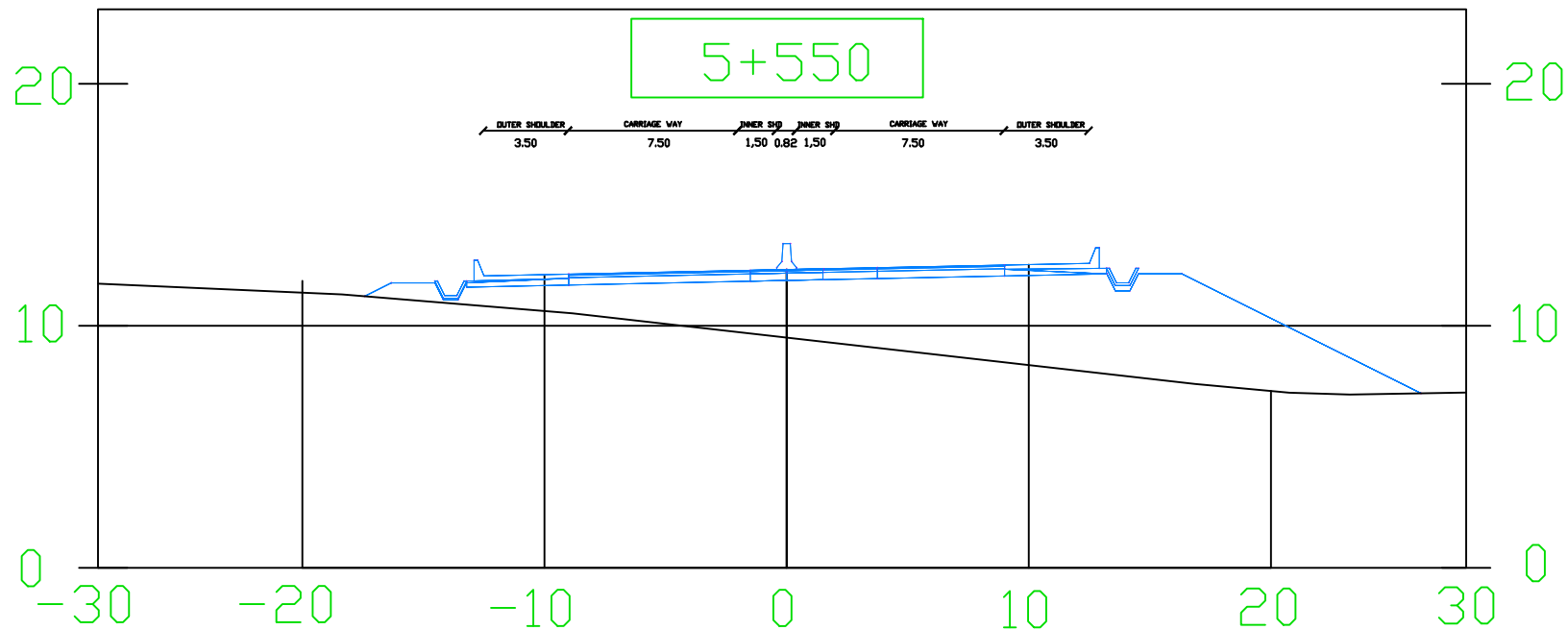
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

22

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

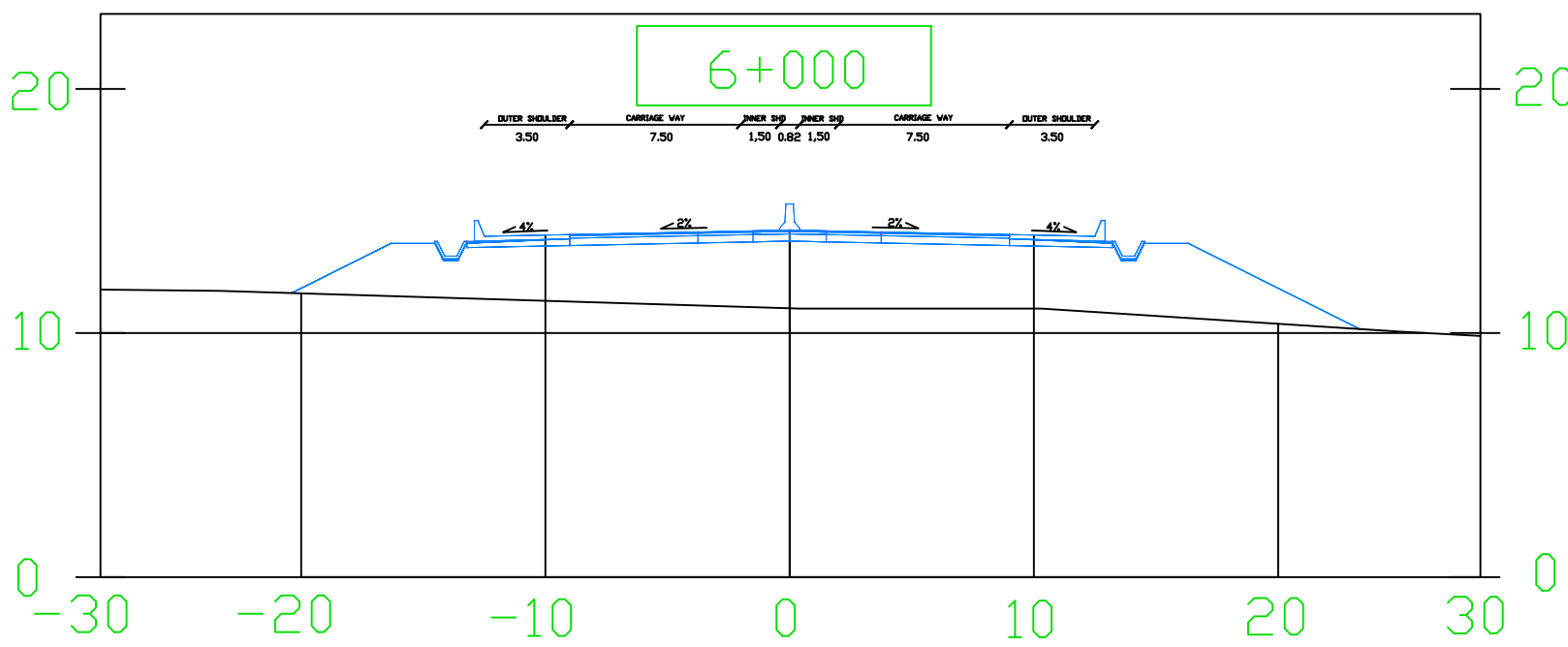
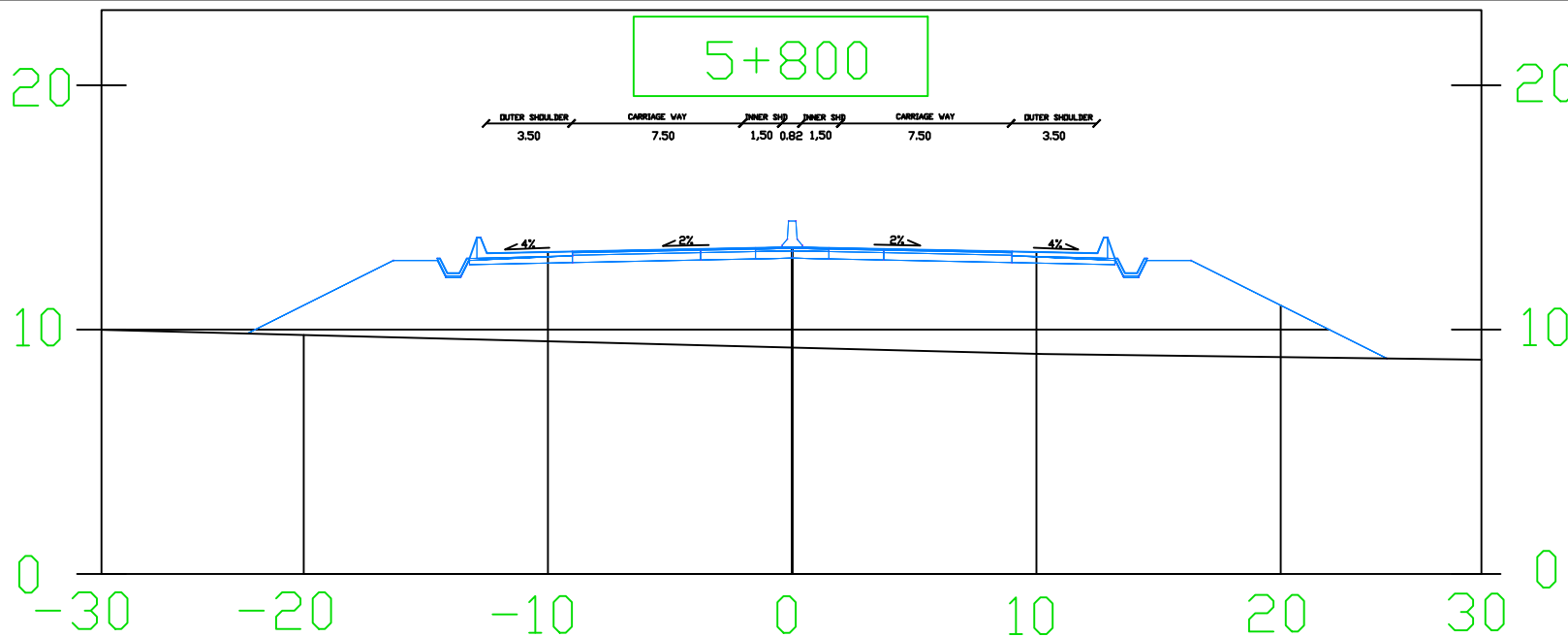
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

23

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

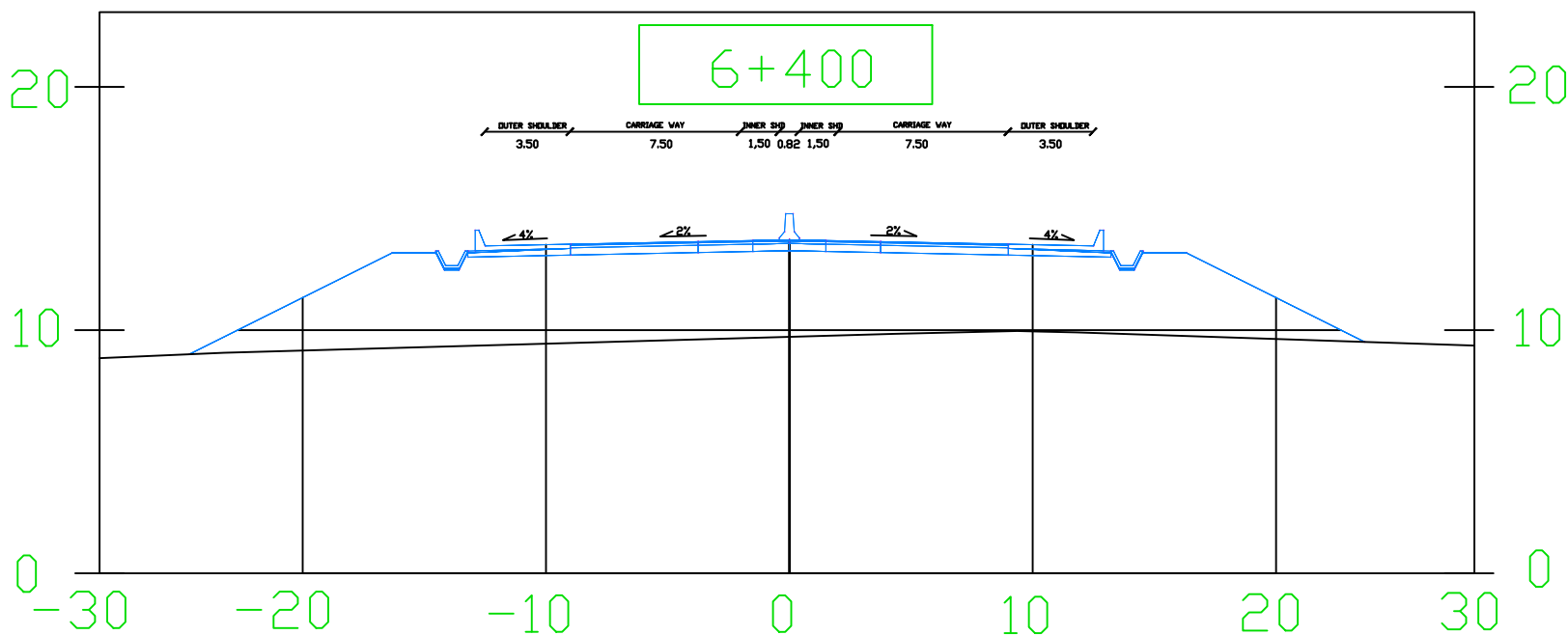
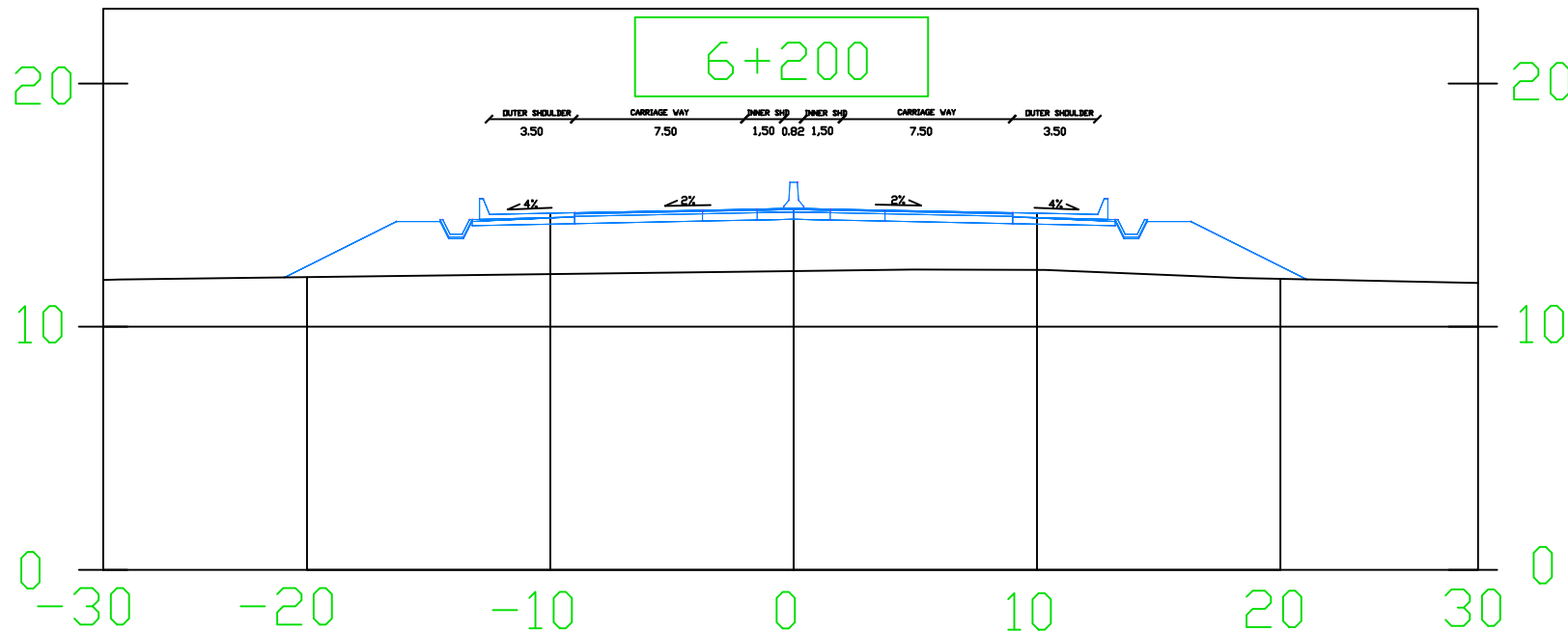
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

24

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

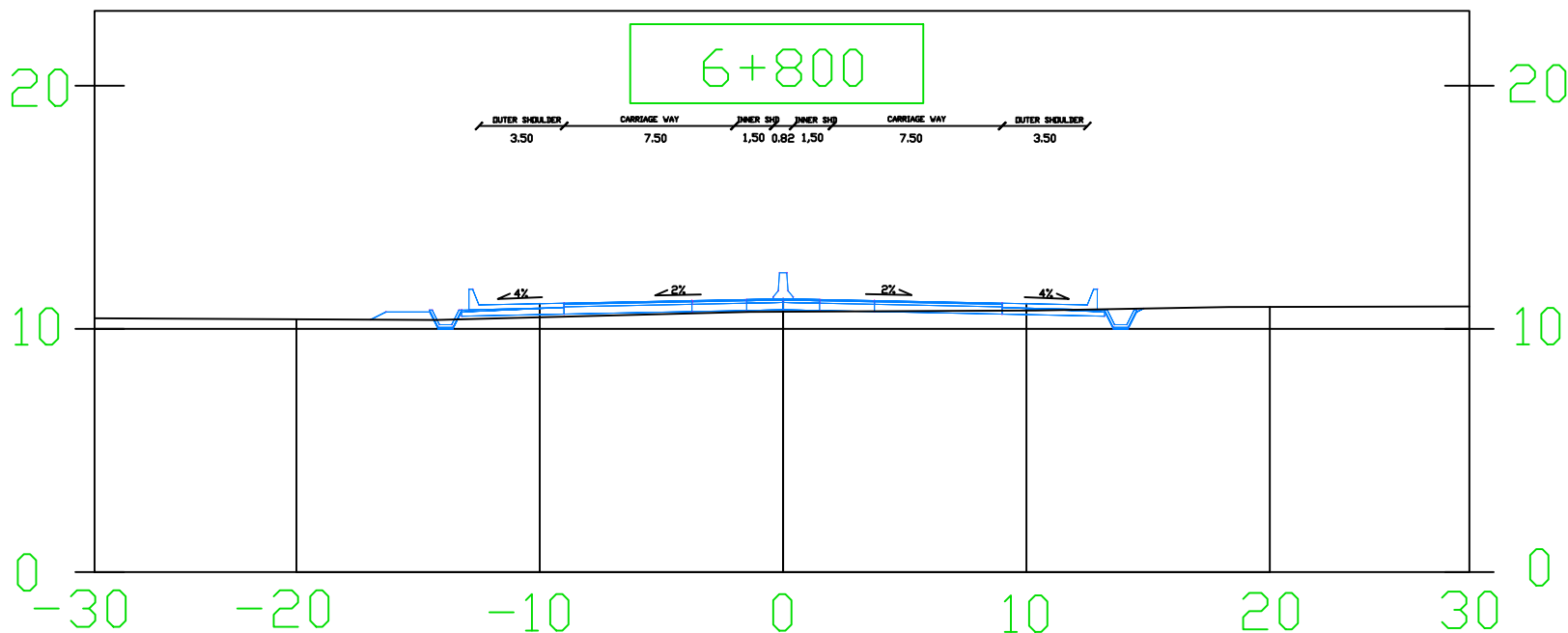
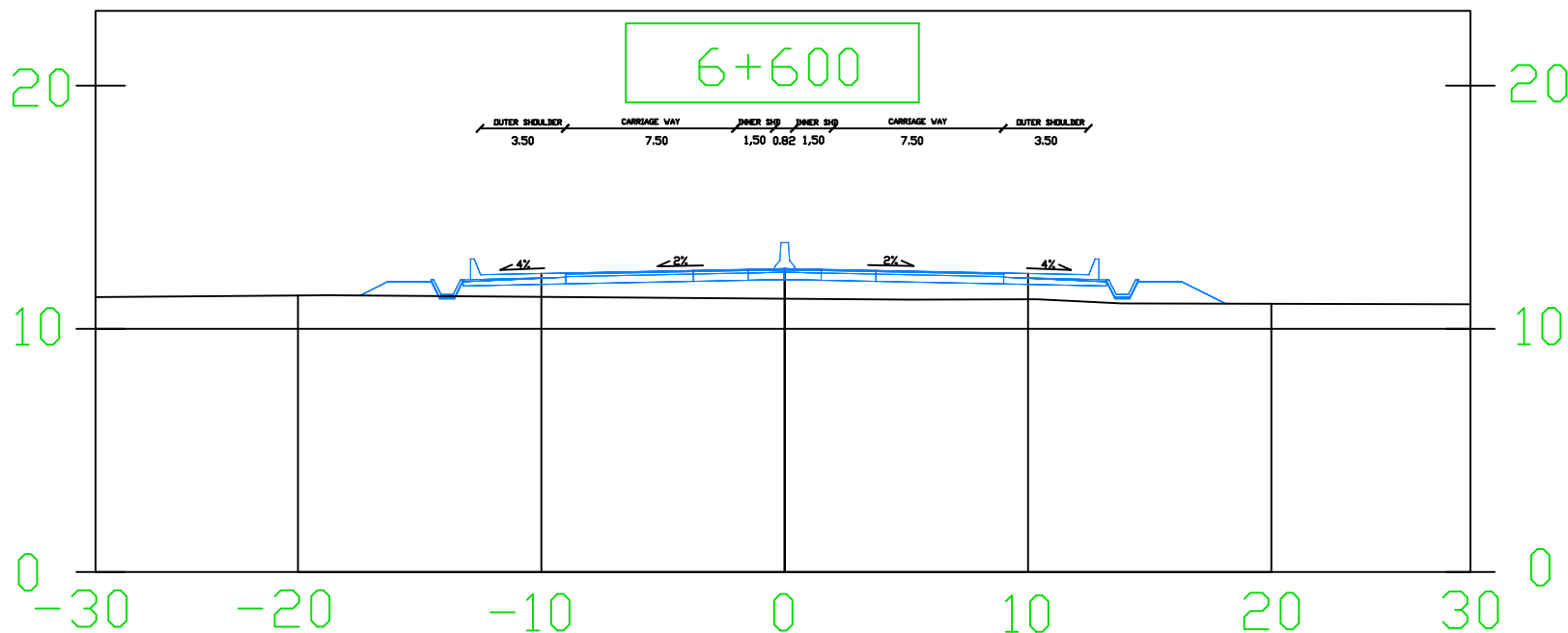
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

25

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

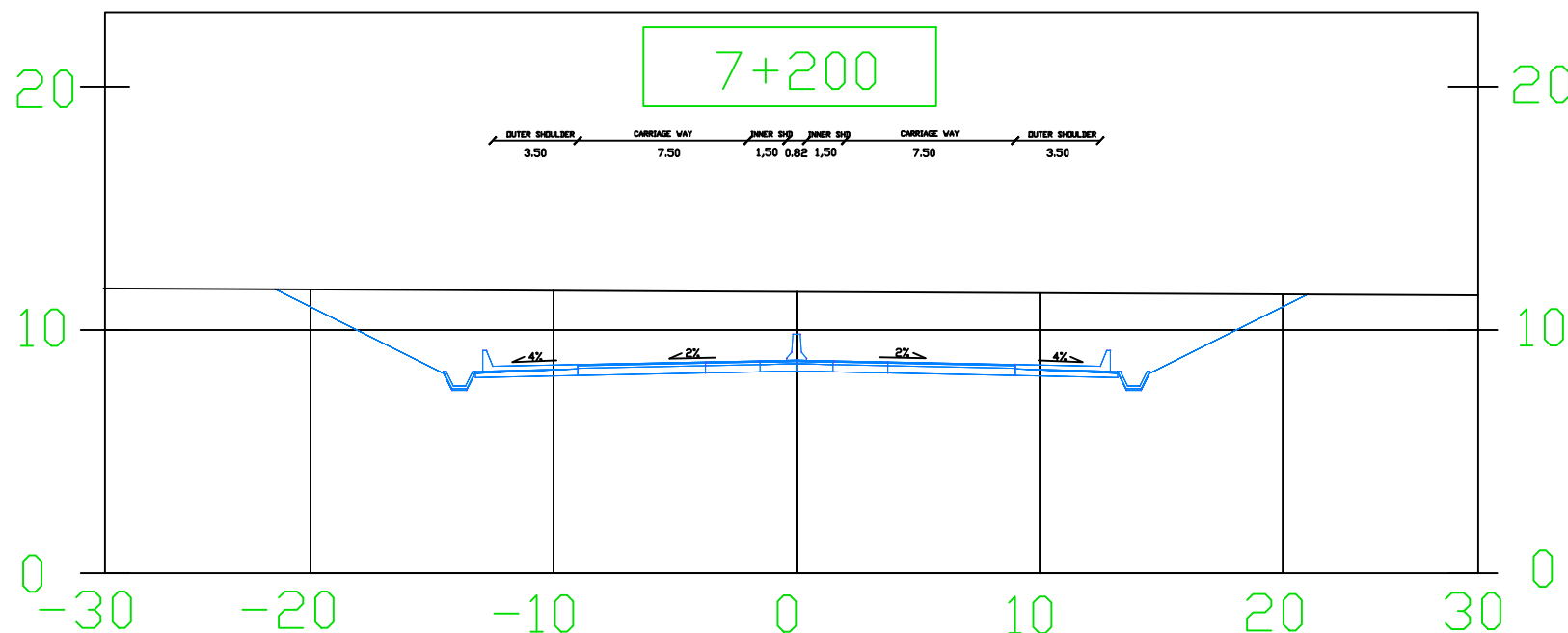
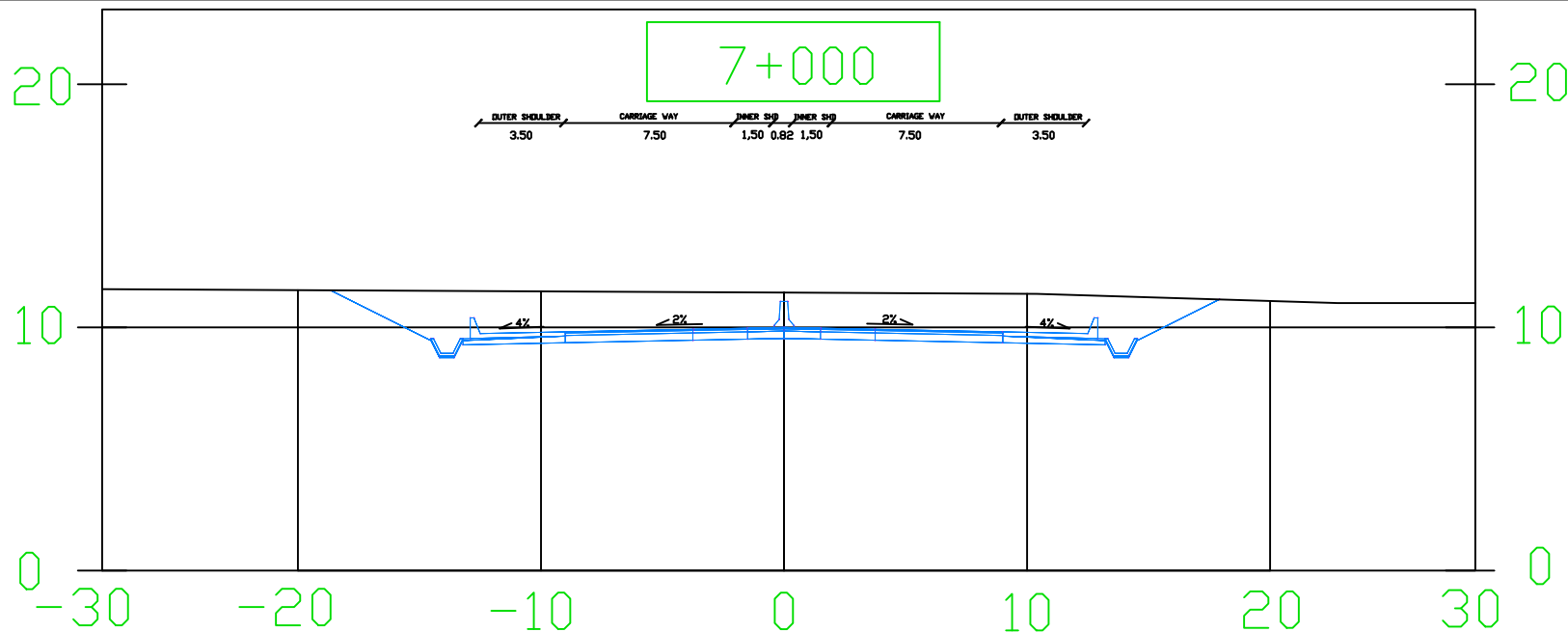
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

26

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

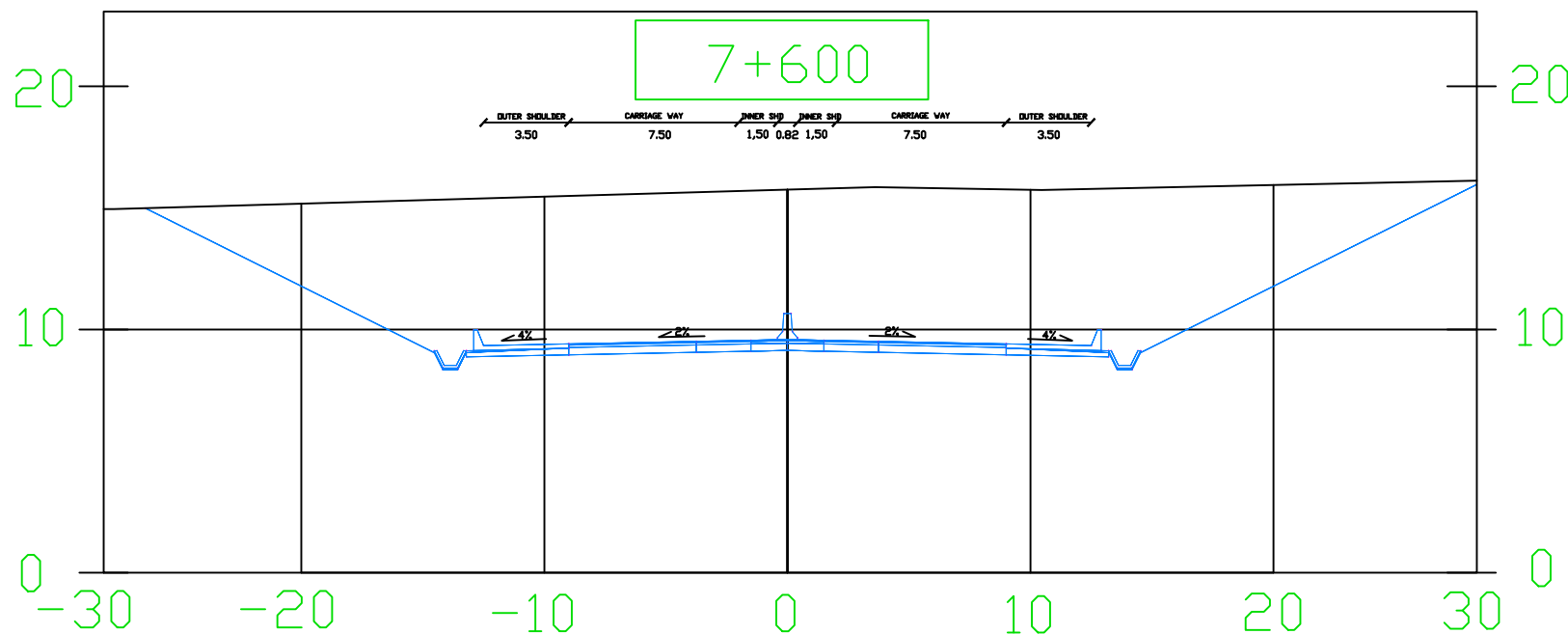
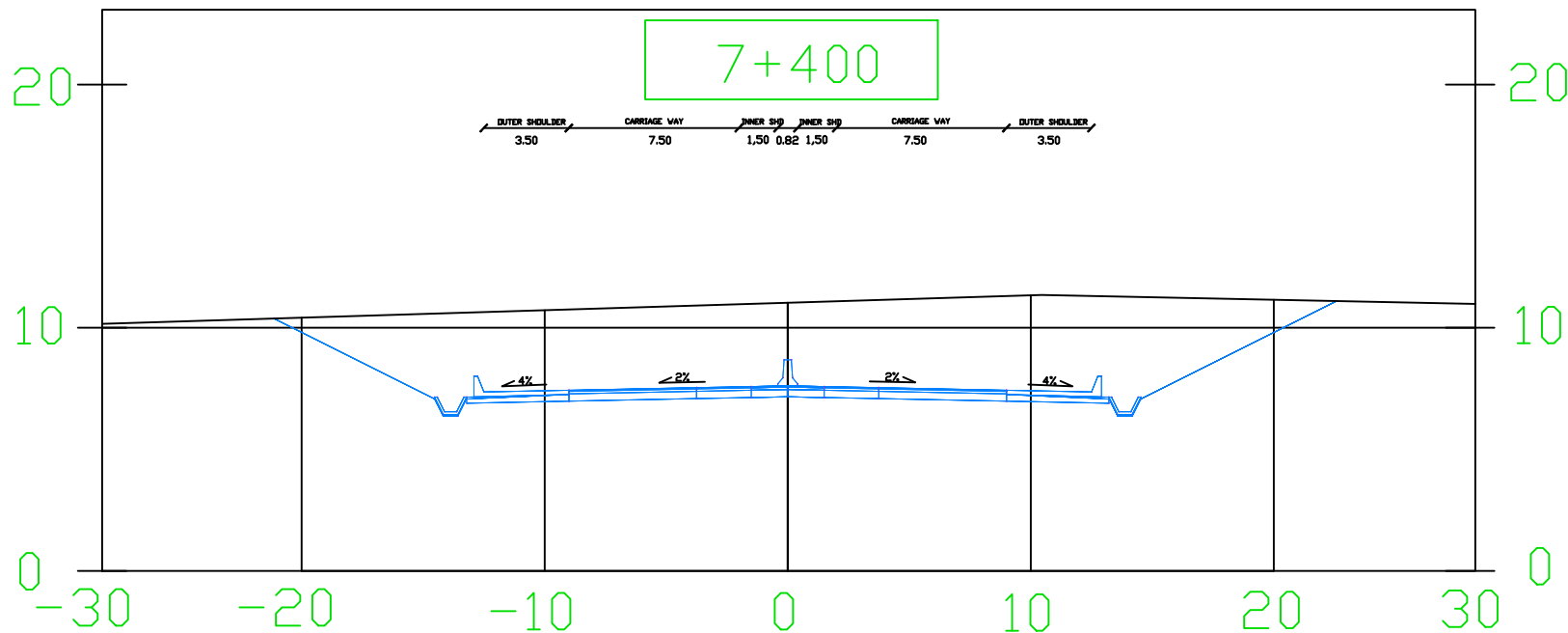
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

27

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

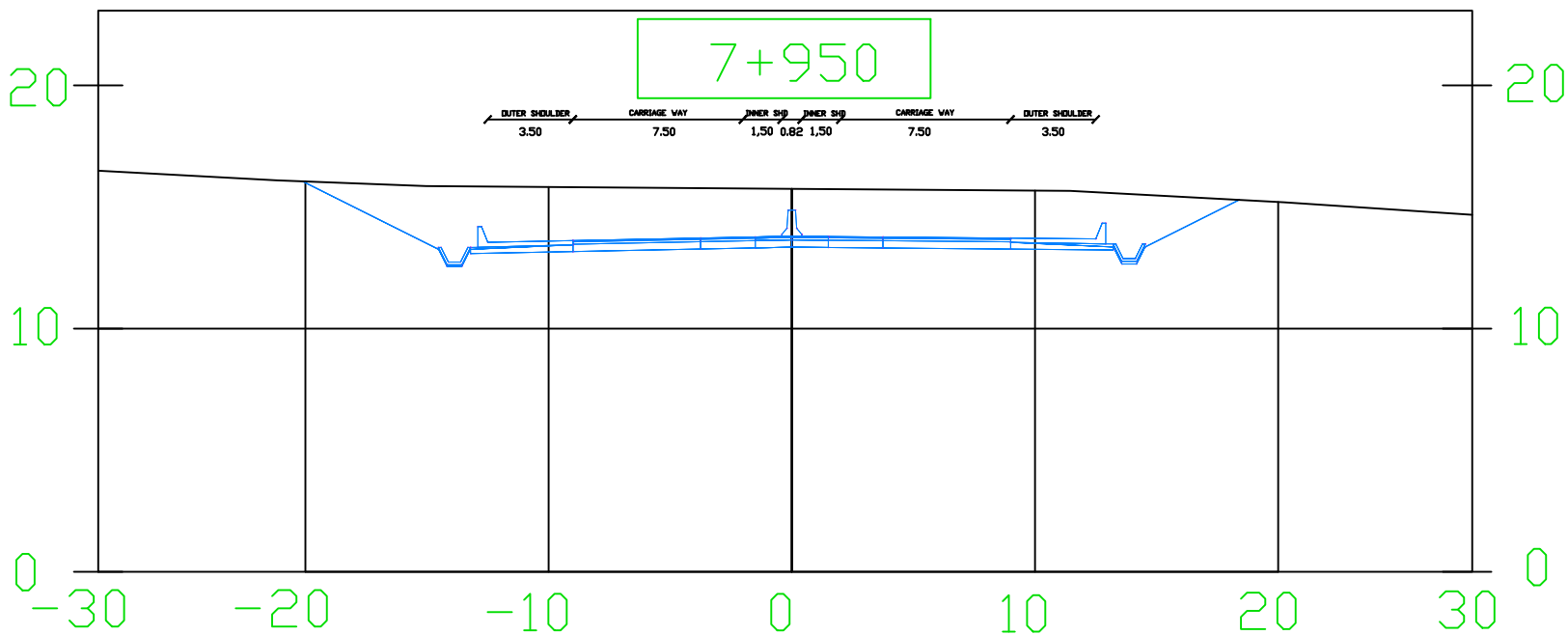
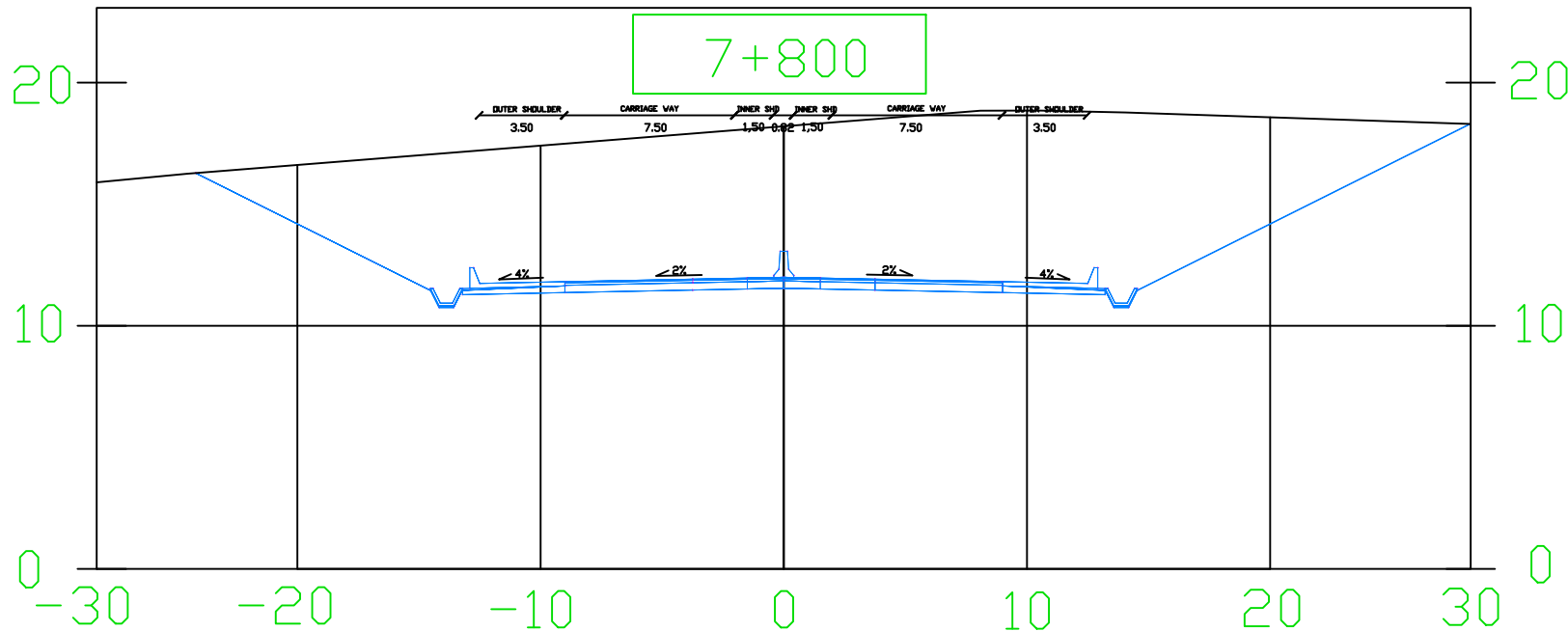
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

28

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

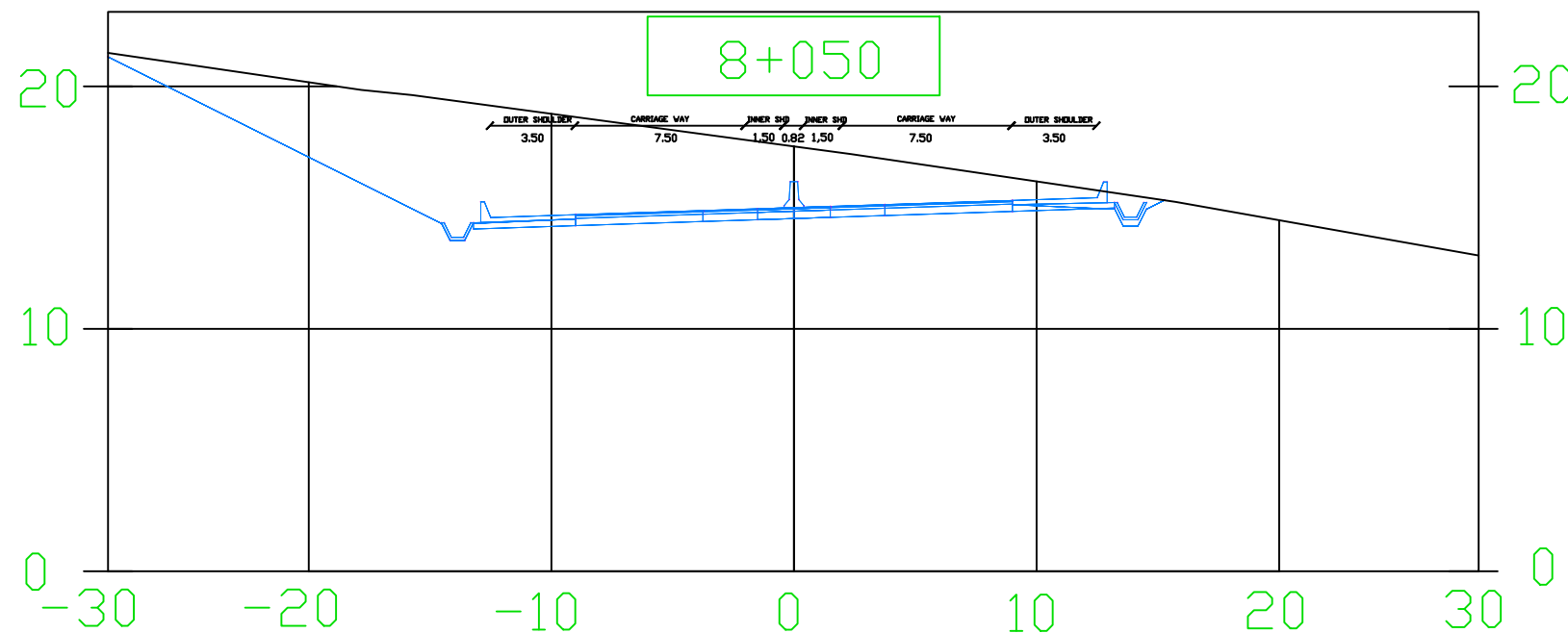
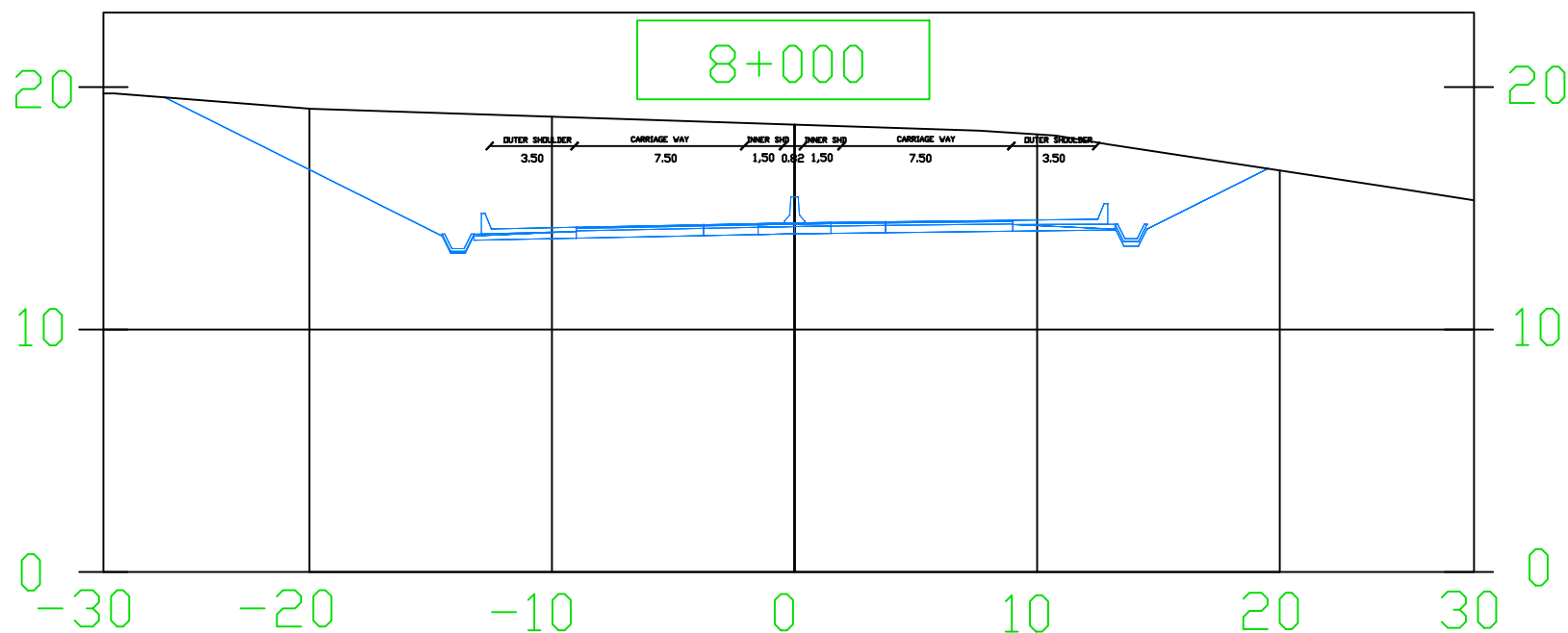
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

29

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

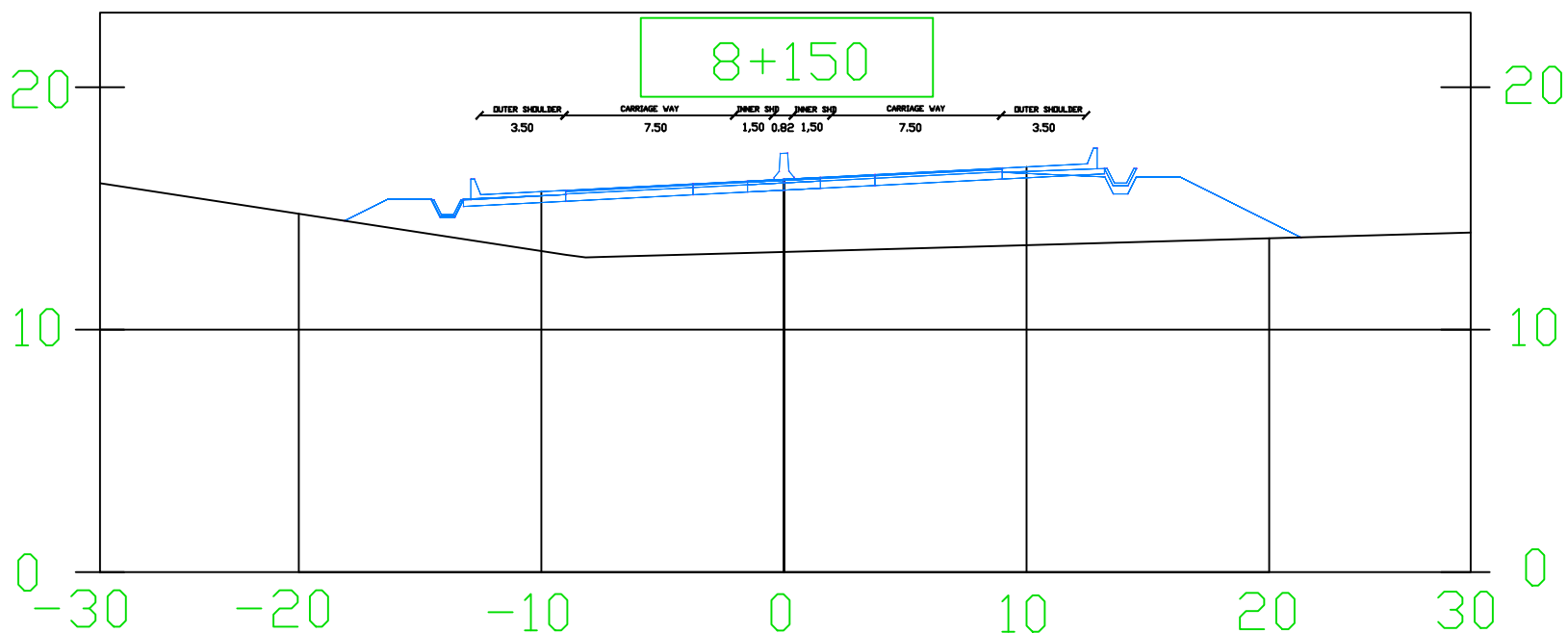
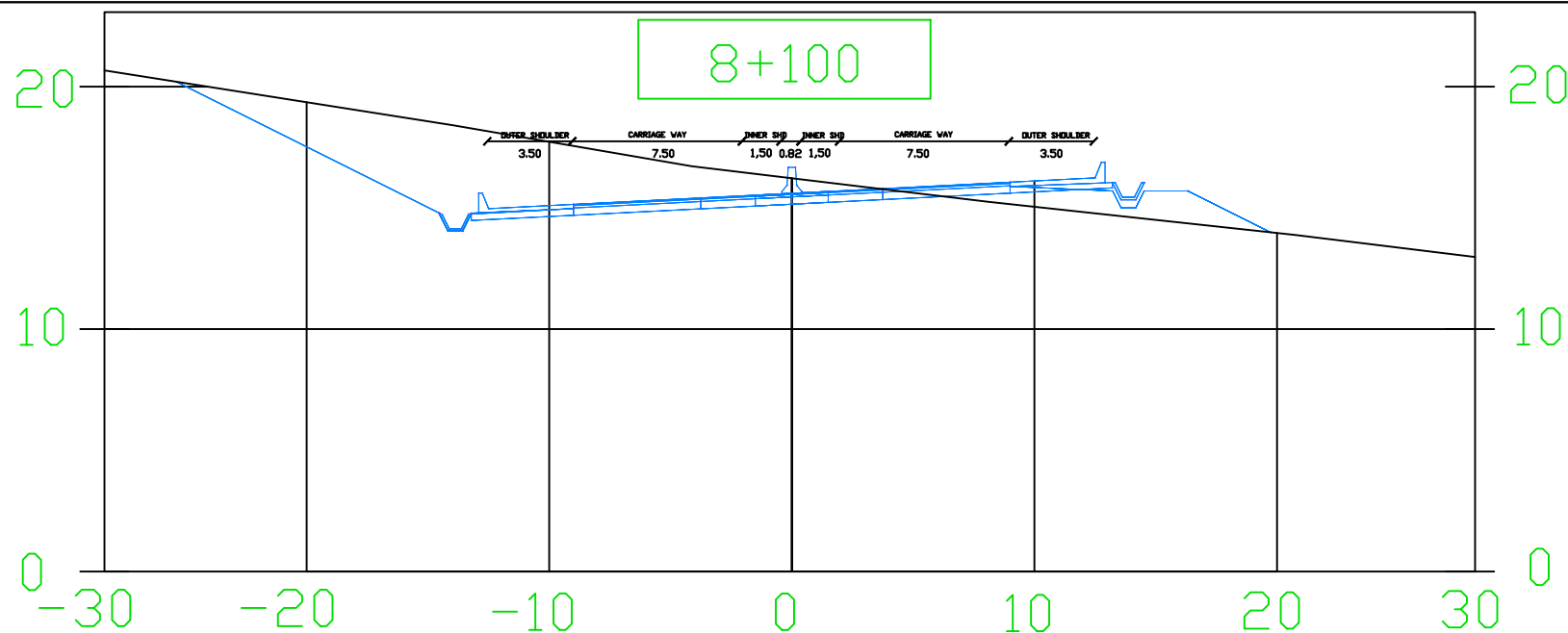
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

30

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

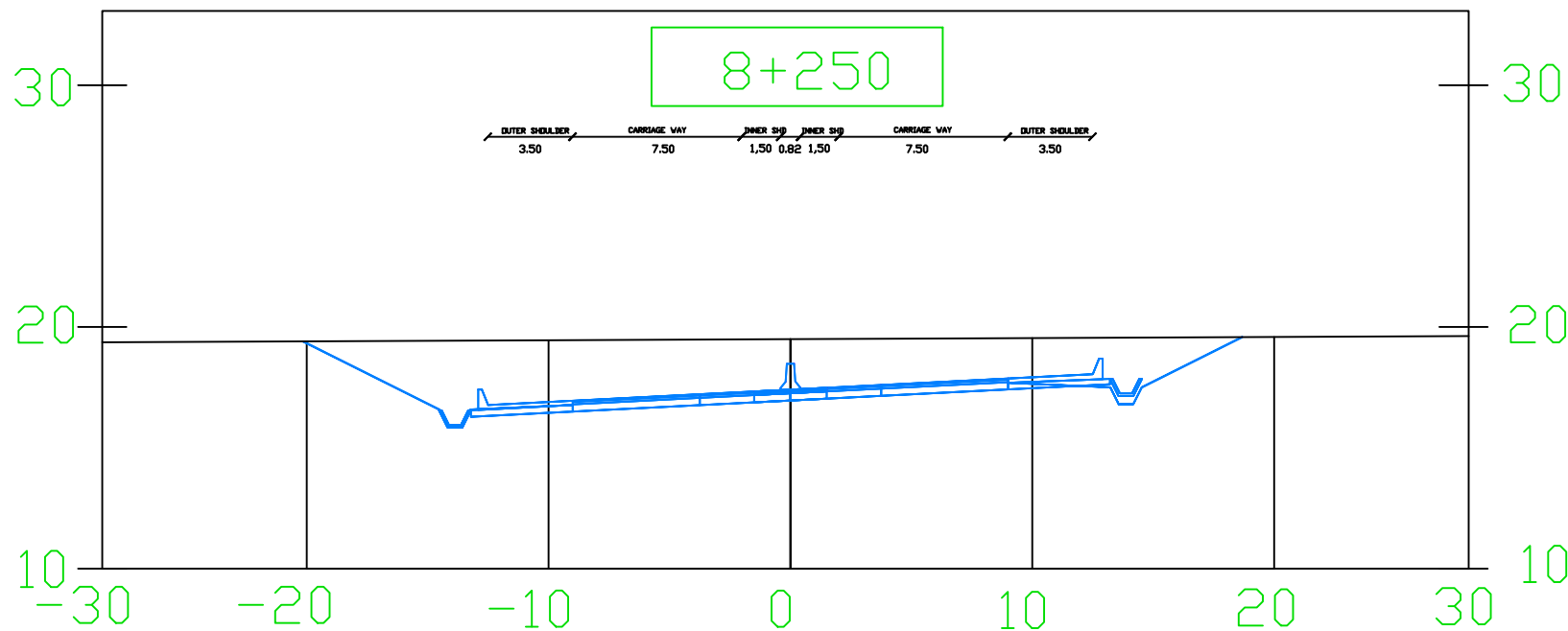
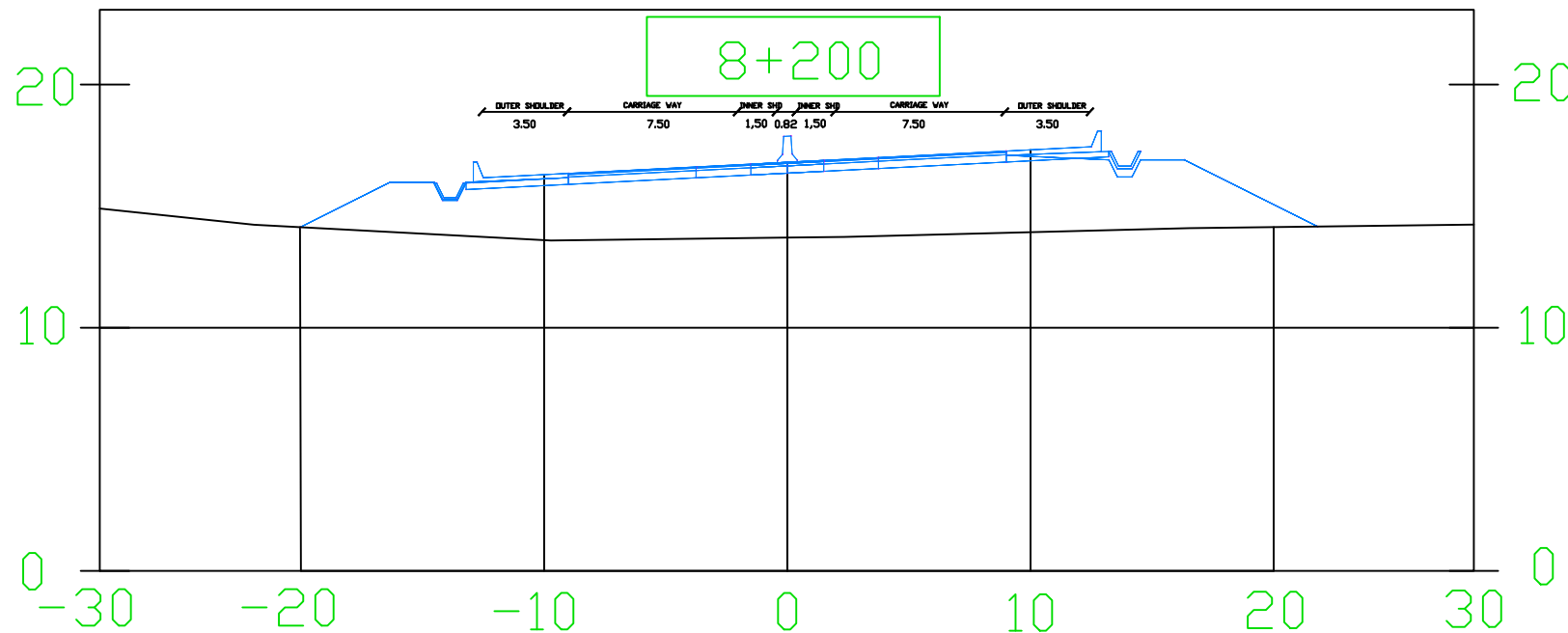
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

31

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

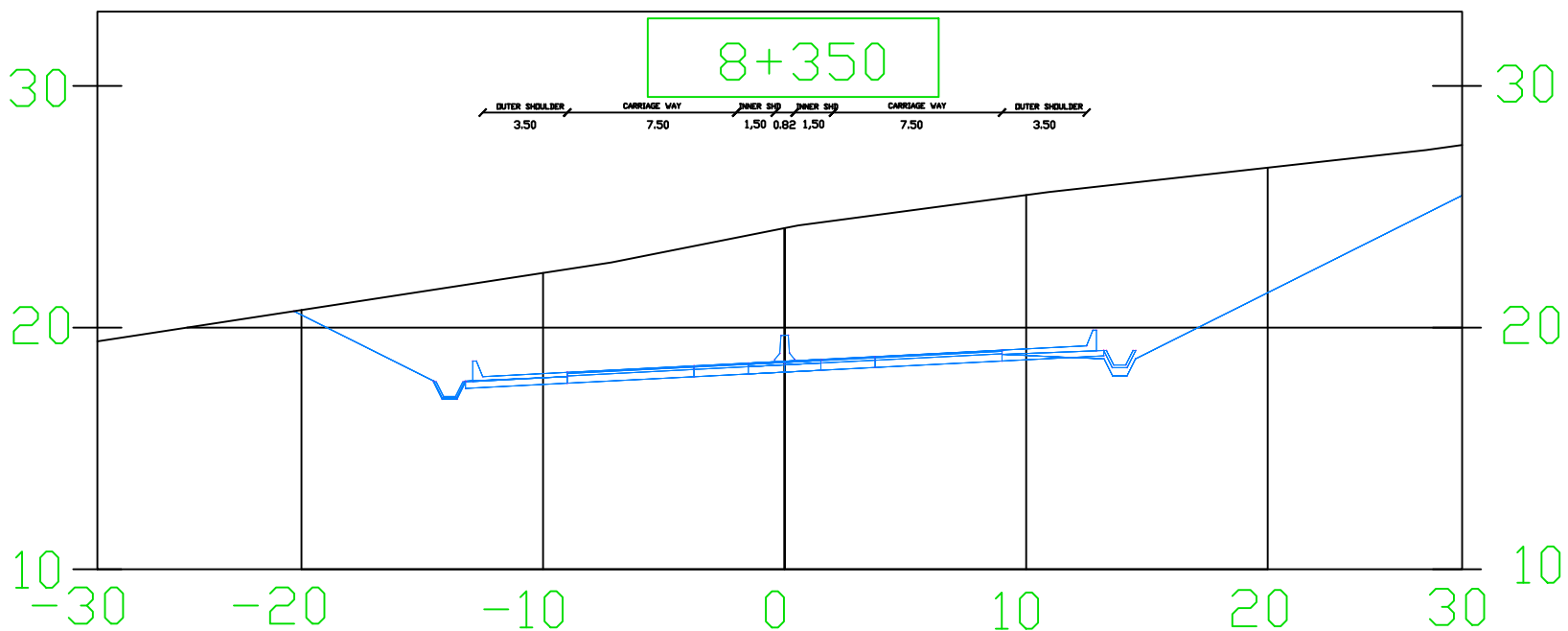
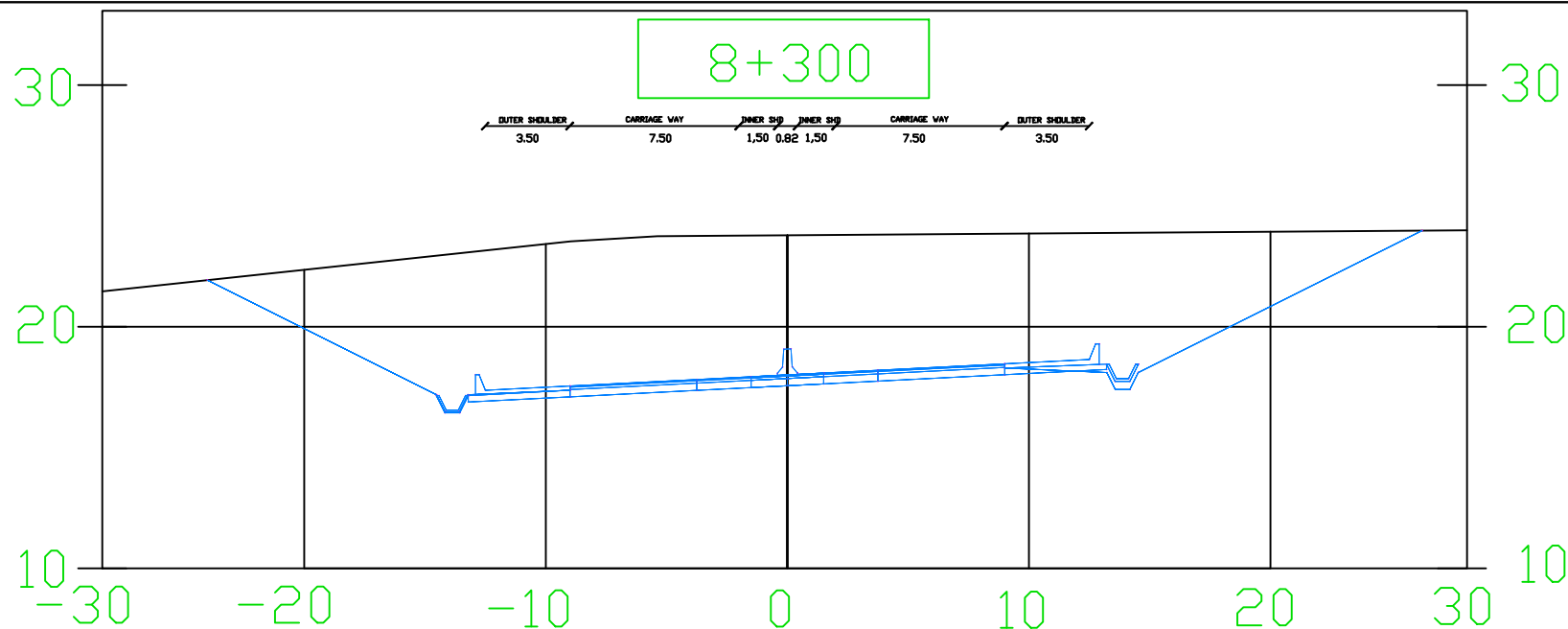
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

32

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

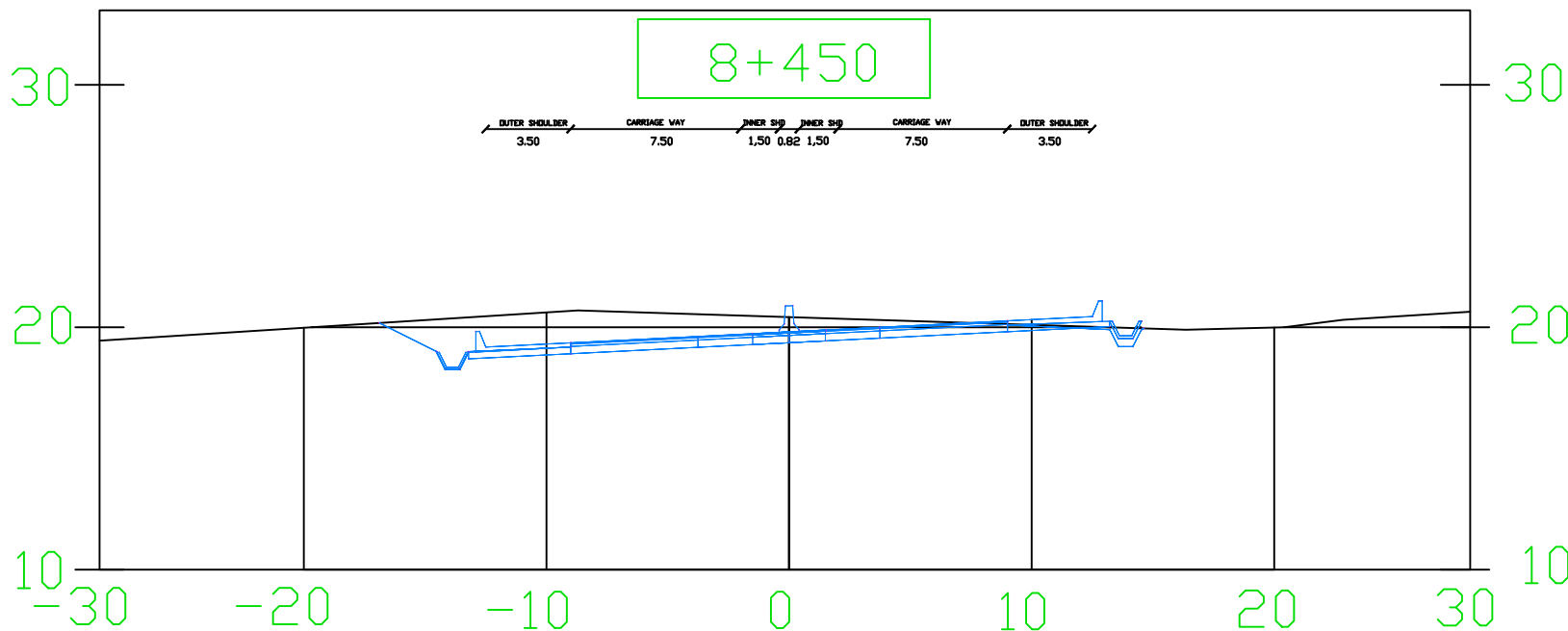
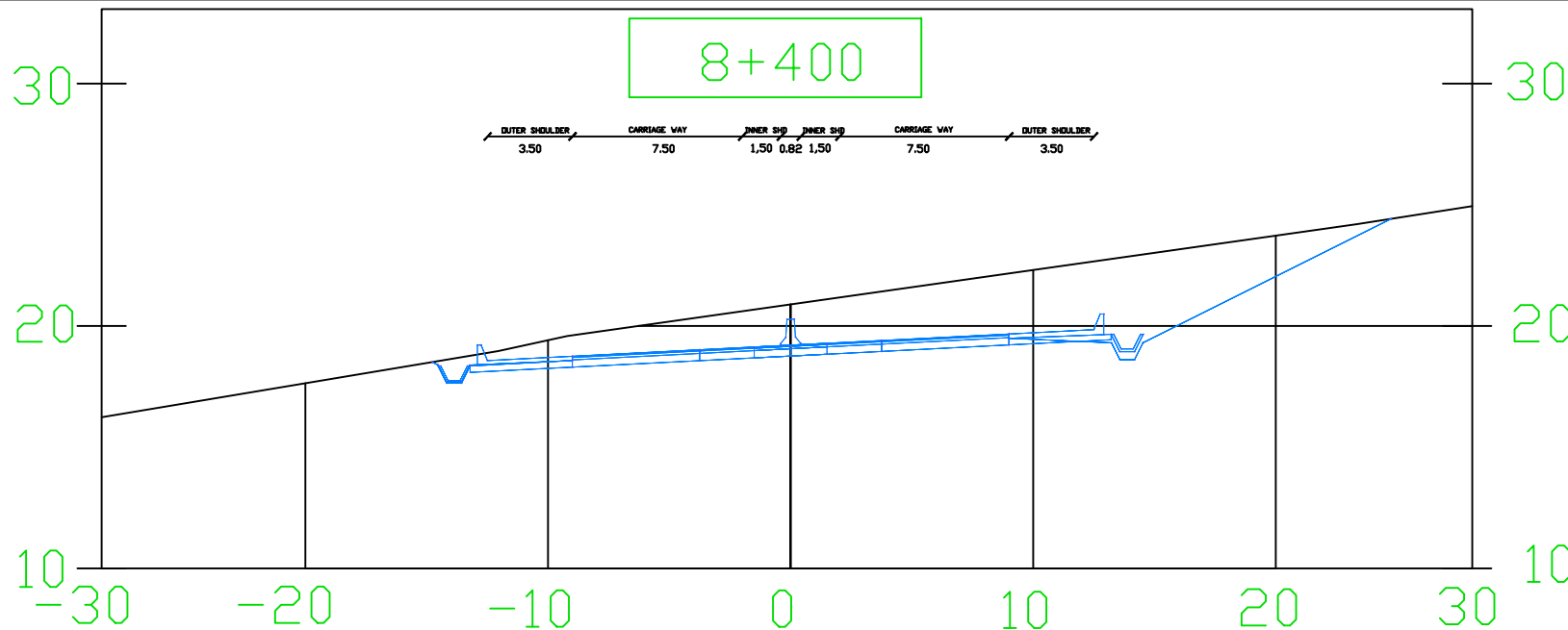
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

33

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

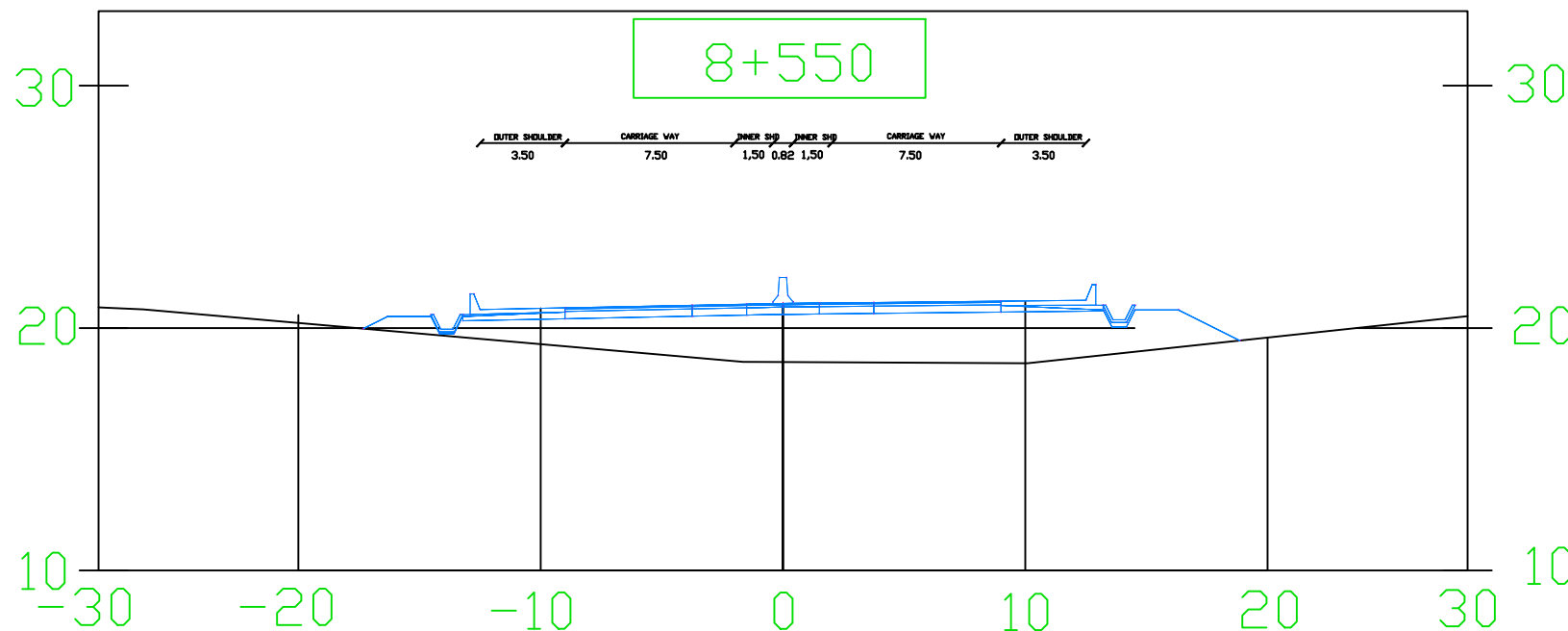
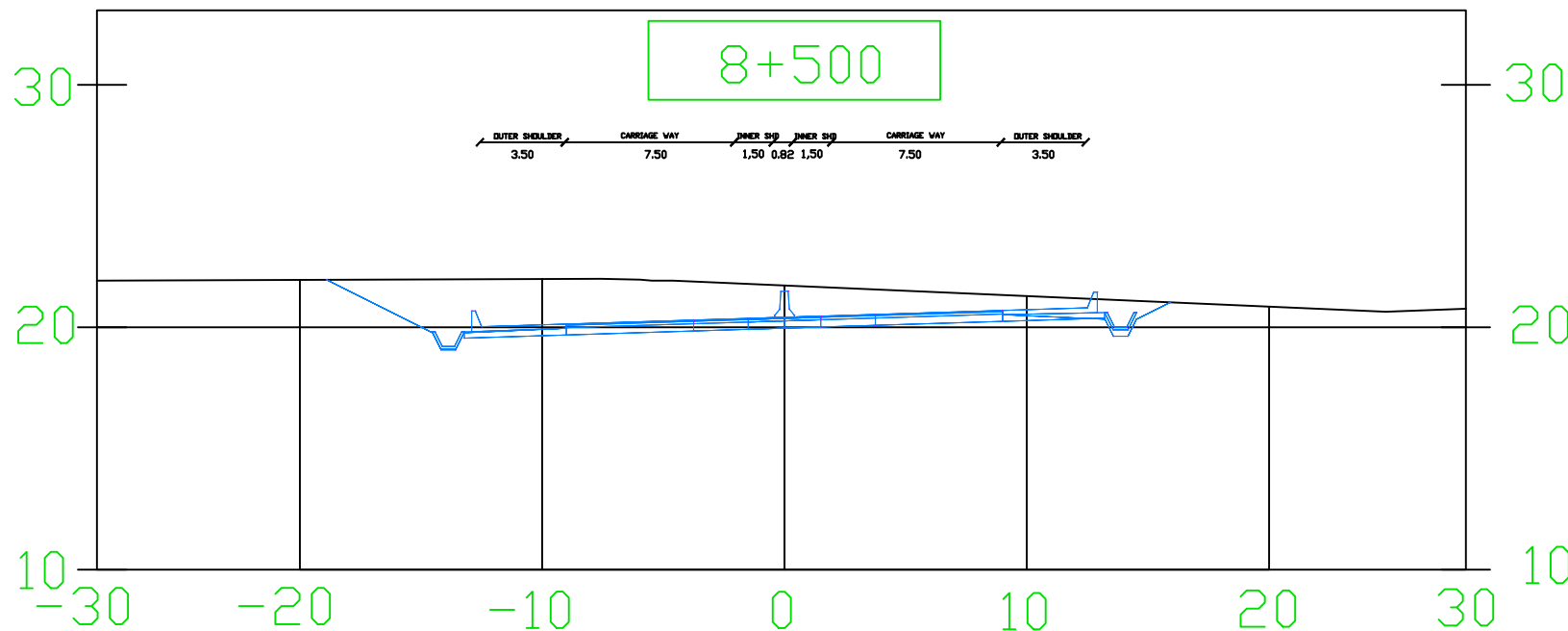
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

34

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

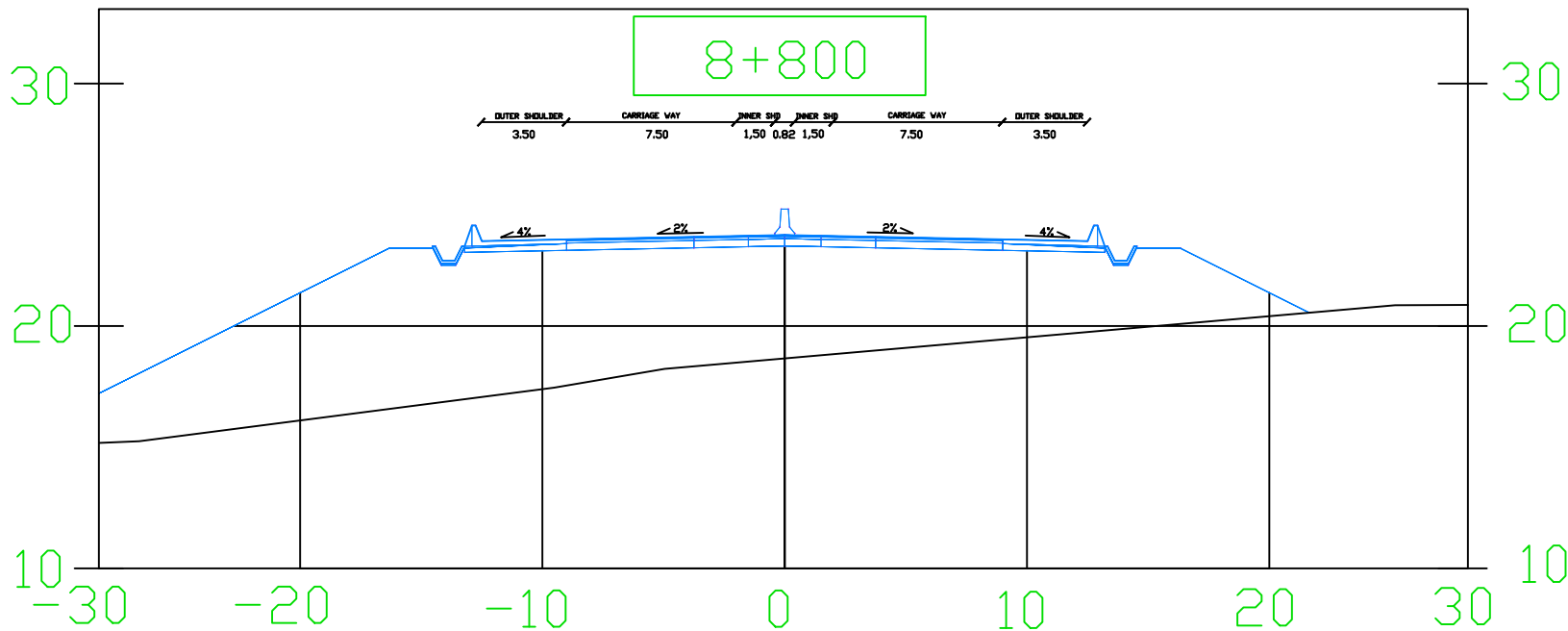
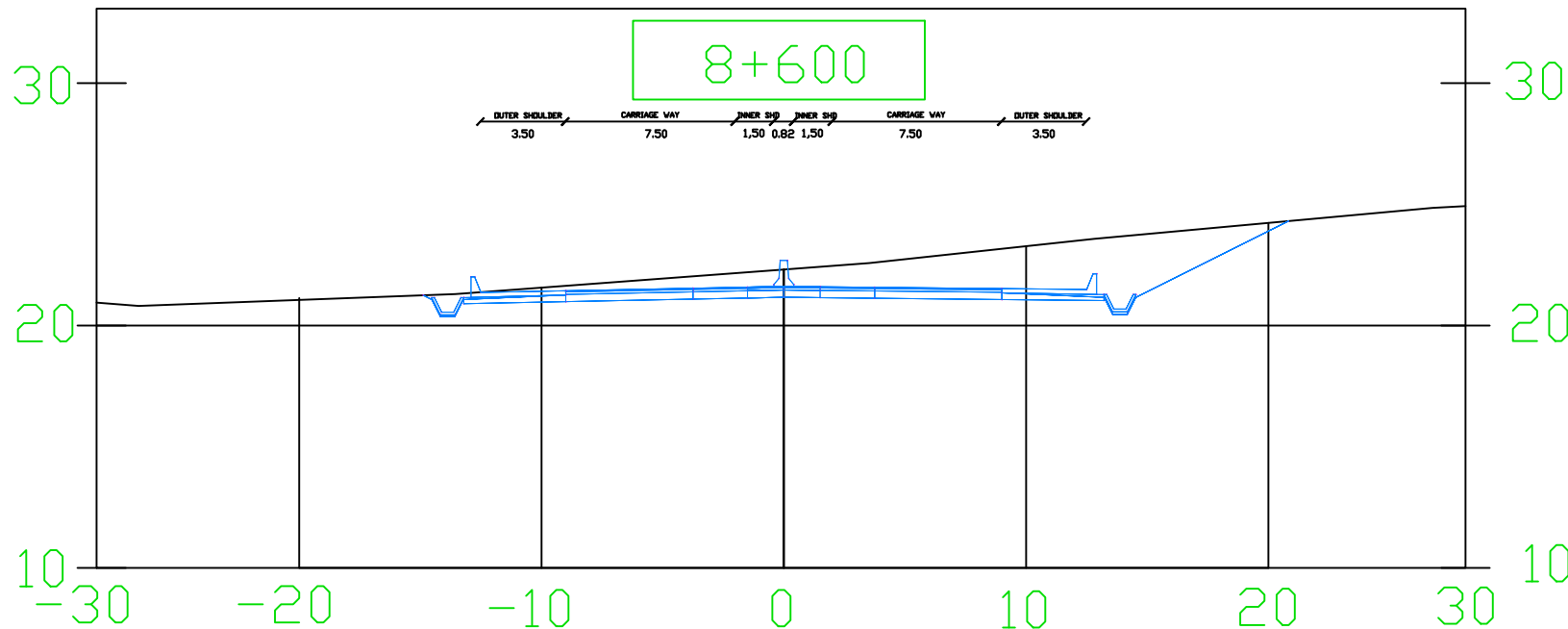
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

35

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

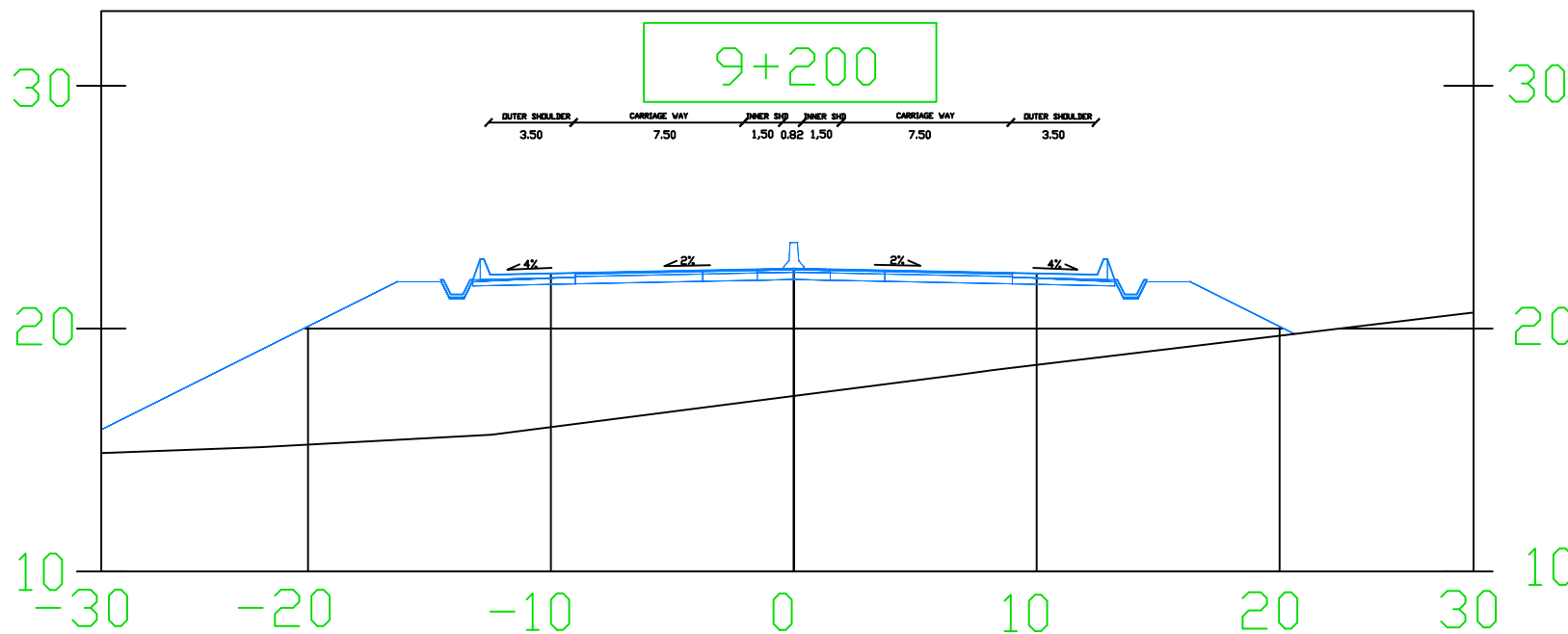
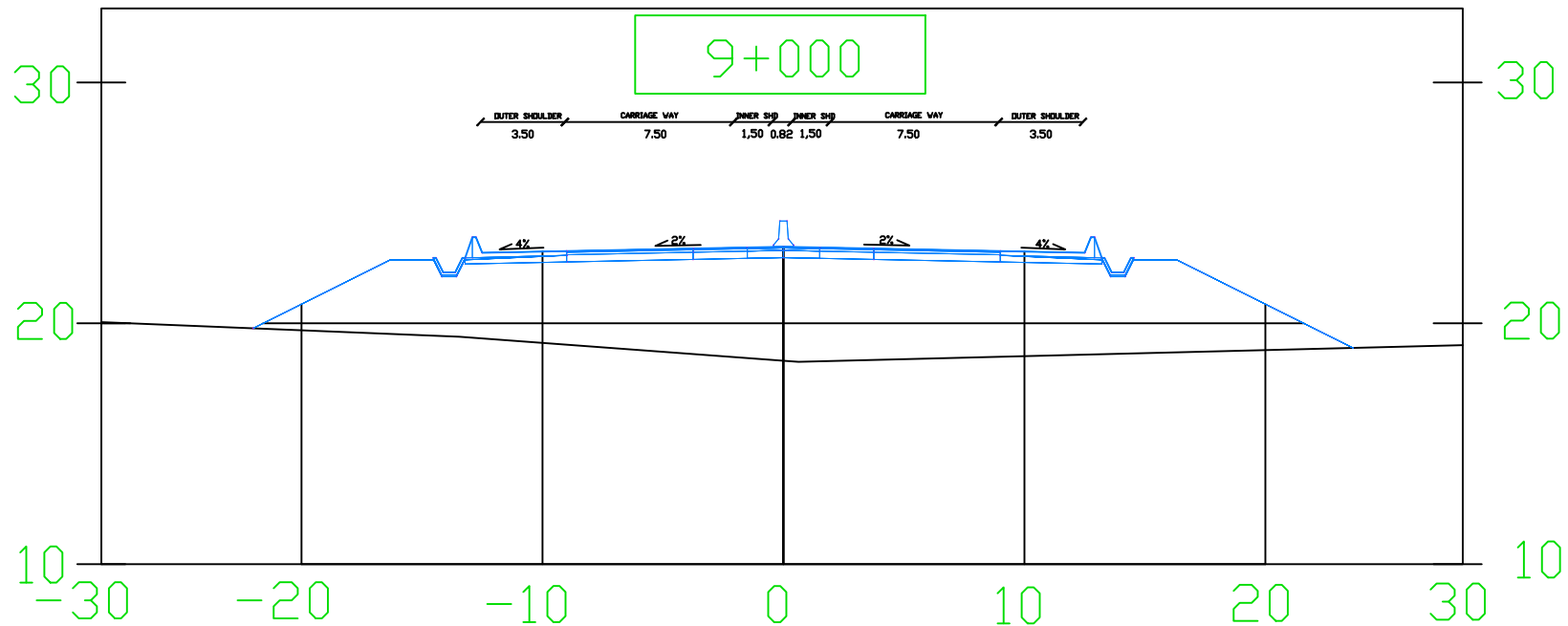
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

36

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

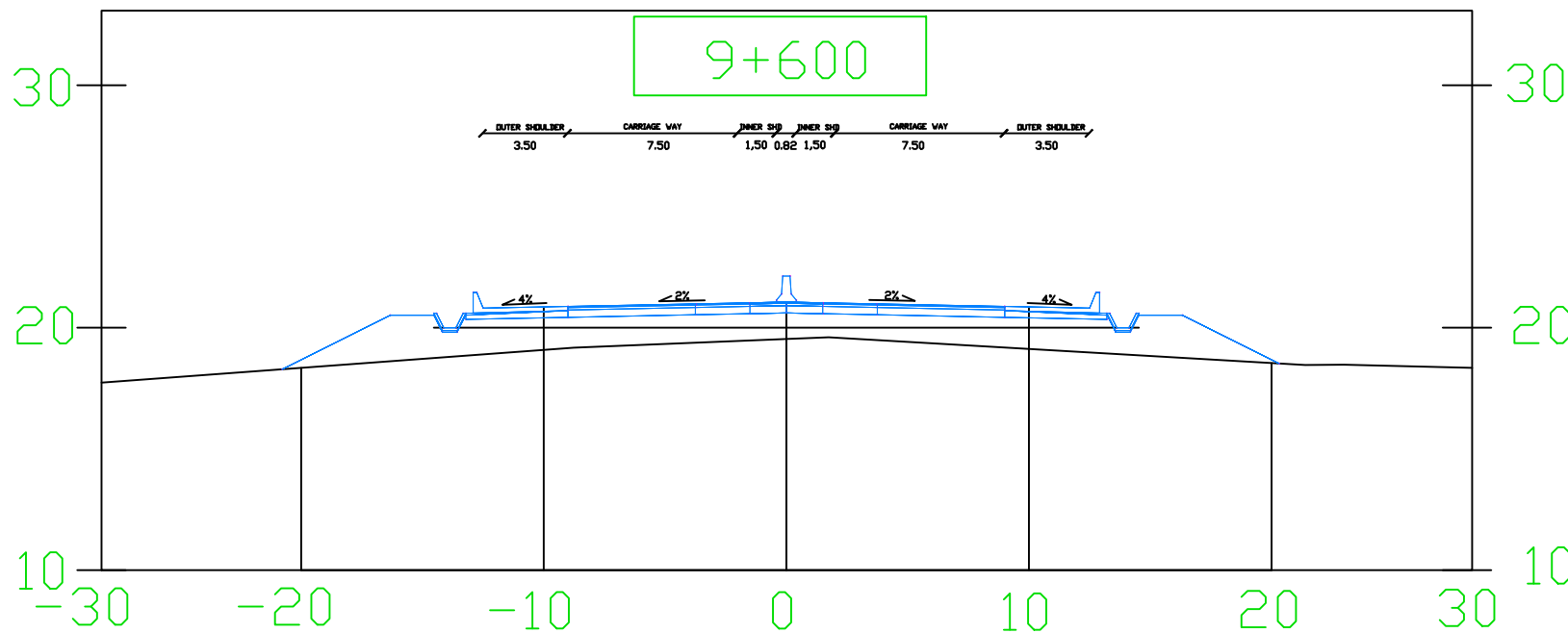
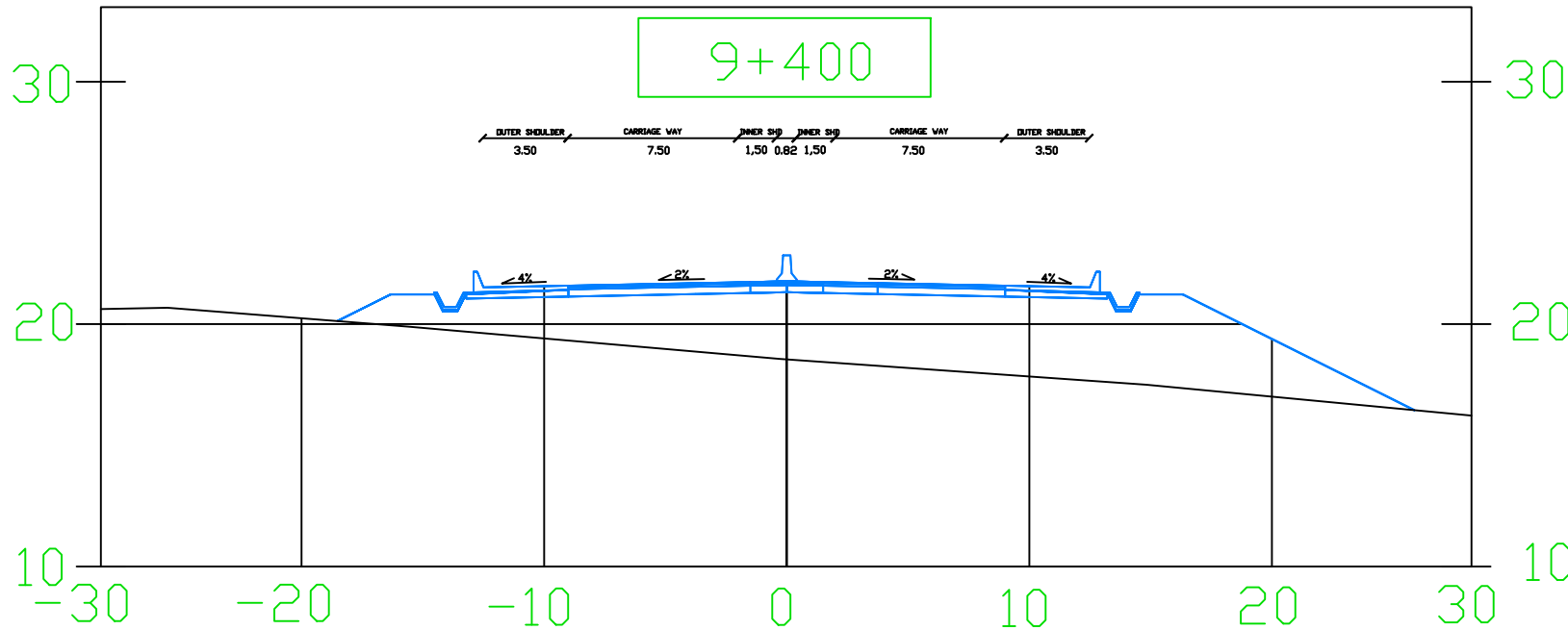
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

37

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

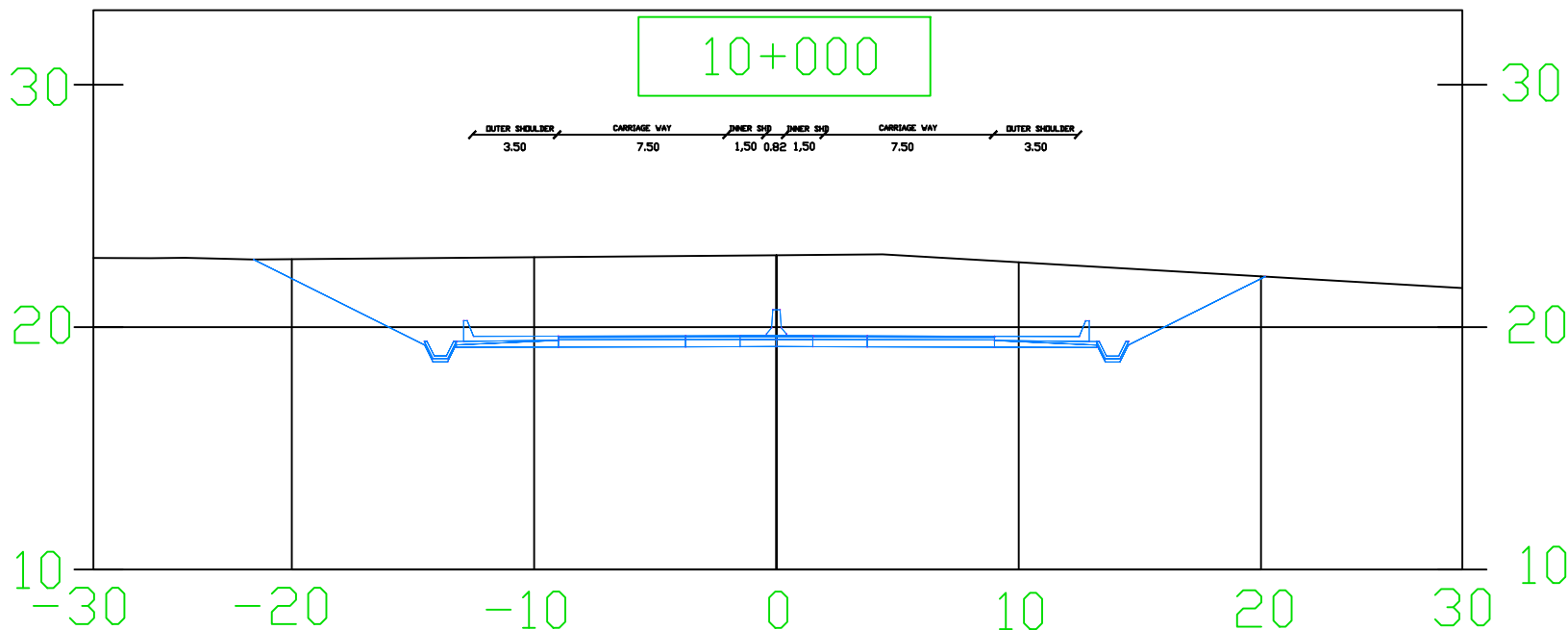
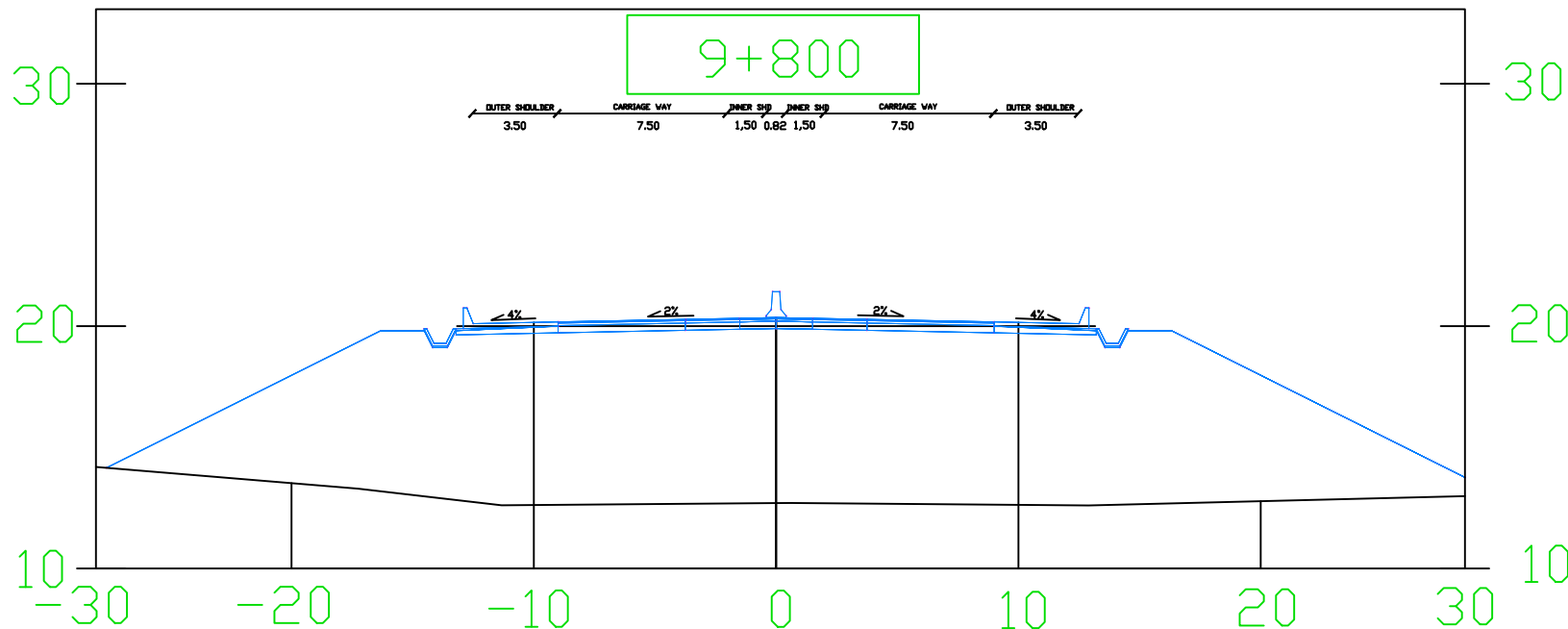
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

38

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

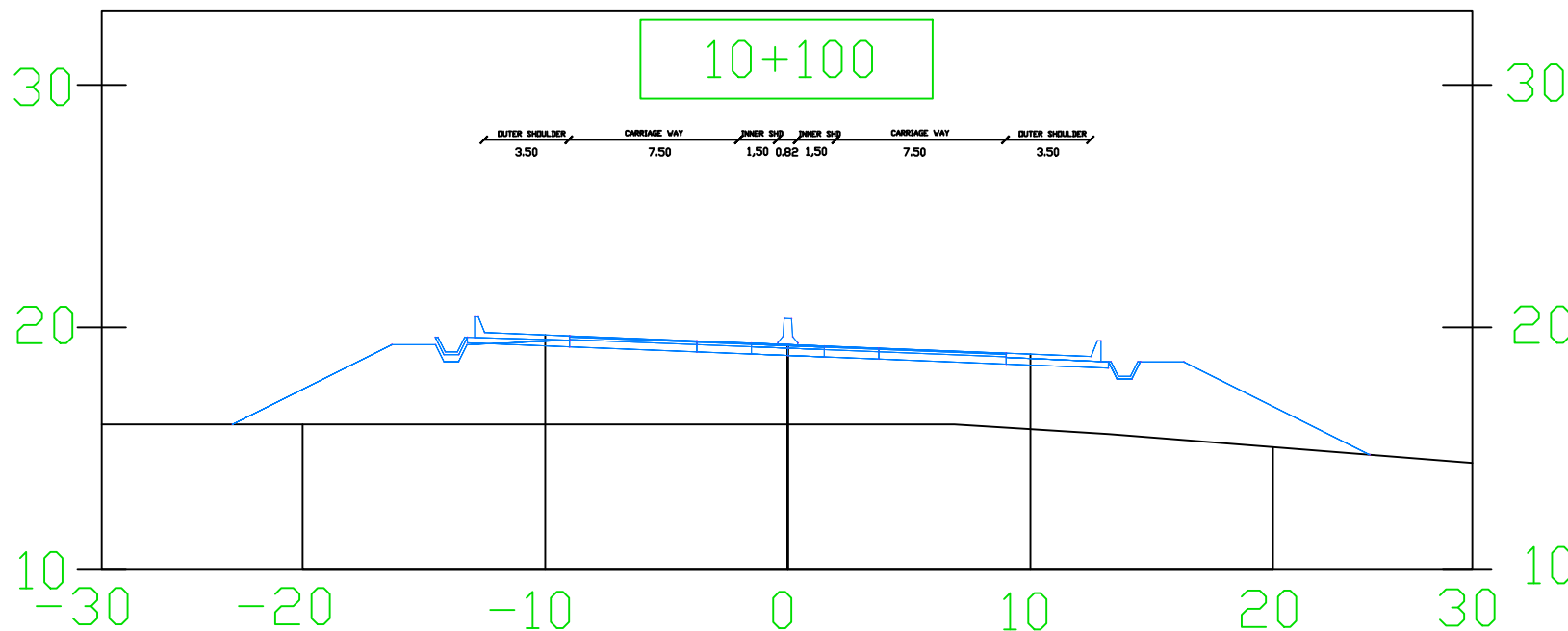
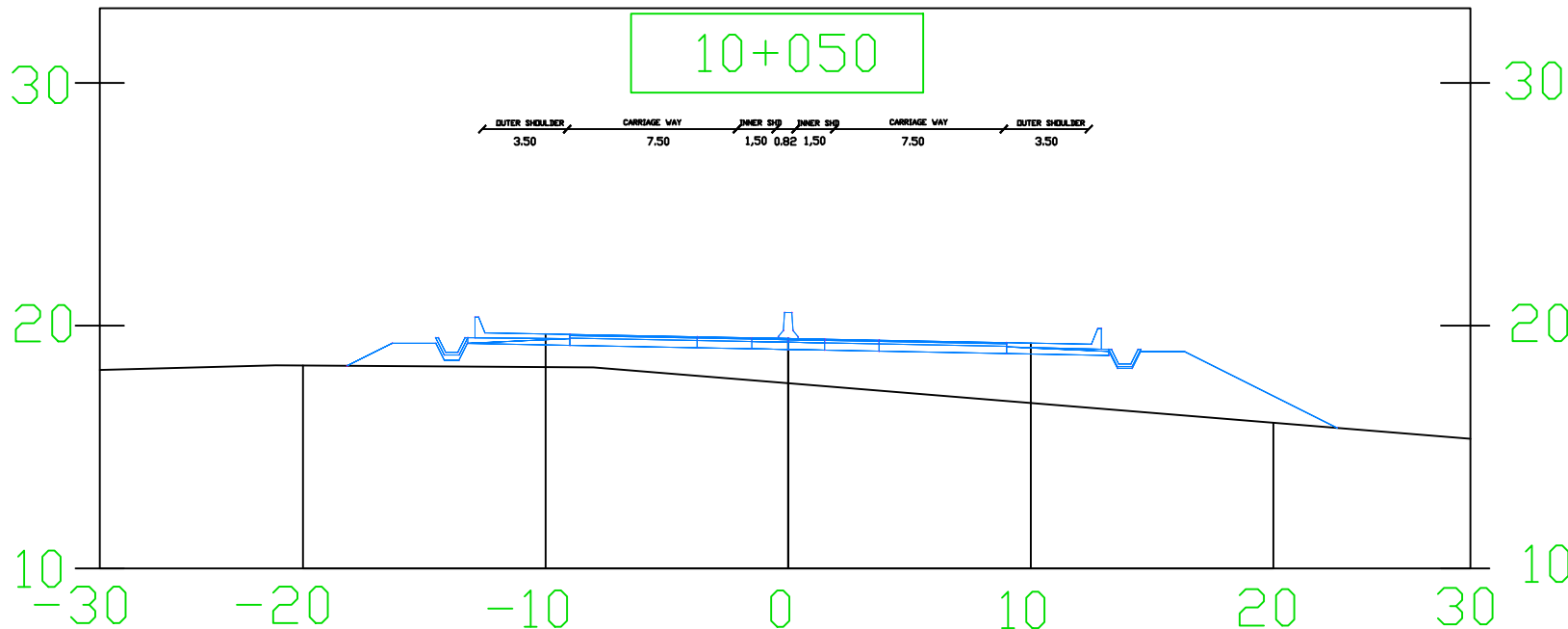
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

39

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

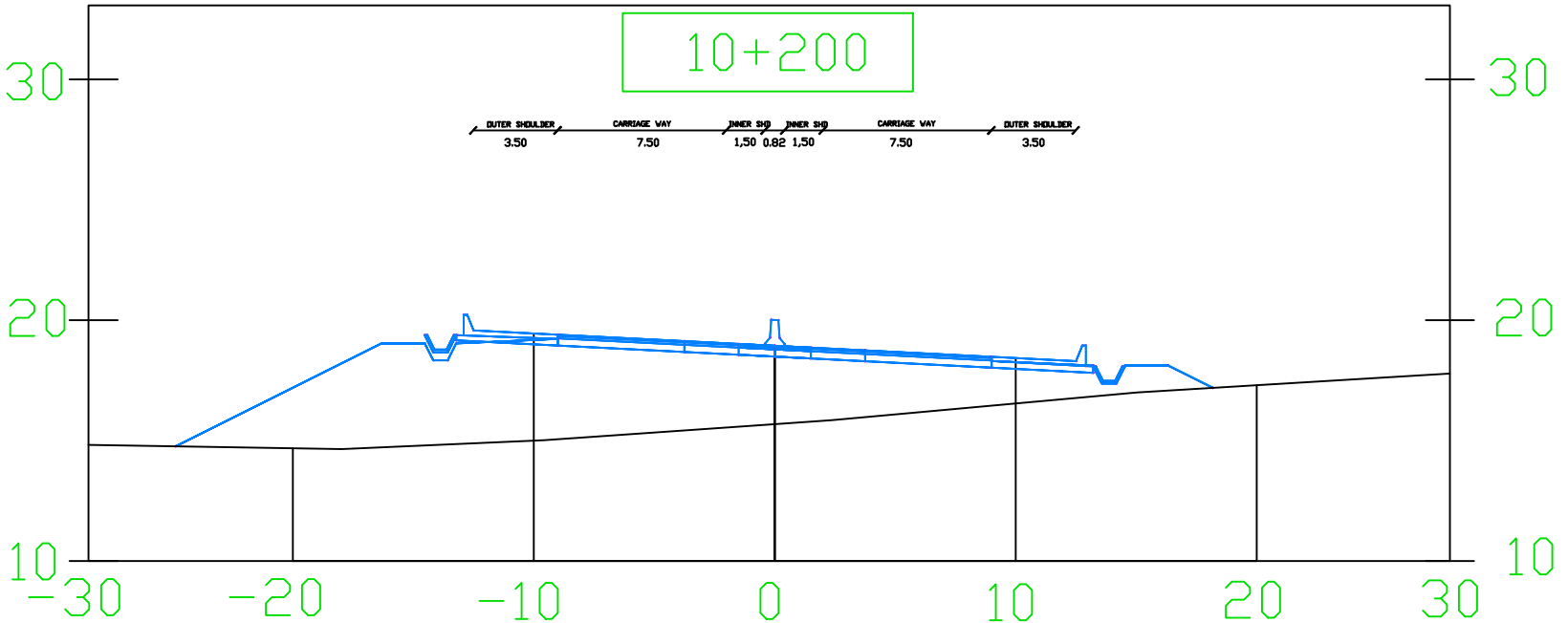
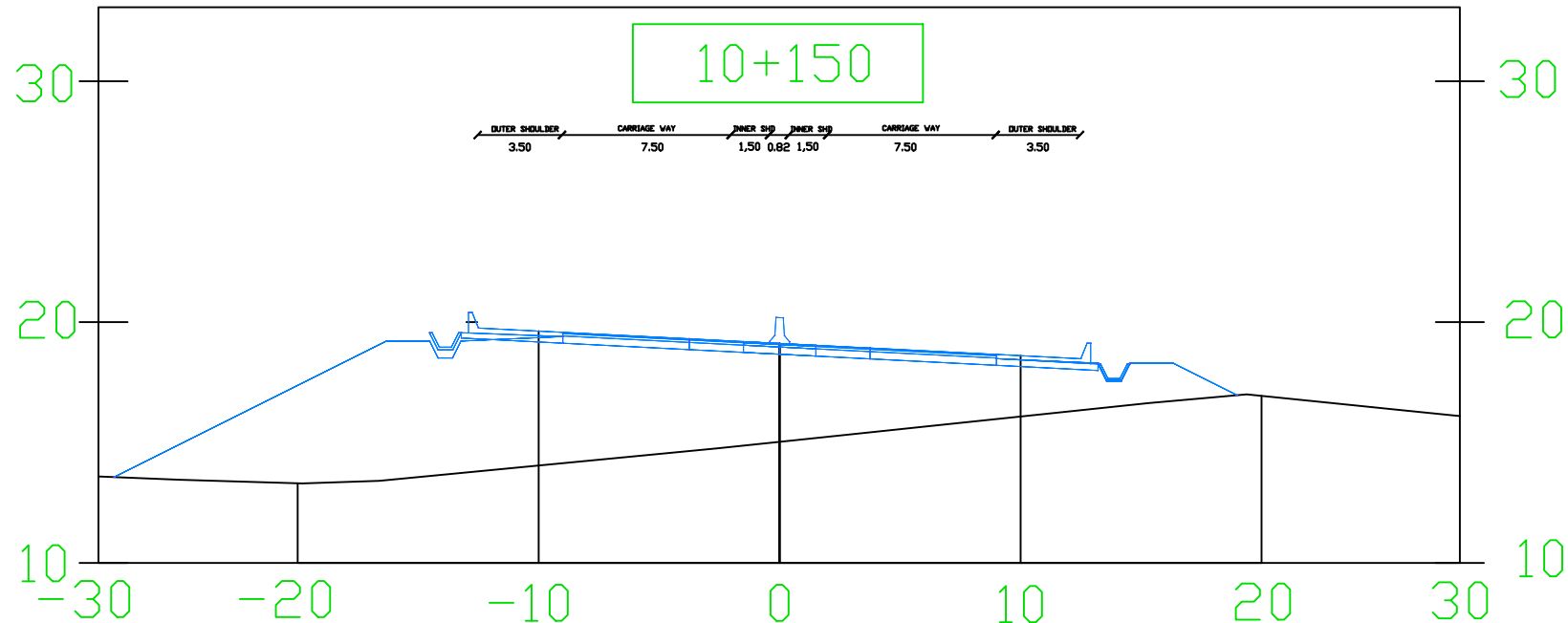
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

40

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

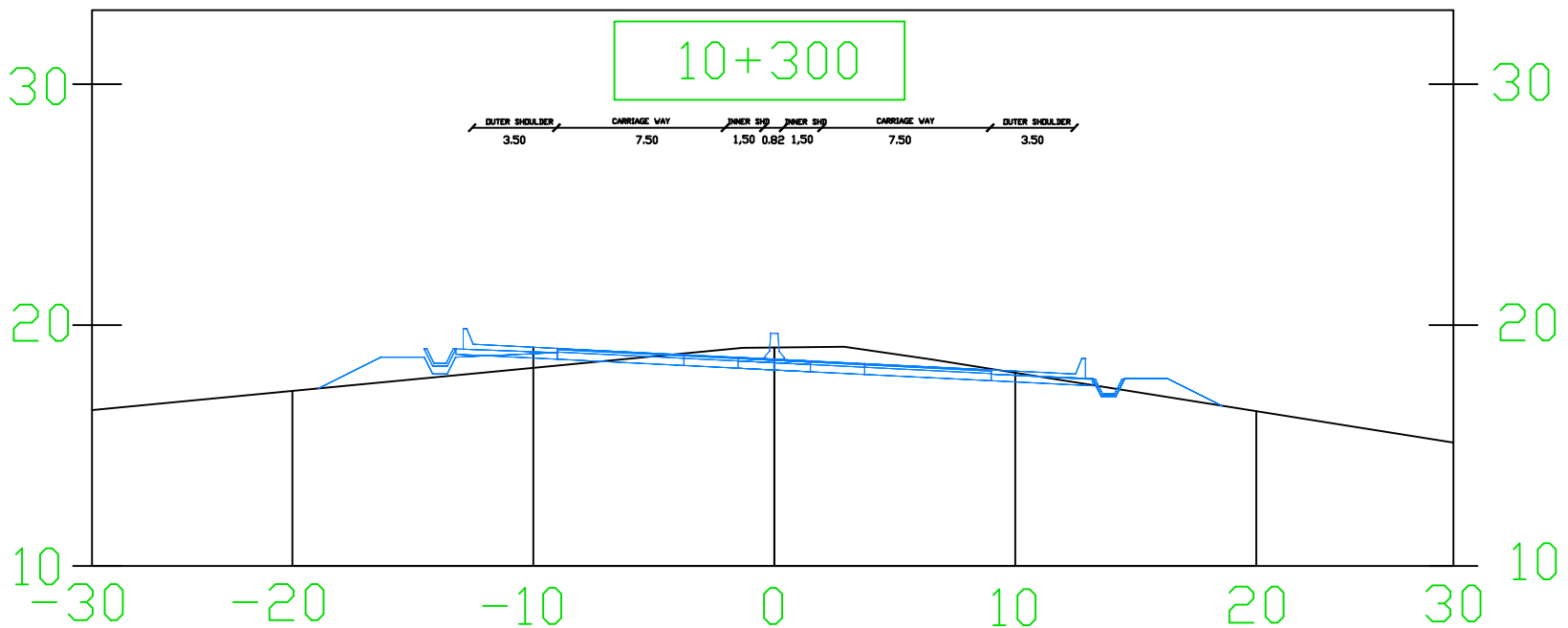
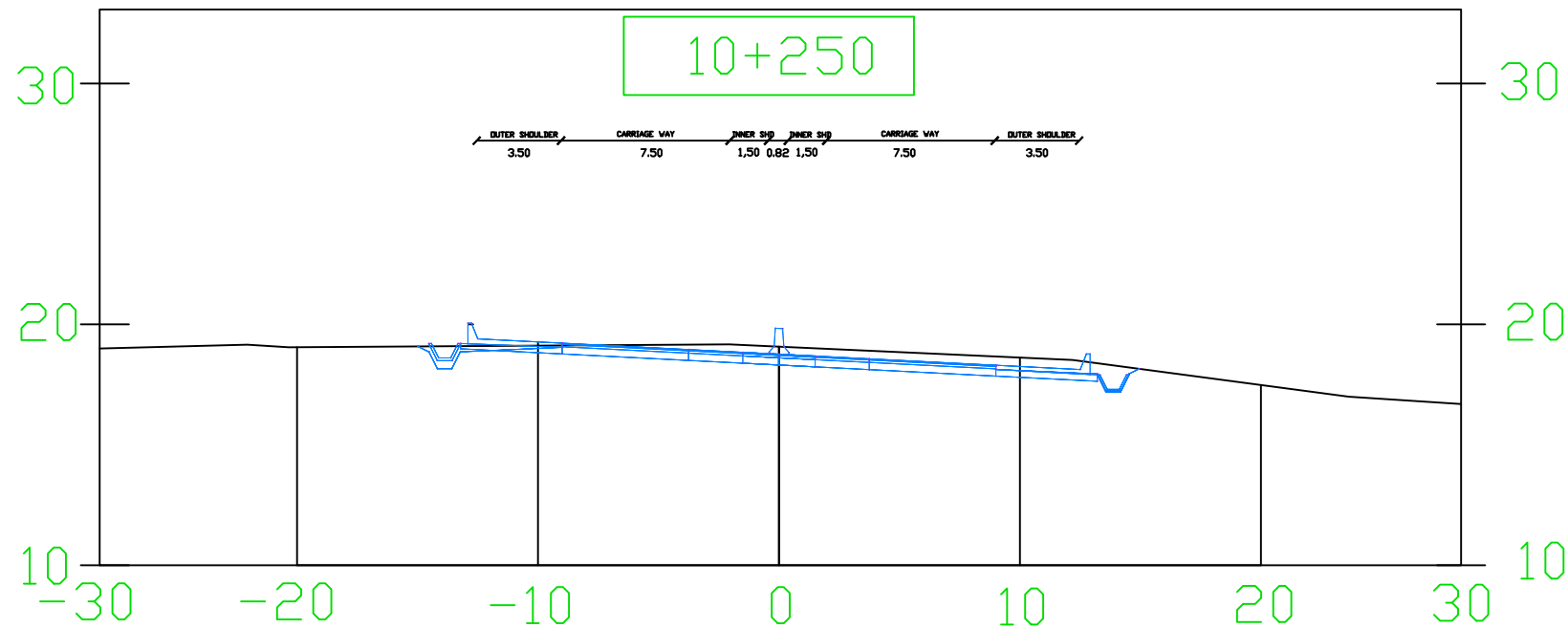
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

41

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

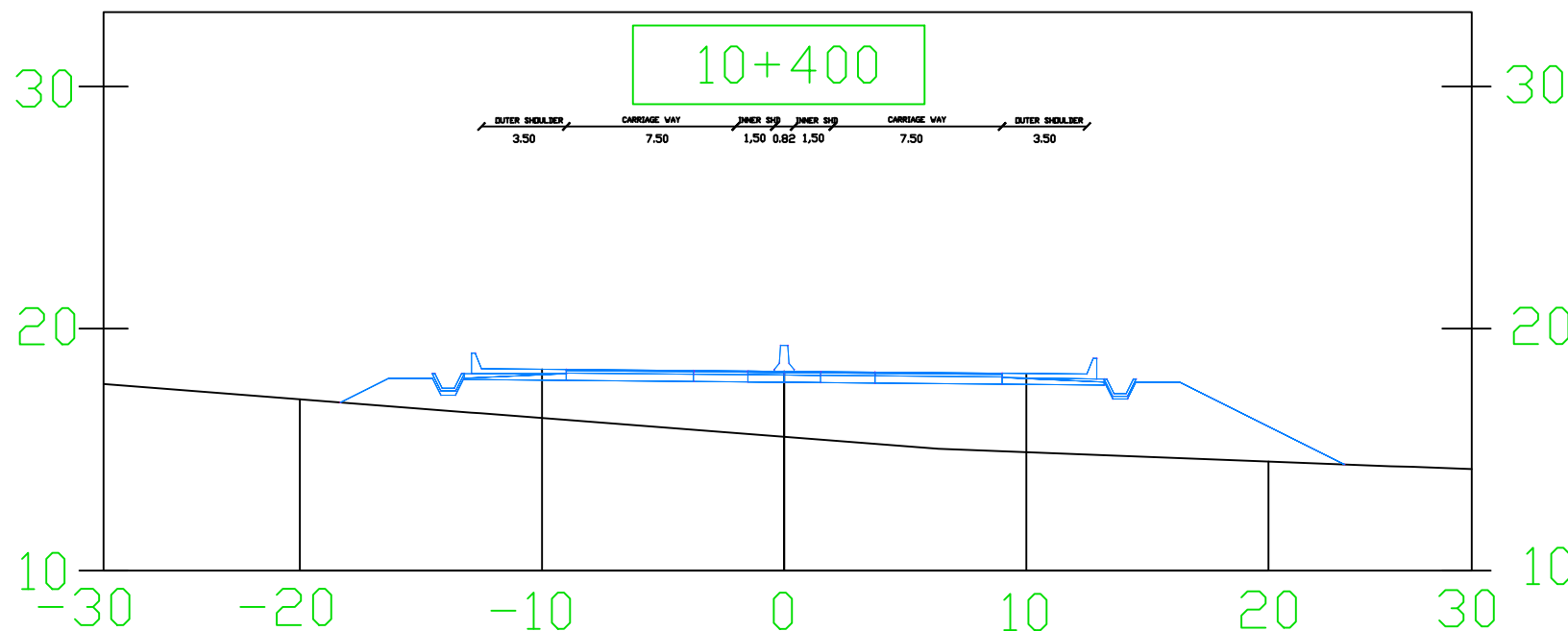
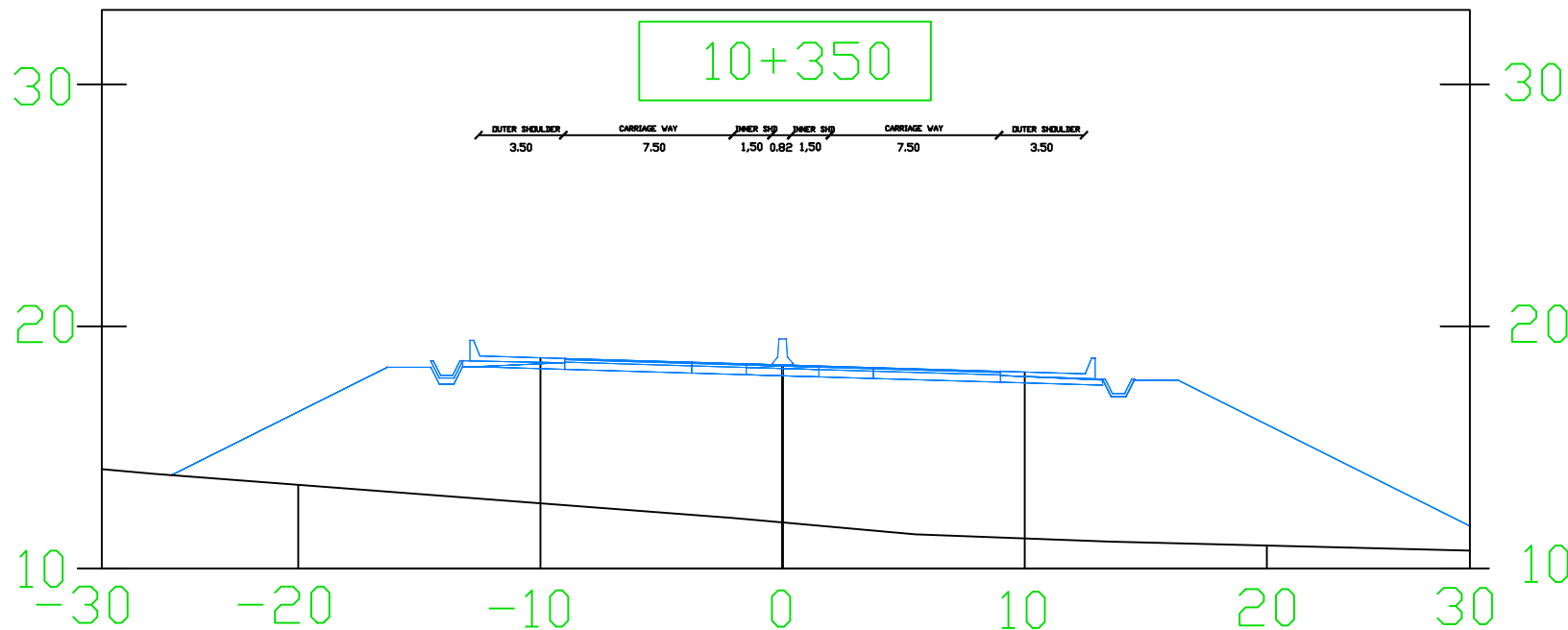
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

42

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

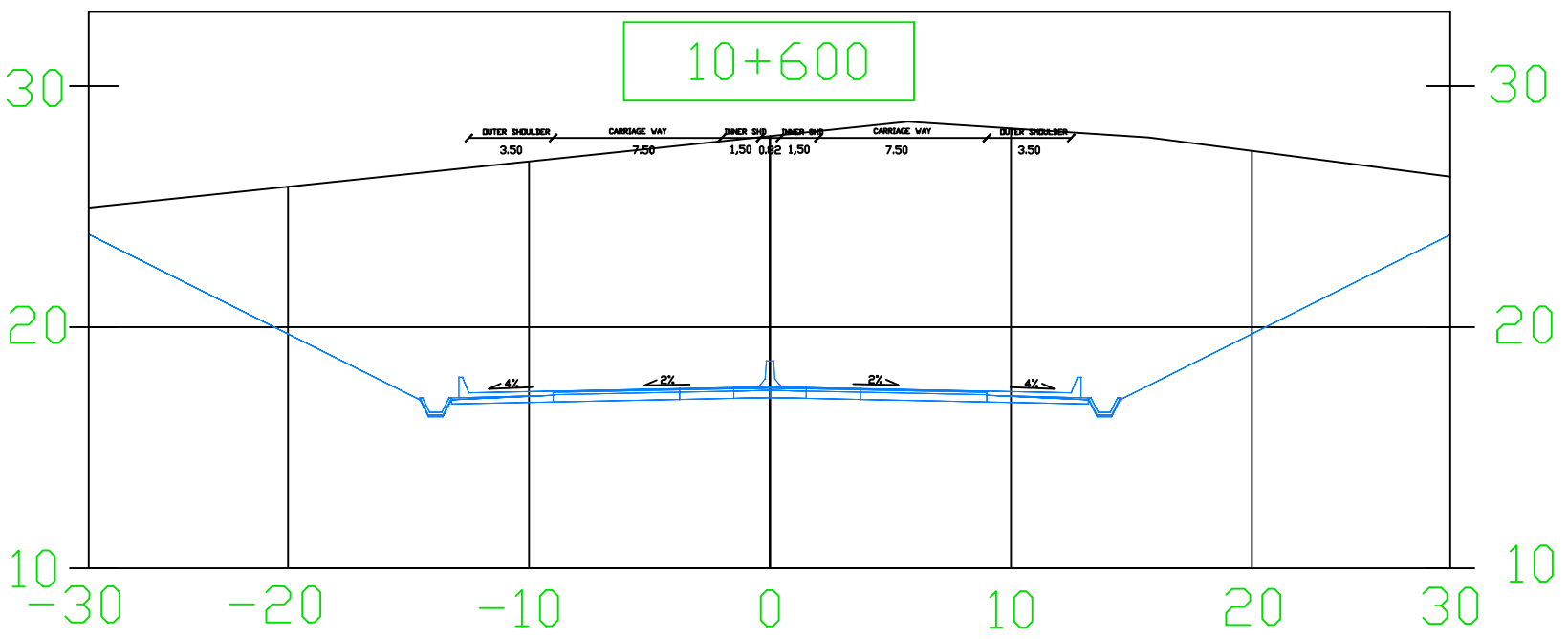
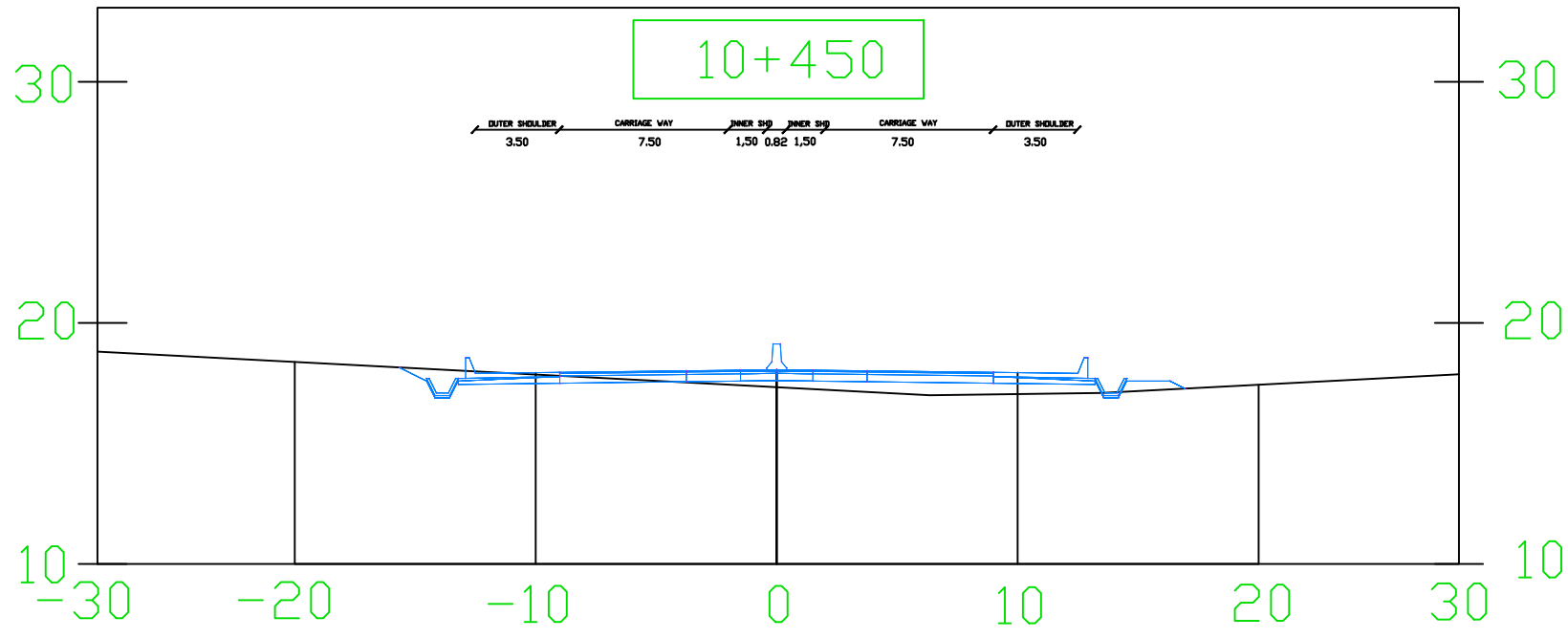
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

43

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

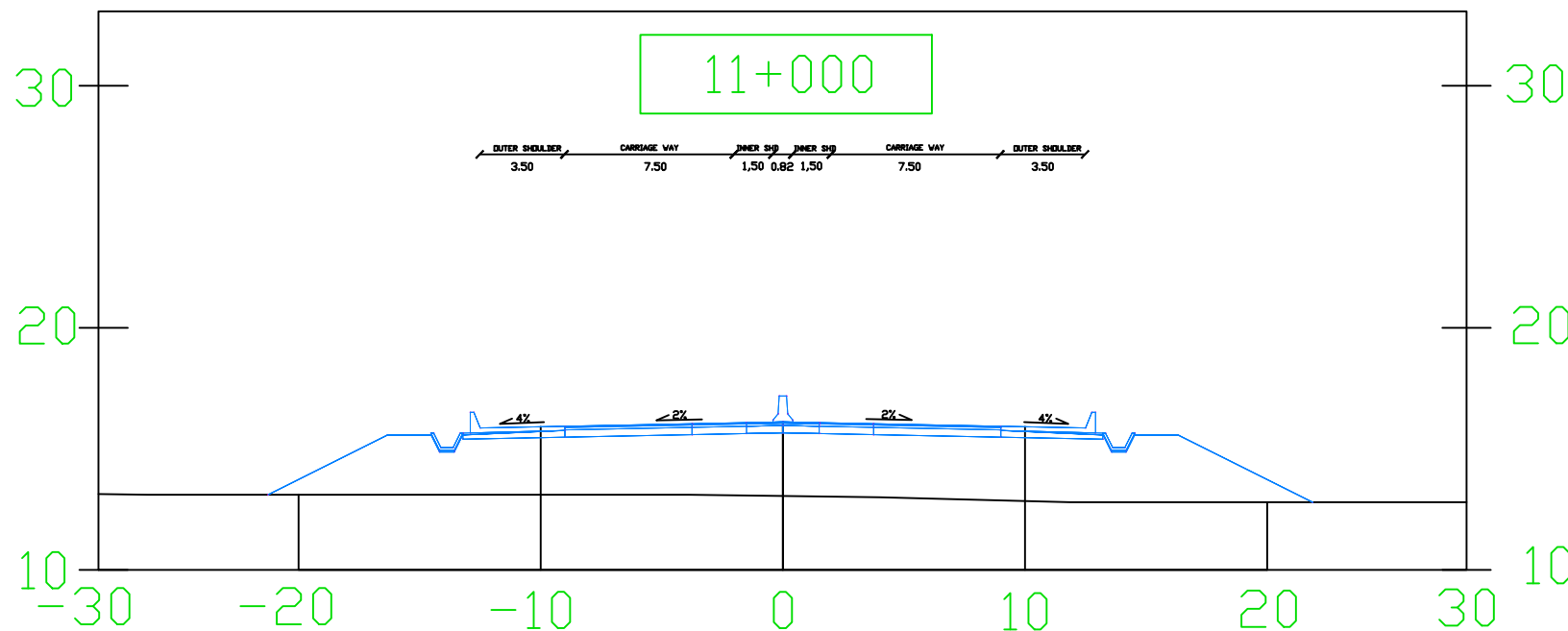
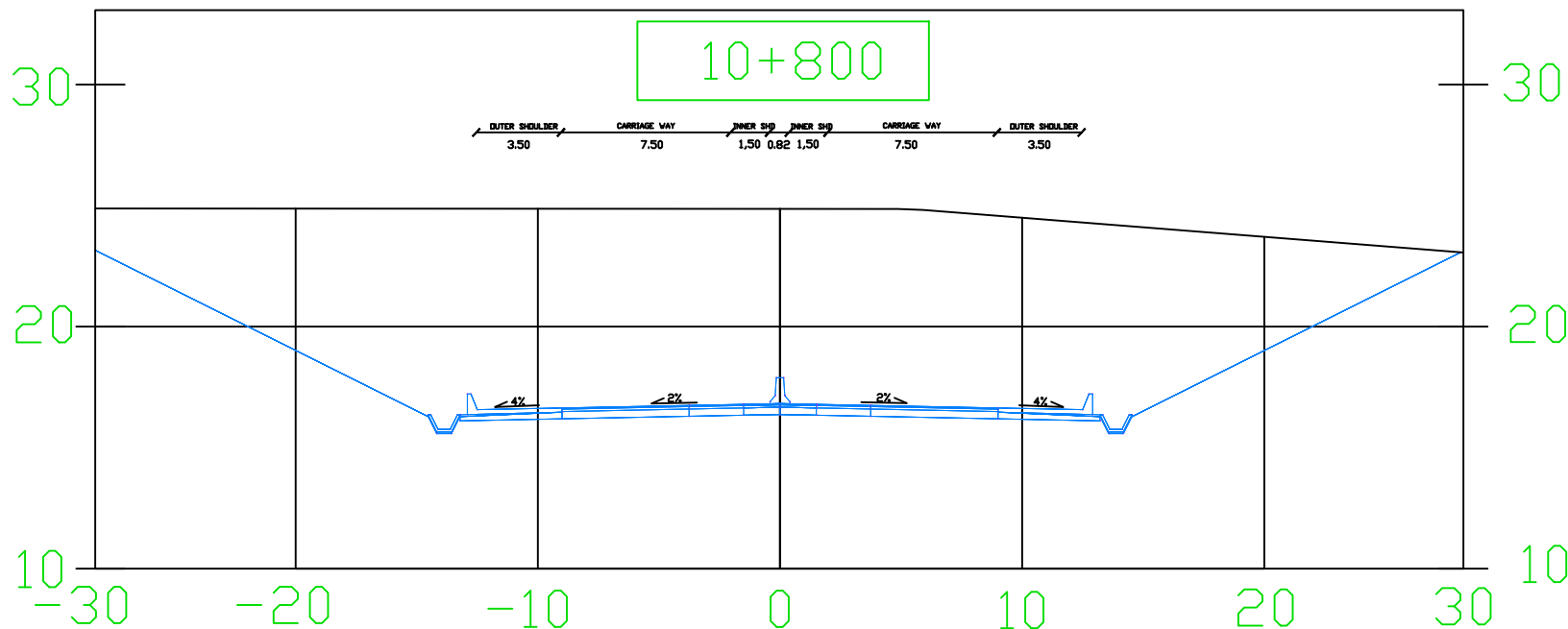
Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan



Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

44

47



Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

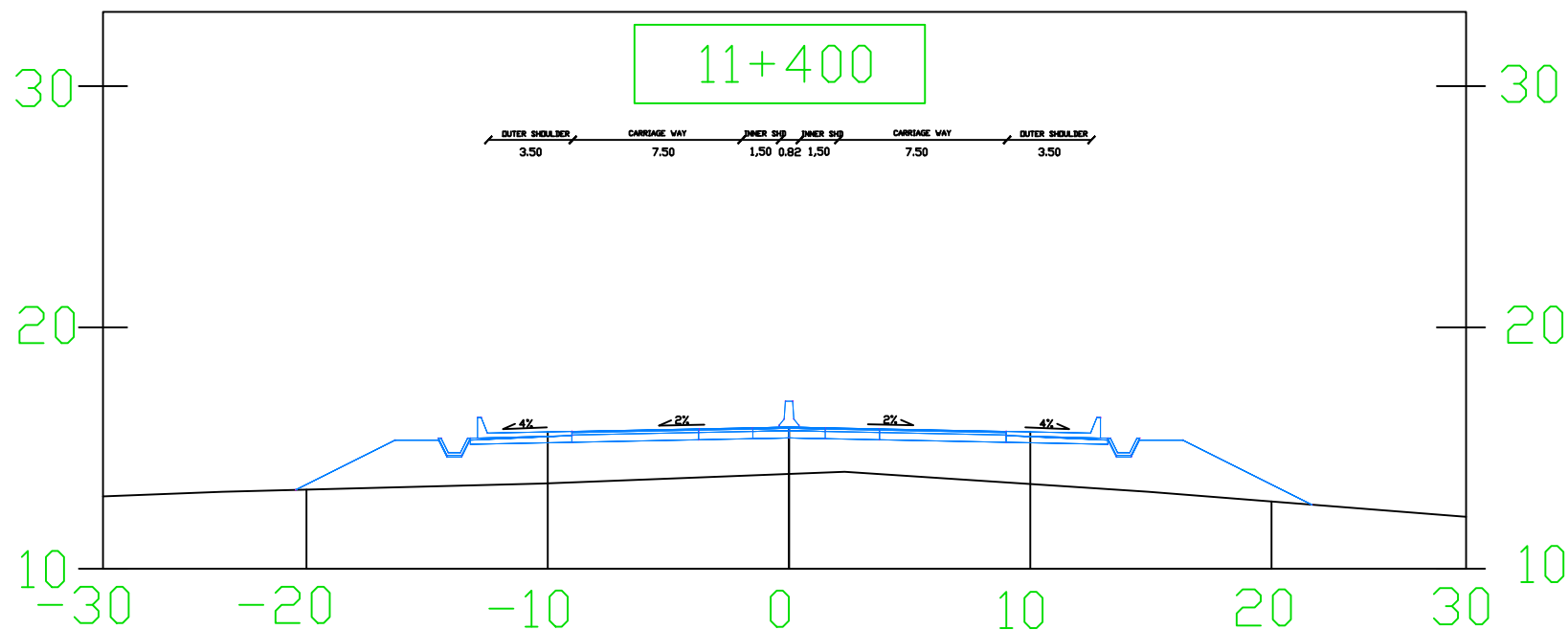
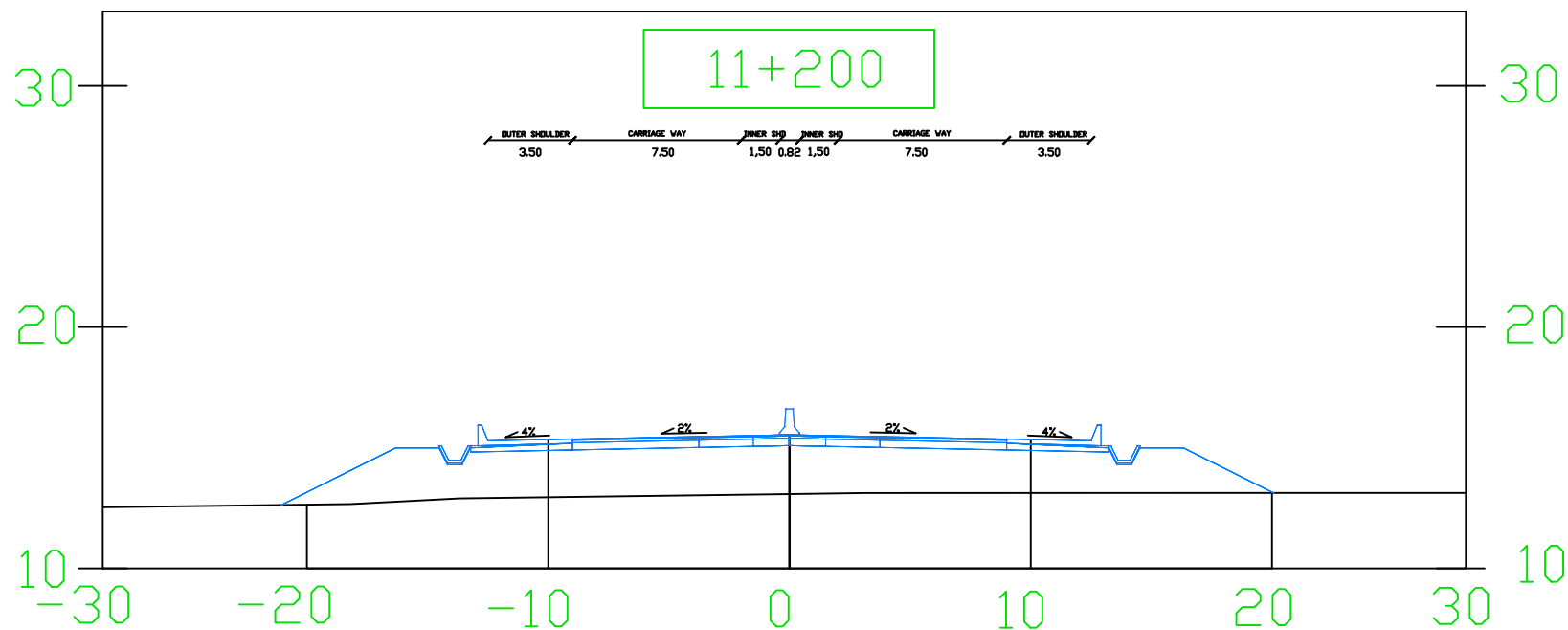
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

45

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

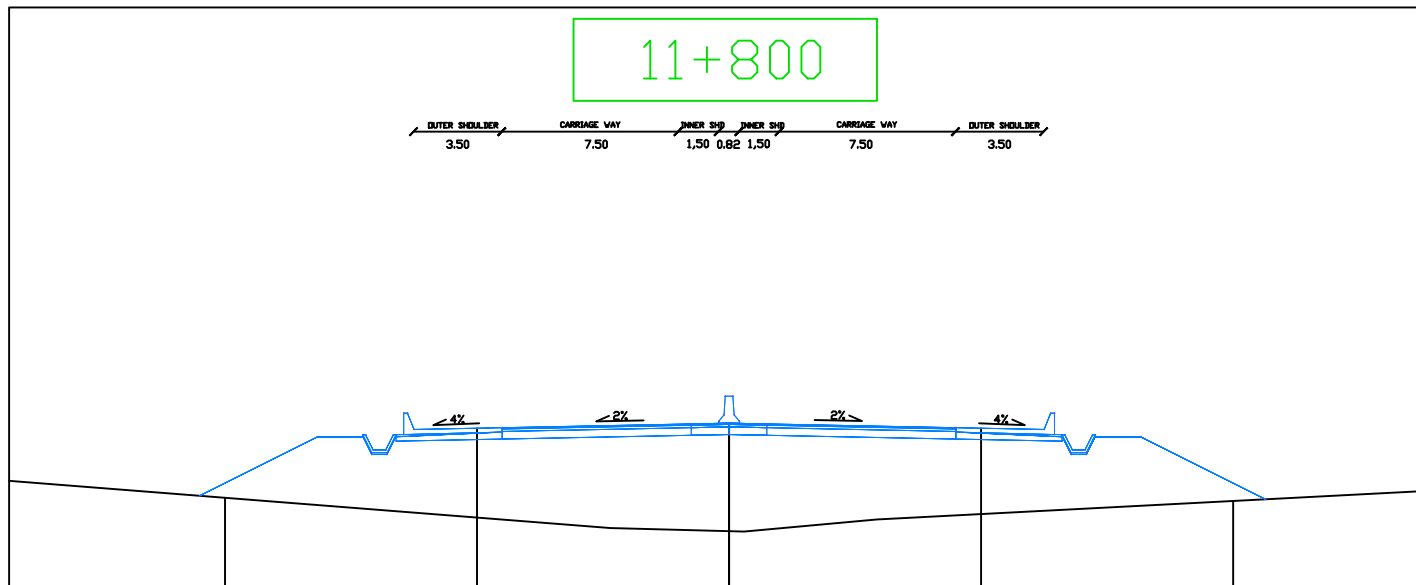
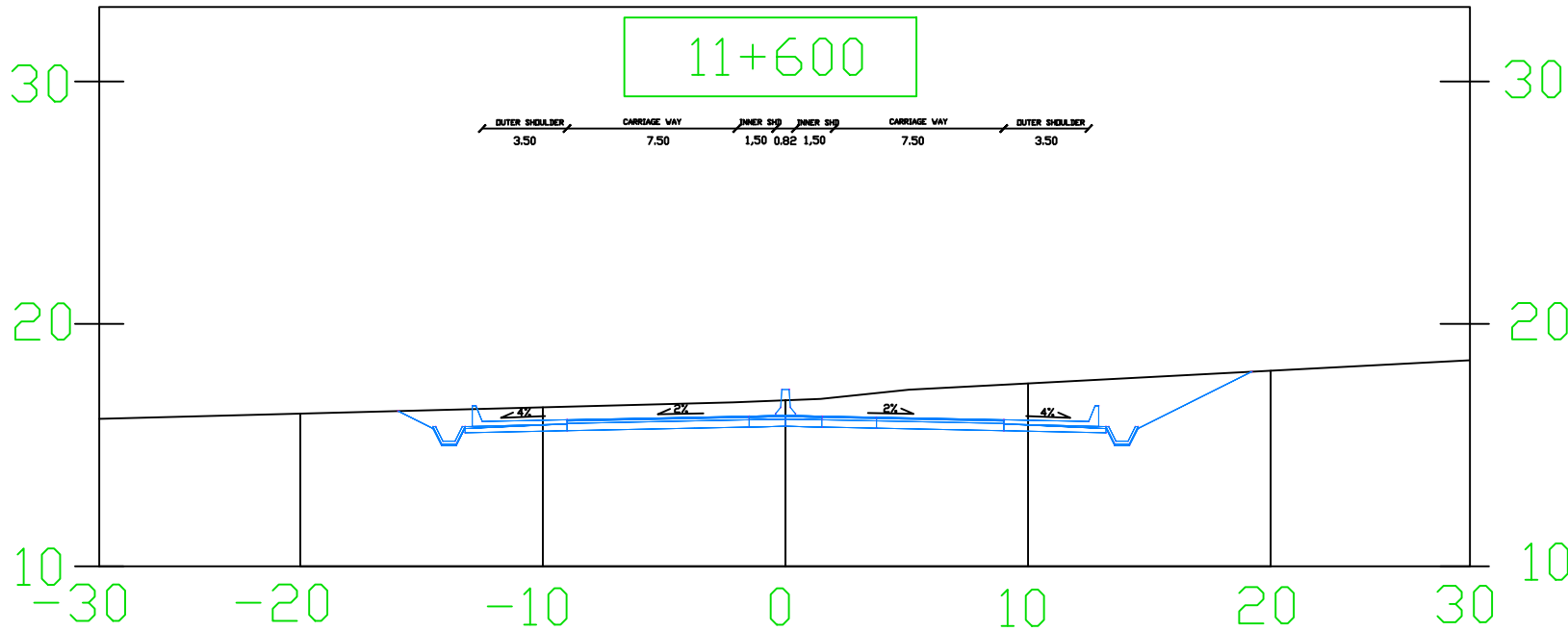
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

46

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Jalan Tol Tanjung
Api Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

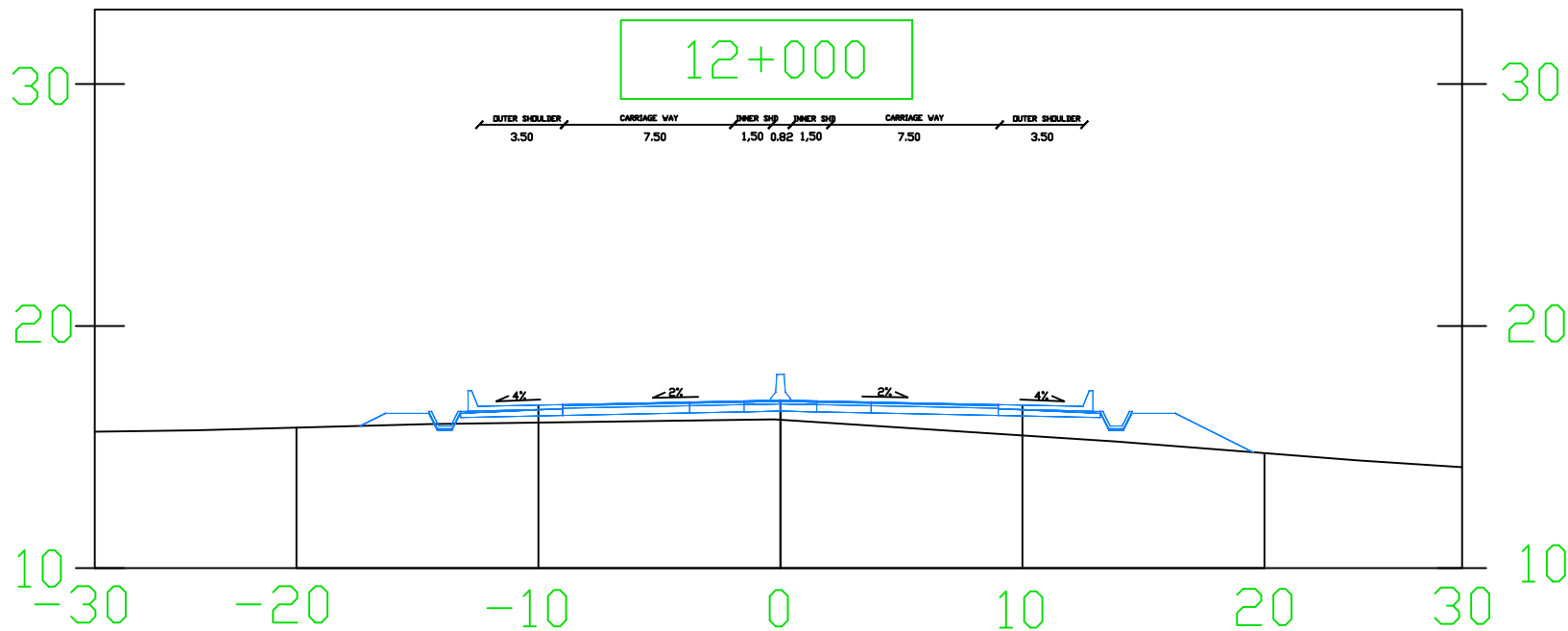
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-TC

47

47





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

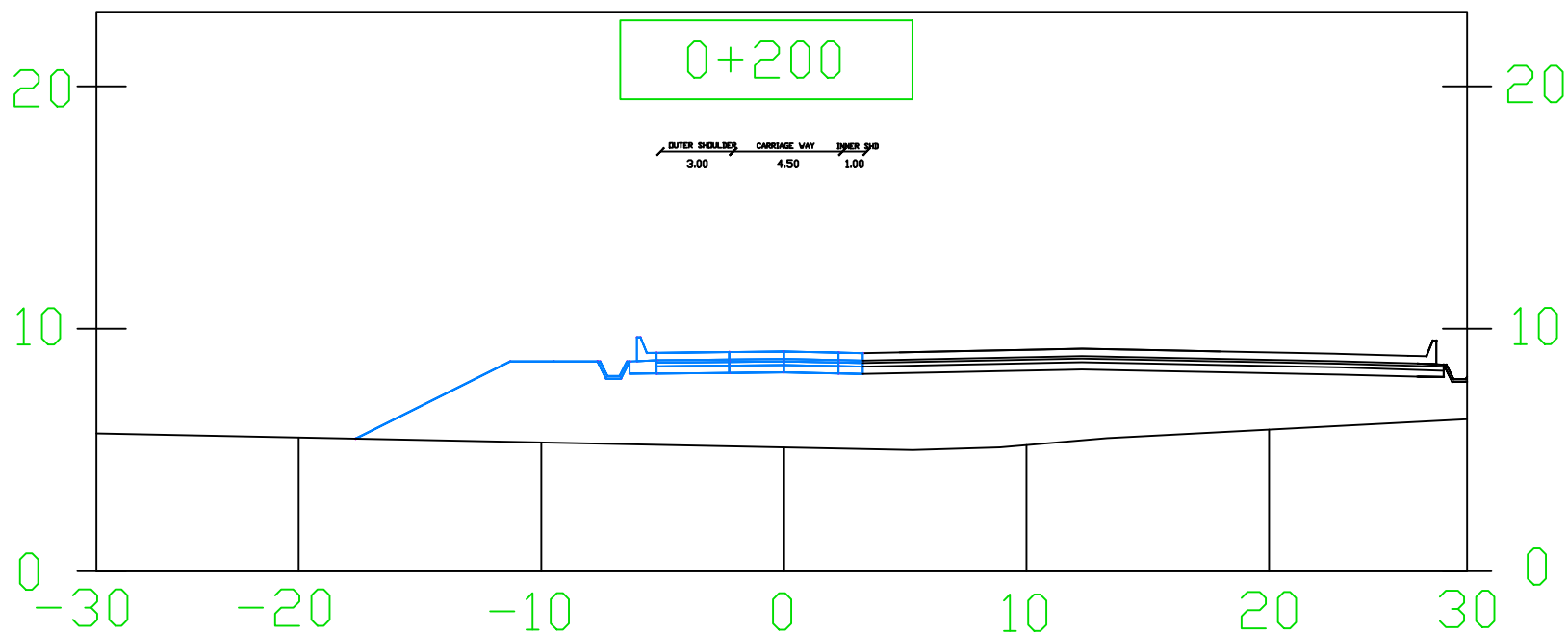
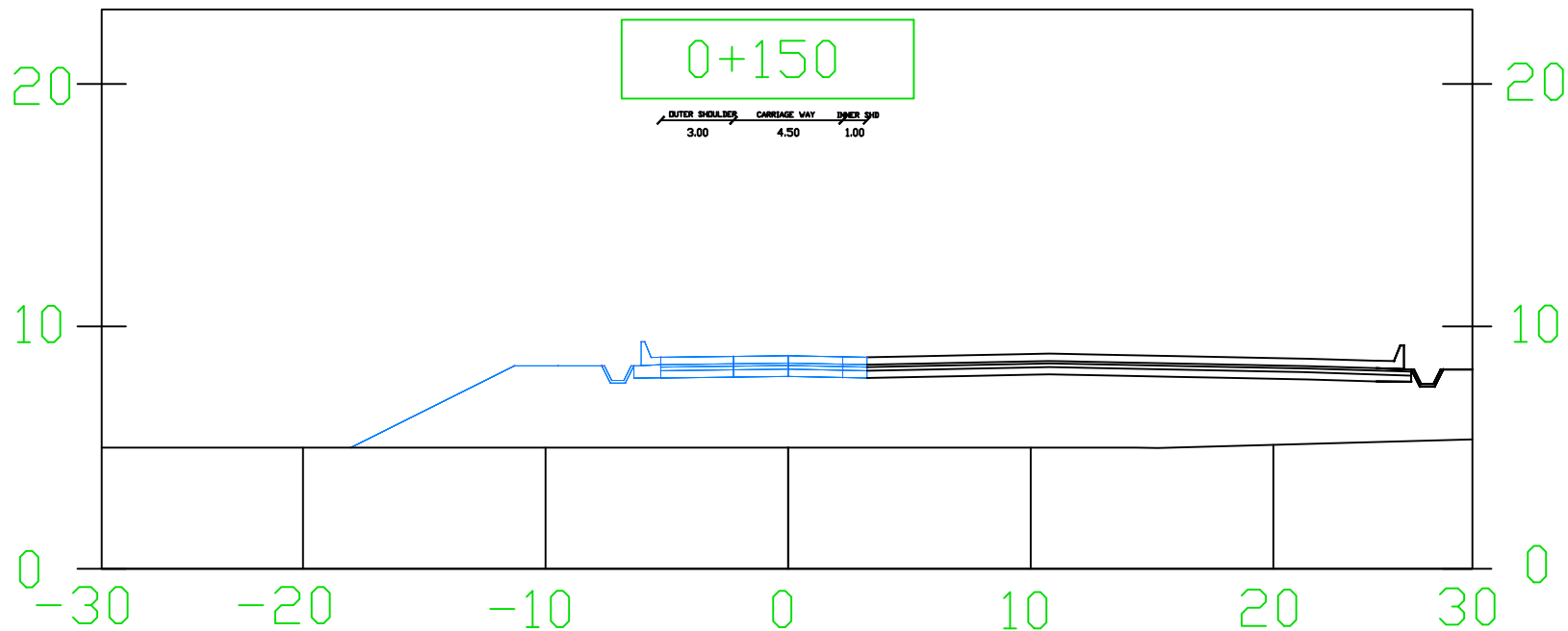
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

1

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

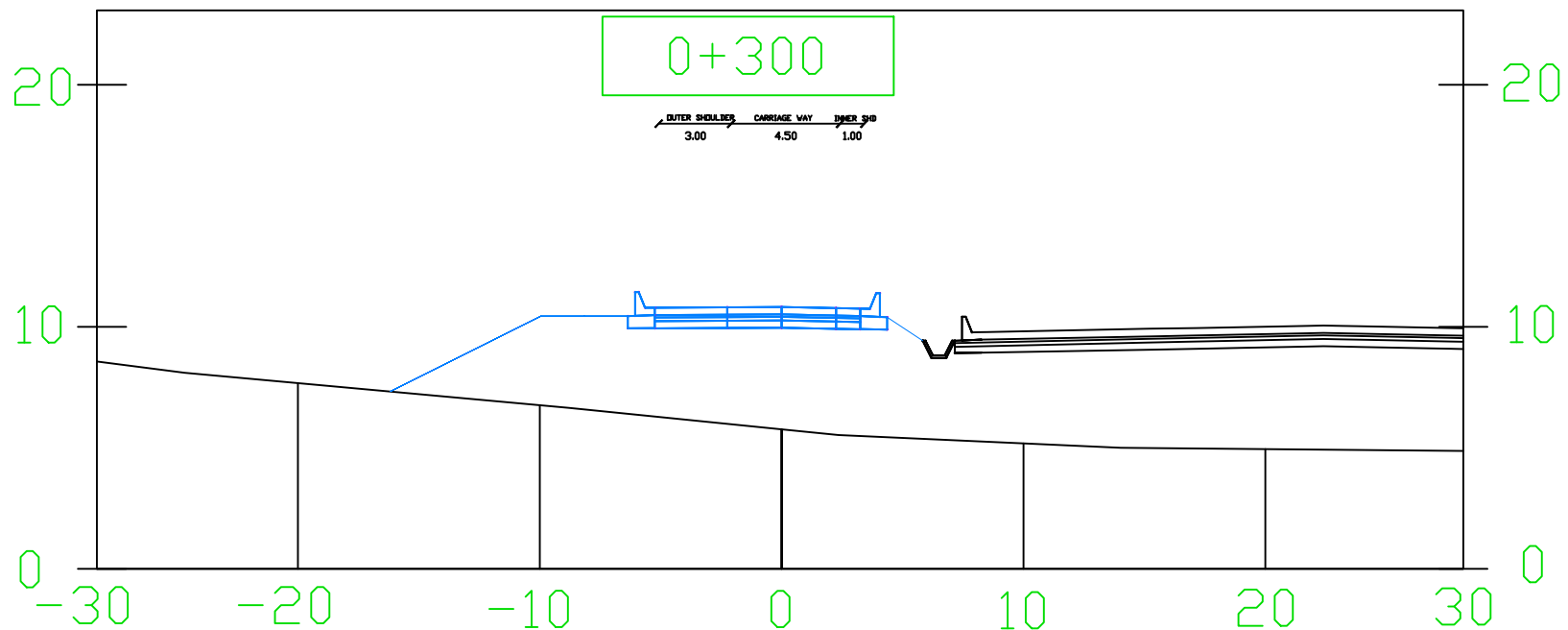
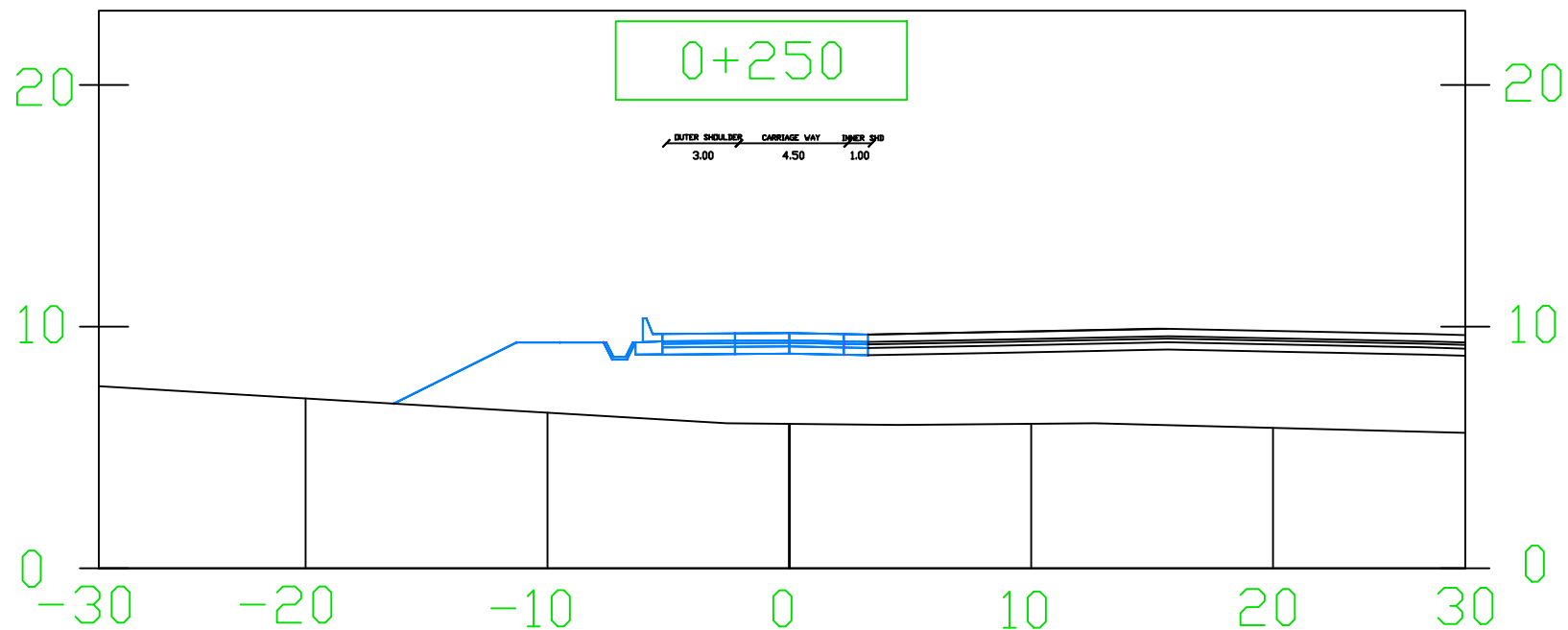
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

2

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

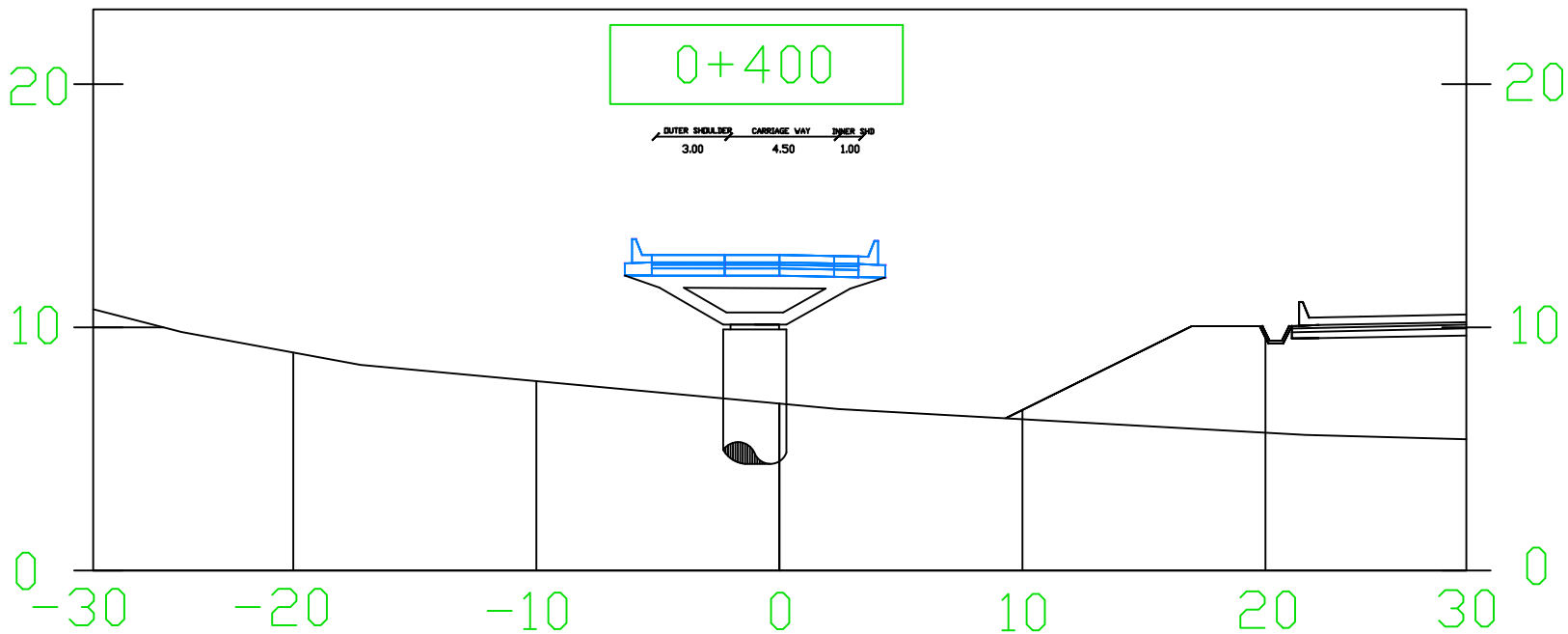
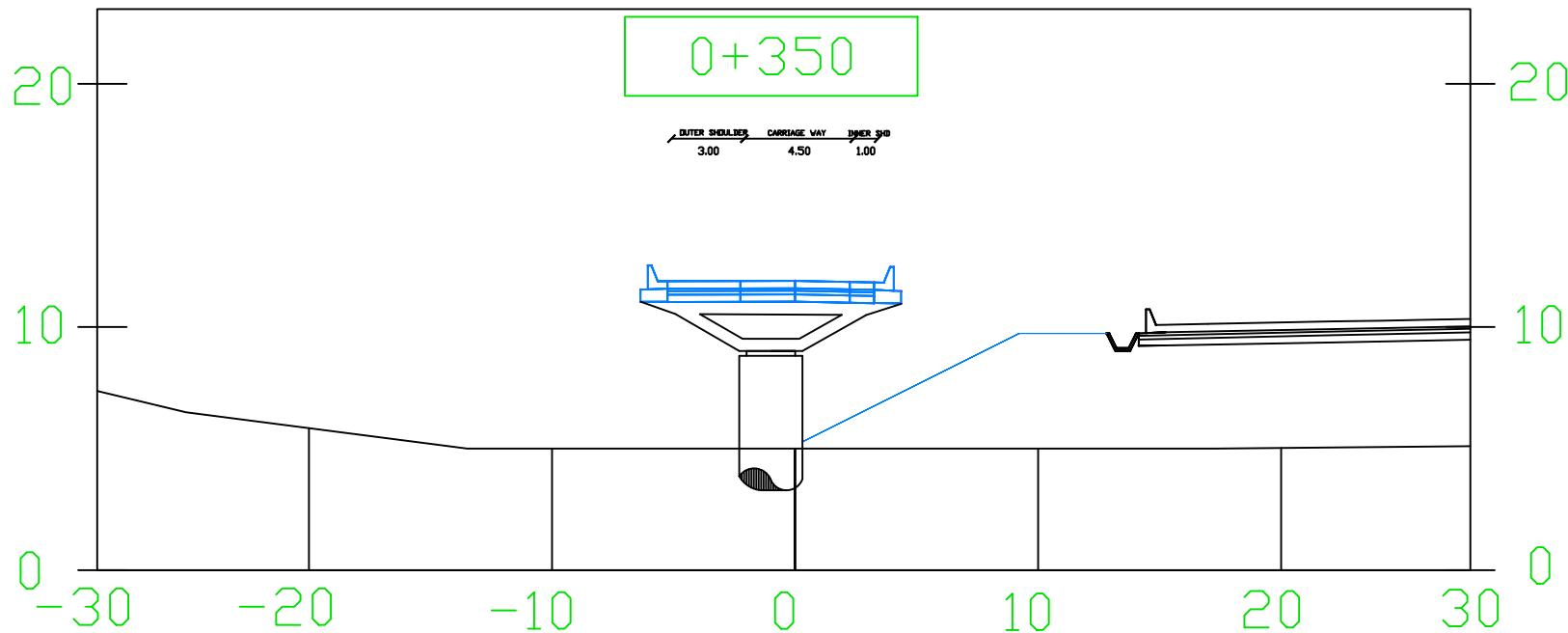
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

3

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

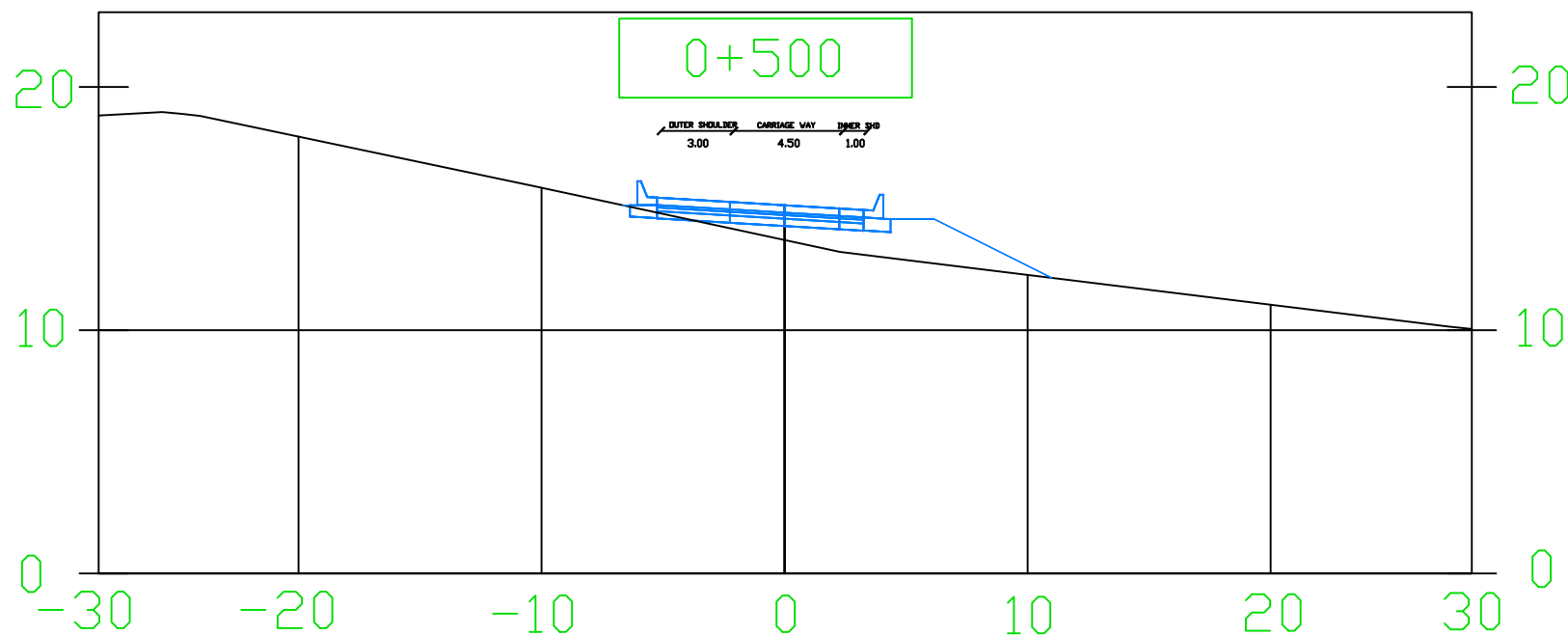
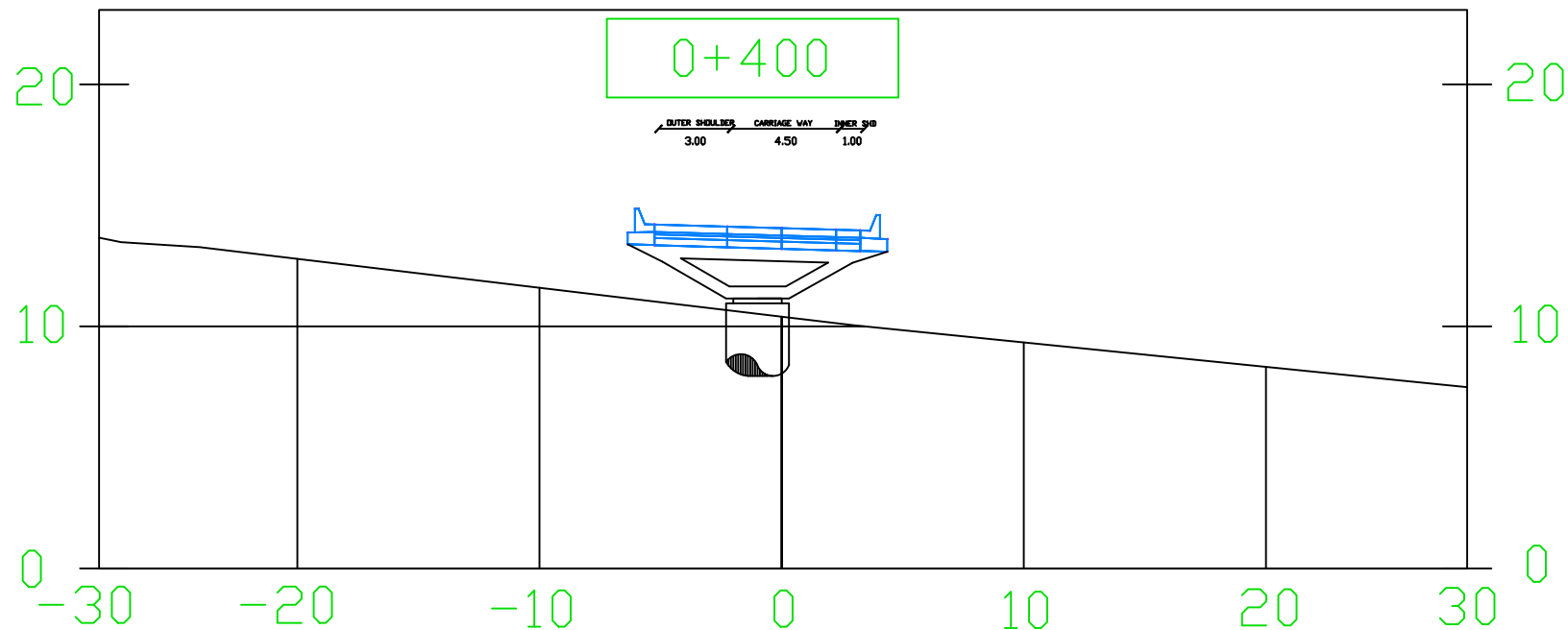
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

4

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

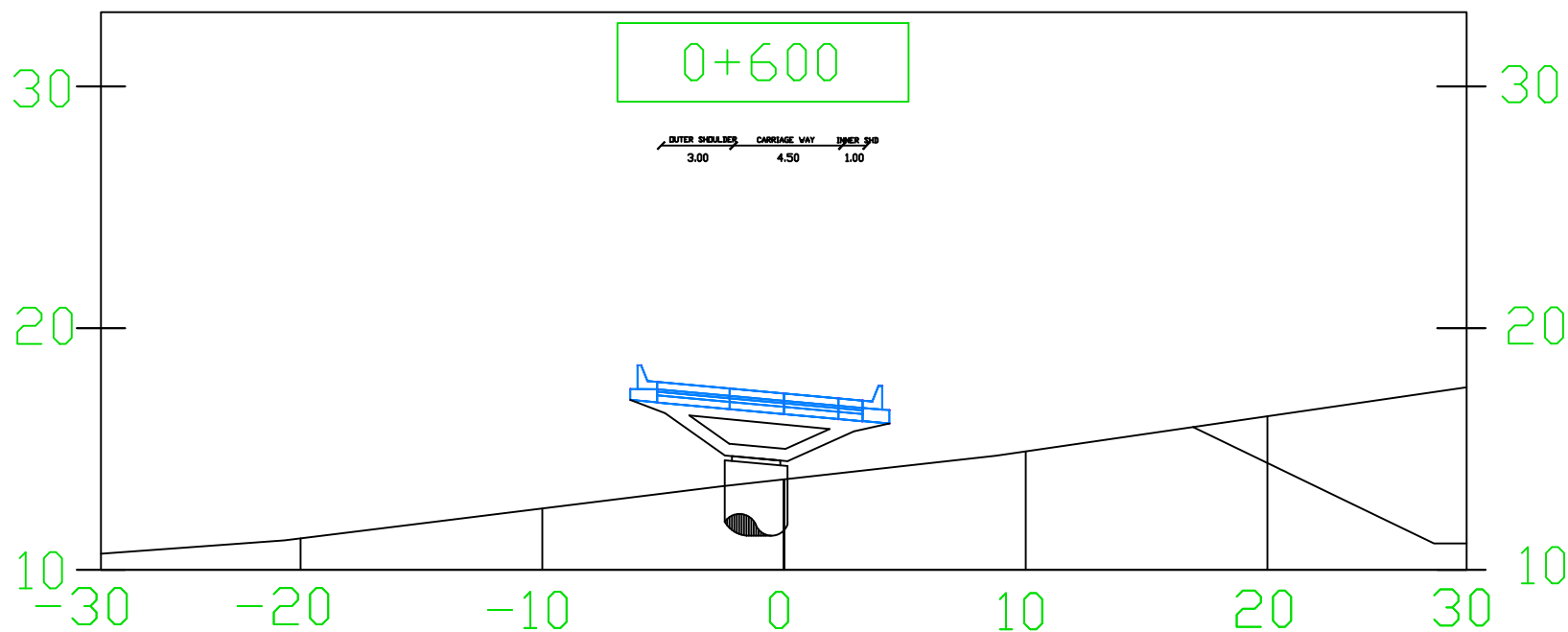
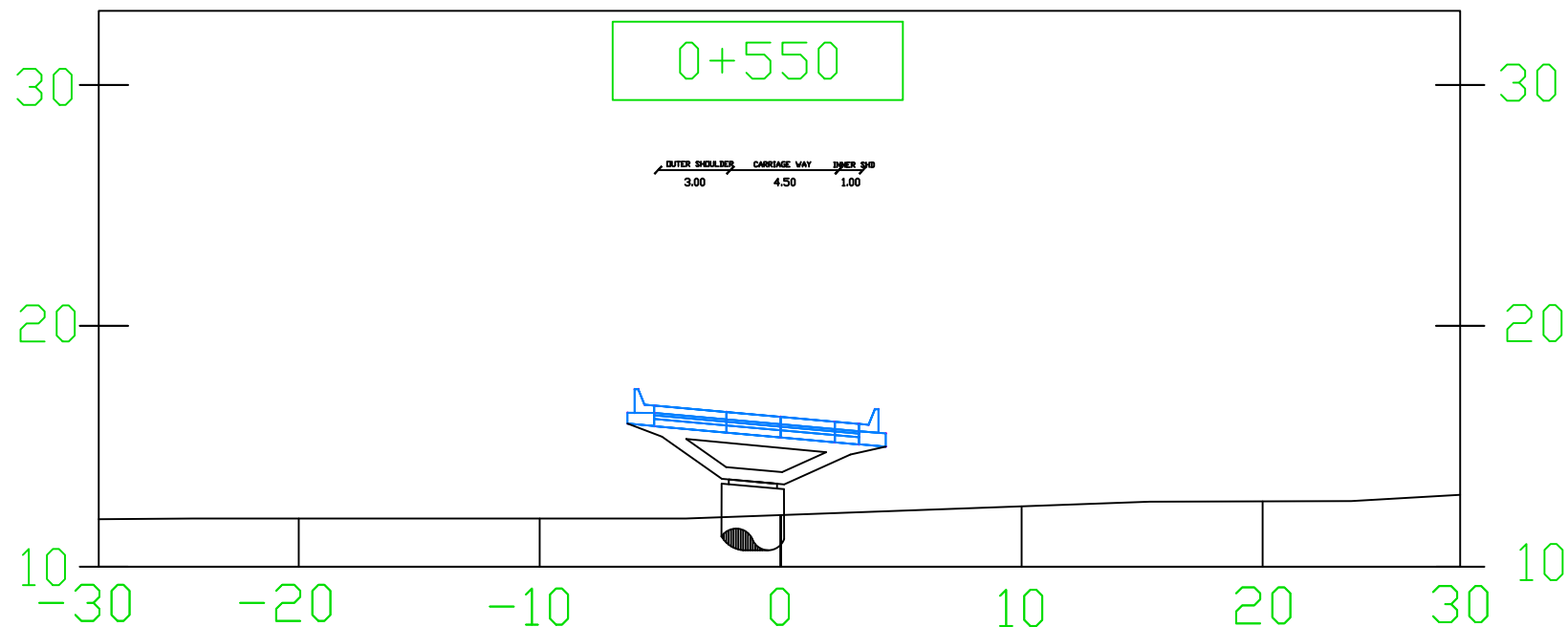
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

5

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

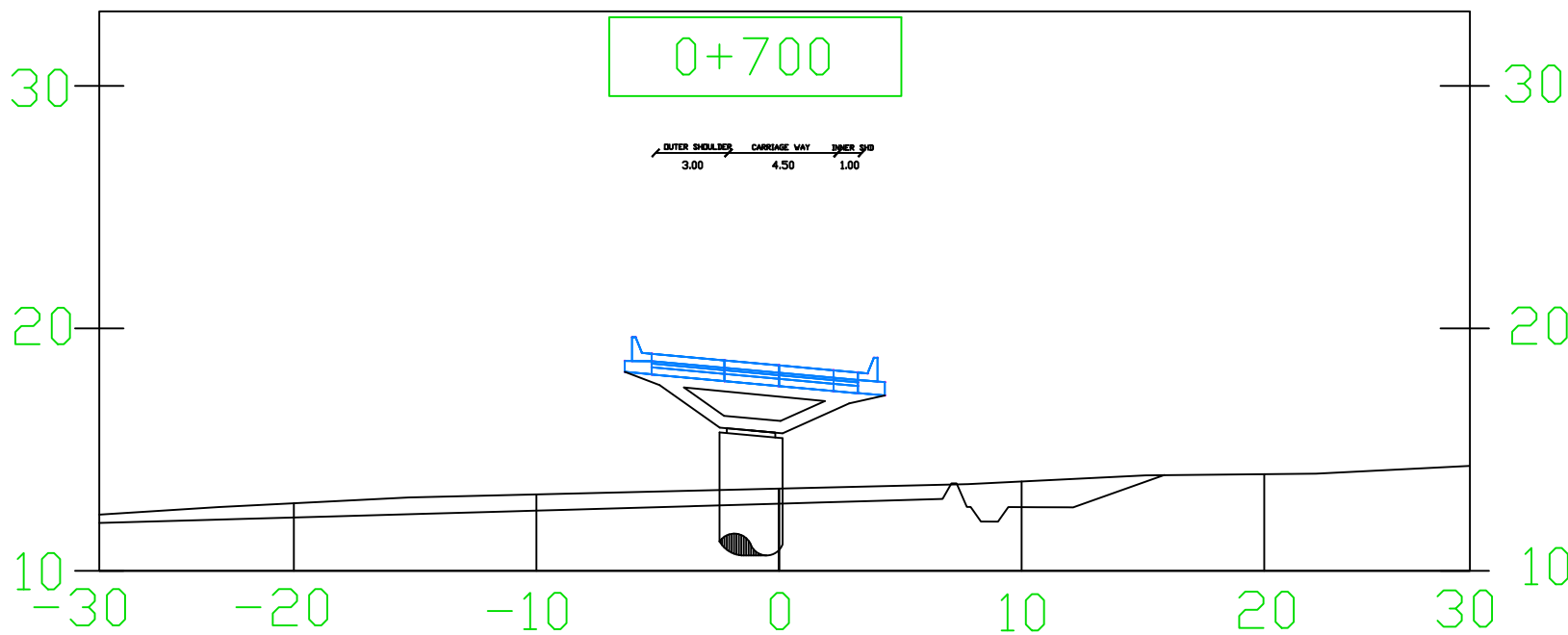
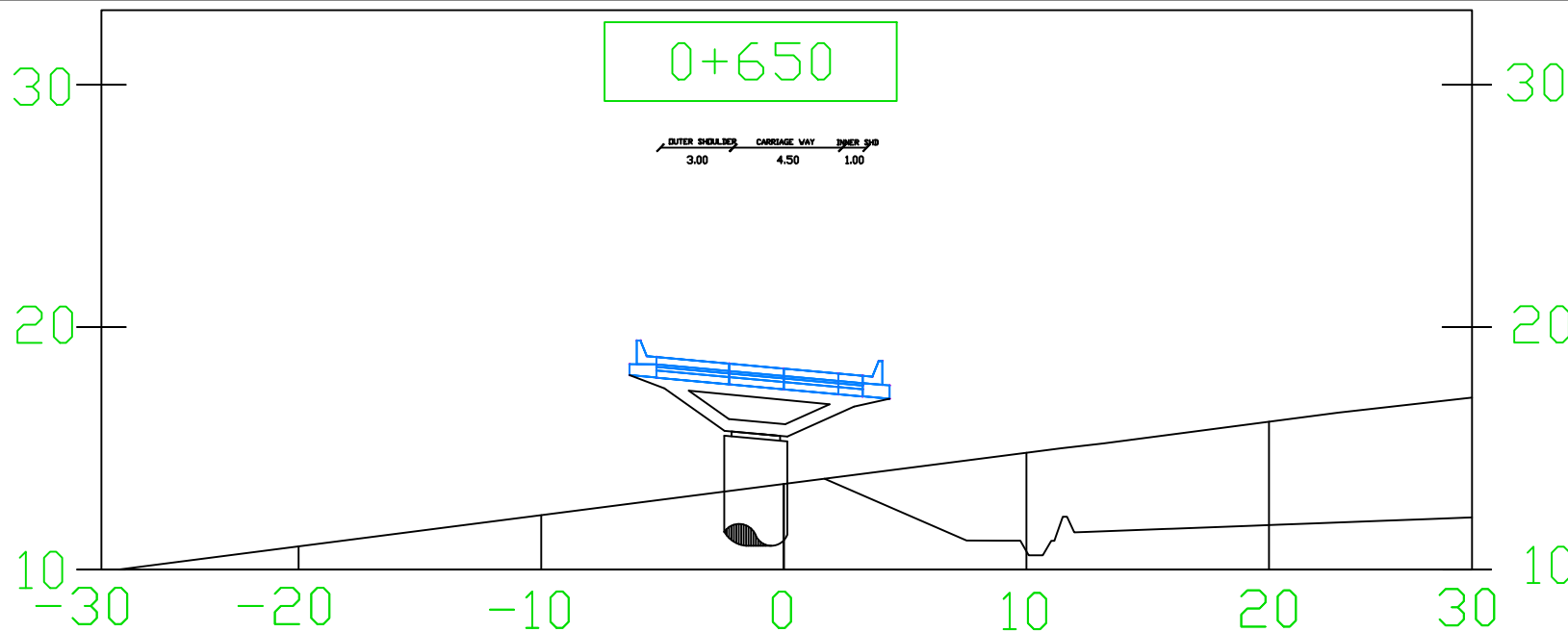
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

6

8





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
 Ramp Tanjung
 Carat - Tanjung
 Api Api

1 : 300

Kode

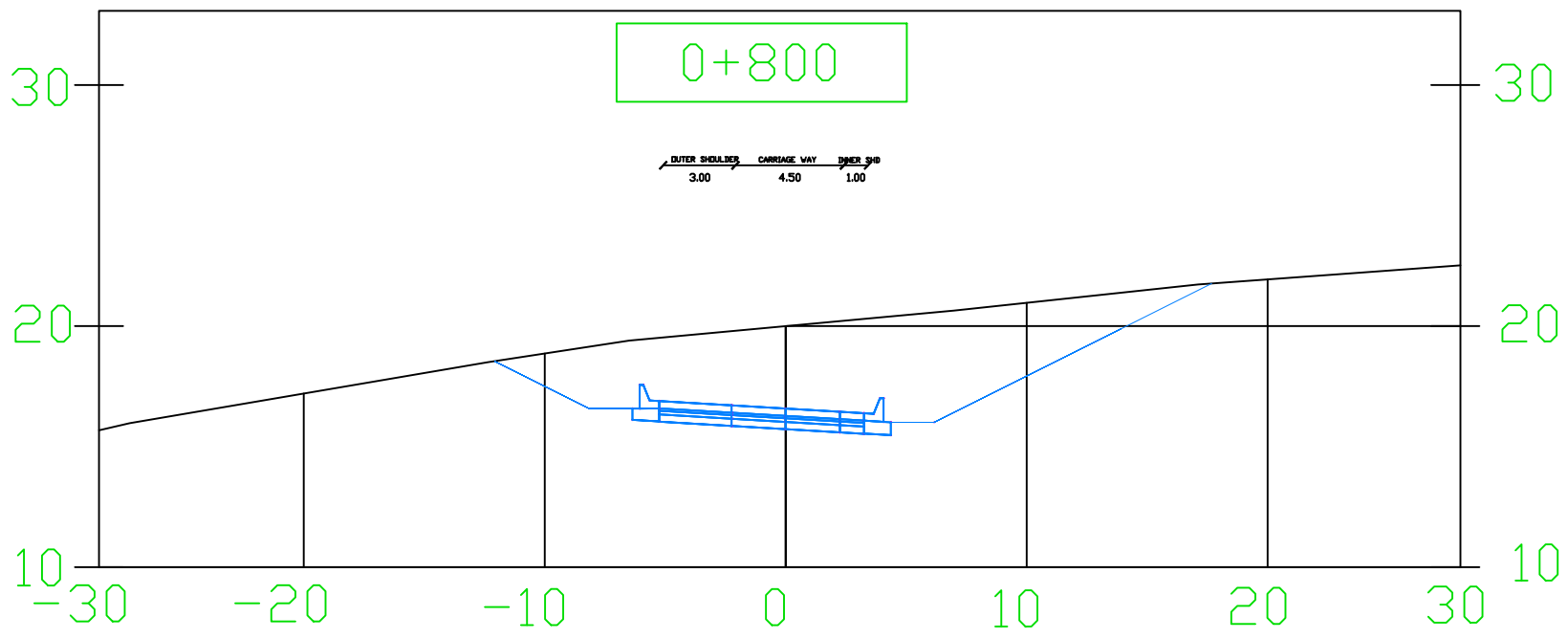
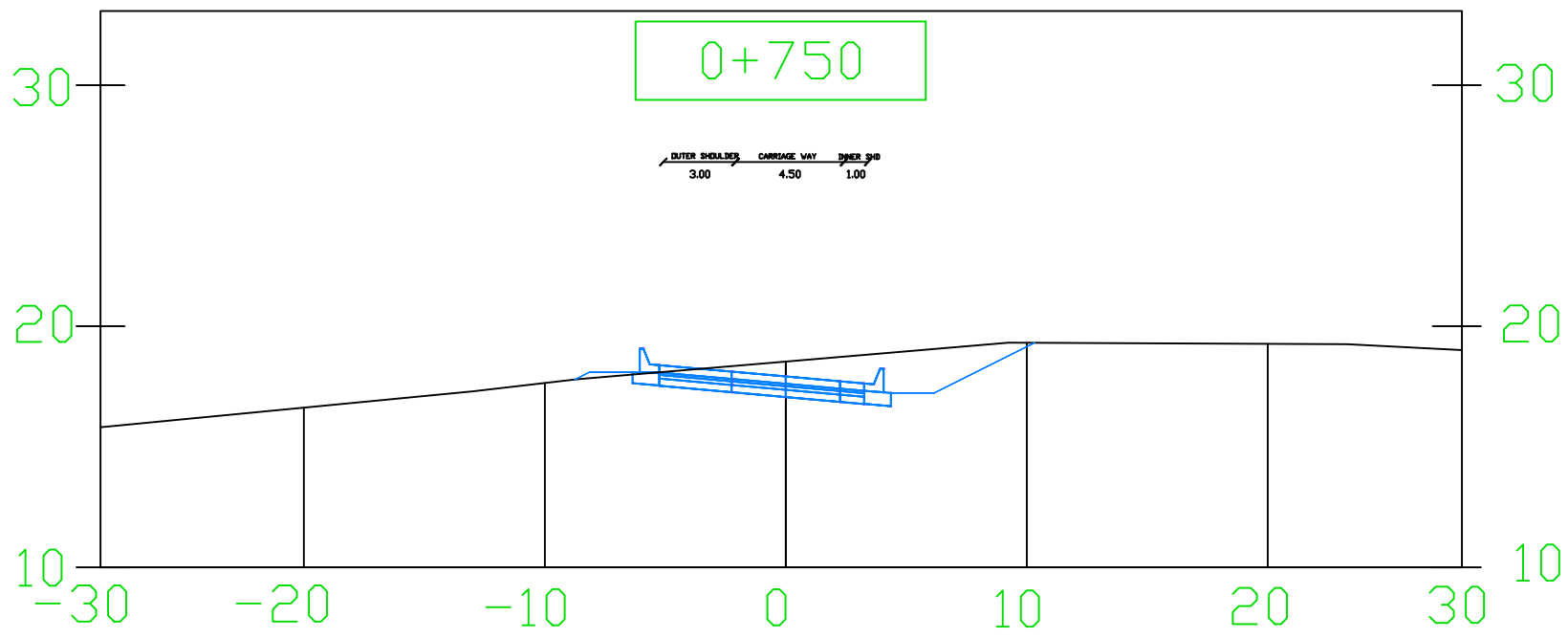
No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

CS-RAMP 1

7

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung
Carat - Tanjung
Api Api

1 : 300

Kode

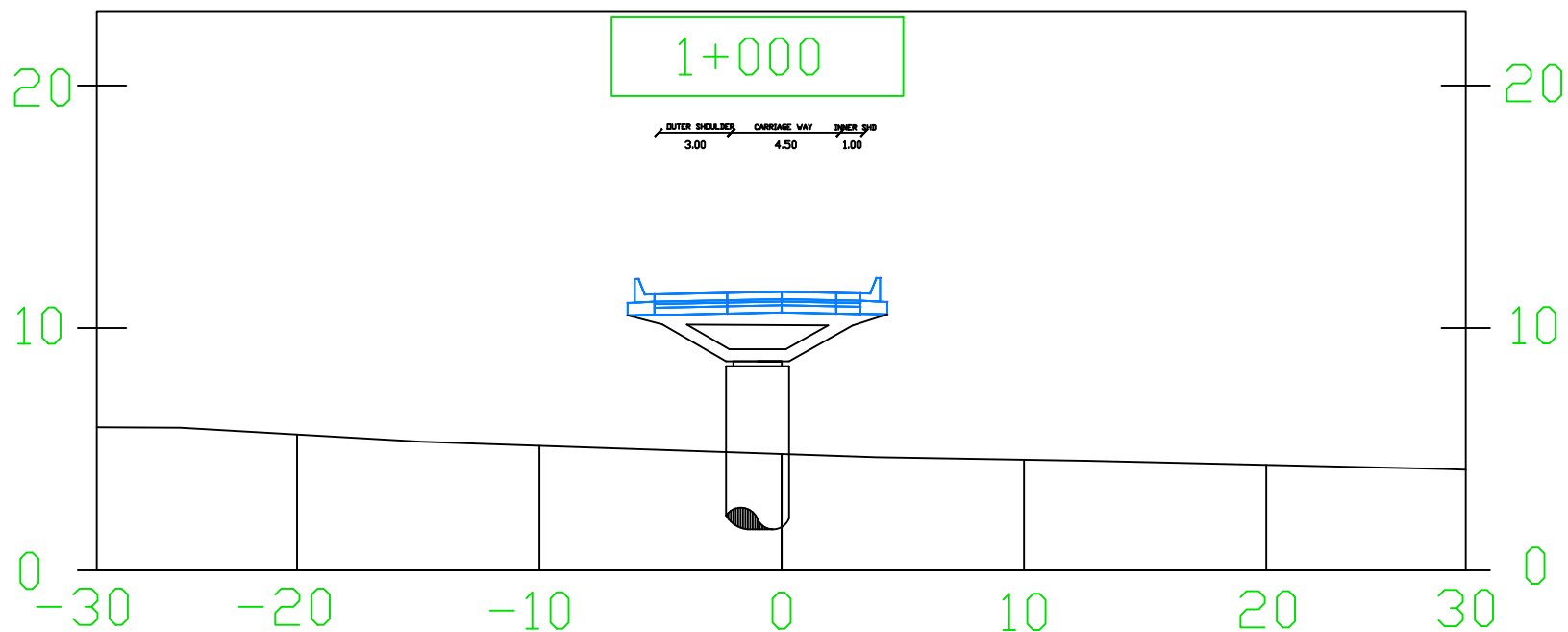
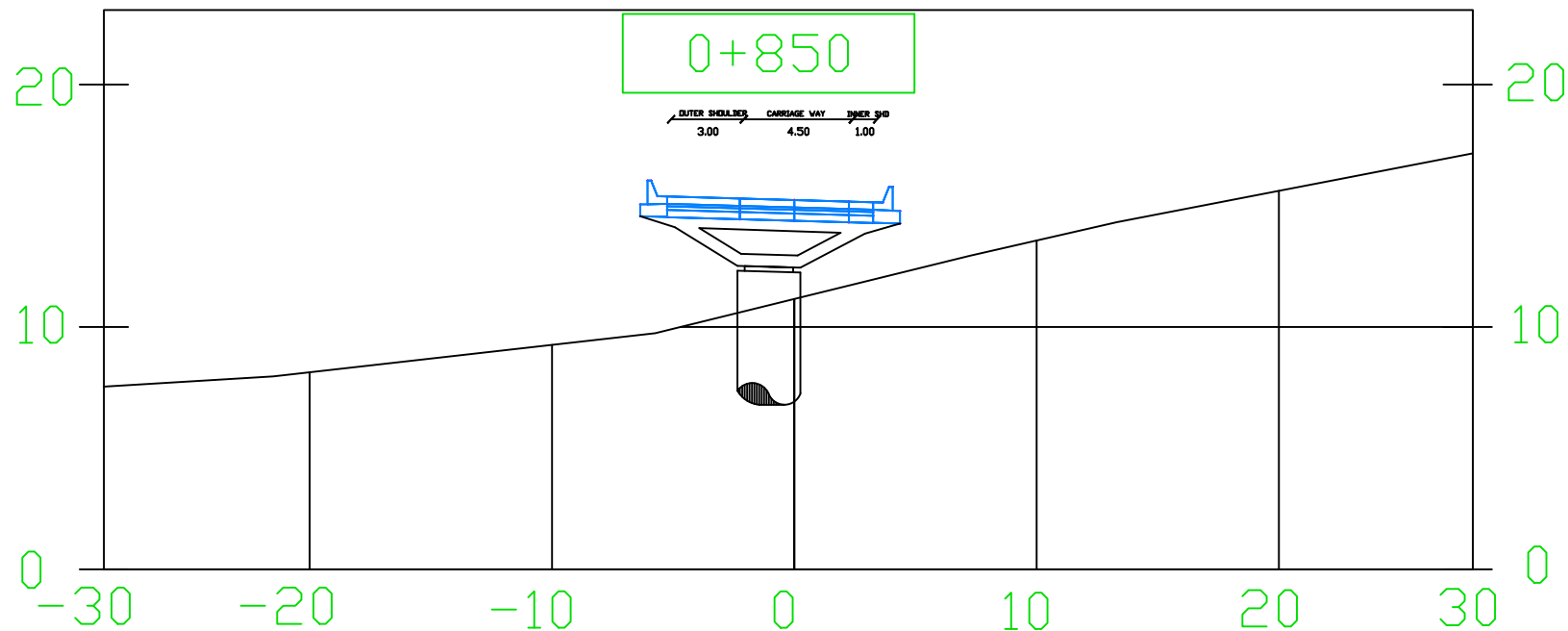
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 1

8

8





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

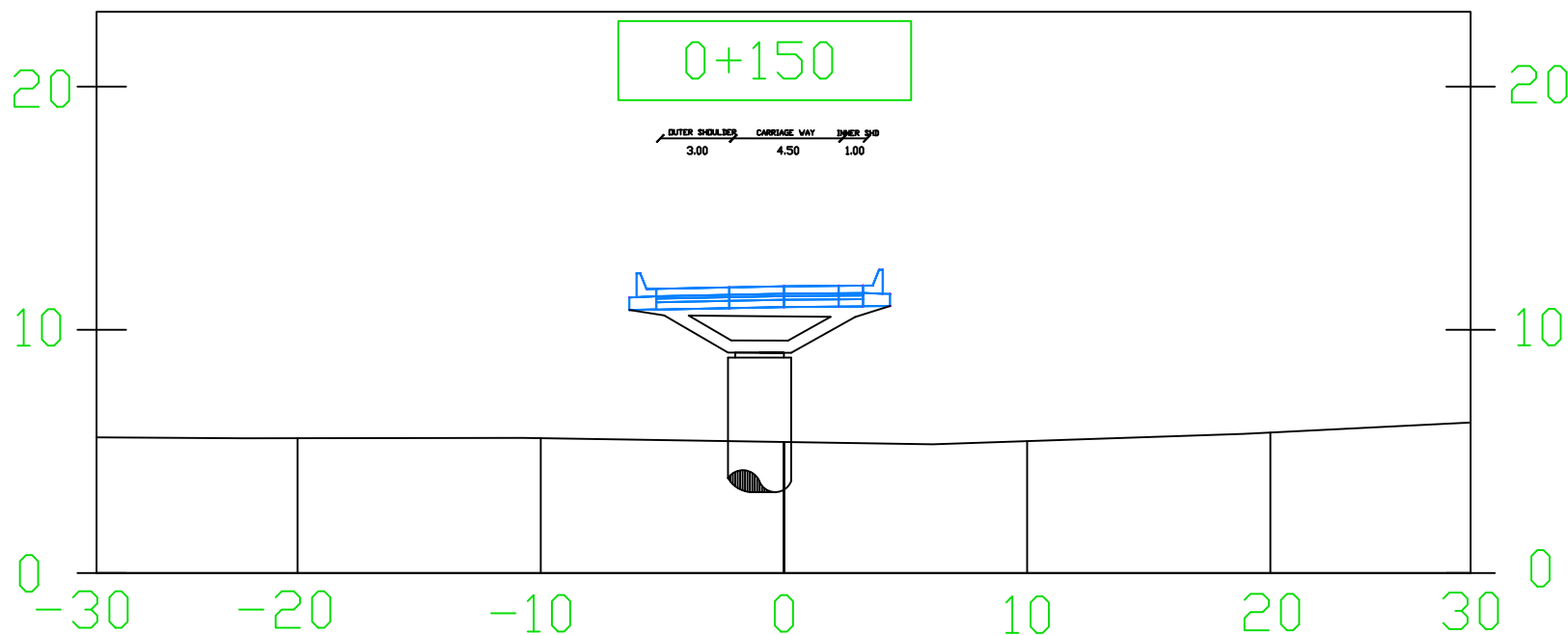
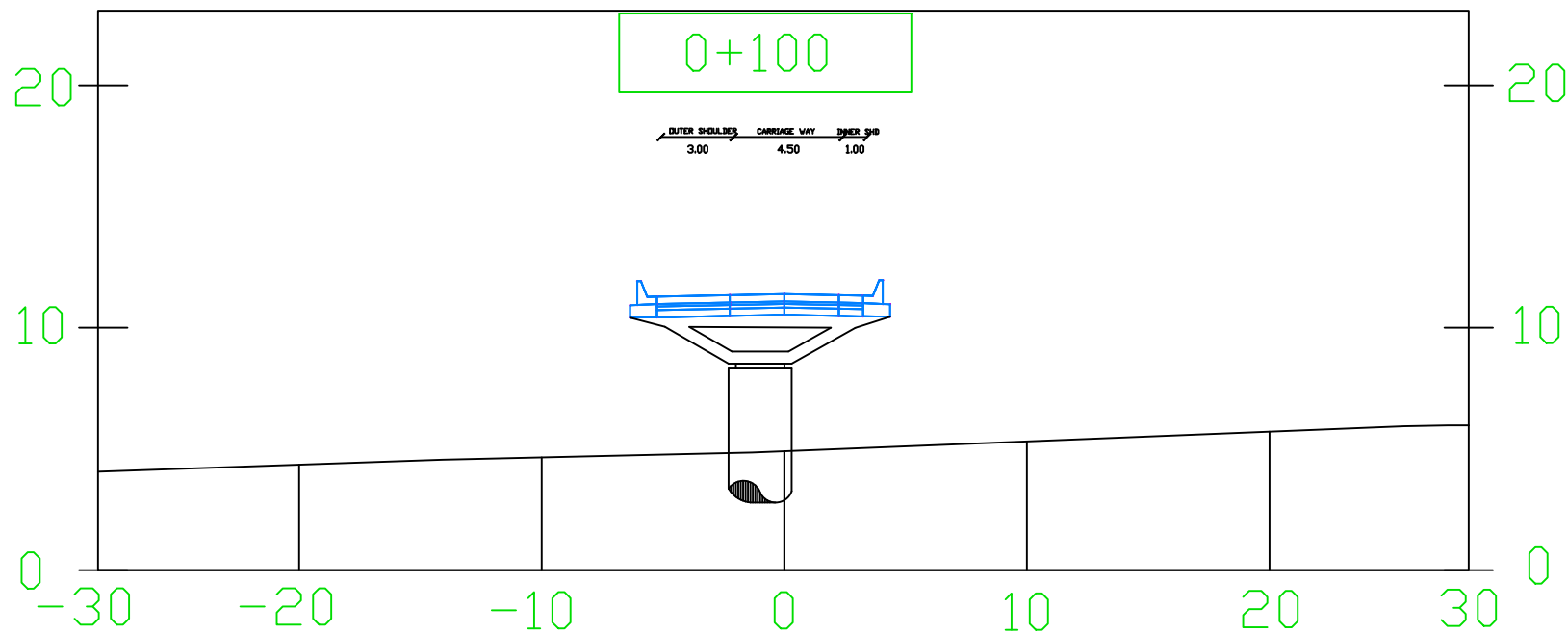
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 2

1

5





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

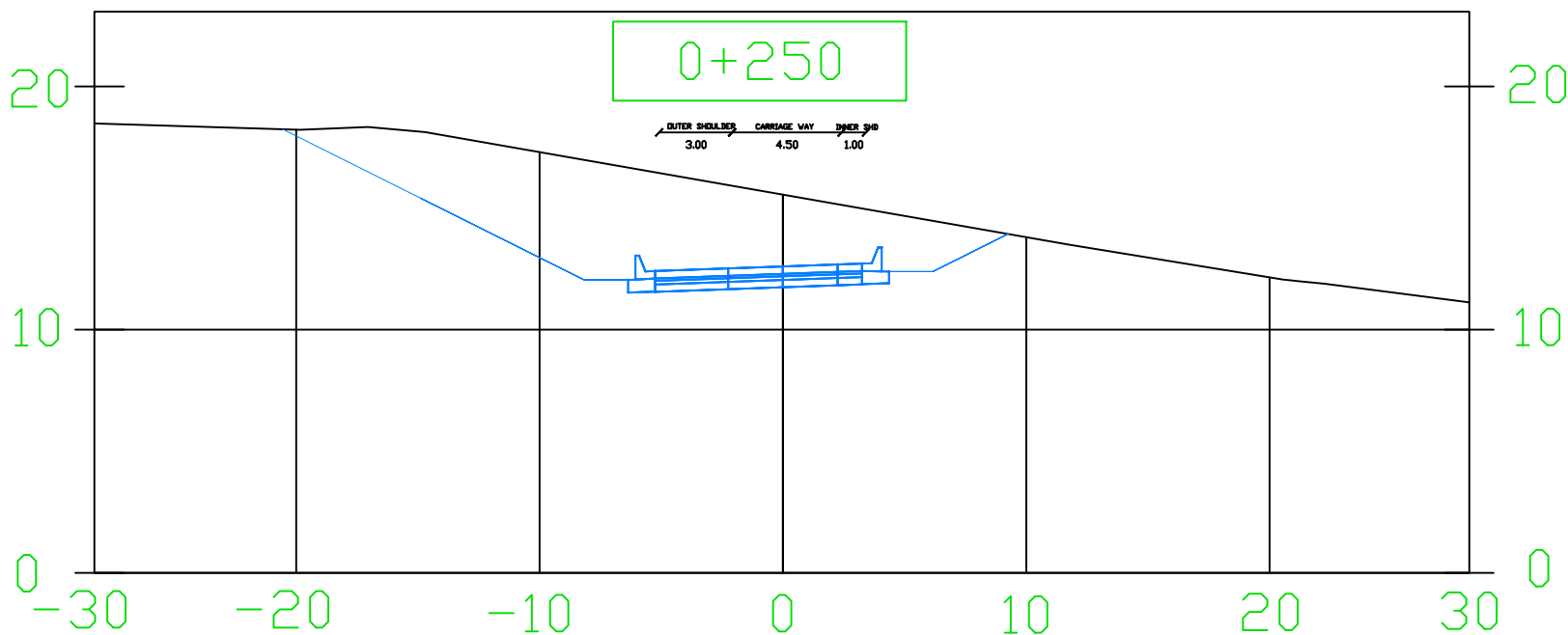
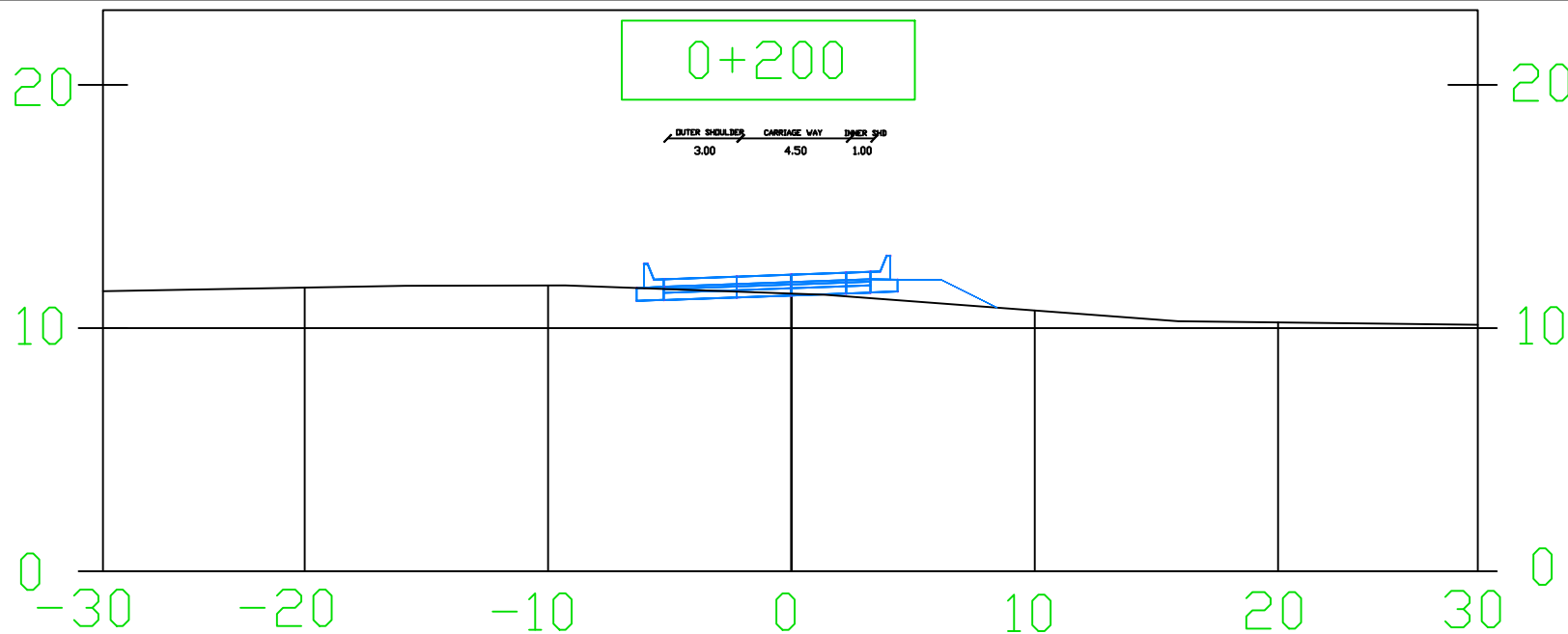
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 2

2

5





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
03111640000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

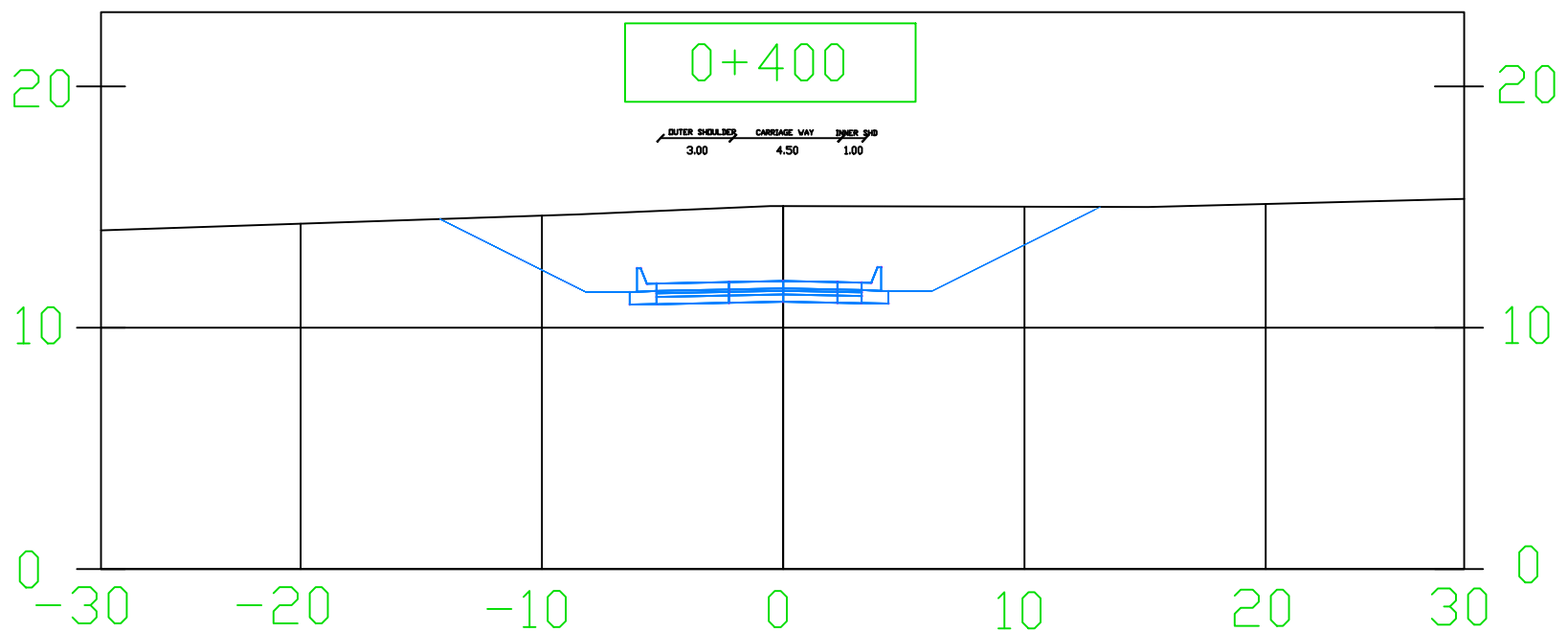
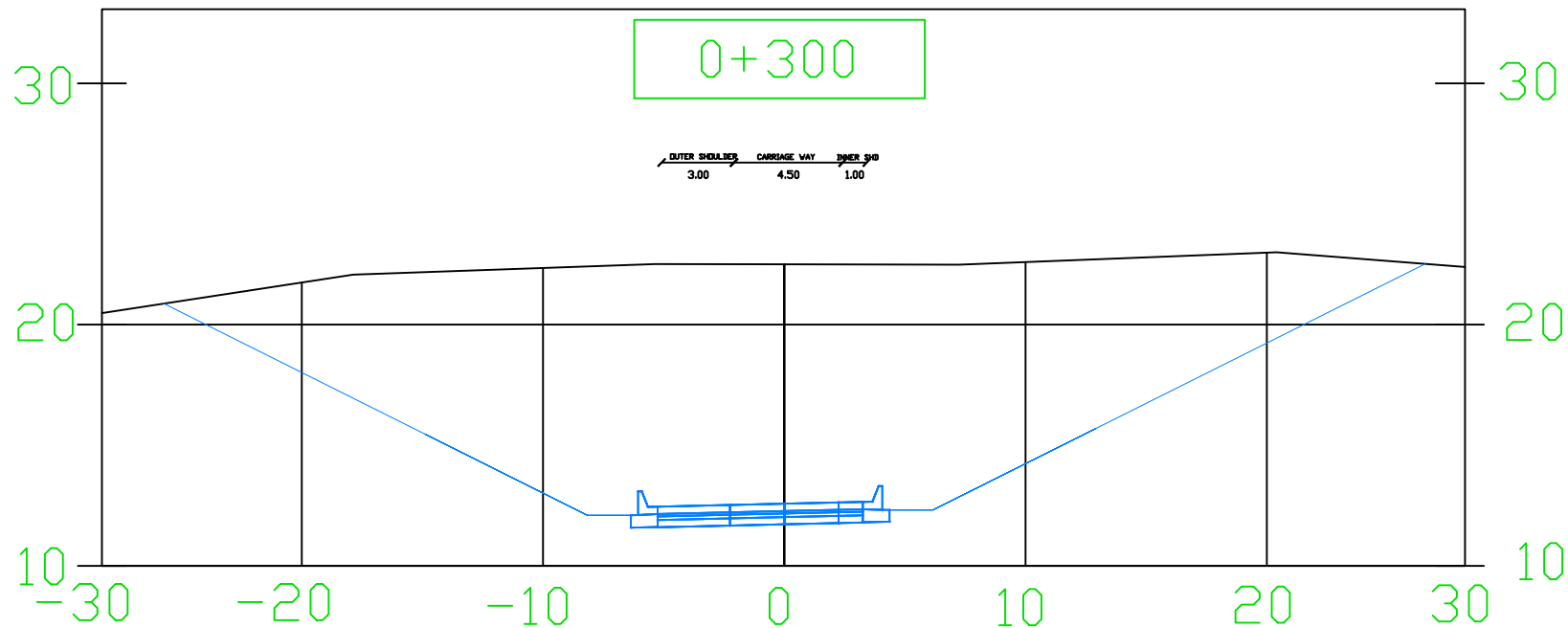
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 2

3

5





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

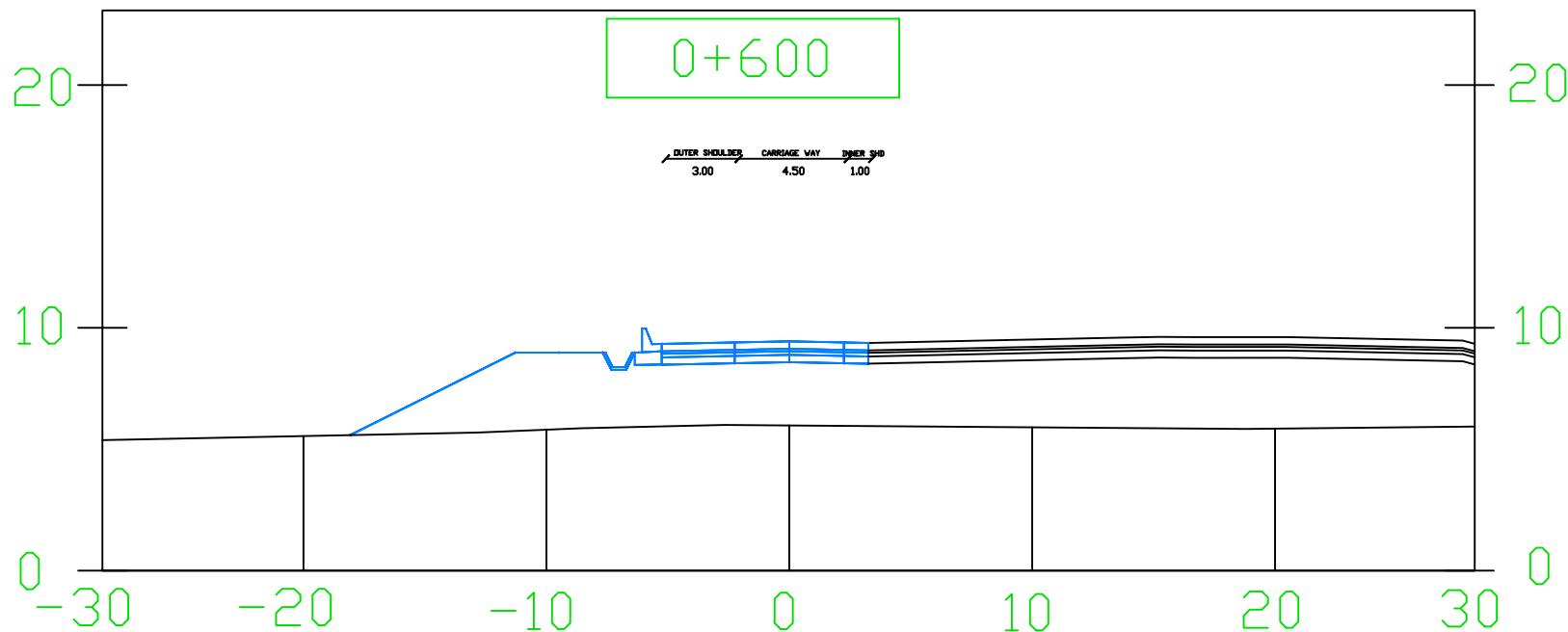
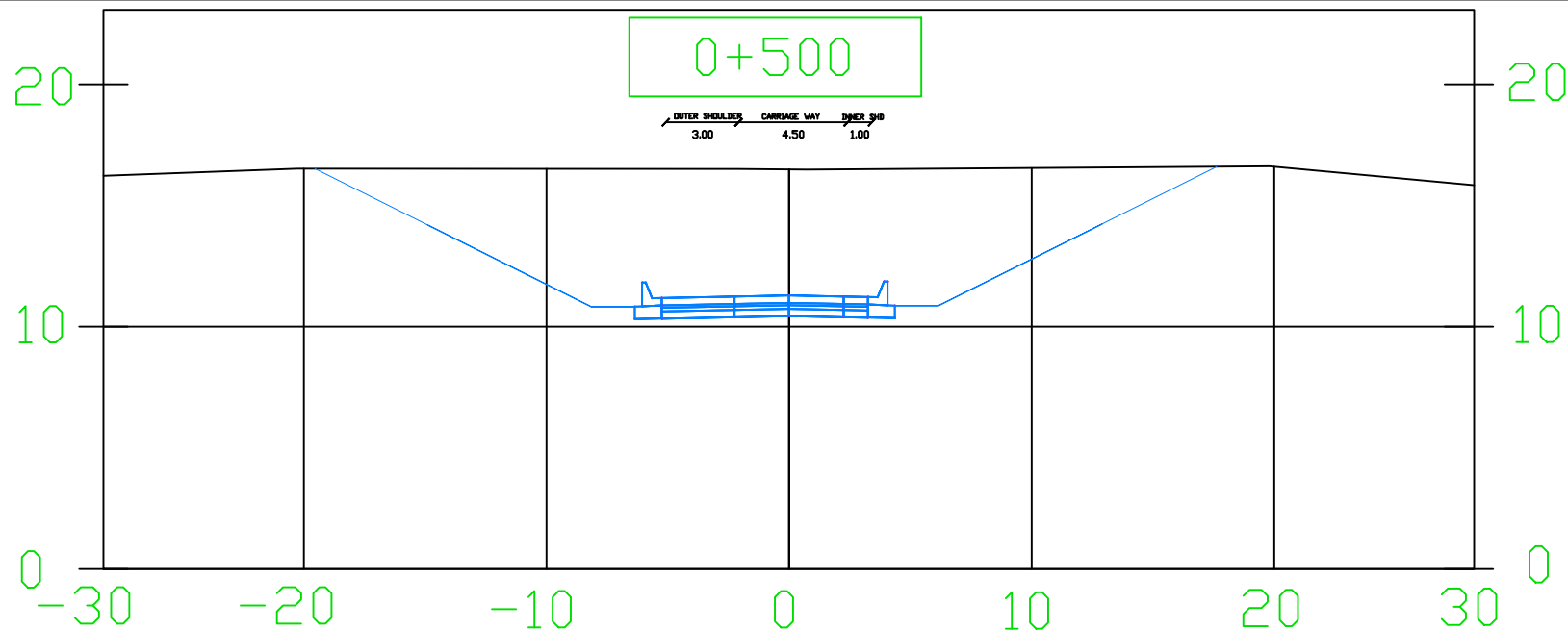
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 2

4

5





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tanjung
Carat

1 : 300

Kode

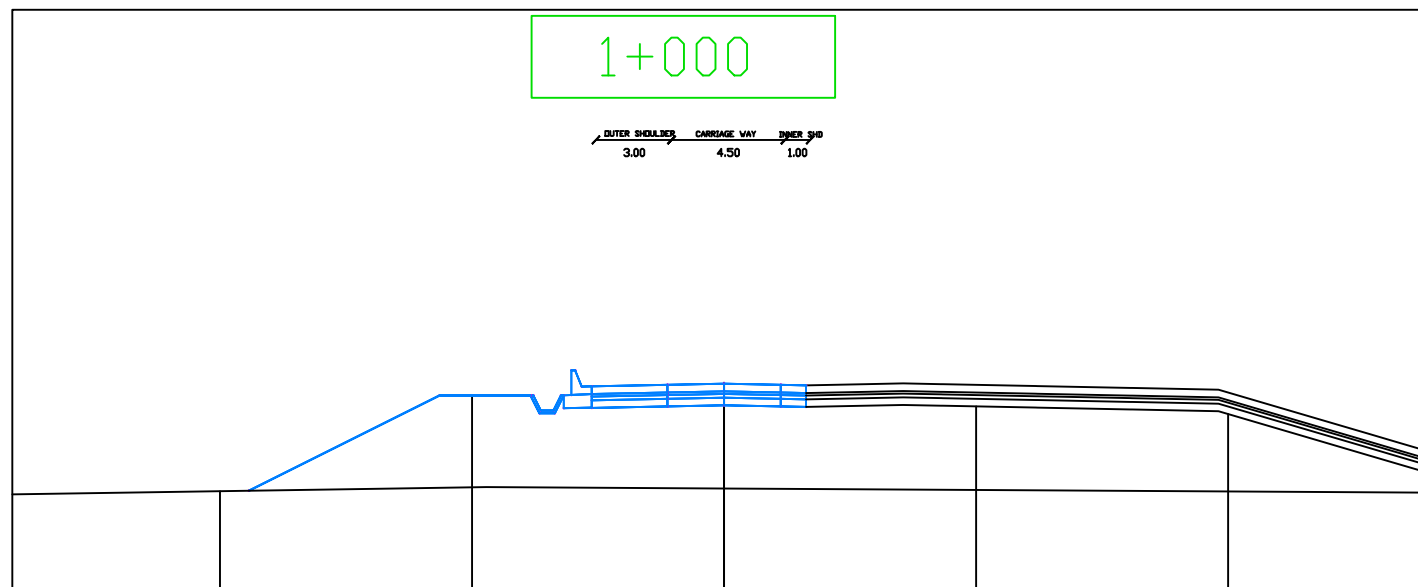
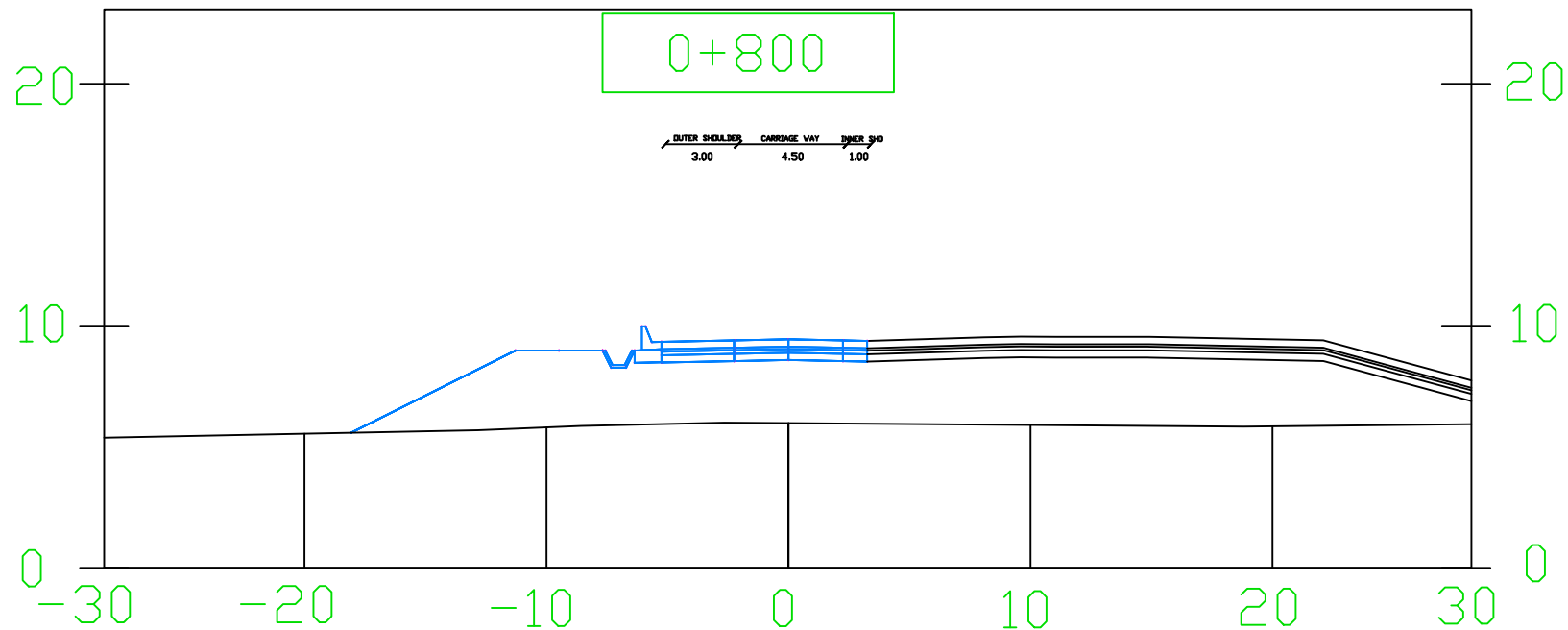
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 2

5

5





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

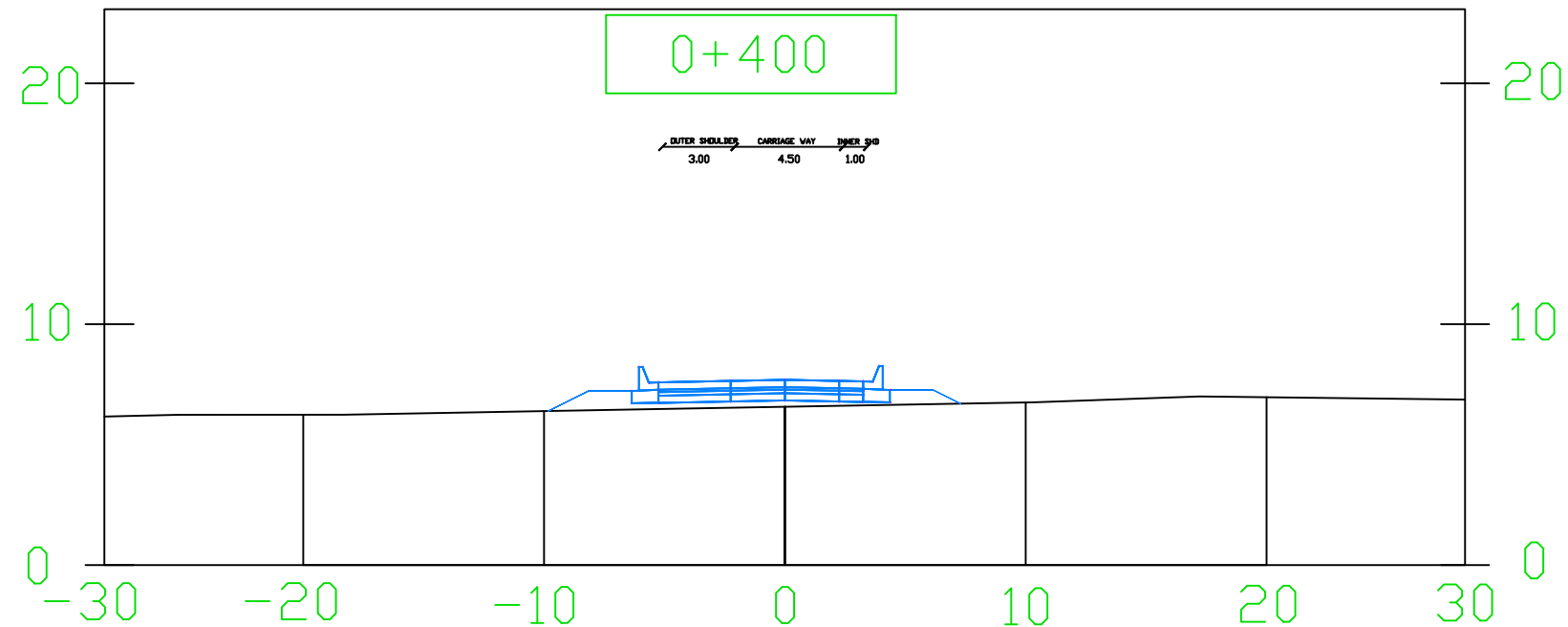
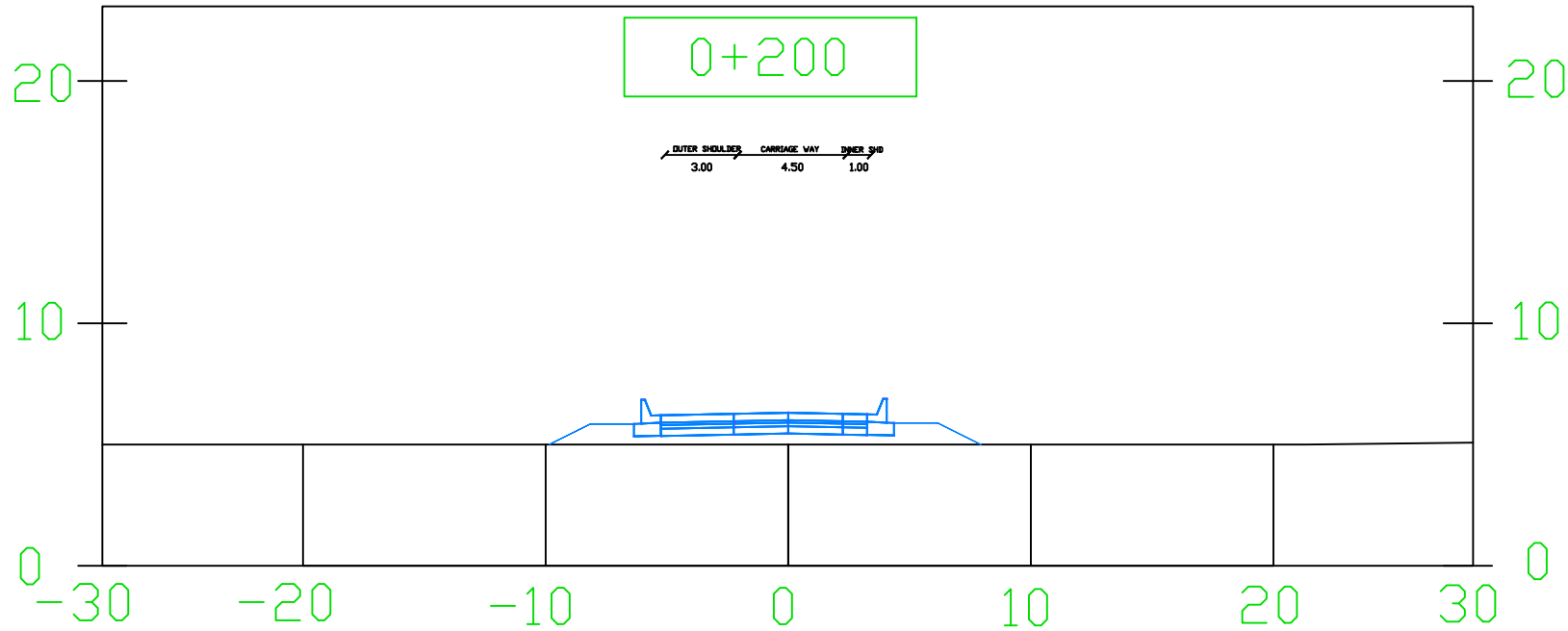
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

1

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

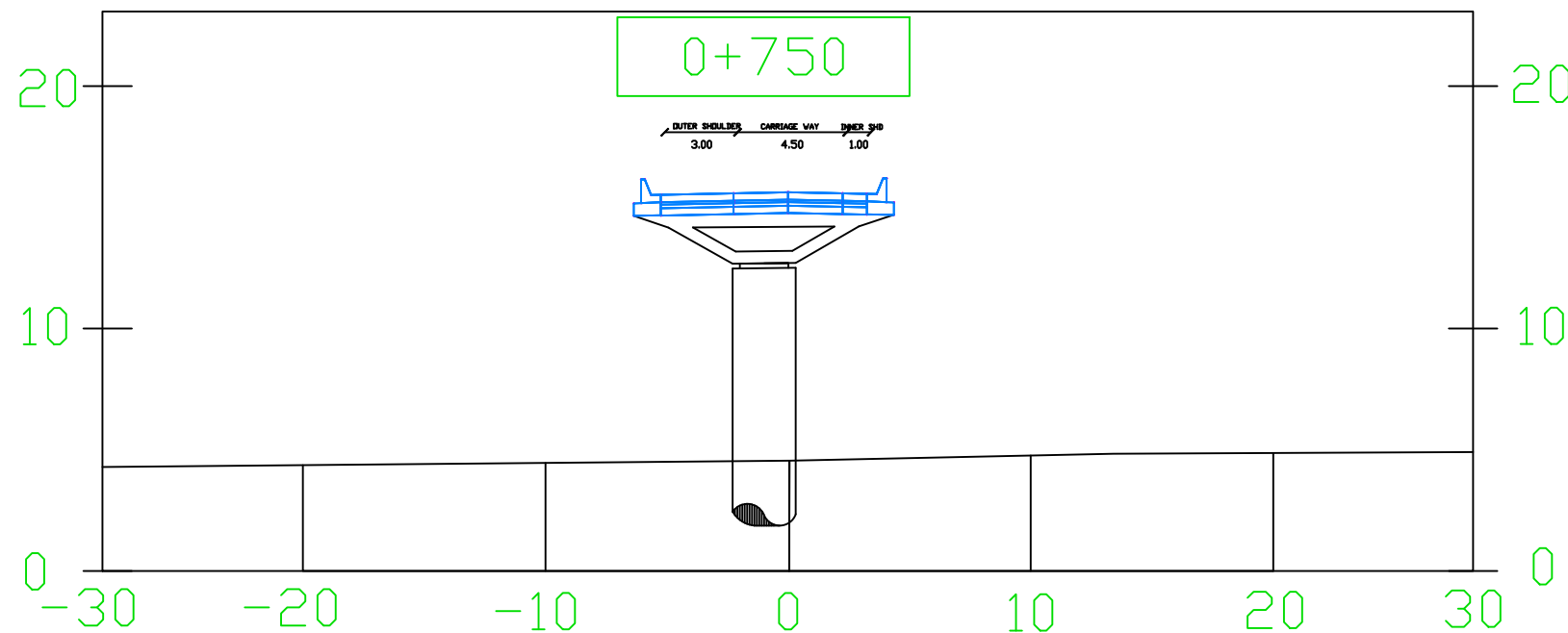
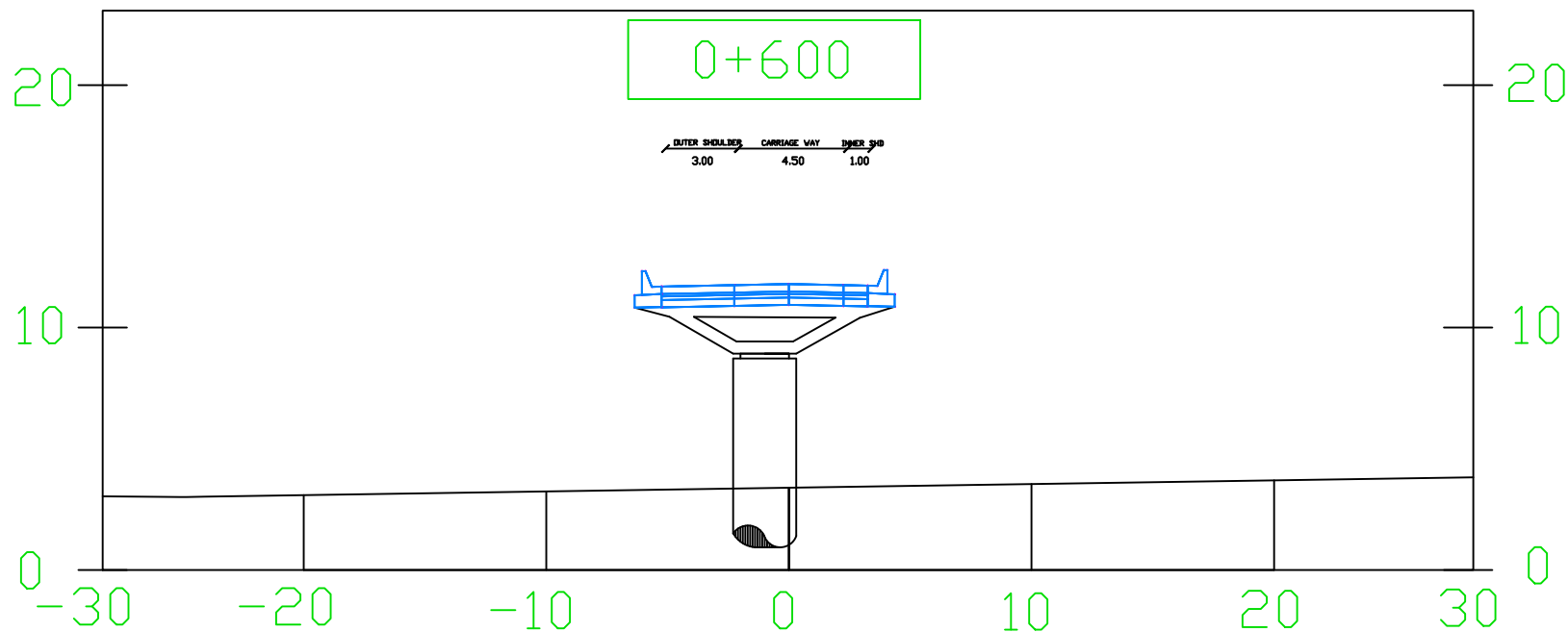
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

2

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

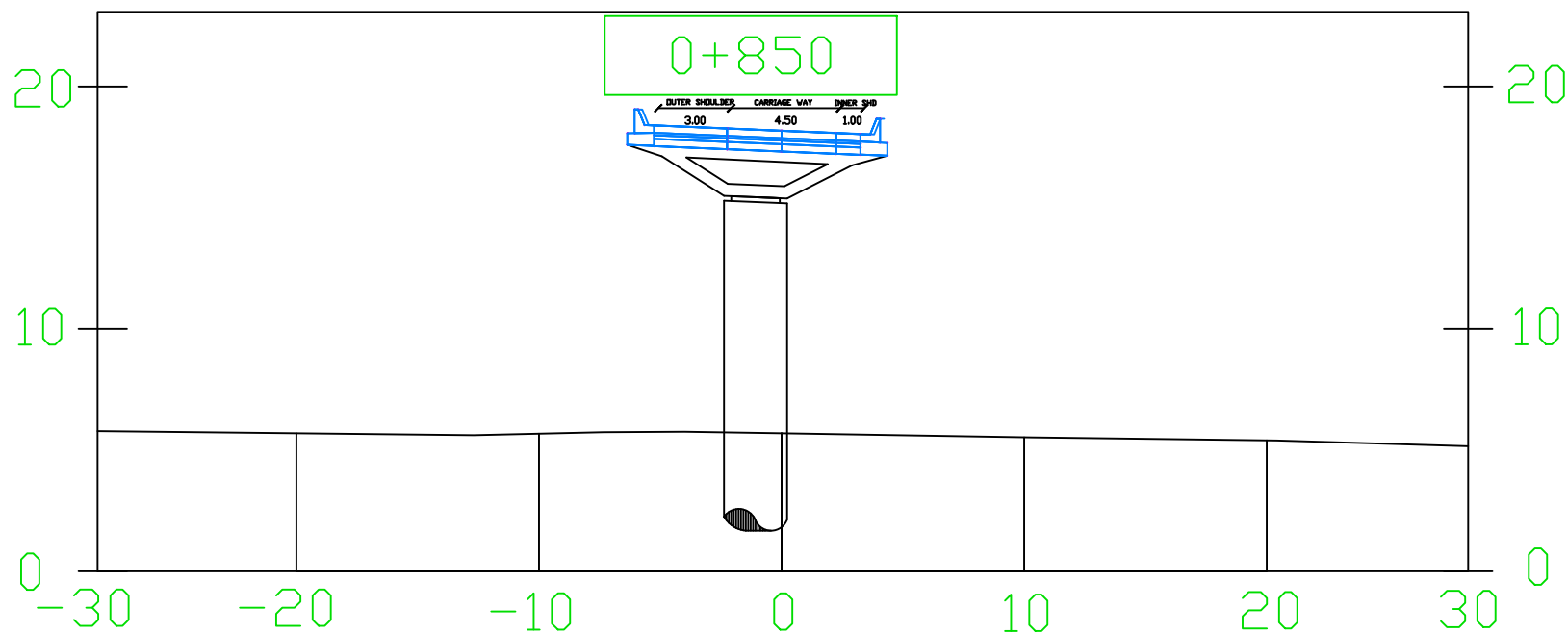
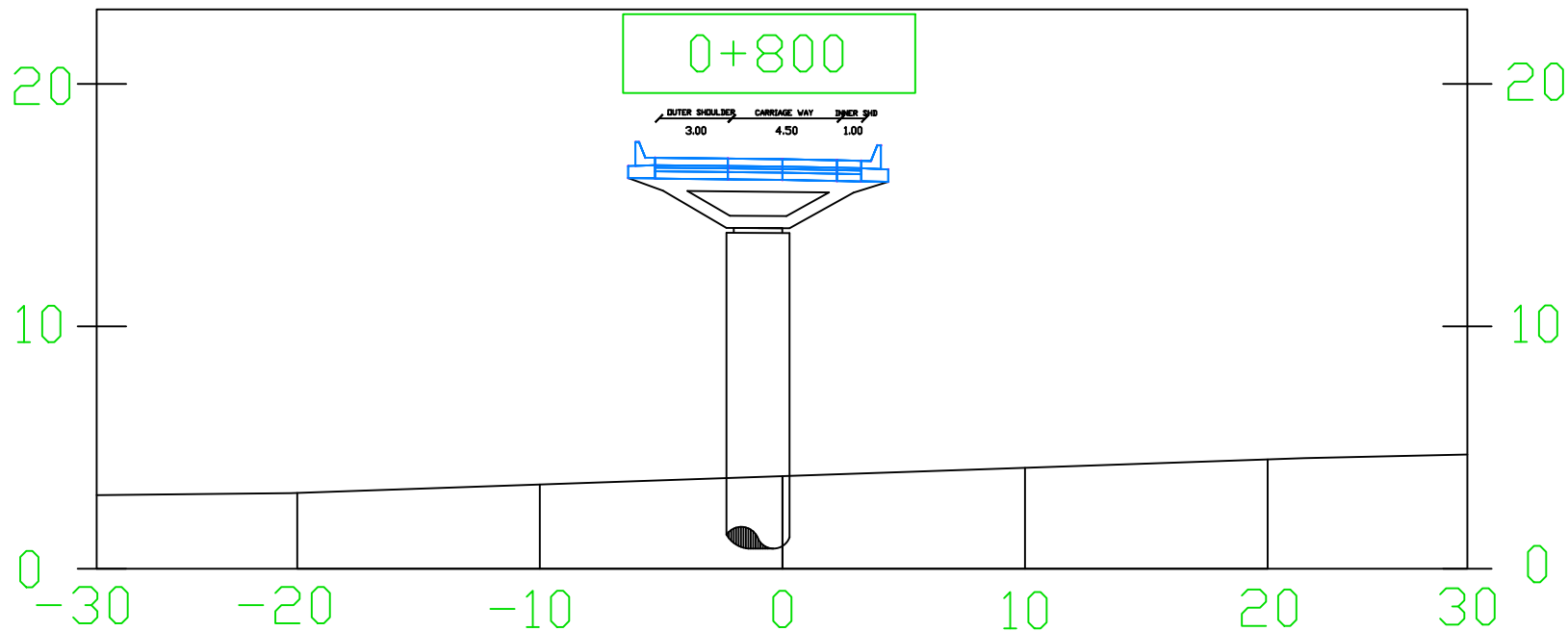
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

3

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

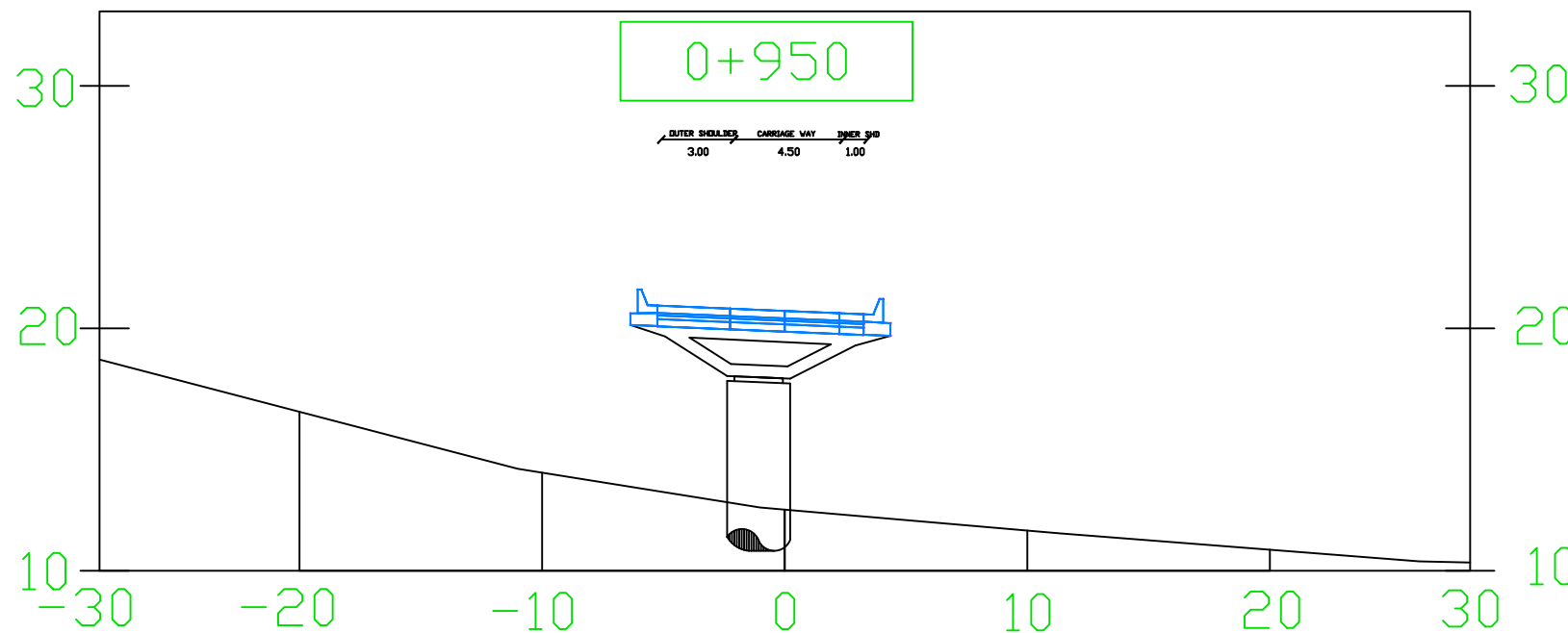
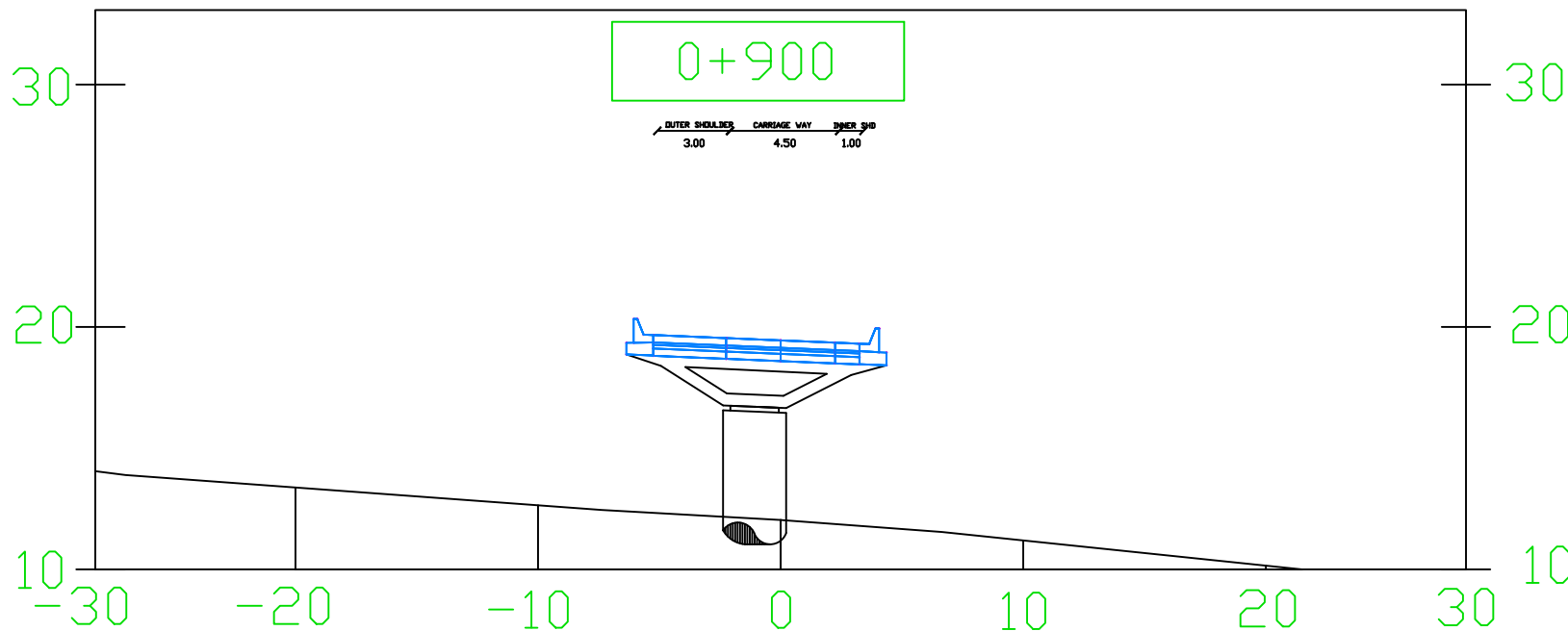
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

4

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

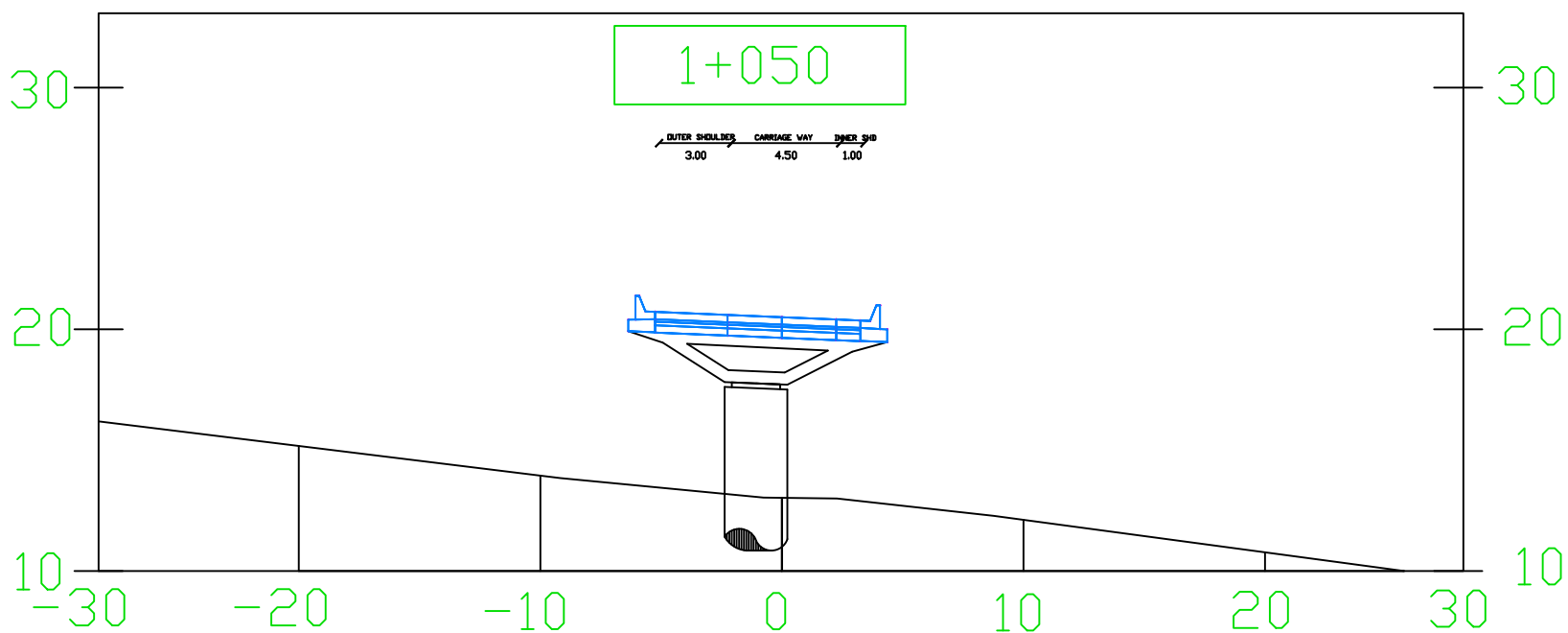
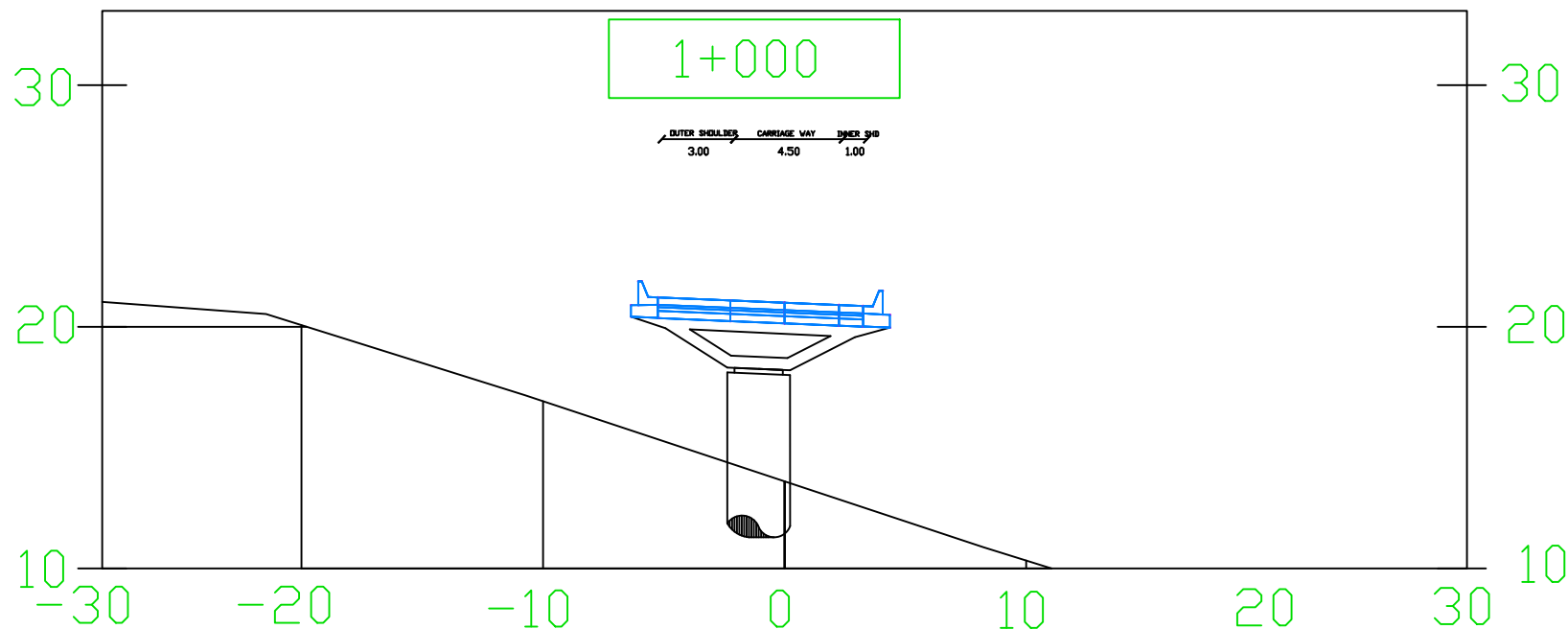
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

5

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

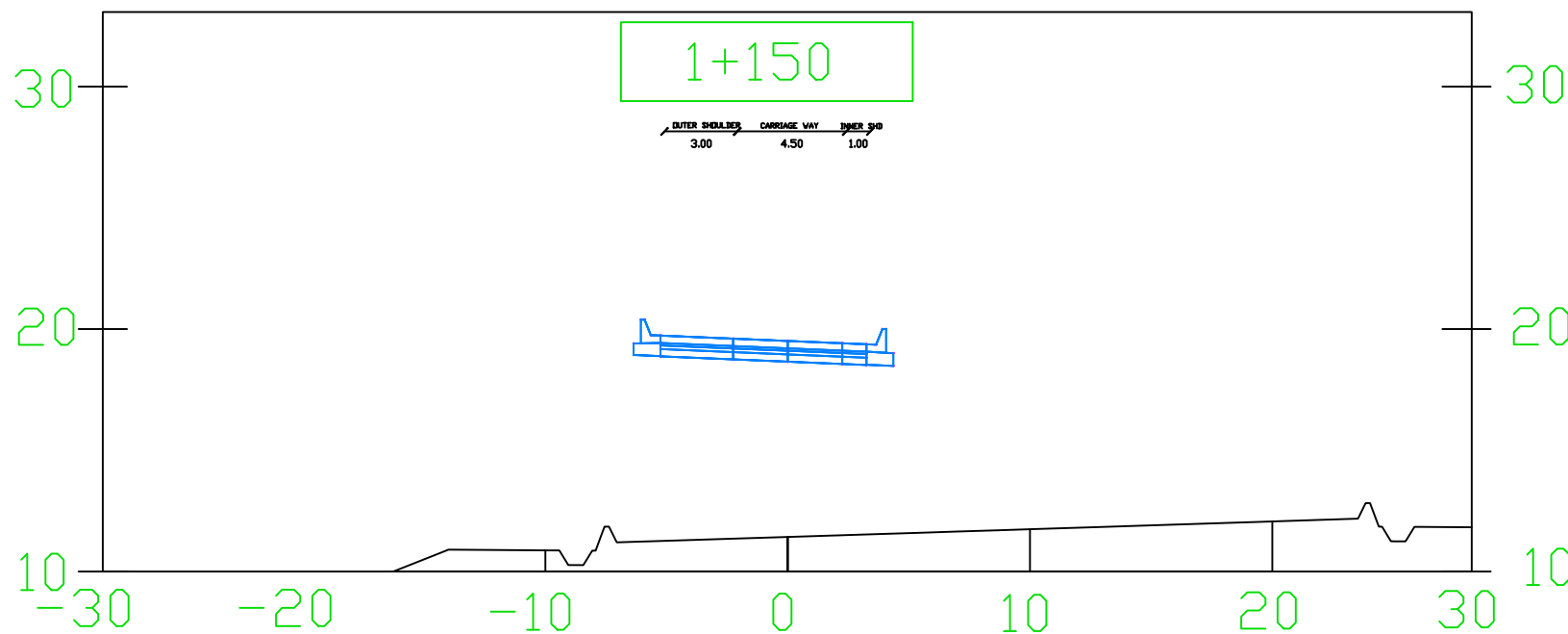
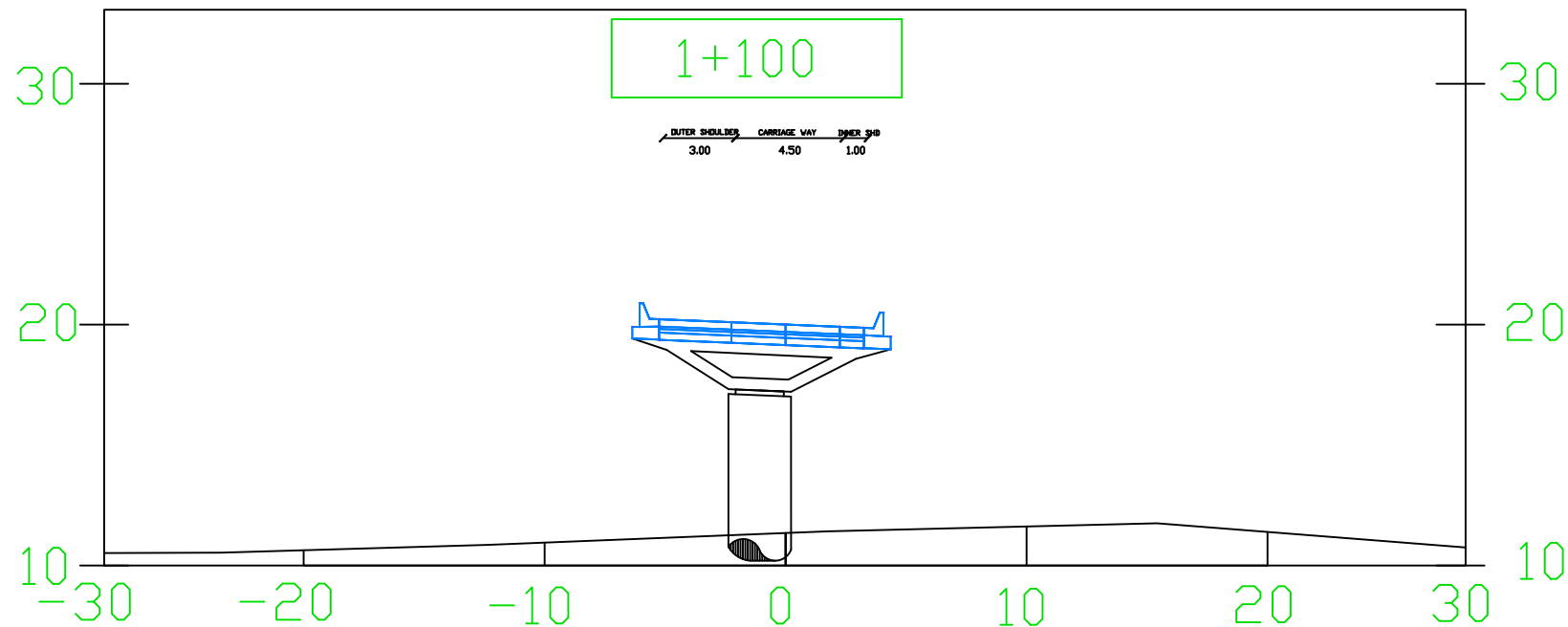
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

6

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

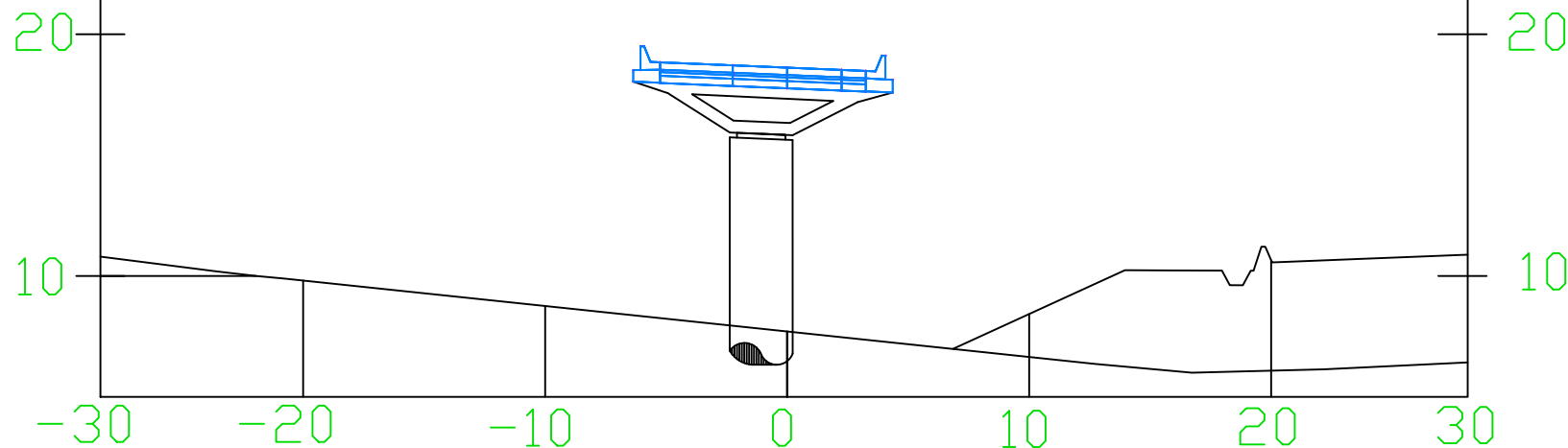
CS-RAMP 4

7

12

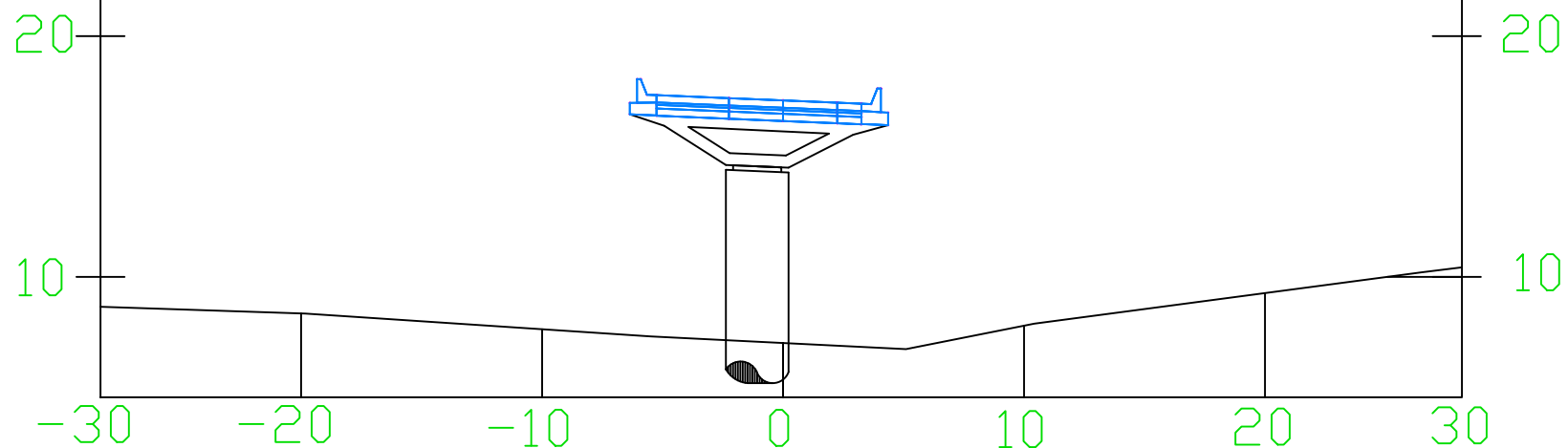
1+200

OUTER SHOULDER 3.00 CARRIAGE WAY 4.50 INNER SHOULDER 1.00



1+250

OUTER SHOULDER 3.00 CARRIAGE WAY 4.50 INNER SHOULDER 1.00





Departemen Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
 dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
 JALAN DAN INTERCHANGE
 JALAN TOL TANJUNG API API -
 TANJUNG CARAT
 MENGGUNAKAN PERKERASAN
 KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
 0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
 Ramp Tanjung Api
 Api - Tol
 Palembang

1 : 300

Kode

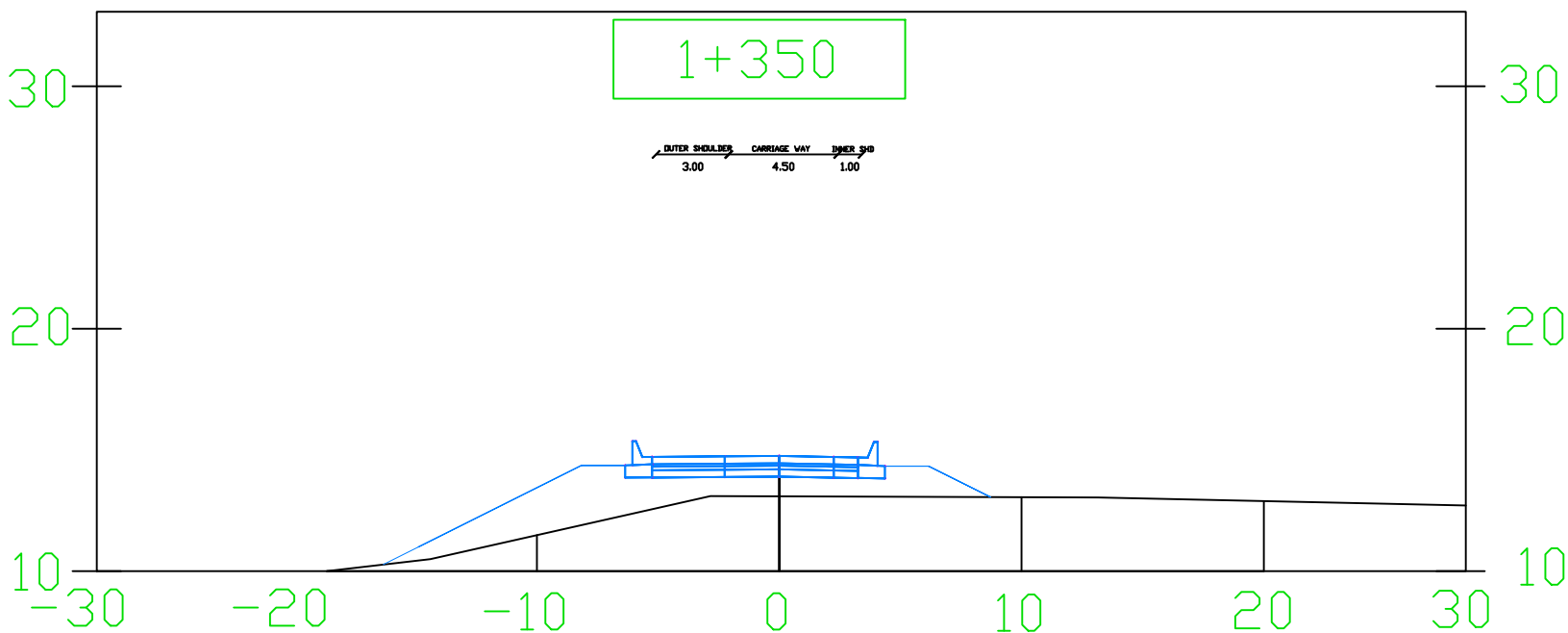
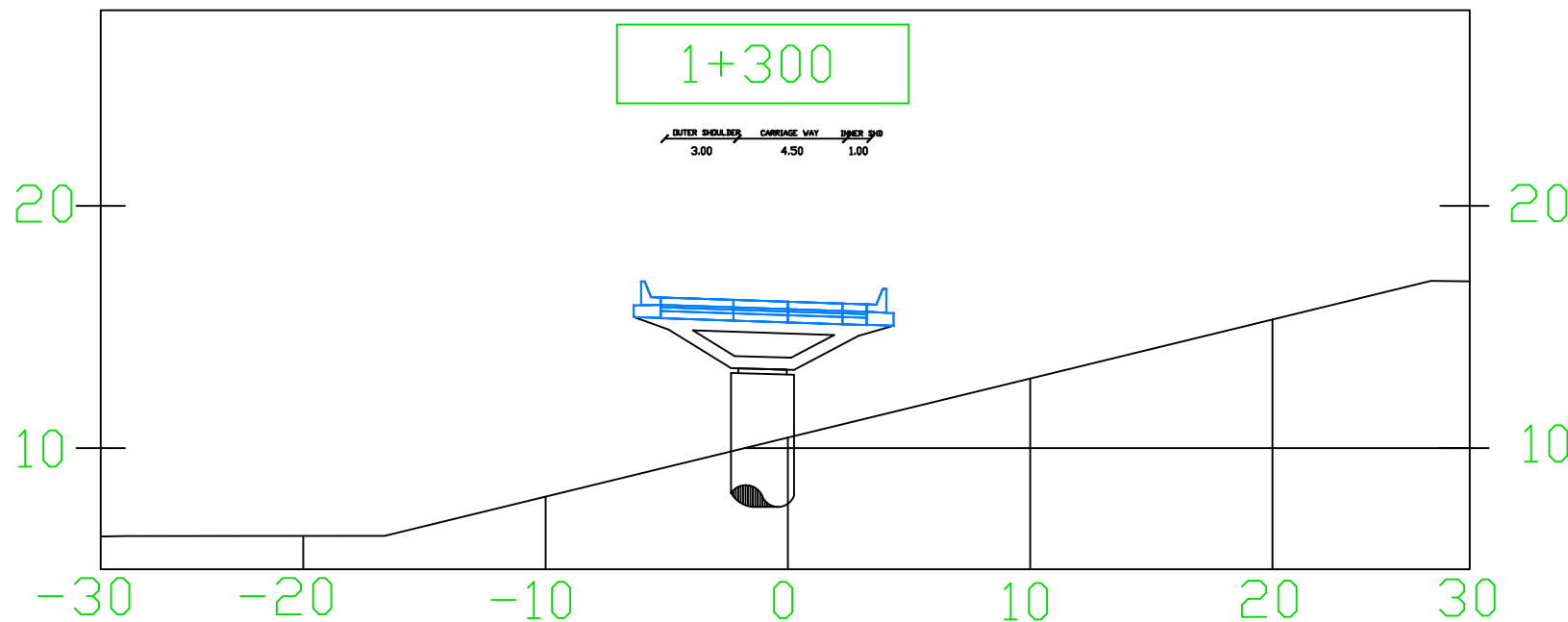
No
 Gambar

Jumlah
 Gambar

CS-RAMP 4

8

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

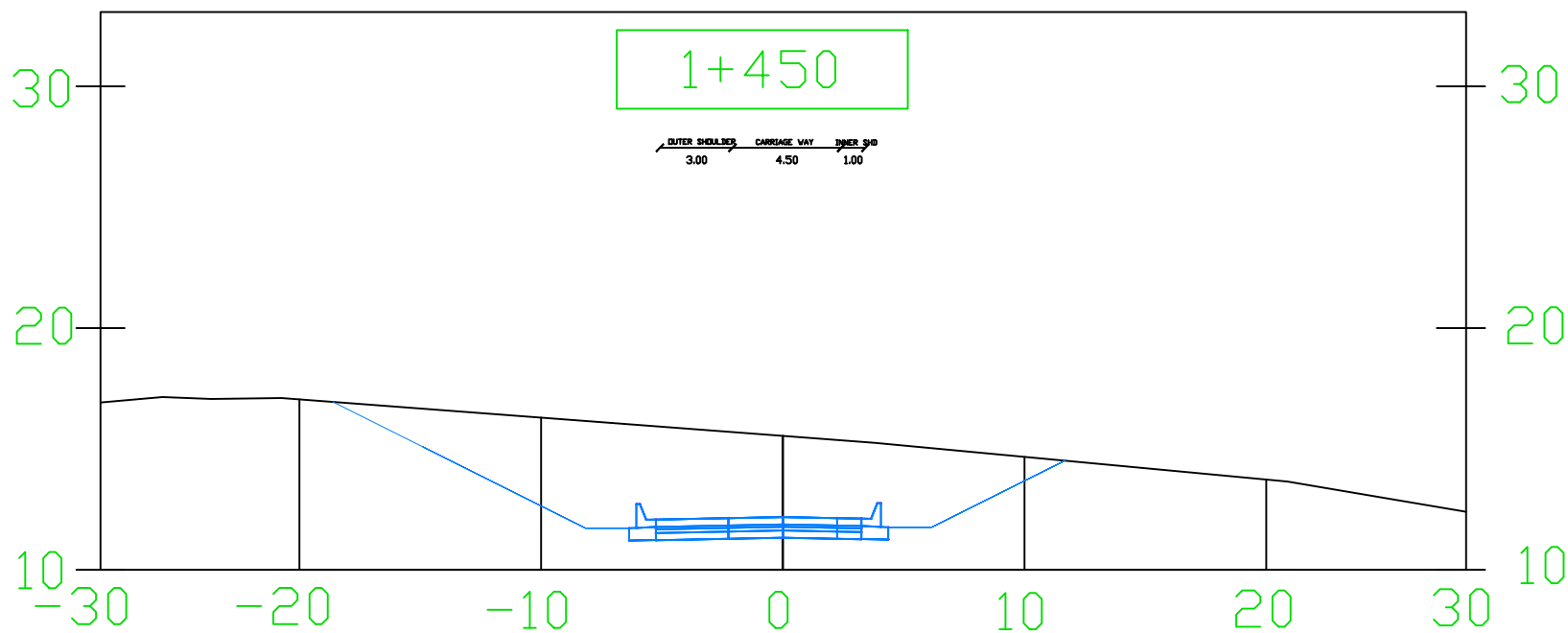
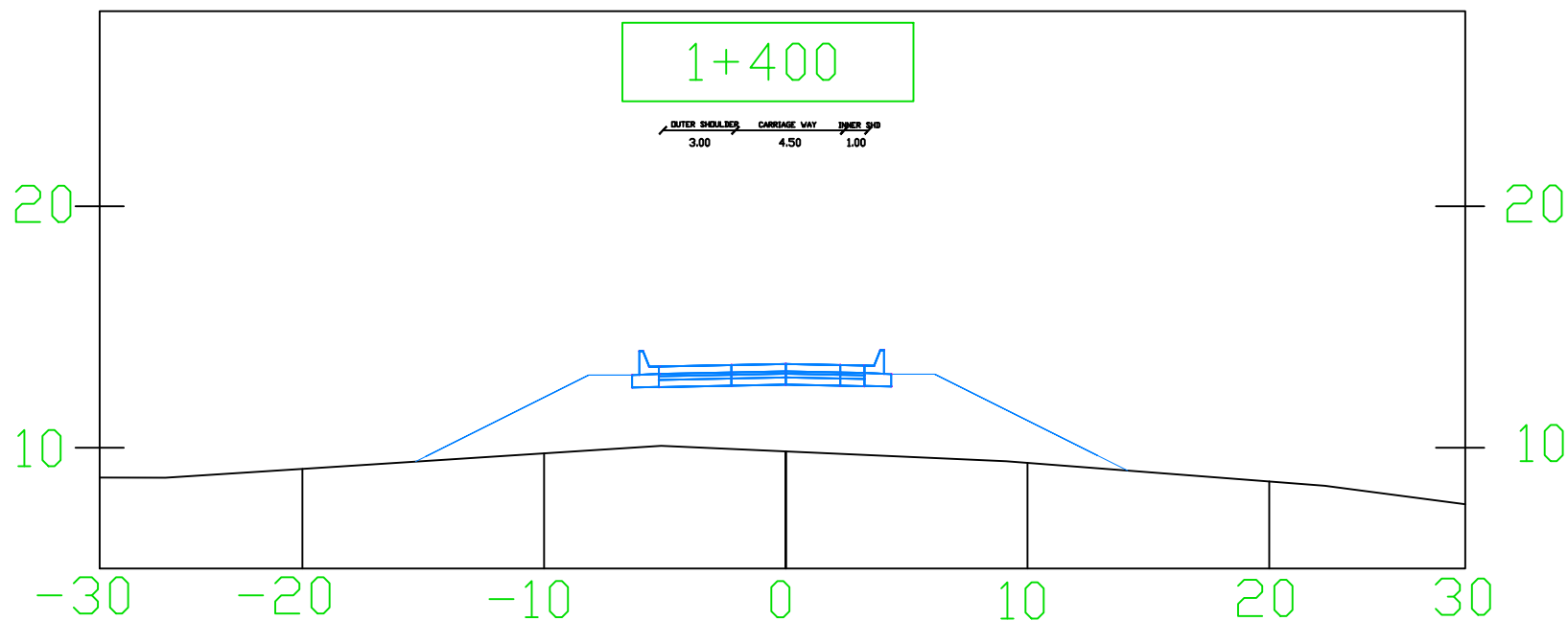
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

9

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

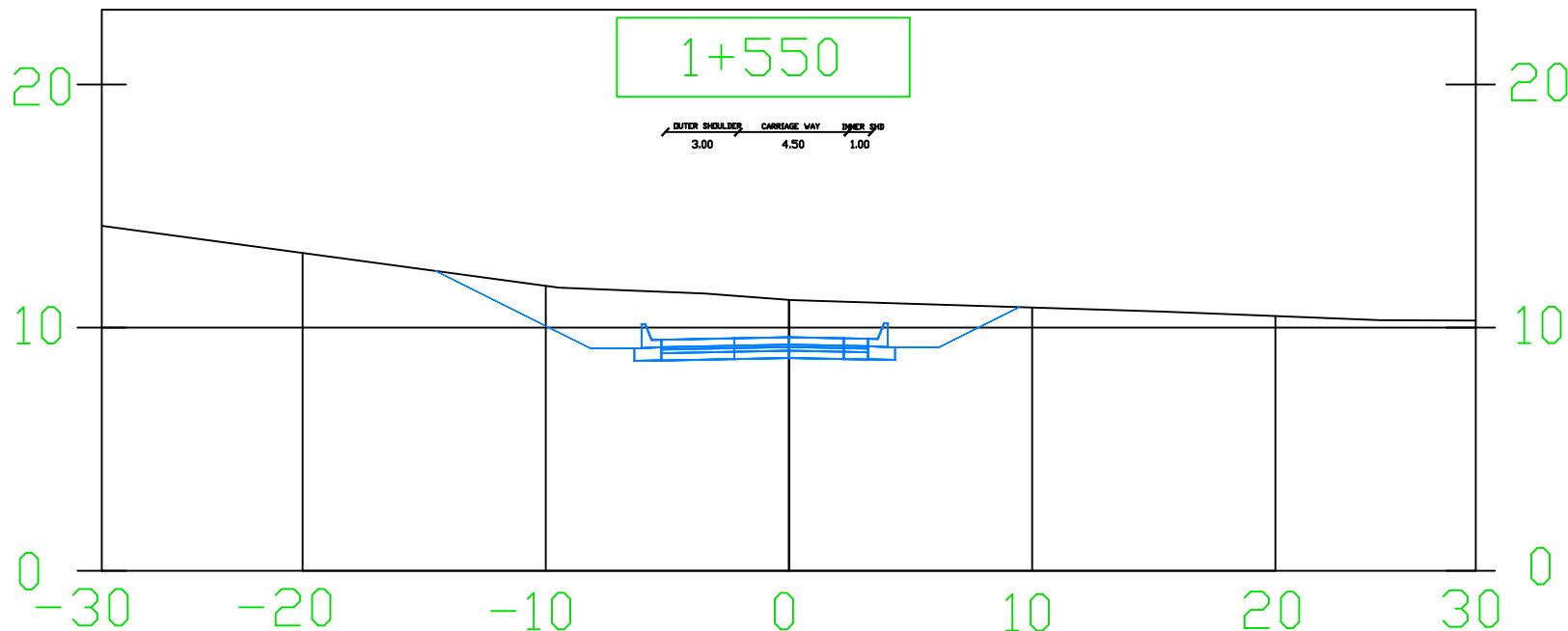
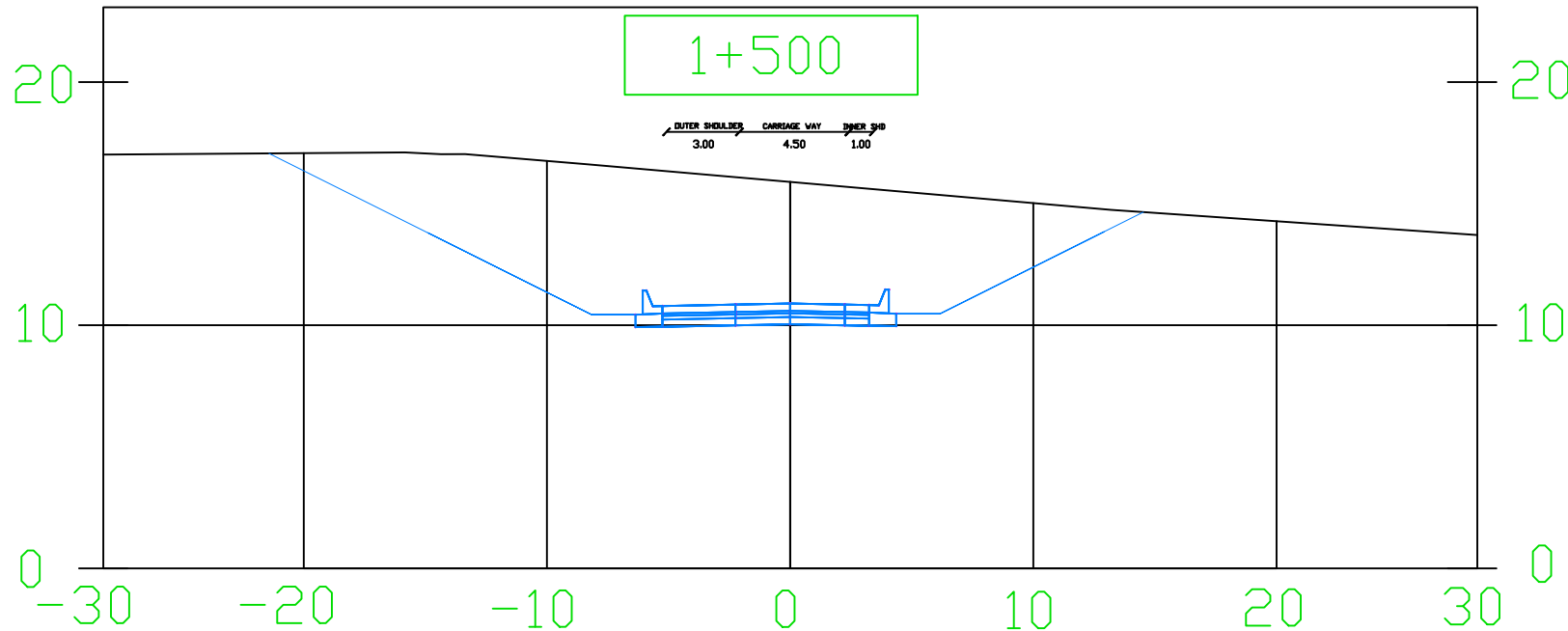
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

10

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

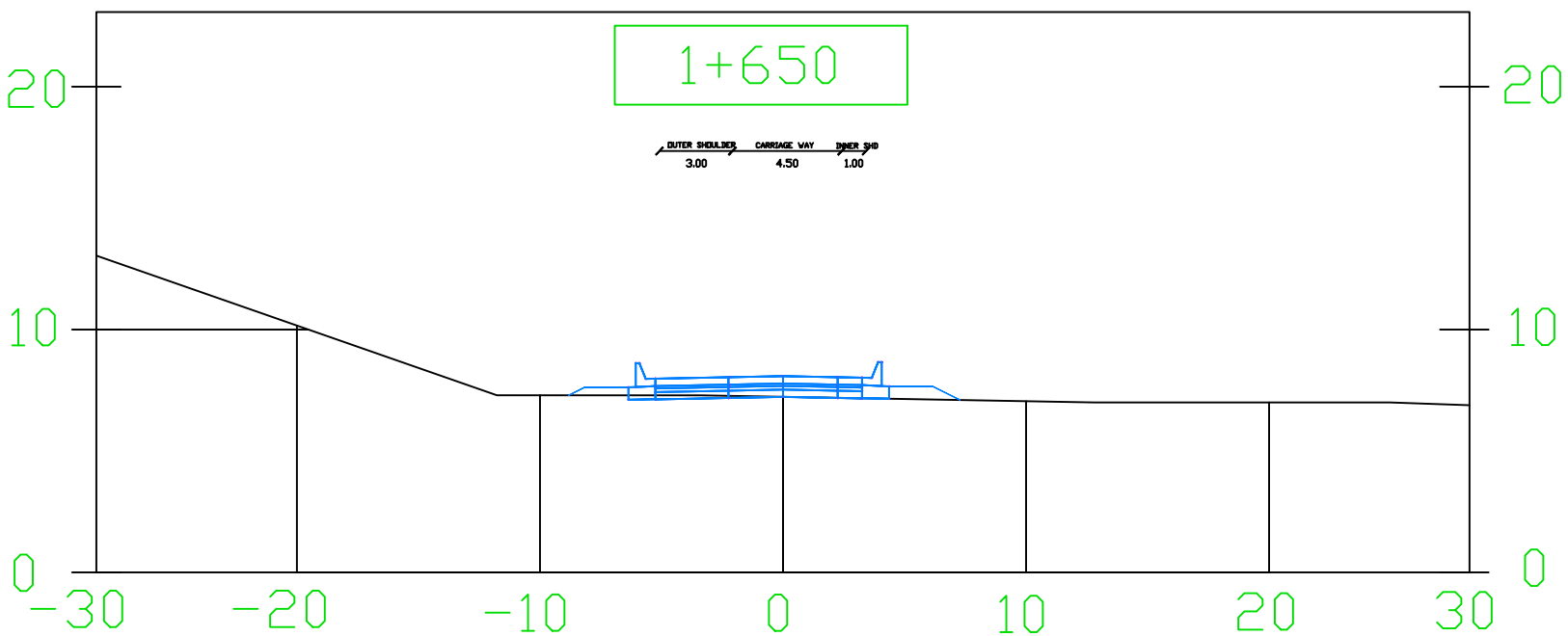
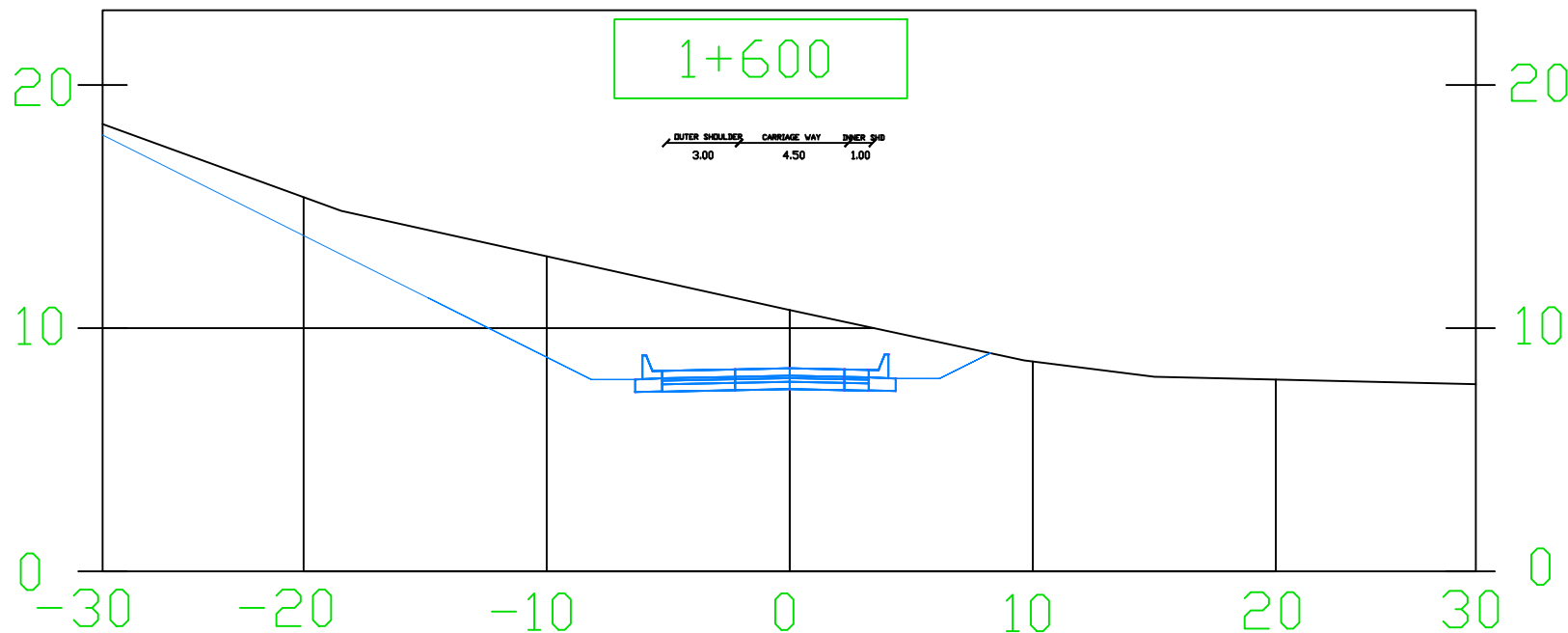
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

11

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tanjung Api
Api - Tol
Palembang

1 : 300

Kode

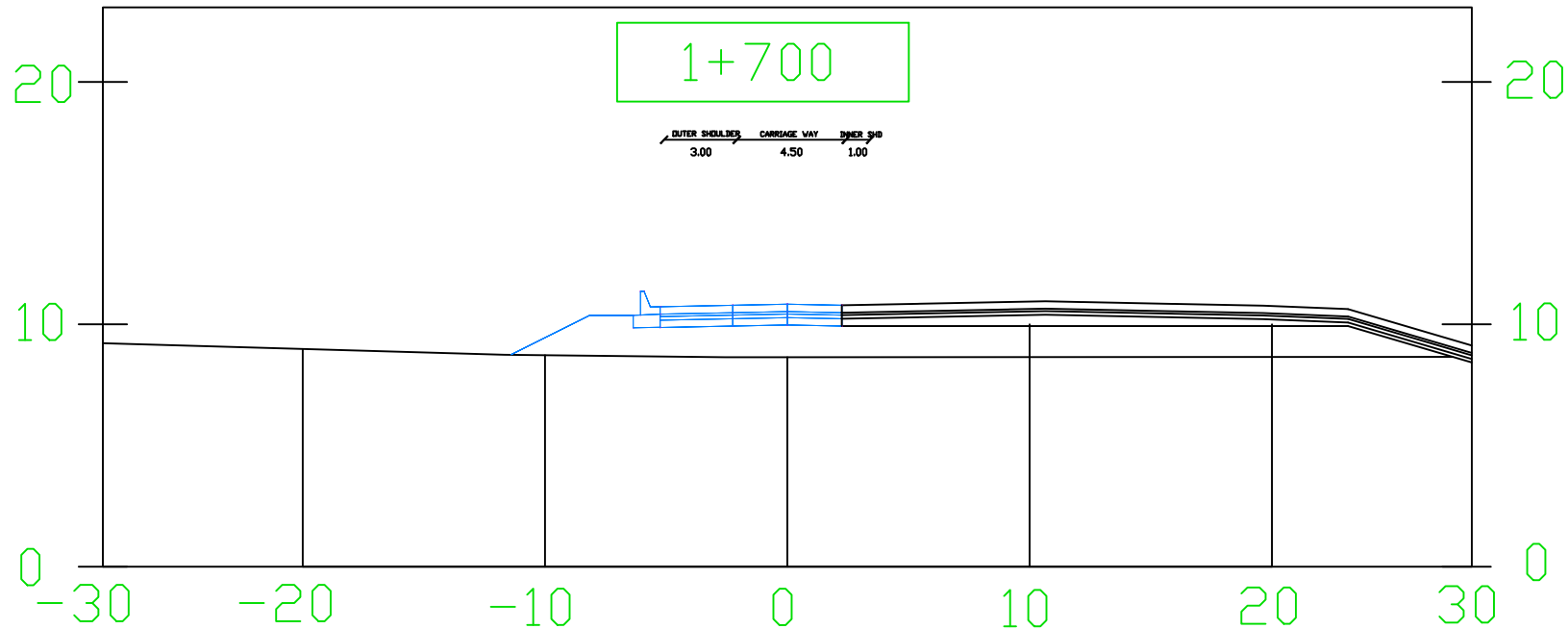
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 4

12

12





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tol
Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 300

Kode

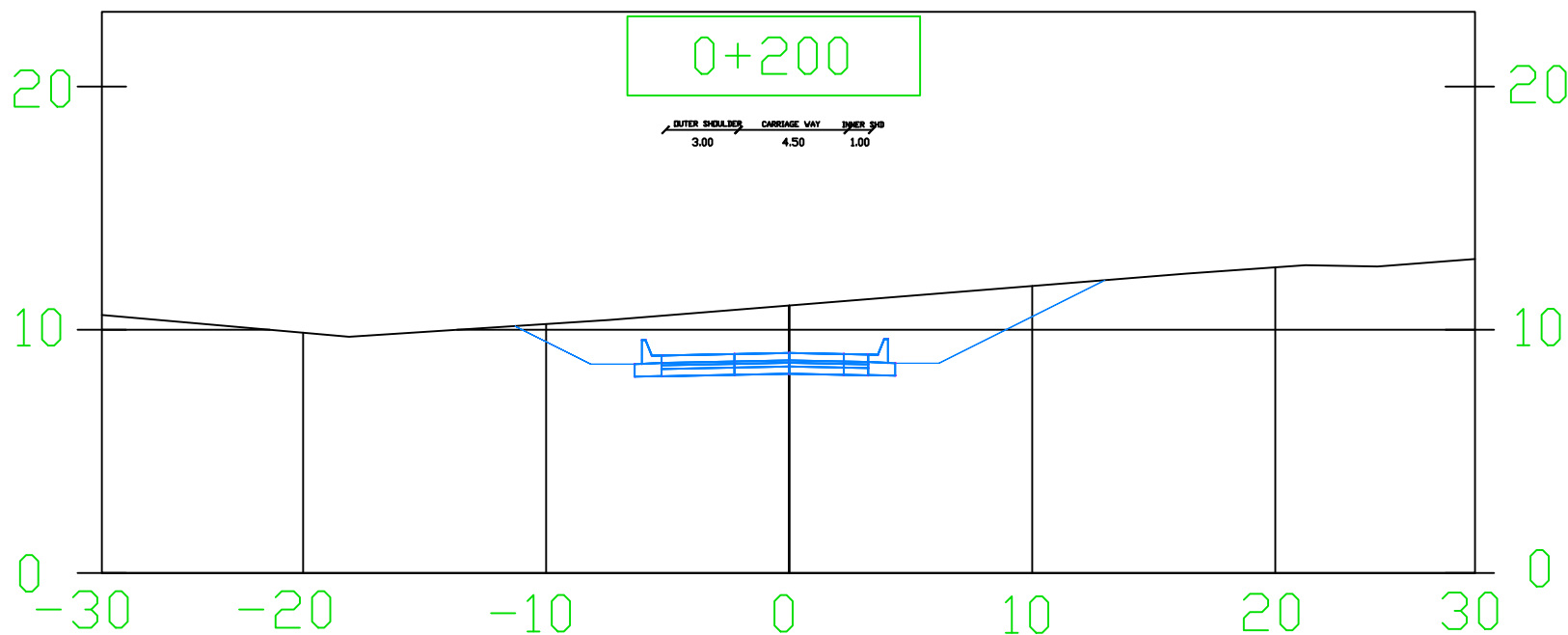
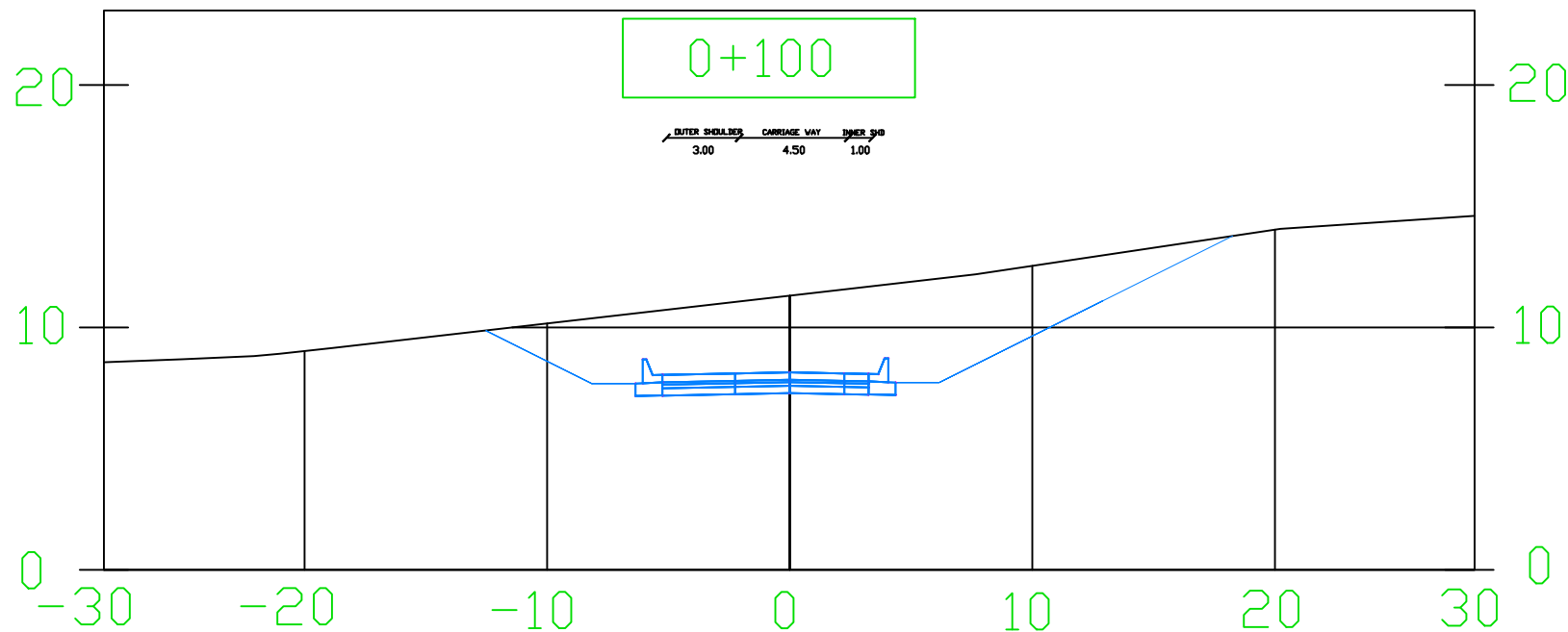
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 3

1

6





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tol
Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 300

Kode

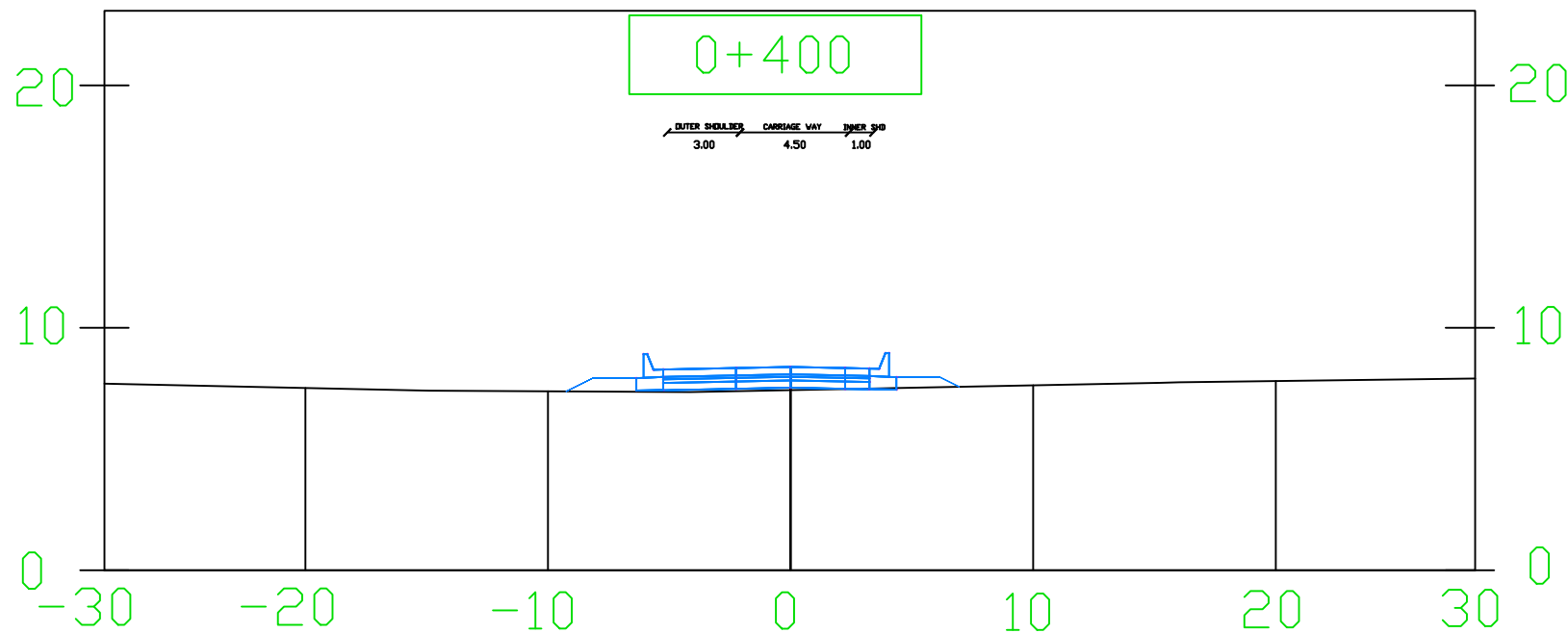
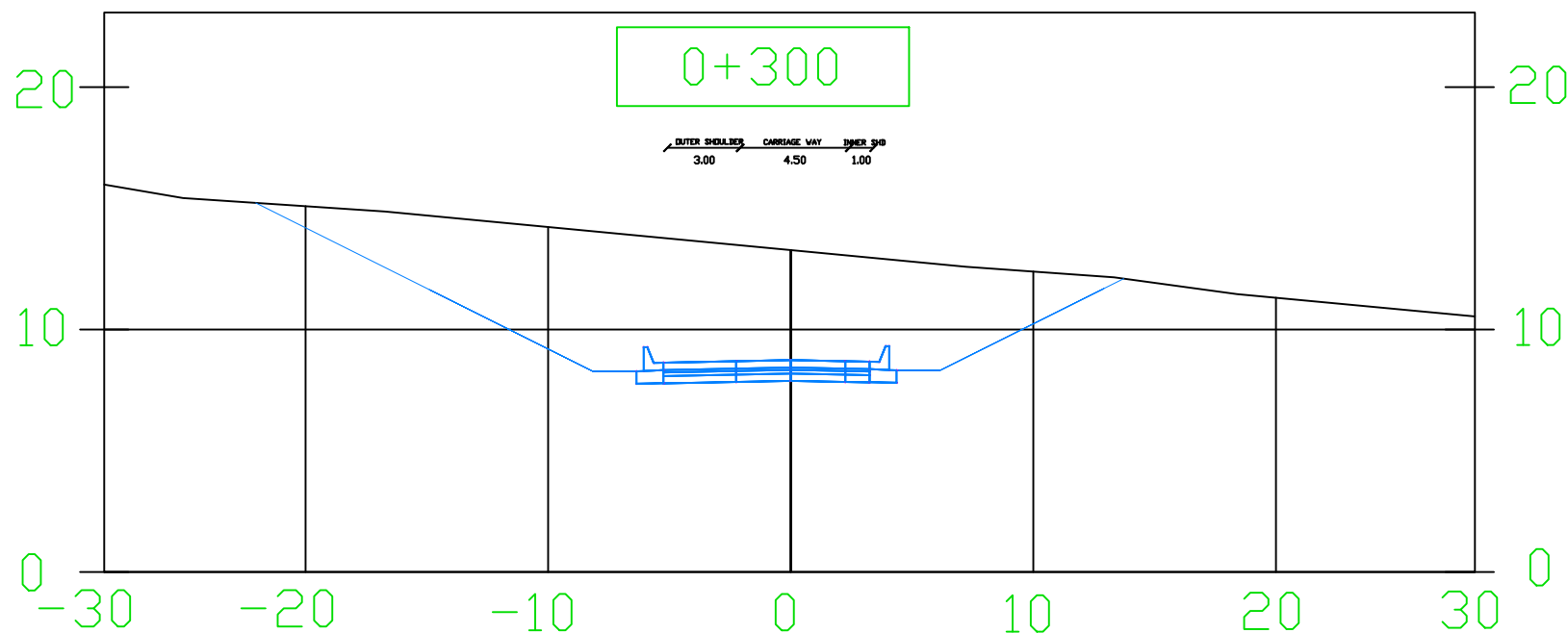
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 3

2

6





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tol
Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 300

Kode

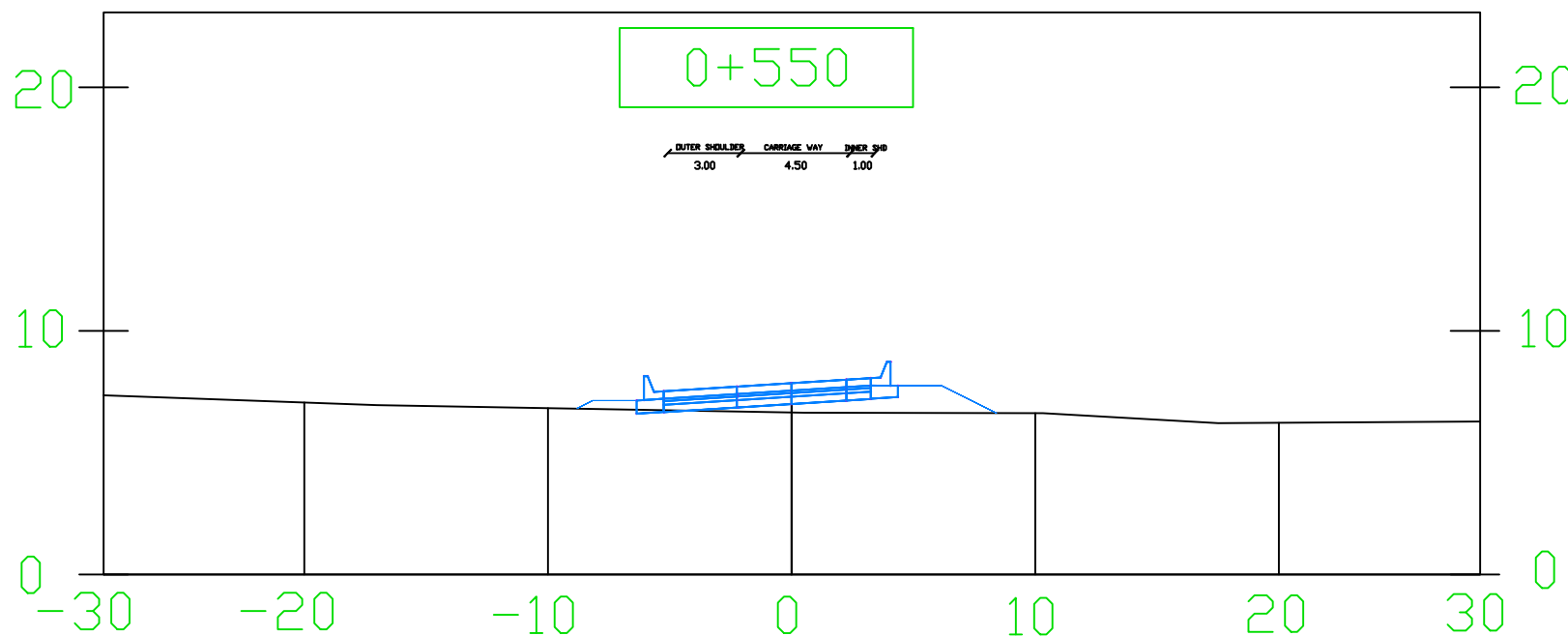
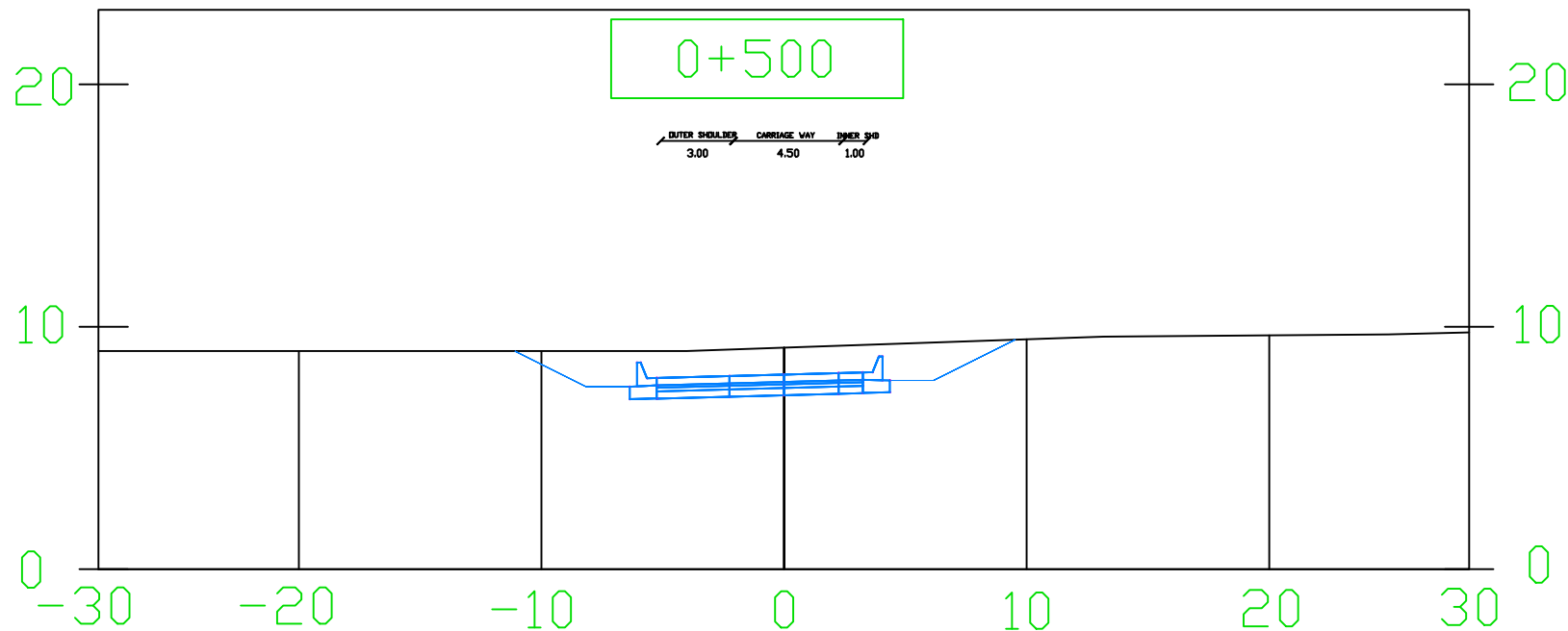
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 3

3

6





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tol
Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 300

Kode

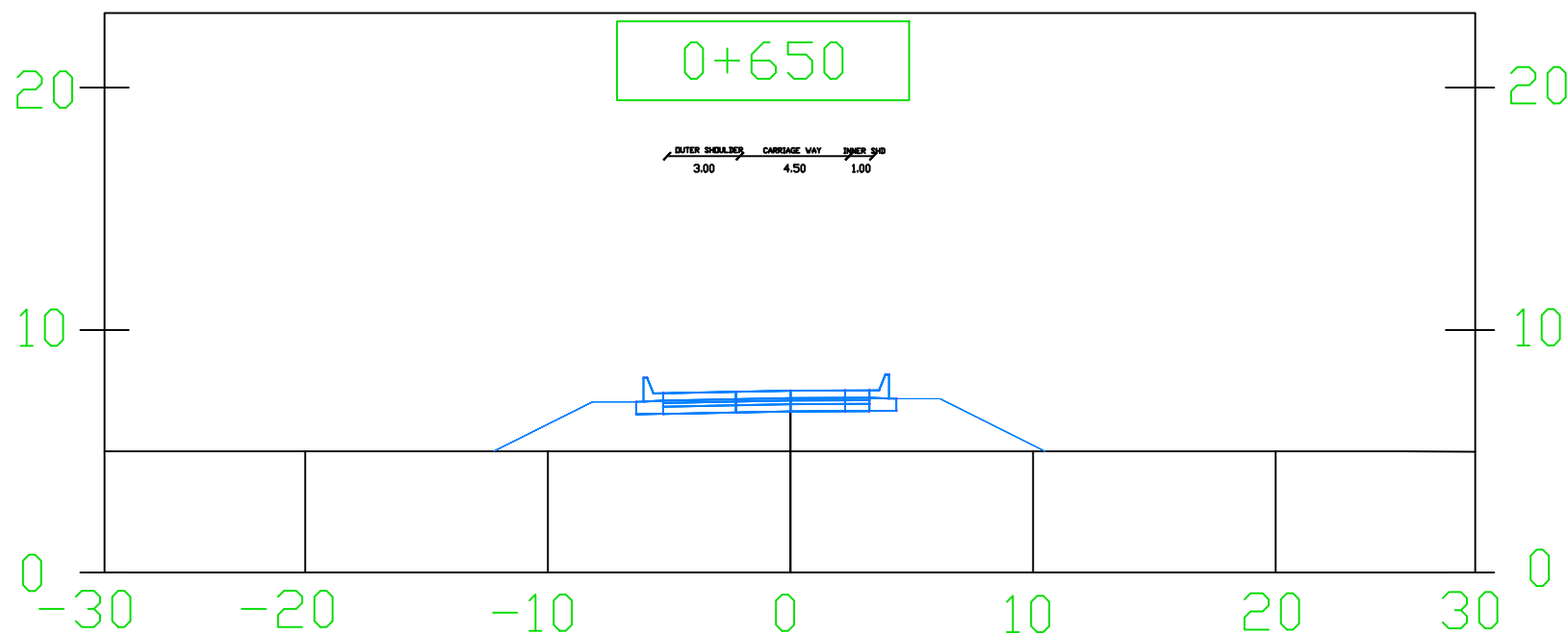
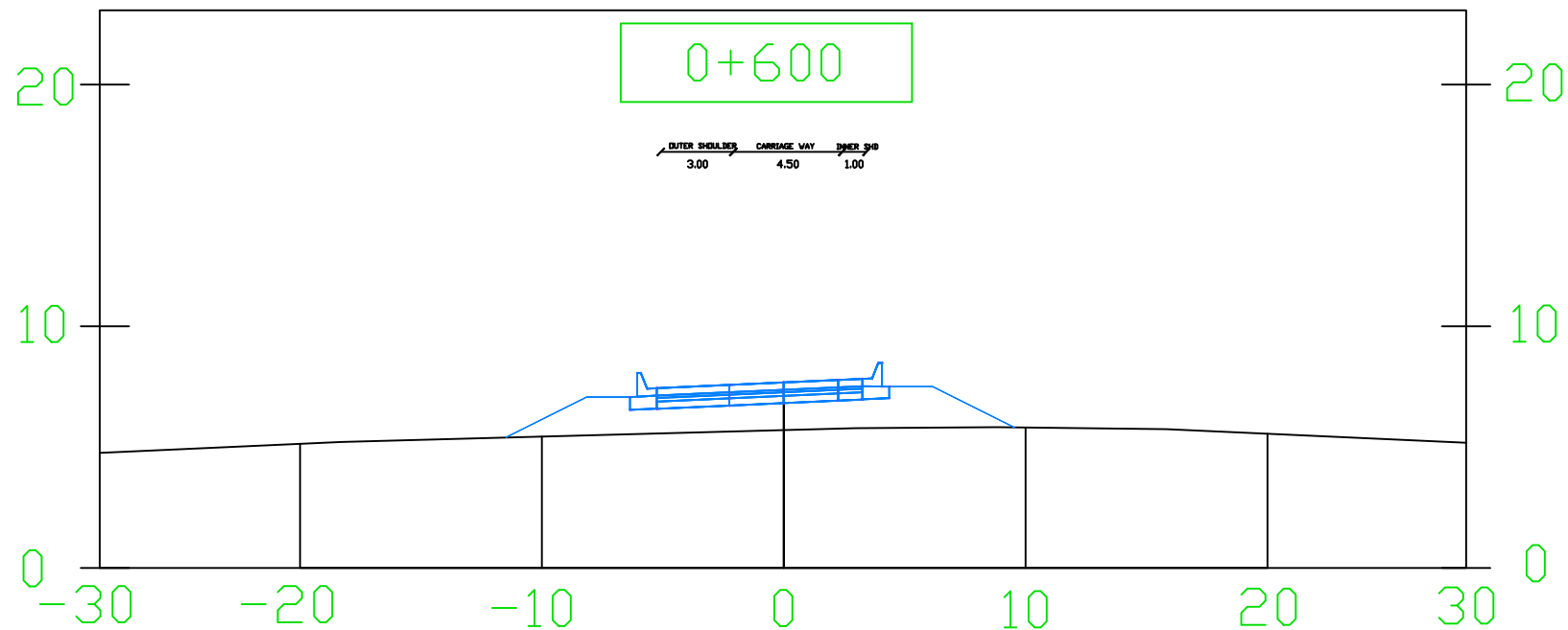
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 3

4

6





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tol
Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 300

Kode

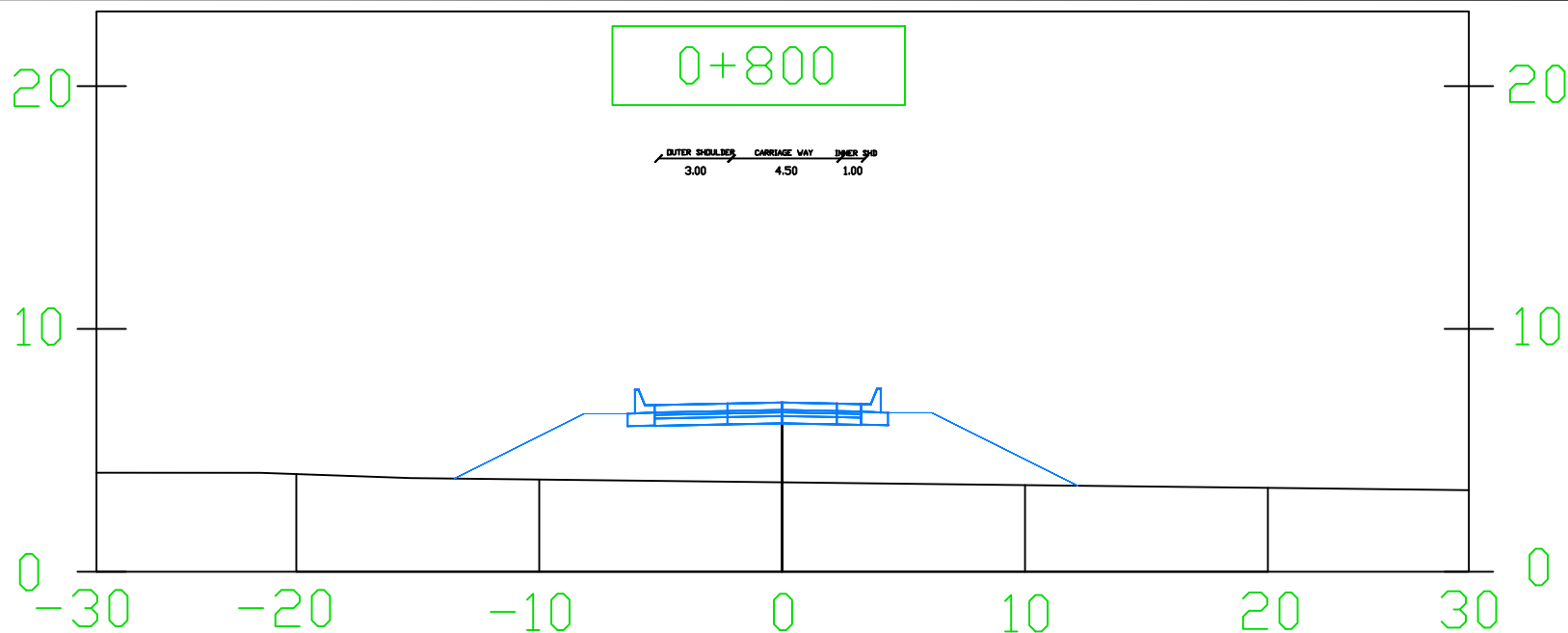
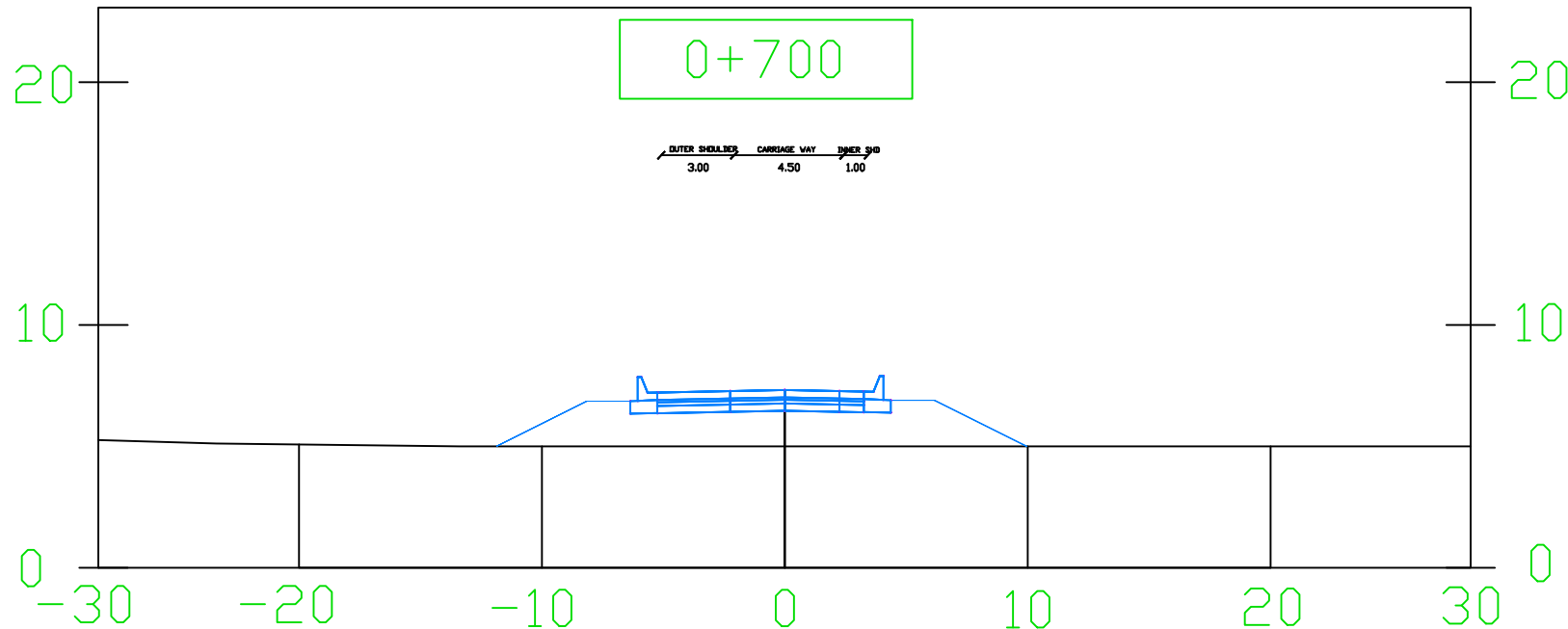
No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 3

5

6





Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan
dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GEOMETRIK
JALAN DAN INTERCHANGE
JALAN TOL TANJUNG API API -
TANJUNG CARAT
MENGUNAKAN PERKERASAN
KAKU**

Dosen Pembimbing

Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Keterangan

Nama Mahasiswa

Doni Rivaldi Mahardhika
0311164000172

Nama Gambar

Skala Gambar

Cross Section
Ramp Tol
Palembang -
Tanjung Api Api

1 : 300

Kode

No
Gambar

Jumlah
Gambar

CS-RAMP 3

6

6

