



TUGAS AKHIR – RC18-4803

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL PROBOLINGGO – BANYUWANGI SEGMENT
PROBOLINGGO – PAITON DENGAN MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU**

ILHAM RIZKY DARMAWAN
NRP. 0311 1745 000010

Dosen Pembimbing
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197007081998021002

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR – RC18-4803

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL
PROBOLINGGO – BANYUWANGI SEGMENT PROBOLINGGO –
PAITON DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

**ILHAM RIZKY DARMAWAN
NRP. 0311 1745 000010**

**Dosen Pembimbing
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197007081998021001**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**



FINAL PROJECT – RC18-4803

**GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF PROBOLINGGO –
BANYUWANGI SECTION OF PROBOLINGGO – PAITON
HIGHWAY ROAD USING RIGID PAVEMENT**

**ILHAM RIZKY DARMAWAN
NRP. 0311 1745 00010**

**Academic Supervisor :
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197007081998021001**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2019**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO – BANYUWANGI
SEGMENT PROBOLINGGO – PAITON DENGAN
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ILHAM RIZKY DARMAWAN

NRP. 0311 1745 00010

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.



SURABAYA, MEI 2019

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO – BANYUWANGI
SEGMENT PROBOLINGGO – PAITON DENGAN
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

Nama Mahasiswa : Ilham Rizky Darmawan
NRP : 03111745000010
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK – ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,
M.Eng.

Abstrak

Jalan tol memiliki peranan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi negara. Jalan Tol Trans Jawa merupakan salah satu bentuk usaha pemerintah untuk meningkatkan perekonomian negara, jalan tol ini membentang dari ujung barat hingga ujung timur pulau jawa. Jalan Tol Trans Jawa memiliki panjang total 1132 kilometer. Proyek ini memiliki 18 ruas jalan tol, bagian terakhir merupakan ruas jalan tol Probolinggo – Banyuwangi yang memiliki panjang 172,9 kilometer yang terdiri dari 3 seksi yaitu Probolinggo – Besuki, Besuki – Asembagus dan Asembagus – Ketapang.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai perancangan geometrik dan perkerasan jalan menggunakan perkerasan kaku. Lokasi yang diambil termasuk ke dalam seksi 1 tetapi perancangan hanya sampai daerah Paiton. Perancangan tugas akhir ini menggunakan Peraturan Bina Marga untuk Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan tahun 2009, Manual Desain Perkerasan (MDP) tahun 2018 Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Provinsi Jawa Timur tahun 2019.

Metodologi perancangan Jalan Tol ini menggunakan software BIM dimana dalam merencanakan trase, medan yang dihasilkan berupa kondisi riil. Software yang dipakai yaitu Infracore untuk merencanakan trase dan Civil 3D untuk mengolah Detail Engineering Design (DED).

Dari hasil perancangan jalan tol ini didapatkan panjang jalan sebesar 47,089 km dengan jumlah tikungan sebanyak 20 PI dan lengkung vertikal sebanyak 19 PVI. Tebal lapisan perkerasan kaku didapatkan 305mm pada badan jalan dan 285 mm pada bahu jalan dengan lapisan tambahan pada keduanya yaitu lapisan beton kurus (LMC) 100 mm, lapisan drainase 150 mm dan lapisan stabilisasi semen 300 mm. Volume galian yang dihasilkan sebesar 5.992.601,06 m³ dan volume timbunan sebesar 4.667.510,075 m³ dengan rasio perbandingan antara galian dengan timbunan sebesar 22,11%. Total anggaran biaya material untuk pembangunan Jalan Tol ini sebesar Rp3.748.271.319.921,-.

Kata kunci : jalan tol, Probolinggo, geometrik, perkerasan kaku

GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF PROBOLINGGO – BANYUWANGI SECTION OF PROBOLINGGO – PAITON HIGHWAY ROAD USING RIGID PAVEMENT

Student's Name : Ilham Rizky Darmawan
ID : 0311174500010
Department : Civil Engineering
Supervisor : Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,
M.Eng.

Abstract

Toll roads have an important role in supporting the country's economic growth. The Trans Java toll road is a form of government's effort to improve the country's economy, this toll road runs from the western end to the end of Java Island. The Trans Java toll road has a length of 1132 kilometers. This project has 18 segments, the last part is the Probolinggo – Banyuwangi toll road which has a length of 172,9 kilometers consisting of 3 sections, namely Probolinggo – Besuki, Besuki – Asembagus and Asembagus – Ketapang.

In this final project will be discussed about the geometric design and pavement using rigid pavement. The location taken is included in section 1 but in this design only to Paiton. Design of this academic assignment using Peraturan Bina Marga Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan in 2009, Manual Desain Perkerasan (MDP) in 2018, and Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) East Java Province in 2019.

This toll road design methodology using BIM software where the results of the lane planning are based on actual field

conditions. The software used is infraworks to plan the path and Civil 3D to make Detail Engineering Design (DED).

From the results of this toll road planning, the length of the road is 47,089 kilometers with the number of bends of 20 PI's and 19 vertical curves of PVI. Rigid pavement layer thickness was obtained 305 mm on the main road and 285 mm on the shoulder with an additional layer on both of them namely 100 mm lean mix concrete layer, 150 mm drainage layer and 300 mm cement layer. The result of excavation volume is 5.992.601,06 m³ and the result of fill volume is 4.667.510,075 m³ with a ratio between excavation and heaps is 22,11%. The total budget for material construction of this toll road is Rp3.748.271.319.921,-.

Kata kunci : toll road, Probolinggo, geometric, rigid pavement

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Geometrik dan Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi Segmen Probolinggo - Paiton Dengan Menggunakan Perkerasan Kaku” ini dapat terselesaikan. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program studi Strata-1 Lintas Jalur di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Arif Catur Prastantyo, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan memberi arahan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Ibu yang telah memberi dukungan, motivasi, semangat serta doa.
3. Segenap dosen Teknik Sipil FTSLK – ITS yang telah memberikan segenap ilmu yang bermanfaat.
4. Teman-teman Teknik Sipil ITS yang telah memberi bantuan, dukungan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi

kesempurnaan dan perbaikannya sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lebih lanjut.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Tujuan..... | 6 |
| 1.4 Ruang Lingkup..... | 6 |
| 1.5 Manfaat..... | 6 |
| 1.6 Lokasi..... | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1 Pengertian Umum..... | 9 |
| 2.2 Jurnal Terkait..... | 9 |
| 2.2.1 Silmy Adani, 2017. “Analisis ATP/WTP Pada Rencana Jalan Tol Kraksaan – Banyuwangi.”..... | 10 |
| 2.2.2 Robby Suma, 2017. “Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III (Pasuruan STA 20+367 Sampai Grati STA 34+150)..... | 11 |
| 2.3 Perencanaan Geometrik Jalan..... | 13 |
| 2.3.1 Standar Menurut Fungsi Jalan..... | 13 |
| 2.3.2 Standar Menurut Kelas Jalan..... | 14 |
| 2.3.3 Klasifikasi Medan Jalan..... | 15 |
| 2.3.4 Standar Kendaraan Rencana..... | 15 |
| 2.3.5 Standar jumlah lajur..... | 17 |
| 2.3.6 Nilai ekuivalensi mobil penumpang..... | 18 |
| 2.3.7 Volume lalu lintas rencana..... | 19 |
| 2.3.8 Kecepatan rencana..... | 19 |
| 2.4 Bagian-bagian jalan..... | 20 |
| 2.4.1 Ruang manfaat jalan..... | 20 |
| 2.4.2 Ruang milik jalan..... | 20 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.4.3 | Ruang pengawasan jalan | 21 |
| 2.5 | Penampang Melintang | 22 |
| 2.5.1 | Komposisi Penampang Melintang | 22 |
| 2.5.2 | Lebar Lajur Jalan dan Bahu jalan | 23 |
| 2.5.3 | Median | 24 |
| 2.6 | Jarak Pandang Kebebasan Samping | 26 |
| 2.6.1 | Jarak Pandang | 26 |
| 2.6.2 | Jarak Pengereman | 28 |
| 2.6.3 | Daerah Bebas Samping di Tikungan..... | 29 |
| 2.7 | Alinyemen Horizontal | 33 |
| 2.7.1 | Panjang Bagian Lurus | 33 |
| 2.7.2 | Standar Bentuk Tikungan..... | 33 |
| 2.7.3 | Panjang Tikungan | 38 |
| 2.7.4 | Jari – Jari Tikungan..... | 39 |
| 2.7.5 | Lengkung peralihan | 42 |
| 2.7.6 | Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan | 43 |
| 2.7.7 | Persyaratan L_{Smin} dan L_{Smax} | 46 |
| 2.7.8 | Diagram Superelevasi | 48 |
| 2.7.9 | Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan..... | 51 |
| 2.7.10 | Standar bentuk tikungan berurutan | 53 |
| 2.7.11 | Superelevasi | 55 |
| 2.8 | Alinyemen Vertikal | 57 |
| 2.8.1 | Bagian-bagian alinyemen vertikal | 58 |
| 2.8.2 | Kelandaian minimum..... | 58 |
| 2.8.3 | Kelandaian maksimum..... | 59 |
| 2.8.4 | Panjang landai kritis..... | 59 |
| 2.8.5 | Lajur pendakian | 60 |
| 2.8.6 | Lajur darurat..... | 61 |
| 2.8.7 | Panjang lengkung vertikal..... | 63 |
| 2.8.8 | Lengkung vertikal cembung..... | 64 |
| 2.8.9 | Lengkung vertikal cekung..... | 66 |
| 2.8.10 | Lengkung vertikal cekung di bawah lintasan..... | 68 |
| 2.8.11 | Faktor kenyamanan untuk lengkung vertikal cekung 70 | |
| 2.8.12 | Koordinasi alinyemen | 71 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 2.9 | Perkerasan Jalan | 72 |
| 2.10 | Umur Rencana | 72 |
| 2.11 | Pemilihan struktur perkerasan | 73 |
| 2.11.1 | Perkerasan kaku | 74 |
| 2.11.2 | Perkerasan kaku untuk lalu lintas rendah..... | 75 |
| 2.12 | Lalu lintas | 76 |
| 2.12.1 | Analisis volume lalu lintas..... | 76 |
| 2.12.2 | Faktor pertumbuhan lalu lintas | 77 |
| 2.12.3 | Lalu lintas pada lajur rencana | 78 |
| 2.12.4 | Beban sumbu standar kumulatif | 80 |
| 2.13 | Desain fondasi jalan | 81 |
| 2.13.1 | Pengukuran daya dukung dengan DCP (<i>Dynamic Cone Penetration Test</i>) | 81 |
| 2.13.2 | Persyaratan umum persiapan tanah dasar | 84 |
| 2.13.3 | Umur rencana fondasi perkerasan..... | 84 |
| 2.13.4 | Fondasi perkerasan kaku..... | 85 |
| 2.14 | Desain perkerasan..... | 85 |
| 2.14.1 | Struktur perkerasan | 85 |
| 2.14.2 | Perkerasan kaku | 86 |
| 2.15 | Sambungan | 87 |
| 2.15.1 | Sambungan memanjang dengan batang pengikat (<i>Tie Bars</i>) | 88 |
| 2.15.2 | Sambungan susut melintang | 89 |
| 2.15.3 | Ruji (<i>Dowel</i>) | 90 |
| BAB III | METODOLOGI | 93 |
| 3.1 | Pengertian Umum | 93 |
| 3.2 | Tahap Persiapan..... | 93 |
| 3.2.1 | Identifikasi Masalah..... | 93 |
| 3.2.2 | Studi Literatur | 94 |
| 3.2.3 | Studi Lapangan | 94 |
| 3.3 | Pengumpulan dan Pengolahan Data | 95 |
| 3.3.1 | Pengambilan Data..... | 95 |
| 3.3.2 | Pengolahan Data | 96 |
| 3.4 | Kesimpulan dan Saran..... | 100 |
| 3.5 | Flowchart..... | 100 |

| | |
|--|------------|
| BAB IV GEOMETRIK JALAN..... | 107 |
| 4.1 Pemilihan Trase | 107 |
| 4.2 Kriteria Desain Geometrik Jalan..... | 108 |
| 4.3 Perencanaan Alinyemen Horsional | 108 |
| 4.3.1 Perencanaan Tikungan | 109 |
| 4.3.2 Jarak Pandang Henti | 122 |
| 4.3.3 Jarak Pandang Kebebasan Samping..... | 123 |
| 4.4 Perencanaan Alinyemen Vertikal | 124 |
| 4.4.1 Lengkung Vertikal Cekung..... | 124 |
| 4.4.2 Lengkung Vertikal Cembung..... | 128 |
| 4.5 Perhitungan Pelebaran Jalan | 133 |
| 4.6 Potongan Melintang..... | 133 |
| BAB V PERKERASAN JALAN | 137 |
| 5.1 Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan | 137 |
| 5.2 Analisa Lalu Lintas..... | 137 |
| 5.3 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan | 138 |
| 5.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas | 141 |
| 5.5 Faktor Distribusi pada Lajur Rencana | 141 |
| 5.6 Beban Sumbu Standar Kumulatif | 142 |
| 5.7 Pengolahan Data CBR | 143 |
| 5.8 Desain Tebal Perkerasan Kaku | 144 |
| 5.9 Perencanaan Sambungan | 145 |
| BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA | 151 |
| 6.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan..... | 151 |
| 6.2 Volume Pekerjaan..... | 155 |
| 6.2.1 Volume Pekerjaan Tanah..... | 155 |
| 6.2.2 Volume Perkerasan dan Struktur Jalan | 156 |
| 6.2.3 Luas Struktur Jembatan..... | 158 |
| 6.3 Rencana Anggaran Biaya Material | 159 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN | 161 |
| 7.1 Kesimpulan..... | 161 |
| 7.2 Saran | 163 |
| DAFTAR PUSTAKA | 165 |
| LAMPIRAN | 167 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1.1 Ruas Jalan Tol Trans Jawa | 1 |
| Tabel 2.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan..... | 14 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi menurut kelas jalan | 14 |
| Tabel 2.3 Klasifikasi menurut medan jalan | 15 |
| Tabel 2.4 Dimensi kendaraan rencana..... | 15 |
| Tabel 2.5 Tipe alinyemen | 17 |
| Tabel 2.6 Jumlah lajur berdasarkan arus lalu lintas | 17 |
| Tabel 2.7 Ekuivalensi mobil penumpang (emp)..... | 18 |
| Tabel 2.8 Kecepatan rencana (VR) | 19 |
| Tabel 2.9 Dimensi ruang jalan bebas hambatan untuk jalan tol .. | 21 |
| Tabel 2.10 Lebar lajur dan bahu jalan tol..... | 23 |
| Tabel 2.11 Jarak pandang henti (S_s) minimum | 28 |
| Tabel 2.12 Jarak pandang henti (S_s) minimum dengan kelandaian | 28 |
| Tabel 2.13 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s < L_C$.. | 31 |
| Tabel 2.14 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s > L_C$, dimana $S_s - L_C = 25m$ | 32 |
| Tabel 2.15 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s > L_C$, dimana $S_s - L_C = 50m$ | 32 |
| Tabel 2.16 Panjang bagian lurus maksimum..... | 33 |
| Tabel 2.17 Panjang Tikungan Minimum..... | 38 |
| Tabel 2.18 Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim | 39 |
| Tabel 2.19 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_R | 39 |
| Tabel 2.20 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan) | 40 |
| Tabel 2.21 L_s min berdasarkan waktu perjalanan..... | 43 |
| Tabel 2.22 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{max} = 10\%$) | 44 |
| Tabel 2.23 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{max} = 8\%$) | 45 |

| | |
|---|----|
| Tabel 2.24 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{\max} = 6\%$) | 45 |
| Tabel 2.25 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{\max} = 4\%$) | 46 |
| Tabel 2.26 L_S min dan L_S max berdasarkan pergeseran lintasan (p) | 47 |
| Tabel 2.27 Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan | 53 |
| Tabel 2.28 Kelandaian maksimum | 59 |
| Tabel 2.29 Panjang landai kritis | 59 |
| Tabel 2.30 Jenis material dan tahanan laju untuk lajur darurat ... | 62 |
| Tabel 2.31 Panjang lajur darurat untuk kecepatan masuk 120 km/jam | 63 |
| Tabel 2.32 Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti | 65 |
| Tabel 2.33 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti | 67 |
| Tabel 2.34 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan | 70 |
| Tabel 2.35 Umur rencana perkerasan jalan baru (UR) | 73 |
| Tabel 2.36 Pemilihan jenis perkerasan | 74 |
| Tabel 2.37 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%) | 77 |
| Tabel 2.38 Faktor distribusi lajur (DL) | 79 |
| Tabel 2.39 Faktor distribusi arah (DD) | 80 |
| Tabel 2.40 Faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim | 82 |
| Tabel 2.41 Indikasi perkiraan nilai CBR | 82 |
| Tabel 2.42 Desain fondasi jalan minimum | 83 |
| Tabel 2.43 Bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat | 86 |
| Tabel 2.44 Bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah | 87 |
| Tabel 2.45 Diameter susut melintang | 89 |
| Tabel 2.46 Ukuran diameter ruji | 91 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 5.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata | 138 |
| Tabel 5.2 Lalu Lintas Harian Rata-rata | 139 |
| Tabel 5.3 Tabel Prosentase PDRB | 140 |
| Tabel 5.4 Jumlah LHR Tahun 2020 | 141 |
| Tabel 5.5 Jumlah Beban Sumbu Standar Kumulatif | 143 |
| Tabel 6.1 Analisa HSPK Pengurangan Sirtu dengan Alat Berat. 151 | |
| Tabel 6.2 Analisa HSPK Penggalian Tanah dengan Alat Berat 152 | |
| Tabel 6.3 Pekerjaan Beton K-350 | 152 |
| Tabel 6.4 Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton (polos/ulir) | 152 |
| Tabel 6.5 Lantai Kerja K-100..... | 153 |
| Tabel 6.6 Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Klas A..... | 153 |
| Tabel 6.7 Pekerjaan Beton K-150 | 154 |
| Tabel 6.8 Lapis Pondasi Semen | 154 |
| Tabel 6.9 Volume material perkerasan jalan | 158 |
| Tabel 6.10 Luas Jembatan | 159 |
| Tabel 6.11 Anggaran Biaya Jalan Tol | 159 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Ruas Jalan Tol Trans Jawa | 7 |
| Gambar 1.2 Ruas Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi..... | 7 |
| Gambar 2.1 Dimensi mobil penumpang..... | 15 |
| Gambar 2.2 Dimensi bus | 16 |
| Gambar 2.3 Kendaraan truk 2 as | 16 |
| Gambar 2.4 Kendaraan truk 3 as | 16 |
| Gambar 2.5 Kendaraan truk 4 as | 16 |
| Gambar 2.6 Kendaraan truk 5 as | 17 |
| Gambar 2.7 Tipikal jalan bebas hambatan untuk jalan tol | 22 |
| Gambar 2.8 Tipikal potongan melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol di atas tanah (<i>at grade</i>) | 23 |
| Gambar 2.9 Kemiringan melintang 2 arah pada tiap jalur | 24 |
| Gambar 2.10 Kemiringan melintang 1 arah pada tiap jalur | 24 |
| Gambar 2.11 <i>Median Concrete Barrier</i> dengan tipe “ <i>High</i> ” | 25 |
| Gambar 2.12 Median yang diturunkan..... | 26 |
| Gambar 2.13 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung | 27 |
| Gambar 2.14 Diagram ilustrasi komponen untuk menentukan daerah bebas samping | 29 |
| Gambar 2.15 Gambar ilustrasi daerah bebas samping di tikungan untuk $S_s < L_c$ | 30 |
| Gambar 2.16 Gambar ilustrasi daerah bebas samping di tikungan untuk $S_s > L_c$ | 30 |
| Gambar 2.17 Jarak bebas (M) berdasarkan jarak pandang henti pada tikungan ($S_s < L_c$)..... | 31 |
| Gambar 2.18 Tikungan <i>Full Circle</i> | 34 |
| Gambar 2.19 Tikungan <i>Spiral Circle Spiral</i> | 35 |
| Gambar 2.20 Tikungan <i>Spiral Spiral</i> | 37 |
| Gambar 2.21 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 10% | 41 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.22 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 8% | 41 |
| Gambar 2.23 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 6% | 41 |
| Gambar 2.24 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 4% | 42 |
| Gambar 2.25 Pergeseran lintasan pada tikungan menggunakan lengkung peralihan..... | 46 |
| Gambar 2.26 Diagram superelevasi dengan sumbu putar sumbu jalan..... | 47 |
| Gambar 2.27 Diagram superelevasi dengan sumbu putar sisi dalam perkerasan jalan..... | 48 |
| Gambar 2.28 Diagram superelevasi dengan sumbu putar sisi luar perkerasan jalan | 48 |
| Gambar 2.29 Metoda pencapaian superelevasi pada tikungan | 49 |
| Gambar 2.30 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SCS .. | 50 |
| Gambar 2.31 Pencapaian superelevasi pada tikungan FC | 50 |
| Gambar 2.32 Pencapaian superelevasi pada tikungan SS | 51 |
| Gambar 2.33 Pelebaran pada tikungan untuk kendaraan semi trailer | 52 |
| Gambar 2.34 Tikungan berurutan searah yang harus dihindarkan | 54 |
| Gambar 2.35 Tikungan berurutan searah dengan sisipan bagian lurus minimum | 54 |
| Gambar 2.36 Tikungan berurutan balik arah yang harus dihindarkan | 55 |
| Gambar 2.37 Tikungan berurutan balik arah dengan sisipan bagian lurus minimum | 55 |
| Gambar 2.38 Hubungan antara jari-jari, R lengkung dengan derajat lengkung, D | 56 |
| Gambar 2.39 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung | 58 |
| Gambar 2.40 Lajur pendakian tipikal | 60 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 2.41 Tipe-tipe lajur darurat..... | 61 |
| Gambar 2.42 Panjang lajur darurat untuk kecepatan masuk 120 km/jam (Angka menunjukkan no material) | 63 |
| Gambar 2.43 Jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung..... | 64 |
| Gambar 2.44 Jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung..... | 65 |
| Gambar 2.45 Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti | 66 |
| Gambar 2.46 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti..... | 67 |
| Gambar 2.47 Jarak pandang pada lintasan bawah..... | 68 |
| Gambar 2.48 Panjang lengkung vertikal cekung di bawah lintasan | 69 |
| Gambar 2.49 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan..... | 71 |
| Gambar 2.50 Tipikal potongan melintang perkerasan kaku..... | 87 |
| Gambar 2.51 Sambungan susut melintang tanpa ruji..... | 90 |
| Gambar 2.52 Sambungan susut melintang dengan ruji | 90 |
| Gambar 3.1 Flowchart umum..... | 101 |
| Gambar 3.2 Flowchart alinyemen horisontal | 103 |
| Gambar 3.3 Flowchart alinyemen vertikal | 104 |
| Gambar 3.4 Flowchart tebal perkerasan kaku | 105 |
| Gambar 4.1 Trase rencana ruas Probolinggo – Pation | 107 |
| Gambar 4.2 Trase rencana ruas Probolinggo – Pation dan jalur tower | 108 |
| Gambar 4.3 Koordinat titik PI-1..... | 109 |
| Gambar 4.4 Parameter tikungan PI-1 | 121 |
| Gambar 4.5 Diagram superelevasi tikungan PI-1..... | 122 |
| Gambar 4.6 Potongan melintang kondisi cut | 133 |
| Gambar 4.7 Potongan melintang kondisi fill..... | 133 |
| Gambar 4.8 Gambar jembatan girder | 134 |
| Gambar 4.9 Jembatan pada STA 39+127.48 – 39+822.14..... | 134 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4.10 Jembatan pada STA 42+399.86 – 43+042.40..... | 135 |
| Gambar 4.11 Jembatan pada STA 43+258.42 – 43+574.34..... | 135 |
| Gambar 4.12 Jembatan pada STA 44+055.75 – 44+258.085.... | 135 |
| Gambar 5.1 Grafik PDRB Provinsi Jawa Timur tahun 2010- 2016 | 139 |
| Gambar 5.2 Tebal perkerasan badan jalan..... | 145 |
| Gambar 5.3 Tebal perkerasan bahu jalan | 145 |
| Gambar 5.4 Penulangan Tie Bars dan Dowel..... | 147 |
| Gambar 5.5 Detail penulangan tie bar | 148 |
| Gambar 5.6 Detail penulangan dowel | 149 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan tol Trans Jawa merupakan jalan tol yang membentang dari ujung barat hingga ujung timur pulau Jawa. Jalan tol pada umumnya digunakan sebagai jalan alternatif yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan pada jalan nasional eksisting. Proyek jalan tol Trans Jawa ini dimulai dari Merak hingga berakhir di Banyuwangi dengan panjang total ± 1132 kilometer. Proyek pembangunan jalan tol Trans Jawa merupakan salah satu bentuk usaha pemerintah untuk memudahkan masyarakat Indonesia dalam segi mobilitas untuk meningkatkan perekonomian dan sosial masyarakat. Dalam pembangunannya, jalan tol Trans Jawa dibagi menjadi 18 ruas yang ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.1 Ruas Jalan Tol Trans Jawa

| Nama ruas | Panjang ruas (km) |
|--------------------|-------------------|
| Jakarta - Merak | 98 |
| Jakarta - Cikampek | 72 |
| Cikopo - Palimanan | 116 |
| Palimanan - Kanci | 26 |
| Kanci - Pejagan | 35 |
| Pejagan - Pemalang | 57 |
| Pemalang - Batang | 39 |
| Batang - Semarang | 75 |
| Semarang | 24 |
| Semarang - Solo | 75 |

| | |
|--------------------------|-------------|
| Solo - Ngawi | 90 |
| Ngawi - Kertosono | 87 |
| Mojokerto - Kertosono | 40 |
| Mojokerto - Surabaya | 36 |
| Surabaya - Porong | 36 |
| Gempol - Pasuruan | 13 |
| Pasuruan - Probolinggo | 40 |
| Probolinggo - Banyuwangi | 173 |
| Total | 1132 |

(Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Jalan_Tol_Trans-Jawa)

Proyek ini memerlukan biaya investasi sebesar ±54,14 triliun rupiah untuk pembangunan ruas utama dan ±8,98 triliun rupiah untuk biaya pembebasan lahan, ditargetkan pada tahun 2019 seluruh ruas jalan tol Trans Jawa sudah selesai dan dapat digunakan. Hingga saat ini, pembangunan ruas Pasuruan – Probolinggo yang ditargetkan selesai pada akhir tahun 2018. Untuk ruas terakhir yaitu ruas Probolinggo – Banyuwangi memasuki tahap perencanaan dan ditargetkan selesai pada akhir tahun 2019. Diharapkan proyek tol trans jawa mampu mendukung pembangunan negara dalam sektor ekonomi melalui pendistribusian barang yang efektif dan efisien.

Ruas jalan tol Probolinggo – Banyuwangi atau jalan tol Probawanggi merupakan jalan tol yang menghubungkan 3 kota yaitu Probolinggo, Situbondo dan Banyuwangi. Ruas ini diharapkan mampu mendongkrak potensi yang dimiliki masing-masing 3 kota yang dilewati antara lain Probolinggo pada sektor industri dan pertanian, Situbondo pada sektor sumber daya alam dan Banyuwangi pada sektor pariwisata yang lokasinya strategis penghubung Pulau Jawa dengan Pulau Bali. Untuk itu, ruas ini diharapkan mampu mendukung pergerakan orang dan barang antar ketiga kota tersebut dan sekitarnya dengan mengurangi biaya logistik dan waktu tempuh. Dalam pembangunannya ruas ini direncanakan memiliki panjang 172,9 kilometer yang terdiri dari 3

seksi yaitu Seksi I Probolinggo – Besuki memiliki panjang 46,5 kilometer, Seksi II Besuki – Asembagus memiliki panjang 59,6 kilometer dan Seksi III Asembagus – Ketapang 66,8 kilometer. Ruas tol ini direncanakan memiliki lajur 3 lajur dengan lebar masing-masing 3,6 meter, bahu jalan bagian luar selebar 3 meter dan bahu jalan bagian dalam selebar 1,5 meter. Biaya investasi yang diperlukan yaitu sebesar 23 triliun rupiah dan mampu mengurangi waktu tempuh Probolinggo – Banyuwangi yang awalnya 4-5 jam menjadi 2-3 jam.

Pembangunan jalan tol di Indonesia masih menggunakan peraturan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol tahun 2009 yang disusun oleh Dinas Pekerjaan Umum (PU). Beberapa aspek yang diperhatikan dalam perancangan jalan tol yaitu kemiringan jalan, kecepatan rencana, arus lalu lintas dan bentuk tikungan jalan. Kemiringan medan jalan di dalam peraturan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol dibagi menjadi 3 medan yaitu medan jalan datar dengan kemiringan $< 10\%$, perbukitan dengan kemiringan $10\% - 25\%$ dan pegunungan dengan kemiringan $> 25\%$. Kemiringan medan jalan tergantung pada kondisi eksisting permukaan tanah, semakin landai permukaan tanah maka semakin layak permukaan tersebut dijadikan sebagai trase jalan tol. Dari pengklasifikasian kemiringan jalan diatas dapat ditentukan kecepatan rencana yang digunakan, pengklasifikasian tersebut dibagi berdasarkan medan jalan yaitu datar, perbukitan dan pegunungan. Besaran kecepatan rencana jalan antarkota yaitu medan jalan datar memiliki kecepatan rencana 120 km/jam, medan jalan perbukitan memiliki kecepatan rencana 100 km/jam dan yang terakhir yaitu daerah pegunungan memiliki kecepatan rencana 80 km/jam. Untuk menentukan jumlah lajur pada satu jalur ditentukan dari jumlah arus lalu lintas yang melewati jalur eksisting yang ada kemudian dari jumlah arus lalu lintas tersebut dapat ditentukan jumlah lajur sesuai dengan kapasitas yang ada pada peraturan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol. Dan yang terakhir adalah bentuk bentuk tikungan jalan yang digunakan. Bentuk tikungandibagi menjadi 3 yaitu tikungan *full circle*, *spiral*-

circle-spiral dan *spiral-spiral*. Penentuan bentuk lengkung peralihan dinilai berdasarkan nilai panjang busur lingkaran (L_c) dan nilai superelevasi (e). Tikungan jenis *full circle* dapat digunakan jika jari-jari tikungan (R) yang direncanakan besar dan nilai superelevasi (e) lebih kecil dari 3%. Tikungan *spiral-circle-spiral* digunakan jika nilai superelevasi (e) $\geq 3\%$ dan panjang busur lingkaran (L_c) > 25 meter. Sedangkan tikungan *spiral-spiral* digunakan jika nilai superelevasi (e) $\geq 3\%$ dan panjang busur lingkaran (L_c) < 25 meter.

Selain desain geometrik jalan, desain perkerasan jalan merupakan perlu dilakukan untuk menentukan tipe perkerasan yang digunakan. Pada umumnya perkerasan dibagi menjadi 2 yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perbedaan dari kedua jenis perkerasan diatas adalah campuran yang digunakan sebagai lapisan perkerasan pada permukaan jalan. Perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai campuran perkerasan sedangkan perkerasan kaku menggunakan beton sebagai campuran perkerasan pada lapisan permukaan. Penggunaan perkerasan kaku merupakan pilihan yang tepat untuk digunakan sebagai perkerasan jalan tol, karena sifatnya yang kuat dinilai mampu menahan beban yang cukup berat dan kecepatan yang cukup tinggi. Dari segi umur rencana, perkerasan mampu bertahan hingga waktu yang cukup lama. Sesuai dalam peraturan Manual Perkerasan Jalan tahun 2017 yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, jenis perkerasan kaku memiliki umur rencana hingga 40 tahun. Faktor lain yang menjadi penentu perhitungan perkerasan adalah jumlah arus lalu lintas dan jumlah pertumbuhan lalu lintas (i). Untuk menentukan desain perkerasan harus diketahui jumlah arus lalu lintas dan jenis-jenis kendaraan yang kemudian dapat ditentukan beban kendaraan yang akan melewati jalan tol. Kemudian jumlah pertumbuhan lalu lintas (i) digunakan untuk memprediksi beban kendaraan hingga akhir umur rencana, data Pertumbuhan Domestik Regional Bruto (PDRB) dapat digunakan sebagai nilai (i) jika tidak terdapat data pertumbuhan lalu lintas pada daerah rencana.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai pembangunan jalan tol trans jawa ruas Probolinggo – Banyuwangi pada seksi I yaitu seksi Probolinggo – Paiton. Pembahasan dalam tugas akhir ini meliputi perencanaan geometrik jalan tol, tebal perkerasan kaku dengan umur rencana 40 tahun dan anggaran biaya dari trase yang direncanakan. Anggaran biaya yang dihitung meliputi analisa biaya timbunan dan biaya material yang disesuaikan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) wilayah Probolinggo. Pemilihan trase rencana berdasarkan tingkat kelandaian permukaan tanah dan biaya yang efisien. Hasil akhir tugas akhir ini adalah laporan perhitungan geometrik, perhitungan tebal perkerasan, perhitungan biaya timbunan dan material dan gambar rencana. Gambar rencana meliputi alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, potongan memanjang dan potongan melintang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu :

1. Berapa kecepatan rencana yang diperlukan dalam perancangan Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?
2. Berapa besar jari-jari pada tikungan yang ada di trase Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?
3. Berapa jenis tikungan yang ada di trase Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?
4. Berapa gradien maksimum yang ada di trase Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?
5. Berapa tebal perkerasan kaku yang digunakan pada trase Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?
6. Berapa volume timbunan dan volume galian pada trase Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?
7. Berapa anggaran biaya material dan timbunan yang diperlukan pada proyek pembangunan Jalan Tol Probolinggo – Paiton ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merencanakan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi seksi Probolinggo – Paiton yang meliputi :

1. Menentukan kecepatan rencana berdasarkan klasifikasi medan.
2. Menghitung besar jari-jari pada tikungan.
3. Merencanakan jumlah tikungan pada trase rencana.
4. Menghitung gradien kemiringan medan rencana.
5. Menhitng tebal perkerasan kaku dengan umur rencana 40 tahun.
6. Menghitung volume timbunan dan volume galian.
7. Menghitung anggaran biaya pada ketiga trase rencana sehingga dapat menentukan trase yang efisien.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun lingkup pengerjaan yang ditetapkan dalam tugas akhir ini adalah :

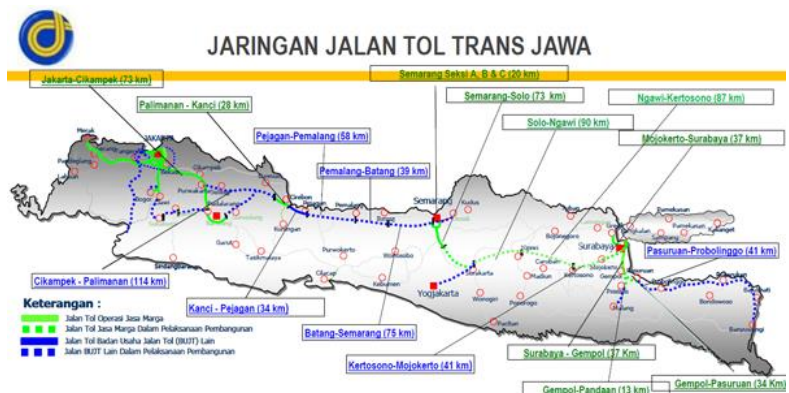
1. Perencanaan geometrik jalan berupa alinemen horizontal dan alinemen vertikal berdasarkan Peraturan Bina Marga untuk Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan tahun 2009.
2. Perencanaan tebal perkerasan kaku sesuai dengan peraturan Manual Perkerasan Jalan PU 2017.
3. Perhitungan Anggaran Biaya berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten Probolinggo.

1.5 Manfaat

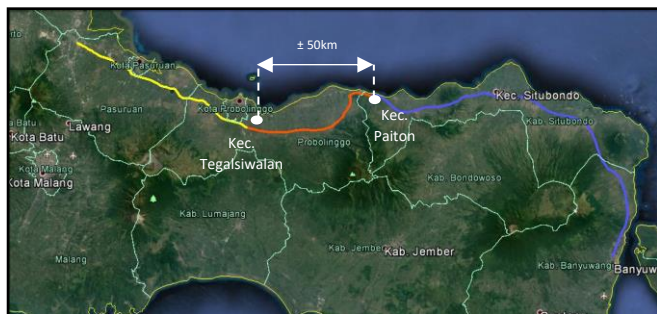
Manfaat dari Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu referensi Jasa Marga dan Kontraktor dalam merencanakan Ruas Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi seksi Probolinggo – Paiton Dan sebagai salah satu referensi tugas akhir untuk mahasiswa S1 Teknik Sipil ITS yang akan mengambil topik perencanaan jalan.

1.6 Lokasi

Jalan tol yang direncanakan menghubungkan Kota Probolinggo hingga Kota Banyuwangi dengan seksi Probolinggo – Paiton yang bermula pada Kabupaten Probolinggo yaitu di kecamatan Tegalsiwalan dan berakhir pada Kecamatan Paiton. Jalan tol ini berlokasi di Jawa Timur dan memiliki panjang rencana ± 50 km. Trase yang ditinjau diberi garis berwarna merah.



Gambar 1.1 Ruas Jalan Tol Trans Jawa



Gambar 1.2 Ruas Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian dari jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, diatas atau dibawah permukaan tanah, diatas atau dibawah air.

Jalan tol atau dalam Bahasa Indonesia disebut jalan bebas hambatan merupakan jalan yang dikhususkan untuk kendaraan bersumbu dua atau lebih (mobil, bus, truk, dll) dan bertujuan untuk mempersingkat jarak dan mengurangi waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain. Jalan tol termasuk ke dalam sistem jaringan jalan primer dengan fungsi sebagai jalan arteri dan memiliki status sebagai jalan nasional. Kata tol mengadopsi dari bahasa inggris yaitu *tollroad* atau *tollway* dengan arti kata *toll* yaitu biaya.

Pada negara yang ekonominya sedang berkembang, jalan tol merupakan moda transportasi yang vital dan memiliki peranan penting. Pembangunan jaringan jalan yang berkualitas dapat meningkatkan ekonomi negara dengan menghemat biaya dan waktu, dan membuat suatu daerah menjadi lebih menarik secara ekonomi.

2.2 Jurnal Terkait

Dalam penyusunan tugas akhir ini diperlukan jurnal atau studi yang membahas mengenai perancangan, analisa dan penelitian pada lokasi yang sama sehingga dapat menghindari plagiasi dan menambah sumber tinjauan pustaka.

2.2.1 Silmy Adani, 2017. “Analisis ATP/WTP Pada Rencana Jalan Tol Kraksaan – Banyuwangi.”

Dari jurnal tersebut, berikut pemaparan mengenai metode dan hasil analisa :

1. Penelitian dilakukan terhadap tarif ideal tol berdasarkan persepsi pengguna dengan menggunakan metode *Ability To Pay* (ATP) dan *Willingness To Pay* (WTP). Penelitian juga dilakukan dengan meninjau tarif di masa mendatang dimana proyek akan dioperasikan terkait nilai inflasi setiap tahunnya, serta meninjau kepada pengaruh perkembangan ekonomi wilayah terhadap tarif ideal yang didapatkan.
2. Metodologi penelitian ini dilakukan pada 2 titik lokasi survey yaitu Banyuglugur (rute Kraksaan menuju Banyuwangi) dan Arak-Arak (Jl. Raya Waringin sebagai rute Bondowoso menuju Kraksaan maupun Banyuwangi). Penelitian dilakukan selama 2 hari dengan 6-8 surveyor dan 1 supervisor. Pengambilan data dilakukan dengan metode wawancara dan kuisisioner. Pertanyaan pada kuisisioner penelitian ini merupakan pertanyaan tertutup dimana pilihan jawaban bagi responden sudah disediakan guna mempermudah proses pengolahan data. Untuk populasi penelitian ini adalah pengendara rata-rata pada titik survey, sehingga pengambilan sampel dilakukan secara acak. Pada penelitian ini digunakan 422 responden dengan melakukan wawancara langsung dan waktu yang dibutuhkan berkisar 5-20 menit. Teknis analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah terhadap karakteristik responden/calon pengguna tol serta tarif dengan metode ATP/WTP.

3. Hasil dari penelitian ini adalah responden yang didominasi oleh jenis kelamin laki-laki karena lebih ditujukan pada pengemudi jarak jauh. Sebanyak 69% responden berprofesi sebagai supir / *driver*. Kuantitas jenis kendaraan lebih banyak pada kendaraan golongan 1 dan 2. Didapatkan gaji responden dengan prosentase 52% memiliki pendapatan diatas Rp3.000.000, 31% memiliki pendapatan Rp2.000.000 – Rp3.000.000, 10% memiliki pendapatan lebih dari Rp4.000.000 dan 7% memiliki pendapatan dengan rentang Rp3.500.000 – Rp4.500.000. Sedangkan dalam kesehariannya, biaya transport harian responden meliputi biaya bahan bakar, biaya tol, biaya parkir dan biaya tak terduga. Biaya transportasi yang dikeluarkan memiliki rentang Rp100.000 – Rp500.000.
4. Hasil analisa ATP yang diperoleh yaitu sebesar 42,36% dengan tarif diatas Rp900 dan presentase ATP terkecil adalah 2,08% dengan tarif diantara Rp801 – Rp900. Hasil analisa WTP tarif tol dari responden yang akan beroperasi yaitu sebesar Rp600,00/km dengan prosentase diatas 73%.

2.2.2 Robby Suma, 2017. “Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III (Pasuruan STA 20+367 Sampai Grati STA 34+150)

Dari jurnal tersebut, berikut pemaparan mengenai metode dan hasil analisa :

1. Dalam jurnal ini dibahas mengenai perbandingan dari trase jalan utama, trase milik bina marga dan trase rencana. Terdapat dua alternatif pilihan trase yaitu trase milik Transmarga dan trase rencana dalam tugas akhir ini. Kriteria perencanaan trase ini didasarkan pada beberapa kriteria utama antara lain luasnya lahan yang

harus dibebaskan dan jumlah persil bangunan yang dibebaskan.

2. Pemilihan trase alternatif menggunakan analisis multi kriteria sederhana dengan membandingkan kriteria tertentu. Terdapat beberapa kriteria desain yang menjadi bahan pertimbangan antara lain panjang jalan trase, luas lahan yang dibebaskan, kecepatan kendaraan dan kondisi saat *Peak Hour*.
3. Pada geometrik jalan tol direncanakan *Point of Intersection* (PVI) sebanyak 41 buah dengan data perencanaan sebagai berikut :
 - Klasifikasi jalan : Jalan bebas hambatan
 - Tipe jalan : Empat lajur, dua arah terbagi (4/2 D)
 - Lebar jalan : 2 x 7 m
 - Lebar bahu luar : 3 m
 - Lebar bahu dalam : 1,5 m
 - Kecepatan rencana : 100 km/jam
 - Kelandaian min : 2%
 - Kelandaian maks : 10%
4. Pada Perkerasan Jalan direncanakan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan ketebalan 200 mm dan diberi lapisan tambahan berupa aspal dengan ketebalan 50 mm untuk kenyamanan. Dan menggunakan tulangan anyaman polos pada pelat beton sebagai berikut :
 - Tulangan memanjang D8 – 200.
 - Tulangan melintang D8 – 250.
 - *Tie Bars* D12 – 750.
 - *Dowel* D25 – 300.
5. Rambu yang digunakan pada perencanaan sebanyak 180 buah dan marka jalan yang digunakan ada 2 macam yaitu marka menerus dan marka putus-putus.

6. Dari hasil perhitungan anggaran biaya, dibutuhkan sebesar Rp412.091.450.000,00 dalam pembangunan jalan tol ini. Besaran biaya tersebut belum termasuk dengan biaya sewa alat berat dan upah tenaga kerja.

2.3 Perencanaan Geometrik Jalan

Mengacu pada peraturan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No. 07/BM/2009 Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, bahwa geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus :

- a. Memenuhi aspek-aspek keselamatan, kemandirian, kenyamanan, dan kelancaran lalu lintas yang diperlukan.
- b. Mempertimbangkan aspek-aspek lalu lintas yang akan digunakan sebagai jalan tol, tingkat pengembangan jalan, standar desain, pemeliharaan, kelas dan fungsi jalan, dan jalan masuk/jalan keluar, serta simpang-susun.
- c. Memenuhi ketentuan standar geometri yang khusus dirancang untuk jalan bebas hambatan dengan sistem pengumpul tol.
- d. Mempertimbangkan faktor teknis, ekonomis, finansial, dan lingkungan.
- e. Memenuhi kelas dan spesifikasi yang lebih tinggi dan harus terkendali penuh dari jalan umum yang ada.
- f. Direncanakan untuk dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi.
- g. Dilakukan dengan teknik sedemikian rupa sehingga terbentuk keserasian kombinasi antara alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal.
- h. Mempertimbangkan ketersediaan saluran yang memadai.

2.3.1 Standar Menurut Fungsi Jalan

Standar jalan menurut fungsi jalan berdasarkan sifat dan pola pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan. Klasifikasi jalan bebas hambatan untuk jalan tol menurut fungsi jalan tol dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan

| Fungsi Jalan | Jenis Angkutan yang Dilayani | Jarak Perjalanan | Kecepatan Rata-rata | Jumlah Jalan Masuk |
|--------------|------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Arteri | Utama | Jauh | Tinggi | Dibatasi |
| Kolektor | Pengumpul atau pembagi | Sedang | Sedang | Dibatasi |

(Sumber : *Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009* halaman 9)

2.3.2 Standar Menurut Kelas Jalan

Standar kelas jalan bebas hambatan untuk jalan tol berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan dapat dilihat di Tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi menurut kelas jalan

| Kelas Jalan | Fungsi Jalan | Dimensi Kendaraan Maksimum yang Diizinkan | | | Muatan Sumbu Terberat yang Diizinkan (ton) |
|-------------|---------------------|---|--------------|-------------|--|
| | | Lebar (mm) | Panjang (mm) | Tinggi (mm) | |
| I | Arteri dan Kolektor | 2.500 | 18.000 | 4.200 | 10 |
| Khusus | Arteri | >2.500 | >18.000 | 4.200 | >10 |

(Sumber : *Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009* halaman 9)

Standar kelas jalan dibagi menjadi 2 yaitu berdasarkan :

1. Penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan
2. Fungsi, dimensi kendaraan dan MST

Kelas jalan bebas hambatan untuk jalan tol didesain dengan jalan kelas 1, tetapi untuk kasus khusus dimana jalan tol tersebut melayani kawasan berikat ke jalan menuju dermaga atau ke stasiun kereta api, dimana kendaraan yang dilayani lebih besar dari standar yang ada, maka harus didesain menggunakan jalan kelas khusus.

2.3.3 Klasifikasi Medan Jalan

Klasifikasi medan jalan ditentukan dari kondisi topografi proyek dan besaran nilainya ditentukan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur melintang terhadap sumbu jalan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi menurut medan jalan

| Medan Jalan | Notasi | Kemiringan Medan |
|-------------|--------|------------------|
| Datar | D | < 10,0% |
| Perbukitan | B | 10,0% - 25,0% |
| Pegunungan | G | > 25,0% |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 10)

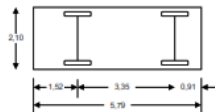
2.3.4 Standar Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang akan direncanakan melewati jalan tol tersebut. Dimensi standar kendaraan rencana untuk desain jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada Tabel 2.4.

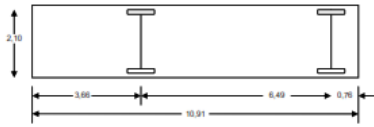
Tabel 2.4 Dimensi kendaraan rencana

| Jenis Kendaraan Rencana | Dimensi Kendaraan (m) | | | Dimensi Tonjolan (m) | | Radius Putar Minimum (m) |
|----------------------------|-----------------------|-------|---------|----------------------|----------|-----------------------------|
| | Tinggi | Lebar | Panjang | Depan | Belakang | |
| Mobil Penumpang | 1,3 | 2,1 | 5,8 | 0,9 | 1,5 | 7,31 |
| Bus | 3,2 | 2,4 | 10,9 | 0,8 | 3,7 | 11,86 |
| Truk 2 as | 4,1 | 2,4 | 9,2 | 1,2 | 1,8 | 12,80 |
| Truk 3 as | 4,1 | 2,4 | 12,0 | 1,2 | 1,8 | |
| Truk 4 as | 4,1 | 2,4 | 13,9 | 0,9 | 0,8 | 12,20 |
| Truk 5 as | 4,1 | 2,5 | 16,8 | 0,9 | 0,6 | 13,72 |

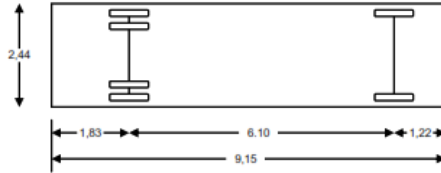
(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 10)



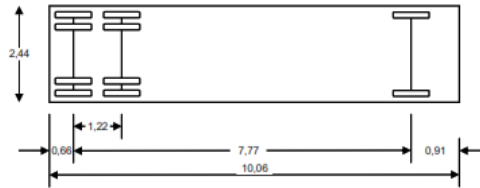
Gambar 2.1 Dimensi mobil penumpang



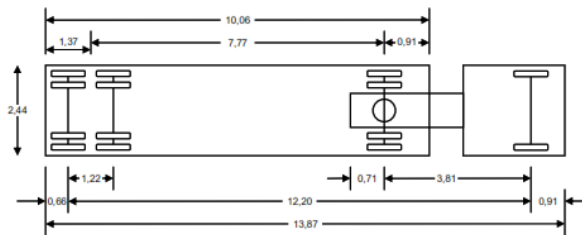
Gambar 2.2 Dimensi bus



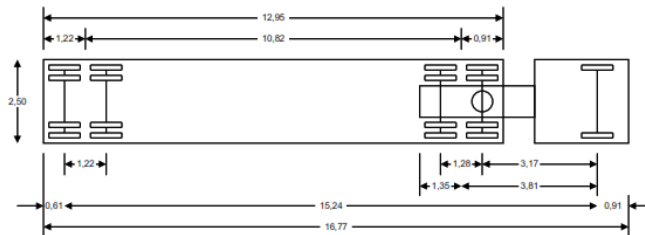
Gambar 2.3 Kendaraan truk 2 as



Gambar 2.4 Kendaraan truk 3 as



Gambar 2.5 Kendaraan truk 4 as



Gambar 2.6 Kendaraan truk 5 as

2.3.5 Standar jumlah lajur

Standar minimal jumlah lajur adalah 2 (dua) lajur per arah atau $4/2 D$ dan ditentukan berdasarkan tipe alinyemen dan prakiraan volume lalu lintas yang dinyatakan dalam kendaraan/jam sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.5 dan 2.6.

Tabel 2.5 Tipe alinyemen

| Tipe alinyemen | Naik + turun (m/km) | Lengkung horisontal (rad/km) |
|----------------|---------------------|------------------------------|
| Datar | < 10 | < 1,0 |
| Perbukitan | 10-30 | 1,0 - 2,5 |
| Pegunungan | >30 | > 2,5 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 11)

Tabel 2.6 Jumlah lajur berdasarkan arus lalu lintas

| Tipe Alinyemen | Arus Lalu Lintas per Arah (kend/jam) | Jumlah Lajur (Minimal) |
|----------------|--------------------------------------|------------------------|
| Datar | ≤ 2.250 | $4/2 D$ |
| | ≤ 3.400 | $6/2 D$ |
| | ≤ 5.000 | $8/2 D$ |
| Perbukitan | ≤ 1.700 | $4/2 D$ |
| | ≤ 2.600 | $6/2 D$ |
| Pegunungan | ≤ 1.450 | $4/2 D$ |
| | ≤ 2.150 | $6/2 D$ |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol
No.007/BM/2009 halaman 12)

2.3.6 Nilai ekivalensi mobil penumpang

Dalam menghitung LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata), karena pengaruh berbagai jenis kendaraan, digunakan faktor ekivalen mobil penumpang atau nilai ekivalensi mobil penumpang (emp). Nilai emp untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Ekivalensi mobil penumpang (emp)

| Tipe alinyemen | Arus lalu lintas per arah (kend/jam) | | emp | | |
|----------------|--------------------------------------|---------|-----|-----|-----|
| | 4/2 D | 6/2D | MHV | LB | LT |
| Datar | 2.250 | 3.400 | 1,6 | 1,7 | 2,5 |
| | ≥ 2.800 | ≥ 4.150 | 1,3 | 1,5 | 2,0 |
| Perbukitan | 1.700 | 2.600 | 2,2 | 2,3 | 4,3 |
| | ≥ 2.250 | ≥ 3.300 | 1,8 | 1,9 | 3,5 |
| Pegunungan | 1.450 | 2.150 | 2,6 | 2,9 | 4,8 |
| | ≥ 2.000 | ≥ 3.000 | 2,0 | 2,4 | 3,8 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol
No.007/BM/2009 halaman 12)

Keterangan :

LV (Kendaraan Ringan) : Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 (empat) roda dan dengan jarak as 2,0 m – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up, dan truk kecil).

MHV (Kendaraan Berat Menengah) : Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5m –

5,0m (termasuk bis kecil, truk dua as dengan enam roda).

LT (Truk Besar) : Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar < 3,5m

LB (Bis Besar) : Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak 5,0m – 6,0m.

2.3.7 Volume lalu lintas rencana

Perkiraan volume lalu lintas selama umur rencana jalan yang diperlukan disebut volume jam rencana (VJR). Volume Jam Rencana dihitung berdasarkan sebagai berikut :

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{100} \quad (2.2-1)$$

Keterangan :

VLHR = prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas (smp/hari).

K = faktor volume lalu lintas jam sibuk (%), disebut faktor K, untuk jalan bebas hambatan k = 11% (MKJI)

2.3.8 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus memenuhi kriteria berdasarkan Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kecepatan rencana (VR)

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

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 13)

2.4 Bagian-bagian jalan

Pada bagian ini akan dijelaskan bagian – bagian jalan yang meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan dan ruang pengawasan jalan.

2.4.1 Ruang manfaat jalan

Ruang manfaat jalan diperuntukkan bagi medan, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, lereng, ambang pengaman, timbunan, galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap jalan.

Ruang manfaat jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus mempunyai lebar dan tinggi ruang bebas serta kedalaman sebagai berikut :

- a. Lebar ruang bebas diukur diantara 2 (dua) garis vertikal bahu jalan;
- b. Tinggi ruang bebas minimal 5 (lima) meter di atas permukaan jalur lalu lintas tertinggi;
- c. Kedalaman ruang bebas minimal 1,50 meter di bawah permukaan jalur lalu lintas terendah.

2.4.2 Ruang milik jalan

Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan lajur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan tol dan fasilitas jalan tol.

Ruang milik jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Lebar dan tinggi ruang bebas ruang milik jalan minimal sama dengan lebar dan tinggi ruang bebas ruang manfaat;
- b. Lahan ruang milik jalan harus dipersiapkan untuk dapat menampung minimal 2 x 3 lajur lalu lintas terpisah

- dengan lebar ruang milik jalan minimal 40 meter di daerah antarkota dan 30 meter di daerah perkotaan.
- c. Lahan pada ruang milik jalan diberi patok tanda batas sekurang-kurangnya satu patok setiap jarak 100 meter dan satu patok pada setiap sudut serta diberi pagar pengaman untuk setiap sisi.
 - d. Pada kondisi jalan tol layang, perlu diperhatikan ruang milik jalan di bawah tol.

2.4.3 Ruang pengawasan jalan

Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan. Batas ruang pengawasan jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah 40 meter untuk daerah perkotaan dan 75 meter untuk daerah antarkota, diukur dari as jalan tol. Dalam hal jalan tol berdempetan dengan jalan umum ketentuan tersebut diatas tidak berlaku.

Jalan ditetapkan keberadaannya dalam suatu ruang yang telah didefinisikan di atas. Ruang-ruang tersebut dipersiapkan untuk menjamin kelancaran dan keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan disamping keutuhan konstruksi jalan. Dimensi ruang yang minimum untuk menjamin keselamatan pengguna jalan diatur sesuai dengan jenis prasarana dan fungsinya. Standar ukuran dimensi minimum dari Rumaja, Rumija dan Ruwasja jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Dimensi ruang jalan bebas hambatan untuk jalan tol

| Bagian-bagian jalan | Komponen geometri | Dimensi minimum (m) | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------------|-------------------|
| | | Jalan tol | | Layang/Terowongan | |
| RUMAJA | | Antarkota | Perkotaan | | |
| | Lebar badan jalan | 30,0 | 22,0 | | |
| | Tinggi | 5,00 | 5,00 | | |
| | Kedalaman | 1,50 | 1,50 | | |
| RUMIJA | Lebar | JBH | Antarkota | Perkotaan | Layang/Terowongan |
| | | 30 | 40 | 30 | 20 |
| | | | | | |
| RUWASJA | Lebar ¹⁾ | JBH | Antarkota | Perkotaan | Jembatan |
| | | 75 | 75 | 40 | 100 ²⁾ |
| | | | | | |

Catatan : ¹⁾ Lebar diukur dari As Jalan
²⁾ 100 m ke hilir dan 100 ke hulu

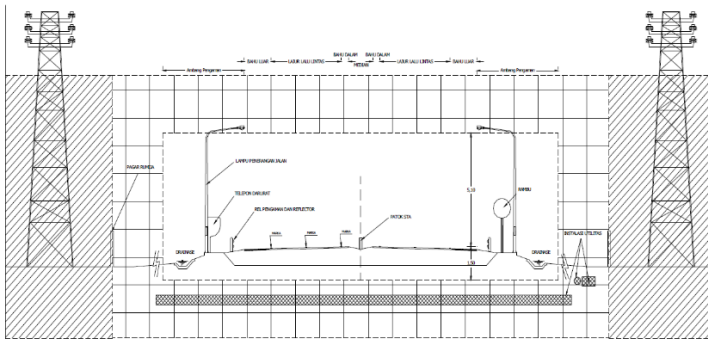
(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 14)

2.5 Penampang Melintang

Penampang melintang yang ditinjau adalah jalan tol yang dibangun diatas tanah (*at grade*).

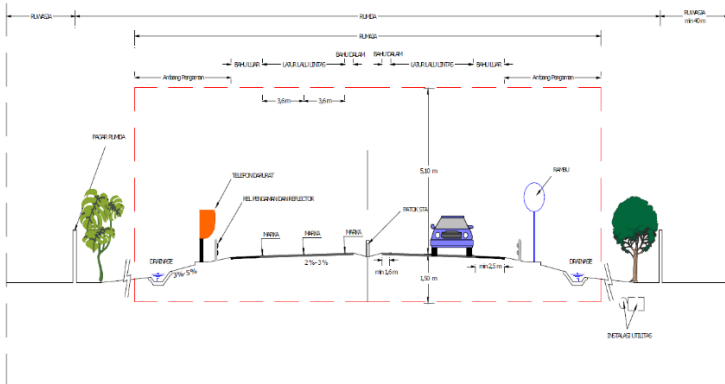
2.5.1 Komposisi Penampang Melintang

Komposisi penampang melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol terdiri dari jalur lalu lintas, median dan jalur tepian, bahu, saluran samping dan lereng/talud berdasarkan Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tipikal jalan bebas hambatan untuk jalan tol

Pada Gambar 2.8 dijelaskan mengenai komposisi penampang melintang jalan untuk jalan tol yang berada diatas tanah.



Gambar 2.8 Tipikal potongan melintang jalan bebas hambatan untuk jalan tol di atas tanah (at grade)

2.5.2 Lebar Lajur Jalan dan Bahu jalan

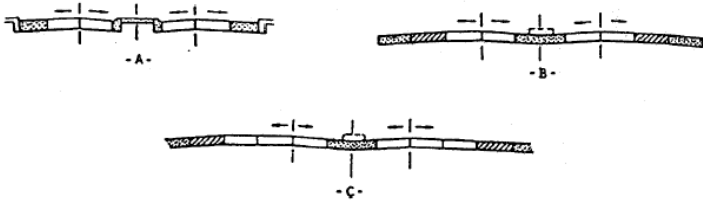
Lebar lajur dan lebar bahu jalan ditentukan berdasarkan lokasi jalan tol dan kecepatan rencana. Lebar lajur dan bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Lebar lajur dan bahu jalan tol

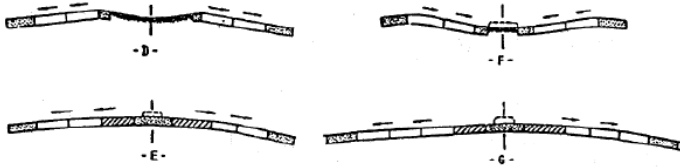
| Lokasi Jalan Tol | V_R (km/jam) | Lebar Lajur (m) | | Lebar Bahu Luar Diperkeras (m) | | Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m) |
|------------------|----------------|-----------------|-------|--------------------------------|--------|---------------------------------|
| | | Minimal | Ideal | Minimal | Ideal* | |
| Antarkota | 120 | 3,60 | 3,75 | 3,00 | 3,50 | 1,50 |
| | 100 | 3,60 | 3,60 | 3,00 | 3,50 | 1,50 |
| | 80 | 3,60 | 3,60 | 3,00 | 3,50 | 1,00 |
| Perkotaan | 100 | 3,50 | 3,60 | 3,00 | 3,50 | 1,00 |
| | 80 | 3,50 | 3,50 | 2,00 | 3,50 | 0,50 |
| | 60 | 3,50 | 3,50 | 2,00 | 3,50 | 0,50 |

(Sumber: Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 20)

Kemiringan melintang jalur lalu lintas dapat dilakukan secara 1 (satu) arah atau 2 (dua) arah untuk masing-masing jalurnya, seperti diilustrasikan pada Gambar 2.9 dan 2.10.



Gambar 2.9 Kemiringan melintang 2 arah pada tiap jalur



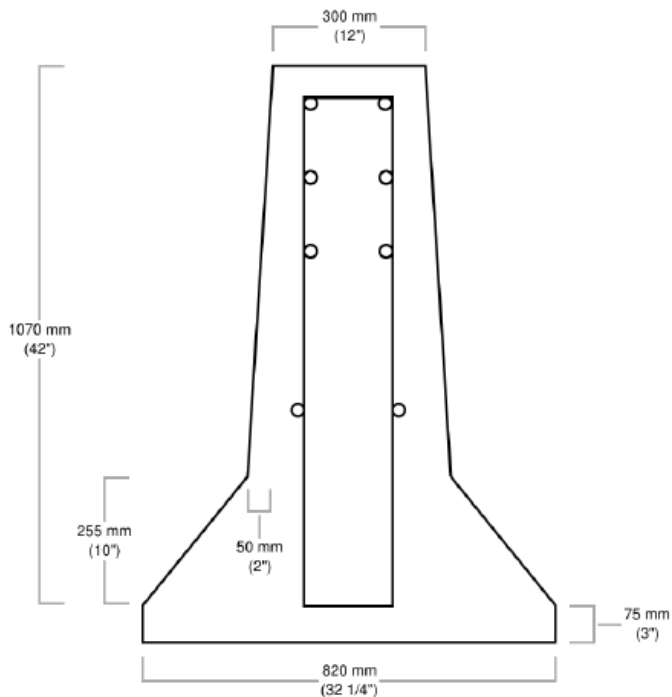
Gambar 2.10 Kemiringan melintang 1 arah pada tiap jalur

Kemiringan melintang normal lajur lalu lintas adalah 2-3% dan bahu jalan 3-5%

2.5.3 Median

Median atau pemisah tengah merupakan bangunan yang berfungsi memisahkan arus lalu lintas berlawanan arah dan ada tiga tipe standar median yang dapat digunakan.

1. *Median Concrete Barrier*, yaitu penghalang memanjang yang berfungsi sebagai pegaman. *Median Concrete Barrier* ada 2 jenis yaitu tipe standar dengan tinggi 32" (81,28cm) dan tipe "high" dengan tinggi 42" (106,68cm).

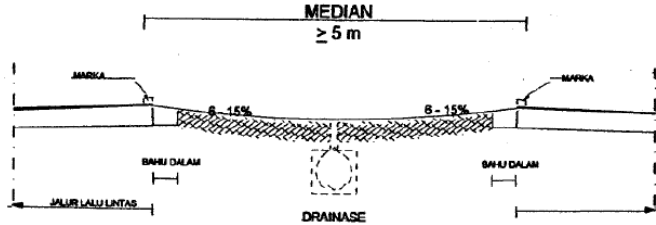


Gambar 2.11 Median Concrete Barrier dengan tipe “High”

2. Median yang diturunkan, yaitu median yang dibuat lebih rendah dari permukaan jalur lalu lintas. Median yang diturunkan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut :
 - Dipasang apabila lebar lahan yang disediakan untuk median lebih besar atau sama dengan 5,0 m.
 - Kemiringan permukaan median antara 6%-15% dimulai dari sisi luar ke tengah-tengah median dan secara fisik berbentuk cekungan.
 - Untuk jalan tol di daerah perkotaan, median yang diturunkan tidak diperbolehkan, harus datar sebagai

ruang terbuka hijau dan atau ruang untuk pelebaran lajur tambahan di masa yang akan datang.

- Detail potongan dan penempatan median yang direndahkan dalam potongan melintang jalan dapat dilihat pada gambar berikut.

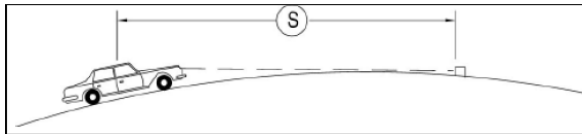


Gambar 2.12 Median yang diturunkan

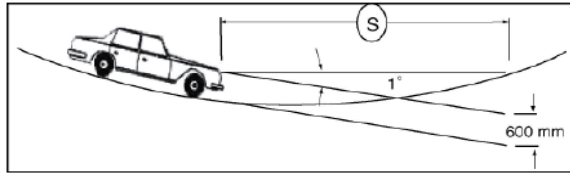
2.6 Jarak Pandang Kebebasan Samping

2.6.1 Jarak Pandang

Jarak pandang (S) diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Setiap bagian jalan harus memenuhi jarak pandang.



Gambar 2.5 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cembung



Gambar 2.13 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung

Jarak pandang henti (S_s) terdiri dari 2 elemen jarak yaitu :

- Jarak awal reaksi (S_r) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu bahaya yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- Jarak awal pengereman (S_b) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti dapat terjadi pada dua kondisi tertentu sebagai berikut :

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

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \frac{V_R^2}{a} \quad (2.5-1)$$

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

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + \frac{V_R^2}{254 \left[\left(\frac{a}{9,81} \right) \pm G \right]} \quad (2.5-2)$$

Keterangan :

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 s

a = tingkat perlambatan (m/dt^2), ditetapkan 3,4 m/dt^2

G = kelandaian jalan (%)

Tabel dibawah ini berisi S_s minimum dihitung berdasarkan rumus diatas dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai V_R .

Tabel 2.11 Jarak pandang henti (S_s) minimum

| V_R (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 : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol
No.007/BM/2009 halaman 24)

Sedangkan tabel dibawah ini berisi S_s minimum dengan kelandaian yang dihitung berdasarkan rumus diatas untuk berbagai V_R .

Tabel 2.12 Jarak pandang henti (S_s) minimum dengan kelandaian

| V_R (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 |
| 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 : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol
No.007/BM/2009 halaman 24)

2.6.2 Jarak Pengereman

Perkiraan jarak pengeraman kendaraan ketika jalan menanjak atau menurun pada kecepatan rencana jalan dapat ditentukan menggunakan persamaan.

$$d_B = 0,039 \frac{v^2}{a} \quad (2.5-3)$$

Dimana :

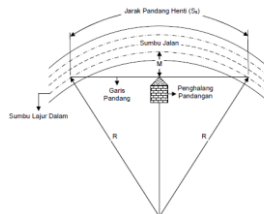
d_B = Jarak pengereman, m

V = Kecepatan rencana, km/h

a = Tingkat perlambatan, m/dt²

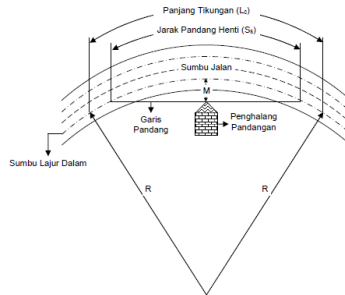
2.6.3 Daerah Bebas Samping di Tikungan

Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh M (meter), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalan pandangan sehingga persyaratan jarak pandang henti dipenuhi. Ilustrasi dari daerah bebas samping di tikungan dapat dilihat pada Gambar 2.14.



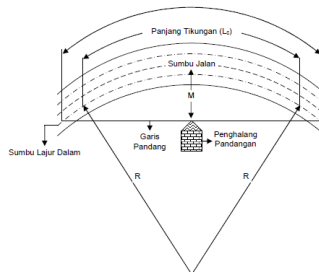
Gambar 2.14 Diagram ilustrasi komponen untuk menentukan daerah bebas samping

- a. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ($S_s < L_c$) seperti pada Gambar 2.15;



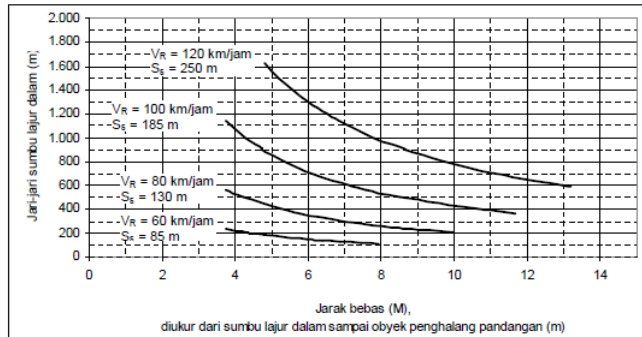
Gambar 2.15 Gambar ilustrasi daerah bebas samping di tikungan untuk $S_s < L_c$

- b. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ($S_s > L_c$) seperti pada Gambar 2.16;



Gambar 2.16 Gambar ilustrasi daerah bebas samping di tikungan untuk $S_s > L_c$

Gambar 2.17 memberikan nilai M untuk kondisi $S_s < L_c$ pada masing-masing kecepatan rencana. Sedangkan Tabel 2.13 sampai Tabel 2.15 menyajikan nilai M yang dihitung menggunakan rumus di atas. Tabel tersebut digunakan untuk menetapkan nilai M .



Gambar 2.17 Jarak bebas (M) berdasarkan jarak pandang henti pada tikungan ($S_s < L_c$)

Tabel 2.13 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s < L_c$

| R (m) | Daerah bebas samping di tikungan, M (m) | | | |
|-------|---|--------------------|-------------------|-------------------|
| | $V_R = 120$ km/jam | $V_R = 100$ km/jam | $V_R = 80$ km/jam | $V_R = 60$ km/jam |
| 1.627 | 4,80 | | | |
| 1.500 | 5,21 | | | |
| 1.400 | 5,58 | | | |
| 1.300 | 6,00 | | | |
| 1.200 | 6,50 | | | |
| 1.140 | 6,84 | 3,75 | | |
| 1.000 | 7,80 | 4,28 | | |
| 900 | 8,67 | 4,75 | | |
| 800 | 9,75 | 5,34 | | |
| 700 | 11,13 | 6,10 | | |
| 600 | 12,97 | 7,12 | | |
| 563 | $R_{min} = 590$ | 7,59 | 3,75 | |
| 500 | | 8,53 | 4,22 | |
| 400 | | 10,65 | 5,27 | |
| 300 | | $R_{min} = 365$ | 7,01 | |
| 250 | | | 8,40 | |
| 240 | | | 8,74 | 3,75 |
| 200 | | | $R_{min} = 210$ | 4,50 |
| 175 | | | | 5,14 |
| 150 | | | | 5,98 |
| 140 | | | | 6,40 |
| 130 | | | | 6,89 |
| 120 | | | | 7,45 |
| | | | | $R_{min} = 110$ |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 27)

Tabel 2.14 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s > L_C$, dimana $S_s - L_C = 25m$

| R (m) | Daerah bebas samping di tikungan, M (m) | | | |
|-------|---|--------------------|-------------------|-------------------|
| | $V_R = 120$ km/jam | $V_R = 100$ km/jam | $V_R = 80$ km/jam | $V_R = 60$ km/jam |
| 1611 | 4,80 | | | |
| 1500 | 5,15 | | | |
| 1400 | 5,52 | | | |
| 1300 | 5,95 | | | |
| 1200 | 6,44 | | | |
| 1.119 | 6,90 | 3,75 | | |
| 1.000 | 7,72 | 4,20 | | |
| 900 | 8,58 | 4,66 | | |
| 800 | 9,65 | 5,24 | | |
| 700 | 11,02 | 5,99 | | |
| 600 | 12,85 | 6,99 | | |
| 542 | $R_{min} = 590$ | 7,73 | 3,75 | |
| 500 | | 8,38 | 4,06 | |
| 400 | | 10,46 | 5,08 | |
| 300 | | $R_{min} = 365$ | 6,76 | |
| 250 | | | 8,10 | |
| 220 | | | 9,21 | 3,75 |
| 200 | | | $R_{min} = 210$ | 4,11 |
| 175 | | | | 4,70 |
| 150 | | | | 5,47 |
| 140 | | | | 5,86 |
| 130 | | | | 6,31 |
| 120 | | | | 6,82 |
| | | | | $R_{min} = 110$ |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 27)

Tabel 2.15 Daerah bebas samping di tikungan dengan $S_s > L_C$, dimana $S_s - L_C = 50m$

| R (m) | Daerah bebas samping di tikungan, M (m) | | | |
|-------|---|--------------------|-------------------|-------------------|
| | $V_R = 120$ km/jam | $V_R = 100$ km/jam | $V_R = 80$ km/jam | $V_R = 60$ km/jam |
| 1562 | 4,80 | | | |
| 1500 | 5,00 | | | |
| 1400 | 5,35 | | | |
| 1300 | 5,77 | | | |
| 1200 | 6,25 | | | |
| 1057 | 7,09 | 3,75 | | |
| 1000 | 7,49 | 3,96 | | |
| 900 | 8,32 | 4,40 | | |
| 800 | 9,36 | 4,95 | | |
| 700 | 10,69 | 5,66 | | |
| 600 | 12,46 | 6,60 | | |
| 500 | $R_{min} = 590$ | 7,91 | | |
| 480 | | 8,25 | 3,75 | |
| 400 | | 9,88 | 4,49 | |
| 300 | | $R_{min} = 365$ | 5,99 | |
| 250 | | | 7,18 | |
| 200 | | | $R_{min} = 210$ | |
| 175 | | | | |
| 157 | | | | 3,75 |
| 150 | | | | 3,93 |
| 140 | | | | 4,21 |
| 130 | | | | 4,53 |
| 120 | | | | 4,91 |
| | | | | $R_{min} = 110$ |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 28)

Catatan :

Jalan antar kota rumija, 40m, jarak antara sumbu lajur dalam ke rumija adalah 6,75m.

Jalan perkotaan rumija, 30m, jarak antara sumbu lajur dalam ke rumija adalah 4,25m

2.7 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung atau disebut juga tikungan. Geometri pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_R . Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan, maka alinyemen horizontal harus diperhitungkan secara akurat.

2.7.1 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 2.16.

Tabel 2.16 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 : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 29)

2.7.2 Standar Bentuk Tikungan

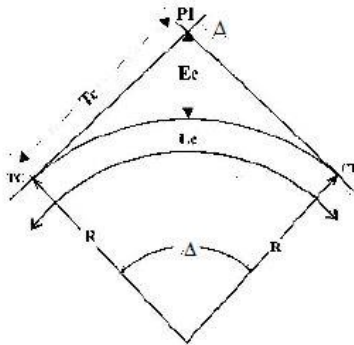
Standar bentuk tikungan terdiri atas 3 (tiga) bentuk secara umum, yaitu :

- a. *Full Circle* (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.
- b. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), yaitu tikungan yang terdiri dari 1 (satu) lengkung lingkaran dan 2 (dua) lengkung spiral.
- c. *Spiral-Spiral* (SS), yaitu tikungan yang terdiri atas 2 (dua) lengkung spiral.
- d. Lengkung khusus, yaitu berupa tikungan majemuk yang memiliki beberapa radius tikungan, yang dapat terdiri dari 3 (tiga) lengkung spiral atau lebih.

Standar bentuk-bentuk tikungan tersebut dan penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 2.18 hingga Gambar 2.20, yang pemakaian dan penerapannya harus mempertimbangkan kondisi dan situasi lapangan yang direncanakan.

a. Tikungan *Full Circle*

Berikut adalah gambar untuk perhitungan tikungan *Full Circle*.



Gambar 2.18 Tikungan *Full Circle*

Parameter tikungan *Full Circle* yaitu :

$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.7-1)$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360^\circ} 2\pi R \quad (2.7-2)$$

$$Ec = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} \tan \frac{1}{2} \Delta, \text{ atau} \quad (2.7-3)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.7-4)$$

Dimana :

Tc = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection), m

Xc = titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R = Jari-jari alinyemen horisontal, m

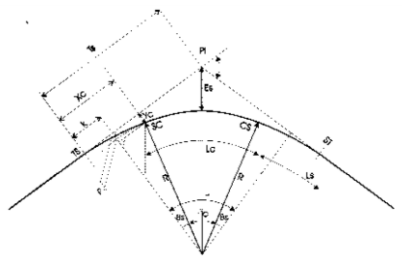
Δ = Sudut alinyemen horisontal, $^\circ$

E = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

Lc = Panjang busur lingkaran, m

b. Tikungan *Spiral – Circle – Spiral*

Berikut adalah gambar untuk perhitungan tikungan *Spiral-Circle-Spiral*.



Gambar 2.19 Tikungan *Spiral Circle Spiral*

Parameter tikungan *Spiral Cricle Spiral* yaitu :

$$\theta_s = \frac{Ls}{2R} - \frac{360}{2\pi} \quad (2.7-5)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s \quad (2.7-6)$$

$$Lc = \frac{\Delta c}{360} 2\pi R \quad (2.7-7)$$

$$Yc = \frac{Ls^2}{6R} \quad (2.7-8)$$

$$Xc = Ls - \frac{Ls^3}{40R^2} \quad (2.7-9)$$

$$k = Xc - R \sin \theta_s \quad (2.7-10)$$

$$p = Yc - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.7-11)$$

$$Ts = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.7-12)$$

$$Es = \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.7-13)$$

$$L \text{ total} = Lc + 2Ls \quad (2.7-14)$$

Dimana :

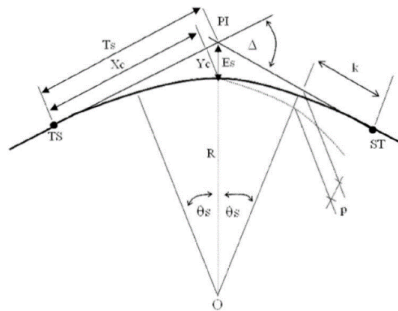
- θ_s = Sudut spiral pada titik SC
- Ls = Panjang lengkung spiral
- R = Jari-jari alinyemen horisontal, m
- Δ = Sudut alinyemen horisontal, °
- Lc = Panjang busur lingkaran, m
- Ts = Jarak titik TS dari PI, m
= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

E = jari dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

X_s, Y_s = Koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC), m

c. Tikungan *Spiral - Spiral*

Berikut adalah gambar untuk perhitungan tikungan *Spiral-Circle-Spiral*.



Gambar 2.20 Tikungan *Spiral Spiral*

Parameter tikungan *Spiral Spiral* yaitu :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.7-15)$$

$$p = Yc - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.7-16)$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 R^2} - R \sin \theta_s \quad (2.7-17)$$

$$Ts = (R + p) \tan \theta_s + k \quad (2.7-18)$$

$$Es = \frac{(R+p)}{\cos \theta_s} - R \quad (2.7-19)$$

Dimana :

θ_s = Sudut spiral pada titik SC = CS

- L_s = Panjang lengkung spiral
 R = Jari-jari alinyemen horisontal, m
 Δ = Sudut alinyemen horisontal, °
 L_c = Panjang busur lingkaran, m
 T_s = Jarak titik TS dari PI, m
 = titik awal mulai masuk ke daerah lengkung
 E = jari dari PI ke sumbu jalan arah pusat
 lingkaran,

2.7.3 Panjang Tikungan

Panjang tikungan (L_t) dapat terdiri dari panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 (dua) lengkung spiral (L_s) atau beberapa lengkung spiral yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung, maka panjang suatu tikungan tidak kurang dari 6 detik perjalanan dengan V_R . Panjang ini dapat diperhitungkan berdasarkan V_R atau ditetapkan berdasarkan Tabel 2.17.

Tabel 2.17 Panjang Tikungan Minimum

| V_R (km/jam) | Panjang Tikungan Minimum (m) |
|-------------------|---------------------------------|
| 120 | 200 |
| 100 | 170 |
| 80 | 140 |
| 60 | 100 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 31)

Catatan :

- Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$ sehingga $L_t = L_c$
- Pada tikungan spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2L_s$

2.7.4 Jari – Jari Tikungan

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

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \quad (2.7-20)$$

Keterangan :

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

V_R = Kecepatan rencana (km/h)

e_{\max} = Superelevasi maksimum (%)

f_{\max} = koefisien gesek maksimum

Besaran nilai superelevasi maksimum, ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.18.

Tabel 2.18 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 : *Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 31*)

Besaran nilai koefisien gesek maksimum, ditentukan menggunakan Tabel 2.19.

Tabel 2.19 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 |

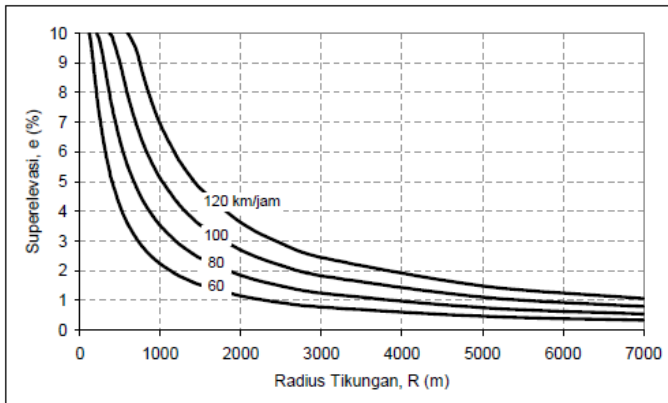
(Sumber : *No.007/BM/2009 halaman 32*)

Hasil perhitungan R_{\min} ditampilkan pada Tabel 2.20 serta distribusi besaran superelevasi berdasarkan nilai R ditampilkan pada Gambar 2.21 hingga Gambar 2.24.

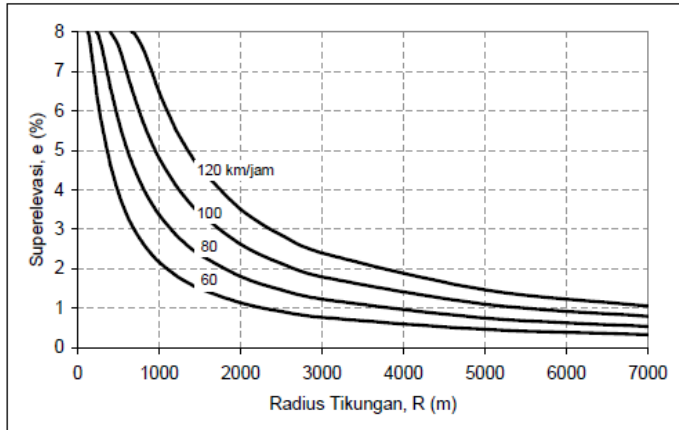
Tabel 2.20 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan)

| e_{\max} (%) | V_R (km/jam) | f_{\max} | $(e/100+f)$ | R_{\min} (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 |

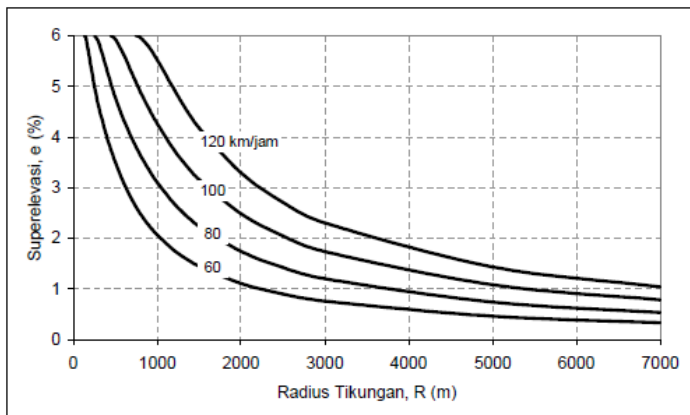
(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol
No.007/BM/2009 halaman 32)



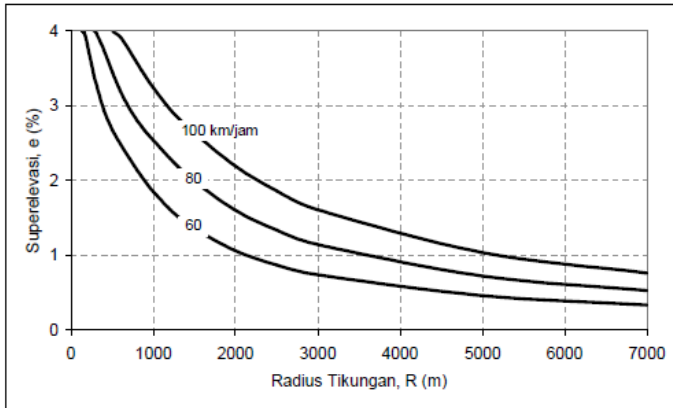
Gambar 2.21 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 10%



Gambar 2.22 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 8%



Gambar 2.23 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 6%



Gambar 2.24 Distribusi besaran superelevasi untuk superelevasi maksimum 4%

Pemilihan R_{\min} atau tikungan dengan e_{\max} untuk suatu tikungan adalah tidak memberikan kenyamanan pada pengguna jalan. Disamping itu, kecepatan kendaraan yang menikung bervariasi, dengan demikian, pengguna R_{\min} hanya untuk kondisi medan jalan yang sulit dan hanya di daerah perkotaan, maka diharuskan menggunakan R yang lebih besar daripada R_{\min} .

2.7.5 Lengkung peralihan

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, dengan demikian 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 :

- a. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk *spiral*.
- b. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :
 - 1) Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan.
 - 2) Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan.
 - 3) Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan.
 - 4) Tingkat perubahan kelandaian relatif.
- c. L_s ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai L_s yang terpanjang.

2.7.6 Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan

Waktu perjalanan melintang lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindari kesan perubahan alinyemen mendadak. Kriteria ini dihitung dengan persamaan.

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \quad (2.7-21)$$

Keterangan :

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

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

Atau digunakan Tabel 2.21.

Tabel 2.21 L_s min berdasarkan waktu perjalanan

| V_R (km/jam) | L_s min (m) |
|----------------|---------------|
| 120 | 67 |
| 100 | 56 |
| 80 | 45 |
| 60 | 34 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 35)

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

$$L_s = \frac{(w.n1)ed}{\Delta} (b_w) \quad (2.7-22)$$

Keterangan :

- w = lebar satu lajur lalu lintas (m)
- e_d = superelevasi rencana (%)
- n₁ = jumlah lajur yang diputar
- b_w = faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

| | | | |
|----------------|------|------|------|
| n ₁ | 1 | 1,5 | 2 |
| b _w | 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. Hubungan antara nilai jari-jari (R), superelevasi (e) dan kecepatan rencana dapat dilihat pada Tabel 2.22 hingga Tabel 2.25.

Tabel 2.22 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R (e_{max} = 10%)

| R (m) | V _R = 120 km/jam | | | | V _R = 100 km/jam | | | | V _R = 80 km/jam | | | | V _R = 60 km/jam | | | | | |
|----------|-----------------------------|----|---------|---------|-----------------------------|----|---------|---------|----------------------------|-----|---------|---------|----------------------------|----|---------|---------|---|---|
| | e | | Ls (m) | | e | | Ls (m) | | e | | Ls (m) | | e | | Ls (m) | | | |
| | (%) | | 2 Lajur | 4 Lajur | (%) | | 2 Lajur | 4 Lajur | (%) | | 2 Lajur | 4 Lajur | (%) | | 2 Lajur | 4 Lajur | | |
| 7000 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | | | |
| 5000 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | | | |
| 3000 | 2,5 | 23 | 35 | RC | 16 | 25 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | | | |
| 2500 | 2,9 | 28 | 42 | 2,2 | 18 | 27 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | | | |
| 2000 | 3,6 | 34 | 52 | 2,7 | 22 | 33 | RC | 14 | 22 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | | | |
| 1500 | 4,8 | 45 | 68 | 3,5 | 29 | 43 | 2,4 | 17 | 26 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | | | |
| 1400 | 5,1 | 48 | 72 | 3,8 | 31 | 46 | 2,6 | 19 | 28 | RC | 12 | 18 | LN | 0 | 0 | | | |
| 1300 | 5,4 | 52 | 77 | 4,0 | 33 | 49 | 2,8 | 20 | 30 | RC | 12 | 18 | LN | 0 | 0 | | | |
| 1200 | 5,9 | 56 | 83 | 4,3 | 35 | 53 | 3,0 | 21 | 32 | RC | 12 | 18 | LN | 0 | 0 | | | |
| 1000 | 6,9 | 66 | 99 | 5,1 | 42 | 63 | 3,5 | 25 | 38 | 2,2 | 13 | 20 | LN | 0 | 0 | | | |
| 900 | 7,6 | 72 | 108 | 5,6 | 46 | 69 | 3,9 | 28 | 42 | 2,5 | 15 | 22 | LN | 0 | 0 | | | |
| 800 | 8,5 | 80 | 120 | 6,2 | 51 | 76 | 4,3 | 31 | 46 | 2,7 | 16 | 25 | LN | 0 | 0 | | | |
| 700 | 9,4 | 89 | 134 | 6,9 | 57 | 85 | 4,8 | 35 | 52 | 3,1 | 19 | 28 | LN | 0 | 0 | | | |
| 600 | 10,0 | 95 | 142 | 7,9 | 64 | 97 | 5,5 | 40 | 59 | 3,6 | 21 | 32 | LN | 0 | 0 | | | |
| 500 | R _{min} = 500 | | | | 9,0 | 73 | 110 | 6,4 | 46 | 69 | 4,2 | 25 | 37 | LN | 0 | 0 | | |
| 400 | | | | | 9,9 | 81 | 121 | 7,5 | 54 | 81 | 5,0 | 30 | 45 | LN | 0 | 0 | | |
| 300 | | | | | R _{min} = 365 | | | | 9,0 | 65 | 97 | 6,3 | 38 | 56 | LN | 0 | 0 | |
| 250 | | | | | | | | | 9,7 | 70 | 105 | 7,1 | 43 | 64 | LN | 0 | 0 | |
| 200 | | | | | | | | | R _{min} = 210 | | | | 8,2 | 49 | 74 | LN | 0 | 0 |
| 175 | | | | | | | | | | | | | 8,8 | 53 | 79 | LN | 0 | 0 |
| 150 | | | | | | | | | | | | | 9,4 | 56 | 85 | LN | 0 | 0 |
| 140 | | | | | | | | | | | | | 9,6 | 58 | 87 | LN | 0 | 0 |
| 130 | | | | | | | | | | | | | 9,8 | 59 | 88 | LN | 0 | 0 |
| 120 | | | | | | | | | | | | | 10,0 | 60 | 90 | LN | 0 | 0 |
| 110 | | | | | | | | | | | | | 10,0 | 60 | 90 | LN | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | R _{min} = 110 | | | | | |

e_{max} : superelevasi maksimum 10%
 R : jari-jari lengkung
 V_R : Asumsi kecepatan rencana
 e : Tingkat superelevasi
 Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
 LN : Lengkung Normal
 RC : Lengkung luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lengkung normal

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 38)

Tabel 2.25 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{max} = 4\%$)

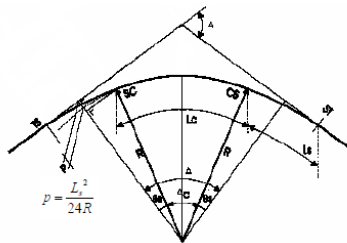
| R (m) | $V_R = 100$ km/jam | | | $V_R = 80$ km/jam | | | $V_R = 60$ km/jam | | |
|----------|--------------------|-----------------|---------|-------------------|-----------------|---------|-------------------|-----------------|---------|
| | e (%) | Ls (m) | | e (%) | Ls (m) | | e (%) | Ls (m) | |
| | | 2 Lajur | 4 Lajur | | 2 Lajur | 4 Lajur | | 2 Lajur | 4 Lajur |
| 7000 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 |
| 5000 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 |
| 3000 | RC | 16 | 25 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 |
| 2500 | 1,9 | 16 | 25 | LN | 0 | 0 | LN | 0 | 0 |
| 2000 | 2,2 | 18 | 27 | RC | 14 | 22 | LN | 0 | 0 |
| 1500 | 2,6 | 22 | 32 | RC | 14 | 22 | LN | 0 | 0 |
| 1400 | 2,7 | 22 | 34 | 2,1 | 15 | 22 | LN | 0 | 0 |
| 1300 | 2,8 | 23 | 35 | 2,2 | 16 | 24 | LN | 0 | 0 |
| 1200 | 3,0 | 24 | 36 | 2,3 | 17 | 25 | RC | 12 | 18 |
| 1000 | 3,2 | 27 | 40 | 2,5 | 18 | 27 | RC | 12 | 18 |
| 900 | 3,4 | 28 | 42 | 2,7 | 19 | 29 | RC | 12 | 18 |
| 800 | 3,6 | 29 | 44 | 2,8 | 20 | 30 | 2,1 | 13 | 19 |
| 700 | 3,8 | 31 | 46 | 3,0 | 21 | 32 | 2,3 | 14 | 21 |
| 600 | 3,9 | 32 | 48 | 3,2 | 23 | 35 | 2,5 | 15 | 22 |
| 500 | | $R_{min} = 505$ | | 3,5 | 25 | 37 | 2,7 | 16 | 24 |
| 400 | | | | 3,7 | 27 | 40 | 2,9 | 18 | 26 |
| 300 | | | | 4,0 | 29 | 43 | 3,3 | 20 | 30 |
| 250 | | | | | $R_{min} = 280$ | | 3,6 | 21 | 32 |
| 200 | | | | | | | 3,8 | 23 | 34 |
| 175 | | | | | | | 3,9 | 24 | 35 |
| 150 | | | | | | | 4,0 | 24 | 36 |
| | | | | | | | | $R_{min} = 150$ | |

e_{max} : superelevasi maksimum 4%
 R : Jari-jari lengkung
 V_R : Asumsi kecepatan rencana
 e : Tingkat superelevasi
 Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
 LN : Lereng Normal
 RC : Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 41)

2.7.7 Persyaratan L_{Smin} dan L_{Smax}

Jika lengkung peralihan digunakan, maka posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam sejauh p seperti pada Gambar 2.25.



Gambar 2.25 Pergeseran lintasan pada tikungan menggunakan lengkung peralihan

Apabila nilai $p < 0,20$ m, maka menggunakan lengkung peralihan tidak diperlukan. Sehingga tikungan menjadi *full circle*.

$$L_s \text{ min} = \sqrt{24 (p_{\text{min}})R} \quad (2.7-23)$$

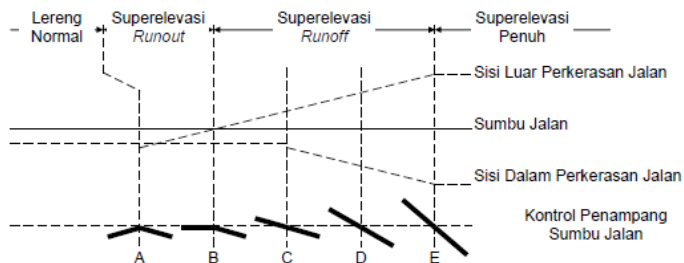
Lengkung peralihan juga dibatasi oleh besarnya nilai p yang dibolehkan jika menggunakan lengkung peralihan yaitu 1,0 m. sehingga persamaan untuk panjang lengkung peralihan maksimumnya dibolehkan adalah sebagai berikut :

$$L_s \text{ max} = \sqrt{24 (p_{\text{max}})R} \quad (2.7-24)$$

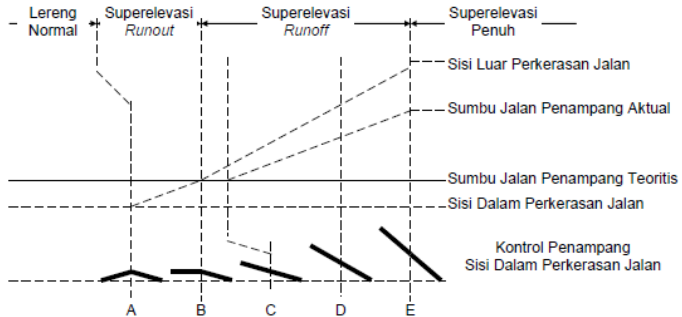
Tabel 2.26 L_s min dan L_s max berdasarkan pergeseran lintasan (p)

| R (m) | L_s min (m) | L_s max (m) | R (m) | L_s min (m) | L_s max (m) | R (m) | L_s min (m) | L_s max (m) |
|-------|---------------|---------------|-------|---------------|---------------|-------|---------------|---------------|
| 5000 | 155 | 346 | 1000 | 69 | 155 | 250 | 35 | 77 |
| 3000 | 120 | 268 | 900 | 66 | 147 | 200 | 31 | 69 |
| 2500 | 110 | 245 | 800 | 62 | 139 | 175 | 29 | 65 |
| 2000 | 98 | 219 | 700 | 58 | 130 | 150 | 27 | 60 |
| 1500 | 85 | 190 | 600 | 54 | 120 | 140 | 26 | 58 |
| 1400 | 82 | 183 | 500 | 49 | 110 | 130 | 25 | 56 |
| 1300 | 79 | 177 | 400 | 44 | 98 | 120 | 24 | 54 |
| 1200 | 76 | 170 | 300 | 38 | 85 | 110 | 23 | 51 |

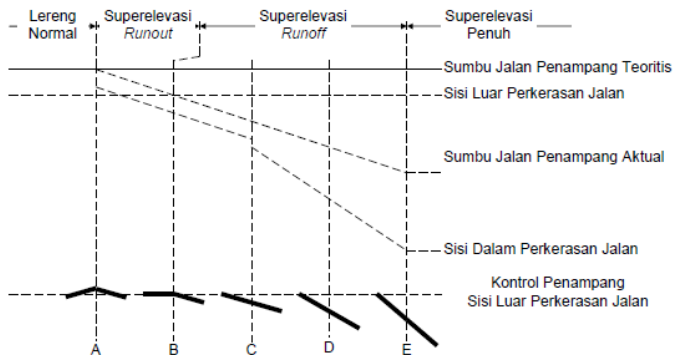
(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 42)



Gambar 2.26 Diagram superelevasi dengan sumbu putar sumbu jalan



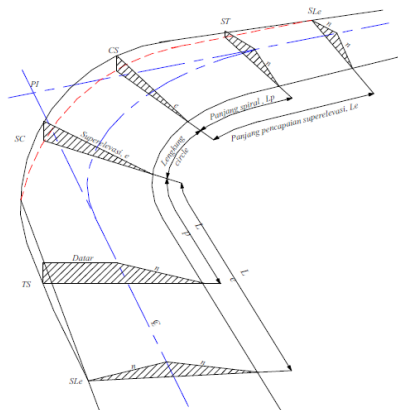
Gambar 2.27 Diagram superelevasi dengan sumbu putar sisi dalam perkerasan jalan



Gambar 2.28 Diagram superelevasi dengan sumbu putar sisi luar perkerasan jalan

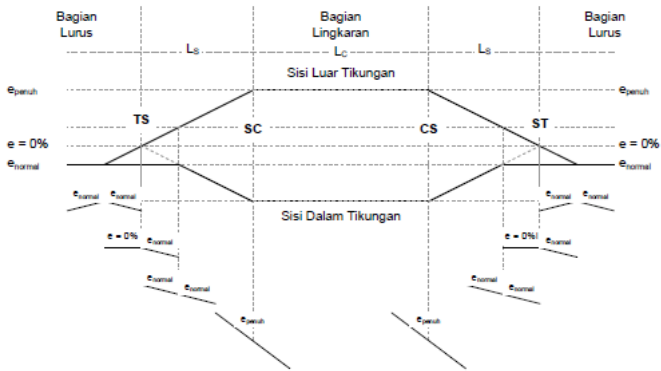
2.7.8 Diagram Superelevasi

- Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung, seperti pada Gambar 2.29

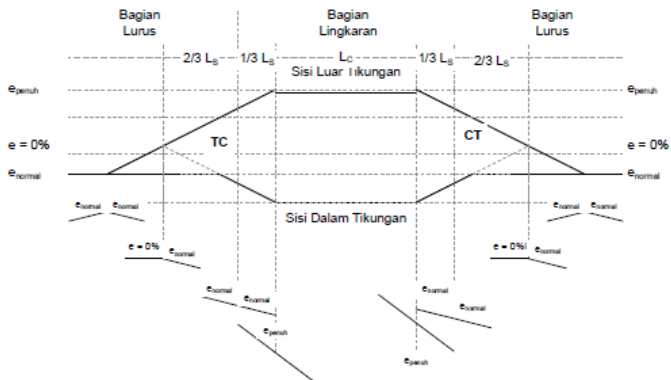


Gambar 2.29 Metoda pencapaian superelevasi pada tikungan

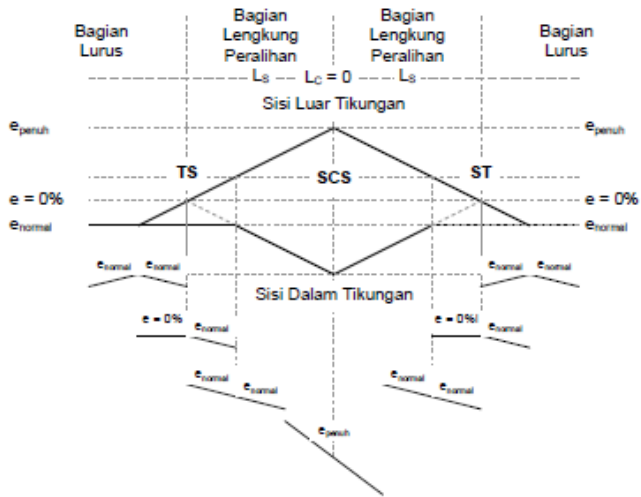
- b) Pada tikungan tipe SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan pada titik TS, kemudian meningkat secara bertahap sampai mencapai superelevasi penuh pada titik SC, seperti pada Gambar 2.30
- c) Pada tikungan tipe FC, bila diperlukan pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $\frac{2}{3} L_s$ dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang $\frac{1}{3}$ bagian panjang L_s , seperti pada Gambar 2.31
- d) Pada tikungan tipe SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral, seperti pada Gambar 2.32



Gambar 2.30 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SCS



Gambar 2.31 Pencapaian superelevasi pada tikungan FC



Gambar 2.32 Pencapaian superelevasi pada tikungan SS

2.7.9 Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan, sehingga sama dengan pelayanan operasional di bagian jalan yang lurus.

Pada jalan bebas hambatan untuk jalan tol, dimana perencanaan tikungan sedapat mungkin menggunakan jari-jari tikungan yang besar, pelebaran jalur lalu lintas tidaklah signifikan. Akan tetapi pada perencanaan ramp yang berbentuk loop, pelebaran jalur lalu lintas di tikungan harus diperhatikan, sesuai dengan rumus :

$$W = W_c - W_n \quad (2.7-25)$$

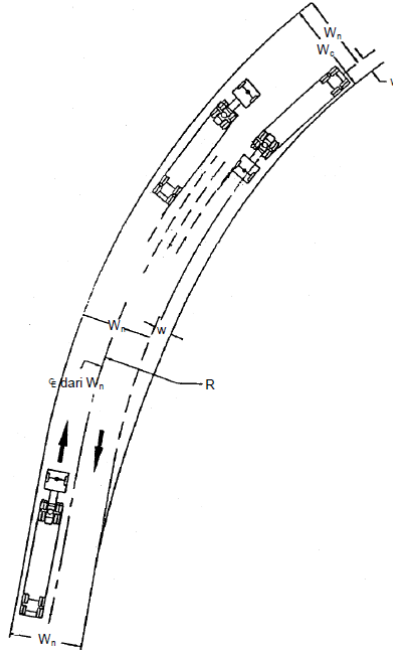
Keterangan :

W = Pelebaran jalan pada tikungan (m)

W_c = lebar jalan pada tikungan (m)

W_n = lebar jalan pada jalan lurus (m)

Pelebaran pada jalur lalu lintas di tikungan khususnya untuk kendaraan semi trailer dapat dilihat pada gambar 2.33.



Gambar 2.33 Pelebaran pada tikungan untuk kendaraan semi trailer

Kendaraan rencana yang akan digunakan dalam perencanaan pelebaran jalan di tikungan adalah kendaraan golongan V truk semi trailer kombinasi besar dengan 5 sumbu. Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan berdasarkan kecepatan rencana dan radius tikungan ditetapkan seperti pada Tabel 2.27

Tabel 2.27 Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan

| R (m) | $V_R = 120$ km/jam | | $V_R = 100$ km/jam | | $V_R = 80$ km/jam | | $V_R = 60$ km/jam | |
|----------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | Wc (m) | Pelebaran, W (m) | Wc (m) | Pelebaran, W (m) | Wc (m) | Pelebaran, W (m) | Wc (m) | Pelebaran, W (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 | $R_{min} = 590$ 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 | | | $R_{min} = 365$ m | | 7,88 | 0,68 | 7,77 | 0,57 |
| 250 | | | | | 8,02 | 0,82 | 7,89 | 0,69 |
| 200 | | | | | $R_{min} = 210$ 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 | | | | | | | $R_{min} = 110$ m | |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol
No.007/BM/2009 halaman 48)

Pelebaran yang nilainya lebih kecil dari 0,60 m dapat diabaikan. Untuk jalan 6/2 D, nilai pelebaran dikali 1,5 sedangkan untuk jalan 8/2 D nilai pelebaran dikali 2,0.

2.7.10 Standar bentuk tikungan berurutan

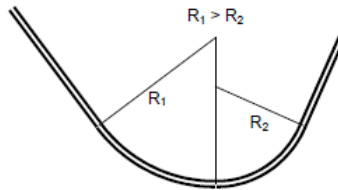
Ada 2 macam standar bentuk tikungan berurutan :

- Tikungan berurutan searah, yaitu dua atau lebih tikungan dengan arah belokan yang sama tetapi dengan jari-jari yang berbeda.
- Tikungan berurutan balik arah, yaitu dua atau lebih tikungan dengan arah belokan yang berbeda.

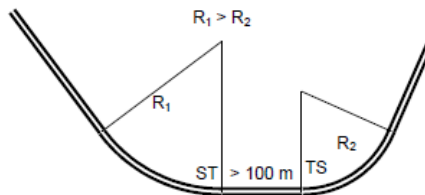
Penggunaan tikungan berurutan harus dipertimbangkan berdasarkan perbandingan R_1 dan R_2 , dimana dapat ditetapkan bahwa R_1 adalah jari-jari tikungan yang lebih besar. Ketentuan untuk tikungan berurutan adalah sebagai berikut :

- a) Setiap tikungan berurutan harus disisipi bagian lurus yang memiliki kemiringan normal dengan ketentuan sebagai berikut :
- 1) Pada tikungan berurutan searah, panjang bagian lurus paling tidak 20m
 - 2) Pada tikungan berurutan balik arah panjang bagian lurus paling tidak 30m
- b) Jika $R_2/R_1 > 2/3$, maka tikungan berurutan searah harus dihindarkan
- c) Jika $R_2/R_1 < 2/3$, maka tikungan berurutan balik arah harus disisipi bagian lurus atau bagian spiral.

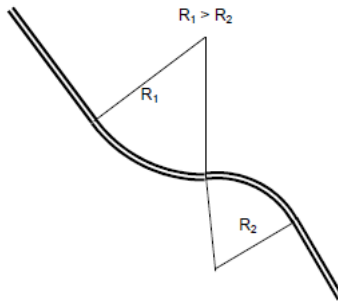
Adapun bentuk tikungan berurutan yang harus dihindarkan dan tikungan berurutan dengan panjang lurus minimum dapat dilihat pada Gambar 2.34 hingga Gambar 2.37



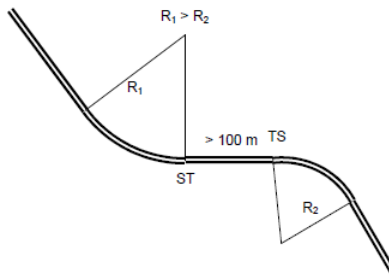
Gambar 2.34 Tikungan berurutan searah yang harus dihindarkan



Gambar 2.35 Tikungan berurutan searah dengan sisipan bagian lurus minimum



Gambar 2.36 Tikungan berurutan balik arah yang harus dihindarkan



Gambar 2.37 Tikungan berurutan balik arah dengan sisipan bagian lurus minimum

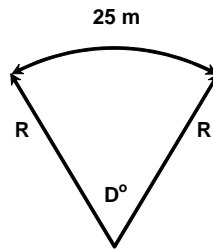
2.7.11 Superelevasi

Berdasarkan peraturan PU Bina Marga tentang Geometri Jalan Bebas Hambatan Tahun 2009, beberapa kriteria superelevasi yaitu :

- a. 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 V_R .

- b. Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan.
- c. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan antara 4% - 10%
- d. Harus diperhatikan masalah drainase pada pencapaian kemiringan.

Dalam perancangan alinemen horisontal, ketajaman lengkung horisontal dapat dinyatakan dengan jari-jari lengkung atau dengan derajat kelengkungan. Derajat lengkung (D) adalah besarnya sudut lengkung yang menghasilkan panjang busur lingkaran sebesar 25 m berdasarkan Bina Marga dan 100 ft berdasarkan AASHTO 2004.



Gambar 2.38 Hubungan antara jari-jari, R lengkung dengan derajat lengkung, D

$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \quad (2.7-26)$$

$$D = \frac{1432,39}{R} \quad (2.7-27)$$

Dimana :

D = derajat lengkung ($^\circ$)

R = jari-jari lengkung (m)

Rumus derajat lengkung maksimum didapat dari persamaan dibawah ini.

$$D_{Maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \quad (2.7-28)$$

Dimana :

V = kecepatan rencana (km/jam)

Beberapa perhitungan untuk superelevasi dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$e = (e + f) - f(D) \quad (2.7-29)$$

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}} \quad (2.7-30)$$

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_D + 0,192 \quad (V_D < 80 \text{ km/jam}) \quad (2.7-31)$$

$$f_{maks} = -0,00125 \times V_D + 0,24 \quad (V_D > 80 \text{ km/jam}) \quad (2.7-32)$$

$$f_1 = M_o \times \left(\frac{D}{D_P}\right)^2 + D \times tg\alpha_1 \quad \text{untuk } (D < D_P) \quad (2.7-33)$$

$$f_1 = M_o \times \left(\frac{D_{Maks} - D}{D_{Maks} - D_P}\right)^2 + h + (D - D_P) \times tg\alpha_2$$

$$\text{Untuk } (D > D_P) \quad (2.7-34)$$

$$M_o = D_P \times (D_{Maks} - D_P) \times \frac{tg\alpha_2 - tg\alpha_1}{2 \times D_{Maks}} \quad (2.7-35)$$

$$V_R = (80\% \text{ s/d } 90\%) \times V_D \quad (2.7-36)$$

$$tg\alpha_1 = \frac{h}{D_P} \quad (2.7-37)$$

$$tg\alpha_1 = \frac{f_{maks} - h}{D_{Maks} - D_P} \quad (2.7-38)$$

$$h = e_{Maks} \times \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{Maks} \quad (2.7-39)$$

2.8 Alinyemen Vertikal

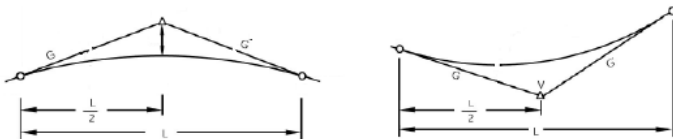
Alinyemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994). Perencanaan alinemen vertikal berkaitan erat dengan

besarnya volume galian dan timbunan yang akan terjadi, oleh karena itu perencanaannya juga terkait dengan besarnya biaya konstruksi yang akan terjadi.

2.8.1 Bagian-bagian alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung.

- Bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar).
- Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung yang terdapat pada gambar 2.39.



Gambar 2.39 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung

Bila pelaksanaan konstruksi dilakukan secara bertahap selama masa konsesi jalan tol, maka harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dengan masa yang akan datang seharusnya dihindarkan.

2.8.2 Kelandaian minimum

Kelandaian minimum harus diberikan apabila kondisi jalan tidak memungkinkan melakukan drainase ke sisi jalan. Besarnya kelandaian minimum ditetapkan 0,5% memanjang jalan untuk kepentingan pematusan aliran air.

2.8.3 Kelandaian maksimum

Pembatasan kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum jalan untuk alinyemen vertikal harus memenuhi Tabel 2.28.

Tabel 2.28 Kelandaian maksimum

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

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 50)

2.8.4 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 2.29.

Tabel 2.29 Panjang landai kritis

| V_R (km/jam) | Landai (%) | Panjang Landai Kritis (m) |
|-------------------|------------|---------------------------|
| 120 | 3 | 800 |
| | 4 | 500 |
| | 5 | 400 |
| 100 | 4 | 700 |
| | 5 | 500 |
| | 6 | 400 |
| 80 | 5 | 600 |
| | 6 | 500 |
| 60 | 6 | 500 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 51)

- Jika operating speed turun hingga 2 kali *level of service*, maka menggunakan bordes.

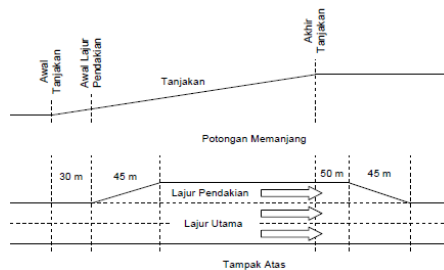
- Jika operating speed berbeda (turun) 15 km/jam dari kecepatan desain maka menggunakan *climbing line*, atau dengan menggunakan multi grade
- Jika kecepatan turun lebih rendah dari 15 km/jam dari kecepatan arus maka kecepatan arus diasumsikan sama dengan kecepatan desain.

2.8.5 Lajur pendakian

Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truk-truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan lebih lambat dan kendaraan-kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan-kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur. Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang mempunyai kelandaian yang besar, menerus dan volume lalu lintasnya relatif padat.

Penempatan lajur pendakian, berdasarkan perencanaan geometri jalan bebas hambatan untuk tol harus dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut.

- Apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki VLHR > 25.000 SMP/hari, dan prosentase truk > 15%
- Lebar lajur pendakian minimal 3,60 m



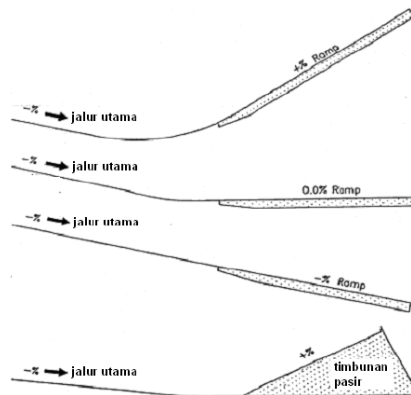
Gambar 2.40 Lajur pendakian tipikal

- c) Lajur pendakian dimulai 30 meter dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter dan berakhir 50 meter sesudah puncak kelandaian dengan serongan 45 meter, seperti pada gambar 2.40
- d) Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km.

2.8.6 Lajur darurat

Lajur penurunan yang panjang memungkinkan terjadinya kendaraan akan lepas kontrol, terutama kendaraan berat. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut diperlukan pembatasan panjang lajur penurunan atau penyediaan lajur darurat. Kriteria minimum lajur darurat adalah diberikan untuk kondisi kecepatan operasional lalu lintas mencapai 120-140 km/jam dan disediakan bila tingkat kecelakaan dan tingkat fatalitas pada lajur tersebut melampaui standar dan pedoman yang berlaku.

Lajur darurat dapat berupa kelandaian tanjakan, kelandaian turunan, kelandaian datar, atau timbunan pasir, seperti ditampilkan pada Gambar 2.41.



Gambar 2.41 Tipe-tipe lajur darurat

Lajur darurat, selain selain menggunakan kelandaian, juga menggunakan beberapa jenis material untuk menahan laju kendaraan. Beberapa jenis material yang bisa menahan laju kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.30.

Tabel 2.30 Jenis material dan tahanan laju untuk lajur darurat

| No | Jenis Material | Tahanan laju (kg/1000 kg berat kendaraan) | Kelandaian Ekuivalen (%) |
|----|----------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Beton semen portland | 10 | 1,0 |
| 2 | Aspal beton | 12 | 1,2 |
| 3 | Kenkil, dipadatkan | 15 | 1,5 |
| 4 | Tanah, berpasir, lepas | 37 | 3,7 |
| 5 | Agregat dihancurkan, lepas | 50 | 5,0 |
| 6 | Kenkil, lepas | 100 | 10,0 |
| 7 | Pasir | 150 | 15,0 |
| 8 | Kenkil bulat | 250 | 25,0 |

(Sumber : No.007/BM/2009 halaman 53)

Untuk mendapatkan panjang lajur darurat, dapat digunakan rumus berikut :

$$L = \frac{v^2}{254 \left(\frac{R \pm G}{100} \right)} \quad (2.8-1)$$

Keterangan :

L = Panjang lajur darurat (m)

V = kecepatan masuk (km/jam)

R = Tahanan laju, dinyatakan dengan kelandaian ekuivalen (%)

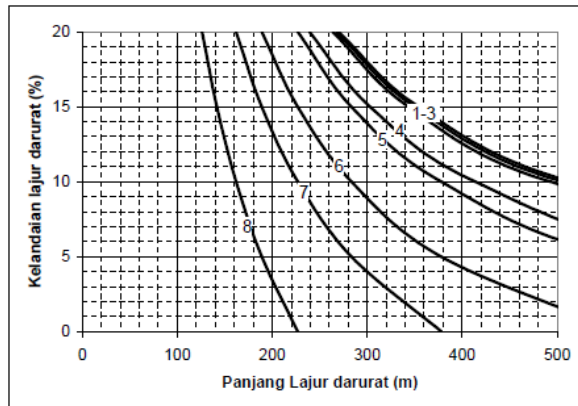
G = kelandaian (%), (+) tanjakan; (-) turunan

Dengan kelandaian lajur darurat berdasarkan jenis material yang dapat dilihat pada Tabel 2.31 dan hubungan antara panjang lajur darurat dengan kelandaian lajur darurat dapat dilihat pada Gambar 2.42.

Tabel 2.31 Panjang lajur darurat untuk kecepatan masuk 120 km/jam

| No | Jenis Material | Kelandaian lajur darurat (%) | | | | | |
|----|----------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 1 | Beton semen portland | 378 | 333 | 298 | 270 | 246 | 227 |
| 2 | Aspal beton | 315 | 283 | 258 | 236 | 218 | 202 |
| 3 | Kerikil, dipadatkan | 252 | 231 | 214 | 199 | 186 | 174 |
| 4 | Tanah, berpasir, lepas | 102 | 99 | 95 | 92 | 89 | 87 |
| 5 | Agregat dihancurkan, lepas | 76 | 74 | 72 | 70 | 68 | 67 |
| 6 | Kerikil, lepas | 38 | 37 | 37 | 36 | 36 | 35 |
| 7 | Pasir | 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 24 |
| 8 | Kerikil bulat | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Keterangan : untuk total berat kendaraan 15 ton



Gambar 2.42 Panjang lajur darurat untuk kecepatan masuk 120 km/jam (Angka menunjukkan no material)

2.8.7 Panjang lengkung vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan :

- Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian, dan
- Menyediakan jarak pandang henti.

2.8.8 Lengkung vertikal cembung

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

- a) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S < L$), seperti pada Gambar 2.43;

$$L = \frac{AS^2}{658} \quad (2.8-2)$$

- b) Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ($S > L$), seperti pada Gambar 2.44;

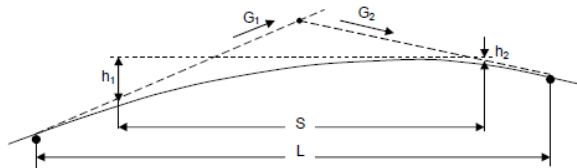
$$L = 2S - \frac{658}{A} \quad (2.8-3)$$

Keterangan :

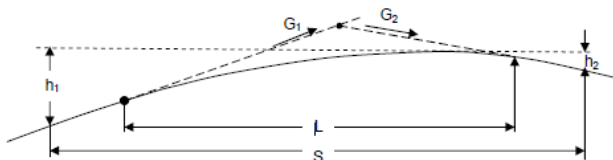
L = Panjang lengkung vertikal (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

S = jarak pandang henti (m)



Gambar 2.43 Jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung



Gambar 2.44 Jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung

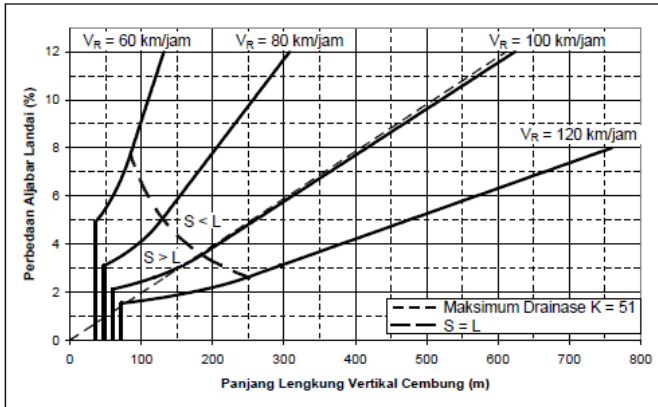
Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal, yaitu $L_{\min} = 0,6 V_R$ dimana V_R dalam km/jam dan L_{\min} dalam meter.

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (V_R) jalan tol dapat menggunakan Tabel 2.32 dan Gambar 2.45.

Tabel 2.32 Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti

| Perbedaan Aljabar Landai (%) | Panjang Lengkung Vertikal Cembung (m) | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | $V_R = 120$ km/jam | $V_R = 100$ km/jam | $V_R = 80$ km/jam | $V_R = 60$ km/jam |
| 12,0 | | 625 | 309 | 132 |
| 11,0 | | 573 | 283 | 121 |
| 10,0 | | 521 | 257 | 110 |
| 9,0 | | 469 | 232 | 99 |
| 8,0 | 760 | 417 | 206 | 88 |
| 7,0 | 665 | 365 | 180 | 76 |
| 6,0 | 570 | 313 | 155 | 61 |
| 5,0 | 475 | 261 | 129 | 39 |
| 4,0 | 380 | 209 | 96 | 36 |
| 3,0 | 285 | 151 | 48 | 36 |
| 2,0 | 171 | 60 | 48 | 36 |
| 1,0 | 72 | 60 | 48 | 36 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 55)



Gambar 2.45 Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti

2.8.9 Lengkung vertikal cekung

Panjang lengkung vertikal cekung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

- a) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cekung ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{120+3,5S} \quad (2.8-4)$$

- b) Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung ($S > L$)

$$L = \frac{AS^2}{120+3,5S} \quad (2.8-5)$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Perbedaan aljabar landai (%)

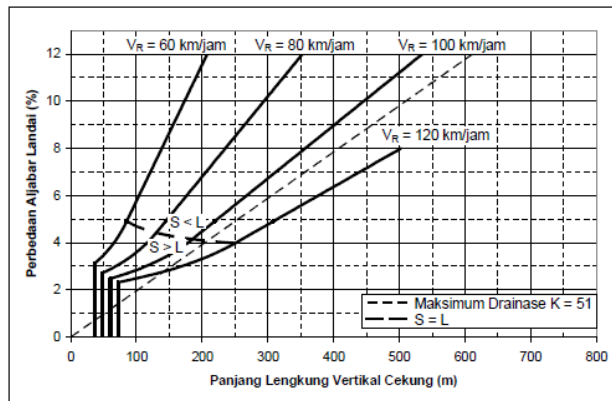
S = jarak pandang henti (m)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar panjang lengkung vertikal, yaitu $L_{min} = 0,6 V_R$, dimana V_R dalam km/jam dan L_{min} dalam meter. Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (V_R) menggunakan Tabel 2.33 dan Gambar 2.46.

Tabel 2.33 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti

| Perbedaan Aljabar Landai (%) | Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m) | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | $V_R = 120$ km/jam | $V_R = 100$ km/jam | $V_R = 80$ km/jam | $V_R = 60$ km/jam |
| 12,0 | | 536 | 353 | 208 |
| 11,0 | | 491 | 324 | 191 |
| 10,0 | | 446 | 294 | 174 |
| 9,0 | | 402 | 265 | 156 |
| 8,0 | 503 | 357 | 236 | 139 |
| 7,0 | 440 | 313 | 206 | 122 |
| 6,0 | 377 | 268 | 177 | 104 |
| 5,0 | 315 | 223 | 147 | 87 |
| 4,0 | 252 | 179 | 117 | 66 |
| 3,0 | 169 | 115 | 69 | 36 |
| 2,0 | 72 | 60 | 48 | 36 |
| 1,0 | 72 | 60 | 48 | 36 |

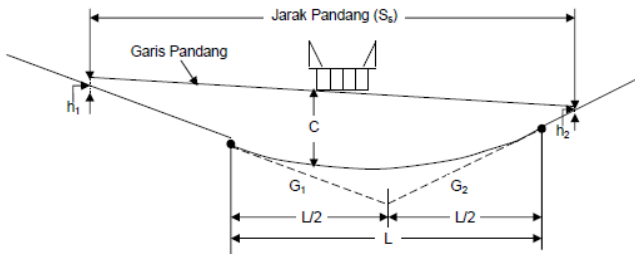
(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 57)



Gambar 2.46 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti

2.8.10 Lengkung vertikal cekung di bawah lintasan

Lengkung vertikal cekung di bawah lintasan perlu diperhitungkan, mengingat ada keterbatasan jarak pandang dengan adanya lintasan di atas jalan. Jarak pandang dihitung tinggi mata pengemudi truk (h_1) 2,40 m melihat objek (h_2) 0,60 m pada 2 kelandaian berbeda G_1 dan G_2 dengan keterbatasan kebebasan vertikal (C) di atas jalan, seperti pada Gambar 2.47.



Gambar 2.47 Jarak pandang pada lintasan bawah

Kondisi tersebut mengakibatkan timbulnya keterbatasan jarak pandang pada kondisi masing-masing kecepatan rencana, dimana sangat tergantung dari perbedaan aljabar landai dan letak kondisi lintasan di atas jalan. Panjang lengkung vertikal cekung, berdasarkan jarak pandangan lintasan di bawah ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- a) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cekung ($S < L$)

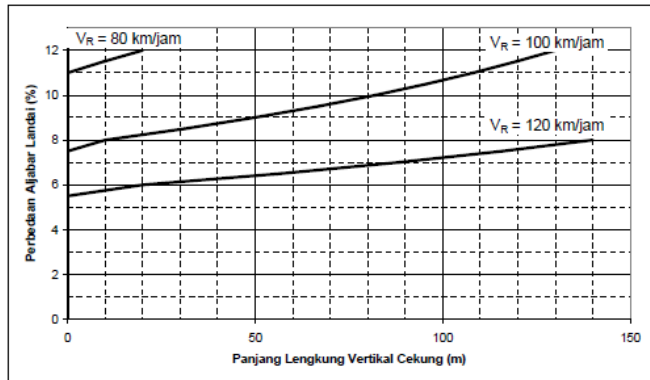
$$L = \frac{AS^2}{800(C-1,5)} \quad (2.8-6)$$

- b) Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{800(C-1,5)}{A} \quad (2.8-7)$$

Keterangan :

- L = Panjang lengkung vertikal (m)
- A = Perbedaan aljabar landai (%)
- S = jarak pandang henti (m)
- C = kebebasan vertikal (m)



Gambar 2.48 Panjang lengkung vertikal cekung di bawah lintasan

Bila dihitung lengkung vertikal cekung di bawah lintasan, didapat panjang lengkung vertikal cekung yang dihasilkan tersebut oleh persamaan tersebut di atas lebih kecil dari jika menggunakan persamaan panjang lengkung vertikal biasa, maka didapat hasil perhitungan yang lebih besar dari persamaan panjang lengkung vertikal biasa pada kecepatan rencana 235 km/jam. Maka persamaan tersebut di atas hanya dijadikan sebagai pembandingan dari perencanaan lengkung vertikal cekung biasa.

2.8.11 Faktor kenyamanan untuk lengkung vertikal cekung

Untuk kenyamanan lengkung vertikal cekung, maka panjang lengkung vertikal cekung harus lebih besar dari persamaan berikut:

$$L = \frac{AV^2}{395} \quad (2.8-8)$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Perbedaan aljabar landai (%)

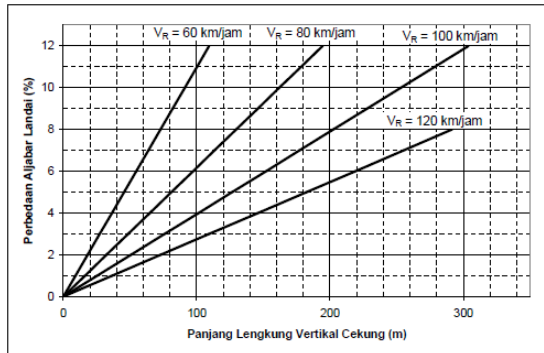
V = kecepatan rencana (km/jam)

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan faktor kenyamanan, untuk setiap kecepatan rencana (VR) jalan tol dapat menggunakan Tabel 2.34 dan Gambar 2.49.

Tabel 2.34 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan

| Perbedaan Aljabar Landai (%) | Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m) | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| | VR = 120 km/jam | VR = 100 km/jam | VR = 80 km/jam | VR = 60 km/jam |
| 12,0 | | 304 | 194 | 109 |
| 11,0 | | 278 | 178 | 100 |
| 10,0 | | 253 | 162 | 91 |
| 9,0 | | 228 | 146 | 82 |
| 8,0 | 292 | 203 | 130 | 73 |
| 7,0 | 255 | 177 | 113 | 64 |
| 6,0 | 219 | 152 | 97 | 55 |
| 5,0 | 182 | 127 | 81 | 46 |
| 4,0 | 146 | 101 | 65 | 36 |
| 3,0 | 109 | 76 | 49 | 27 |
| 2,0 | 73 | 51 | 32 | 18 |
| 1,0 | 36 | 25 | 16 | 9 |

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol No.007/BM/2009 halaman 60)



Gambar 2.49 Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan

2.8.12 Koordinasi alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan tol harus dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman.

Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui didepannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Lengkung horizontal sebaiknya berimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
- Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
- Lengkung vertikal cekung pada lantai jalan yang lurus dan panjang, harus dihindarkan.

- d) Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan
- e) Tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

2.9 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan pada umumnya ada 2 yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku, pada tinjauan pustaka ini akan dijelaskan mengenai perkerasan kaku karena perancangan tebal perkerasan menggunakan perkerasan kaku. Perkerasan kaku atau *rigid pavement* adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utamanya. Perkerasan ini dinilai baik karena mampu dipakai pada kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*flyover*), jalan tol, maupun pada simpang bersinyal.

2.10 Umur Rencana

Umur rencana jalan adalah jangka waktu sejak jalan itu dibuka hingga saat diperlukan perbaikan berat atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan pengerasan baru. Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 2.35.

Tabel 2.35 Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

| Jenis Perkerasan | Elemen Perkerasan | Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾ |
|---------------------|--|-------------------------------------|
| Perkerasan lentur | Lapisan aspal dan lapisan berbutir ⁽²⁾ | 20 |
| | Fondasi Jalan | 40 |
| | Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkoaan, <i>underpass</i> , jembatan dan terowongan. | |
| Perkerasan kaku | <i>Cement Treated Based</i> (CTB) | |
| | Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen dan fondasi jalan | |
| Jalan tanpa penutup | Semua elemen (termasuk fondasi jalan) | minimum 10 |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 2-1)

Catatan :

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>.
2. Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

2.11 Pemilihan struktur perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada Tabel 2.36 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

Tabel 2.36 Pemilihan jenis perkerasan

| Struktur perkerasan | Bagan desain | ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain) | | | | |
|--|--------------|---|---------|---------|----------|----------|
| | | 0 - 0,5 | 0,1 - 4 | >4 - 10 | >10 - 30 | >30 -200 |
| Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR \geq 2,5%) | 4 | - | - | 2 | 2 | 2 |
| Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan) | 4A | - | 1, 2 | - | - | - |
| AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5) | 3 | - | - | - | 2 | 2 |
| AC dengan CTB (ESA pangkat 5) | 3 | - | - | - | 2 | 2 |
| AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5) | 3B | - | - | - | 2 | 2 |
| AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi bebutir | 3A | - | 1, 2 | - | - | - |
| Burda atau Burtu dengan dengan LPA kelas A atau batuan asli | 5 | 3 | 3 | - | - | - |
| Lapis fondasi Soil Cement | 6 | 1 | 1 | - | - | - |
| Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil) | 7 | 1 | - | - | - | - |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 3-1)

Catatan :

Tingkat kesulitan :

1. Kontraktor kecil – medium;
2. Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai;
3. Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis Burtu/Burda.

2.11.1 Perkerasan kaku

Discounted lifecycle cost perkerasan kaku umumnya lebih rendah untuk jalan dengan beban lalu lintas lebih dari 30 juta ESA4. Pada kondisi tertentu perkerasan kaku dapat

dipertimbangkan untuk jalan perkotaan dan pedesaan. Dibutuhkan kecermatan pada desain perkerasan kaku di atas tanah lunak atau kawasan lainnya yang berpotensi menghasilkan pergerakan struktur yang tidak seragam. Untuk daerah tersebut, perkerasan lentur akan lebih murah karena perkerasan kaku membutuhkan fondasi jalan yang lebih tebal dan penulangan.

Keuntungan perkerasan kaku antara lain adalah :

- Struktur perkerasan lebih tipis kecuali area tanah lunak.
- Pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu lebih mudah.
- Biaya pemeliharaan lebih rendah jika mutu pelaksanaan baik.
- Pembuatan campuran lebih mudah.

Kerugiannya antara lain :

- Biaya konstruksi lebih mahal untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
- Rentan terhadap retak jika dilaksanakan di atas tanah lunak, atau tanpa daya dukung yang memadai, atau tidak dilaksanakan dengan baik (mutu pelaksanaan rendah).
- Umumnya kurang nyaman berkendara.

2.11.2 Perkerasan kaku untuk lalu lintas rendah

Untuk beban lalu lintas ringan sampai sedang, perkerasan kaku akan lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur, terutama di daerah pedesaan atau perkotaan tertentu yang pelaksanaan konstruksi jalan tidak begitu mengganggu lalu lintas. Perkerasan kaku dapat menjadi pilihan yang lebih murah untuk jalan perkotaan dengan akses terbatas bagi kendaraan yang sangat berat. Pada area yang terbatas,

pelaksanaan perkerasan kaku akan lebih mudah dan cepat daripada perkerasan lentur.

2.12 Lalu lintas

2.12.1 Analisis volume lalu lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi.

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah :

- Beban gandar kendaraan komersial;
- Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu standar.

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari :

1. Survei lalu lintas, dengan durasi 7 x 24 jam. Survei dapat dilakukan secara manual mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survei lalu lintas sebelumnya.
3. Nilai perkiraan untuk jalan dengan lalu lintas rendah

Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata – rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada

data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k.

Perkiraan volume lalu lintas harus dilaksanakan secara realistis. Rekayasa data lalu lintas untuk meningkatkan justifikasi ekonomi tidak boleh dilakukan untuk kepentingan apapun. Jika terdapat keraguan terhadap data lalu lintas maka perencana harus membuat survei cepat secara independen untuk memverifikasi data tersebut.

2.12.2 Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 2.37 dapat digunakan (2015 – 2035).

Tabel 2.37 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*i*) (%)

| | Jawa | Sumatera | Kalimantan | Rata-rata Indonesia |
|----------------------|------|----------|------------|---------------------|
| Arteri dan perkotaan | 4,80 | 4,83 | 5,14 | 4,75 |
| Kolektor rural | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| jalan desa | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 4-2)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*).

$$R = \frac{(1+0,01 \times i)^{UR}-1}{0,01 \times i} \quad (2.12-9)$$

Keterangan :

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Apabila diperkirakan akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan sepanjang total umur rencana (UR), dengan $i_1\%$ selama periode awal (UR1 tahun) dan $i_2\%$ selama sisa periode berikutnya (UR – UR1), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dari formula berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 \times i_1)^{UR-1}}{0,01 \times i_1} + (1 + 0,01 \times i_1)^{(UR-1)}(1 + 0,01 \times i_2) \left\{ \frac{(1+0,01 \times i_1)^{(UR-UR1)}}{0,01 \times i_2} \right\} \quad (2.12-10)$$

Keterangan :

- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
 i_1 = laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 1 (%)
 i_2 = laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 2 (%)
 UR = total umur rencana (tahun)
 UR1 = umur rencana periode 1 (tahun)

Formula di atas digunakan untuk periode rasio volume kapasitas (RVK) yang belum mencapai tingkat kejenuhan ($RVK \leq 0,85$). Apabila kapasitas lalu lintas diperkirakan tercapai pada tahun ke (Q) dari umur rencana (UR), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,01 \times i)^{Q-1}}{0,01 \times i} + (UR - Q)(1 + 0,01 \times i)^{(Q-1)} \quad (2.12-11)$$

2.12.3 Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar

(ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasilokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.38.

Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi.

Tabel 2.38 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 Tahun 2017 halaman 4-3)

Tabel 2.39 Faktor distribusi arah (DD)

| Lebar perkerasan (L_p) | Jumlah lajur (n_l) | Koefisien distribusi | |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------|--------|
| | | 1 Arah | 2 Arah |
| $L_p < 5,50$ m | 1 lajur | 1 | 1 |
| $5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m | 2 lajur | 0,70 | 0,50 |
| $8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m | 3 lajur | 0,50 | 0,475 |
| $11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m | 4 lajur | - | 0,45 |
| $15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m | 5 lajur | - | 0,425 |
| $18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m | 6 lajur | - | 0,40 |

(Sumber : Pd T-14-2003 Perkerasan Jalan Beton Semen halaman 10)

2.12.4 Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.12-12)$$

Keterangan :

ESA_{TH-1} = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*)

pada tahun pertama.

LHR_{JK} = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).

VDF_{JK} = Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan.

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur (tabel 2.34)

CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif tabel 2.12.1

2.13 Desain fondasi jalan

Subab ini membahas desain perbaikan tanah dasar, lapis penopang, *micro piling* (cerucuk), drainase vertikal, pra-pembebanan dan berbagai penanganan lain yang diperlukan untuk membentuk perletakkan (*platform*) pendukung struktur perkerasan lentur dan kaku, baik untuk kondisi tanah biasa maupun tanah lainnya yang lazim ditemui di Indonesia.

Tiga faktor terpenting di dalam desain perkerasan adalah lalu lintas, tanah dasar dan pengaruh air. Selain itu, pada kasus perkerasan yang harus dibangun di kawasan dengan tanah bermasalah seperti gambut dan tanah lunak, karakteristik tanah bersangkutan merupakan faktor yang sangat penting karena analisis tanah dasar biasa tidak dapat menghasilkan perkerasan dengan kinerja yang diharapkan.

2.13.1 Pengukuran daya dukung dengan DCP (*Dynamic Cone Penetration Test*)

Pengujian daya dukung dengan DCP tidak memberikan hasil dengan tingkat ketelitian yang sama dengan pengujian di laboratorium. Pengujian DCP hanya dilakukan pada kondisi berikut:

- a. Tanah rawa jenuh air sehingga tidak mungkin dapat dipadatkan sehingga pengujian CBR laboratorium menjadi tidak relevan. Dalam hal ini nilai CBR yang diperoleh dari pengujian DCP memberikan nilai yang lebih dapat diandalkan. Pengujian DCP juga digunakan untuk menentukan kedalaman tanah lunak (Lampiran H). Pengujian penetrometer atau piezometer juga dapat digunakan.
- b. Pada kawasan tanah aluvial kering, khususnya daerah persawahan, kemungkinan terdapat lapisan dengan kepadatan rendah (antara 1200 – 1500 kg/m³) di bawah permukaan tanah yang kering. Pengujian DCP harus dilakukan untuk memastikan kondisi faktual terbasah di

lapangan dan harus diperhitungkan dalam desain. Untuk keamanan, dalam proses desain harus diasumsikan bahwa lapisan tersebut jenuh selama musim penghujan.

Nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari DCP harus disesuaikan dengan kondisi musim. Faktor penyesuaian minimum ditunjukkan pada tabel 2.40.

Tabel 2.40 Faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim

| Musim | Faktor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP |
|-----------------------------|--|
| Musim hujan dan tanah jenuh | 0,90 |
| Musim transisi | 0,80 |
| Musim kemarau | 0,70 |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 6-2)

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) x faktor penyesuaian

Tabel 2.41 Indikasi perkiraan nilai CBR

| Posisi muka air tanah (Tabel 6.2) | | Dibawah standar minimum (tidak dianjurkan) | Sesuai desain standar | ≥ 1200 mm dibawah tanah dasar |
|-----------------------------------|---------|---|-----------------------|-------------------------------|
| Implementasi | | Semua galian kecuali seperti ditunjukkan untuk kasus - 3 dan timbunan tanpa drainase yang baik dan LAP* < 1000 mm di atas muka tanah asli | | |
| Jenis tanah | Kasus | 1 | 2 | 3 |
| | PI | | | |
| Lempung | 50 -170 | 2 | 2 | 2,5 |
| | 40 | 2,5 | 3 | 3,5 |
| Lempung kelanauan | 30 | 3 | 4 | 4 |
| | 20 | 4 | 4 | 5 |
| Lempung kepasiran | 10 | 4 | 4 | 5 |
| | | | | |
| Lanau | | 1 | 1 | 2 |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 6-3)

* LAP. Level Akhir Permukaan

** Lihat zona iklim

Tabel 2.42 Desain fondasi jalan minimum

| 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 | | | |
| ≥ 6 | SG6 | Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur) | Tidak diperlukan perbaikan | | | 300 |
| 5 | SG5 | | - | - | 100 | |
| 4 | SG4 | | 100 | 150 | 200 | |
| 3 | SG3 | | 150 | 200 | 300 | |
| 2,5 | SG2.5 | | 175 | 250 | 350 | |
| Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%) | | | 400 | 500 | 600 | Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur |
| Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾ | SG1 ⁽³⁾ | Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾ | 1000 | 1100 | 1200 | |
| | | -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 | |

- (1) Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritis; syarat tambahan mungkin berlaku.
- (2) Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah.
- (3) Menggunakan nilai CBR insitu, karena nilai CBR rendaman tidak relevan.
- (4) Permukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2.5%, dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2.5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4 jt ESA, tanah SG1 memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2.5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6.
- (5) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.

- (6) Untuk perkerasan kaku, material perbaikan tanah dasar berbutir halus (klasifikasi A4 sampai dengan A6) harus berupa stabilisasi semen.

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 6-12)

2.13.2 Persyaratan umum persiapan tanah dasar

Tanah dasar perkerasan harus memenuhi kriteria berikut:

- Harus mempunyai nilai CBR rendaman rencana minimum;
- Dibentuk dengan benar, sesuai dengan bentuk geometrik jalan;
- Dipadatkan dengan baik pada ketebalan lapisan sesuai dengan persyaratan;
- Tidak peka terhadap perubahan kadar air;
- Mampu mendukung beban lalu lintas pelaksanaan konstruksi.

Dalam semua kasus, selain yang diuraikan untuk lapis penopang, tingkat kepadatan yang disyaratkan pada timbunan dan tanah dasar harus dicapai. Dalam semua kasus, selain yang diuraikan untuk lapis penopang, tingkat kepadatan yang disyaratkan pada timbunan dan tanah dasar harus dicapai.

2.13.3 Umur rencana fondasi perkerasan

Umur rencana fondasi untuk jalan baru dan pelebaran minimum 40 tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a) Fondasi perkerasan tidak dapat ditingkatkan selama masa pelayanan, kecuali dengan cara rekonstruksi menyeluruh.
- b) Perkerasan lentur dengan desain fondasi di bawah standar mungkin memerlukan perkuatan dengan lapisan aspal tambahan berulang kali selama masa pelayanannya sehingga biaya total perkerasan (*lifecycle cost*) menjadi lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan yang didesain dengan baik.
- c) Perkerasan kaku di atas tanah lunak dengan desain fondasi di bawah standar (*under design*) cenderung

mengalami keretakan dini yang dalam kasus terburuk mungkin memerlukan penggantian plat beton.

2.13.4 Fondasi perkerasan kaku

Pada subbab ini akan dibahas tanah dasar di bawah perkerasan kaku selain tanah lunak yang telah dibahas sebelumnya.

Pedoman perencanaan Pd-T-14-2003 mensyaratkan nilai CBR ekivalen tanah dasar normal ditentukan sebagai berikut :

Apabila fondasi perkerasan terdiri dari beberapa lapis atau apabila tanah dasar asli terdiri dari beberapa lapis dengan kekuatan tertinggi terletak pada lapis paling atas maka CBR tanah dasar ditentukan sebagai berikut :

$$CBR \text{ ekivalen} = \left(\frac{\sum_i h_i CBR_i^{0,33}}{\sum_i h_i} \right)^3 \quad (2.13-1)$$

Dengan, h_i = tebal lapis I dan $\sum h_i = 1$ meter

Apabila semakin dalam kekuatan tanah dasar semakin meningkat maka formula tersebut di atas tidak berlaku. Dalam kasus ini nilai CBR karakteristik adalah nilai CBR lapis teratas tanah dasar. CBR efektif tanah dasar hendaknya tidak kurang dari 6%

2.14 Desain perkerasan

Bab ini menguraikan desain struktur lapisan di atas tanah dasar (formasi atas).

2.14.1 Struktur perkerasan

Desain perkerasan berdasarkan beban lalu lintas rencana dan pertimbangan biaya terendah ditunjukkan pada bagan desain perkerasan kaku. Solusi lain dapat dipilih untuk menyesuaikan dengan kondisi setempat. Namun demikian, disarankan untuk tetap menggunakan bagan tersebut di atas sebagai langkah awal untuk semua desain.

Desain tebal perkerasan didasarkan pada ESA pangkat 4 atau 5 tergantung pada model kerusakan (*deterioration model*) dan pendekatan desain yang digunakan. Desain perkerasan kaku menggunakan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat atau HVAG (*Heavy Vehicle Axle Group*).

2.14.2 Perkerasan kaku

Prosedur perkerasan kaku mengikuti ketentuan Pd T-14-2003 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Semen. Dengan catatan bahwa spektrum beban lalu lintas hendaklah mengikuti ketentuan seperti dinyatakan pada lampiran D peraturan Manual Desain Perkerasan tahun 2017 yang ditetapkan berdasarkan beban aktual. Beban sumbu berdasarkan spektrum beban menurut Pd T-14-2003 adalah untuk kondisi beban terkendali.

Bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat dapat dilihat pada Tabel 2.43.

Tabel 2.43 Bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat

| 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 | | | | |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 7-16)

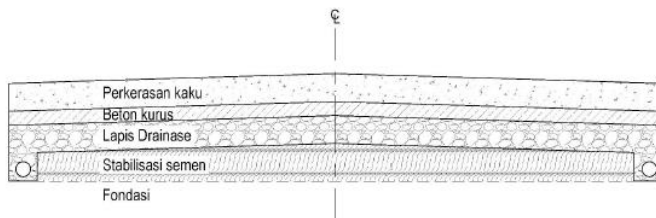
(persyaratan desain perkerasan kaku dengan sambungan dan ruji (*dowel*) serta bahu beton (*tied shoulder*), dengan atau tanpa tulangan distribusi retak)

Perencana harus menerapkan kelompok sumbu kendaraan niaga dengan beban yang aktual. Bagan beban di dalam Pd T-14-2003 tidak boleh digunakan untuk desain perkerasan karena didasarkan pada ketentuan berat kelompok kendaraan yang tidak realistis dengan kondisi Indonesia. Lampiran D peraturan Manual Desain Perkerasan tahun 2017 memberikan pembebanan kelompok sumbu yang mewakili kondisi Indonesia.

Tabel 2.44 Bagan desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah

| | Tanah dasar | | | |
|---|-----------------------------------|-------|---|-------|
| | Tanah Lunak dengan Lapis Penopang | | Dipadatkan normal | |
| Bahu pelat beton (<i>tied shoulder</i>) | Ya | Tidak | Ya | Tidak |
| | Tebal Pelat Beton (mm) | | | |
| Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor | 160 | 175 | 135 | 150 |
| Dapat diakses oleh truk | 180 | 200 | 160 | 175 |
| Tulangan distribusi retak | Ya | | Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam | |
| Dowel | Tidak dibutuhkan | | | |
| LMC | Tidak dibutuhkan | | | |
| Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm) | 125 mm | | | |
| Jarak sambungan melintang | 4 m | | | |

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 halaman 7-16)



Gambar 2.50 Tipikal potongan melintang perkerasan kaku

2.15 Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- Memudahkan pelaksanaan
- Mengakomodasi gerakan pelat

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain :

- Sambungan memanjang
- Sambungan melintang
- Sambungan Isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint seller*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

2.15.1 Sambungan memanjang dengan batang pengikat (Tie Bars)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antara sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad (2.15-1)$$

$$l = (38,3 \times \phi) + 75 \quad (2.15-2)$$

Keterangan :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2).

b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

- h = Tebal pelat (m).
 l = Panjang batang pengikat (mm).
 ϕ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

2.15.2 Sambungan susut melintang

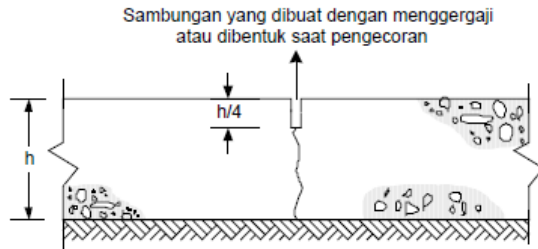
Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.45 dan 2.46. Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.51.

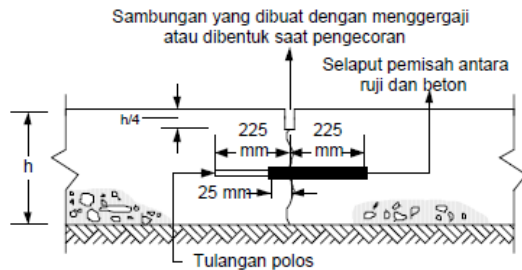
Tabel 2.45 Diameter susut melintang

| No | Tebal pelat beton, h (mm) | Diameter ruji (mm) |
|----|-----------------------------|--------------------|
| 1 | $125 < h \leq 140$ | 20 |
| 2 | $140 < h \leq 160$ | 24 |
| 3 | $160 < h \leq 190$ | 28 |
| 4 | $190 < h \leq 220$ | 33 |
| 5 | $220 < h \leq 250$ | 36 |

(Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen halaman 14)



Gambar 2.51 Sambungan susut melintang tanpa ruji



Gambar 2.52 Sambungan susut melintang dengan ruji

2.15.3 Ruji (*Dowel*)

Dowel berupa batang baja tulangan polos yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan plat beton pada perkerasan jalan.

Tabel 2.46 Ukuran diameter ruji

| Tebal Perkerasan | | Dowel | | | | | |
|------------------|-------|----------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | Diameter | | Panjang | | Jarak | |
| in | mm | in | mm | in | mm | in | mm |
| 6 | 152.4 | 0.75 | 19.05 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 7 | 177.8 | 1 | 25.4 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 8 | 203.2 | 1 | 25.4 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 9 | 228.6 | 1.25 | 31.75 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 10 | 254 | 1.25 | 31.75 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 11 | 279.4 | 1.25 | 31.75 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 12 | 304.8 | 1.5 | 38.1 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 13 | 330.2 | 1.5 | 38.1 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |
| 14 | 355.6 | 1.5 | 38.1 | 18 | 457.2 | 12 | 304.8 |

(Sumber: *Principles Of Pavement Design Second Edition* by E.J. Yoder and M.W. Witczak)

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB III METODOLOGI

3.1 Pengertian Umum

Metodologi penyusunan tugas akhir ini adalah langkah kerja yang dilakukan dari awal perencanaan hingga mendapatkan hasil yang sesuai dalam merancang geometrik dan perkerasan jalan untuk jalan tol. Lokasi yang diambil adalah Kabupaten Probolinggo hingga Kabupaten Besuki dengan panjang trase menyesuaikan trase rencana yang dibuat.

Berikut tahapan-tahapan metodologi yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu :

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data
3. Kesimpulan

3.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan pengumpulan informasi awal untuk mengidentifikasi, merumuskan masalah dan menentukan tujuan dari perancangan jalan tol dengan mempertimbangkan kondisi dan pengetahuan berdasarkan literatur yang ada. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap persiapan adalah :

1. Mencari informasi untuk data-data yang diperlukan dalam tugas akhir.
2. Mengumpulkan data dan mencari tahu peraturan apa saja yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir
3. Mempelajari data-data yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir.

3.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan setelah memperoleh data yang diperlukan untuk pengerjaan tugas

akhir. Identifikasi masalah bertujuan untuk memahami permasalahan yang kemudian akan diselesaikan dan dibahas di dalam tugas akhir ini. Permasalahan pada tugas akhir ini telah dijelaskan pada Bab 1 tentang perumusan masalah.

3.2.2 Studi Literatur

Setelah melakukan identifikasi permasalahan yang ada di tugas akhir ini, langkah selanjutnya yaitu mempelajari dan memahami peraturan dan literatur yang mendukung pengerjaan tugas. Peraturan dan literatur yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu :

1. Jurnal-jurnal yang berkaitan dengan Tugas Akhir.
2. Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No. 007/BM/2009.
3. Manual Perkerasan Jalan tahun 2017, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
4. Pd-T-14-2003 Tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen.
5. Harga Satuan Pokok Kegiatan Provinsi Jawa Timur

3.2.3 Studi Lapangan

Tugas akhir ini mengambil lokasi proyek di daerah selatan Kota Probolinggo hingga Kecamatan Paiton. Pengambilan data mengenai lokasi proyek dan peta topografi di dapat dari software *Infraworks*. Dari pengamatan menggunakan software tersebut didapat elevasi permukaan tanah untuk mengetahui tingkat kelandaian tanah dan medan-medan yang dihadapi ketika perancangan geometrik jalan tol.

Adapun objek yang dihidari dalam perencanaan jalan tol dalam tugas akhir ini yaitu sekolah, tempat pemakaman dan SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi).

3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam mengerjakan tugas akhir ini diperlukan data teknis lapangan yang dapat diperoleh dari instansi terkait semisal pemilik proyek (*owner*), konsultan dan kontraktor yang kemudian diolah sesuai kebutuhan tugas akhir ini.

3.3.1 Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam tugas akhir ini diperoleh dari dokumen perusahaan dan hasil wawancara dengan pihak terkait. Data-data yang diperlukan antara lain :

- a. Peta Lokasi dan Topografi
Data yang diperoleh dari peta lokasi adalah kondisi eksisting di daerah rencana yang digunakan untuk menentukan titik awal perencanaan jalan tol. Sedangkan data yang diperoleh dari peta topografi adalah garis kontur serta elevasi permukaan tanah pada daerah rencana. Peta lokasi didapat menggunakan software *Infracore*.
- b. Data LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata)
Data LHR pada umumnya didapat dari perhitungan jumlah kendaraan yang dilakukan setiap tahunnya untuk menghitung kapasitas dan pertumbuhan jumlah kendaraan yang melewati jalan yang diamati. Kemudian data LHR digunakan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan rata-rata hingga beberapa tahun ke depan yang berfungsi sebagai perencanaan tebal perkerasan jalan. Data LHR diperoleh dari P2JN.
- c. Data CBR (*California Bearing Ratio*)
Data CBR digunakan untuk mengetahui kekuatan daya dukung atau kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan yang akan digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan. Data ini diperoleh dari proyek tol Gempol – Pasuruan seksi III.
- d. Data HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan)

Data HSPK digunakan sebagai acuan dasar perhitungan anggaran biaya timbunan dan material yang berlaku pada daerah perencanaan. Data HSPK Provinsi Jawa Timur.

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan literatur yang digunakan dengan ketetapan-ketetapan yang telah ditentukan. Dalam tugas akhir ini dilakukan pemilihan 3 trase yang dipilih berdasarkan kelandaian permukaan tanah kemudian dari 3 trase dihitung kebutuhan biaya berupa biaya material, timbunan, galian dan jembatan tipikal yang kemudian menghasilkan trase efektif. Trase yang dipilih yaitu trase yang memiliki permukaan tanah yang landai dan memiliki biaya yang efisien. Pengolahan data meliputi :

a. Perencanaan Geometrik

Dalam merancang geometrik jalan tol digunakan peraturan Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No. 007/BM/2009. Beberapa kriteria yang harus ditinjau pada perancangan geometrik jalan tol yaitu :

- Standar menurut fungsi jalan (sub bab 2.3.1)
- Standar menurut kelas jalan (sub bab 2.3.2)
- Klasifikasi medan jalan (sub bab 2.3.3)
- Standar kendaraan rencana (sub bab 2.3.4)

Dari pengklasifikasian 4 aspek diatas maka dapat ditentukan kecepatan rencana yang sesuai.

Langkah awal dalam perencanaan geometrik jalan tol adalah menentukan trase jalan rencana. Dalam menentukan trase jalan rencana hal yang harus ditinjau adalah tingkat kelandaian permukaan tanah. Langkah

berikutnya yaitu merencanakan alinyemen horizontal yang meliputi :

1. Menentukan klasifikasi jenis medan jalan yang dijelaskan pada subbab 2.3.3.
2. Menentukan kecepatan rencana berdasarkan klasifikasi kelas jalan yang dijelaskan pada sub bab 2.3.8.
3. Menentukan lebar lajur jalan tol yang meliputi lebar lajur, lebar bahu dalam dan lebar bahu luar yang dijelaskan pada sub bab 2.5.2.
4. Menghitung jari-jari minimum tikungan (R_{\min}) menggunakan persamaan (2.7-20) atau bisa menggunakan tabel 2.20 panjang jari-jari minimum (dibulatkan). Kemudian tentukan jari-jari tikungan (R) dengan syarat $R \geq R_{\min}$.
5. Menentukan nilai superelevasi (e) yang dijelaskan pada sub bab 2.7.5 tabel 2.18.
6. Menentukan jenis tikungan dengan ketentuan sebagai berikut :
 - *full circle* : jari-jari tikungan (R) yang direncanakan besar dan nilai superelevasi (e) lebih kecil dari 3%.
 - *spiral-circle-spiral* : superelevasi (e) $\geq 3\%$ dan panjang busur lingkaran (L_c) > 25 meter.
 - *spiral-spiral* : superelevasi (e) $\geq 3\%$ dan panjang busur lingkaran (L_c) < 25 meter.
7. Menghitung parameter tikungan menggunakan persamaan (2.7-1) hingga persamaan (2.7-19) sesuai dengan jenis lengkung peralihan yang dipakai.
8. Menghitung pelebaran pada tikungan dengan menggunakan persamaan 2.7-25).
9. Menggunakan diagram superelevasi sesuai dengan lengkung peralihan yang digunakan.

Kemudian merencanakan alinyemen vertikal dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan tipe lengkung yaitu lengkung cekung atau lengkung cembung melalui penjumlahan g_1 dengan g_2 menghasilkan nilai E_v . Jika nilai E_v positif (+) maka lengkung vertikal berbentuk cembung, jika nilai E_v negatif (-) maka lengkung vertikal berbentuk cekung.
2. Menentukan kelandaian jalan yang meliputi kelandaian minimum sebesar 0,5% memanjang jalan dan kelandaian maksimum yang dapat ditentukan menggunakan tabel 2.28.
3. Menentukan panjang landai kritis ditinjau dari kecepatan rencana dan kelandaian jalan yang dapat ditentukan menggunakan tabel 2.29.
4. Menghitung panjang lengkung vertikal berdasarkan jarak pandang henti dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Lengkung vertikal cembung : jika $S < L$ maka menggunakan persamaan (2.8-2), jika $S > L$ maka menggunakan persamaan (2.8-3).
 - Lengkung vertikal cekung : jika $S < L$ maka menggunakan persamaan (2.8-4), jika $S > L$ maka menggunakan persamaan (2.8-5)
5. Cek panjang lengkung minimum berdasarkan jarak pandang henti.
6. Hitung volume galian dan timbunan dengan cara luasan timbunan atau galian dikali dengan lebar jalan.

b. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Menghitung tebal perkerasan kaku jalan tol mengacu pada Manual Desain Perkerasan tahun 2017, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Dalam

menghitung tebal perkerasan harus memerhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR).
2. Jenis kendaraan rencana.
3. Faktor pertumbuhan jumlah kendaraan.

Adapun langkah-langkah dalam menentukan tebal perkerasan yaitu :

1. Menentukan umur rencana perkerasan yang dijelaskan pada sub bab 2.10 dan mengacu pada tabel 2.35.
2. Mengolah data CBR tanah dasar untuk menentukan apakah tanah dasar perlu dikasih perkuatan atau tidak.
3. Menghitung distribusi sumbu kendaraan berdasarkan jenis kendaraan dan distribusi beban kendaraan menggunakan persamaan (2.12-1) hingga persamaan (2.12-8) dengan konfigurasi beban gandar kendaraan ditentukan melalui gambar 2.43.
4. Menentukan faktor distribusi lajur menggunakan tabel 2.38 dan faktor distribusi arah menggunakan tabel 2.39.
5. Menghitung beban sumbu standar kumulatif menggunakan persamaan (2.12-12).
6. Menentukan struktur lapisan perkerasan sesuai dengan tabel 2.43 dan 2.44.
7. Menentukan struktur fondasi perkerasan sesuai dengan tabel 2.42

c. Anggaran Biaya

Anggaran biaya diperlukan untuk menghitung kebutuhan biaya timbunan, galian, material dan jalan yang dihitung per meter. Perhitungan biaya mengacu pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Provinsi Jawa Timur Tahun 2019.

d. Gambar Desain

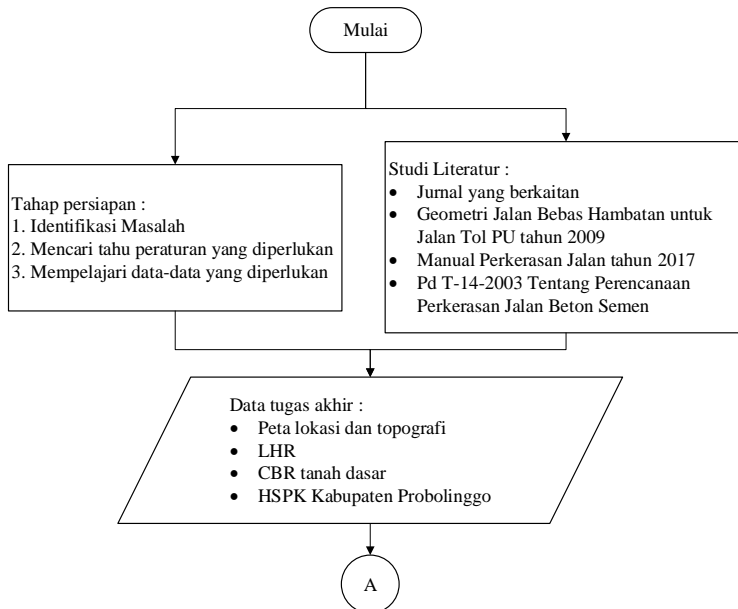
Setelah menghitung geometrik jalan tol dan tebal perkerasan, hasil perhitungan disajikan ke dalam gambar desain rencana dan dalam desain BIM 3D.

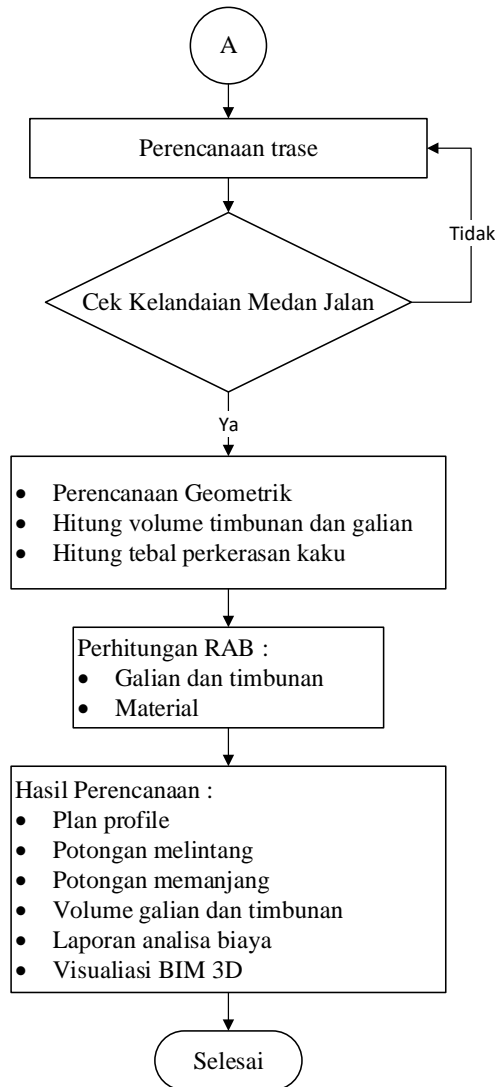
3.4 Kesimpulan dan Saran

Setelah mengolah data maka ditarik suatu kesimpulan yang merupakan ringkasan akhir dari hasil perhitungan perencanaan. Setelah itu diberikan pula saran-saran baik untuk konsultan dan kontraktor. Diagram Alir (*flowchart*)

3.5 Flowchart

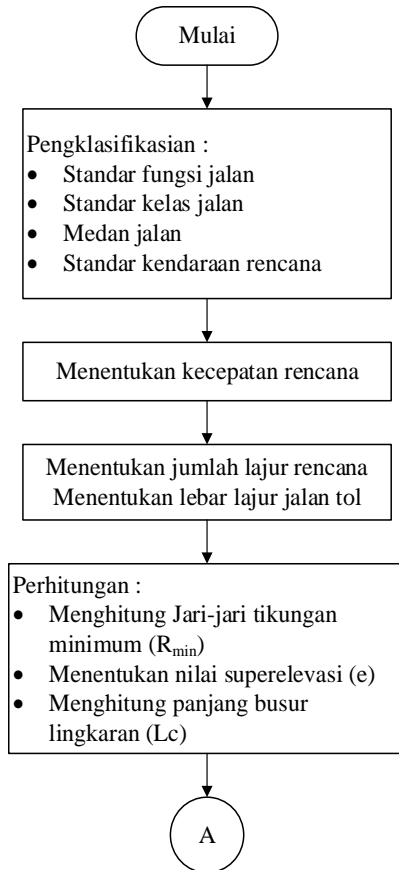
Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai bagan alir pengerjaan tugas akhir secara umum, yaitu :

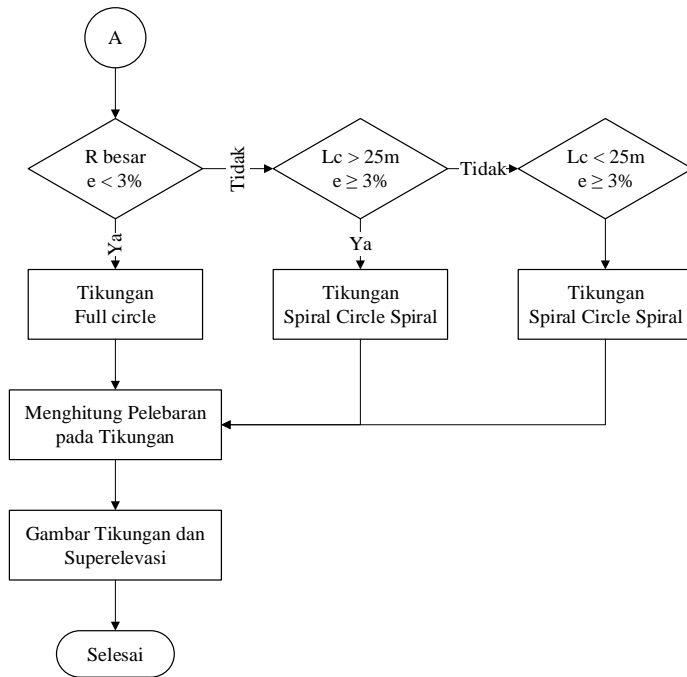




Gambar 3.1 Flowchart umum

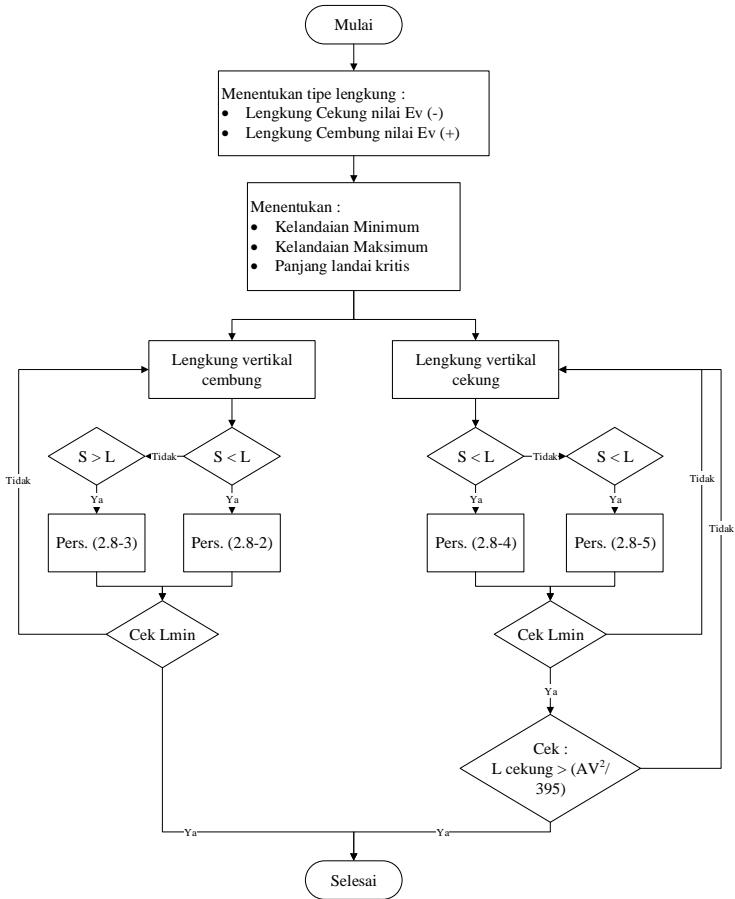
Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan alinyemen horisontal pada perancangan geometrik jalan tol.





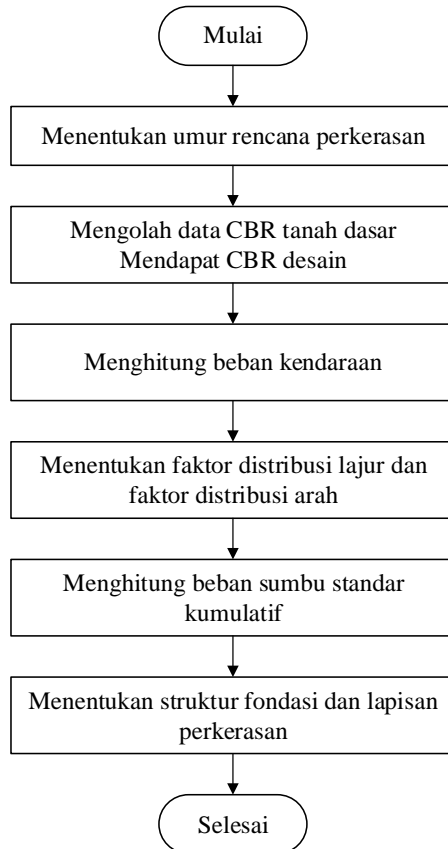
Gambar 3.2 Flowchart alinyemen horisontal

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan alinyemen vertikal pada perancangan geometrik jalan tol.



Gambar 3.3 Flowchart alinyemen vertikal

Berikut merupakan bagan alir untuk menentukan tebal perkerasan menggunakan perkerasan kaku.



Gambar 3.4 Flowchart tebal perkerasan kaku

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB IV GEOMETRIK JALAN

4.1 Pemilihan Trase

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai dasar pemilihan trase rencana Jalan tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton. Titik awal trase yang direncanakan merupakan titik akhir dari Jalan Tol Pasuruan Probolinggo. Lokasinya terletak di Desa Clarak, Kecamatan Leces, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur. Gambar trase rencana dapat dilihat pada Gambar 4.1.

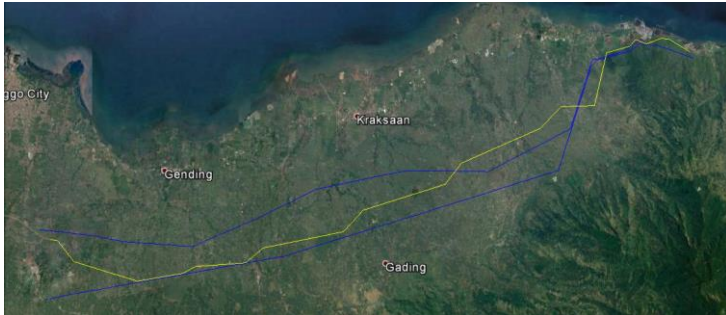


Gambar 4.1 Trase rencana ruas Probolinggo – Paiton

Dalam merencanakan trase jalan tol Probolinggo – Banyuwangi, ada beberapa objek yang menjadi pertimbangan untuk dihindari yaitu :

1. *Tower* listrik
2. Pemukiman padat penduduk
3. Sekolah atau pondok pesantren
4. Areal pemakaman

Gambar trase rencana dan jalur *tower* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Trase rencana ruas Probolinggo – Paiton dan jalur tower

4.2 Kriteria Desain Geometrik Jalan

Dalam subbab ini akan dipaparkan detail ukuran rencana sebagai dasar perancangan untuk jalan tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut :

| | |
|---------------------|---|
| Nama jalan | : Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi segmen Probolinggo-Paiton |
| Klasifikasi Jalan | : Jalan Tol |
| Tipe Jalan | : Enam lajur, dua arah terbagi (6/2 D) |
| Lebar Lajur | : 3,6 m |
| Lebar Bahu Luar | : 3 m |
| Lebar Bahu Dalam | : 1,5 m |
| Lebar Median | : 0,8 m |
| Kecepatan Rencana | : 100 km/jam |
| Kemiringan Jalan | : 2,5% |
| Minimal Kelandaian | : 0,5 % |
| Maksimum Kelandaian | : 4 % |

4.3 Perencanaan Alinyemen Horsional

Perencanaan alinyemen horisontal ruas jalan tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton

menggunakan tikungan tipe *Spiral – Circle – Spira* dengan kecepatan rencana (V_R) sebesar 100 km/jam. Pada tikungan S-C-S penggunaan lengkung peralihan berfungsi untuk menghindari terjadinya kemiringan secara mendadak dengan syarat $e > 3\%$ dan $L_C > 25\text{m}$. Contoh perhitungan tikungan dapat dilihat pada subbab 4.3.1.

4.3.1 Perencanaan Tikungan

Berikut ini urutan perencanaan tikungan dan contoh perhitungan pada titik **PI-1**.

4.3.1.1 Menentukan Panjang Bagian Lurus

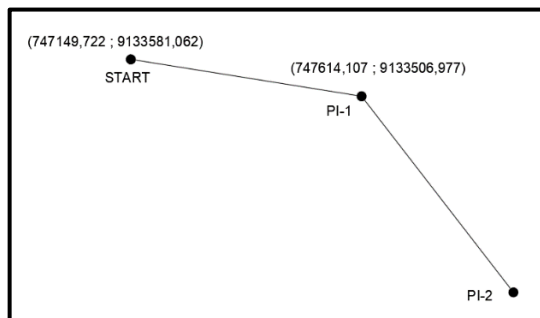
Berdasarkan **Tabel 2.16**, panjang bagian lurus maksimum yang diizinkan bila kecepatan rencana (V_R) yang digunakan yaitu 100 km/jam adalah 4200 m.

4.3.1.2 Perhitungan Sudut Azimuth (β)

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

a. Perhitungan sudut azimuth pada titik **Start – PI-1**

- Titik Start (747149,772 ; 9133581,062)
- Titik PI-1 (747614,107 ; 9133506,977)



Gambar 4.3 Koordinat titik PI-1

Dari titik koordinat tersebut didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Titik Start} & : X_{\text{Start}} = 747149,772 \\ & Y_{\text{Start}} = 9133581,062 \\ \text{Titik PI-1} & : X_{\text{Finish}} = 747614,107 \\ & Y_{\text{Finish}} = 9133506,977 \end{aligned}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_{\text{Finish}} - X_{\text{Start}} \\ &= 747614,107 - 747149,772 \\ &= 464,334 \\ \Delta Y &= Y_{\text{Finish}} - Y_{\text{Start}} \\ &= 9133506,977 - 9133581,062 \\ &= -74,0852 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik **Start** sampai titik **PI-1** :

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ L &= \sqrt{(464,344)^2 + (-74,0852)^2} \\ L &= 470,207 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan kuadran :

Karena nilai dari ΔX yaitu **positif (+)** dan ΔY yaitu **negatif (-)** maka garis **Start – PI-1** terletak pada **Kuadran II**

Menentukan sudut azimuth (β) :

Karena garis terletak pada **Kuadran II**, maka :

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 90^\circ + \left(\text{Arc Tan } \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right) \\ \beta_1 &= 90^\circ + \left(\text{Arc Tan } \frac{464,344}{-74,0852} \right) \\ \beta_1 &= 99,065^\circ \end{aligned}$$

- b. Perhitungan sudut azimuth dari titik **PI-1 – PI-2** :
- Titik PI-1 (747614,107; 9133506,977)

- Titik PI-2 (748641,437; 9132184,716)

Dari titik koordinat tersebut didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Titik PI-1} & : X_{\text{Start}} = 747614,107 \\ & \quad Y_{\text{Start}} = 9133506,977 \\ \text{Titik PI-2} & : X_{\text{Finisih}} = 748641,437 \\ & \quad Y_{\text{Finisih}} = 9132184,716 \end{aligned}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_{\text{Finisih}} - X_{\text{Start}} \\ &= 748641,437 - 747614,107 \\ &= 1027,33058 \\ \Delta Y &= Y_{\text{Finisih}} - Y_{\text{Start}} \\ &= 9132184,716 - 9133506,977 \\ &= -1322,261 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik **PI-1** sampai titik **PI-2** :

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ L &= \sqrt{(1027,33058)^2 + (-1322,261)^2} \\ L &= 1674,449 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan kuadran :

Karena nilai dari ΔX yaitu **positif (+)** dan ΔY yaitu **negatif (-)** maka garis **PI-1 – PI-2** terletak pada **Kuadran II**

Menentukan sudut azimuth (β) :

Karena garis terletak pada **Kuadran II**, maka :

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 90^\circ + \left(\text{Arc Tan } \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right) \\ \beta_1 &= 90^\circ + \left(\text{Arc Tan } \frac{1027,33058}{-1322,261} \right) \\ \beta_1 &= 142,155^\circ \end{aligned}$$

Besar sudut tikungan pada titik **PI-1** adalah :

$$\Delta\beta \text{ PI-1} = \text{Abs} (\beta_1 - \beta_2)$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Abs } (99,065^\circ - 142,155^\circ) \\
 &= 43,089^\circ
 \end{aligned}$$

4.3.1.3 Perhitungan Jari-jari Tikungan (R)

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

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

$$V_R = 100 \text{ km/jam}$$

$$e_{\max} = 10\% \quad (\text{Tabel 2.18})$$

$$f_{\max} = 0,116 \quad (\text{Tabel 2.19})$$

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

$$R_{\min} = \frac{100^2}{127 (0,1 + 0,116)}$$

$$R_{\min} = 364,538 \text{ m} \sim 365 \text{ m}$$

Selain dari perhitungan diatas, R_{\min} juga didapatkan dari **Tabel 2.20**, dari data kecepatan rencana (V_R) dan superelevasi maksimum (e_{\max}) didapatkan panjang jari-jari minimum sebesar 365 m.

Menentukan jari-jari tikungan rencana (R_O) :

Dalam menentukan jari-jari tikungan rencana harus memerhatikan jari-jari minimum yang ditentukan kemudian direncanakan agar tikungan yang dihasilkan memiliki belokan yang tidak terlalu tajam. Pada titik **PI-1** direncanakan jari-jari tikungan sebesar 900 m.

4.3.1.4 Perencanaan Panjang Lengkung Peralihan (Ls)

Berikut ini adalah contoh perhitungan superelevasi pada titik **PI-1**. Dalam perencanaan panjang lengkung peralihan ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

1. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan

Data yang dibutuhkan :

$$\text{Kec. Rencana } (V_R) = 100 \text{ km/jam}$$

$$\text{Waktu tempuh } (T) = 2 \text{ detik}$$

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \cdot T$$

$$L_s = \frac{100 \text{ km/jam}}{3,6} \cdot 2 \text{ detik}$$

$$L_s = 55,56 \text{ m}$$

2. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

Data yang dibutuhkan :

$$\text{Kec. Rencana } (V_R) = 100 \text{ km/jam}$$

$$\text{Superelevasi max } (e_{\max}) = 10\%$$

$$\text{Superelevasi normal } (e_n) = 2,5\%$$

$$V_R \geq 80 \text{ km/jam, } r_e\text{-max} = 0,025 \text{ m/m/detik}$$

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

$$L_s = \frac{\left(\frac{10 - 2,5}{100}\right) \cdot 100}{3,6 \times 0,025}$$

$$L_s = 83,33 \text{ m}$$

3. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan

Data yang dibutuhkan :

$$\text{Kec. Rencana } (V_R) = 100 \text{ km/jam}$$

$$\text{Radius tikungan } (R) = 900 \text{ m}$$

$$\text{Perubahan percepatan } (C) = 1,2 \text{ m/det}^3$$

$$L_s = \frac{0,0214 \cdot V_R^3}{RC}$$

$$L_s = \frac{0,0214 \cdot 100^3}{900 \cdot 1,2}$$

$$L_s = 19,81 \text{ m}$$

4. Tingkat perubahan kelandaian relatif

Data yang dibutuhkan :

$$\text{Lebar satu lajur } (w) = 3,6 \text{ m}$$

$$\text{Superelevasi renc. } (e_d) = 5,6\%$$

$$\text{Jumlah lajur diputar } (n_1) = 2$$

$$\text{Faktor penyesuaian } (b_w) = 0,75$$

$$\text{Tingkat perubahan } (\Delta) = 1/227 \text{ m/m}$$

$$L_s = \frac{(w \cdot n_1) \cdot e_d}{\Delta} (b_w)$$

$$L_s = \frac{(3,6 \cdot 2) \cdot 5,6\%}{1/227} (0,75)$$

$$L_s = 68,6448 \text{ m}$$

5. Dari **Tabel 2.22** dengan superelevasi maksimum (e_{\max}) 10% dan kecepatan rencana 100 km/jam didapatkan panjang lengkung peralihan sebagai berikut :

$$e = 5,6 \%$$

$$L_s = 69 \text{ m}$$

6. Batas panjang lengkung peralihan (L_s min dan L_s max) Berdasarkan sub bab 2.7.7, panjang lengkung peralihan memiliki batas minimum dan batas maksimum. Sesuai dengan persamaan 2.7-23 dan 2.7-24, batas panjang lengkung peralihan didapat dari persamaan :

Panjang lengkung peralihan minimum (L_s min)

$$L_s \text{ min} = \sqrt{(24 \cdot (p_{\text{min}}) \cdot R)}$$

$$L_s \text{ min} = \sqrt{(24 \cdot (0,2m) \cdot 900m)}$$

$$L_s \text{ min} = 65,272 \text{ m}$$

Panjang lengkung peralihan maksimum (L_s maks)

$$L_s \text{ max} = \sqrt{(24 \cdot (p_{\text{max}}) \cdot R)}$$

$$L_s \text{ max} = \sqrt{(24 \cdot (1m) \cdot 900m)}$$

$$L_s \text{ max} = 146,97 \text{ m}$$

Berdasarkan beberapa perhitungan diatas diambil nilai lengkung peralihan minimum (L_s min) yang terbesar yaitu akibat tingkat perubahan kelandaian melintang jalan dengan nilai L_s sebesar 83,33 m dan batas panjang lengkung peralihan maksimum (L_s maks) sebesar 146,97 meter. Maka direncanakan lengkung peralihan (L_s) sebesar 120 m.

4.3.1.5 Perhitungan Superelevasi

Perhitungan superelevasi (e) pada perencanaan ini menggunakan cara AASHTO 2004. Berdasarkan **subbab 2.7.7**, metoda titik putar ada 3 yaitu putar sumbu jalan, putar sisi dalam perkerasan jalan dan putar sisi luar perkerasan jalan. Pada perancangan ini yang digunakan

adalah putar pada sumbu jalan karena kondisi tanah pada berbagai tempat berbeda dan harga pekerjaan *cut* atau *fill* belum menyesuaikan harga di lapangan. Berikut ini adalah contoh perhitungan superelevasi pada titik **PI-1**.

Menentukan kecepatan aktual :

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

$$V_D = 85\% \times V_R = 85\% \times 100 \text{ km/jam} = 85 \text{ km/jam}$$

Menentukan derajat lengkung (D) :

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{900} = 1,59154$$

Menentukan derajat lengkung maksimum (D_{Maks}) :

$$D_{Maks} = \frac{181913,53 \times (e_{maks} + f_{maks})}{V_D^2}$$

$$D_{Maks} = \frac{181913,53 \times (10\% + 0,116)}{100^2}$$

$$D_{Maks} = 3,9293$$

Menentukan nilai (e+f) :

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}}$$

$$(e + f) = (10\% + 0,116) \times \frac{1,59154}{3,9293}$$

$$(e + f) = 0,087489$$

Menentukan nilai D_p :

$$D_p = \frac{181913,53 \times e_{maks}}{V_R^2}$$

$$D_p = \frac{181913,53 \times 10\%}{85^2} = 2,51783$$

Menentukan nilai h :

$$h = \left(e_{maks} \times \frac{V_R^2}{V_D^2} \right) - e_{maks}$$

$$h = \left(10\% \times \frac{100^2}{85^2} \right) - 10\% = 0,0384$$

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

$$\tan \alpha_1 = \frac{h}{D_p} = \frac{0,0384}{2,61783} = 0,0153$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p}$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{0,116 - 0,0384}{3,9293 - 2,51783} = 0,055$$

Menentukan Nilai M_o :

$$M_o = D_p \times (D_{maks} - D_p) \times \frac{\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1}{2 \times D_{maks}}$$

$$M_o = 2,51783 \times (3,9293 - 2,5178) \times \frac{0,055 - 0,0153}{2 \times 3,9293}$$

$$M_o = 0,0180$$

Menentukan nilai f(D) :

Karena nilai $D < D_p$ maka perhitungan f(D) menggunakan rumus f_1 .

$$f(D) = M_o \times \left(\frac{D}{D_p} \right) + D \times \tan \alpha_1$$

$$f(D) = 0,0180 \times \left(\frac{1,59154}{2,51783} \right) + 1,59164 \times 0,0153$$

$$f(D) = 0,0315$$

Menentukan superelevasi (e) :

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

$$e = 0,087489 - 0,0315 = 0,0563$$

$$e = 0,0563 \times 100\% = 5,63\%$$

Dari hasil superelevasi dengan 2 cara diatas, diambil nilai superelevasi terbesar yaitu 5,6%. Cek super elevasi pada titik **PI-1** $5,6\% < 10\%$ (OK).

4.3.1.6 Penentuan Tipe Lengkung Horisontal

Berdasarkan perhitungan superelevasi diatas didapat nilai superelevasi (e) adalah 5,6%. Dari persyaratan tipe lengkung horisontal nilai superelevasi (e) yaitu $5,6\% > 3\%$ maka tipe lengkung horisontal yang digunakan adalah tipe *spiral – circle – spiral* (S-C-S).

4.3.1.7 Parameter Tipe Lengkung Horisontal S-C-S

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi, dapat diketahui bahwa tipe lengkung horisontal **PI-1** adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Setelah diketahui tipe lengkung horisontalnya, maka kemudian menghitung parameter yang terdapat pada lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah contoh perhitungan parameter tipe lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S) pada titik **PI-1** :

Menentukan titik koordinat (X_S ; Y_S) :

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

$$X_s = 120 \left(1 - \frac{120^2}{40 \cdot 900^2} \right) = 119,95 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R} = \frac{120^2}{6 \times 900} = 2,67 \text{ m}$$

Menentukan nilai θ :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90 \times 120}{\pi \times 900} = 3,82$$

Menentukan nilai Δc :

$$\Delta c = \Delta \beta - 2\theta_s = 43,089 - (2 \times 3,82) = 35,45$$

Menentukan nilai p :

$$p = \frac{L_s^2}{6 R} - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = \frac{120^2}{6 \cdot 900} - R(1 - \cos 3,82) = 0,667$$

Menentukan nilai k :

$$k = X_s - R \sin \theta_s$$

$$k = 119,95 - 900 \sin 3,82 = 59,991$$

Menentukan nilai T_s :

$$T_s = (R + p) \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right) + k$$

$$T_s = (900 + 0,667) \tan\left(\frac{1}{2} 43,089\right) + 59,991$$

$$T_s = 415,59 \text{ m}$$

Menentukan nilai E :

$$E = \frac{(R + p)}{\cos\left(\frac{1}{2} \Delta\right)} - R$$

$$E = \frac{(900 + 0,667)}{\cos\left(\frac{1}{2} 43,089\right)} - 900 = 68,32 \text{ m}$$

Menentukan nilai L_C :

$$L_C = \frac{\Delta c}{180} \cdot \pi \cdot R = \frac{35,45}{180} \cdot \pi \cdot 900 = 556,85 \text{ m}$$

Menentukan L_{Tot} :

$$L_{tot} = L_C + 2L_S = 556,85 + (2 \times 120) = 796,85$$

4.3.1.8 Stasioning Titik Parameter Lengkung Horizontal S-C-S

Setelah menghitung parameter lengkung horisontal, maka selanjutnya adalah menentukan stasioning titik parameter lengkung horisontal. Berikut ini adalah contoh penentuan stasioning pada titik **PI-1** :

Titik stasioning dari *tangen – spiral* :

$$\begin{aligned} \text{STA TS} &= \text{PI} - \text{TS} \\ &= 470,21 \text{ m} - 383,64 \text{ m} \\ &= 54,62 \text{ m} \\ &= 0 + 54,62 \end{aligned}$$

Titik stasioning dari *spiral – circle* :

$$\begin{aligned} \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\ &= 54,62 \text{ m} + 120 \text{ m} \\ &= 174,62 \text{ m} \\ &= 0 + 174,62 \end{aligned}$$

Titik stasioning di pertengahan L_c (*mid*) :

$$\begin{aligned} \text{STA Mid} &= \text{STA Sc} + (1/2 L_c) \\ &= 174,62 \text{ m} + (1/2 \times 556,85) \text{ m} \\ &= 453,04 \text{ m} \\ &= 0 + 453,04 \end{aligned}$$

Titik stasioning dari *circle – spiral* :

$$\text{STA CS} = \text{STA SC} + L_c$$

$$\begin{aligned}
 &= 174,62 \text{ m} + 556,85 \text{ m} \\
 &= 731,47 \text{ m} \\
 &= 0 + 731,47
 \end{aligned}$$

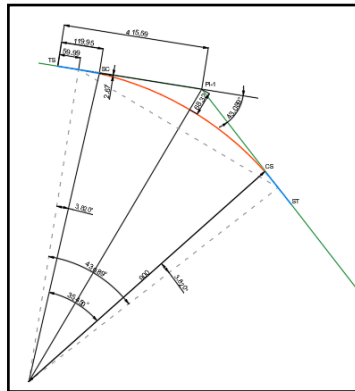
Titik stasioning dari *spiral – tangen* :

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST} &= \text{STA CS} + L_s \\
 &= 731,47 \text{ m} + 120 \text{ m} \\
 &= 851,47 \text{ m} \\
 &= 0 + 851,47
 \end{aligned}$$

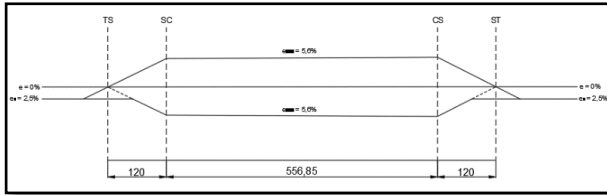
Untuk hasil perhitungan perencanaan tikungan horisontal lainnya dapat dilihat pada lampiran 2.

4.3.1.9 Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi

Setelah semua parameter dan superelevasi dihitung, maka selanjutnya adalah menggambar secara lengkap parameter dan diagram superelevasi pada tiap titik tikungan untuk memperjelas gambar pengerjaan dilapangan. Gambar detail tikungan dan diagram superelevasi pada tikungan PI-1 dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Parameter tikungan PI-1



Gambar 4.5 Diagram superelevasi tikungan PI-1

4.3.2 Jarak Pandang Henti

Dalam perencanaan ini akan ditentukan jarak pandang henti kendaraan pada kondisi datar agar pengemudi tidak terhalangi objek pada saat berbelok. Jarak pandang henti (S_S) akibat kondisi datar ditentukan dengan cara sebagai berikut :

Data yang dibutuhkan :

Kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam

Waktu reaksi (T) = 2,5 detik (ketetapan)

Tingkat perlambatan (a) = 3,4 m/dtk² (ketetapan)

Menentukan jarak pandang henti (S_S) :

$$S_S = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \frac{V_R^2}{a}$$

$$S_S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + 0,039 \frac{100^2}{3,4}$$

$$S_S = 184,206 \text{ meter}$$

Menentukan jarak pandang henti minimum ($S_S \text{ min}$) :

Berdasarkan **Tabel 2.11** didapatkan jarak pandang henti minimum sebesar 182,9 m.

Berdasarkan hasil perhitungan jarak pandang henti (S_S) didapatkan, $S_S = 184,206 \text{ m} > 182,9 \text{ m}$. Maka jarak pandang henti pada titik PI-1 dinilai aman.

4.3.3 Jarak Pandang 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 alinyemen horisontal sebelumnya. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk PI-1:

Data yang diperlukan :

Jari-jari tikungan (R) = 900 m

Panjang lengkung (L_{Tot}) = 796,846 m

Jarak pandang henti (S_S) = 184,206 m

Jari-jari sumbu lajur dalam (R') :

$$R' = R - [(1/2 M) + \text{bahu dalam} + (2 \times \text{lebar lajur})]$$

$$R' = 900 \text{ m} - [(1/2 \times 0,8 \text{ m}) + 1,5 \text{ m} + (2 \times 3,6 \text{ m})]$$

$$R' = 890,9 \text{ meter}$$

Karena nilai $S_S < L_{Tot}$, maka rumus kebebasan samping di tikungan yang digunakan adalah :

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 S_S}{R'} \right) \right]$$

$$E = 890,9 \text{ m} \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 \times 184,206 \text{ m}}{890,9 \text{ m}} \right) \right]$$

$$E = 4,757 \text{ meter}$$

Maka kebebasan samping yang diperlukan pada titik tikungan PI-1 sebesar 4,757 meter dari jari-jari sumbu lajur dalam.

4.4 Perencanaan Alinyemen Vertikal

Perencanaan alinyemen vertikal meliputi alinyemen vertikal cekung dan alinyemen vertikal cembung. Berikut ini adalah contoh perhitungan dari alinyemen vertikal di titik PVI-1.

4.4.1 Lengkung Vertikal Cekung

Pada sub bab ini akan dijelaskan parameter-parameter perhitungan pada titik PVI-1 yang merupakan lengkung vertikal cekung.

4.4.1.1 Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari PVI-1 :

Menentukan Gradien 1 (g_1) :

$$g_1 = \frac{E_2 - E_1}{L} = \frac{31 \text{ m} - 40,904 \text{ m}}{458,32 \text{ m}} = -2,16\% \text{ (Turunan)}$$

Menentukan Gradien 2 (g_2) :

$$g_2 = \frac{E_2 - E_1}{L} = \frac{41,47 \text{ m} - 31 \text{ m}}{1173,1 \text{ m}} = 0,893\% \text{ (Tanjakan)}$$

Menentukan Perbedaan Aljabar (A) :

$$A = g_1 - g_2 = -2,16\% - 0,893\% = -3,05\%$$

Karena nilai A adalah $-3,05\% < 0\%$, maka lengkung vertikal yang digunakan adalah lengkung cekung.

4.4.1.2 Jarak Pandang Henti

Dalam perencanaan jalan ini akan ditentukan jarak pandang kendaraan akibat kelandaian agar pengendara aman dan nyaman dalam berkendara. Pada perencanaan alinyemen vertikal, jarak pandang henti (S_S) ditentukan dari beberapa perhitungan yaitu :

1. Jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) dari tabel 2.12.

Berdasarkan tabel 2.12 jarak pandang henti (S_S) minimum akibat kelandaian dengan $g_1 = -2,16\%$ dan kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam didapatkan jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) sebesar 190,64 m.

2. Jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) dari persamaan 2.5-2.

Data yang dibutuhkan :

Gradien 1 (g_1) = - 2,16%

Kecepatan rencana (V_R)= 100 km/jam

Waktu reaksi (T) = 2,5 dtk (ketetapan)

Tingkat perlambatan (a)= 3,4 m/dtk²

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

$$S_S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + \frac{100^2}{254 \left[\left(\frac{3,4}{9,81} \right) - 2,16 \right]}$$

$$S_S = 190,65 \text{ m}$$

3. Jarak pandang henti (S_S) dari tabel 2.11

Berdasarkan tabel 2.11, jarak pandang henti (S_s) minimum dengan kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam yaitu sebesar 185 m.

Dari 2 perhitungan diatas, jarak pandang henti akibat kelandaian (S_s) yang digunakan adalah yang terbesar yaitu 190,65 meter.

4.4.1.3 Panjang Lengkung Vertikal Cekung

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

Menentukan nilai g_1 , g_2 dan A :

$$g_1 = -2,16\%$$

$$g_2 = 0,89\%$$

$$A = -2,16\% - 0,89\% = -3,05\% \text{ (Cekung)}$$

Kemudian menentukan panjang lengkung vertikal minimum.

1. Menentukan L_{Min} :

$$L_{Min} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 100 = 60 \text{ m}$$

2. Menentukan L_{Min} berdasarkan tabel 2.33 :

Berdasarkan tabel 2.33 dengan kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam dan perbedaan aljabar landai (A) = -3,05%, didapatkan nilai L_{Min} sebesar 118,2 meter.

3. Menentukan L_{Min} berdasarkan persamaan 2.8-8 :

$$L = \frac{AV^2}{395} = \frac{3,05 \times 100^2}{395} = 77,31 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas diambil nilai yang terbesar, maka panjang lengkung vertikal cekung minimum (L_{Min}) yang digunakan yaitu 118,2 m.

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cekung, maka :

Menentukan panjang lengkung untuk $S_s < L$:

$$L = \frac{A \times S_s^2}{120 + 3,5S_s} = \frac{3,05 \times 190,65 \text{ m}}{120 + (3,5 \times 190,65 \text{ m})} = 140,98 \text{ m}$$

Cek : $190,65 \text{ m} < 118,2 \text{ m}$ (**Not OK**)

Menentukan panjang lengkung untuk $S_s > L$:

$$\begin{aligned} L &= 2S_s - \frac{120 + 3,5S_s}{A} \\ &= (2 \times 190,65) - \frac{120 + (3,5 \times 190,65)}{3,05} \\ &= 123,49 \text{ m} \end{aligned}$$

Cek : $190,65 \text{ m} > 118,2 \text{ m}$ (**OK**)

Dari kriteria diatas, maka panjang lengkung yang dipilih adalah 123,49 m. Kemudian menentukan jarak antara elevasi lengkung vertikal dengan titik perpotongan.

$$Ev = \frac{A \times L}{800} = \frac{3,05 \times 123,49 \text{ m}}{800} = 0,471 \text{ m}$$

4.4.1.4 Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini adalah stasioning titik parameter lengkung vertikal cekung sebagai berikut :

STA PVI = 0 + 458,32 (Pusat perpotongan)

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PVI} - \frac{1}{2} L \\
 &= 458,32 \text{ m} - \frac{1}{2} \cdot 123,5 \text{ m} \\
 &= 396,6 \text{ m} \\
 &= 0 + 396,6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PVI} + \frac{1}{2} L \\
 &= 458,32 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 123,5 \text{ m} \\
 &= 520,1 \text{ m} \\
 &= 0 + 520,1
 \end{aligned}$$

4.4.1.5 Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

Elevasi titik parameter lengkung vertikal sebagai berikut :

$$\text{Elv. PVI} = + 31,00 \text{ (Pusat perpotongan)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv. PLV} &= \text{Elv PVI} + (g_1 \times \frac{1}{2} L) \\
 &= + 31,00 + (2,16\% \times \frac{1}{2} \times 123,5 \text{ m}) \\
 &= + 32,33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv. PTV} &= \text{Elv PVI} + (g_2 \times \frac{1}{2} L) \\
 &= + 31,966 + (0,89\% \times \frac{1}{2} \times 1243,5 \text{ m}) \\
 &= + 31,55
 \end{aligned}$$

4.4.2 Lengkung Vertikal Cembung

Pada sub bab ini akan dijelaskan parameter-parameter perhitungan pada titik PVI-2 yang merupakan lengkung vertikal cekung.

4.4.2.1 Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cembung

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari PVI-2 :

Menentukan Gradien 1 (g_1) :

$$g_1 = \frac{E_2 - E_1}{L} = \frac{41,473 \text{ m} - 31,00 \text{ m}}{1173,1 \text{ m}} = 0,893\% \text{ (Tanjakan)}$$

Menentukan Gradien 2 (g_2) :

$$g_2 = \frac{E_2 - E_1}{L} = \frac{35,635 \text{ m} - 41,473 \text{ m}}{1049,14 \text{ m}} = -0,56\% \text{ (Turunan)}$$

Menentukan Perbedaan Aljabar (A) :

$$A = g_1 - g_2 = 0,893\% - (-0,56\%) = 1,45\%$$

Karena nilai A adalah $1,45\% > 0\%$, maka lengkung vertikal yang digunakan adalah lengkung cembung.

4.4.2.2 Jarak Pandang Henti

Dalam perencanaan jalan ini akan ditentukan jarak pandang kendaraan akibat kelandaian agar pengendara aman dan nyaman dalam berkendara. Pada perencanaan alinyemen vertikal, jarak pandang henti (S_S) ditentukan dari beberapa perhitungan yaitu :

1. Jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) dari tabel 2.12.

Berdasarkan tabel 2.12, jarak pandang henti (S_S) minimum akibat kelandaian dengan $g_1 = 0,893\%$ dan kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam didapatkan jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) sebesar 180 m.

2. Jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) dari persamaan 2.5-2.

Data yang dibutuhkan :

$$\text{Gradien } l (g_1) = 0,893\%$$

$$\text{Kecepatan rencana } (V_R) = 100 \text{ km/jam}$$

$$\text{Waktu reaksi } (T) = 2,5 \text{ dtk (ketetapan)}$$

$$\text{Tingkat perlambatan } (a) = 3,4 \text{ m/dtk}^2$$

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

$$S_S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + \frac{100^2}{254 \left[\left(\frac{3,4}{9,81} \right) + 0,893 \right]}$$

$$S_S = 180,24 \text{ m}$$

3. Jarak pandang henti (S_S) dari tabel 2.11

Berdasarkan tabel 2.11, jarak pandang henti (S_S) minimum dengan kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam yaitu sebesar 185 m.

Dari 3 perhitungan diatas, jarak pandang henti akibat kelandaian (S_S) yang digunakan adalah yang terbesar yaitu 185 meter.

4.4.2.3 Panjang Lengkung Vertikal Cembung

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

Menentukan nilai g_1 , g_2 dan A :

$$g_1 = 0,893\%$$

$$g_2 = -0,56\%$$

$$A = 0,893\% - (-0,56\%) = 1,45 \text{ (Cembung)}$$

Kemudian menentukan panjang lengkung vertikal minimum.

1. Menentukan L_{Min}

$$L_{Min} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 100 = 60 \text{ m}$$

2. Menentukan L_{Min} berdasarkan tabel 2.32 :

Berdasarkan tabel 2.32 dengan kecepatan rencana (V_R) = 100 km/jam dan perbedaan aljabar landai (A) = 1,45%, didapatkan nilai L_{Min} sebesar 60 meter.

3. Menentukan L_{Min} berdasarkan persamaan 2.8-8 :

$$L = \frac{AV^2}{395} = \frac{1,45 \times 100^2}{395} = 36,69 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas diambil nilai yang terbesar, maka panjang lengkung vertikal cekung minimum (L_{Min}) yang digunakan yaitu 60 m.

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cembung, maka :

Menentukan panjang lengkung untuk $S_S < L$:

$$L = \frac{AS_S^2}{658} = \frac{1,45 \times 185^2}{658} = 75,42 \text{ m}$$

Cek : $185 \text{ m} < 60 \text{ m}$ (**Not OK**)

Menentukan panjang lengkung untuk $S_S > L$:

$$L = 2S_S - \frac{658}{A} = (2 \times 185) - \frac{658}{1,45} = 369,9 \text{ m}$$

Cek : 185 m > 60 m (**OK**)

Dari kriteria diatas, maka panjang lengkung yang dipilih adalah 369,9 m. Kemudian menentukan jarak antara elevasi lengkung vertikal dengan titik perpotongan.

$$Ev = \frac{A \times L}{800} = \frac{1,45 \times 369,9 \text{ m}}{800} = 0,670 \text{ m}$$

4.4.2.4 Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung

Berikut ini adalah stasioning titik parameter lengkung vertikal cekung sebagai berikut :

$$\text{STA PVI} = 1 + 631,4 \text{ (Pusat perpotongan)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PVI} - \frac{1}{2} L \\ &= 1631,4 \text{ m} - \frac{1}{2} \cdot 369,9 \text{ m} \\ &= 1446,5 \text{ m} \\ &= 1 + 446,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PVI} + \frac{1}{2} L \\ &= 1631,4 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 369,9 \text{ m} \\ &= 1816,4 \text{ m} \\ &= 1 + 816,4 \end{aligned}$$

4.4.2.5 Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cembung

Elevasi titik parameter lengkung vertikal sebagai berikut :

$$\text{Elv. PVI} = + 41,47 \text{ (Pusat perpotongan)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv. PLV} &= \text{Elv PVI} - (g1 \times \frac{1}{2} L) \\
 &= + 41,47 - (0,893\% \times \frac{1}{2} \times 369,9 \text{ m}) \\
 &= + 39,82
 \end{aligned}$$

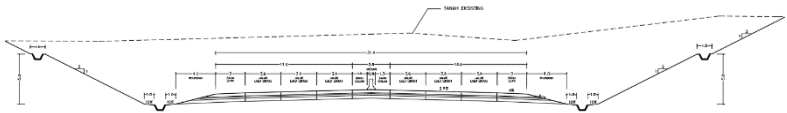
$$\begin{aligned}
 \text{Elv. PTV} &= \text{Elv PVI} - (g2 \times \frac{1}{2} L) \\
 &= + 41,47 - (0,556\% \times \frac{1}{2} \times 369,9 \text{ m}) \\
 &= + 40,44
 \end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Pelebaran Jalan

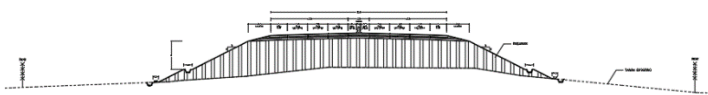
Pada bagian terakhir perhitungan alinemen horisontal adalah menghitung pelebaran pada jalan yang bertujuan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan. Perancangan pelebaran jalan berdasarkan **Tabel 2.27** dengan jari-jari tikungan sebesar 900m didapatkan pelebaran jalan pada titik PI-1 yakni sebesar 0,39 meter.

4.6 Potongan Melintang

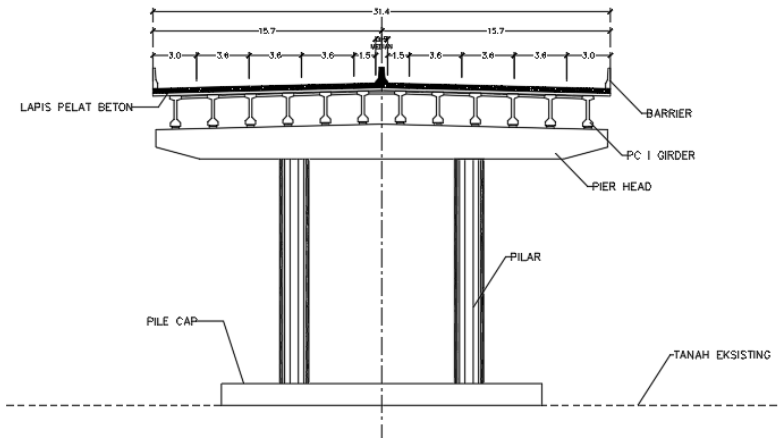
Pada subbab ini akan ditampilkan gambar potongan melintang jalan tipikal untuk kondisi galian (*cut*) dan timbunan (*fill*).



Gambar 4.6 Potongan melintang kondisi cut



Gambar 4.7 Potongan melintang kondisi fill



Gambar 4.8 Gambar jembatan girder

Jembatan girder digunakan karena jarak antara elevasi trase rencana dengan elevasi tanah eksisting lebih dari 40 meter. Untuk jalan yang menggunakan jembatan girder dapat dilihat pada visualisasi gambar dibawah ini.



Gambar 4.9 Jembatan pada STA 39+127.48 – 39+822.14



Gambar 4.10 Jembatan pada STA 42+399.86 – 43+042.40



Gambar 4.11 Jembatan pada STA 43+258.42 – 43+574.34



Gambar 4.12 Jembatan pada STA 44+055.75 – 44+258.085

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB V

PERKERASAN JALAN

5.1 Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan

Jalan tol Probolinggo – Banyuwangi seksi Probolinggo – Paiton direncanakan menggunakan perkerasan kaku sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) tahun 2017 Nomor 04/SE/Db/2017. Berdasarkan peraturan tersebut, jalan tol Probolinggo - Banyuwangi memiliki umur rencana 40 tahun dan direncanakan akan dibuka pada tahun 2020. Data laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) menggunakan Pertumbuhan Domestik Regional Bruto (PDRB) daerah yang berdekatan dengan lokasi perencanaan jalan tol.

Perkerasan kaku menggunakan jenis perkerasan beton semen dengan sambungan dengan tulangan atau biasa disebut *Jointed Reinforced Concrete Pavement* (JRCP). Perencanaan sambungan tulangan mengacu pada peraturan Pd T-14-2003.

Berikut data untuk perkerasan jalan tol Probolinggo – Banyuwangi seksi Probolinggo – Paiton :

| | |
|-------------------|---|
| Nama Jalan | : Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi seksi Probolinggo – Paiton |
| Klarifikasi Jalan | : Jalan Tol |
| Tipe Jalan | : Empat lajur, dua arah terbagi (6/2 D) |
| Umur Rencana | : 40 tahun |
| Perkerasan | : Kaku |

5.2 Analisa Lalu Lintas

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang digunakan adalah ruas jalan nasional Probolinggo – Paiton tahun 2017. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata

| Jenis Kendaraan | LHR 2017 | |
|-----------------|----------|--------|
| | 2 Arah | 1 Arah |
| 5a | 188 | 94 |
| 5b | 216 | 108 |
| 6a.1 | 3,319 | 1,660 |
| 6a.2 | 1,169 | 585 |
| 7a.2 | 1,319 | 660 |
| 7c2.1 | 145 | 73 |
| 7c2.2 | 335 | 168 |

(Sumber : Pekerjaan Umum Bina Marga Pengawasan dan Perencanaan Jalan Nasional)

Volume kendaraan berdasarkan data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) tahun 2017 merupakan volume kendaraan untuk 2 arah. Dalam perencanaan perkerasan jalan tol, volume kendaraan yang digunakan yaitu 1 arah.

5.3 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan

Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) dibutuhkan untuk memproyeksikan volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari tahun 2017 ke tahun awal ketika jalan tol dibuka yaitu tahun 2020. Selain itu, laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) dibutuhkan untuk memproyeksikan volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada akhir umur rencana.

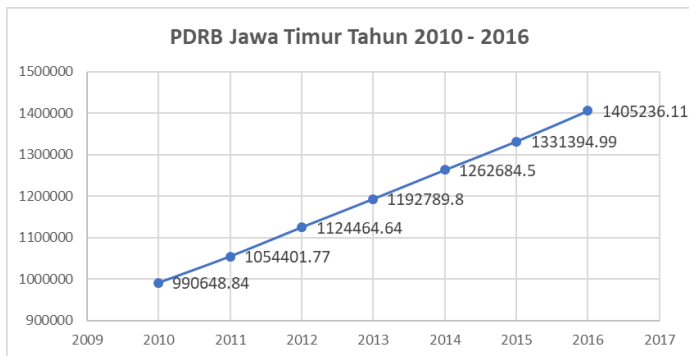
Nilai laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) diambil dari data pertumbuhan domestik regional bruto (PDRB) karena jalan tol termasuk jalan primer yang melayani perpindahan barang dan jasa untuk pengembangan ekonomi suatu wilayah. Penggunaan nilai pertumbuhan domestik regional bruto (PDRB) sebagai laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) menggambarkan pertumbuhan jumlah kendaraan pada wilayah perencanaan.

Pada perencanaan laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i), data pertumbuhan domestik regional bruto (PDRB) yang digunakan yaitu wilayah Provinsi Jawa Timur.

Tabel 5.2 PDRB Jawa Timur

| Tahun | PDRB |
|-------|------------|
| 2010 | 990648.84 |
| 2011 | 1054401.77 |
| 2012 | 1124464.64 |
| 2013 | 1192789.8 |
| 2014 | 1262684.5 |
| 2015 | 1331394.99 |
| 2016 | 1405236.11 |

(Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur Tahun 2016)



Gambar 5.1 Grafik PDRB Provinsi Jawa Timur tahun 2010-2016

Dari data diatas dapat dihitung prosentase tingkat pertumbuhan setiap tahunnya kemudian diambil rata-rata. Hasil nilai rata-rata yang kemudian dijadikan nilai laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i). Nilai rata tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tabel Prosentase PDRB

| Tahun | PDRB | i | i rata-rata |
|-------|------------|-------|-------------|
| | (Rupiah) | (%) | (%) |
| 2010 | 990648.84 | - | 5.659 |
| 2011 | 1054401.77 | 6.046 | |
| 2012 | 1124464.64 | 6.231 | |
| 2013 | 1192789.8 | 5.728 | |
| 2014 | 1262684.5 | 5.535 | |
| 2015 | 1331394.99 | 5.161 | |
| 2016 | 1405236.11 | 5.255 | |

Dari tabel perhitungan diatas di dapat nilai laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) sebesar 5,66%. Kemudian menghitung pertumbuhan volume kendaraan dari tahun 2017 ke tahun 2020. Contoh perhitungan sebagai berikut :

Jenis kendaraan = 5a
 Jumlah LHR 2017 = 94
 Laju pertumbuhan lalu lintas (i) = 5,66%
 Jumlah tahun (n) = 3 (dari 2017 – 2020)

Menentukan Jumlah LHR tahun 2020 :

$$\begin{aligned}
 LHR\ 2020 &= LHR\ 2017 \times (1 + i)^n \\
 &= 94 \times (1 + 5,66\%)^3 \\
 &= 111
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan jumlah LHR tahun 2020 untuk jenis kendaraan 5a sejumlah 111. Untuk jenis kendaraan lain dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Jumlah LHR Tahun 2020

| Mobil penumpang | LHR 2017 | LHR 2020 |
|-----------------|----------|----------|
| 5A | 94 | 111 |
| 5B | 108 | 127 |
| 6A | 1,660 | 1,957 |
| 6B | 585 | 689 |
| 7A | 660 | 778 |
| 7B | 73 | 86 |
| 7C | 168 | 198 |

5.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan akan bertambah setiap tahunnya selama umur rencana. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas tersebut diperlukan faktor pertumbuhan kumulatif sebagai berikut.

Data perencanaan :

Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) = 5,66%
 Umur rencana (UR) = 40 tahun

Menentukan faktor pertumbuhan kumulatif (R) :

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1 + 0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \\
 &= \frac{(1 + 0,01 \times 5,66)^{40} - 1}{0,01 \times 5,66} \\
 &= 142,12
 \end{aligned}$$

Maka faktor pertumbuhan kumulatif selama masa umur perencanaan sebesar 142,12.

5.5 Faktor Distribusi pada Lajur Rencana

Beban desain pada pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu Permen PU No. 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan rasio antara

volume dan kapasitas yang dipenuhi. Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50.

Pada perencanaan jalan tol Probolinggo – Banyuwangi Seksi Probolinggo – Paiton direncanakan menggunakan 2 jalur 3 lajur sehingga menurut subbab 2.12.3 **Tabel 2.38** didapatkan faktor distribusi lajur (DL) sebesar 60%.

5.6 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Contoh perhitungan sebagai berikut

Data perencanaan :

| | |
|------------------------------------|----------|
| Jenis kendaraan | = 5b |
| LHR Tahun 2020 | = 254,79 |
| Faktor distribusi arah (DD) | = 0,5 |
| Faktor distribusi lajur (DL) | = 0,6 |
| Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) | = 142,12 |

Menghitung beban sumbu standar kumulatif untuk jenis kendaraan 5a :

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Sumbu} &= \Sigma LHR \times 365 \times DD \times DL \times R \\
 &= 254,79 \times 365 \times 0,5 \times 0,6 \times 142,12 \\
 &= 3.965.072,55
 \end{aligned}$$

Maka jumlah beban sumbu standar kumulatif dari tahun pertama hingga akhir masa umur perencanaan sebesar 3.965.072,55. Untuk kendaraan lain dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Jumlah Beban Sumbu Standar Kumulatif

| Mobil penumpang | Jumlah Kelompok smb | LHR 2017 | LHR 2020 | Kelompok Sumbu 2020 | Jumlah kelompok sumbu (20'-60') |
|--|---------------------|----------|----------|---------------------|---------------------------------|
| 5A | 2 | 94 | 111 | 221.76 | |
| 5B | 2 | 108 | 127 | 254.79 | 3,965,072.55 |
| 6A | 2 | 1,660 | 1,957 | 3,915.00 | 60,926,276.81 |
| 6B | 2 | 585 | 689 | 1,378.92 | 21,459,119.49 |
| 7A | 2 | 660 | 778 | 1,555.85 | 24,212,642.09 |
| 7B | 4 | 73 | 86 | 342.08 | 5,323,477.03 |
| 7C | 3 | 168 | 198 | 592.73 | 9,224,300.72 |
| Kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat (20' - 60') | | | | | 125,110,888.70 |

Dari tabel perhitungan diatas didapatkan jumlah beban sumbu standar kumulatif pada akhir masa umur rencana adalah 125.110.888,70.

5.7 Pengolahan Data CBR

Data tanah yang digunakan dalam perencanaan ini didapatkan dari data CBR perencanaan jalan tol Gempol – Pasuruan. Data CBR dapat dilihat pada *lampiran 4* dan didapat CBR rata-rata sebesar 1,74%. Karena nilai CBR pada tanah dasar kurang dari 6%, maka tanah dasar perlu di stabilisasi dengan cara sebagai berikut :

- a. Empat kali daya dukung tanah asal sebelum distabilisasi
 $CBR = 4 \times 1,74\% = 6,96\%$
- b. Daya dukung yang diperoleh dari formula sebagai berikut :

$$CBR_{stabilisasi} = CBR_{tanah\ asal} \times 2^{(tebal\ lapis / 150)}$$

$$= 1,74\% \times 2^{(300mm / 150)}$$

$$= 6,96\%$$

Maka dilakukan stabilisasi tanah dasar dengan melakukan pemadatan setinggi 300 mm untuk mencapai CBR 6,96%

5.8 Desain Tebal Perkerasan Kaku

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai desain perkerasan kaku sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2018 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.

a. Desain perkerasan kaku pada badan jalan

Perkerasan kaku pada badan jalan di desain berdasarkan jumlah beban sumbu standar kumulatif kendaraan yakni sebesar 125.110.888,70. Angka tersebut diplot pada **Tabel 2.43** untuk mendapatkan desain perkerasan yang disarankan. Berdasarkan **Tabel 2.43** didapat desain perkerasan sebagai berikut.

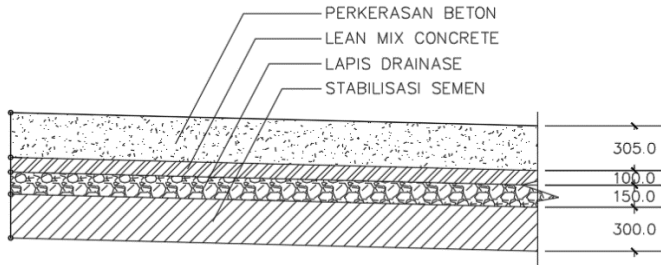
| | |
|-------------------|----------|
| Tebal pelat beton | = 305 mm |
| Lapis pondasi LMC | = 100 mm |
| Lapis drainase | = 150 mm |

b. Desain perkerasan kaku pada bahu jalan

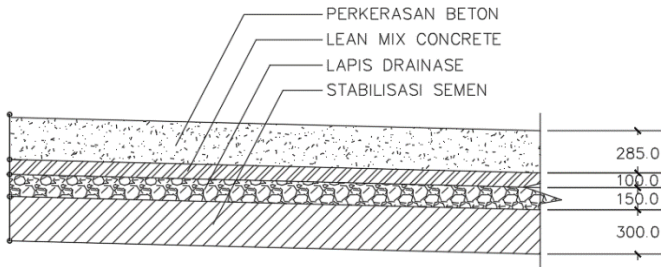
Perkerasan kaku pada bahu jalan di desain berdasarkan 10% dari jumlah sumbu standar kumulatif kendaraan yakni sebesar 12.511.088,87. Angka tersebut diplot pada **Tabel 2.43** untuk mendapatkan desain perkerasan yang disarankan. Berdasarkan **Tabel 2.43** didapat desain perkerasan sebagai berikut.

| | |
|-------------------|----------|
| Tebal pelat beton | = 285 mm |
| Lapis pondasi LMC | = 100 mm |
| Lapis drainasse | = 150 mm |

Sedangkan pada perkerasan kaku, desain pondasi pada badan jalan dan bahu jalan adalah sama yaitu berdasarkan **Tabel 2.42** dengan tebal stabilisasi semen sebesar 300 mm. Desain perkerasan dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan 5.3.



Gambar 5.2 Tebal perkerasan badan jalan



Gambar 5.3 Tebal perkerasan bahu jalan

5.9 Perencanaan Sambungan

Perkerasan kaku yang digunakan yaitu jenis perkerasan beton semen dengan sambungan dengan tulangan atau biasa disebut *Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP)*. Sambungan yang digunakan ada 2 yaitu batang pengikat (*tie bars*) dan batang ruji (*dowel*). Berikut adalah contoh perhitungan sambungan untuk perancangan jalan tol ini :

- a. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)
Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*). Berikut contoh perhitungan kebutuhan batang pengikat (*tie bars*).

Data perencanaan :

$$\text{Tebal pelat (h)} = 0,305 \text{ m}$$

$$\text{Jarak terkecil sambungan (b)} = 0,625 \text{ m}$$

Luas penampang tulangan :

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 0,305 \times 0,625 \\ &= 38,8875 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan baja ulir D16 :

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \\ &= 201,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

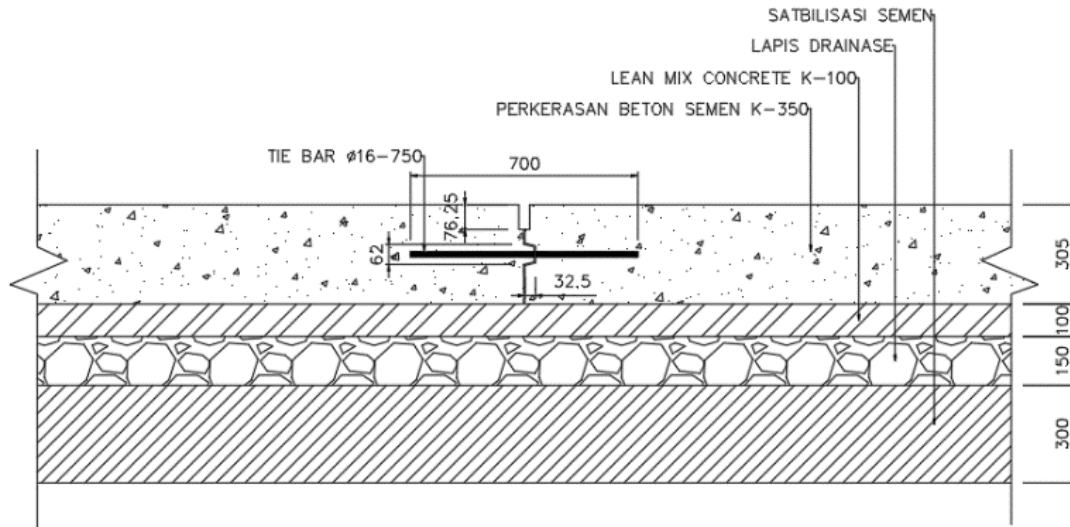
$$\text{Cek : } 201,1 \text{ mm}^2 > 38,8875 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Panjang batang pengikat (I) :

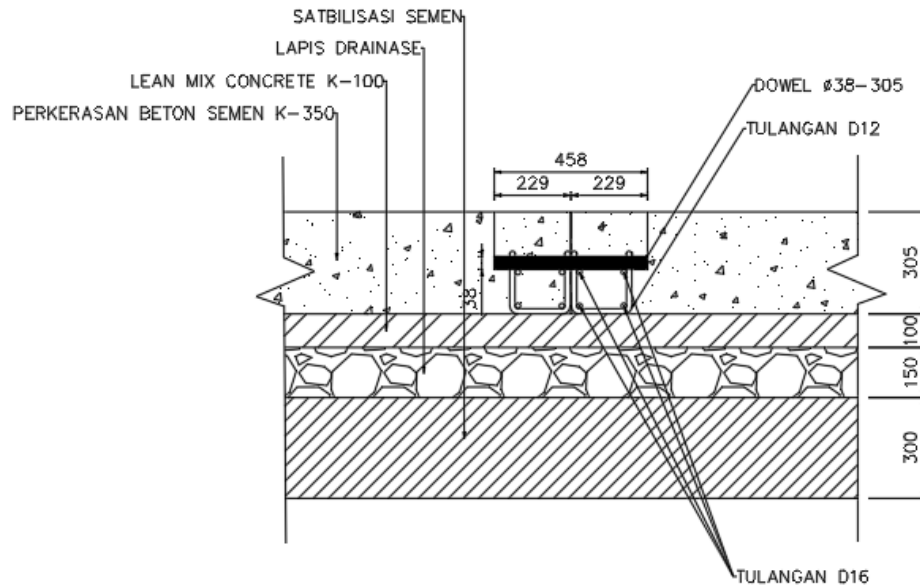
$$\begin{aligned} I &= (38,3 \times \Phi) + 75 \\ &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} \sim 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Digunakan batang pengikat (*tie bars*) baja ulir diameter 16mm dengan jarak antar *tie bars* sebesar 700mm.

- b. Sambungan melintang dengan batang ruji (*dowel*)
Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat melintang dengan batang ruji (*dowel*). Untuk ukuran batang ruji dapat dilihat pada **Tabel 2.46**.



Gambar 5.5 Detail penulangan tie bar



Gambar 5.6 Detail penulangan dowel

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perhitungan rencana anggaran biaya material pada perancangan jalan tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton. Perhitungan anggaran biaya material meliputi pekerjaan tanah, pekerjaan perkerasan dan pekerjaan struktur jembatan. Acuan biaya berdasarkan Harga Satuan Pokok Provinsi Jawa Timur tahun 2019 dan Peraturan Menteri (PM) Nomor 78 Tahun 2014.

6.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Pada subbab ini akan di *breakdown* analisa harga satuan pekerjaan

- a. Berdasarkan HSPK Jawa Timur Tahun 2019

Tabel 6.1 Analisa HSPK Pengurangan Sirtu dengan Alat Berat

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|--|-------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | Pengurangan Sirtu dengan pematatan menggunakan Alat Berat | | m³ | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.021 | OH | Rp 180,000 | Rp 3,780 |
| | Pembantu tukang | 0.25 | OH | Rp 155,000 | Rp 38,750 |
| | | | | Jumlah : | Rp 42,530 |
| | Bahan : | | | | |
| | Sirtu | 1.2 | m ³ | Rp 205,000 | Rp 246,000 |
| | | | | Jumlah : | Rp 246,000 |
| | Sewa peralatan : | | | | |
| | Sewa truk tangki air min 5 jam | 0.012 | hari | Rp 527,000 | Rp 6,324 |
| | Sewa dump truk 5 ton | 0.088 | jam | Rp 70,000 | Rp 6,160 |
| | Sewa escavator 6 m ³ | 0.022 | jam | Rp 153,300 | Rp 3,373 |
| | Sewa pneumatic tire roller min 5 jam | 0.004 | jam | Rp 243,500 | Rp 974 |
| | Sewa motor grader 125-140 pk min 5 jam | 0.008 | jam | Rp 304,400 | Rp 2,435 |
| | Sewa vibrator roller min 5 jam | 0.012 | jam | Rp 149,400 | Rp 1,793 |
| | | | | Jumlah : | Rp 21,059 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp 309,589 |

Tabel 6.2 Analisa HSPK Penggalian Tanah dengan Alat Berat

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|---|-------|----------------------|---------------------|------------------|
| 2 | Penggalian tanah dengan alat berat | | m³ | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.007 | OH | Rp 180.000 | Rp 1,260 |
| | Pembantu tukang | 0.226 | OH | Rp 155.000 | Rp 35,030 |
| | | | | Jumlah : | Rp 36,290 |
| | Sewa peralatan : | | | | |
| | Sewa dump truk 5 ton | 0.067 | jam | Rp 70.000 | Rp 4,690 |
| | Sewa escavator 6 m ³ | 0.067 | jam | Rp 153.300 | Rp 10,271 |
| | | | | Jumlah : | Rp 14,961 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp 51,251 |

Tabel 6.3 Pekerjaan Beton K-350

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|------------------------------|----------|----------------|---------------------|---------------------|
| 3 | Pekerjaan beton K-350 | | | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.035 | OH | Rp 180.000 | Rp 6,300 |
| | Tukang | 0.35 | OH | Rp 165.000 | Rp 57,750 |
| | Pembantu tukang | 2.1 | OH | Rp 155.000 | Rp 325,500 |
| | | | | Jumlah : | Rp 389,550 |
| | Bahan : | | | | |
| | Semen PC 40 kg | 11.5 | Zak | Rp 63.000 | Rp 724,500 |
| | Pasir cor | 0.41875 | m ³ | Rp 265,300 | Rp 111,094 |
| | Batu pecah mesin 1/2 cm | 0.529474 | m ³ | Rp 243,300 | Rp 128,821 |
| | Biaya air | 215 | Liter | Rp 6 | Rp 1,290 |
| | | | | Jumlah : | Rp 965,705 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp 1,355,255 |

Tabel 6.4 Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton (polos/ulir)

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|---|--------|---------------------|------------------|------------------|
| 4 | Pekerjaan pembesian dengan besi beton (polos/ulir) | | kg | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.0007 | OH | Rp 180.000 | Rp 126 |
| | Tukang | 0.007 | OH | Rp 165.000 | Rp 1,155 |
| | Pembantu tukang | 0.007 | OH | Rp 155.000 | Rp 1,085 |
| | | | | Jumlah : | Rp 2,366 |
| | Bahan : | | | | |
| | Besi beton polos | 1.05 | kg | Rp 13,500 | Rp 14,175 |
| | Kawat beton | 0.015 | kg | Rp 25,900 | Rp 389 |
| | | | | Jumlah : | Rp 14,564 |
| | | | Nilai HSPK : | Rp 16,930 | |

Tabel 6.5 Lantai Kerja K-100

| | | | | | | |
|---|---------------------------|----------|-------|---------------------|-----------|----------------|
| 5 | Lantai kerja K-100 | | m^3 | | | |
| | Upah : | | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.02 | OH | Rp 180,000 | Rp | 3,600 |
| | Tukang | 0.2 | OH | Rp 165,000 | Rp | 33,000 |
| | Pembantu tukang | 1.2 | OH | Rp 155,000 | Rp | 186,000 |
| | | | | Jumlah : | Rp | 222,600 |
| | Bahan : | | | | | |
| | Semen PC 40 kg | 5.75 | Zak | Rp 63,000 | Rp | 362,250 |
| | Pasir cor | 0.558125 | m^3 | Rp 265,300 | Rp | 148,071 |
| | Batu pecah mesin 1/2 cm | 0.540526 | m^3 | Rp 243,300 | Rp | 131,510 |
| | Biaya air | 215 | Liter | Rp 6 | Rp | 1,290 |
| | | | | Jumlah : | Rp | 643,121 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp | 865,721 |

Tabel 6.6 Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Klas A

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|--|--------|--------|---------------------|-------------------|
| 6 | Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Klas A | | | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.035 | OH | Rp 180,000 | Rp 6,300 |
| | Pembantu tukang | 2.1 | OH | Rp 155,000 | Rp 325,500 |
| | | | | Jumlah : | Rp 331,800 |
| | Bahan : | | | | |
| | Agregat Klas A | 1.2586 | m^3 | Rp 212,200 | Rp 267,075 |
| | | | | Jumlah : | Rp 267,075 |
| | Sewa Peralatan : | | | | |
| | Sewa Truk Tangki Air min 5 jam | 0.0141 | Hari | Rp 527,000 | Rp 7,431 |
| | Sewa Dump Truk 5 Ton | 0.5043 | Jam | Rp 70,000 | Rp 35,301 |
| | Sewa Tandem Roller | 0.0107 | Jam | Rp 292,200 | Rp 3,127 |
| | Sewa Motor Grader 125-140 pk Min 5 jam | 0.0094 | Jam | Rp 304,400 | Rp 2,861 |
| | | | | Jumlah : | Rp 48,720 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp 647,595 |

Tabel 6.7 Pekerjaan Beton K-150

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|------------------------------|----------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 7 | Pekerjaan Beton K-150 | | m³ | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.028 | OH | Rp 180,000 | Rp 5,040 |
| | Tukang | 0.275 | OH | Rp 165,000 | Rp 45,375 |
| | Pembantu tukang | 1.65 | OH | Rp 155,000 | Rp 255,750 |
| | | | | Jumlah : | Rp 306,165 |
| | Bahan : | | | | |
| | Semen PC 40 kg | 7.475 | Zak | Rp 63,000 | Rp 470,925 |
| | Pasir cor | 0.499375 | m ³ | Rp 265,300 | Rp 132,484 |
| | Batu pecah mesin 1/2 cm | 0.535263 | m ³ | Rp 243,300 | Rp 130,229 |
| | Biaya air | 215 | Liter | Rp 6 | Rp 1,290 |
| | | | | Jumlah : | Rp 734,929 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp 1,041,094 |

Tabel 6.8 Lapis Pondasi Semen

| No | Uraian Kegiatan | Koef. | Satuan | Harga Satuan | Harga |
|----|---------------------------------|--------|----------------|---------------------|-------------------|
| 8 | Lapis Pondasi Semen | | | | |
| | Upah : | | | | |
| | Kepala tukang / Mandor | 0.2536 | OH | Rp 180,000 | Rp 45,648 |
| | Tukang | 1.0944 | OH | Rp 155,000 | Rp 169,632 |
| | | | | Jumlah : | Rp 215,280 |
| | Bahan : | | | | |
| | Semen untuk pondasi semen tanah | 1 | m ³ | Rp 145,452 | Rp 145,452 |
| | | | | Jumlah : | Rp 145,452 |
| | Sewa Peralatan : | | | | |
| | Alat penebar semen/spreader | 0.031 | Jam | Rp 482,909 | Rp 14,970 |
| | Soil stabiliser/recycling | 0.0137 | Jam | Rp 3,182,400 | Rp 43,599 |
| | Motor grader | 0.0137 | Jam | Rp 495,338 | Rp 6,786 |
| | Pad foot roller | 0.0137 | Jam | Rp 504,729 | Rp 6,915 |
| | Vibratory roller | 0.0137 | Jam | Rp 262,678 | Rp 3,599 |
| | Water tanker | 0.031 | Jam | Rp 159,305 | Rp 4,938 |
| | Prime mover | 0.031 | Jam | Rp 563,772 | Rp 17,477 |
| | Alat bantu | 1 | Ls | 100 | Rp 100 |
| | | | | Jumlah : | Rp 98,384 |
| | | | | Nilai HSPK : | Rp 459,116 |

b. Harga Jembatan

Penentuan harga jembatan dalam perancangan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton diambil dari harga perkiraan per meter persegi dengan metode indek biaya (Mulyono dan Nugroho, 2016 : Vol 13 No 2) . Harga jembatan per meter persegi pada tahun 2015 didapat Rp6.320.269,-. Karena

harga yang didapat tahun 2015 maka perlu di *forecast* ke tahun 2019.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Harga jembatan 2015} &= \text{Rp}6.320.269,- \\ \text{Tahun (n)} &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga 2019} &= \text{harga 2015} \times (1 + i)^n \\ &= 6.320.269 \times (1 + 5,659\%)^4 \\ &= 7.877.123,2 \end{aligned}$$

Maka di dapat harga jembatan per meter persegi pada tahun 2019 sebesar Rp7.877.123,2.

6.2 Volume Pekerjaan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai perhitungan volume pekerjaan yang ada di perancangan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton. Adapun volume pekerjaan yang dihitung yaitu meliputi :

1. Volume pekerjaan tanah
2. Volume perkerasan dan struktur jalan
3. Volume pada jembatan

6.2.1 Volume Pekerjaan Tanah

Volume pekerjaan tanah ada 2 yaitu volume galian (*cut*) dan volume timbunan (*fill*). Perhitungan volume menggunakan persamaan.

$$\text{Volume cut/fill} = \text{Luas cut/fill} \times \text{Panjang STA}$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada *Lampiran 4* dan didapatkan volume galian (*cut*) sebesar 5.992.601,06 m³ dan volume timbunan (*fill*) sebesar 4.667.510,75 m³ dengan perbandingan antara galian dan timbunan harus kurang dari 25%.

$$\begin{aligned}
 Rasio &= \frac{Vol. Cut - Vol. Fill}{Vol. Cut} \times 100\% \\
 &= \frac{5.992.601,06 - 4.667.510,75}{5.992.601,06} \times 100\% \\
 &= 22,11\% < 25\%
 \end{aligned}$$

6.2.2 Volume Perkerasan dan Struktur Jalan

Volume perkerasan jalan terbagi menjadi 9 pekerjaan yaitu :

1. Perkerasan beton semen
2. Beton kurus (*Lean Mix Concrete*)
3. Lapis drainase
4. Lapis stabilisasi semen
5. Median jalan (*Barrier*)
6. *Barrier* pinggir jembatan
7. Perkerasan saluran drainase
8. Kebutuhan batang pengikat (*tie bars*)
9. Kebutuhan batang ruji (*dowel*)

Perhitungan volume pada perkerasan jalan menggunakan persamaan.

$$Volume \text{ lapisan} = Luas \text{ Lapisan} \times Panjang \text{ STA}$$

Hasil perhitungan tebal lapisan perkerasan dan struktur jalan dapat dilihat pada *Lampiran 5.1 dan 5.2*.

Sedangkan perhitungan kebutuhan batang pengikat (*tie bars*) dan batang ruji (*dowel*) sebagai berikut.

Batang pengikat (*tie bars*) :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sisi} &= \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{panjang tiap sisi}} \\ &= \frac{47089,13 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 9417,8 \sim 9418 \text{ sisi} \end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 5.4 kebutuhan *tie bars* setiap sisi berjumlah 6 batang. Sambungan *tie bars* pada ruas jalan tol Probolinggo – Banyuwangi berjumlah 8 sisi, maka:

Jumlah tie bars

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah sisi} \times \text{jumlah tie bars tiap sisi} \times \text{jumlah sisi dalam 1 ruas} \\ \text{Jumlah tie bars} &= 9418 \times 6 \text{ batang} \times 8 \text{ sisi} \\ &= 452.064 \text{ batang} \end{aligned}$$

Kemudian menghitung berat total kebutuhan *tie bars*. Diameter *tie bars* adalah 16mm menggunakan besi polos dengan panjang setiap *tie bars* 0,75m, rasio perbandingan berat per meter sebesar 1,58 kg/m. Maka perhitungan berat total kebutuhan *tie bars* sebagai berikut.

Berat

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah tie bars} \times \text{panjang tie bars} \times \text{rasio berat} \\ \text{Berat} &= 452.064 \times 0,75 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \\ &= 535.695,84 \text{ kg} \end{aligned}$$

Batang ruji (*dowel*) :

Jumlah sambungan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{panjang tiap sisi}} + 1 \\ &= \frac{47089,13 \text{ m}}{5 \text{ m}} + 1 \\ &= 9418,8 \sim 9419 \text{ sambungan} \end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 5.4 kebutuhan *dowel* satu sambungan dalam 1 jalur sejumlah 36 batang, maka:

Jumlah dowel

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah sambungan} \times \text{jumlah dowel dalam 1 jalur} \times \text{jumlah jalur} \\ \text{Jumlah dowel} &= 9419 \times 36 \text{ batang} \times 2 \text{ jalur} \\ &= 678.168 \text{ batang} \end{aligned}$$

Kemudian menghitung berat total kebutuhan *dowel*. Diameter *dowel* adalah 38mm menggunakan besi polos dengan panjang setiap *dowel* 0,305m, rasio perbandingan berat per meter sebesar 8,92 kg/m. Maka perhitungan berat total kebutuhan *dowel* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Berat} &= \text{jumlah dowel} \times \text{panjang dowel} \times \text{rasio berat} \\ &= 678.168 \times 0,305\text{m} \times 8,92 \text{ kg/m} \\ &= 1.845.023,86 \text{ kg} \end{aligned}$$

Rekap perhitungan volume dan kebutuhan material perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Volume material perkerasan jalan

| No. | Item Pekerjaan | Satuan | Kuantitas |
|-----|---------------------------------|----------------|------------|
| 1 | Perkerasan beton semen | m ³ | 454134.72 |
| 2 | Beton Kurus (LMC) | m ³ | 150127.82 |
| 3 | Lapis drainase | m ³ | 228845.63 |
| 4 | Lapis Satbilisasi Semen | m ³ | 470980.50 |
| 5 | Median jalan (<i>Barrier</i>) | m ³ | 249670.95 |
| 6 | Perkerasan saluran drainase | m ³ | 15472.39 |
| 7 | <i>Tie bars</i> | kg | 535673.09 |
| 8 | <i>Dowel</i> | kg | 1845023.86 |

6.2.3 Luas Struktur Jembatan

Jembatan pada perancangan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton menggunakan harga segmental jembatan, dimana perhitungan menggunakan harga per satuan luas. Dari **Subbab 6.1** poin (b) didapatkan harga jembatan Rp7.877.123,2 per meter persegi. Untuk luasan jembatan dapat dilihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10 Luas Jembatan

| No. | Item Pekerjaan | Satuan | Kuantitas |
|-----|----------------|----------------|-----------|
| 1 | Jembatan 1 | m ² | 22229.12 |
| 2 | Jembatan 2 | m ² | 20637.12 |
| 3 | Jembatan 3 | m ² | 10154.24 |
| 4 | Jembatan 4 | m ² | 6510.08 |
| 5 | Jembatan 5 | m ² | 12820.8 |

6.3 Rencana Anggaran Biaya Material

Pada subab ini akan dipaparkan hasil perhitungan anggaran biaya material pada perancangan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton. Anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Anggaran Biaya Jalan Tol

| No | Uraian Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan | Sub Total | Harga |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|
| A Pekerjaan Tanah | | | | | | |
| 1 | Pengurangan tanah dengan pemadatan | m ³ | 4667510.746 | Rp 309,589 | Rp1,445,008,117,434 | |
| 2 | Penggalan tanah dengan alat berat | m ³ | 5992601.06 | Rp 51,251 | Rp 307,127,396,326 | |
| Jumlah Harga | | | | | | Rp 1,752,135,513,760 |
| B Pekerjaan Perkerasan Kaku | | | | | | |
| 1 | Pelat beton (K-350) | m ³ | 454134.7175 | Rp 1,355,255 | Rp 615,468,527,856 | |
| 2 | Lean Mix Concrete (K-100) | m ³ | 150127.8243 | Rp 865,721 | Rp 129,968,740,849 | |
| 3 | Lapis drainase | m ³ | 228845.6298 | Rp 647,595 | Rp 148,199,175,784 | |
| 4 | Lapis Stabilisasi semen | m ³ | 470980.5037 | Rp 459,116 | Rp 216,234,536,929 | |
| 5 | Tie bars | kg | 535673.09 | Rp 16,930 | Rp 9,068,945,414 | |
| 6 | Dowel | kg | 1845023.86 | Rp 16,930 | Rp 31,236,253,950 | |
| Jumlah Harga | | | | | | Rp 1,150,176,180,783 |
| C Pekerjaan Struktur | | | | | | |
| 1 | Saluran Drainase (K-150) | m ³ | 15472.39 | Rp 1,041,094 | Rp 16,108,204,457 | |
| 2 | Median Jalan (K-150) | m ³ | 249670.95 | Rp 1,041,094 | Rp 259,930,841,891 | |
| 3 | Jembatan 1 | m ² | 22229.12 | Rp 7,877,123 | Rp 175,101,517,673.63 | |
| 4 | Jembatan 2 | m ² | 20637.12 | Rp 7,877,123 | Rp 162,561,137,482 | |
| 5 | Jembatan 3 | m ² | 10154.24 | Rp 7,877,123 | Rp 79,986,199,851 | |
| 6 | Jembatan 4 | m ² | 6510.08 | Rp 7,877,123 | Rp 51,280,702,438 | |
| 7 | Jembatan 5 | m ² | 12820.80 | Rp 7,877,123 | Rp 100,991,021,587 | |
| Jumlah Harga | | | | | | Rp 845,959,625,379 |
| TOTAL BIAYA | | | | | | Rp 3,748,271,319,921 |

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan total biaya material Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton sebesar Rp 3.748.271.319.921,-

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Tugas akhir perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton merupakan alternatif pilihan yang bisa dijadikan sebagai salah satu pertimbangan untuk pembangunan jalan tol khususnya pada Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi. Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan Rencana
Dari hasil perhitungan kondisi medan jalan pada trase rencana Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton didapatkan kondisi medan jalan datar dan perbukitan, sehingga digunakan kecepatan rencana 100 km/jam.
2. Jari-jari Tikungan
Berdasarkan kecepatan rencana 100 km/jam dengan superelevasi maksimum 10% didapatkan jari-jari tikungan minimum sebesar 365m. Dalam perancangan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton besar jari-jari tikungan antara 438 m hingga 1750 m.
3. Jenis tikungan pada perancangan alinemen horisontal Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton adalah *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) dengan jumlah 20 buah tikungan.
4. Tebal Perkerasan Kaku
Perkerasan kaku di desain mengguakan jenis *Jointed Plain Concrete Pavement* yang didesain menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 meliputi perkerasan

pada badan jalan dan bahu jalan. Berdasarkan **Subbab 5.8** didapatkan tebal perkerasan sebagai berikut :

Tebal perkerasan pada badan jalan.

- Lapis pelat beton = 305 mm
- Lapis pondasi LMC = 100 mm
- Lapis drainase = 150 mm
- Stabilisasi semen = 300 mm

Tebal perkerasan pada bahu jalan.

- Lapis pelat beton = 285 mm
- Lapis pondasi LMC = 100 mm
- Lapis drainase = 150 mm
- Stabilisasi semen = 300 mm

5. Volume Timbunan dan Galian

Berdasarkan hasil perhitungan pada **Subbab 6.2.1** didapatkan volume galian (*cut*) sebesar 5.992.604,06 m³ dan volume timbunan (*fill*) sebesar 4.667.510,075 m³ dengan perbandingan antara galian (*cut*) dengan timbunan (*fill*) sebesar 22,11%.

6. Anggaran Biaya Material

Rencana anggaran biaya material Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi segmen Probolinggo – Paiton meliputi 3 pekerjaan yaitu pekerjaan tanah, pekerjaan perkerasan jalan dan pekerjaan struktur. Pekerjaan diatas dapat diuraikan sebagai berikut.

- 1) Pekerjaan Tanah
 - a. Pengalihan tanah dengan alat berat
 - b. Pengurugan sirtu dengan pemadatan menggunakan alat berat
- 2) Pekerjaan perkerasan
 - a. Lapis beton untuk perkerasan

- b. Lapis pondasi (LMC)
 - c. Lapis drainase
 - d. Lapis stabilisasi semen
 - e. Kebutuhan batang pengikat (*tie bars*)
 - f. Kebutuhan batang ruji (*dowel*)
- 3) Pekerjaan struktur
- a. Saluran drainase
 - b. Median jalan (*Barrier*)
 - c. Struktur jembatan

Dari perhitungan pada **Subbab 6.3** didapatkan total anggaran biaya material sebesar Rp3.748.271.319.921,-.

7.2 Saran

Dalam perancangan jalan tol ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Perancangan trase pada areal perbukitan daerah Paiton harus memperhatikan *tower* listrik yang ada di sekitar, karena jumlah *tower* listrik di areal perbukitan daerah Paiton cukup banyak dan letaknya berdekatan.
2. Dalam membangun struktur jembatan pada areal perbukitan daerah Paiton hendaknya meninjau akses keluar masuk untuk kendaraan alat berat yang digunakan.
3. Data CBR tanah dasar menggunakan data dari proyek jalan tol Gempol – Pasuruan Seksi III sehingga diperlukan data CBR tanah dasar yang ada di daerah Probolinggo hingga Paiton.
4. Harga jembatan yang digunakan adalah harga segmental per meter persegi. Perlu dilakukan perhitungan volume jembatan secara keseluruhan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 2011. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 6th Edition*. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur 2010-2016*.
<URL:<https://jatim.bps.go.id/dynamictable/2018/01/16/224>>.
- Bina Marga. 2018 (Revisi 2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd. T-14-2003*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual, Pd. T-19-2004-B*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No. 007/BM/2009*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Provinsi Jawa Timur. 2019. *Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan Tahun 2019*. Surabaya: Pemerintah Provinsi Jawa Timur.

- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 78 Tahun 2014 Tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan*. Jakarta: Menteri Perhubungan.
- Mulyono, Bagus dan Paulus S. N. 2016. *Estimasi Biaya Konseptual Pada Jembatan Beton Bertulang Dengan Metode Indeks Biaya*. Universitas Jenderal Soedirman. Vol. 13 No. 2 (2016), e-ISSN 2527-6131.
- Prayogata, Robby Suma, Hera W., dan Cahya B. 2017. *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III (Pasuruan STA 20+367 Sampai Grati STA 34+150)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Silmy Adani, Sakila H., Ludfi D., dan Rahayu K.. 2017. *Analisis ATP/WTP Pada Rencana Jalan Tol Kraksaan - Banyuwangi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Yoder, E. J., and M. W. Witzak. 1975. *Principles Of Pavement Design Second Edition*. New York: A Wiley-Interscience Publication.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Ilham Rizky Darmawan, lahir di Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 16 Juni 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Islam Mutiara Surabaya tahun 2001, SD Negeri Kalirungkut I/264 Surabaya tahun 2007, SMP Negeri 17 Surabaya tahun 2010 dan SMA Negeri 16 Surabaya tahun 2013. Pada tahun 2014 penulis diterima di Program Studi DIII Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan lulus pada tahun 2017. Selama masa perkuliahan DIII, penulis aktif di dalam organisasi kemahasiswaan kampus. Pada tahun ke-2, penulis pernah menjadi pengurus di Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HMDS ITS 2015/2016 dan Kementerian Kebijakan Kampus BEM ITS 2015/2016. Penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan acara kampus seperti Crew KJI-KBGI ITS 2014, D'Village ITS 2014, dan GERIGI ITS 2015.

Pada tahun 2017, penulis diterima di Program Studi S1 Lintas Jalur Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar dengan NRP 03111745000010. Selama masa perkuliahan S1, penulis tidak aktif di organisasi maupun kepanitiaan dan hanya fokus pada akademik. Pada tahun akhir perkuliahan, penulis mengambil Tugas Akhir Bidang Perhubungan.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail :
ilhamrizkydarmawan@gmail.com



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)
Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



| | |
|--------------------------|--|
| NAMA PEMBIMBING | : Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T., M.Eng |
| NAMA MAHASISWA | : ILHAM RIZKY D. |
| NRP | : 03111745000010 |
| JUDUL TUGAS AKHIR | : Perancangan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi segmen Probolinggo - Paton dengan Menggunakan Perkerasan Kaku |
| TANGGAL PROPOSAL | : 4 Januari 2019 |
| NO. SP-MMTA | : 14589 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2019 |

| NO | TANGGAL | KEGIATAN | | PARAF ASISTEN |
|----|----------|--|---|---------------|
| | | REALISASI | RENCANA MINGGU DEPAN | |
| 1. | 7/2 '19 | Cek trase Batas Cut & Fill 30 m Batas Gradien 3% | Cek peta Catur & peta elvansi | Cat |
| 2. | 13/3 '19 | Hitung jumlah overpass Batas Gradien 4% Alasan dicari pilar Kemiringan timbunan 1:2 | Cek 4/ Catur - 20 m | Cat |
| 3. | 15/3 '19 | Bikin Excel untuk azimuth (dibenahi), deltanya lurus Cek azimuth di autocad | | |
| 4. | 19/3 '19 | - e harus dihitung - Bikin Grid - Trase harus final minggu ini | Finalisasi trase. | Cat |
| 5. | 20/3 '19 | Jalur dekat paton digeser diart Buat potongan melintang (typical) Tikungan dibuat smooth | R diperbesar - pipel t-5 - ending LC - jarak pilar sonar 0. | Cat |



Form AK/TA-04
rev01

**PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)**

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



| | |
|-------------------|---|
| NAMA PEMBIMBING | : Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T., M.Eng |
| NAMA MAHASISWA | : ILHAM RIZKY DARMAWAN |
| NRP | : 03111745000010 |
| JUDUL TUGAS AKHIR | : Perancangan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi Segmen Probolinggo - Paiton dengan Menggunakan Perkerasan Kaku |
| TANGGAL PROPOSAL | : 4 Januari 2019 |
| NO. SP-MMTA | : 14589 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2019 |

| NO | TANGGAL | KEGIATAN | | PARAF ASISTEN |
|----|----------|---|--|---------------|
| | | REALISASI | RENCANA MINGGU DEPAN | |
| 6. | 27/3 '19 | <ul style="list-style-type: none"> - Cek hitungan alinyemen vertikal (elevasi dan stasioning) - mempelajari hitungan alinyemen vertikal - Desain trase berdasarkan kriteria/fungsi bangunan yang dihindari (pure sendiri) | <p>pelajari & coba buat cross section</p> | |
| 7. | 1/4 '19 | <ul style="list-style-type: none"> - Rounding 1,5m - Buat cross section typical - Di tikungan cross per 25 m | <p>Angka lain Lateral & juga cross yg serunggulnya.</p> | |
| 8. | 16/4 '19 | <ul style="list-style-type: none"> - Coba minta data CBR ke Probolinggo - Glah data untuk perhitungan perkerasan | <p>cari data CBR - lanjut paksa ↳ i % → PPRBS</p> | |
| 9. | 7/5 '19 | <ul style="list-style-type: none"> - Superelevasi pakai oashtro - Laporan di fix kan tanggal 24 Mei - Susunan excel cut & fill diperbaiki - PDRB pakai harga konstan - Gambar juga harus lengkap ketika pengumpulan. | <ul style="list-style-type: none"> - Buat Laporan - Gambar sesuai susunan TIO tanggal 24 Mei | |



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



| | |
|-------------------|---|
| NAMA PEMBIMBING | : Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng |
| NAMA MAHASISWA | : ILHAM RIZKY DARMAWAN |
| NRP | : 03111745000010 |
| JUDUL TUGAS AKHIR | : Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi Segmen Probolinggo - Paton dengan menggunakan Perkerasan kaku |
| TANGGAL PROPOSAL | : 4 Januari 2019 |
| NO. SP-MMTA | : 14589 / IT2.VI.4.1 / PP. 05.02.00/2019 |

| NO | TANGGAL | KEGIATAN | | PARAF ASISTEN |
|-----|----------|---|--|---------------|
| | | REALISASI | RENCANA MINGGU DEPAN | |
| 10. | 24/5 '19 | - Benahi Laporan, harus sesuai dengan urutan rumusan masalah. | | |
| 11. | 28/5 '19 | Acc | <p>→ Boleh Nggu Ujian. TA.</p> <p>↳ flxxxxx...</p> | |

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
PROGRAM SARJANA (S1) DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK - ITS**

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN
SEMINAR DAN LISAN
TUGAS AKHIR**

Pada hari ini **Kamis** tanggal **11 Juli 2019** jam **09:00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

| NRP | Nama | Judul Tugas Akhir |
|----------------|----------------------|--|
| 03111745000010 | Ilham Rizky Darmawan | Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Probolinggo - Banyuwangi Segmen Probolinggo - Paiton dengan Menggunakan Perkerasan Kaku |

1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

lihat di lembar Catatan !

2. Rentang nilai dari hasil diskusi Tim Penguji Tugas Akhir adalah : A / AB / B / BC / C / D / E

3. Dengan hasil ujian (wajib dibacakan oleh Ketua Sidang di depan Peserta Ujian dan Penguji) :

- Lulus Tanpa Perbaikan Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
 Lulus Dengan Perbaikan Mengulang Ujian Lisan

| Tim Penguji (Anggota) | Tanda Tangan |
|---|--------------|
| Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M.Eng (Pembimbing 1) | |
| Budi Rahardjo, ST. MT | |
| Cahaya Buana, ST. MT | |
| Anak Agung Gde Kartika, ST. MSc | |

Surabaya, 11 Juli 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr. techn. Umboro Lasminto, ST. MSc
NIP 19721202 199802 1 001

Ketua Sidang

(.....)
Nama terang

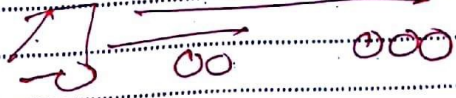
**FORM TAMBAHAN PERBAIKAN/PENYEMPURNAAN
SEMINAR & LISAN TUGAS AKHIR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK - ITS**

Nama Mahasiswa : Ilham Rizky D.
NRP :

Saran/Masukan :

- | | |
|---|--|
| <p>1). <u>P. BUDI</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ✗ - Tambah informasi koordinat di sta awal & akhir. ✓ - Diplan tempelan garis a, marka, batu jalan, garis batas hambatan. ✓ - BVCS, EVCS, dll. | <p>3). <u>P. CAHYA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ✗ - Uraikan tentang harga pembatan per m². ✓ ✗ - Tambahkan ket - gbr tower gbr. 10 dst. ✓ - gradient tambahkan di profile. ✓ - Tambahkan ukuran ROW. ✓ - BELAJAR EDC. katanya ZONK ! |
|---|--|

- 2). P. ASUNIS
- ✓ - Parameter ketinggian Horizontal → di Plan.
 - ✓ - garis hambatan di batas pembatan.
 - ✓ - tambahkan informasi sta ketinggian Horizontal.
 - ✓ ~~✗~~ - perlu diperlihatkan kurva putar Diagram super-elevasi.
 - ✓ - Ciri koordinasi antara L-H & L-V. (5)



Surabaya, 11 Juli 2019

Rueip
CATUR ARIF, P.

| No. | Titik | Jarak Pandang Henti | | | | Cek | Kebebasan Samping | | | W (m) | Stationing Hitungan | | | | | |
|-----|-------|---------------------|----------------------|---------|-------|-----|-------------------|--------|--------|----------|---------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|----------|
| | | T | a | Ss | Ssmin | | R' | E (m) | | | PI | STA TS | STA SC | STA MID | STA CS | STA ST |
| | | (dt) | (m/dt ²) | (m) | (m) | | (m) | S < Lt | S > Lt | | | | | | | |
| 1 | Start | | | | | | | | | | [PI - Ts] | [STA TS+Ls] | STA TS+Ls+1/2Lc | [STA SC+Lc] | [STA CS+Ls] | |
| 2 | PI-1 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 890.90 | 4.757 | - | 0.390 | 470.21 | 54.62 | 174.62 | 453.04 | 731.47 | 851.47 |
| 3 | PI-2 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1740.90 | 2.436 | - | 0.150 | 1674.45 | 1507.63 | 1607.63 | 2092.91 | 2578.20 | 2678.20 |
| 4 | PI-3 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1640.90 | 2.585 | - | 0.234 | 4225.85 | 5860.48 | 5960.48 | 6294.22 | 6627.97 | 6727.97 |
| 5 | PI-4 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 890.90 | 4.757 | - | 0.390 | 2907.02 | 8987.16 | 9107.16 | 9192.73 | 9278.30 | 9398.30 |
| 6 | PI-5 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 890.90 | 4.757 | - | 0.390 | 885.58 | 9823.47 | 9943.47 | 10073.90 | 10204.33 | 10324.33 |
| 7 | PI-6 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 990.90 | 4.278 | - | 0.345 | 3189.51 | 12876.74 | 12996.74 | 13249.57 | 13502.41 | 13622.41 |
| 8 | PI-7 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1190.90 | 3.560 | - | 0.285 | 1456.40 | 14338.04 | 14438.04 | 14688.63 | 14939.23 | 15039.23 |
| 9 | PI-8 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1740.90 | 2.436 | - | 0.150 | 5174.05 | 19238.68 | 19338.68 | 19837.36 | 20336.04 | 20436.04 |
| 10 | PI-9 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1190.90 | 3.560 | - | 0.285 | 1833.10 | 21272.20 | 21392.20 | 21644.31 | 21896.42 | 22016.42 |
| 11 | PI-10 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1490.90 | 2.844 | - | 0.195 | 5423.89 | 26534.87 | 26654.87 | 27046.55 | 27438.24 | 27558.24 |
| 12 | PI-11 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1240.90 | 3.417 | - | 0.270 | 1685.63 | 28342.50 | 28462.50 | 28711.34 | 28960.18 | 29080.18 |
| 13 | PI-12 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1740.90 | 2.436 | - | 0.150 | 5419.95 | 33727.42 | 33847.42 | 34120.59 | 34393.75 | 34513.75 |
| 14 | PI-13 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1220.90 | 3.473 | - | 0.276 | 1914.30 | 35479.26 | 35599.26 | 36006.68 | 36414.10 | 36534.10 |
| 15 | PI-14 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 1740.90 | 2.436 | - | 0.150 | 2096.55 | 36678.59 | 36798.59 | 37882.38 | 38966.17 | 39086.17 |
| 16 | PI-15 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 428.90 | 9.853 | - | 0.847 | 3412.14 | 40767.01 | 40889.16 | 41069.19 | 41249.23 | 41371.38 |
| 17 | PI-16 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 610.90 | 6.931 | - | 0.847 | 1340.44 | 42153.65 | 42275.80 | 42377.02 | 42478.23 | 42600.38 |
| 18 | PI-17 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 428.90 | 9.853 | - | 0.847 | 714.58 | 42740.55 | 42862.70 | 43054.30 | 43245.91 | 43368.06 |
| 19 | PI-18 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 445.36 | 9.491 | - | 0.817 | 726.67 | 43507.44 | 43625.17 | 43738.52 | 43851.88 | 43969.60 |
| 20 | PI-19 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 428.90 | 9.853 | - | 0.847 | 1014.70 | 44574.90 | 44697.04 | 44741.59 | 44786.14 | 44908.29 |
| 21 | PI-20 | 2.5 | 3.4 | 184.206 | 182.9 | OK | 428.90 | 9.853 | - | 0.847 | 559.36 | 45139.69 | 45261.83 | 45296.70 | 45331.57 | 45453.72 |
| 22 | End | | | | | | | | | | 1794.29 | | | | | 47089.15 |

Lampiran 3. Hasil perhitungan cut and fill

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (m) | (m ²) | (m ³) | (m ³) | (m ²) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | | (m) | (m ²) | (m ³) | (m ³) | (m ²) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| 0+000.00 | | 30.03 | | | 1.97 | | | | 0+851.47 | | 263.02 | | | 0.00 | | | |
| | 54.624 | | 3741.20 | 3741.20 | | 53.80 | 53.80 | 3687.39 | | 48.529 | | 13096.04 | 191895.88 | | 0.00 | | 61.75 |
| 0+054.62 | | 106.95 | | | 0.00 | | | | 0+900.00 | | 276.70 | | | 0.00 | | | |
| | 1.714 | | 186.02 | 3927.22 | | 0.00 | 53.80 | 3873.41 | | 100 | | 13987.50 | 205883.38 | | 2510.50 | 2572.25 | 203311.13 |
| 0+056.33 | | 110.11 | | | 0.00 | | | | 1+000.00 | | 3.05 | | | 50.21 | | | |
| | 18.482 | | 2148.44 | 6075.66 | | 0.00 | 53.80 | 6021.85 | | 100 | | 225.50 | 206108.88 | | 6288.00 | 8860.25 | 197248.63 |
| 0+074.82 | | 122.38 | | | 0.00 | | | | 1+100.00 | | 1.46 | | | 75.55 | | | |
| | 0.18 | | 22.03 | 6097.69 | | 0.00 | 53.80 | 6043.88 | | 100 | | 6967.00 | 213075.88 | | 3777.50 | 12637.75 | 200438.13 |
| 0+075.00 | | 122.41 | | | 0.00 | | | | 1+200.00 | | 137.88 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 3183.75 | 9281.44 | | 0.00 | 53.80 | 9227.63 | | 100 | | 7813.50 | 220889.38 | | 194.00 | 12831.75 | 208057.63 |
| 0+100.00 | | 132.29 | | | 0.00 | | | | 1+300.00 | | 18.39 | | | 3.88 | | | |
| | 5.624 | | 748.72 | 10030.16 | | 0.00 | 53.80 | 9976.36 | | 100 | | 4232.50 | 225121.88 | | 346.50 | 13178.25 | 211943.63 |
| 0+105.62 | | 133.97 | | | 0.00 | | | | 1+400.00 | | 66.26 | | | 3.05 | | | |
| | 19.376 | | 2949.51 | 12979.67 | | 0.00 | 53.80 | 12925.87 | | 100 | | 3402.00 | 228523.88 | | 3050.00 | 16228.25 | 212295.63 |
| 0+125.00 | | 170.48 | | | 0.00 | | | | 1+500.00 | | 1.78 | | | 57.95 | | | |
| | 11.428 | | 1922.82 | 14902.49 | | 0.00 | 53.80 | 14848.69 | | 7.626 | | 10.75 | 228534.64 | | 417.03 | 16645.28 | 211889.36 |
| 0+136.42 | | 166.03 | | | 0.00 | | | | 1+507.62 | | 1.04 | | | 51.42 | | | |
| | 13.572 | | 2185.57 | 17088.06 | | 0.00 | 53.80 | 17034.25 | | 12.25 | | 6.37 | 228541.01 | | 607.17 | 17252.45 | 211288.56 |
| 0+150.00 | | 156.04 | | | 0.00 | | | | 1+519.87 | | 0.00 | | | 47.71 | | | |
| | 24.624 | | 3790.74 | 20878.80 | | 0.00 | 53.80 | 20825.00 | | 5.124 | | 0.20 | 228541.21 | | 256.81 | 17509.26 | 211031.95 |
| 0+174.62 | | 151.85 | | | 0.00 | | | | 1+525.00 | | 0.08 | | | 52.53 | | | |
| | 0.376 | | 56.96 | 20935.76 | | 0.00 | 53.80 | 20881.96 | | 13.157 | | 7.10 | 228548.32 | | 788.37 | 18297.63 | 210250.68 |
| 0+175.00 | | 151.15 | | | 0.00 | | | | 1+538.15 | | 1.00 | | | 67.31 | | | |
| | 25 | | 4807.13 | 25742.89 | | 0.00 | 53.80 | 25689.09 | | 11.843 | | 9.12 | 228557.43 | | 798.69 | 19096.32 | 209461.11 |
| 0+200.00 | | 233.42 | | | 0.00 | | | | 1+550.00 | | 0.54 | | | 67.57 | | | |
| | 25 | | 7670.38 | 33413.26 | | 0.00 | 53.80 | 33359.46 | | 25 | | 22.38 | 228579.81 | | 1641.13 | 20737.45 | 207842.36 |
| 0+225.00 | | 380.21 | | | 0.00 | | | | 1+575.00 | | 1.25 | | | 63.72 | | | |
| | 25 | | 10746.25 | 44159.51 | | 0.13 | 53.93 | 44105.59 | | 24.095 | | 19.88 | 228599.69 | | 1494.85 | 22232.30 | 206367.39 |
| 0+250.00 | | 479.49 | | | 0.01 | | | | 1+599.09 | | 0.40 | | | 60.36 | | | |
| | 25 | | 11975.75 | 56135.26 | | 0.13 | 54.05 | 56081.21 | | 0.905 | | 0.43 | 228600.12 | | 54.75 | 22287.05 | 206313.07 |
| 0+275.00 | | 478.57 | | | 0.00 | | | | 1+600.00 | | 0.56 | | | 60.64 | | | |
| | 25 | | 11286.50 | 67421.76 | | 0.00 | 54.05 | 67367.71 | | 7.626 | | 2.14 | 228602.26 | | 480.93 | 22767.99 | 205834.27 |
| 0+300.00 | | 424.35 | | | 0.00 | | | | 1+607.62 | | 0.00 | | | 65.49 | | | |
| | 25 | | 8955.50 | 76377.26 | | 0.50 | 54.55 | 76322.71 | | 17.374 | | 4.52 | 228606.77 | | 1082.49 | 23850.48 | 204756.30 |
| 0+325.00 | | 292.09 | | | 0.04 | | | | 1+625.00 | | 0.52 | | | 59.12 | | | |
| | 25 | | 6305.88 | 82683.14 | | 0.50 | 55.05 | 82628.09 | | 25 | | 11.25 | 228618.02 | | 1383.00 | 25233.48 | 203384.55 |
| 0+350.00 | | 212.38 | | | 0.00 | | | | 1+650.00 | | 0.38 | | | 51.52 | | | |
| | 25 | | 4646.50 | 87329.64 | | 0.00 | 55.05 | 87274.59 | | 25 | | 21.88 | 228639.90 | | 935.50 | 26168.98 | 202470.92 |
| 0+375.00 | | 159.34 | | | 0.00 | | | | 1+675.00 | | 1.37 | | | 23.32 | | | |
| | 25 | | 3555.25 | 90884.89 | | 0.00 | 55.05 | 90829.84 | | 25 | | 24.00 | 228663.90 | | 1376.63 | 27545.60 | 201118.30 |
| 0+400.00 | | 125.08 | | | 0.00 | | | | 1+700.00 | | 0.55 | | | 86.81 | | | |
| | 25 | | 2640.38 | 93525.26 | | 0.13 | 55.18 | 93470.09 | | 25 | | 6.88 | 228670.77 | | 3584.00 | 31129.60 | 197541.17 |
| 0+425.00 | | 86.15 | | | 0.01 | | | | 1+725.00 | | 0.00 | | | 199.91 | | | |
| | 25 | | 2447.88 | 95973.14 | | 0.13 | 55.30 | 95917.84 | | 25 | | 2.25 | 228673.02 | | 5978.00 | 37107.60 | 191565.42 |
| 0+450.00 | | 109.68 | | | 0.00 | | | | 1+750.00 | | 0.18 | | | 278.33 | | | |
| | 3.047 | | 336.22 | 96309.36 | | 0.00 | 55.30 | 96254.06 | | 25 | | 12.25 | 228685.27 | | 7213.13 | 44320.73 | 184364.55 |
| 0+453.04 | | 111.01 | | | 0.00 | | | | 1+775.00 | | 0.80 | | | 298.72 | | | |
| | 21.953 | | 2653.46 | 98962.82 | | 0.88 | 56.18 | 98906.64 | | 25 | | 15.50 | 228700.77 | | 7642.63 | 51963.35 | 176737.42 |
| 0+475.00 | | 130.73 | | | 0.08 | | | | 1+800.00 | | 0.44 | | | 312.69 | | | |
| | 25 | | 4063.88 | 103026.70 | | 1.00 | 57.18 | 102969.51 | | 25 | | 16.50 | 228717.27 | | 8015.75 | 59979.10 | 168738.17 |
| 0+500.00 | | 194.38 | | | 0.00 | | | | 1+825.00 | | 0.88 | | | 328.57 | | | |
| | 25 | | 5479.38 | 108506.07 | | 0.00 | 57.18 | 108448.89 | | 25 | | 18.00 | 228735.27 | | 8118.13 | 68097.23 | 160638.05 |
| 0+525.00 | | 243.97 | | | 0.00 | | | | 1+850.00 | | 0.56 | | | 320.88 | | | |
| | 25 | | 6648.50 | 115154.57 | | 0.00 | 57.18 | 115097.39 | | 25 | | 7.00 | 228742.27 | | 7018.88 | 75116.10 | 153626.17 |
| 0+550.00 | | 287.91 | | | 0.00 | | | | 1+875.00 | | 0.00 | | | 240.63 | | | |
| | 25 | | 7434.63 | 122589.20 | | 0.00 | 57.18 | 122532.01 | | 25 | | 0.00 | 228742.27 | | 4855.38 | 79971.48 | 148770.80 |
| 0+575.00 | | 306.86 | | | 0.00 | | | | 1+900.00 | | 0.00 | | | 147.80 | | | |
| | 25 | | 7268.63 | 129857.82 | | 0.00 | 57.18 | 129800.64 | | 25 | | 23.00 | 228765.27 | | 2459.63 | 82431.10 | 146334.17 |
| 0+600.00 | | 274.63 | | | 0.00 | | | | 1+925.00 | | 1.84 | | | 48.97 | | | |
| | 25 | | 6419.38 | 136277.20 | | 0.00 | 57.18 | 136220.01 | | 25 | | 104.38 | 228869.65 | | 646.13 | 83077.23 | 145792.42 |
| 0+625.00 | | 238.92 | | | 0.00 | | | | 1+950.00 | | 6.51 | | | 2.72 | | | |
| | 25 | | 5286.88 | 141564.07 | | 1.75 | 58.93 | 141505.14 | | 25 | | 185.50 | 229055.15 | | 81.75 | 83158.98 | 145896.17 |
| 0+650.00 | | 184.03 | | | 0.14 | | | | 1+975.00 | | 8.33 | | | 3.82 | | | |
| | 25 | | 4694.50 | 146258.57 | | 1.75 | 60.68 | 146197.89 | | 25 | | 196.88 | 229252.02 | | 308.88 | 83467.85 | 145784.17 |
| 0+675.00 | | 191.53 | | | 0.00 | | | | 2+000.00 | | 7.42 | | | 20.89 | | | |
| | 25 | | 5080.75 | 151339.32 | | 0.00 | 60.68 | 151278.64 | | 25 | | 107.50 | 229359.52 | | 984.38 | 84452.23 | 144907.30 |
| 0+700.00 | | 214.93 | | | 0.00 | | | | 2+025.00 | | 1.18 | | | 57.86 | | | |
| | 25 | | 5044.13 | 156383.45 | | 0.00 | 60.68 | 156322.76 | | 25 | | 19.25 | 229378.77 | | 1985.88 | 86438.10 | 142940.67 |
| 0+725.00 | | 188.60 | | | 0.00 | | | | 2+050.00 | | 0.36 | | | 101.01 | | | |
| | 6.471 | | 1174.20 | 157557.64 | | 0.00 | 60.68 | 157496.96 | | 25 | | 5.25 | 229384.02 | | 2886.63 | 89324.73 | 140059.30 |
| 0+731.47 | | 174.31 | | | 0.00 | | | | 2+075.00 | | 0.06 | | | 129.92 | | | |
| | 18.529 | | 2792.51 | 160350.15 | | 0.37 | 61.05 | 160289.09 | | 17.909 | | 4.92 | 229388.95 | | 2504.31 | 91829.03 | 137559.92 |
| 0+750.00 | | 127.11 | | | 0.04 | | | | 2+092.90 | | 0.49 | | | 149.75 | | | |
| | 19.667 | | 2249.12 | 162599.26 | | 0.39 | 61.45 | 162537.82 | | 7.091 | | 5.1 | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 2+300.00 | | 2.09 | | | 38.58 | | | | 5+100.00 | | 0.00 | | | 87.33 | | | |
| | 25 | | 33.75 | 230952.63 | | 1189.88 | 106413.13 | 124539.49 | | 100 | | 17.00 | 482217.66 | | 17164.00 | 250126.71 | 232090.95 |
| 2+325.00 | | 0.61 | | | 56.61 | | | | 5+200.00 | | 0.34 | | | 255.95 | | | |
| | 25 | | 11.00 | 230963.63 | | 1904.38 | 108317.51 | 122646.12 | | 100 | | 17.00 | 482234.66 | | 20685.00 | 270811.71 | 211422.95 |
| 2+350.00 | | 0.27 | | | 95.74 | | | | 5+300.00 | | 0.00 | | | 157.75 | | | |
| | 25 | | 4.63 | 230968.25 | | 2653.63 | 110971.13 | 119997.12 | | 100 | | 3354.00 | 485588.66 | | 7887.50 | 278699.21 | 206889.45 |
| 2+375.00 | | 0.10 | | | 116.55 | | | | 5+400.00 | | 67.08 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 7.38 | 230975.63 | | 3057.50 | 114028.63 | 116946.99 | | 100 | | 15435.50 | 501024.16 | | 0.00 | 278699.21 | 222324.95 |
| 2+400.00 | | 0.49 | | | 128.05 | | | | 5+500.00 | | 241.63 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 6.38 | 230982.00 | | 2702.00 | 116730.63 | 114251.37 | | 100 | | 23028.50 | 524052.66 | | 0.00 | 278699.21 | 245353.45 |
| 2+425.00 | | 0.02 | | | 88.11 | | | | 5+600.00 | | 218.94 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 10.50 | 230992.50 | | 1558.13 | 118288.76 | 112703.74 | | 100 | | 11137.50 | 535190.16 | | 995.00 | 279694.21 | 255495.95 |
| 2+450.00 | | 0.82 | | | 36.54 | | | | 5+700.00 | | 3.81 | | | 19.90 | | | |
| | 25 | | 16.13 | 231008.63 | | 932.88 | 119221.63 | 111786.99 | | 100 | | 6283.50 | 541473.66 | | 995.00 | 280689.21 | 260784.45 |
| 2+475.00 | | 0.47 | | | 38.09 | | | | 5+800.00 | | 121.86 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 11.75 | 231020.38 | | 1359.13 | 120580.76 | 110439.62 | | 60.467 | | 7795.41 | 549269.07 | | 0.00 | 280689.21 | 268579.85 |
| 2+500.00 | | 0.47 | | | 70.64 | | | | 5+860.46 | | 135.98 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 13.25 | 231033.63 | | 1505.00 | 122085.76 | 108947.87 | | 8.588 | | 1264.11 | 550533.18 | | 0.00 | 280689.21 | 269843.97 |
| 2+525.00 | | 0.59 | | | 49.76 | | | | 5+869.05 | | 158.41 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 123.50 | 231157.13 | | 995.75 | 123081.51 | 108075.62 | | 5.945 | | 978.64 | 551511.81 | | 0.00 | 280689.21 | 270822.60 |
| 2+550.00 | | 9.29 | | | 29.90 | | | | 5+875.00 | | 170.82 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 230.13 | 231387.25 | | 619.25 | 123700.76 | 107686.49 | | 12.584 | | 2460.61 | 553972.43 | | 0.00 | 280689.21 | 273283.21 |
| 2+575.00 | | 9.12 | | | 19.64 | | | | 5+887.58 | | 220.25 | | | 0.00 | | | |
| | 3.191 | | 30.87 | 231418.12 | | 56.96 | 123757.72 | 107660.41 | | 12.416 | | 3031.12 | 557003.54 | | 0.00 | 280689.21 | 276314.33 |
| 2+578.19 | | 10.23 | | | 16.06 | | | | 5+900.00 | | 268.01 | | | 0.00 | | | |
| | 8.532 | | 104.52 | 231522.64 | | 98.42 | 123856.13 | 107666.51 | | 25 | | 6520.38 | 563523.92 | | 0.00 | 280689.21 | 282834.71 |
| 2+586.72 | | 14.27 | | | 7.01 | | | | 5+925.00 | | 253.62 | | | 0.00 | | | |
| | 13.277 | | 261.82 | 231784.46 | | 67.38 | 123923.52 | 107860.95 | | 24.349 | | 4945.89 | 568469.81 | | 0.00 | 280689.21 | 287780.60 |
| 2+600.00 | | 25.17 | | | 3.14 | | | | 5+949.34 | | 152.63 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 867.63 | 232652.09 | | 39.88 | 123963.39 | 108688.70 | | 0.651 | | 99.00 | 568568.81 | | 0.00 | 280689.21 | 287879.60 |
| 2+625.00 | | 44.24 | | | 0.05 | | | | 5+950.00 | | 151.52 | | | 0.00 | | | |
| | 22.66 | | 1227.04 | 233879.13 | | 0.57 | 123963.96 | 109915.17 | | 10.467 | | 1554.98 | 570123.79 | | 0.00 | 280689.21 | 289434.58 |
| 2+647.66 | | 64.06 | | | 0.00 | | | | 5+960.46 | | 145.60 | | | 0.00 | | | |
| | 2.34 | | 146.20 | 234025.33 | | 0.00 | 123963.96 | 110061.37 | | 14.533 | | 2130.97 | 572254.76 | | 0.00 | 280689.21 | 291565.55 |
| 2+650.00 | | 60.90 | | | 0.00 | | | | 5+975.00 | | 147.66 | | | 0.00 | | | |
| | 15.941 | | 794.50 | 234819.83 | | 0.00 | 123963.96 | 110855.87 | | 25 | | 3995.25 | 576250.01 | | 0.00 | 280689.21 | 295560.80 |
| 2+665.94 | | 38.78 | | | 0.00 | | | | 6+000.00 | | 171.96 | | | 0.00 | | | |
| | 9.059 | | 293.47 | 235113.30 | | 5.89 | 123969.85 | 111143.45 | | 25 | | 4886.63 | 581136.64 | | 0.00 | 280689.21 | 300447.42 |
| 2+675.00 | | 26.01 | | | 1.30 | | | | 6+025.00 | | 218.97 | | | 0.00 | | | |
| | 3.191 | | 79.33 | 235192.62 | | 7.44 | 123977.28 | 111215.34 | | 25 | | 5441.38 | 586578.01 | | 0.00 | 280689.21 | 305888.80 |
| 2+678.19 | | 23.71 | | | 3.36 | | | | 6+050.00 | | 216.34 | | | 0.00 | | | |
| | 21.809 | | 452.54 | 235645.16 | | 73.93 | 124051.21 | 111593.95 | | 25 | | 4947.13 | 591525.14 | | 0.38 | 280689.59 | 310835.55 |
| 2+700.00 | | 17.79 | | | 3.42 | | | | 6+075.00 | | 179.43 | | | 0.03 | | | |
| | 100 | | 2469.50 | 238114.66 | | 291.00 | 124342.21 | 113772.45 | | 25 | | 4752.75 | 596277.89 | | 0.38 | 280689.96 | 315587.92 |
| 2+800.00 | | 31.60 | | | 2.40 | | | | 6+100.00 | | 200.79 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 11925.50 | 250040.16 | | 120.00 | 124462.21 | 125577.95 | | 25 | | 4741.38 | 601019.26 | | 0.75 | 280690.71 | 320328.55 |
| 2+900.00 | | 206.91 | | | 0.00 | | | | 6+125.00 | | 178.52 | | | 0.06 | | | |
| | 100 | | 10626.00 | 260666.16 | | 1688.00 | 126150.21 | 134515.95 | | 25 | | 5424.88 | 606444.14 | | 0.75 | 280691.46 | 325752.67 |
| 3+000.00 | | 5.61 | | | 33.76 | | | | 6+150.00 | | 255.47 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 366.50 | 261032.66 | | 3742.50 | 129892.71 | 131139.95 | | 25 | | 7643.13 | 614087.26 | | 0.50 | 280691.96 | 333395.30 |
| 3+100.00 | | 1.72 | | | 41.09 | | | | 6+175.00 | | 355.98 | | | 0.04 | | | |
| | 100 | | 193.00 | 261225.66 | | 5558.50 | 135451.21 | 125774.45 | | 25 | | 10910.75 | 624998.01 | | 0.50 | 280692.46 | 344305.55 |
| 3+200.00 | | 2.14 | | | 70.08 | | | | 6+200.00 | | 516.88 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 449.50 | 261675.16 | | 7130.00 | 142581.21 | 119093.95 | | 25 | | 14060.50 | 639058.51 | | 0.00 | 280692.46 | 358366.05 |
| 3+300.00 | | 6.85 | | | 72.52 | | | | 6+225.00 | | 607.96 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 1439.50 | 263114.66 | | 3627.50 | 146208.71 | 116905.95 | | 25 | | 14537.00 | 653595.51 | | 0.00 | 280692.46 | 372903.05 |
| 3+400.00 | | 21.94 | | | 0.03 | | | | 6+250.00 | | 555.00 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 2203.50 | 265318.16 | | 1393.00 | 147601.71 | 117716.45 | | 25 | | 12673.00 | 666268.51 | | 0.00 | 280692.46 | 385576.05 |
| 3+500.00 | | 22.13 | | | 27.83 | | | | 6+275.00 | | 458.84 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 1136.50 | 266454.66 | | 7809.00 | 155410.71 | 111043.95 | | 19.209 | | 7994.59 | 674263.11 | | 0.00 | 280692.46 | 393570.64 |
| 3+600.00 | | 0.60 | | | 128.35 | | | | 6+294.20 | | 373.54 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 572.00 | 267026.66 | | 7042.00 | 162452.71 | 104573.95 | | 5.791 | | 2090.09 | 676353.19 | | 0.00 | 280692.46 | 395660.73 |
| 3+700.00 | | 10.84 | | | 12.49 | | | | 6+300.00 | | 348.30 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 24161.50 | 291188.16 | | 624.50 | 163077.21 | 128110.95 | | 25 | | 7820.63 | 684173.82 | | 0.00 | 280692.46 | 403481.36 |
| 3+800.00 | | 472.39 | | | 0.00 | | | | 6+325.00 | | 277.35 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 38023.50 | 329211.66 | | 0.00 | 163077.21 | 166134.45 | | 25 | | 6431.00 | 690604.82 | | 0.00 | 280692.46 | 409912.36 |
| 3+900.00 | | 288.08 | | | 0.00 | | | | 6+350.00 | | 237.13 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 35185.50 | 364397.16 | | 0.00 | 163077.21 | 201319.95 | | 25 | | 4922.75 | 695527.57 | | 0.13 | 280692.59 | 414834.98 |
| 4+000.00 | | 415.63 | | | 0.00 | | | | 6+375.00 | | 156.69 | | | 0.01 | | | |
| | 100 | | 43134.00 | 407531.16 | | 0.00 | 163077.21 | 244453.95 | | 25 | | 2758.00 | 698285.57 | | 0.13 | 280692.71 | 417592.86 |
| 4+100.00 | | 447.05 | | | 0.00 | | | | 6+400.00 | | 63.95 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 39252.00 | 446783.16 | | 0.00 | 163077.21 | 283705.95 | | 25 | | 1223.63 | 699509.19 | | 0.50 | 280693.21 | 418815.98 |
| 4+200.00 | | 337.99 | | | 0.00 | | | | 6+425.00 | | 33.94 | | | 0.04 | | | |
| | 100 | | 24519.00 | 471302.16 | | 0.00 | 163077.21 | 308224.95 | | 25 | | 1391.38 | 700900.57 | | 0.50 | 280693.71 | 420206.86 |
| 4+300.00 | | 152.39 | | | 0.00 | | | | 6+450.00 | | 77.37 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 8906.00 | 480208.16 | | 168.50 | 163245.71 | 316962.45 | | 25 | | 2508.00 | 703408.57 | | 0.13 | 280693.84 | 422714.73 |
| 4+400.00 | | 25.73 | | | 3.37 | | | | 6+475.00 | | 123.27 | | | 0.01 | | | |
| | 100 | | 1338.50 | 481546.66 | | 3258.50 | 166504.21 | 315042.45 | | 25 | | 2962.75 | 706371.32 | | 0.13 | 280693.96 | 425677.36 |
| 4+500.00 | | 1.04 | | | 61.80 | | | | 6+500.00 | | 113.75 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 80.50 | 481627.16 | | 14745.50 | 181249.71 | 300377.45 | | 25 | | 3934.25 | 710305.57 | | 0.00 | 280693.96 | 429611.61 |
| 4+600.00 | | 0.57 | | | 233.11 | | | | 6+525.00 | | 200.99 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 90.00 | 481717.16 | | 14315.50 | 195565.21 | 286151.95 | | 25 | | 5867.75 | 716173.32 | | 0.63 | 280694.59 | 435478.73 |
| 4+700.00 | | 1.23 | | | 53.20 | | | | 6+550.00 | | 268.43 | | | 0.05 | | | |
| | 100 | | 82.50 | 481799.66 | | 7177.50 | 202742.71 | 279056.95 | | 25 | | 6468.75 | 722642.07 | | 0.63 | 280695.2 | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 6+627.95 | | 5.36 | | | 48.03 | | | | 9+200.00 | | 98.97 | | | 0.02 | | | |
| | 11.118 | | 44.03 | 729403.37 | | 561.79 | 281889.97 | 447513.40 | | 25 | | 2044.00 | 981472.41 | | 43.50 | 389046.13 | 592426.28 |
| 6+639.06 | | 2.56 | | | 53.03 | | | | 9+225.00 | | 64.55 | | | 3.46 | | | |
| | 10.931 | | 23.39 | 729426.76 | | 599.84 | 282489.81 | 446936.96 | | 25 | | 1566.75 | 983039.16 | | 100.13 | 389146.25 | 593892.91 |
| 6+650.00 | | 1.72 | | | 56.72 | | | | 9+250.00 | | 60.79 | | | 4.55 | | | |
| | 25 | | 376.75 | 729803.51 | | 709.88 | 283199.68 | 446603.83 | | 25 | | 1757.13 | 984796.28 | | 61.38 | 389207.63 | 595588.66 |
| 6+675.00 | | 28.42 | | | 0.07 | | | | 9+275.00 | | 79.78 | | | 0.36 | | | |
| | 25 | | 2355.13 | 732158.64 | | 0.88 | 283200.56 | 448958.08 | | 3.3 | | 268.85 | 985065.14 | | 0.84 | 389208.47 | 595856.66 |
| 6+700.00 | | 159.99 | | | 0.00 | | | | 9+278.30 | | 83.16 | | | 0.15 | | | |
| | 0.834 | | 135.06 | 732293.70 | | 0.00 | 283200.56 | 449093.14 | | 21.7 | | 2060.20 | 987125.33 | | 1.63 | 389210.10 | 597915.24 |
| 6+700.83 | | 163.90 | | | 0.00 | | | | 9+300.00 | | 106.72 | | | 0.00 | | | |
| | 18.529 | | 3807.43 | 736101.13 | | 0.00 | 283200.56 | 452900.57 | | 16.497 | | 1795.53 | 988920.87 | | 0.00 | 389210.10 | 599710.77 |
| 6+719.36 | | 247.07 | | | 0.00 | | | | 9+316.49 | | 110.96 | | | 0.00 | | | |
| | 5.637 | | 1437.69 | 737538.82 | | 0.00 | 283200.56 | 454338.26 | | 8.503 | | 933.50 | 989854.37 | | 0.00 | 389210.10 | 600644.27 |
| 6+725.00 | | 263.02 | | | 0.00 | | | | 9+325.00 | | 108.61 | | | 0.00 | | | |
| | 2.951 | | 785.13 | 738323.95 | | 0.00 | 283200.56 | 455123.39 | | 25 | | 2637.00 | 992491.37 | | 0.00 | 389210.10 | 603281.27 |
| 6+727.95 | | 269.09 | | | 0.00 | | | | 9+350.00 | | 102.35 | | | 0.00 | | | |
| | 72.049 | | 21576.15 | 759900.10 | | 0.00 | 283200.56 | 476699.55 | | 25 | | 2454.75 | 994946.12 | | 0.00 | 389210.10 | 605736.02 |
| 6+800.00 | | 329.84 | | | 0.00 | | | | 9+375.00 | | 94.03 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 30262.00 | 790162.10 | | 0.00 | 283200.56 | 506961.55 | | 3.104 | | 283.66 | 995229.78 | | 0.00 | 389210.10 | 606019.68 |
| 6+900.00 | | 275.40 | | | 0.00 | | | | 9+378.10 | | 88.74 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 13893.00 | 804055.10 | | 3128.50 | 286329.06 | 517726.05 | | 18.482 | | 1349.93 | 996579.70 | | 0.00 | 389210.10 | 607369.60 |
| 7+000.00 | | 2.46 | | | 62.57 | | | | 9+396.58 | | 57.34 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 790.00 | 804845.10 | | 3290.50 | 289619.56 | 515225.55 | | 1.714 | | 96.04 | 996675.74 | | 0.00 | 389210.10 | 607465.64 |
| 7+100.00 | | 13.34 | | | 3.24 | | | | 9+398.30 | | 54.72 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 913.50 | 805758.60 | | 3059.00 | 292678.56 | 513080.05 | | 1.7 | | 90.85 | 996766.59 | | 0.00 | 389210.10 | 607556.49 |
| 7+200.00 | | 4.93 | | | 57.94 | | | | 9+400.00 | | 52.16 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 274.50 | 806033.10 | | 7614.00 | 300292.56 | 505740.55 | | 100 | | 2661.00 | 999427.59 | | 6473.50 | 395683.60 | 603743.99 |
| 7+300.00 | | 0.56 | | | 94.34 | | | | 9+500.00 | | 1.06 | | | 129.47 | | | |
| | 100 | | 94.00 | 806127.10 | | 7296.50 | 307589.06 | 498538.05 | | 100 | | 84.50 | 999512.09 | | 14467.00 | 410150.60 | 589361.49 |
| 7+400.00 | | 1.32 | | | 51.59 | | | | 9+600.00 | | 0.63 | | | 159.87 | | | |
| | 100 | | 66.00 | 806193.10 | | 9406.50 | 316995.56 | 489197.55 | | 100 | | 31.50 | 999543.59 | | 11675.50 | 421826.10 | 577717.49 |
| 7+500.00 | | 0.00 | | | 136.54 | | | | 9+700.00 | | 0.00 | | | 73.64 | | | |
| | 100 | | 123.50 | 806316.60 | | 9880.00 | 326875.56 | 479441.05 | | 100 | | 6145.50 | 1005689.09 | | 3682.00 | 425508.10 | 580180.99 |
| 7+600.00 | | 2.47 | | | 61.06 | | | | 9+800.00 | | 122.91 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 156.50 | 806473.10 | | 7915.50 | 334791.06 | 471682.05 | | 23.463 | | 3008.31 | 1008697.40 | | 0.00 | 425508.10 | 583189.30 |
| 7+700.00 | | 0.66 | | | 97.25 | | | | 9+823.46 | | 133.52 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 33.00 | 806506.10 | | 9232.50 | 344023.56 | 462482.55 | | 1.537 | | 204.57 | 1008901.96 | | 0.00 | 425508.10 | 583393.86 |
| 7+800.00 | | 0.00 | | | 87.40 | | | | 9+825.00 | | 132.67 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 28.00 | 806534.10 | | 9807.50 | 353831.06 | 452703.05 | | 0.177 | | 23.47 | 1008925.43 | | 0.00 | 425508.10 | 583417.34 |
| 7+900.00 | | 0.56 | | | 108.75 | | | | 9+825.17 | | 132.55 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 28.00 | 806562.10 | | 12640.00 | 366471.06 | 440091.05 | | 18.482 | | 2085.32 | 1011010.76 | | 0.00 | 425508.10 | 585502.66 |
| 8+000.00 | | 0.00 | | | 144.05 | | | | 9+843.65 | | 93.11 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 24.50 | 806586.60 | | 13925.00 | 380396.06 | 426190.55 | | 6.341 | | 510.55 | 1011521.30 | | 0.00 | 425508.10 | 586013.21 |
| 8+100.00 | | 0.49 | | | 134.45 | | | | 9+850.00 | | 67.92 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 4272.50 | 810859.10 | | 6722.50 | 387118.56 | 423740.55 | | 24.463 | | 949.90 | 1012471.20 | | 334.16 | 425842.26 | 586628.94 |
| 8+200.00 | | 84.96 | | | 0.00 | | | | 9+874.46 | | 9.74 | | | 27.32 | | | |
| | 100 | | 4609.00 | 815468.10 | | 942.00 | 388060.56 | 427407.55 | | 0.537 | | 5.10 | 1012476.30 | | 14.84 | 425857.10 | 586619.20 |
| 8+300.00 | | 7.22 | | | 18.84 | | | | 9+875.00 | | 9.25 | | | 27.94 | | | |
| | 100 | | 3234.00 | 818702.10 | | 942.00 | 389002.56 | 429699.55 | | 25 | | 145.25 | 1012621.55 | | 942.63 | 426799.73 | 585821.83 |
| 8+400.00 | | 57.46 | | | 0.00 | | | | 9+900.00 | | 2.37 | | | 47.47 | | | |
| | 100 | | 6836.50 | 825538.60 | | 0.00 | 389002.56 | 436536.05 | | 5.267 | | 8.90 | 1012630.45 | | 242.99 | 427042.72 | 585587.73 |
| 8+500.00 | | 79.27 | | | 0.00 | | | | 9+905.26 | | 1.01 | | | 44.80 | | | |
| | 100 | | 9399.50 | 834938.10 | | 0.00 | 389002.56 | 445935.55 | | 19.733 | | 44.00 | 1012674.46 | | 630.57 | 427673.29 | 585001.17 |
| 8+600.00 | | 108.72 | | | 0.00 | | | | 9+925.00 | | 3.45 | | | 19.11 | | | |
| | 100 | | 15914.00 | 850852.10 | | 0.00 | 389002.56 | 461849.55 | | 18.463 | | 173.74 | 1012848.19 | | 246.30 | 427919.58 | 584928.61 |
| 8+700.00 | | 209.56 | | | 0.00 | | | | 9+943.46 | | 15.37 | | | 7.57 | | | |
| | 100 | | 16961.50 | 867813.60 | | 0.00 | 389002.56 | 478811.05 | | 6.537 | | 117.70 | 1012965.89 | | 38.24 | 427957.82 | 585008.07 |
| 8+800.00 | | 129.67 | | | 0.00 | | | | 9+950.00 | | 20.64 | | | 4.13 | | | |
| | 100 | | 20463.50 | 888277.10 | | 0.00 | 389002.56 | 499274.55 | | 25 | | 859.63 | 1013825.52 | | 51.63 | 428009.45 | 585816.07 |
| 8+900.00 | | 279.60 | | | 0.00 | | | | 9+975.00 | | 48.13 | | | 0.00 | | | |
| | 87.149 | | 22042.16 | 910319.26 | | 0.00 | 389002.56 | 521316.71 | | 25 | | 1504.38 | 1015329.89 | | 0.00 | 428009.45 | 587320.44 |
| 8+987.14 | | 226.25 | | | 0.00 | | | | 10+000.0 | | 72.22 | | | 0.00 | | | |
| | 1.714 | | 390.82 | 910710.08 | | 0.00 | 389002.56 | 521707.52 | | 25 | | 1621.13 | 1016951.02 | | 0.00 | 428009.45 | 588941.57 |
| 8+988.86 | | 229.78 | | | 0.00 | | | | 10+025.0 | | 57.47 | | | 0.00 | | | |
| | 11.137 | | 2741.48 | 913451.56 | | 0.00 | 389002.56 | 524449.01 | | 25 | | 1104.13 | 1018055.14 | | 45.63 | 428055.07 | 590000.07 |
| 9+000.00 | | 262.54 | | | 0.00 | | | | 10+050.0 | | 30.86 | | | 3.65 | | | |
| | 7.345 | | 2025.35 | 915476.91 | | 0.00 | 389002.56 | 526474.36 | | 23.895 | | 659.02 | 1018714.17 | | 350.06 | 428405.14 | 590309.03 |
| 9+007.34 | | 288.95 | | | 0.00 | | | | 10+073.8 | | 24.30 | | | 25.65 | | | |
| | 17.655 | | 5759.68 | 921236.59 | | 0.00 | 389002.56 | 532234.03 | | 1.105 | | 26.72 | 1018740.89 | | 28.87 | 428434.01 | 590306.88 |
| 9+025.00 | | 363.52 | | | 0.00 | | | | 10+075.0 | | 24.07 | | | 26.61 | | | |
| | 25 | | 10990.75 | 932227.34 | | 0.00 | 389002.56 | 543224.78 | | 25 | | 639.00 | 1019379.89 | | 873.50 | 429307.51 | 590072.38 |
| 9+050.00 | | 515.74 | | | 0.00 | | | | 10+100.0 | | 27.05 | | | 43.27 | | | |
| | 18.952 | | 9980.79 | 942208.13 | | 0.00 | 389002.56 | 553205.57 | | 25 | | 1152.25 | 1020532.14 | | 718.75 | 430026.26 | 590505.88 |
| 9+068.95 | | 537.53 | | | 0.00 | | | | 10+125.0 | | 65.13 | | | 14.23 | | | |
| | 6.048 | | 3268.13 | 945476.25 | | 0.00 | 389002.56 | 556473.70 | | 25 | | 2195.50 | 1022727.64 | | 183.88 | 430210.13 | 592517.51 |
| 9+075.00 | | 543.20 | | | 0.00 | | | | 10+150.0 | | 110.51 | | | 0.48 | | | |
| | 25 | | 12013.50 | 957489.75 | | 0.00 | 389002.56 | 568487.20 | | 25 | | 2821.75 | 1025549.39 | | 6.00 | 430216.13 | 595333.26 |
| 9+100.00 | | 417.88 | | | 0.00 | | | | 10+175.0 | | 115.23 | | | 0.00 | | | |
| | 7.149 | | 2848.38 | 960338.13 | | 0.00 | 389002.56 | 571335.57 | | 25 | | 2600.50 | 1028149.89 | | 0.00 | 430216.13 | 597933.76 |
| 9+107.14 | | 378.98 | | | 0.00 | | | | 10+200.0 | | 92.81 | | | 0.00 | | | |
| | 17.851 | | 5932.78 | 966270.91 | | 0.00 | 389002.56 | 577268.35 | | 4.327 | | 421.28 | 1028571.17 | | 0.00 | 430216.13 | 598355.03 |
| 9+125.00 | | 285.72 | | | 0.00 | | | | 10+204.3 | | 101.91 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 5915.50 | 972186.41 | | 0.00 | 389002.56 | 583183.85 | | 20. | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|------------|
| 10+273.3 | | 238.84 | | | 0.00 | | | | 13+125.0 | | 77.29 | | | 0.00 | | | | |
| | 1.673 | | 400.88 | 1041765.08 | | 0.00 | 430216.13 | 611548.95 | | 25 | | 1776.63 | 1539887.56 | | 0.00 | 0.00 | 443557.76 | 1096329.81 |
| 10+275.0 | | 240.39 | | | 0.00 | | | | 13+150.0 | | 64.84 | | | | | | | |
| | 25 | | 6014.75 | 1047779.83 | | 0.00 | 430216.13 | 617563.70 | | 25 | | 910.00 | 1540797.56 | | 62.75 | 443620.51 | 1097177.06 | |
| 10+300.0 | | 240.79 | | | 0.00 | | | | 13+175.0 | | 7.96 | | | 5.02 | | | | |
| | 4.131 | | 986.13 | 1048765.97 | | 0.00 | 430216.13 | 618549.83 | | 25 | | 99.50 | 1540897.06 | | 744.13 | 444364.63 | 1096532.43 | |
| 10+304.1 | | 236.64 | | | 0.00 | | | | 13+200.0 | | 0.00 | | | 54.51 | | | | |
| | 18.482 | | 4289.67 | 1053055.64 | | 0.00 | 430216.13 | 622839.50 | | 25 | | 0.00 | 1540897.06 | | 1621.88 | 445986.51 | 1094910.56 | |
| 10+322.6 | | 227.56 | | | 0.00 | | | | 13+225.0 | | 0.00 | | | 75.24 | | | | |
| | 1.714 | | 393.93 | 1053449.57 | | 0.00 | 430216.13 | 623233.43 | | 24.583 | | 5.65 | 1540902.72 | | 1660.83 | 447647.33 | 1093255.38 | |
| 10+324.3 | | 232.10 | | | 0.00 | | | | 13+249.5 | | 0.46 | | | 59.88 | | | | |
| | 75.673 | | 19118.41 | 1072567.97 | | 0.00 | 430216.13 | 642351.84 | | 0.417 | | 0.20 | 1540902.91 | | 24.89 | 447672.22 | 1093230.69 | |
| 10+400.0 | | 273.19 | | | 0.00 | | | | 13+250.0 | | 0.49 | | | 59.49 | | | | |
| | 100 | | 31223.00 | 1103790.97 | | 0.00 | 430216.13 | 673574.84 | | 25 | | 51.63 | 1540954.54 | | 1209.88 | 448882.10 | 1092072.44 | |
| 10+500.0 | | 351.27 | | | 0.00 | | | | 13+275.0 | | 3.64 | | | 37.30 | | | | |
| | 100 | | 34161.00 | 1137951.97 | | 0.00 | 430216.13 | 707735.84 | | 25 | | 88.13 | 1541042.66 | | 1220.25 | 450102.35 | 1090940.32 | |
| 10+600.0 | | 331.95 | | | 0.00 | | | | 13+300.0 | | 3.41 | | | 60.32 | | | | |
| | 100 | | 29087.00 | 1167038.97 | | 0.00 | 430216.13 | 736822.84 | | 25 | | 43.38 | 1541086.04 | | 1917.50 | 452019.85 | 1089066.19 | |
| 10+700.0 | | 249.79 | | | 0.00 | | | | 13+325.0 | | 0.06 | | | 93.08 | | | | |
| | 100 | | 15975.50 | 1183014.47 | | 0.00 | 430216.13 | 752798.34 | | 25 | | 4.88 | 1541090.91 | | 2746.75 | 454766.60 | 1086324.32 | |
| 10+800.0 | | 69.72 | | | 0.00 | | | | 13+350.0 | | 0.33 | | | 126.66 | | | | |
| | 100 | | 18408.00 | 1201422.47 | | 0.00 | 430216.13 | 771206.34 | | 25 | | 4.13 | 1541095.04 | | 3594.88 | 458361.47 | 1082733.57 | |
| 10+900.0 | | 298.44 | | | 0.00 | | | | 13+375.0 | | 0.00 | | | 160.93 | | | | |
| | 100 | | 34023.50 | 1235445.97 | | 0.00 | 430216.13 | 805229.84 | | 25 | | 6.13 | 1541101.16 | | 4092.13 | 462453.60 | 1078647.57 | |
| 11+000.0 | | 382.03 | | | 0.00 | | | | 13+400.0 | | 0.49 | | | 166.44 | | | | |
| | 100 | | 26752.00 | 1262197.97 | | 0.00 | 430216.13 | 831981.84 | | 25 | | 14.75 | 1541115.91 | | 4182.00 | 466635.60 | 1074480.32 | |
| 11+100.0 | | 153.01 | | | 0.00 | | | | 13+425.0 | | 0.69 | | | 168.12 | | | | |
| | 100 | | 14491.50 | 1276689.47 | | 0.00 | 430216.13 | 846473.34 | | 25 | | 15.00 | 1541130.91 | | 4555.88 | 471191.47 | 1069939.44 | |
| 11+200.0 | | 136.82 | | | 0.00 | | | | 13+450.0 | | 0.51 | | | 196.35 | | | | |
| | 100 | | 12358.50 | 1289047.97 | | 0.00 | 430216.13 | 858831.84 | | 25 | | 10.25 | 1541141.16 | | 5091.63 | 476283.10 | 1064858.07 | |
| 11+300.0 | | 110.35 | | | 0.00 | | | | 13+475.0 | | 0.31 | | | 210.98 | | | | |
| | 100 | | 11137.00 | 1300184.97 | | 0.00 | 430216.13 | 869968.84 | | 25 | | 3.88 | 1541145.04 | | 5429.63 | 481712.72 | 1059432.32 | |
| 11+400.0 | | 112.39 | | | 0.00 | | | | 13+500.0 | | 0.00 | | | 223.39 | | | | |
| | 100 | | 11079.50 | 1311264.47 | | 0.00 | 430216.13 | 881048.34 | | 2.414 | | 0.59 | 1541145.63 | | 540.74 | 482253.46 | 1058892.17 | |
| 11+500.0 | | 109.20 | | | 0.00 | | | | 13+502.4 | | 0.49 | | | 224.61 | | | | |
| | 100 | | 14040.00 | 1325304.47 | | 0.00 | 430216.13 | 895088.34 | | 22.586 | | 11.97 | 1541157.60 | | 5127.81 | 487381.27 | 1053776.33 | |
| 11+600.0 | | 171.60 | | | 0.00 | | | | 13+525.0 | | 0.57 | | | 229.46 | | | | |
| | 100 | | 15793.00 | 1341097.47 | | 0.00 | 430216.13 | 910881.34 | | 10.645 | | 9.42 | 1541167.02 | | 2414.45 | 489795.72 | 1051371.30 | |
| 11+700.0 | | 144.26 | | | 0.00 | | | | 13+535.6 | | 1.20 | | | 224.17 | | | | |
| | 100 | | 13329.00 | 1354426.47 | | 0.00 | 430216.13 | 924210.34 | | 14.355 | | 11.70 | 1541178.72 | | 3077.64 | 492873.36 | 1048305.36 | |
| 11+800.0 | | 122.32 | | | 0.00 | | | | 13+550.0 | | 0.43 | | | 204.62 | | | | |
| | 100 | | 18167.00 | 1372593.47 | | 0.00 | 430216.13 | 942377.34 | | 25 | | 10.00 | 1541188.72 | | 4551.75 | 497425.11 | 1043763.61 | |
| 11+900.0 | | 241.02 | | | 0.00 | | | | 13+575.0 | | 0.37 | | | 159.52 | | | | |
| | 100 | | 20903.50 | 1393496.97 | | 0.00 | 430216.13 | 963280.84 | | 22.183 | | 4.10 | 1541192.82 | | 2974.63 | 500399.74 | 1040793.09 | |
| 12+000.0 | | 177.05 | | | 0.00 | | | | 13+597.1 | | 0.00 | | | 108.67 | | | | |
| | 100 | | 16899.50 | 1410396.47 | | 0.00 | 430216.13 | 980180.34 | | 2.817 | | 1.32 | 1541194.15 | | 295.17 | 500694.90 | 1040499.25 | |
| 12+100.0 | | 160.94 | | | 0.00 | | | | 13+600.0 | | 0.94 | | | 100.89 | | | | |
| | 100 | | 15532.50 | 1425928.97 | | 0.00 | 430216.13 | 995712.84 | | 15.645 | | 64.77 | 1541258.92 | | 1226.18 | 501921.08 | 1039937.84 | |
| 12+200.0 | | 149.71 | | | 0.00 | | | | 13+615.6 | | 7.34 | | | 55.86 | | | | |
| | 100 | | 7975.50 | 1433904.47 | | 1102.50 | 431318.63 | 1002585.84 | | 6.769 | | 71.24 | 1541330.16 | | 314.66 | 502235.74 | 1039094.43 | |
| 12+300.0 | | 9.80 | | | 22.05 | | | | 13+622.4 | | 13.71 | | | 37.11 | | | | |
| | 100 | | 11263.50 | 1445167.97 | | 1102.50 | 432421.13 | 1012746.84 | | 77.586 | | 1018.70 | 1542348.87 | | 2901.72 | 505137.45 | 1037211.42 | |
| 12+400.0 | | 215.47 | | | 0.00 | | | | 13+700.0 | | 12.55 | | | 37.69 | | | | |
| | 100 | | 24904.50 | 1470072.47 | | 0.00 | 432421.13 | 1037651.34 | | 100 | | 883.00 | 1543231.87 | | 2972.00 | 508109.45 | 1035122.42 | |
| 12+500.0 | | 282.62 | | | 0.00 | | | | 13+800.0 | | 5.11 | | | 21.75 | | | | |
| | 100 | | 29588.50 | 1499660.97 | | 0.00 | 432421.13 | 1067239.84 | | 100 | | 299.00 | 1543530.87 | | 7666.50 | 515775.95 | 1027754.92 | |
| 12+600.0 | | 309.15 | | | 0.00 | | | | 13+900.0 | | 0.87 | | | 131.58 | | | | |
| | 100 | | 15697.50 | 1515358.47 | | 2702.00 | 435123.13 | 1080235.34 | | 100 | | 76.50 | 1543607.37 | | 17643.00 | 533418.95 | 1010188.42 | |
| 12+700.0 | | 4.80 | | | 54.04 | | | | 14+000.0 | | 0.66 | | | 221.28 | | | | |
| | 100 | | 1598.50 | 1516956.97 | | 5886.50 | 441009.63 | 1075947.34 | | 100 | | 57.50 | 1543664.87 | | 18197.00 | 551615.95 | 992048.92 | |
| 12+800.0 | | 27.17 | | | 63.69 | | | | 14+100.0 | | 0.49 | | | 142.66 | | | | |
| | 76.752 | | 4291.97 | 1521248.94 | | 2444.17 | 443453.80 | 1077795.14 | | 100 | | 52.00 | 1543716.87 | | 15265.00 | 566880.95 | 976835.92 | |
| 12+876.7 | | 84.67 | | | 0.00 | | | | 14+200.0 | | 0.55 | | | 162.64 | | | | |
| | 6.769 | | 657.61 | 1521906.55 | | 0.00 | 443453.80 | 1078452.75 | | 100 | | 74.50 | 1543791.37 | | 24802.50 | 591683.45 | 952107.92 | |
| 12+883.5 | | 109.63 | | | 0.00 | | | | 14+300.0 | | 0.94 | | | 333.41 | | | | |
| | 16.479 | | 2175.56 | 1524082.11 | | 0.00 | 443453.80 | 1080628.31 | | 34.946 | | 37.22 | 1543828.58 | | 10286.70 | 601970.16 | 941858.43 | |
| 12+900.0 | | 154.41 | | | 0.00 | | | | 14+334.9 | | 1.19 | | | 255.31 | | | | |
| | 1.983 | | 305.58 | 1524387.69 | | 0.00 | 443453.80 | 1080933.89 | | 3.091 | | 2.83 | 1543831.41 | | 773.35 | 602743.51 | 941087.90 | |
| 12+901.9 | | 153.79 | | | 0.00 | | | | 14+338.0 | | 0.64 | | | 245.08 | | | | |
| | 23.017 | | 3155.63 | 1527543.32 | | 0.00 | 443453.80 | 1084089.52 | | 11.963 | | 8.61 | 1543840.03 | | 2705.49 | 605449.00 | 938391.02 | |
| 12+925.0 | | 120.41 | | | 0.00 | | | | 14+350.0 | | 0.80 | | | 207.23 | | | | |
| | 25 | | 1970.88 | 1529514.20 | | 0.50 | 443454.30 | 1086059.89 | | 3.355 | | 3.42 | 1543843.45 | | 679.10 | 606128.10 | 937715.34 | |
| 12+950.0 | | 37.26 | | | 0.04 | | | | 14+353.3 | | 1.24 | | | 197.60 | | | | |
| | 13.521 | | 323.96 | 1529838.16 | | 35.02 | 443489.32 | 1086348.84 | | 21.645 | | 31.49 | 1543874.94 | | 3803.78 | 609931.89 | 933943.05 | |
| 12+963.5 | | 10.66 | | | 5.14 | | | | 14+375.0 | | 1.67 | | | 153.87 | | | | |
| | 11.479 | | 147.56 | 1529985.72 | | 36.90 | 443526.23 | 1086459.49 | | 9.037 | | 21.24 | 1543896.18 | | 1342.54 | 611274.42 | 932621.75 | |
| 12+975.0 | | 15.05 | | | 1.29 | | | | 14+384.0 | | 3.03 | | | 143.25 | | | | |
| | 21.752 | | 564.46 | 1530550.19 | | 14.03 | 443540.26 | 1087009.93 | | 15.963 | | 92.11 | 1543988.29 | | 2034.56 | 613308.99 | 930679.30 | |
| 12+996.7 | | 36.85 | | | 0.00 | | | | 14+400.0 | | 8.51 | | | 111.66 | | | | |
| | 3.248 | | 125.88 | 1530676.06 | | 0.00 | 443540.26 | 1087135.81 | | 14.719 | | 166.32 | 1544154.61 | | 1437.53 | 614746.52 | 929408.09 | |
| 13+000.0 | | 40.66 | | | 0.00 | | | | 14+414.7 | | 14.09 | | | 83.67 | | | | |
| | 25 | | 1370.38 | 1532046.44 | | 0.00 | 443540.26 | 1088506.18 | | | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 14+500.0 | | 7.69 | | | 56.77 | | | | 16+700.0 | | 0.48 | | | 59.26 | | | |
| | 25 | | 97.38 | 1546515.28 | | 2855.88 | 621579.90 | 924935.39 | | 100 | | 334.00 | 1562699.32 | | 4596.50 | 866977.34 | 695721.98 |
| 14+525.0 | | 0.10 | | | 171.70 | | | | 16+800.0 | | 6.20 | | | 32.67 | | | |
| | 25 | | 3.13 | 1546518.41 | | 6118.50 | 627698.40 | 918820.01 | | 100 | | 3215.00 | 1565914.32 | | 1900.50 | 868877.84 | 697036.48 |
| 14+550.0 | | 0.15 | | | 317.78 | | | | 16+900.0 | | 58.10 | | | 5.34 | | | |
| | 25 | | 1.88 | 1546520.28 | | 8468.13 | 636166.52 | 910353.76 | | 100 | | 4932.00 | 1570846.32 | | 354.00 | 869231.84 | 701614.48 |
| 14+575.0 | | 0.00 | | | 359.67 | | | | 17+000.0 | | 40.54 | | | 1.74 | | | |
| | 25 | | 7.50 | 1546527.78 | | 8062.88 | 644229.40 | 902298.39 | | 100 | | 10943.50 | 1581789.82 | | 87.00 | 869318.84 | 712470.98 |
| 14+600.0 | | 0.60 | | | 285.36 | | | | 17+100.0 | | 178.33 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 14.25 | 1546542.03 | | 6246.88 | 650476.27 | 896065.76 | | 100 | | 23518.50 | 1605308.32 | | 0.00 | 869318.84 | 735989.48 |
| 14+625.0 | | 0.54 | | | 214.39 | | | | 17+200.0 | | 292.04 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 21.13 | 1546563.16 | | 4817.38 | 655293.65 | 891269.51 | | 100 | | 26970.50 | 1632278.82 | | 0.00 | 869318.84 | 762959.98 |
| 14+650.0 | | 1.15 | | | 171.00 | | | | 17+300.0 | | 247.37 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 18.38 | 1546581.53 | | 3800.38 | 659094.02 | 887487.51 | | 100 | | 12752.50 | 1645031.32 | | 1633.50 | 870952.34 | 774078.98 |
| 14+675.0 | | 0.32 | | | 133.03 | | | | 17+400.0 | | 7.68 | | | 32.67 | | | |
| | 13.63 | | 4.84 | 1546586.37 | | 1701.30 | 660795.32 | 885791.05 | | 100 | | 404.00 | 1645435.32 | | 7047.00 | 877999.34 | 767435.98 |
| 14+688.6 | | 0.39 | | | 116.61 | | | | 17+500.0 | | 0.40 | | | 108.27 | | | |
| | 11.37 | | 8.19 | 1546594.56 | | 1230.63 | 662025.95 | 884568.61 | | 100 | | 7112.50 | 1652547.82 | | 5413.50 | 883412.84 | 769134.98 |
| 14+700.0 | | 1.05 | | | 99.86 | | | | 17+600.0 | | 141.85 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 22.13 | 1546616.68 | | 2259.38 | 664285.32 | 882331.36 | | 100 | | 11236.00 | 1663783.82 | | 0.00 | 883412.84 | 780370.98 |
| 14+725.0 | | 0.72 | | | 80.89 | | | | 17+700.0 | | 82.87 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 61.00 | 1546677.68 | | 2083.13 | 666368.45 | 880309.23 | | 100 | | 11214.00 | 1674997.82 | | 0.00 | 883412.84 | 791584.98 |
| 14+750.0 | | 4.16 | | | 85.76 | | | | 17+800.0 | | 141.41 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 83.63 | 1546761.31 | | 2268.25 | 668636.70 | 878124.61 | | 100 | | 37347.00 | 1712344.82 | | 0.00 | 883412.84 | 828931.98 |
| 14+775.0 | | 2.53 | | | 95.70 | | | | 17+900.0 | | 605.53 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 57.13 | 1546818.43 | | 2489.25 | 671125.95 | 875692.48 | | 100 | | 60096.50 | 1772441.32 | | 0.00 | 883412.84 | 889028.48 |
| 14+800.0 | | 2.04 | | | 103.44 | | | | 18+000.0 | | 596.40 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 61.63 | 1546880.06 | | 2578.63 | 673704.57 | 873175.48 | | 100 | | 70957.50 | 1843398.82 | | 0.00 | 883412.84 | 959985.98 |
| 14+825.0 | | 2.89 | | | 102.85 | | | | 18+100.0 | | 822.75 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 38.75 | 1546918.81 | | 3020.25 | 676724.82 | 870193.98 | | 100 | | 57340.50 | 1900739.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1017326.48 |
| 14+850.0 | | 0.21 | | | 138.77 | | | | 18+200.0 | | 324.06 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 4.63 | 1546923.43 | | 3861.75 | 680586.57 | 866336.86 | | 100 | | 41300.00 | 1942039.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1058626.48 |
| 14+875.0 | | 0.16 | | | 170.17 | | | | 18+300.0 | | 501.94 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 16.50 | 1546939.93 | | 4201.00 | 684787.57 | 862152.36 | | 100 | | 48243.00 | 1990282.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1106869.48 |
| 14+900.0 | | 1.16 | | | 165.91 | | | | 18+400.0 | | 462.92 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 25.63 | 1546965.56 | | 3402.88 | 688190.45 | 858775.11 | | 100 | | 53448.50 | 2043730.82 | | 0.00 | 883412.84 | 1160317.98 |
| 14+925.0 | | 0.89 | | | 106.32 | | | | 18+500.0 | | 606.05 | | | 0.00 | | | |
| | 14.224 | | 20.13 | 1546985.69 | | 1236.49 | 689426.94 | 857558.74 | | 100 | | 54983.50 | 2098714.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1215301.48 |
| 14+939.2 | | 1.94 | | | 67.54 | | | | 18+600.0 | | 493.62 | | | 0.00 | | | |
| | 10.776 | | 40.25 | 1547025.93 | | 575.17 | 690002.11 | 857023.82 | | 100 | | 55799.50 | 2154513.82 | | 0.00 | 883412.84 | 1271100.98 |
| 14+950.0 | | 5.53 | | | 39.21 | | | | 18+700.0 | | 622.37 | | | 0.00 | | | |
| | 12.542 | | 50.98 | 1547076.92 | | 412.82 | 690414.93 | 856661.99 | | 100 | | 41685.50 | 2196199.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1312786.48 |
| 14+962.5 | | 2.60 | | | 26.62 | | | | 18+800.0 | | 211.34 | | | 0.00 | | | |
| | 12.458 | | 18.87 | 1547095.79 | | 508.22 | 690923.16 | 856172.64 | | 100 | | 30044.00 | 2226243.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1342830.48 |
| 14+975.0 | | 0.43 | | | 54.97 | | | | 18+900.0 | | 389.54 | | | 0.00 | | | |
| | 18.224 | | 9.66 | 1547105.45 | | 1333.45 | 692256.61 | 854848.84 | | 100 | | 52193.00 | 2278436.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1395023.48 |
| 14+993.2 | | 0.63 | | | 91.37 | | | | 19+000.0 | | 654.32 | | | 0.00 | | | |
| | 6.776 | | 2.13 | 1547107.58 | | 631.12 | 692887.72 | 854219.86 | | 100 | | 62921.50 | 2341357.82 | | 0.00 | 883412.84 | 1457944.98 |
| 15+000.0 | | 0.00 | | | 94.91 | | | | 19+100.0 | | 604.11 | | | 0.00 | | | |
| | 23.905 | | 5.86 | 1547113.44 | | 2394.21 | 695281.93 | 851831.51 | | 100 | | 45672.50 | 2387030.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1503617.48 |
| 15+023.9 | | 0.49 | | | 105.40 | | | | 19+200.0 | | 309.34 | | | 0.00 | | | |
| | 1.095 | | 0.51 | 1547113.96 | | 115.12 | 695397.05 | 851716.91 | | 38.675 | | 15499.01 | 2402529.32 | | 0.00 | 883412.84 | 1519116.49 |
| 15+025.0 | | 0.45 | | | 104.87 | | | | 19+238.6 | | 492.16 | | | 0.00 | | | |
| | 14.224 | | 11.95 | 1547125.90 | | 1418.20 | 696815.25 | 850310.65 | | 11.325 | | 5961.88 | 2408491.20 | | 0.00 | 883412.84 | 1525078.36 |
| 15+039.2 | | 1.23 | | | 94.54 | | | | 19+250.0 | | 560.71 | | | 0.00 | | | |
| | 3.091 | | 2.78 | 1547128.69 | | 288.02 | 697103.27 | 850025.41 | | 0.925 | | 521.26 | 2409012.46 | | 0.00 | 883412.84 | 1525599.62 |
| 15+042.3 | | 0.57 | | | 91.82 | | | | 19+250.9 | | 566.34 | | | 0.00 | | | |
| | 57.685 | | 36.63 | 1547165.32 | | 8921.56 | 706024.84 | 841140.48 | | 18.281 | | 11354.51 | 2420366.97 | | 0.00 | 883412.84 | 1536954.14 |
| 15+100.0 | | 0.70 | | | 217.50 | | | | 19+269.2 | | 675.88 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 77.00 | 1547242.32 | | 18562.50 | 724587.34 | 822654.98 | | 5.794 | | 4016.26 | 2424383.23 | | 0.00 | 883412.84 | 1540970.39 |
| 15+200.0 | | 0.84 | | | 153.75 | | | | 19+275.0 | | 710.47 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 42.00 | 1547284.32 | | 13222.50 | 737809.84 | 809474.48 | | 25 | | 20118.88 | 2444502.10 | | 0.00 | 883412.84 | 1561089.27 |
| 15+300.0 | | 0.00 | | | 110.70 | | | | 19+300.0 | | 899.04 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 46.50 | 1547330.82 | | 16359.50 | 754169.34 | 793161.48 | | 25 | | 22847.00 | 2467349.10 | | 0.00 | 883412.84 | 1583936.27 |
| 15+400.0 | | 0.93 | | | 216.49 | | | | 19+325.0 | | 928.72 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 73.50 | 1547404.32 | | 22753.50 | 776922.84 | 770481.48 | | 5.144 | | 4771.65 | 2472120.75 | | 0.00 | 883412.84 | 1588707.92 |
| 15+500.0 | | 0.54 | | | 238.58 | | | | 19+330.1 | | 926.51 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 136.50 | 1547540.82 | | 13540.00 | 790462.84 | 757077.98 | | 8.531 | | 7858.42 | 2479979.17 | | 0.00 | 883412.84 | 1596566.33 |
| 15+600.0 | | 2.19 | | | 32.22 | | | | 19+338.6 | | 915.81 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 4275.50 | 1551816.32 | | 1611.00 | 792073.84 | 759742.48 | | 11.325 | | 10137.46 | 2490116.63 | | 0.00 | 883412.84 | 1606703.79 |
| 15+700.0 | | 83.32 | | | 0.00 | | | | 19+350.0 | | 874.47 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 5046.00 | 1556862.32 | | 755.00 | 792828.84 | 764033.48 | | 25 | | 20838.50 | 2510955.13 | | 0.00 | 883412.84 | 1627542.29 |
| 15+800.0 | | 17.60 | | | 15.10 | | | | 19+375.0 | | 792.61 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 914.00 | 1557776.32 | | 15188.50 | 808017.34 | 749758.98 | | 25 | | 19270.88 | 2530226.00 | | 0.00 | 883412.84 | 1646813.17 |
| 15+900.0 | | 0.68 | | | 288.67 | | | | 19+400.0 | | 749.06 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 34.00 | 1557810.32 | | 18887.00 | 826904.34 | 730905.98 | | 25 | | 18075.38 | 2548301.38 | | 0.00 | 883412.84 | 1664888.54 |
| 16+000.0 | | 0.00 | | | 89.07 | | | | 19+425.0 | | 696.97 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 1226.50 | 1559036.82 | | 5050.00 | 831954.34 | 727082.48 | | 25 | | 16982.88 | 2565284.25 | | 0.00 | 883412.84 | 1681871.42 |
| 16+100.0 | | 24.53 | | | 11.93 | | | | 19+450.0 | | 661.66 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 1465.00 | 1560501.82 | | 1671.50 | 833625.84 | 726875.98 | | 25 | | 15389.75 | 2580674.00 | | 0.00 | 883412.84 | 1697261.17 |
| 16+200.0 | | 4.77 | | | 21.50 | | | | 19+475.0 | | 569.52 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 267.00 | 1560768.82 | | 6815.50 | 840441.34 | 720327.48 | | 25 | | 13351.63 | 2594025.63 | | 0.00 | 883412.84 | 1710612.79 |
| 16+300.0 | | 0.57 | | | 114.81 | | | | 19+500.0 | | 498.61 | | | 0.00 | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 19+600.0 | | 447.22 | | | 0.00 | | | | 21+000.0 | | 0.55 | | | 116.17 | | | |
| | 25 | | 10859.13 | 2650359.38 | | 0.00 | 883412.84 | 1766946.54 | | 100 | | 50.00 | 3103029.69 | | 13059.00 | 963955.22 | 2139074.47 |
| 19+625.0 | | 421.51 | | | 0.00 | | | | 21+100.0 | | 0.45 | | | 145.01 | | | |
| | 25 | | 11296.00 | 2661655.38 | | 0.00 | 883412.84 | 1778242.54 | | 100 | | 52.50 | 3103082.19 | | 12600.50 | 976555.72 | 2126526.47 |
| 19+650.0 | | 482.17 | | | 0.00 | | | | 21+200.0 | | 0.60 | | | 107.00 | | | |
| | 25 | | 13267.13 | 2674922.50 | | 0.00 | 883412.84 | 1791509.67 | | 72.192 | | 301.04 | 3103383.23 | | 4324.66 | 980880.38 | 2122502.84 |
| 19+675.0 | | 579.20 | | | 0.00 | | | | 21+272.1 | | 7.74 | | | 12.81 | | | |
| | 25 | | 14766.25 | 2689688.75 | | 0.00 | 883412.84 | 1806275.92 | | 2.808 | | 19.82 | 3103403.05 | | 37.92 | 980918.30 | 2122484.75 |
| 19+700.0 | | 602.10 | | | 0.00 | | | | 21+275.0 | | 6.38 | | | 14.20 | | | |
| | 25 | | 14239.63 | 2703928.38 | | 0.00 | 883412.84 | 1820515.54 | | 14.101 | | 77.77 | 3103480.82 | | 333.07 | 981251.37 | 2122229.45 |
| 19+725.0 | | 537.07 | | | 0.00 | | | | 21+289.1 | | 4.65 | | | 33.04 | | | |
| | 25 | | 13009.63 | 2716938.00 | | 0.00 | 883412.84 | 1833525.17 | | 10.899 | | 43.11 | 3103523.92 | | 484.52 | 981735.89 | 2121788.04 |
| 19+750.0 | | 508.70 | | | 0.00 | | | | 21+300.0 | | 3.26 | | | 55.87 | | | |
| | 25 | | 12299.63 | 2729237.63 | | 0.00 | 883412.84 | 1845824.79 | | 7.51 | | 16.18 | 3103540.11 | | 480.98 | 982216.86 | 2121323.24 |
| 19+775.0 | | 480.27 | | | 0.00 | | | | 21+307.5 | | 1.05 | | | 72.22 | | | |
| | 25 | | 11792.50 | 2741030.13 | | 0.00 | 883412.84 | 1857617.29 | | 17.49 | | 12.24 | 3103552.35 | | 1662.60 | 983879.46 | 2119672.89 |
| 19+800.0 | | 463.13 | | | 0.00 | | | | 21+325.0 | | 0.35 | | | 117.90 | | | |
| | 25 | | 11420.13 | 2752450.25 | | 0.00 | 883412.84 | 1869037.42 | | 13.192 | | 9.83 | 3103562.18 | | 1716.35 | 985595.81 | 2117966.37 |
| 19+825.0 | | 490.48 | | | 0.00 | | | | 21+338.1 | | 1.14 | | | 142.31 | | | |
| | 12.354 | | 5741.34 | 2758191.59 | | 0.00 | 883412.84 | 1874778.76 | | 11.808 | | 7.68 | 3103569.85 | | 1701.18 | 987296.99 | 2116272.87 |
| 19+837.3 | | 478.99 | | | 0.00 | | | | 21+350.0 | | 0.16 | | | 145.83 | | | |
| | 12.646 | | 6324.90 | 2764516.49 | | 0.89 | 883413.72 | 1881102.77 | | 18.873 | | 11.32 | 3103581.18 | | 2715.73 | 990012.72 | 2113568.46 |
| 19+850.0 | | 521.31 | | | 0.14 | | | | 21+368.8 | | 1.04 | | | 141.96 | | | |
| | 25 | | 14668.63 | 2779185.11 | | 1.75 | 883415.47 | 1895769.64 | | 6.127 | | 6.37 | 3103587.55 | | 866.02 | 990878.74 | 2112708.81 |
| 19+875.0 | | 652.18 | | | 0.00 | | | | 21+375.0 | | 1.04 | | | 140.73 | | | |
| | 25 | | 17658.50 | 2796843.61 | | 0.00 | 883415.47 | 1913428.14 | | 17.192 | | 8.94 | 3103596.49 | | 2448.74 | 993327.48 | 2110269.01 |
| 19+900.0 | | 760.50 | | | 0.00 | | | | 21+392.1 | | 0.00 | | | 144.14 | | | |
| | 25 | | 19701.38 | 2816544.99 | | 0.00 | 883415.47 | 1933129.52 | | 7.808 | | 4.49 | 3103600.98 | | 1159.49 | 994486.97 | 2109114.01 |
| 19+925.0 | | 815.61 | | | 0.00 | | | | 21+400.0 | | 1.15 | | | 152.86 | | | |
| | 25 | | 20680.63 | 2837225.61 | | 0.25 | 883415.72 | 1953809.89 | | 25 | | 21.50 | 3103622.48 | | 4667.00 | 999153.97 | 2104668.51 |
| 19+950.0 | | 838.84 | | | 0.02 | | | | 21+425.0 | | 0.57 | | | 220.50 | | | |
| | 25 | | 20810.88 | 2858036.49 | | 0.25 | 883415.97 | 1974620.52 | | 25 | | 8.88 | 3103631.35 | | 6970.38 | 1006124.34 | 2097507.01 |
| 19+975.0 | | 826.03 | | | 0.00 | | | | 21+450.0 | | 0.14 | | | 337.13 | | | |
| | 25 | | 19579.50 | 2877615.99 | | 0.00 | 883415.97 | 1994200.02 | | 25 | | 12.13 | 3103643.48 | | 9016.13 | 1015140.47 | 2088503.01 |
| 20+000.0 | | 740.33 | | | 0.00 | | | | 21+475.0 | | 0.83 | | | 384.16 | | | |
| | 25 | | 18035.75 | 2895651.74 | | 0.00 | 883415.97 | 2012235.77 | | 25 | | 10.38 | 3103653.85 | | 8778.25 | 1023918.72 | 2079735.14 |
| 20+025.0 | | 702.53 | | | 0.00 | | | | 21+500.0 | | 0.00 | | | 318.10 | | | |
| | 25 | | 18700.50 | 2914352.24 | | 0.00 | 883415.97 | 2030936.27 | | 25 | | 0.38 | 3103654.23 | | 7234.38 | 1031153.09 | 2072501.14 |
| 20+050.0 | | 793.51 | | | 0.00 | | | | 21+525.0 | | 0.03 | | | 260.65 | | | |
| | 25 | | 20626.88 | 2934979.11 | | 0.00 | 883415.97 | 2051563.14 | | 25 | | 6.88 | 3103661.10 | | 6873.25 | 1038026.34 | 2065634.76 |
| 20+075.0 | | 856.64 | | | 0.00 | | | | 21+550.0 | | 0.52 | | | 289.21 | | | |
| | 25 | | 20615.00 | 2955594.11 | | 0.00 | 883415.97 | 2072178.14 | | 25 | | 13.00 | 3103674.10 | | 7879.50 | 1045905.84 | 2057768.26 |
| 20+100.0 | | 792.56 | | | 0.00 | | | | 21+575.0 | | 0.52 | | | 341.15 | | | |
| | 25 | | 17809.75 | 2973403.86 | | 0.25 | 883416.22 | 2089987.64 | | 25 | | 6.50 | 3103680.60 | | 8603.00 | 1054508.84 | 2049171.76 |
| 20+125.0 | | 632.22 | | | 0.02 | | | | 21+600.0 | | 0.00 | | | 347.09 | | | |
| | 25 | | 14065.38 | 2987469.24 | | 0.25 | 883416.47 | 2104052.77 | | 25 | | 6.88 | 3103687.48 | | 8140.63 | 1062649.47 | 2041038.01 |
| 20+150.0 | | 493.01 | | | 0.00 | | | | 21+625.0 | | 0.55 | | | 304.16 | | | |
| | 25 | | 11410.25 | 2998879.49 | | 0.63 | 883417.10 | 2115462.39 | | 19.302 | | 9.26 | 3103696.74 | | 5318.09 | 1067967.55 | 2035729.19 |
| 20+175.0 | | 419.81 | | | 0.05 | | | | 21+644.3 | | 0.41 | | | 246.88 | | | |
| | 25 | | 9948.88 | 3008828.36 | | 0.63 | 883417.72 | 2125410.64 | | 5.698 | | 2.05 | 3103698.80 | | 1359.57 | 1069327.13 | 2034371.67 |
| 20+200.0 | | 376.10 | | | 0.00 | | | | 21+650.0 | | 0.31 | | | 230.33 | | | |
| | 25 | | 8807.88 | 3017636.24 | | 0.00 | 883417.72 | 2134218.52 | | 25 | | 12.88 | 3103711.67 | | 4929.13 | 1074256.25 | 2029455.42 |
| 20+225.0 | | 328.53 | | | 0.00 | | | | 21+675.0 | | 0.72 | | | 164.00 | | | |
| | 25 | | 7597.88 | 3025234.11 | | 0.00 | 883417.72 | 2141816.39 | | 25 | | 20.50 | 3103732.17 | | 3432.75 | 1077689.00 | 2026043.17 |
| 20+250.0 | | 279.30 | | | 0.00 | | | | 21+700.0 | | 0.92 | | | 110.62 | | | |
| | 25 | | 6146.00 | 3031380.11 | | 0.00 | 883417.72 | 2147962.39 | | 25 | | 12.75 | 3103744.92 | | 2731.88 | 1080420.88 | 2023232.04 |
| 20+275.0 | | 212.38 | | | 0.00 | | | | 21+725.0 | | 0.10 | | | 107.93 | | | |
| | 25 | | 4141.88 | 3035521.99 | | 0.00 | 883417.72 | 2152104.27 | | 25 | | 2.50 | 3103747.42 | | 3621.50 | 1084042.38 | 2019705.04 |
| 20+300.0 | | 118.97 | | | 0.00 | | | | 21+750.0 | | 0.10 | | | 181.79 | | | |
| | 25 | | 2618.75 | 3038140.74 | | 0.00 | 883417.72 | 2154723.02 | | 25 | | 4.63 | 3103752.05 | | 6185.88 | 1090228.25 | 2015323.79 |
| 20+325.0 | | 90.53 | | | 0.00 | | | | 21+775.0 | | 0.27 | | | 313.08 | | | |
| | 11.033 | | 1102.36 | 3039243.10 | | 0.00 | 883417.72 | 2155825.38 | | 25 | | 7.63 | 3103759.67 | | 8786.50 | 1099014.75 | 2004744.92 |
| 20+336.0 | | 109.30 | | | 0.00 | | | | 21+800.0 | | 0.34 | | | 389.84 | | | |
| | 8.531 | | 1058.27 | 3040301.37 | | 0.00 | 883417.72 | 2156883.65 | | 25 | | 6.63 | 3103766.30 | | 9577.88 | 1108592.63 | 1995173.67 |
| 20+344.5 | | 138.80 | | | 0.00 | | | | 21+825.0 | | 0.19 | | | 376.39 | | | |
| | 5.436 | | 820.92 | 3041122.29 | | 0.00 | 883417.72 | 2157704.57 | | 25 | | 3.13 | 3103769.42 | | 9389.75 | 1117982.38 | 1985787.04 |
| 20+350.0 | | 163.23 | | | 0.00 | | | | 21+850.0 | | 0.06 | | | 374.79 | | | |
| | 25 | | 5602.13 | 3046724.41 | | 0.00 | 883417.72 | 2163306.69 | | 25 | | 8.25 | 3103777.67 | | 9782.75 | 1127665.13 | 1976012.54 |
| 20+375.0 | | 284.94 | | | 0.00 | | | | 21+875.0 | | 0.60 | | | 407.83 | | | |
| | 25 | | 7801.88 | 3054526.29 | | 0.00 | 883417.72 | 2171108.57 | | 21.413 | | 15.95 | 3103793.62 | | 8936.61 | 1136701.73 | 1967091.89 |
| 20+400.0 | | 339.21 | | | 0.00 | | | | 21+896.4 | | 0.89 | | | 426.86 | | | |
| | 5.502 | | 1871.45 | 3056397.74 | | 0.00 | 883417.72 | 2172980.02 | | 3.587 | | 2.48 | 3103796.10 | | 1536.89 | 1138238.62 | 1965557.48 |
| 20+405.5 | | 341.07 | | | 0.00 | | | | 21+900.0 | | 0.49 | | | 430.06 | | | |
| | 18.281 | | 6133.73 | 3062531.47 | | 0.00 | 883417.72 | 2179113.75 | | 19.731 | | 9.67 | 3103805.77 | | 8685.29 | 1146923.91 | 1956881.86 |
| 20+423.7 | | 329.98 | | | 0.00 | | | | 21+919.7 | | 0.49 | | | 450.31 | | | |
| | 1.217 | | 400.59 | 3062932.06 | | 0.00 | 883417.72 | 2179514.34 | | 5.269 | | 4.32 | 3103810.09 | | 2391.55 | 1149315.46 | 1954494.63 |
| 20+425.0 | | 328.35 | | | 0.00 | | | | 21+925.0 | | 1.15 | | | 457.47 | | | |
| | 11.033 | | 3528.30 | 3066460.36 | | 0.00 | 883417.72 | 2183042.64 | | 25 | | 21.00 | 3103831.09 | | 12076.00 | 1161391.46 | 1942439.63 |
| 20+436.0 | | 311.24 | | | 0.00 | | | | 21+950.0 | | 0.53 | | | 508.61 | | | |
| | 63.967 | | 19804.82 | 3086265.19 | | 0.00 | 883417.72 | 2202847.47 | | 0.413 | | 0.22 | 3103831.31 | | 210.26 | 1161601.72 | 1942229.59 |
| 20+500.0 | | 307.98 | | | 0.00 | | | | 21+950.4 | | 0.54 | | | 509.60 | | | |
| | 100 | | 15399.00 | 3101664.19 | | 6075.00 | 889492.72 | 2212171.47 | | 24.587 | | 23.23 | 3103854.54 | | 13072.78 | 1174674.50 | 1929180.04 |
| 20+600.0 | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 22+016.4 | | 0.00 | | | 760.18 | | | | 26+500.0 | | 0.54 | | | 284.83 | | | |
| | 83.587 | | 11.28 | 3103892.29 | | 56328.03 | 1258453.20 | 1845439.09 | | 34.855 | | 19.69 | 3170981.48 | | 10754.68 | 2872023.89 | 298957.59 |
| 22+100.0 | | 0.27 | | | 587.59 | | | | 26+534.8 | | 0.59 | | | 332.28 | | | |
| | 100 | | 13.50 | 3103905.79 | | 43052.50 | 1301505.70 | 1802400.09 | | 15.145 | | 12.57 | 3170994.05 | | 5080.39 | 2877104.28 | 293889.77 |
| 22+200.0 | | 0.00 | | | 273.46 | | | | 26+550.0 | | 1.07 | | | 338.62 | | | |
| | 100 | | 44.50 | 3103950.29 | | 32677.00 | 1334182.70 | 1769767.59 | | 11.967 | | 10.35 | 3171004.40 | | 4071.41 | 2881175.69 | 289828.71 |
| 22+300.0 | | 0.89 | | | 380.08 | | | | 26+561.9 | | 0.66 | | | 341.82 | | | |
| | 100 | | 92.00 | 3104042.29 | | 56517.50 | 1390700.20 | 1713342.09 | | 13.033 | | 7.04 | 3171011.44 | | 4409.72 | 2885585.40 | 285426.04 |
| 22+400.0 | | 0.95 | | | 750.27 | | | | 26+575.0 | | 0.42 | | | 334.88 | | | |
| | 100 | | 67.50 | 3104109.79 | | 69538.50 | 1460238.70 | 1643871.09 | | 5.3 | | 2.81 | 3171014.25 | | 1742.16 | 2887327.57 | 283686.68 |
| 22+500.0 | | 0.40 | | | 640.50 | | | | 26+580.3 | | 0.64 | | | 322.54 | | | |
| | 100 | | 75.50 | 3104185.29 | | 69838.50 | 1530077.20 | 1574108.09 | | 19.7 | | 13.30 | 3171027.55 | | 5669.27 | 2892996.83 | 278030.71 |
| 22+600.0 | | 1.11 | | | 756.27 | | | | 26+600.0 | | 0.71 | | | 253.02 | | | |
| | 100 | | 55.50 | 3104240.79 | | 74018.00 | 1604095.20 | 1500145.59 | | 25 | | 19.00 | 3171046.55 | | 5568.75 | 2898565.58 | 272480.96 |
| 22+700.0 | | 0.00 | | | 724.09 | | | | 26+625.0 | | 0.81 | | | 192.48 | | | |
| | 100 | | 26.00 | 3104266.79 | | 63349.50 | 1667444.70 | 1436822.09 | | 16.411 | | 12.31 | 3171058.86 | | 2902.86 | 2901468.44 | 269590.41 |
| 22+800.0 | | 0.52 | | | 542.90 | | | | 26+641.4 | | 0.69 | | | 161.29 | | | |
| | 100 | | 70.50 | 3104337.29 | | 58035.50 | 1725480.20 | 1378857.09 | | 8.589 | | 5.58 | 3171064.44 | | 1301.96 | 2902770.41 | 268294.03 |
| 22+900.0 | | 0.89 | | | 617.81 | | | | 26+650.0 | | 0.61 | | | 141.88 | | | |
| | 100 | | 70.50 | 3104407.79 | | 60160.50 | 1785640.70 | 1318767.09 | | 4.855 | | 3.16 | 3171067.59 | | 661.74 | 2903432.14 | 267635.45 |
| 23+000.0 | | 0.52 | | | 585.40 | | | | 26+654.8 | | 0.69 | | | 130.72 | | | |
| | 100 | | 26.00 | 3104433.79 | | 48329.50 | 1833970.20 | 1270463.59 | | 20.145 | | 8.76 | 3171076.36 | | 2244.05 | 2905676.20 | 265400.16 |
| 23+100.0 | | 0.00 | | | 381.19 | | | | 26+675.0 | | 0.18 | | | 92.07 | | | |
| | 100 | | 32.00 | 3104465.79 | | 45138.50 | 1879108.70 | 1225357.09 | | 25 | | 9.00 | 3171085.36 | | 2543.50 | 2908219.70 | 262865.66 |
| 23+200.0 | | 0.64 | | | 521.58 | | | | 26+700.0 | | 0.54 | | | 111.41 | | | |
| | 100 | | 82.50 | 3104548.29 | | 50214.50 | 1929323.20 | 1175225.09 | | 25 | | 7.13 | 3171092.48 | | 2843.25 | 2911062.95 | 260029.54 |
| 23+300.0 | | 1.01 | | | 482.71 | | | | 26+725.0 | | 0.03 | | | 116.05 | | | |
| | 100 | | 79.00 | 3104627.29 | | 35498.50 | 1964821.70 | 1139805.59 | | 25 | | 10.38 | 3171102.86 | | 2601.25 | 2913664.20 | 257438.66 |
| 23+400.0 | | 0.57 | | | 227.26 | | | | 26+750.0 | | 0.80 | | | 92.05 | | | |
| | 100 | | 76.00 | 3104703.29 | | 33213.00 | 1998034.70 | 1106668.59 | | 25 | | 11.38 | 3171114.23 | | 2071.88 | 2915736.07 | 255378.16 |
| 23+500.0 | | 0.95 | | | 437.00 | | | | 26+775.0 | | 0.11 | | | 73.70 | | | |
| | 100 | | 89.00 | 3104792.29 | | 60071.00 | 2058105.70 | 1046686.59 | | 25 | | 7.50 | 3171121.73 | | 2407.63 | 2918143.70 | 252978.04 |
| 23+600.0 | | 0.83 | | | 764.42 | | | | 26+800.0 | | 0.49 | | | 118.91 | | | |
| | 100 | | 66.00 | 3104858.29 | | 62559.50 | 2120665.20 | 984193.09 | | 25 | | 10.25 | 3171131.98 | | 2963.63 | 2921107.32 | 250024.66 |
| 23+700.0 | | 0.49 | | | 486.77 | | | | 26+825.0 | | 0.33 | | | 118.18 | | | |
| | 100 | | 24.50 | 3104882.79 | | 50921.50 | 2171586.70 | 933296.09 | | 25 | | 6.63 | 3171138.61 | | 2350.25 | 2923457.57 | 247681.04 |
| 23+800.0 | | 0.00 | | | 531.66 | | | | 26+850.0 | | 0.20 | | | 69.84 | | | |
| | 100 | | 50.50 | 3104933.29 | | 51716.50 | 2223303.20 | 881630.09 | | 25 | | 12.75 | 3171151.36 | | 1108.13 | 2924565.70 | 246585.66 |
| 23+900.0 | | 1.01 | | | 502.67 | | | | 26+875.0 | | 0.82 | | | 18.81 | | | |
| | 100 | | 73.00 | 3105006.29 | | 35617.00 | 2258920.20 | 846086.09 | | 25 | | 23.50 | 3171174.86 | | 613.38 | 2925179.07 | 245995.79 |
| 24+000.0 | | 0.45 | | | 209.67 | | | | 26+900.0 | | 1.06 | | | 30.26 | | | |
| | 100 | | 22.50 | 3105028.79 | | 21338.50 | 2280258.70 | 824770.09 | | 25 | | 23.63 | 3171198.48 | | 1351.00 | 2926530.07 | 244668.41 |
| 24+100.0 | | 0.00 | | | 217.10 | | | | 26+925.0 | | 0.83 | | | 77.82 | | | |
| | 100 | | 83.50 | 3105112.29 | | 33009.50 | 2313268.20 | 791844.09 | | 25 | | 16.75 | 3171215.23 | | 3023.25 | 2929553.32 | 241661.91 |
| 24+200.0 | | 1.67 | | | 443.09 | | | | 26+950.0 | | 0.51 | | | 164.04 | | | |
| | 100 | | 15754.50 | 3120866.79 | | 22154.50 | 2335422.70 | 785444.09 | | 25 | | 11.63 | 3171226.86 | | 5174.88 | 2934728.20 | 236498.66 |
| 24+300.0 | | 313.42 | | | 0.00 | | | | 26+975.0 | | 0.42 | | | 249.95 | | | |
| | 100 | | 30804.50 | 3151671.29 | | 0.00 | 2335422.70 | 816248.59 | | 25 | | 12.75 | 3171239.61 | | 6161.00 | 2940889.20 | 230350.41 |
| 24+400.0 | | 302.67 | | | 0.00 | | | | 27+000.0 | | 0.60 | | | 242.93 | | | |
| | 100 | | 16644.50 | 3168315.79 | | 1340.00 | 2336762.70 | 831553.09 | | 25 | | 13.00 | 3171252.61 | | 5523.13 | 2946412.32 | 224840.29 |
| 24+500.0 | | 30.22 | | | 26.80 | | | | 27+025.0 | | 0.44 | | | 198.92 | | | |
| | 100 | | 1511.00 | 3169826.79 | | 14749.00 | 2351511.70 | 818315.09 | | 21.54 | | 15.83 | 3171268.44 | | 3862.98 | 2950275.30 | 220993.13 |
| 24+600.0 | | 0.00 | | | 268.18 | | | | 27+046.5 | | 1.03 | | | 159.76 | | | |
| | 100 | | 0.00 | 3169826.79 | | 33280.50 | 2384792.20 | 785034.59 | | 3.46 | | 3.24 | 3171271.67 | | 548.83 | 2950824.13 | 220447.54 |
| 24+700.0 | | 0.00 | | | 397.43 | | | | 27+050.0 | | 0.84 | | | 157.48 | | | |
| | 100 | | 15.50 | 3169842.29 | | 37965.00 | 2422757.20 | 747085.09 | | 25 | | 12.63 | 3171284.30 | | 4124.00 | 2954948.13 | 216336.17 |
| 24+800.0 | | 0.31 | | | 361.87 | | | | 27+075.0 | | 0.17 | | | 172.44 | | | |
| | 100 | | 52.50 | 3169894.79 | | 34820.00 | 2457577.20 | 712317.59 | | 25 | | 13.63 | 3171297.92 | | 5027.88 | 2959976.00 | 211321.92 |
| 24+900.0 | | 0.74 | | | 334.53 | | | | 27+100.0 | | 0.92 | | | 229.79 | | | |
| | 100 | | 59.50 | 3169954.29 | | 37203.00 | 2494780.20 | 675174.09 | | 25 | | 11.75 | 3171309.67 | | 6666.88 | 2966642.88 | 204666.79 |
| 25+000.0 | | 0.45 | | | 409.53 | | | | 27+125.0 | | 0.02 | | | 303.56 | | | |
| | 100 | | 43.50 | 3169997.79 | | 34623.50 | 2529403.70 | 640594.09 | | 25 | | 4.50 | 3171314.17 | | 8170.13 | 2974813.00 | 196501.17 |
| 25+100.0 | | 0.42 | | | 282.94 | | | | 27+150.0 | | 0.34 | | | 350.05 | | | |
| | 100 | | 69.00 | 3170066.79 | | 21877.50 | 2551281.20 | 618785.59 | | 25 | | 4.25 | 3171318.42 | | 8789.63 | 2983602.63 | 187715.79 |
| 25+200.0 | | 0.96 | | | 154.61 | | | | 27+175.0 | | 0.00 | | | 353.12 | | | |
| | 100 | | 71.50 | 3170138.29 | | 16685.50 | 2567966.70 | 602171.59 | | 25 | | 6.25 | 3171324.67 | | 8945.25 | 2992547.88 | 178776.79 |
| 25+300.0 | | 0.47 | | | 179.10 | | | | 27+200.0 | | 0.50 | | | 362.50 | | | |
| | 100 | | 56.00 | 3170194.29 | | 25226.50 | 2593193.20 | 577001.09 | | 25 | | 12.75 | 3171337.42 | | 9380.38 | 3001928.25 | 169409.17 |
| 25+400.0 | | 0.65 | | | 325.43 | | | | 27+225.0 | | 0.52 | | | 387.93 | | | |
| | 100 | | 55.00 | 3170249.29 | | 35126.00 | 2628319.20 | 541930.09 | | 25 | | 11.13 | 3171348.55 | | 9402.63 | 3011330.88 | 160017.67 |
| 25+500.0 | | 0.45 | | | 377.09 | | | | 27+250.0 | | 0.37 | | | 364.28 | | | |
| | 100 | | 72.00 | 3170321.29 | | 25884.00 | 2654203.20 | 516118.09 | | 25 | | 8.13 | 3171356.67 | | 8402.50 | 3019733.38 | 151623.29 |
| 25+600.0 | | 0.99 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 27+451.6 | | 0.00 | | | 357.93 | | | | 28+900.0 | | 0.00 | | | 105.03 | | | |
| | 23.332 | | 8.05 | 3171439.75 | | 7851.45 | 3071271.71 | 100168.03 | | 25 | | 5.75 | 3173260.19 | | 2301.13 | 3413417.79 | -240157.60 |
| 27+475.0 | | 0.69 | | | 315.09 | | | | 28+925.0 | | 0.46 | | | 79.06 | | | |
| | 25 | | 8.63 | 3171448.37 | | 7078.88 | 3078350.59 | 93097.78 | | 25 | | 8.75 | 3173268.94 | | 1924.25 | 3415342.04 | -242073.10 |
| 27+500.0 | | 0.00 | | | 251.22 | | | | 28+950.0 | | 0.24 | | | 74.88 | | | |
| | 12.779 | | 7.09 | 3171455.46 | | 3053.29 | 3081403.87 | 90051.59 | | 10.16 | | 8.79 | 3173277.73 | | 738.63 | 3416080.67 | -242802.94 |
| 27+512.7 | | 1.11 | | | 226.64 | | | | 28+960.1 | | 1.49 | | | 70.52 | | | |
| | 12.221 | | 12.04 | 3171467.50 | | 2687.89 | 3084091.76 | 87375.74 | | 14.84 | | 24.71 | 3173302.43 | | 964.15 | 3417044.83 | -243742.39 |
| 27+525.0 | | 0.86 | | | 213.24 | | | | 28+975.0 | | 1.84 | | | 59.42 | | | |
| | 6.113 | | 6.02 | 3171473.52 | | 1296.32 | 3085388.08 | 86085.44 | | 6.208 | | 12.76 | 3173315.19 | | 340.04 | 3417384.87 | -244069.68 |
| 27+531.1 | | 1.11 | | | 210.88 | | | | 28+981.2 | | 2.27 | | | 50.13 | | | |
| | 18.887 | | 16.34 | 3171489.86 | | 4040.59 | 3089428.67 | 82061.19 | | 18.792 | | 115.01 | 3173430.20 | | 633.38 | 3418018.25 | -244588.05 |
| 27+550.0 | | 0.62 | | | 216.99 | | | | 29+000.0 | | 9.97 | | | 17.28 | | | |
| | 8.224 | | 7.11 | 3171496.97 | | 1806.24 | 3091234.91 | 80262.06 | | 12.16 | | 239.31 | 3173669.51 | | 121.54 | 3418139.79 | -244470.28 |
| 27+558.2 | | 1.11 | | | 222.27 | | | | 29+012.1 | | 29.39 | | | 2.71 | | | |
| | 41.776 | | 45.74 | 3171542.72 | | 9872.71 | 3101107.62 | 70435.09 | | 12.84 | | 585.95 | 3174255.46 | | 17.40 | 3418157.19 | -243901.73 |
| 27+600.0 | | 1.08 | | | 250.38 | | | | 29+025.0 | | 61.88 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 70.50 | 3171613.22 | | 25649.50 | 3126757.12 | 44856.09 | | 18.112 | | 1416.63 | 3175672.09 | | 0.00 | 3418157.19 | -242485.10 |
| 27+700.0 | | 0.33 | | | 262.61 | | | | 29+043.1 | | 94.55 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 16.50 | 3171629.72 | | 32887.00 | 3159644.12 | 11985.59 | | 6.888 | | 633.18 | 3176305.27 | | 0.00 | 3418157.19 | -241851.92 |
| 27+800.0 | | 0.00 | | | 395.13 | | | | 29+050.0 | | 89.30 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 29.50 | 3171659.22 | | 36396.50 | 3196040.62 | -24381.41 | | 11.684 | | 952.54 | 3177257.81 | | 0.00 | 3418157.19 | -240899.38 |
| 27+900.0 | | 0.59 | | | 332.80 | | | | 29+061.6 | | 73.75 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 85.00 | 3171744.22 | | 31445.00 | 3227485.62 | -55741.41 | | 13.316 | | 859.21 | 3178117.02 | | 0.00 | 3418157.19 | -240040.17 |
| 28+000.0 | | 1.11 | | | 296.10 | | | | 29+075.0 | | 55.30 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 106.50 | 3171850.72 | | 30887.00 | 3258372.62 | -86521.91 | | 5.16 | | 274.62 | 3178391.64 | | 0.00 | 3418157.19 | -239765.55 |
| 28+100.0 | | 1.02 | | | 321.64 | | | | 29+080.1 | | 51.14 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 106.50 | 3171957.22 | | 37404.50 | 3295777.12 | -123819.91 | | 19.84 | | 1028.80 | 3179420.44 | | 0.00 | 3418157.19 | -238736.75 |
| 28+200.0 | | 1.11 | | | 426.45 | | | | 29+100.0 | | 52.57 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 83.00 | 3172040.22 | | 31714.00 | 3327491.12 | -155450.91 | | 100 | | 2983.50 | 3182403.94 | | 742.00 | 3418899.19 | -236495.25 |
| 28+300.0 | | 0.55 | | | 207.83 | | | | 29+200.0 | | 7.10 | | | 14.84 | | | |
| | 42.485 | | 24.43 | 3172064.65 | | 8255.69 | 3335746.81 | -163682.16 | | 100 | | 381.00 | 3182784.94 | | 5891.50 | 3424790.69 | -242005.75 |
| 28+342.4 | | 0.60 | | | 180.81 | | | | 29+300.0 | | 0.52 | | | 102.99 | | | |
| | 7.515 | | 4.88 | 3172069.53 | | 1352.21 | 3337099.02 | -165029.49 | | 100 | | 9181.00 | 3191965.94 | | 5149.50 | 3429940.19 | -237974.25 |
| 28+350.0 | | 0.70 | | | 179.06 | | | | 29+400.0 | | 183.10 | | | 0.00 | | | |
| | 10.961 | | 7.12 | 3172076.66 | | 1966.51 | 3339065.53 | -166988.88 | | 100 | | 23465.00 | 3215430.94 | | 0.00 | 3429940.19 | -214509.25 |
| 28+360.9 | | 0.60 | | | 179.76 | | | | 29+500.0 | | 286.20 | | | 0.00 | | | |
| | 14.039 | | 9.83 | 3172086.48 | | 2572.16 | 3341637.69 | -169551.21 | | 100 | | 22172.00 | 3237602.94 | | 0.00 | 3429940.19 | -192337.25 |
| 28+375.0 | | 0.80 | | | 186.67 | | | | 29+600.0 | | 157.24 | | | 0.00 | | | |
| | 4.532 | | 3.94 | 3172090.43 | | 854.26 | 3342491.95 | -170401.52 | | 100 | | 10795.00 | 3248397.94 | | 0.00 | 3429940.19 | -181542.25 |
| 28+379.5 | | 0.94 | | | 190.32 | | | | 29+700.0 | | 58.66 | | | 0.00 | | | |
| | 20.468 | | 9.62 | 3172100.05 | | 4148.45 | 3346640.40 | -174540.36 | | 100 | | 8346.00 | 3256743.94 | | 0.00 | 3429940.19 | -173196.25 |
| 28+400.0 | | 0.00 | | | 215.04 | | | | 29+800.0 | | 108.26 | | | 0.00 | | | |
| | 10.485 | | 5.19 | 3172105.24 | | 2283.32 | 3348923.72 | -176818.48 | | 100 | | 14801.50 | 3271545.44 | | 0.00 | 3429940.19 | -158394.75 |
| 28+410.4 | | 0.99 | | | 220.50 | | | | 29+900.0 | | 187.77 | | | 0.00 | | | |
| | 14.515 | | 8.71 | 3172113.95 | | 3142.50 | 3352066.22 | -179952.27 | | 100 | | 11632.00 | 3283177.44 | | 1.50 | 3429941.69 | -146764.25 |
| 28+425.0 | | 0.21 | | | 212.50 | | | | 30+000.0 | | 44.87 | | | 0.03 | | | |
| | 16.437 | | 6.74 | 3172120.68 | | 3249.35 | 3355315.57 | -183194.88 | | 100 | | 9711.50 | 3292888.94 | | 1.50 | 3429943.19 | -137054.25 |
| 28+441.4 | | 0.61 | | | 182.87 | | | | 30+100.0 | | 149.36 | | | 0.00 | | | |
| | 8.563 | | 4.41 | 3172125.09 | | 1445.86 | 3356761.43 | -184636.33 | | 100 | | 13944.50 | 3306833.44 | | 0.00 | 3429943.19 | -123109.75 |
| 28+450.0 | | 0.42 | | | 154.83 | | | | 30+200.0 | | 129.53 | | | 0.00 | | | |
| | 12.485 | | 6.43 | 3172131.52 | | 1614.81 | 3358376.24 | -186244.72 | | 100 | | 23427.50 | 3330260.94 | | 0.00 | 3429943.19 | -99682.25 |
| 28+462.4 | | 0.61 | | | 103.85 | | | | 30+300.0 | | 339.02 | | | 0.00 | | | |
| | 12.515 | | 18.84 | 3172150.36 | | 1004.52 | 3359380.76 | -187230.40 | | 100 | | 24174.00 | 3354434.94 | | 0.00 | 3429943.19 | -75508.25 |
| 28+475.0 | | 2.40 | | | 56.68 | | | | 30+400.0 | | 144.46 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 244.38 | 3172394.73 | | 865.63 | 3360246.38 | -187851.65 | | 100 | | 20804.50 | 3375239.44 | | 0.00 | 3429943.19 | -54703.75 |
| 28+500.0 | | 17.15 | | | 12.57 | | | | 30+500.0 | | 271.63 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 365.38 | 3172760.11 | | 238.00 | 3360484.38 | -187724.27 | | 100 | | 33237.50 | 3408476.94 | | 0.00 | 3429943.19 | -21466.25 |
| 28+525.0 | | 12.08 | | | 6.47 | | | | 30+600.0 | | 393.12 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 223.25 | 3172983.36 | | 472.00 | 3360956.38 | -187973.02 | | 100 | | 20675.50 | 3429152.44 | | 2072.50 | 3432015.69 | -2863.25 |
| 28+550.0 | | 5.78 | | | 31.29 | | | | 30+700.0 | | 20.39 | | | 41.45 | | | |
| | 25 | | 110.63 | 3173093.98 | | 1102.50 | 3362058.88 | -188964.90 | | 100 | | 5609.50 | 3434761.94 | | 2072.50 | 3434088.19 | 673.75 |
| 28+575.0 | | 3.07 | | | 56.91 | | | | 30+800.0 | | 91.80 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 52.25 | 3173146.23 | | 1810.75 | 3363869.63 | -190723.40 | | 100 | | 22373.50 | 3457135.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 23047.25 |
| 28+600.0 | | 1.11 | | | 87.95 | | | | 30+900.0 | | 355.67 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 13.88 | 3173160.11 | | 2288.38 | 3366158.01 | -192997.90 | | 100 | | 40005.00 | 3497140.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 63052.25 |
| 28+625.0 | | 0.00 | | | 95.12 | | | | 31+000.0 | | 444.43 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 1.25 | 3173161.36 | | 2336.00 | 3368494.01 | -195332.65 | | 100 | | 51800.50 | 3548940.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 114852.75 |
| 28+650.0 | | 0.10 | | | 91.76 | | | | 31+100.0 | | 591.58 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 1.63 | 3173162.98 | | 2448.38 | 3370942.38 | -197779.40 | | 100 | | 51843.00 | 3600783.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 166695.75 |
| 28+675.0 | | 0.03 | | | 104.11 | | | | 31+200.0 | | 445.28 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 8.00 | 3173170.98 | | 2957.88 | 3373900.26 | -200729.27 | | 100 | | 46532.00 | 3647315.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 213227.75 |
| 28+700.0 | | 0.61 | | | 132.52 | | | | 31+300.0 | | 485.36 | | | 0.00 | | | |
| | 11.322 | | 6.96 | 3173177.95 | | 1577.78 | 3375478.03 | -202300.09 | | 100 | | 56328.00 | 3703643.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 269555.75 |
| 28+711.3 | | 0.62 | | | 146.19 | | | | 31+400.0 | | 641.20 | | | 0.00 | | | |
| | 13.678 | | 7.86 | 3173185.81 | | 2095.88 | 3377573.91 | -204388.10 | | 100 | | 57719.50 | 3761363.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 327275.25 |
| 28+725.0 | | 0.53 | | | 160.27 | | | | 31+500.0 | | 513.19 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 11.50 | 3173197.31 | | 4278.50 | 3381852.41 | -208655.10 | | 100 | | 43541.00 | 3804904.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 370816.25 |
| 28+750.0 | | 0.39 | | | 182.01 | | | | 31+600.0 | | 357.63 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 7.63 | 3173204.94 | | 4692.50 | 3386544.91 | -213339.98 | | 100 | | 30717.50 | 3835621.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 401533.75 |
| 28+775.0 | | 0.22 | | | 193.39 | | | | 31+700.0 | | 256.72 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 14.00 | 3173218.94 | | 5020.75 | 3391565.66 | -218346.73 | | 100 | | 28472.00 | 3864093.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 430005.75 |
| 28+800.0 | | 0.90 | | | 208.27 | | | | 3 | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 32+200.0 | | 410.92 | | | 0.00 | | | | 34+325.0 | | 229.90 | | | 0.03 | | | |
| | 100 | | 38687.50 | 4039502.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 605414.25 | | 25 | | 6363.63 | 5010185.49 | | 0.75 | 3434090.66 | 1576094.83 |
| 32+300.0 | | 362.83 | | | 0.00 | | | | 34+350.0 | | 279.19 | | | 0.03 | | | |
| | 100 | | 39372.00 | 4078874.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 644786.25 | | 25 | | 7738.38 | 5017923.86 | | 0.38 | 3434091.03 | 1583832.83 |
| 32+400.0 | | 424.61 | | | 0.00 | | | | 34+375.0 | | 339.88 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 44123.50 | 4122997.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 688909.75 | | 18.73 | | 6753.66 | 5024677.52 | | 0.00 | 3434091.03 | 1590586.49 |
| 32+500.0 | | 457.86 | | | 0.00 | | | | 34+393.7 | | 381.28 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 52045.50 | 4175043.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 740955.25 | | 6.27 | | 2420.91 | 5027098.43 | | 0.00 | 3434091.03 | 1593007.40 |
| 32+600.0 | | 583.05 | | | 0.00 | | | | 34+400.0 | | 390.94 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 45548.50 | 4220591.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 786503.75 | | 2.261 | | 887.14 | 5027985.57 | | 0.00 | 3434091.03 | 1593894.54 |
| 32+700.0 | | 327.92 | | | 0.00 | | | | 34+402.2 | | 393.79 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 34332.50 | 4254924.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 820836.25 | | 22.739 | | 9267.05 | 5037252.62 | | 0.00 | 3434091.03 | 1603161.59 |
| 32+800.0 | | 358.73 | | | 0.00 | | | | 34+425.0 | | 421.29 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 45968.50 | 4300892.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 866804.75 | | 25 | | 10312.75 | 5047565.37 | | 0.00 | 3434091.03 | 1613474.34 |
| 32+900.0 | | 560.64 | | | 0.00 | | | | 34+450.0 | | 403.73 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 56151.00 | 4357043.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 922955.75 | | 13.199 | | 5107.82 | 5052673.19 | | 0.00 | 3434091.03 | 1618582.16 |
| 33+000.0 | | 562.38 | | | 0.00 | | | | 34+463.1 | | 370.24 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 56702.50 | 4413746.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 979658.25 | | 11.801 | | 4131.53 | 5056804.72 | | 0.00 | 3434091.03 | 1622713.69 |
| 33+100.0 | | 571.67 | | | 0.00 | | | | 34+475.0 | | 329.96 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 47478.50 | 4461224.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 1027136.75 | | 6.48 | | 2067.38 | 5058872.10 | | 0.00 | 3434091.03 | 1624781.07 |
| 33+200.0 | | 377.90 | | | 0.00 | | | | 34+481.4 | | 308.12 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 43193.00 | 4504417.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 1070329.75 | | 18.52 | | 5138.65 | 5064010.75 | | 0.00 | 3434091.03 | 1629919.72 |
| 33+300.0 | | 485.96 | | | 0.00 | | | | 34+500.0 | | 246.81 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 48999.50 | 4553417.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 1119329.25 | | 13.73 | | 3162.29 | 5067173.04 | | 0.00 | 3434091.03 | 1633082.01 |
| 33+400.0 | | 494.03 | | | 0.00 | | | | 34+513.7 | | 213.83 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 63635.50 | 4617052.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 1182964.75 | | 86.27 | | 29901.61 | 5097074.66 | | 0.00 | 3434091.03 | 1662983.62 |
| 33+500.0 | | 778.68 | | | 0.00 | | | | 34+600.0 | | 479.38 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 68561.00 | 4685613.94 | | 0.00 | 3434088.19 | 1251525.75 | | 100 | | 45881.00 | 5142955.66 | | 0.00 | 3434091.03 | 1708864.62 |
| 33+600.0 | | 592.54 | | | 0.00 | | | | 34+700.0 | | 438.24 | | | 0.00 | | | |
| | 100 | | 59293.50 | 4744907.44 | | 0.00 | 3434088.19 | 1310819.25 | | 100 | | 22279.50 | 5165235.16 | | 1992.00 | 3436083.03 | 1729152.12 |
| 33+700.0 | | 593.33 | | | 0.00 | | | | 34+800.0 | | 7.35 | | | 39.84 | | | |
| | 27.403 | | 14996.98 | 4759904.42 | | 0.00 | 3434088.19 | 1325816.23 | | 100 | | 6690.00 | 5171925.16 | | 1992.00 | 3438075.03 | 1733850.12 |
| 33+727.4 | | 501.22 | | | 0.00 | | | | 34+900.0 | | 126.45 | | | 0.00 | | | |
| | 22.597 | | 10511.45 | 4770415.87 | | 0.00 | 3434088.19 | 1336327.68 | | 100 | | 9565.00 | 5181490.16 | | 0.00 | 3438075.03 | 1743415.12 |
| 33+750.0 | | 429.12 | | | 0.00 | | | | 35+000.0 | | 64.85 | | | 0.00 | | | |
| | 9.653 | | 4132.55 | 4774548.41 | | 0.00 | 3434088.19 | 1340460.22 | | 100 | | 16583.00 | 5198073.16 | | 0.00 | 3438075.03 | 1759998.12 |
| 33+759.6 | | 427.10 | | | 0.00 | | | | 35+100.0 | | 266.81 | | | 0.00 | | | |
| | 15.347 | | 6615.17 | 4781163.58 | | 0.08 | 3434088.27 | 1347075.32 | | 100 | | 27598.50 | 5225671.66 | | 0.00 | 3438075.03 | 1787596.62 |
| 33+775.0 | | 434.98 | | | 0.01 | | | | 35+200.0 | | 285.16 | | | 0.00 | | | |
| | 2.934 | | 1279.43 | 4782443.01 | | 0.01 | 3434088.28 | 1348354.73 | | 100 | | 25118.00 | 5250789.66 | | 0.00 | 3438075.03 | 1812714.62 |
| 33+777.9 | | 437.16 | | | 0.00 | | | | 35+300.0 | | 217.20 | | | 0.00 | | | |
| | 22.066 | | 10008.48 | 4792451.49 | | 0.00 | 3434088.28 | 1358363.21 | | 100 | | 22322.50 | 5273112.16 | | 0.00 | 3438075.03 | 1835037.12 |
| 33+800.0 | | 469.98 | | | 0.00 | | | | 35+400.0 | | 229.25 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 12260.50 | 4804711.99 | | 0.00 | 3434088.28 | 1370623.71 | | 79.234 | | 17626.79 | 5290738.95 | | 0.00 | 3438075.03 | 1852663.92 |
| 33+825.0 | | 510.86 | | | 0.00 | | | | 35+479.2 | | 215.68 | | | 0.00 | | | |
| | 13.872 | | 7121.47 | 4811833.46 | | 0.00 | 3434088.28 | 1377745.17 | | 16.909 | | 3492.22 | 5294231.16 | | 0.00 | 3438075.03 | 1856156.13 |
| 33+838.8 | | 515.88 | | | 0.00 | | | | 35+496.1 | | 197.38 | | | 0.00 | | | |
| | 8.531 | | 4407.88 | 4816241.34 | | 0.00 | 3434088.28 | 1382153.06 | | 3.857 | | 741.64 | 5294972.81 | | 0.00 | 3438075.03 | 1856897.77 |
| 33+847.4 | | 517.50 | | | 0.00 | | | | 35+500.0 | | 187.19 | | | 0.00 | | | |
| | 2.597 | | 1343.51 | 4817584.84 | | 0.00 | 3434088.28 | 1383496.56 | | 14.552 | | 2380.05 | 5297352.86 | | 0.00 | 3438075.03 | 1859277.83 |
| 33+850.0 | | 517.16 | | | 0.00 | | | | 35+514.5 | | 139.92 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 12557.50 | 4830142.34 | | 0.00 | 3434088.28 | 1396054.06 | | 10.448 | | 1245.04 | 5298597.89 | | 0.00 | 3438075.03 | 1860522.86 |
| 33+875.0 | | 487.44 | | | 0.00 | | | | 35+525.0 | | 98.41 | | | 0.00 | | | |
| | 25 | | 11356.88 | 4841499.22 | | 0.00 | 3434088.28 | 1407410.94 | | 20.234 | | 1243.08 | 5299840.97 | | 84.68 | 3438159.71 | 1861681.26 |
| 33+900.0 | | 421.11 | | | 0.00 | | | | 35+545.2 | | 24.46 | | | 8.37 | | | |
| | 25 | | 9863.13 | 4851362.34 | | 0.00 | 3434088.28 | 1417274.06 | | 4.766 | | 110.14 | 5299951.11 | | 63.60 | 3438223.31 | 1861727.80 |
| 33+925.0 | | 367.94 | | | 0.00 | | | | 35+550.0 | | 21.76 | | | 18.32 | | | |
| | 25 | | 8563.38 | 4859925.72 | | 0.00 | 3434088.28 | 1425837.44 | | 25 | | 483.63 | 5300434.74 | | 1022.88 | 3439246.19 | 1861188.55 |
| 33+950.0 | | 317.13 | | | 0.00 | | | | 35+575.0 | | 16.93 | | | 63.51 | | | |
| | 25 | | 7128.75 | 4867054.47 | | 0.00 | 3434088.28 | 1432966.19 | | 0.916 | | 15.44 | 5300450.18 | | 58.71 | 3439304.89 | 1861145.29 |
| 33+975.0 | | 253.17 | | | 0.00 | | | | 35+575.9 | | 16.79 | | | 64.67 | | | |
| | 25 | | 5957.38 | 4873011.84 | | 0.00 | 3434088.28 | 1438923.56 | | 23.318 | | 363.64 | 5300813.83 | | 1719.70 | 3441024.60 | 1859789.23 |
| 34+000.0 | | 223.42 | | | 0.00 | | | | 35+599.2 | | 14.40 | | | 82.83 | | | |
| | 25 | | 6646.63 | 4879658.47 | | 0.25 | 3434088.53 | 1445569.94 | | 0.766 | | 10.94 | 5300824.77 | | 63.57 | 3441088.16 | 1859736.60 |
| 34+025.0 | | 308.31 | | | 0.02 | | | | 35+600.0 | | 14.17 | | | 83.14 | | | |
| | 25 | | 9158.50 | 4888816.97 | | 0.25 | 3434088.78 | 1454728.19 | | 25 | | 257.38 | 5301082.14 | | 2303.00 | 3443391.16 | 1857690.98 |
| 34+050.0 | | 424.37 | | | 0.00 | | | | 35+625.0 | | 6.42 | | | 101.10 | | | |
| | 25 | | 11928.75 | 4900745.72 | | 0.00 | 3434088.78 | 1466656.94 | | 25 | | 86.00 | 5301168.14 | | 2914.75 | 3446305.91 | 1854862.23 |
| 34+075.0 | | 529.93 | | | 0.00 | | | | 35+650.0 | | 0.46 | | | 132.08 | | | |
| | 25 | | 13538.13 | 4914283.84 | | 0.00 | 3434088.78 | 1480195.06 | | 25 | | 15.00 | 5301183.14 | | 3571.38 | 3449877.29 | 1851305.85 |
| 34+100.0 | | 553.12 | | | 0.00 | | | | 35+675.0 | | 0.74 | | | 153.63 | | | |
| | 20.566 | | 10940.70 | 4925224.54 | | 0.00 | 3434088.78 | 1491135.76 | | 25 | | 22.75 | 5301205.89 | | 3496.00 | 3453373.29 | 1847832.60 |
| 34+120.5 | | 510.84 | | | 0.00 | | | | 35+700.0 | | 1.08 | | | 126.05 | | | |
| | 4.434 | | 2238.82 | 4927463.36 | | 0.00 | 3434088.78 | 1493374.58 | | 25 | | 16.13 | 5301222.02 | | 2565.50 | 3455938.79 | 1845283.23 |
| 34+125.0 | | 499.00 | | | 0.00 | | | | 35+725.0 | | 0.21 | | | 79.19 | | | |
| | 25 | | 11900.50 | 4939363.86 | | 0.38 | 3434089.16 | 1505274.70 | | 25 | | 59.38 | 5301281.39 | | 1463.00 | 3457401.79 | 1843879.60 |
| 34+150.0 | | 453.04 | | | 0.03 | | | | 35+750.0 | | 4.54 | | | 37.85 | | | |
| | 25 | | 11200.75 | 4950564.61 | | 0.38 | 3434089.53 | 1516475.08 | | 25 | | 112.38 | 5301393.77 | | 688.00 | 3458089.79 | 1843303.98 |
| 34+175.0 | | 443.02 | | | 0.00 | | | | 35+775.0 | | 4.45 | | | 17.19 | | | |
| | 25 | | 10959.13 | 4961523.74 | | 0.00 | 3434089.53 | 1527434.20 | | 25 | | 99.38 | 5301493.14 | | 408.00 | 3458497.79 | 1842995.35 |
| 34+200.0 | | 433.71 | | | 0.00 | | | | 35+800.0 | | 3.50 | | | 15.45 | | | |
| | 25 | | 10756.63 | 4972280.36 | | 0.00 | 3434089.53 | 1538190.83 | | 25 | | 75.50 | 5301568.64 | | 507.88 | 3459005.66</ | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|-------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 35+925.0 | | 23.26 | | | 11.54 | | | | 36+875.0 | | 0.76 | | | 196.19 | | | |
| | 25 | | 388.50 | 5303368.14 | | 419.75 | 3461590.16 | 1841777.98 | | 25 | | 9.50 | 5304020.19 | | 3881.50 | 3613880.58 | 1690139.61 |
| 35+950.0 | | 7.82 | | | 22.04 | | | | 36+900.0 | | 0.00 | | | 114.33 | | | |
| | 25 | | 119.00 | 5303487.14 | | 825.38 | 3462415.54 | 1841071.60 | | 25 | | 81.63 | 5304101.82 | | 2008.13 | 3615888.71 | 1688213.11 |
| 35+975.0 | | 1.70 | | | 43.99 | | | | 36+925.0 | | 6.53 | | | 46.32 | | | |
| | 25 | | 27.75 | 5303514.89 | | 1530.38 | 3463945.91 | 1839568.98 | | 25 | | 168.25 | 5304270.07 | | 1014.63 | 3616903.33 | 1687366.74 |
| 36+000.0 | | 0.52 | | | 78.44 | | | | 36+950.0 | | 6.93 | | | 34.85 | | | |
| | 6.651 | | 3.46 | 5303518.35 | | 555.23 | 3464501.14 | 1839017.21 | | 25 | | 92.25 | 5304362.32 | | 1487.00 | 3618390.33 | 1685971.99 |
| 36+006.6 | | 0.52 | | | 88.52 | | | | 36+975.0 | | 0.45 | | | 84.11 | | | |
| | 18.349 | | 5.14 | 5303523.49 | | 1885.82 | 3466386.96 | 1837136.53 | | 25 | | 16.25 | 5304378.57 | | 2714.13 | 3621104.46 | 1683274.11 |
| 36+025.0 | | 0.04 | | | 117.03 | | | | 37+000.0 | | 0.85 | | | 133.02 | | | |
| | 25 | | 14.00 | 5303537.49 | | 3222.25 | 3469609.21 | 1833928.28 | | 25 | | 32.88 | 5304411.44 | | 3003.00 | 3624107.46 | 1680303.99 |
| 36+050.0 | | 1.08 | | | 140.75 | | | | 37+025.0 | | 1.78 | | | 107.22 | | | |
| | 25 | | 14.00 | 5303551.49 | | 3564.63 | 3473173.83 | 1830377.66 | | 25 | | 55.50 | 5304466.94 | | 2881.00 | 3626988.46 | 1677478.49 |
| 36+075.0 | | 0.04 | | | 144.42 | | | | 37+050.0 | | 2.66 | | | 123.26 | | | |
| | 25 | | 7.63 | 5303559.11 | | 3437.13 | 3476610.96 | 1826948.16 | | 25 | | 60.50 | 5304527.44 | | 3587.25 | 3630575.71 | 1673951.74 |
| 36+100.0 | | 0.57 | | | 130.55 | | | | 37+075.0 | | 2.18 | | | 163.72 | | | |
| | 25 | | 18.38 | 5303577.49 | | 3295.88 | 3479906.83 | 1823670.66 | | 25 | | 27.25 | 5304554.69 | | 4540.38 | 3635116.08 | 1669438.61 |
| 36+125.0 | | 0.90 | | | 133.12 | | | | 37+100.0 | | 0.00 | | | 199.51 | | | |
| | 25 | | 15.63 | 5303593.11 | | 3565.63 | 3483472.46 | 1820120.66 | | 25 | | 9.50 | 5304564.19 | | 4653.00 | 3639769.08 | 1664795.11 |
| 36+150.0 | | 0.35 | | | 152.13 | | | | 37+125.0 | | 0.76 | | | 172.73 | | | |
| | 25 | | 10.25 | 5303603.36 | | 4303.75 | 3487776.21 | 1815827.16 | | 25 | | 12.25 | 5304576.44 | | 4413.50 | 3644182.58 | 1660393.86 |
| 36+175.0 | | 0.47 | | | 192.17 | | | | 37+150.0 | | 0.22 | | | 180.35 | | | |
| | 25 | | 13.88 | 5303617.24 | | 5499.25 | 3493275.46 | 1810341.78 | | 25 | | 9.13 | 5304585.57 | | 4575.25 | 3648757.83 | 1655827.74 |
| 36+200.0 | | 0.64 | | | 247.77 | | | | 37+175.0 | | 0.51 | | | 185.67 | | | |
| | 25 | | 15.88 | 5303633.11 | | 6482.63 | 3499758.08 | 1803875.03 | | 25 | | 15.50 | 5304601.07 | | 5077.00 | 3653834.83 | 1650766.24 |
| 36+225.0 | | 0.63 | | | 270.84 | | | | 37+200.0 | | 0.73 | | | 220.49 | | | |
| | 25 | | 9.13 | 5303642.24 | | 6618.25 | 3506376.33 | 1797265.91 | | 25 | | 9.50 | 5304610.57 | | 6554.25 | 3660389.08 | 1644221.49 |
| 36+250.0 | | 0.10 | | | 258.62 | | | | 37+225.0 | | 0.03 | | | 303.85 | | | |
| | 25 | | 4.25 | 5303646.49 | | 5864.13 | 3512240.46 | 1791406.03 | | 25 | | 10.63 | 5304621.19 | | 7372.75 | 3667761.83 | 1636859.36 |
| 36+275.0 | | 0.24 | | | 210.51 | | | | 37+250.0 | | 0.82 | | | 285.97 | | | |
| | 25 | | 3.00 | 5303649.49 | | 4387.75 | 3516628.21 | 1787021.28 | | 25 | | 17.50 | 5304638.69 | | 6917.38 | 3674679.21 | 1629959.49 |
| 36+300.0 | | 0.00 | | | 140.51 | | | | 37+275.0 | | 0.58 | | | 267.42 | | | |
| | 25 | | 12.00 | 5303661.49 | | 2674.88 | 3519303.08 | 1784358.41 | | 25 | | 7.25 | 5304645.94 | | 6611.88 | 3681291.08 | 1623354.86 |
| 36+325.0 | | 0.96 | | | 73.48 | | | | 37+300.0 | | 0.00 | | | 261.53 | | | |
| | 25 | | 25.38 | 5303686.86 | | 2010.50 | 3521313.58 | 1782373.28 | | 25 | | 9.88 | 5304655.82 | | 6849.38 | 3688140.46 | 1616515.36 |
| 36+350.0 | | 1.07 | | | 87.36 | | | | 37+325.0 | | 0.79 | | | 286.42 | | | |
| | 25 | | 14.88 | 5303701.74 | | 3400.38 | 3524713.96 | 1778987.78 | | 25 | | 17.13 | 5304672.94 | | 7714.75 | 3695855.21 | 1608817.74 |
| 36+375.0 | | 0.12 | | | 184.67 | | | | 37+350.0 | | 0.58 | | | 330.76 | | | |
| | 25 | | 1.50 | 5303703.24 | | 6002.38 | 3530716.33 | 1772986.91 | | 25 | | 8.63 | 5304681.57 | | 8405.25 | 3704260.46 | 1600421.11 |
| 36+400.0 | | 0.00 | | | 295.52 | | | | 37+375.0 | | 0.11 | | | 341.66 | | | |
| | 14.068 | | 3.59 | 5303706.83 | | 4485.09 | 3535201.42 | 1768505.40 | | 25 | | 16.75 | 5304698.32 | | 8638.13 | 3712898.58 | 1591799.74 |
| 36+414.0 | | 0.51 | | | 342.11 | | | | 37+400.0 | | 1.23 | | | 349.39 | | | |
| | 10.932 | | 3.12 | 5303709.94 | | 3602.15 | 3538803.57 | 1764906.37 | | 25 | | 21.50 | 5304719.82 | | 9075.13 | 3721973.71 | 1582746.11 |
| 36+425.0 | | 0.06 | | | 316.90 | | | | 37+425.0 | | 0.49 | | | 376.62 | | | |
| | 12.386 | | 8.42 | 5303718.36 | | 3425.53 | 3542229.10 | 1761489.26 | | 25 | | 15.63 | 5304735.44 | | 10046.88 | 3732020.58 | 1572714.86 |
| 36+437.3 | | 1.30 | | | 236.23 | | | | 37+450.0 | | 0.76 | | | 427.13 | | | |
| | 12.614 | | 14.88 | 5303733.25 | | 2478.52 | 3544707.63 | 1759025.62 | | 25 | | 16.75 | 5304752.19 | | 10541.38 | 3742561.96 | 1562190.24 |
| 36+450.0 | | 1.06 | | | 156.75 | | | | 37+475.0 | | 0.58 | | | 416.18 | | | |
| | 18.068 | | 18.43 | 5303751.68 | | 2362.30 | 3547069.93 | 1756681.75 | | 25 | | 20.50 | 5304772.69 | | 9817.25 | 3752379.21 | 1552393.49 |
| 36+468.0 | | 0.98 | | | 104.74 | | | | 37+500.0 | | 1.06 | | | 369.20 | | | |
| | 6.932 | | 4.58 | 5303756.25 | | 675.80 | 3547745.73 | 1756010.52 | | 25 | | 20.00 | 5304792.69 | | 9456.25 | 3761835.46 | 1542957.24 |
| 36+475.0 | | 0.34 | | | 90.24 | | | | 37+525.0 | | 0.54 | | | 387.30 | | | |
| | 23.75 | | 10.81 | 5303767.06 | | 2095.23 | 3549840.96 | 1753926.10 | | 25 | | 15.13 | 5304807.82 | | 10417.00 | 3772252.46 | 1532555.36 |
| 36+498.7 | | 0.57 | | | 86.20 | | | | 37+550.0 | | 0.67 | | | 446.06 | | | |
| | 1.25 | | 1.02 | 5303768.08 | | 108.46 | 3549949.42 | 1753818.66 | | 25 | | 12.88 | 5304820.69 | | 10981.75 | 3783234.21 | 1521586.49 |
| 36+500.0 | | 1.06 | | | 87.34 | | | | 37+575.0 | | 0.36 | | | 432.48 | | | |
| | 17.159 | | 19.48 | 5303787.55 | | 1604.28 | 3551553.70 | 1752233.86 | | 25 | | 19.00 | 5304839.69 | | 9407.38 | 3792641.58 | 1512198.11 |
| 36+517.1 | | 1.21 | | | 99.65 | | | | 37+600.0 | | 1.16 | | | 320.11 | | | |
| | 7.841 | | 7.37 | 5303794.92 | | 799.63 | 3552353.32 | 1751441.60 | | 25 | | 18.00 | 5304857.69 | | 5604.50 | 3798246.08 | 1506611.61 |
| 36+525.0 | | 0.67 | | | 104.31 | | | | 37+625.0 | | 0.28 | | | 128.25 | | | |
| | 9.068 | | 6.30 | 5303801.23 | | 983.65 | 3553336.98 | 1750464.25 | | 25 | | 232.50 | 5305090.19 | | 1660.00 | 3799906.08 | 1505184.11 |
| 36+534.0 | | 0.72 | | | 112.64 | | | | 37+650.0 | | 18.32 | | | 4.55 | | | |
| | 65.932 | | 39.89 | 5303841.12 | | 7257.14 | 3560594.11 | 1743247.01 | | 25 | | 1400.25 | 5306490.44 | | 56.88 | 3799962.96 | 1506527.49 |
| 36+600.0 | | 0.49 | | | 107.50 | | | | 37+675.0 | | 93.70 | | | 0.00 | | | |
| | 78.546 | | 54.59 | 5303895.71 | | 9437.30 | 3570031.41 | 1733864.29 | | 25 | | 2547.50 | 5309037.94 | | 0.00 | 3799962.96 | 1509074.99 |
| 36+678.5 | | 0.90 | | | 132.80 | | | | 37+700.0 | | 110.10 | | | 0.00 | | | |
| | 21.454 | | 22.85 | 5303918.55 | | 3877.70 | 3573909.12 | 1730009.44 | | 25 | | 3070.88 | 5312108.82 | | 0.00 | 3799962.96 | 1512145.86 |
| 36+700.0 | | 1.23 | | | 228.69 | | | | 37+725.0 | | 135.57 | | | 0.00 | | | |
| | 10.796 | | 9.72 | 5303928.27 | | 2598.22 | 3576507.34 | 1727420.94 | | 25 | | 3410.13 | 5315518.94 | | 0.00 | 3799962.96 | 1515555.99 |
| 36+710.7 | | 0.57 | | | 252.64 | | | | 37+750.0 | | 137.24 | | | 0.00 | | | |
| | 14.204 | | 5.40 | 5303933.67 | | 3725.50 | 3580232.83 | 1723700.84 | | 25 | | 2801.88 | 5318320.82 | | 53.38 | 3800016.33 | 1518304.49 |
| 36+725.0 | | 0.19 | | | 271.93 | | | | 37+775.0 | | 86.91 | | | 4.27 | | | |
| | 4.077 | | 2.57 | 5303936.24 | | 1100.46 | 3581333.30 | 1722602.94 | | 25 | | 1281.00 | 5319601.82 | | 316.00 | 3800332.33 | 1519269.49 |
| 36+729.0 | | 1.07 | | | 267.91 | | | | 37+800.0 | | 15.57 | | | 21.01 | | | |
| | 20.923 | | 16.22 | 5303952.45 | | 5278.45 | 3586611.75 | 1717340.70 | | 25 | | 194.63 | 5319796.44 | | 1989.75 | 3802322.08 | 1517474.36 |
| 36+750.0 | | 0.48 | | | 236.65 | | | | 37+825.0 | | 0.00 | | | 138.17 | | | |
| | 25 | | 6.38 | 5303958.83 | | 5001.38 | 3591613.12 | 1712345.70 | | 25 | | 3.75 | 5319800.19 | | 4624.38 | 3806946.46 | 1512853.74 |
| 36+775.0 | | 0.03 | | | 163.46 | | | | 37+850.0 | | 0.30 | | | 231.78 | | | |
| | 15.015 | | 7.58 | 5303966.41 | | 2289.86 | 3593902.99 | 1710063.42 | | 25 | | 4.00 | 5319804.19 | | 6420.38 | 3813366.83 | 1506437.36 |
| 36+790.0 | | 0.98 | | | 141.55 | | | | 37+875.0 | | 0.02 | | | 281.85 | | | |
| | 8.531 | | 8.36 | 5303974.77 | | 1231.83 | 3595134.82 | 1708839.95 | | 25 | | 1.58 | 5319805.77 | | 2166.06 | 3815532.89 | 1504272.88 |
| 36+798.5 | | 0.98 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|------------|
| 37+975.0 | | 0.63 | | | 702.06 | | | | 39+035.5 | | 202.66 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 17.38 | 5319859.45 | | | 15587.50 | 3883185.68 | 1436673.77 | | 14.408 | | 3009.33 | 5354784.45 | | 0.00 | | 3984941.25 | 1369843.20 |
| 38+000.0 | | 0.76 | | | 544.94 | | | | 39+050.0 | | 215.07 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 14.63 | 5319874.07 | | | 10883.63 | 3894069.30 | 1425804.77 | | 3.873 | | 839.88 | 5355624.33 | | 0.00 | | 3984941.25 | 1370683.08 |
| 38+025.0 | | 0.41 | | | 325.75 | | | | 39+053.8 | | 218.64 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 18.63 | 5319892.70 | | | 6278.63 | 3900347.93 | 1419544.77 | | 21.127 | | 4966.96 | 5360591.29 | | 0.00 | | 3984941.25 | 1375650.04 |
| 38+050.0 | | 1.08 | | | 176.54 | | | | 39+075.0 | | 251.56 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 48.00 | 5319940.70 | | | 3283.38 | 3903631.30 | 1416309.40 | | 11.123 | | 2954.55 | 5363545.83 | | 0.00 | | 3984941.25 | 1378604.58 |
| 38+075.0 | | 2.76 | | | 86.13 | | | | 39+086.1 | | 279.69 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 67.50 | 5320008.20 | | | 1938.00 | 3905569.30 | 1414438.90 | | 13.877 | | 4024.40 | 5367570.23 | | 0.00 | | 3984941.25 | 1382628.98 |
| 38+100.0 | | 2.64 | | | 68.91 | | | | 39+100.0 | | 300.32 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 35.50 | 5320043.70 | | | 1944.63 | 3907513.93 | 1412529.77 | | 100 | | 15033.50 | 5382603.73 | | 20279.00 | 4005220.25 | 1377383.48 | |
| 38+125.0 | | 0.20 | | | 86.66 | | | | 39+200.0 | | 0.35 | | | 405.58 | | | | |
| | 25 | 2.50 | 5320046.20 | | | 2096.75 | 3909610.68 | 1410435.52 | | 100 | | 53.50 | 5382657.23 | | 59218.00 | 4064438.25 | 1381218.98 | |
| 38+150.0 | | 0.00 | | | 81.08 | | | | 39+300.0 | | 0.72 | | | 778.78 | | | | |
| | 25 | 0.25 | 5320046.45 | | | 2223.38 | 3911834.05 | 1408212.40 | | 100 | | 36.00 | 5382693.23 | | 53807.00 | 4118245.25 | 1264447.98 | |
| 38+175.0 | | 0.02 | | | 96.79 | | | | 39+400.0 | | 0.00 | | | 297.36 | | | | |
| | 25 | 13.38 | 5320059.82 | | | 3048.38 | 3914882.43 | 1405177.40 | | 100 | | 24.50 | 5382717.73 | | 25566.00 | 4143811.25 | 1238906.48 | |
| 38+200.0 | | 1.05 | | | 147.08 | | | | 39+500.0 | | 0.49 | | | 213.96 | | | | |
| | 25 | 18.63 | 5320078.45 | | | 4127.25 | 3919009.68 | 1401068.77 | | 100 | | 4368.00 | 5387085.73 | | 10814.50 | 4154625.75 | 1232459.98 | |
| 38+225.0 | | 0.44 | | | 183.10 | | | | 39+600.0 | | 86.87 | | | 2.33 | | | | |
| | 25 | 6.38 | 5320084.82 | | | 3892.38 | 3922902.05 | 1397182.77 | | 100 | | 7925.50 | 5395011.23 | | 116.50 | 4154742.25 | 1240268.98 | |
| 38+250.0 | | 0.07 | | | 128.29 | | | | 39+700.0 | | 71.64 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 10.38 | 5320095.20 | | | 1975.88 | 3924877.93 | 1395217.27 | | 100 | | 11170.00 | 5406181.23 | | 0.00 | 4154742.25 | 1251438.98 | |
| 38+275.0 | | 0.76 | | | 29.78 | | | | 39+800.0 | | 151.76 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 375.63 | 5320470.82 | | | 391.75 | 3925269.68 | 1395201.15 | | 100 | | 7935.00 | 5414116.23 | | 1637.50 | 4156379.75 | 1257736.48 | |
| 38+300.0 | | 29.29 | | | 1.56 | | | | 39+900.0 | | 6.94 | | | 32.75 | | | | |
| | 25 | 534.88 | 5321005.70 | | | 84.50 | 3925354.18 | 1395651.52 | | 100 | | 402.50 | 5414518.73 | | 4469.00 | 4160848.75 | 1253669.98 | |
| 38+325.0 | | 13.50 | | | 5.20 | | | | 40+000.0 | | 1.11 | | | 56.63 | | | | |
| | 25 | 174.13 | 5321179.82 | | | 886.13 | 3926240.30 | 1394939.52 | | 100 | | 101.00 | 5414619.73 | | 9285.50 | 4170134.25 | 1244485.48 | |
| 38+350.0 | | 0.43 | | | 65.69 | | | | 40+100.0 | | 0.91 | | | 129.08 | | | | |
| | 25 | 6.13 | 5321185.95 | | | 3009.75 | 3929250.05 | 1391935.90 | | 100 | | 45.50 | 5414665.23 | | 23324.00 | 4193458.25 | 1221206.98 | |
| 38+375.0 | | 0.06 | | | 175.09 | | | | 40+200.0 | | 0.00 | | | 337.40 | | | | |
| | 25 | 8.75 | 5321194.70 | | | 5682.00 | 3934932.05 | 1386262.65 | | 100 | | 23.00 | 5414688.23 | | 38899.50 | 4232357.75 | 1182330.48 | |
| 38+400.0 | | 0.64 | | | 279.47 | | | | 40+300.0 | | 0.46 | | | 440.59 | | | | |
| | 25 | 15.75 | 5321210.45 | | | 7833.00 | 3942765.05 | 1378445.40 | | 100 | | 23.00 | 5414711.23 | | 37593.00 | 4269950.75 | 1144760.48 | |
| 38+425.0 | | 0.62 | | | 347.17 | | | | 40+400.0 | | 0.00 | | | 311.27 | | | | |
| | 25 | 12.13 | 5321222.57 | | | 8331.25 | 3951096.30 | 1370126.27 | | 100 | | 7929.00 | 5422640.23 | | 15563.50 | 4285514.25 | 1137125.98 | |
| 38+450.0 | | 0.35 | | | 319.33 | | | | 40+500.0 | | 158.58 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 4.88 | 5321227.45 | | | 7107.88 | 3958204.18 | 1363023.27 | | 100 | | 28918.50 | 5451558.73 | | 0.00 | 4285514.25 | 1166044.48 | |
| 38+475.0 | | 0.04 | | | 249.30 | | | | 40+600.0 | | 419.79 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 7.63 | 5321235.07 | | | 5347.00 | 3963551.18 | 1357683.90 | | 100 | | 34185.00 | 5485743.73 | | 0.00 | 4285514.25 | 1200229.48 | |
| 38+500.0 | | 0.57 | | | 178.46 | | | | 40+700.0 | | 263.91 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 16.75 | 5321251.82 | | | 3816.63 | 3967367.80 | 1353884.02 | | 21.956 | | 5719.65 | 5491463.38 | | 0.00 | 4285514.25 | 1205949.13 | |
| 38+525.0 | | 0.77 | | | 126.87 | | | | 40+721.9 | | 257.10 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 14.50 | 5321266.32 | | | 2957.00 | 3970324.80 | 1350941.52 | | 18.437 | | 4670.18 | 5496133.56 | | 0.00 | 4285514.25 | 1210619.31 | |
| 38+550.0 | | 0.39 | | | 109.69 | | | | 40+740.3 | | 249.51 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 10.25 | 5321276.57 | | | 2774.50 | 3973099.30 | 1348177.27 | | 26.58 | | 7023.50 | 5503157.06 | | 0.00 | 4285514.25 | 1217642.81 | |
| 38+575.0 | | 0.43 | | | 112.27 | | | | 40+766.9 | | 278.97 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 13.63 | 5321290.20 | | | 2800.75 | 3975900.05 | 1345390.15 | | 4.15 | | 1173.06 | 5504330.12 | | 0.00 | 4285514.25 | 1218815.87 | |
| 38+600.0 | | 0.66 | | | 111.79 | | | | 40+771.1 | | 286.36 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 8.88 | 5321299.07 | | | 2502.63 | 3978402.68 | 1342896.40 | | 3.877 | | 1144.99 | 5505475.12 | | 0.16 | 4285514.41 | 1219960.71 | |
| 38+625.0 | | 0.05 | | | 88.42 | | | | 40+775.0 | | 304.30 | | | 0.08 | | | | |
| | 25 | 16.88 | 5321315.95 | | | 1986.50 | 3980389.18 | 1340926.77 | | 25 | | 9051.75 | 5514526.87 | | 111.50 | 4285625.91 | 1228900.96 | |
| 38+650.0 | | 1.30 | | | 70.50 | | | | 40+800.0 | | 419.84 | | | 8.84 | | | | |
| | 25 | 16.88 | 5321332.82 | | | 1737.88 | 3982127.05 | 1339205.77 | | 1.852 | | 787.02 | 5515313.88 | | 15.19 | 4285641.09 | 1229672.79 | |
| 38+675.0 | | 0.05 | | | 68.53 | | | | 40+801.8 | | 430.07 | | | 7.56 | | | | |
| | 25 | 48.00 | 5321380.82 | | | 1387.75 | 3983514.80 | 1337866.02 | | 23.148 | | 11918.67 | 5527232.56 | | 93.63 | 4285734.73 | 1241497.83 | |
| 38+700.0 | | 3.79 | | | 42.49 | | | | 40+825.0 | | 599.71 | | | 0.53 | | | | |
| | 25 | 173.38 | 5321554.20 | | | 693.50 | 3984208.30 | 1337345.90 | | 25 | | 18072.75 | 5545305.31 | | 7.88 | 4285742.60 | 1259562.71 | |
| 38+725.0 | | 10.08 | | | 12.99 | | | | 40+850.0 | | 846.11 | | | 0.10 | | | | |
| | 25 | 252.75 | 5321806.95 | | | 169.25 | 3984377.55 | 1337429.40 | | 25 | | 25063.50 | 5570368.81 | | 1.25 | 4285743.85 | 1284624.96 | |
| 38+750.0 | | 10.14 | | | 0.55 | | | | 40+875.0 | | 1158.97 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 128.75 | 5321935.70 | | | 224.00 | 3984601.55 | 1337334.15 | | 14.123 | | 17383.58 | 5587752.39 | | 0.00 | 4285743.85 | 1302008.53 | |
| 38+775.0 | | 0.16 | | | 17.37 | | | | 40+889.1 | | 1302.77 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 78.75 | 5322014.45 | | | 278.00 | 3984879.55 | 1337134.90 | | 10.877 | | 14444.55 | 5602196.93 | | 0.00 | 4285743.85 | 1316453.08 | |
| 38+800.0 | | 6.14 | | | 4.87 | | | | 40+900.0 | | 1353.21 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 545.75 | 5322560.20 | | | 60.88 | 3984940.43 | 1337619.77 | | 25 | | 34018.13 | 5636215.06 | | 0.00 | 4285743.85 | 1350471.21 | |
| 38+825.0 | | 37.52 | | | 0.00 | | | | 40+925.0 | | 1368.24 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 1430.38 | 5323990.57 | | | 0.00 | 3984940.43 | 1339050.15 | | 25 | | 32571.50 | 5668786.56 | | 0.63 | 4285744.48 | 1383042.08 | |
| 38+850.0 | | 76.91 | | | 0.00 | | | | 40+950.0 | | 1237.48 | | | 0.05 | | | | |
| | 25 | 2197.13 | 5326187.70 | | | 0.00 | 3984940.43 | 1341247.27 | | 25 | | 29410.38 | 5698196.93 | | 3.50 | 4285747.98 | 1412448.96 | |
| 38+875.0 | | 98.86 | | | 0.00 | | | | 40+975.0 | | 1115.35 | | | 0.23 | | | | |
| | 25 | 2850.63 | 5329038.32 | | | 0.00 | 3984940.43 | 1344097.90 | | 25 | | 25496.00 | 5723692.93 | | 2.88 | 4285750.85 | 1437942.08 | |
| 38+900.0 | | 129.19 | | | 0.00 | | | | 41+000.0 | | 924.33 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 3479.25 | 5332517.57 | | | 0.00 | 3984940.43 | 1347577.15 | | 25 | | 19611.50 | 5743304.43 | | 0.00 | 4285750.85 | 1457553.58 | |
| 38+925.0 | | 149.15 | | | 0.00 | | | | 41+025.0 | | 644.59 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | 3823.25 | 5336340.82 | | | 0.50 | 3984940.93 | 1351399.90 | | 25 | | 12905.75 | 5756210.18 | | 0.25 | 4285751.10 | 1470459.08 | |
| 38+950.0 | | 156.71 | | | 0.04 | | | | 41+050.0 | | 387.87 | | | 0.02 | | | | |
| | 16.123 | 2553.32 | 5338894.14 | | | 0.32 | 3984941.25 | 1353952.89 | | 19.157 | | 6136.08 | 5762346.27 | | 4.69 | 4285755.79 | 1476590.47 | |
| 38+966.1 | | 160.02 | | | 0.00 | | | | 41+069.1 | | 252.74 | | | 0.47 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|------------|-------------|----------------|---------------|------------|
| 41+175.0 | | 0.34 | | | 305.16 | | | | 42+550.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 14.38 | 5772187.18 | | 9673.13 | 4304639.14 | 1467548.04 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+200.0 | | 0.81 | | | 468.69 | | | | 42+575.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 16.63 | 5772203.80 | | 12612.13 | 4317251.26 | 1454952.54 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+225.0 | | 0.52 | | | 540.28 | | | | 42+600.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 24.191 | | 9.56 | 5772213.36 | | 13094.95 | 4330346.22 | 1441867.14 | | 0.348 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+249.1 | | 0.27 | | | 542.35 | | | | 42+600.3 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 0.809 | | 0.21 | 5772213.57 | | 438.18 | 4330784.39 | 1441429.17 | | 4.619 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+250.0 | | 0.24 | | | 540.91 | | | | 42+604.9 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 13.38 | 5772226.94 | | 13033.50 | 4343817.89 | 1428409.05 | | 18.462 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+275.0 | | 0.83 | | | 501.77 | | | | 42+623.4 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 10.38 | 5772237.32 | | 12153.00 | 4355970.89 | 1416266.42 | | 72.076 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+300.0 | | 0.00 | | | 470.47 | | | | 42+695.5 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 2.75 | 5772240.07 | | 10972.63 | 4366943.52 | 1405296.55 | | 4.495 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+325.0 | | 0.22 | | | 407.34 | | | | 42+700.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 11.462 | | 2.64 | 5772242.70 | | 4528.58 | 4371472.10 | 1400770.60 | | 13.942 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+336.4 | | 0.24 | | | 382.85 | | | | 42+713.9 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 13.538 | | 6.84 | 5772249.54 | | 4918.90 | 4376390.99 | 1395858.54 | | 26.579 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+350.0 | | 0.77 | | | 343.83 | | | | 42+740.5 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 17.191 | | 6.62 | 5772256.16 | | 5628.16 | 4382019.16 | 1390237.00 | | 4.15 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+367.1 | | 0.00 | | | 310.95 | | | | 42+744.6 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 4.15 | | 1.95 | 5772258.11 | | 1272.39 | 4383291.55 | 1388966.56 | | 5.329 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+371.3 | | 0.94 | | | 302.25 | | | | 42+750.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 26.579 | | 15.55 | 5772273.66 | | 7869.78 | 4391161.32 | 1381112.33 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+397.9 | | 0.23 | | | 289.93 | | | | 42+775.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 2.08 | | 1.41 | 5772275.07 | | 603.97 | 4391765.29 | 1380509.78 | | 0.401 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+400.0 | | 1.13 | | | 290.81 | | | | 42+775.4 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 16.357 | | 11.12 | 5772286.19 | | 4780.17 | 4396545.46 | 1375740.73 | | 24.599 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+416.3 | | 0.23 | | | 293.67 | | | | 42+800.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 83.643 | | 10677.03 | 5782963.22 | | 12281.72 | 4408827.18 | 1374136.04 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+500.0 | | 255.07 | | | 0.00 | | | | 42+825.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 100 | | 43271.50 | 5826234.72 | | 0.00 | 4408827.18 | 1417407.54 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+600.0 | | 610.36 | | | 0.00 | | | | 42+850.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 100 | | 74200.00 | 5900434.72 | | 0.00 | 4408827.18 | 1491607.54 | | 12.671 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+700.0 | | 873.64 | | | 0.00 | | | | 42+862.6 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 100 | | 56832.00 | 5957266.72 | | 5460.00 | 4414287.18 | 1542979.54 | | 12.329 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+800.0 | | 263.00 | | | 109.20 | | | | 42+875.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 100 | | 21064.50 | 5978331.22 | | 15058.50 | 4429345.68 | 1548985.54 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 41+900.0 | | 158.29 | | | 191.97 | | | | 42+900.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 100 | | 26062.50 | 6004393.72 | | 42386.00 | 4471731.68 | 1532662.04 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+000.0 | | 362.96 | | | 655.75 | | | | 42+925.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 100 | | 76461.00 | 6080854.72 | | 32787.50 | 4504519.18 | 1576335.54 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+100.0 | | 1166.26 | | | 0.00 | | | | 42+950.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 30.54 | | 35415.86 | 6116270.59 | | 9.01 | 4504528.19 | 1611742.40 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+130.5 | | 1153.05 | | | 0.59 | | | | 42+975.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 18.462 | | 21822.18 | 6138092.76 | | 190.71 | 4504718.90 | 1633373.86 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+149.0 | | 1210.96 | | | 20.07 | | | | 43+000.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 4.619 | | 5631.32 | 6143724.09 | | 82.26 | 4504801.17 | 1638922.92 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+153.6 | | 1227.37 | | | 15.55 | | | | 43+025.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 21.379 | | 27773.25 | 6171497.33 | | 311.06 | 4505112.23 | 1666385.10 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+175.0 | | 1370.81 | | | 13.55 | | | | 43+050.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 35136.38 | 6206633.71 | | 173.38 | 4505285.61 | 1701348.10 | | 4.276 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+200.0 | | 1440.10 | | | 0.32 | | | | 43+054.2 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 10.54 | | 15260.66 | 6221894.36 | | 1.69 | 4505287.29 | 1716607.07 | | 20.724 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | |
| 42+210.5 | | 1455.66 | | | 0.00 | | | | 43+075.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 14.46 | | 21572.87 | 6243467.23 | | 0.00 | 4505287.29 | 1738179.94 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6482890.60 | 26411.75 | 4594511.80 | 1888378.80 | |
| 42+225.0 | | 1528.14 | | | 0.00 | | | | 43+100.0 | | 0.00 | | | 2112.94 | | | | |
| | 25 | | 40666.13 | 6284133.36 | | 0.00 | 4505287.29 | 1778846.07 | | 25 | | 2810.25 | 6485700.85 | | 48811.50 | 4643323.30 | 1842377.55 | |
| 42+250.0 | | 1725.15 | | | 0.00 | | | | 43+125.0 | | 224.82 | | | 1791.98 | | | | |
| | 25 | | 46871.75 | 6331005.11 | | 0.00 | 4505287.29 | 1825717.82 | | 25 | | 7288.75 | 6492989.60 | | 39399.75 | 4682723.05 | 1810266.55 | |
| 42+275.0 | | 2024.59 | | | 0.00 | | | | 43+150.0 | | 358.28 | | | 1360.00 | | | | |
| | 0.771 | | 1564.64 | 6332569.75 | | 0.00 | 4505287.29 | 1827282.46 | | 25 | | 8193.63 | 6501183.23 | | 31074.75 | 4713797.80 | 1787385.43 | |
| 42+275.7 | | 2034.14 | | | 0.00 | | | | 43+175.0 | | 297.21 | | | 1125.98 | | | | |
| | 24.229 | | 50034.10 | 6382603.85 | | 0.00 | 4505287.29 | 1877316.55 | | 25 | | 6593.38 | 6507776.60 | | 27772.00 | 4741569.80 | 1766206.80 | |
| 42+300.0 | | 2095.96 | | | 0.00 | | | | 43+200.0 | | 230.26 | | | 1095.78 | | | | |
| | 25 | | 47560.50 | 6430164.35 | | 935.00 | 4506222.29 | 1923942.05 | | 25 | | 3873.50 | 6511650.10 | | 30013.00 | 4771582.80 | 1740067.30 | |
| 42+325.0 | | 1708.88 | | | 74.80 | | | | 43+225.0 | | 79.62 | | | 1305.26 | | | | |
| | 25 | | 32833.63 | 6462997.97 | | 5635.63 | 4511857.92 | 1951140.05 | | 20.88 | | 831.23 | 6512481.33 | | 34163.23 | 4805746.03 | 1706735.30 | |
| 42+350.0 | | 917.81 | | | 376.05 | | | | 43+245.8 | | 0.00 | | | 1967.08 | | | | |
| | 25 | | 15763.38 | 6478761.35 | | 13129.63 | 4524987.54 | 1953773.80 | | 4.12 | | 0.14 | 6512481.48 | | 8368.30 | 4814114.33 | 1698367.15 | |
| 42+375.0 | | 343.26 | | | 674.32 | | | | 43+250.0 | | 0.07 | | | 2095.20 | | | | |
| | 1.984 | | 638.77 | 6479400.12 | | 1353.37 | 4526340.91 | 1953059.21 | | 25 | | 1.50 | 6512482.98 | | 66845.75 | 4880960.08 | 1631522.90 | |
| 42+376.9 | | 300.66 | | | 689.96 | | | | 43+275.0 | | 0.05 | | | 3252.46 | | | | |
| | 23.016 | | 3474.61 | 6482874.73 | | 18385.64 | 4544726.55 | 1938148.18 | | 25 | | 0.63 | 6512483.60 | | 54606.13 | 4935566.20 | 1576917.40 | |
| 42+400.0 | | 1.27 | | | 907.68 | | | | 43+300.0 | | 0.00 | | | 1116.03 | | | | |
| | 25 | | 15.88 | 6482890.60 | | 17359.75 | 4562086.30 | 1920804.30 | | 25 | | 0.00 | 0.00 | 6512483.60 | | 13950.38 | 4949516.58 | 1562967.03 |
| 42+425.0 | | 0.00 | | | 481.10 | | | | 43+325.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 0.00 | 6482890.60 | | 6013.75 | 4568100.05 | 1914790.55 | | 8.15 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | 4949516.58 | 1562967.03 | |
| 42+450.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | 43+333.1 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 25 | | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | 1914790.55 | | 16.85 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | 4949516.58 | 1562967.03 | |
| 42+475.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | 43+350.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 3.198 | | 0.00 | 6482890.60 | | 0.00 | 4568100.05 | 1914790.55 | | 13.88 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | 4949516.58 | 1562967.03 | |
| 42+478.1 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | 43+363.8 | | 0.00 | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. | |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|------------|
| 43+413.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | 44+650.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | |
| | 48.159 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+675.0 | 25 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+461.2 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 22.023 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 18.351 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+697.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+479.5 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 20.444 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+700.0 | 2.977 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+500.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 7.421 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+725.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+507.4 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 16.573 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 17.579 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+741.5 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+525.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 8.427 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 15.726 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+750.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+540.7 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 9.274 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+775.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+550.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 11.124 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 25 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+786.1 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+575.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 13.876 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 25 | | 0.00 | 6512483.60 | | 0.00 | | 1562967.03 | 44+800.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+600.0 | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 25 | | 8.50 | 6512492.10 | | 1693.13 | 4951209.70 | 1561282.40 | 44+825.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+625.0 | | 0.68 | | | 135.45 | | | | | 25 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 0.141 | | 0.10 | 6512492.20 | | 18.98 | 4951228.68 | 1561263.52 | 44+850.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+625.1 | | 0.72 | | | 133.77 | | | | | 23.394 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 24.859 | | 2949.64 | 6515441.85 | | 1663.19 | 4952891.87 | 1562549.97 | 44+873.3 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+650.0 | | 236.59 | | | 0.04 | | | | | 1.606 | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 25 | | 15018.00 | 6530459.85 | | 0.50 | 4952892.37 | 1577567.47 | 44+875.0 | | | 0.00 | 7460685.26 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+675.0 | | 964.85 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 10.13 | 7460695.38 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| | 25 | | 31321.75 | 6561781.60 | | 0.00 | 4952892.37 | 1608889.22 | 44+900.0 | | 0.81 | | 7460699.10 | | 0.00 | 5106896.72 | 2353788.54 | |
| 43+700.0 | | 1540.89 | | | 0.00 | | | | | 4.124 | | 3.71 | 7460699.10 | | 1304.59 | 510201.31 | 2352497.79 | |
| | 25 | | 43014.50 | 6604796.10 | | 0.00 | 4952892.37 | 1651903.72 | 44+904.1 | | 0.99 | | 7460703.27 | | 632.68 | 2656.58 | 5110857.89 | 2349845.38 |
| 43+725.0 | | 1900.27 | | | 0.00 | | | | | 4.15 | | 4.17 | 7460703.27 | | 45135.41 | 5192328.37 | 2268425.32 | |
| | 13.498 | | 26765.86 | 6631561.96 | | 0.00 | 4952892.37 | 1678669.58 | 44+908.2 | | 1.02 | | 7460732.24 | | 647.60 | 19903.29 | 5130761.17 | 2329971.07 |
| 43+738.4 | | 2065.63 | | | 0.00 | | | | | 26.579 | | 28.97 | 7460732.24 | | 850.07 | 91709.25 | 5284037.62 | 2176722.70 |
| | 11.502 | | 24660.98 | 6656222.93 | | 0.00 | 4952892.37 | 1703330.56 | 44+934.8 | | 1.16 | | 7460745.05 | | 932.41 | 16431.79 | 5147192.96 | 2313552.09 |
| 43+750.0 | | 2222.49 | | | 0.00 | | | | | 18.437 | | 12.81 | 7460745.05 | | 632.68 | 2656.58 | 5110857.89 | 2349845.38 |
| | 25 | | 61142.75 | 6717365.68 | | 0.00 | 4952892.37 | 1764473.31 | 44+953.2 | | 0.23 | | 7460753.69 | | 45135.41 | 5192328.37 | 2268425.32 | |
| 43+775.0 | | 2668.93 | | | 0.00 | | | | | 46.71 | | 8.64 | 7460753.69 | | 1000.17 | 91709.25 | 5284037.62 | 2176722.70 |
| | 25 | | 70477.38 | 6787843.06 | | 0.00 | 4952892.37 | 1834950.69 | 45+000.0 | | 0.14 | | 7460760.32 | | 937.67 | 5021.51 | 5289059.12 | 2171701.19 |
| 43+800.0 | | 2969.26 | | | 0.00 | | | | | 94.651 | | 6.63 | 7460760.32 | | 937.67 | 5021.51 | 5289059.12 | 2171701.19 |
| | 25 | | 77628.13 | 6865471.18 | | 0.00 | 4952892.37 | 1912578.81 | 45+094.6 | | 0.00 | | 7460760.32 | | 939.88 | 12321.13 | 5301380.26 | 2159380.06 |
| 43+825.0 | | 3240.99 | | | 0.00 | | | | | 5.349 | | 0.00 | 7460760.32 | | 939.88 | 12321.13 | 5301380.26 | 2159380.06 |
| | 25 | | 82356.13 | 6947827.31 | | 0.00 | 4952892.37 | 1994934.94 | 45+100.0 | | 0.00 | | 7460760.32 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+850.0 | | 3347.50 | | | 0.00 | | | | | 13.089 | | 0.00 | 7460760.32 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 1.855 | | 6216.81 | 6954044.12 | | 0.00 | 4952892.37 | 2001151.74 | 45+113.0 | | 0.00 | | 7460773.47 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+851.8 | | 3355.26 | | | 0.00 | | | | | 26.579 | | 13.16 | 7460773.47 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 23.145 | | 77454.40 | 7031498.51 | | 0.00 | 4952892.37 | 2078606.14 | 45+139.6 | | 0.99 | | 7460775.53 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+875.0 | | 3337.71 | | | 0.00 | | | | | 4.15 | | 2.05 | 7460775.53 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 25 | | 82599.13 | 7114097.64 | | 0.00 | 4952892.37 | 2161205.27 | 45+143.8 | | 0.00 | | 7460775.53 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+900.0 | | 3270.22 | | | 0.00 | | | | | 6.182 | | 0.00 | 7460775.53 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 25 | | 77195.38 | 7191293.01 | | 0.00 | 4952892.37 | 2238400.64 | 45+150.0 | | 0.00 | | 7460786.58 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+925.0 | | 2905.41 | | | 0.00 | | | | | 24.547 | | 11.05 | 7460786.58 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 11.27 | | 31415.46 | 7222708.48 | | 0.00 | 4952892.37 | 2269816.10 | 45+174.5 | | 0.90 | | 7460786.58 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+936.2 | | 2669.65 | | | 0.00 | | | | | 0.453 | | 0.41 | 7460786.58 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 13.73 | | 34881.48 | 7257589.95 | | 0.00 | 4952892.37 | 2304697.58 | 45+175.0 | | 0.91 | | 7460808.61 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+950.0 | | 2411.41 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 21.63 | 7460808.61 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 19.575 | | 44474.50 | 7302064.45 | | 0.00 | 4952892.37 | 2349172.08 | 45+200.0 | | 0.82 | | 7460818.86 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+969.5 | | 2132.60 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 10.25 | 7460818.86 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 27.865 | | 51505.39 | 7353569.84 | | 0.00 | 4952892.37 | 2400677.47 | 45+225.0 | | 0.00 | | 7460823.61 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 43+997.4 | | 1564.18 | | | 0.00 | | | | | 25 | | 4.75 | 7460823.61 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 2.56 | | 3909.39 | 7357479.23 | | 0.00 | 4952892.37 | 2404586.85 | 45+250.0 | | 0.38 | | 7460830.76 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 44+000.0 | | 1490.03 | | | 0.00 | | | | | 11.818 | | 7.15 | 7460830.76 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 15.791 | | 19506.46 | 7376985.69 | | 0.00 | 4952892.37 | 2424093.32 | 45+261.8 | | 0.83 | | 7460844.01 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 44+015.7 | | 980.55 | | | 0.00 | | | | | 13.182 | | 13.25 | 7460844.01 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 84.209 | | 41285.57 | 7418271.26 | | 12424.62 | 4965316.99 | 2452954.27 | 45+275.0 | | 1.18 | | 7460867.32 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 44+100.0 | | 0.00 | | | 295.09 | | | | | 21.685 | | 23.31 | 7460867.32 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 100 | | 0.00 | 7418271.26 | | 65370.50 | 5030687.49 | 2387583.77 | 45+296.6 | | 0.97 | | 7460868.93 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 44+200.0 | | 0.00 | | | 1012.32 | | | | | 3.315 | | 1.61 | 7460868.93 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 100 | | 1243.50 | 7419514.76 | | 57932.00 | 5088619.49 | 2330895.27 | 45+300.0 | | 0.00 | | 7460874.18 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 44+300.0 | | 24.87 | | | 146.32 | | | | | 25 | | 5.25 | 7460874.18 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 100 | | 21207.00 | 7440721.76 | | 7316.00 | 5095935.49 | 2344786.27 | 45+325.0 | | 0.42 | | 7460876.01 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| 44+400.0 | | 399.27 | | | 0.00 | | | | | 6.552 | | 1.83 | 7460876.01 | | 942.79 | 24102.24 | 5325482.49 | 2135290.98 |
| | 100 | | 19963.50 | 7460685.26 | | | | | | | | | | | | | | |

| Station | Jarak | Cut Area | Cut Volume | Cum. Cut Vol. | Fill Area | Fill Volume | Cum. Fill Vol. | Cum. Net Vol. |
|----------|--------|----------|------------|---------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| 45+480.2 | | 0.00 | | | 1476.94 | | | |
| | 18.437 | | 0.00 | 7460952.66 | | 28077.25 | 5682921.72 | 1778030.93 |
| 45+498.7 | | 0.00 | | | 1568.81 | | | |
| | 1.282 | | 0.51 | 7460953.16 | | 2016.42 | 5684938.14 | 1776015.02 |
| 45+500.0 | | 0.79 | | | 1576.93 | | | |
| | 100 | | 79.50 | 7461032.66 | | 158294.50 | 5843232.64 | 1617800.02 |
| 45+600.0 | | 0.80 | | | 1588.96 | | | |
| | 100 | | 40.00 | 7461072.66 | | 126353.00 | 5969585.64 | 1491487.02 |
| 45+700.0 | | 0.00 | | | 938.10 | | | |
| | 100 | | 21.50 | 7461094.16 | | 81319.00 | 6050904.64 | 1410189.52 |
| 45+800.0 | | 0.43 | | | 688.28 | | | |
| | 100 | | 33.00 | 7461127.16 | | 53395.50 | 6104300.14 | 1356827.02 |
| 45+900.0 | | 0.23 | | | 379.63 | | | |
| | 100 | | 21.50 | 7461148.66 | | 41644.50 | 6145944.64 | 1315204.02 |
| 46+000.0 | | 0.20 | | | 453.26 | | | |
| | 100 | | 279.00 | 7461427.66 | | 26529.50 | 6172474.14 | 1288953.52 |
| 46+100.0 | | 5.38 | | | 77.33 | | | |
| | 100 | | 269.00 | 7461696.66 | | 20030.50 | 6192504.64 | 1269192.02 |
| 46+200.0 | | 0.00 | | | 323.28 | | | |
| | 100 | | 2328.50 | 7464025.16 | | 16996.50 | 6209501.14 | 1254524.02 |
| 46+300.0 | | 46.57 | | | 16.65 | | | |
| | 100 | | 6060.00 | 7470085.16 | | 2441.00 | 6211942.14 | 1258143.02 |
| 46+400.0 | | 74.63 | | | 32.17 | | | |
| | 100 | | 3748.00 | 7473833.16 | | 19528.00 | 6231470.14 | 1242363.02 |
| 46+500.0 | | 0.33 | | | 358.39 | | | |
| | 100 | | 74.50 | 7473907.66 | | 25252.50 | 6256722.64 | 1217185.02 |
| 46+600.0 | | 1.16 | | | 146.66 | | | |
| | 100 | | 87.00 | 7473994.66 | | 12642.00 | 6269364.64 | 1204630.02 |
| 46+700.0 | | 0.58 | | | 106.18 | | | |
| | 100 | | 532.50 | 7474527.16 | | 10440.50 | 6279805.14 | 1194722.02 |
| 46+800.0 | | 10.07 | | | 102.63 | | | |
| | 100 | | 21386.00 | 7495913.16 | | 9261.00 | 6289066.14 | 1206847.02 |
| 46+900.0 | | 417.65 | | | 82.59 | | | |
| | 100 | | 41404.00 | 7537317.16 | | 7613.50 | 6296679.64 | 1240637.52 |
| 47+000.0 | | 410.43 | | | 69.68 | | | |

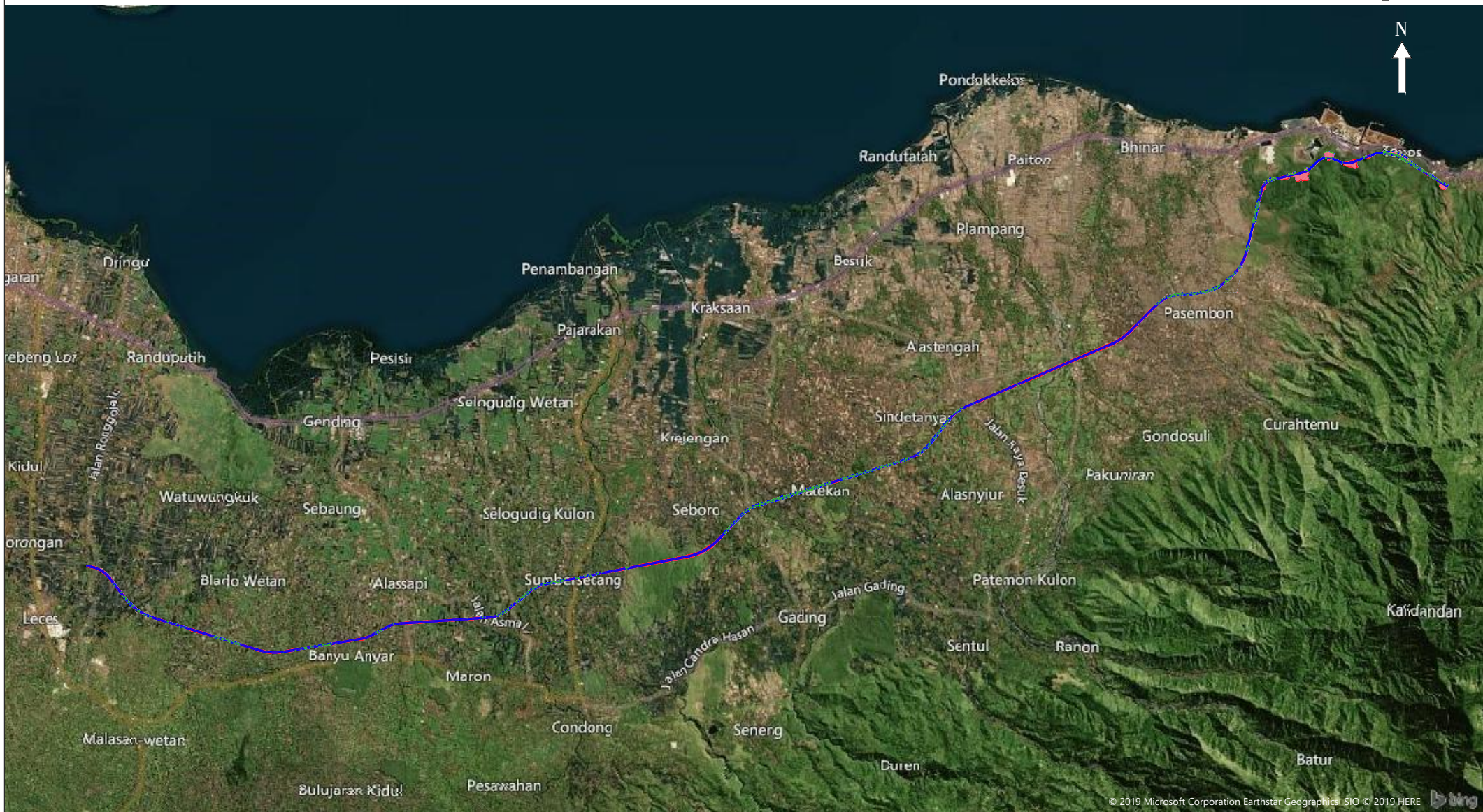
Lampiran 4. Data CBR Tanah Dasar

Data CBR : Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III
STA : 0+000 – 34+000

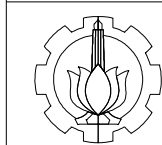
| STA | Jenis Tanah | CBR (%) |
|----------|-------------|---------|
| 0 + 000 | Medium Kaku | 1.40 |
| 0 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |
| 1 + 000 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 1 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |
| 2 + 000 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 2 + 500 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 3 + 000 | Medium Kaku | 1.40 |
| 3 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |
| 4 + 000 | Medium Kaku | 1.40 |
| 4 + 500 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 5 + 000 | Keras | 2.70 |
| 5 + 500 | Keras | 2.70 |
| 6 + 000 | Lunak | 1.40 |
| 6 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |
| 7 + 000 | Keras | 2.70 |
| 7 + 500 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 8 + 000 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 8 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |
| 9 + 000 | Medium Kaku | 1.40 |
| 9 + 500 | Lunak | 2.00 |
| 10 + 000 | Medium Kaku | 1.40 |
| 10 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |
| 11 + 000 | Sangat Kaku | 2.00 |
| 11 + 500 | Medium Kaku | 1.40 |

| STA | Jenis Tanah | CBR (%) |
|----------|-------------|---------|
| 12 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 12 + 500 | Keras | 2.70 |
| 13 + 000 | Keras | 2.70 |
| 13 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 14 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 14 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 15 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 15 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 16 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 16 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 17 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 17 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 18 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 18 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 19 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 19 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 20 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 20 + 500 | Keras | 2.70 |
| 21 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 21 + 500 | Keras | 2.70 |
| 22 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 22 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 23 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 23 + 500 | Medium kaku | 1.40 |

| STA | Jenis Tanah | CBR (%) |
|----------|-------------|---------|
| 24 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 24 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 25 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 25 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 26 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 26 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 27 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 27 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 28 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 28 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 29 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 29 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 30 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 30 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 31 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 31 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 32 + 000 | Medium kaku | 1.40 |
| 32 + 500 | Medium kaku | 1.40 |
| 33 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |
| 33 + 500 | Sangat kaku | 2.00 |
| 34 + 000 | Sangat kaku | 2.00 |

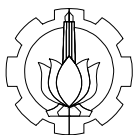
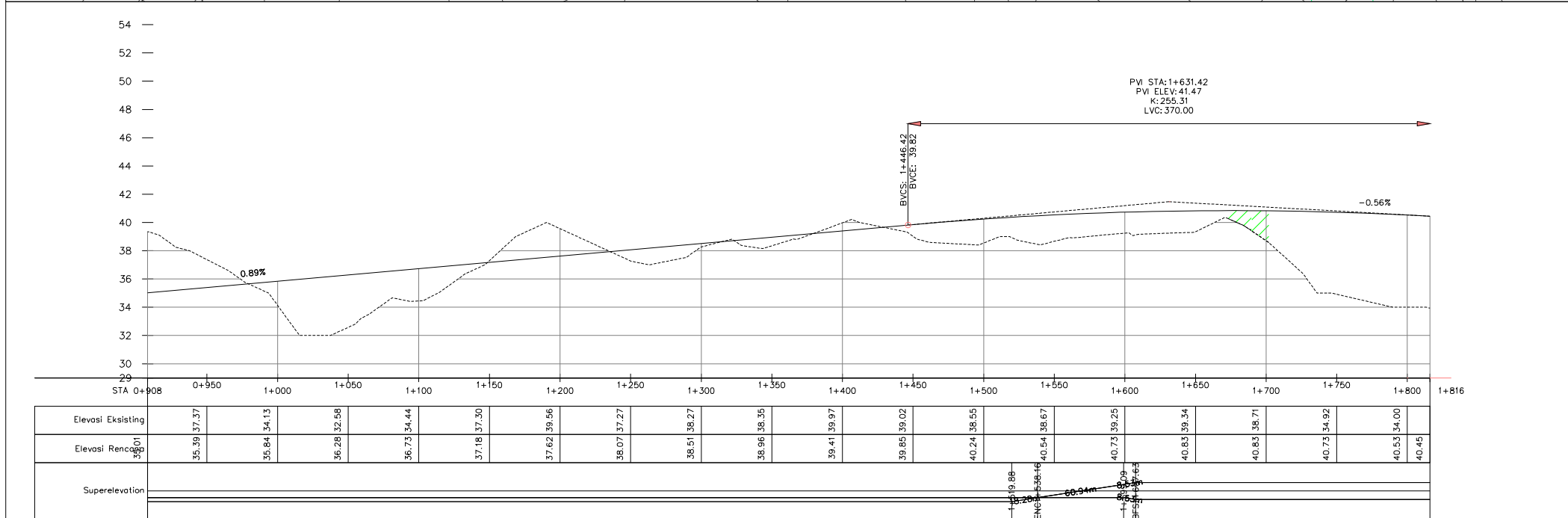
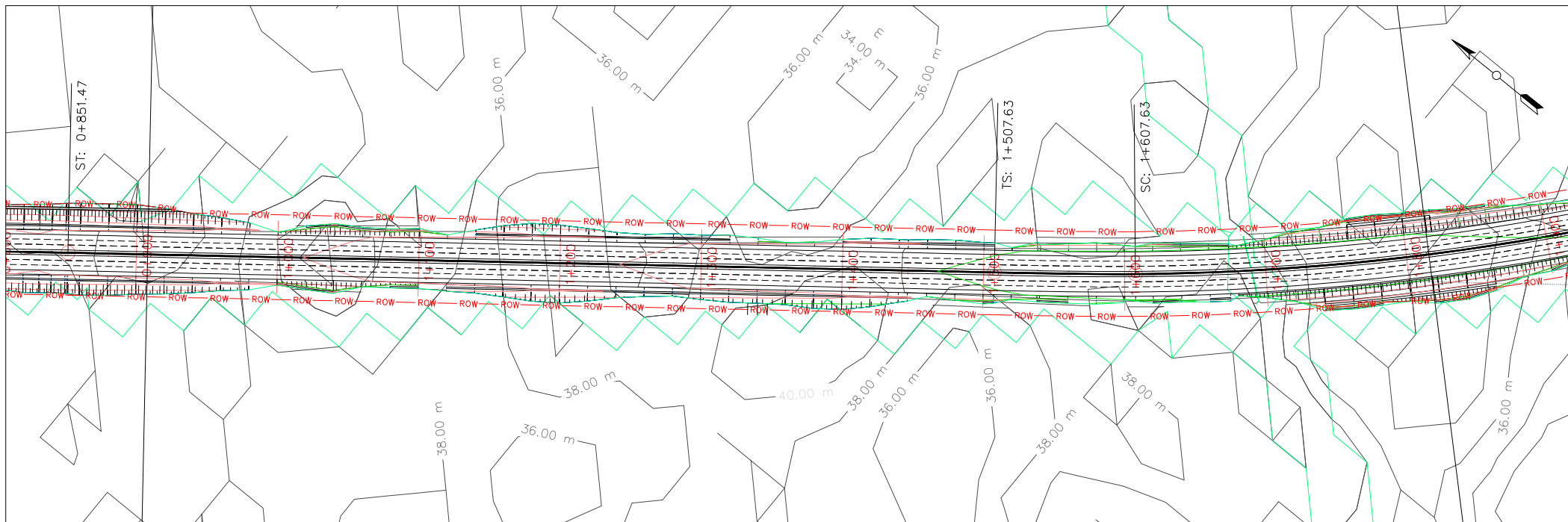


© 2019 Microsoft Corporation Earthstar Geographics SIO © 2019 HERE Bing



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO GBR |
|---|---|--|-------|--------------------------------|------------|----------|---------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | | LAYOUT PROBOLINGGO - PAITON | | LY | 1 |
| | | | | | | | JML GBR |
| | | | | | | | 1 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

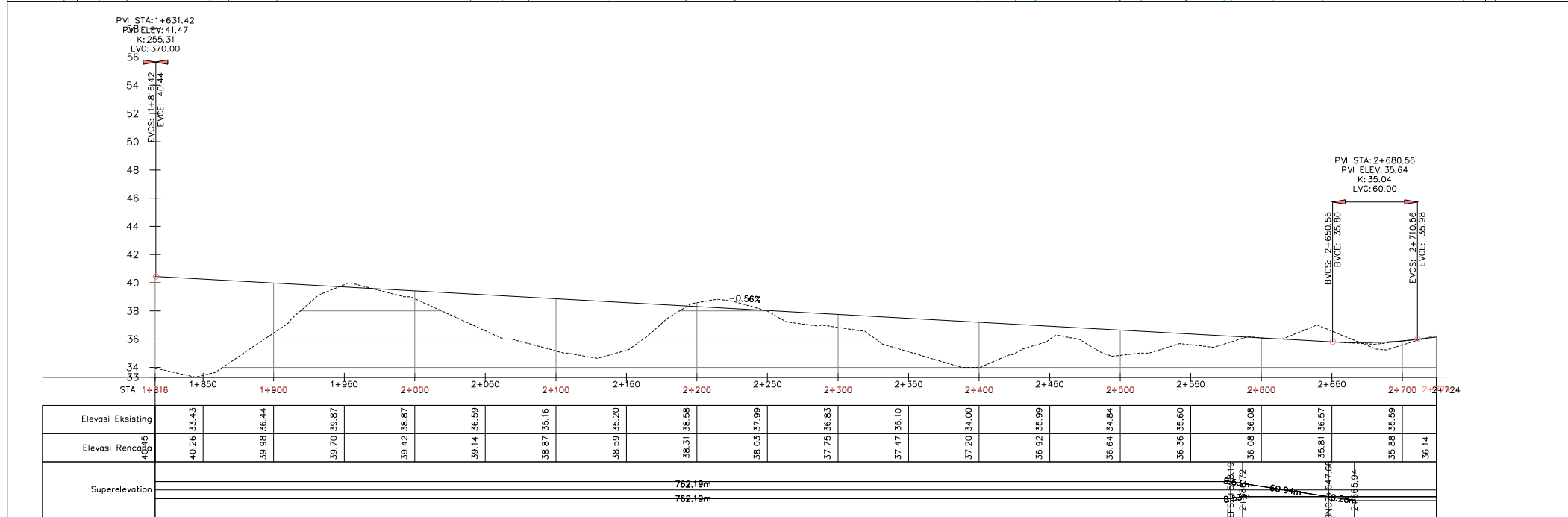
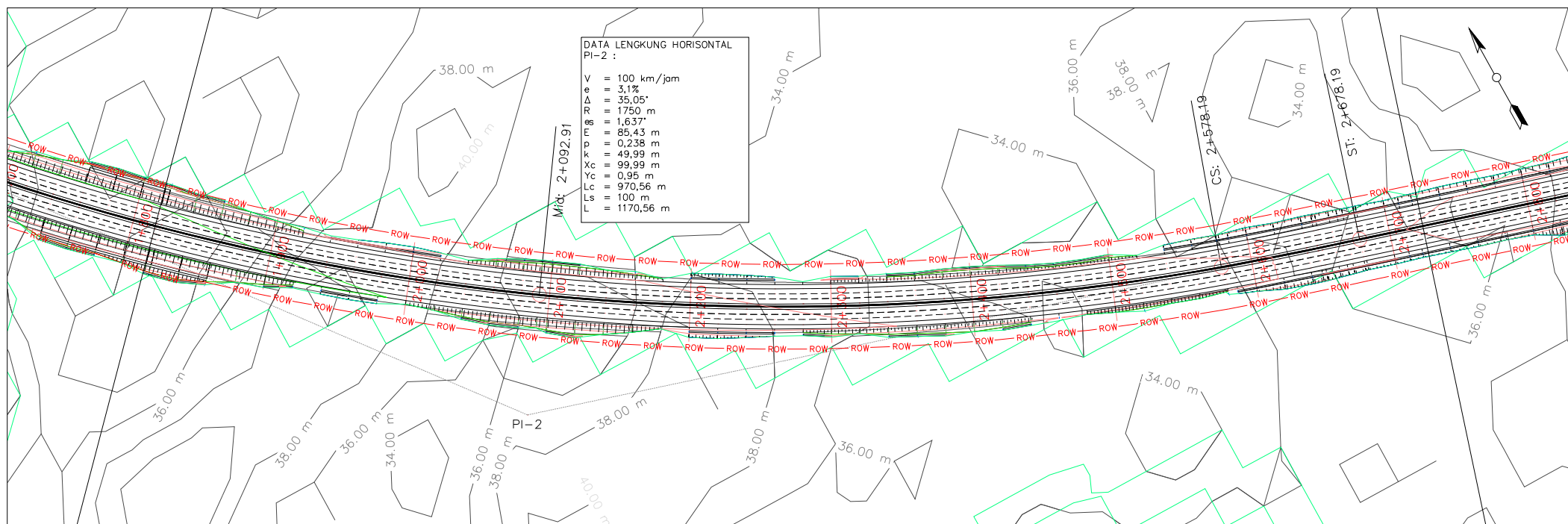
PL

NO. GBR

2

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

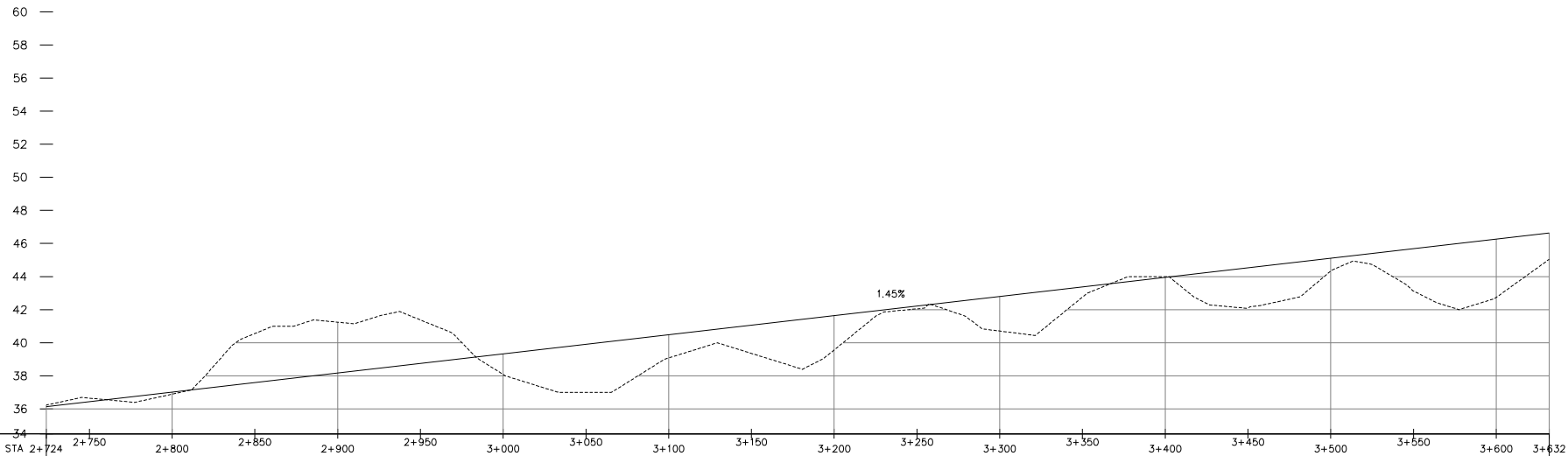
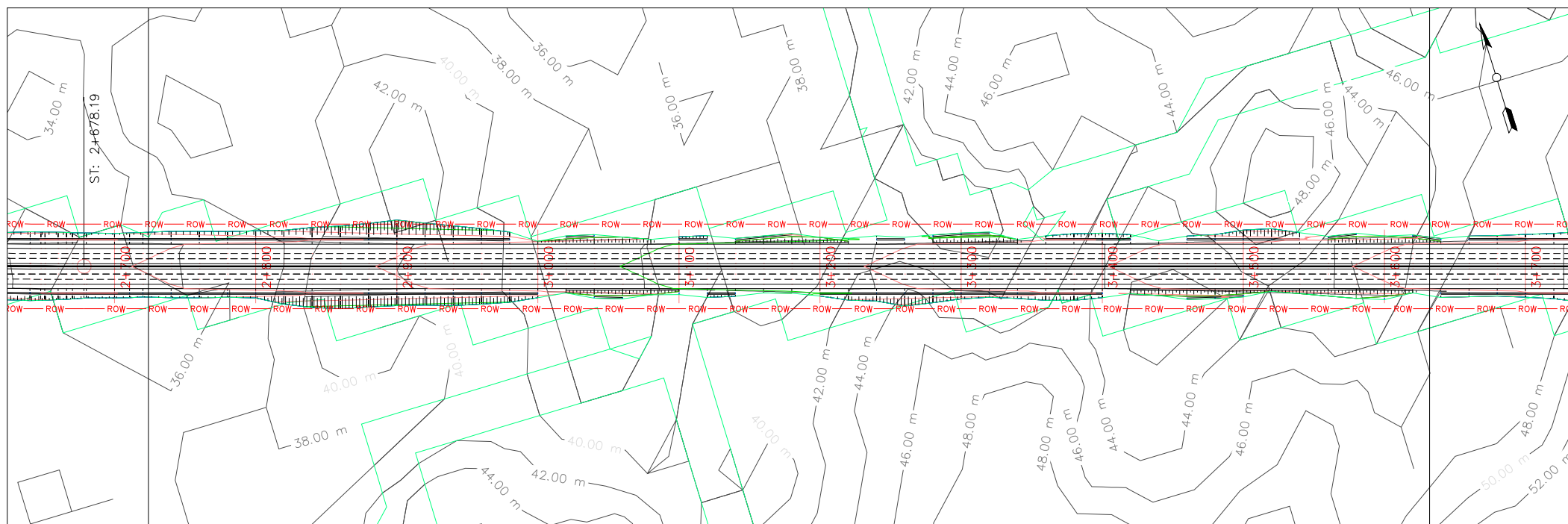
PL

NO. GBR

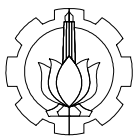
3

JML GBR

52



| Station | Elevasi Eksisting | Elevasi Rencana | Superelevation |
|---------|-------------------|-----------------|----------------|
| 2+724 | 36.44 | 36.65 | |
| 2+750 | | | |
| 2+800 | 37.02 | 36.89 | |
| 2+850 | 37.59 | 40.56 | |
| 2+900 | 38.17 | 41.24 | |
| 2+950 | 38.75 | 41.38 | |
| 3+000 | 39.33 | 38.09 | |
| 3+050 | 39.90 | 37.00 | |
| 3+100 | 40.48 | 38.08 | |
| 3+150 | 41.06 | 38.36 | |
| 3+200 | 41.64 | 39.57 | |
| 3+250 | 42.22 | 42.05 | |
| 3+300 | 42.79 | 40.71 | |
| 3+350 | 43.37 | 42.76 | |
| 3+400 | 43.95 | 44.00 | |
| 3+450 | 44.53 | 42.10 | |
| 3+500 | 45.11 | 44.33 | |
| 3+550 | 45.69 | 43.12 | |
| 3+600 | 46.26 | 42.74 | |
| 3+632 | 46.83 | 46.83 | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

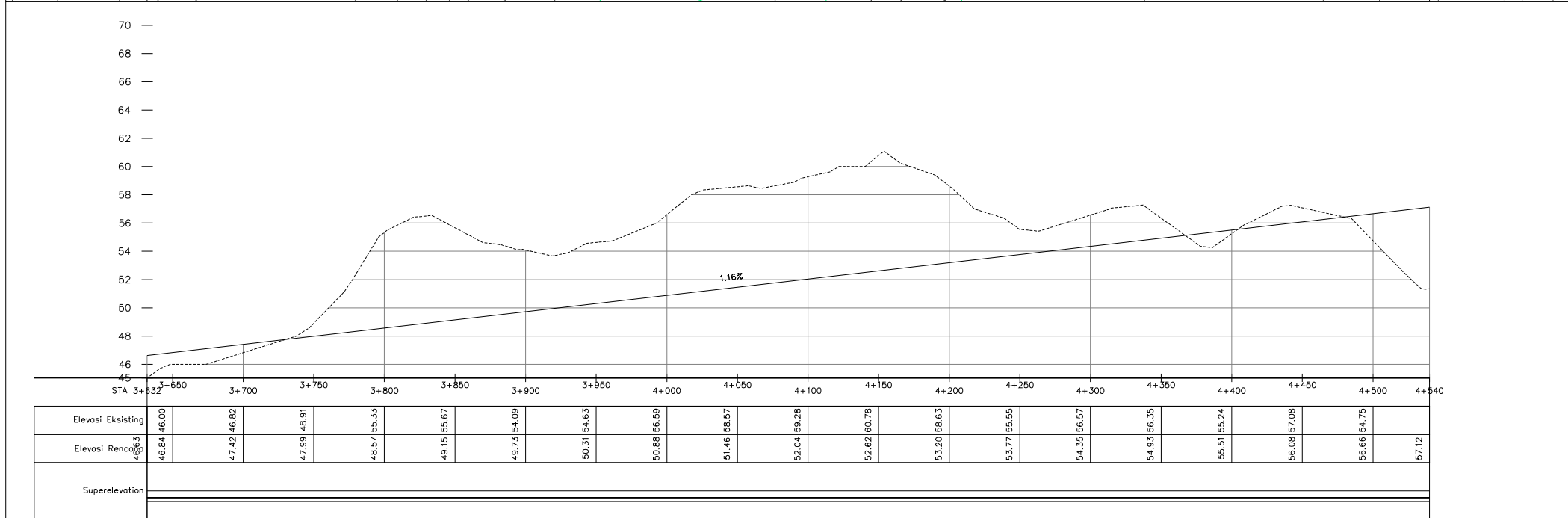
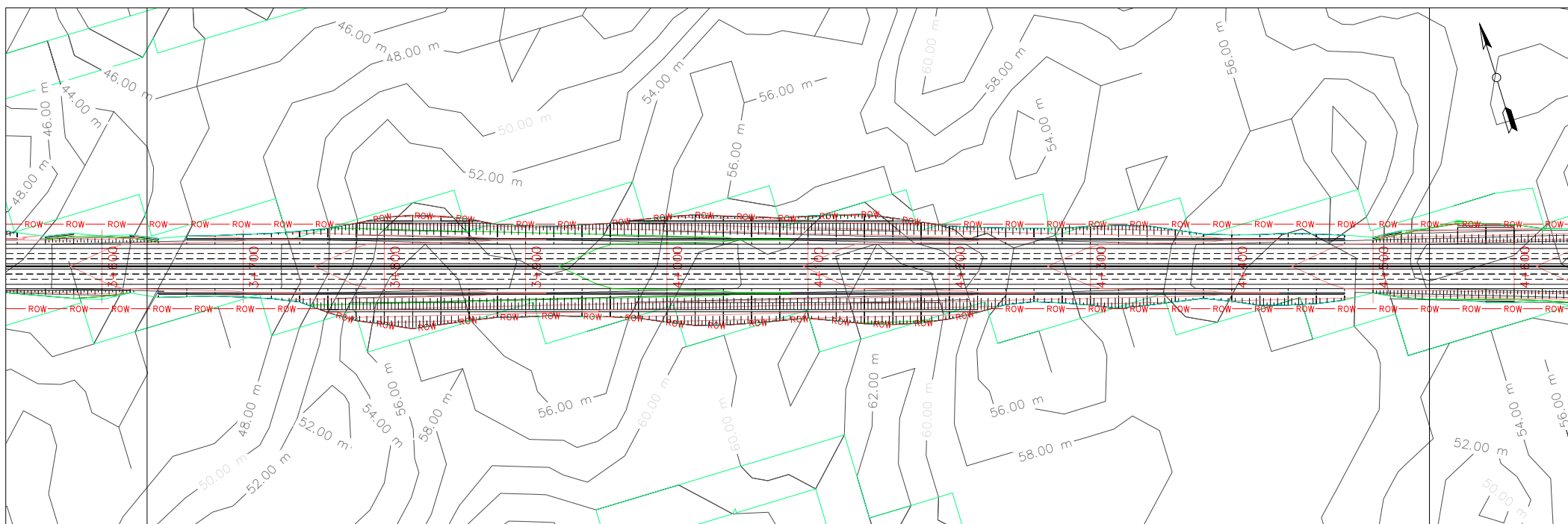
PL

NO. GBR

4

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

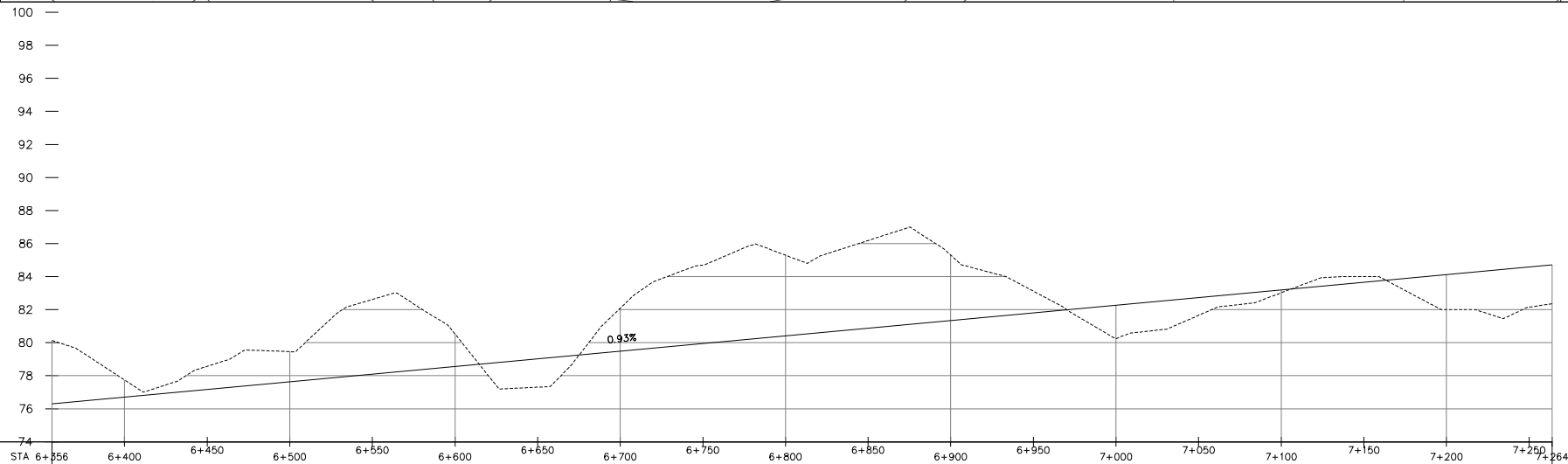
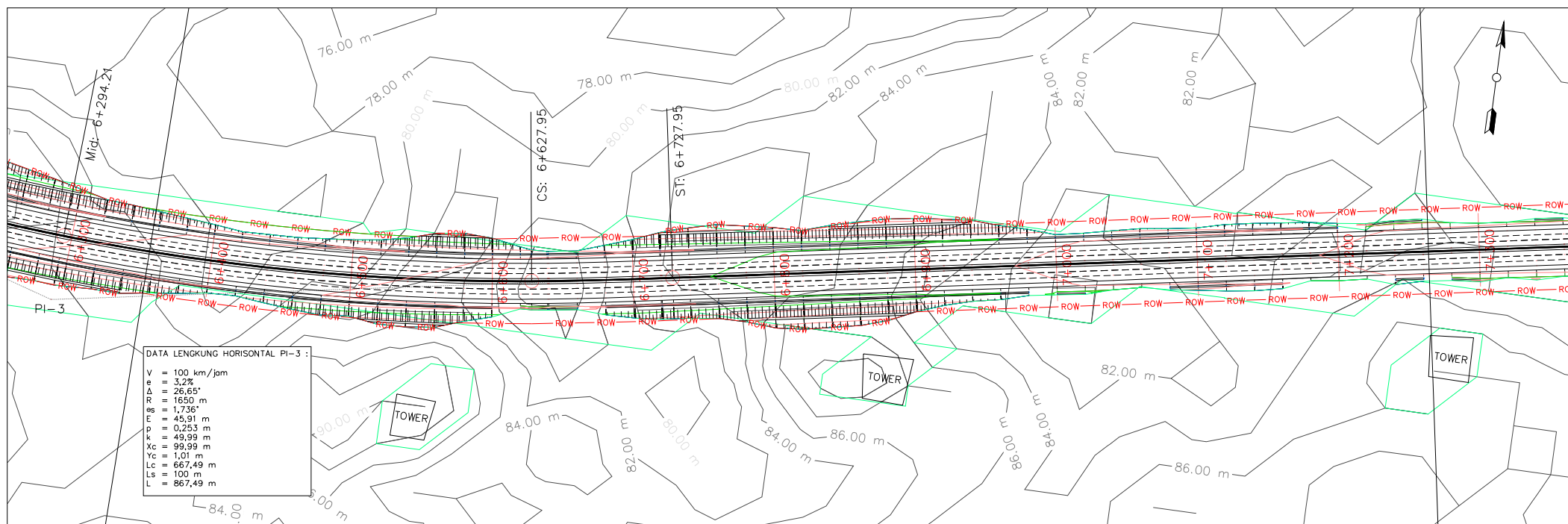
PL

NO. GBR

5

JML GBR

52



| | 6+356 | 6+400 | 6+450 | 6+500 | 6+550 | 6+600 | 6+650 | 6+700 | 6+750 | 6+800 | 6+850 | 6+900 | 6+950 | 7+000 | 7+050 | 7+100 | 7+150 | 7+200 | 7+250 | 7+264 | |
|-------------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 76.71 | 77.74 | 78.57 | 79.46 | 82.62 | 80.53 | 77.31 | 82.09 | 84.69 | 85.30 | 86.19 | 85.30 | 83.12 | 80.25 | 81.65 | 83.02 | 84.00 | 82.00 | 82.15 | 84.72 | |
| Superelevation | | | | 271.95m | | | | 61.76m | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

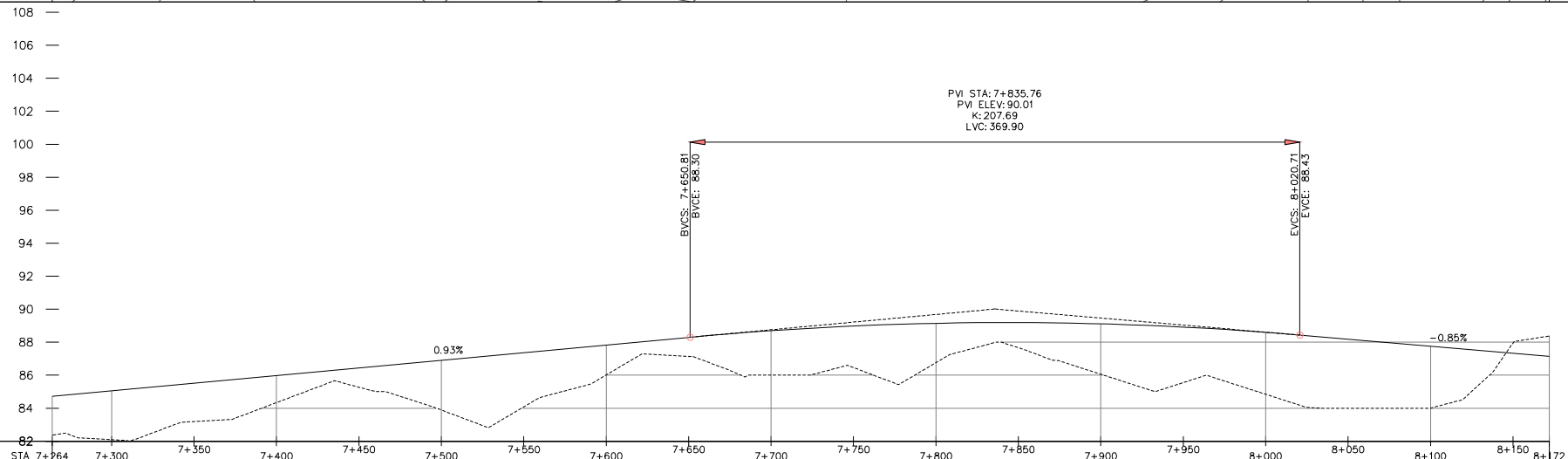
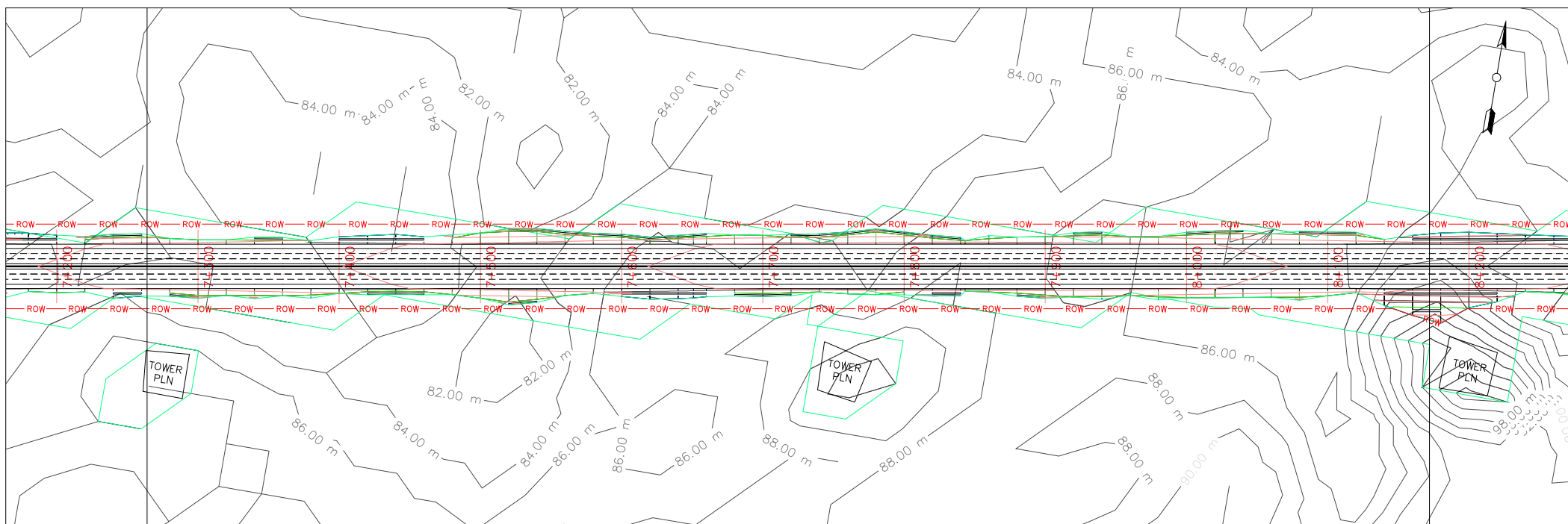
PL

NO. GBR

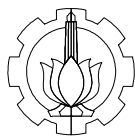
8

JML GBR

52

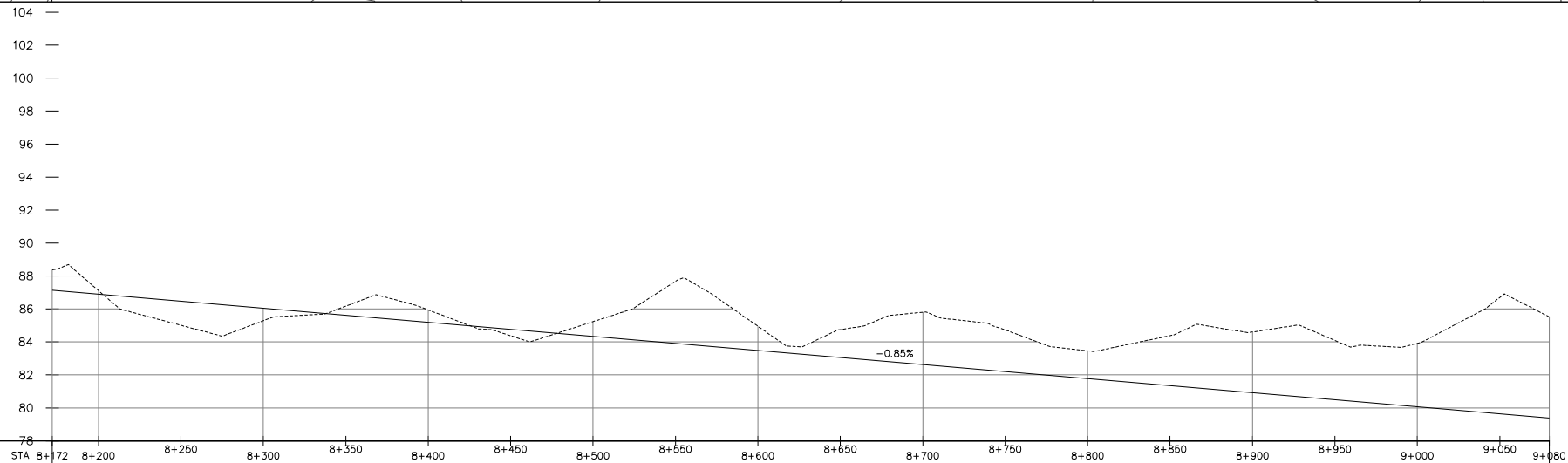
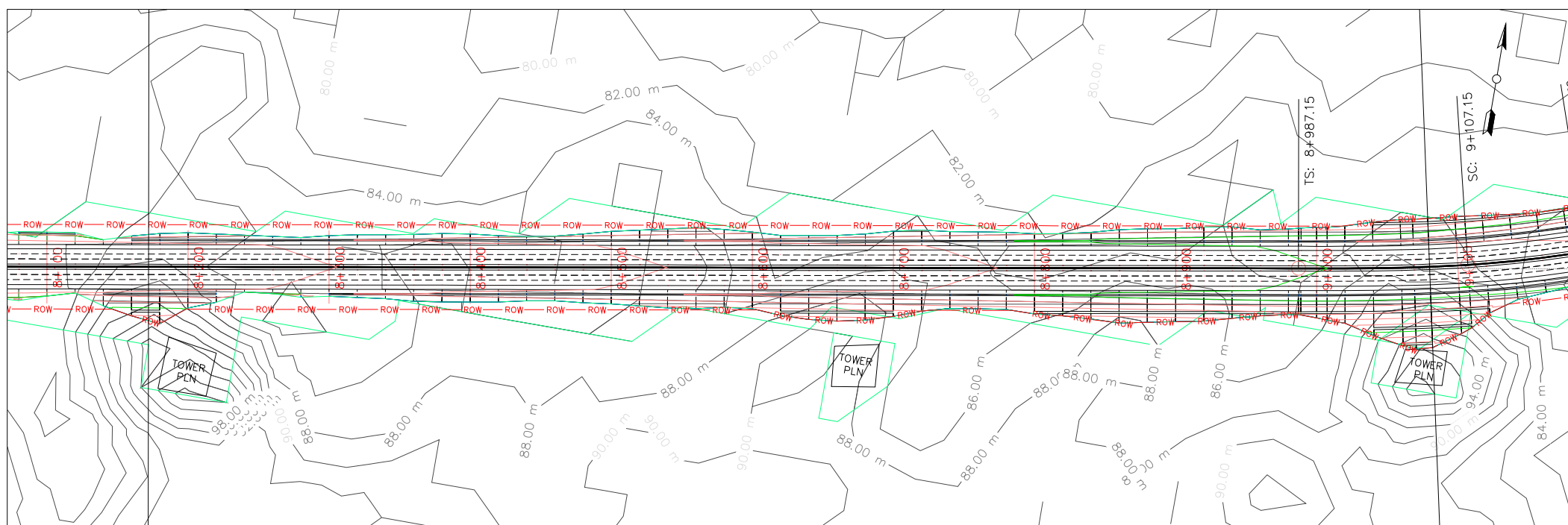


| STA | 7+264 | 7+300 | 7+350 | 7+400 | 7+450 | 7+500 | 7+550 | 7+600 | 7+650 | 7+700 | 7+750 | 7+800 | 7+850 | 7+900 | 7+950 | 8+000 | 8+050 | 8+100 | 8+150 | 8+72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 85.05 | 82.09 | 85.51 | 83.19 | 85.98 | 84.34 | 86.44 | 85.27 | 86.90 | 83.89 | 87.37 | 84.08 | 87.83 | 86.01 | 88.29 | 87.14 | 88.70 | 86.00 | 88.98 | 86.46 | 89.15 | 86.76 | 89.19 | 87.67 | 89.11 | 86.06 | 88.92 | 85.55 | 88.60 | 84.84 | 88.16 | 84.00 | 87.75 | 84.00 | 87.33 | 87.95 | 87.14 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

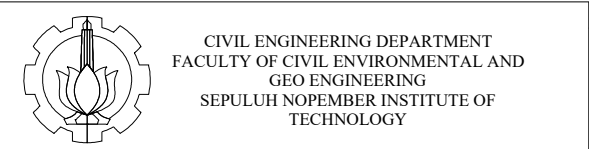


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|--------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 9 JML GBR 52 |



| STA | 8+172 | 8+200 | 8+250 | 8+300 | 8+350 | 8+400 | 8+450 | 8+500 | 8+550 | 8+600 | 8+650 | 8+700 | 8+750 | 8+800 | 8+850 | 8+900 | 8+950 | 9+000 | 9+050 | 9+080 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 86.90 | 87.12 | 86.47 | 85.01 | 86.05 | 85.29 | 85.62 | 86.17 | 85.19 | 85.94 | 84.76 | 84.38 | 84.34 | 85.23 | 83.91 | 87.68 | 83.48 | 84.95 | 83.05 | 84.75 | 82.63 | 85.80 | 82.20 | 84.73 | 81.77 | 83.46 | 81.35 | 84.38 | 80.92 | 84.60 | 80.49 | 84.09 | 80.06 | 83.92 | 79.64 | 86.70 | 79.38 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



JUDUL GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

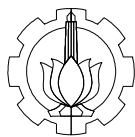
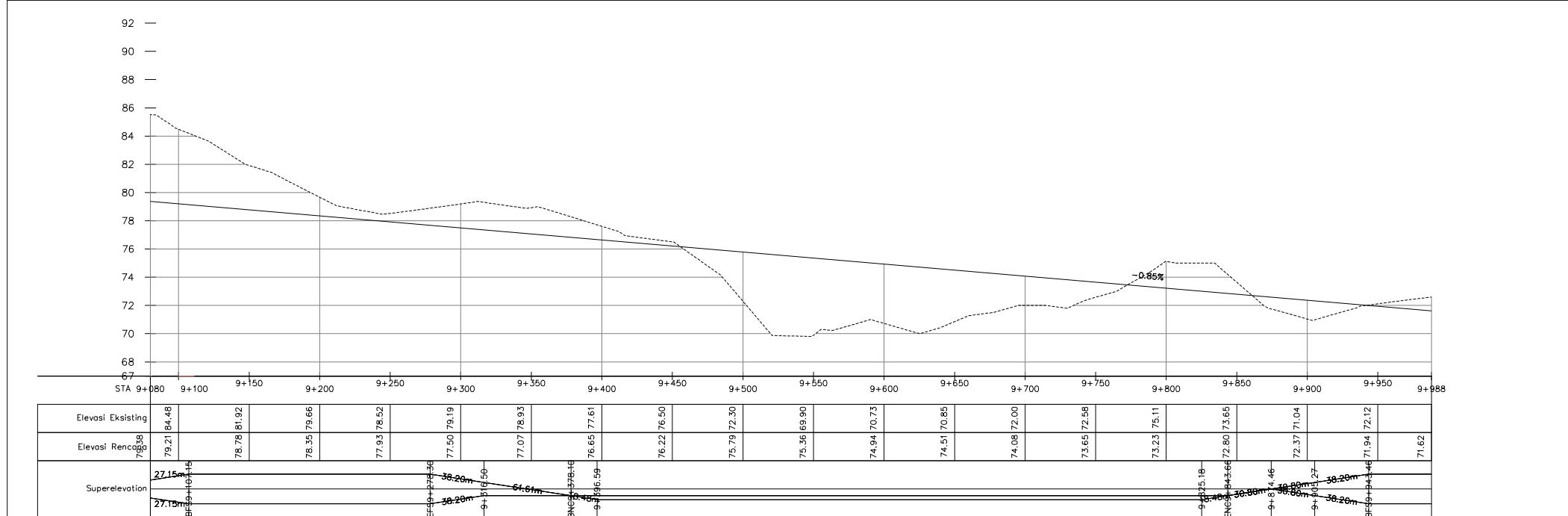
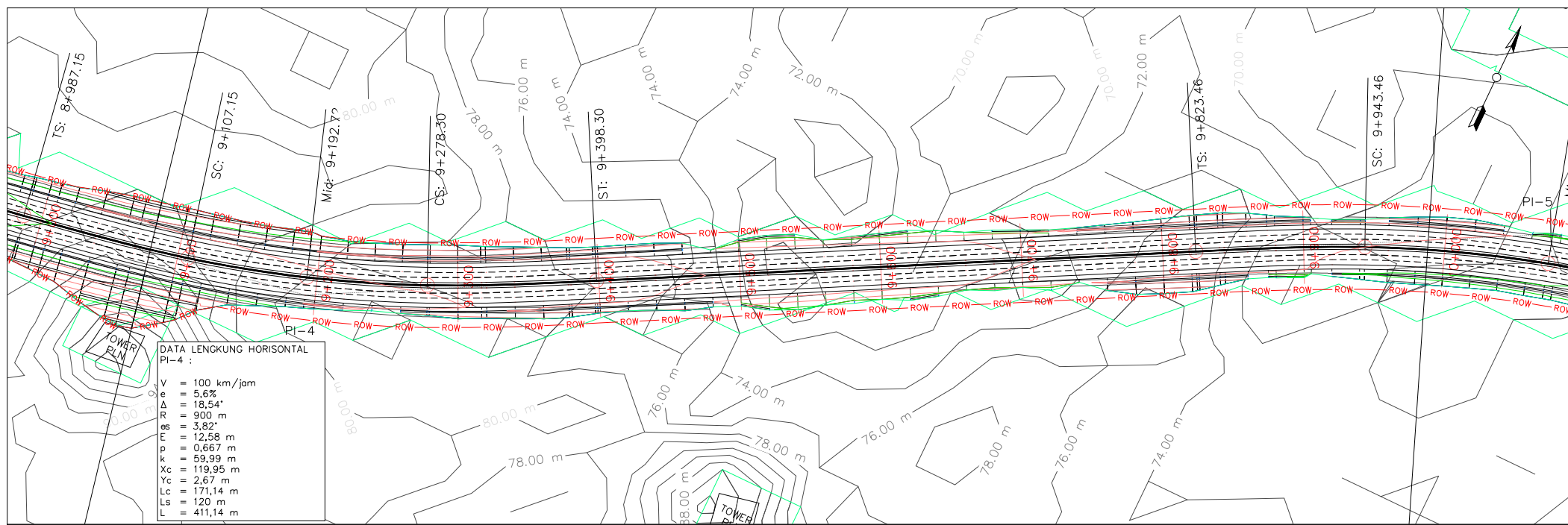
NAMA MAHASISWA
Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA
Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR
PLAN AND PROFILE

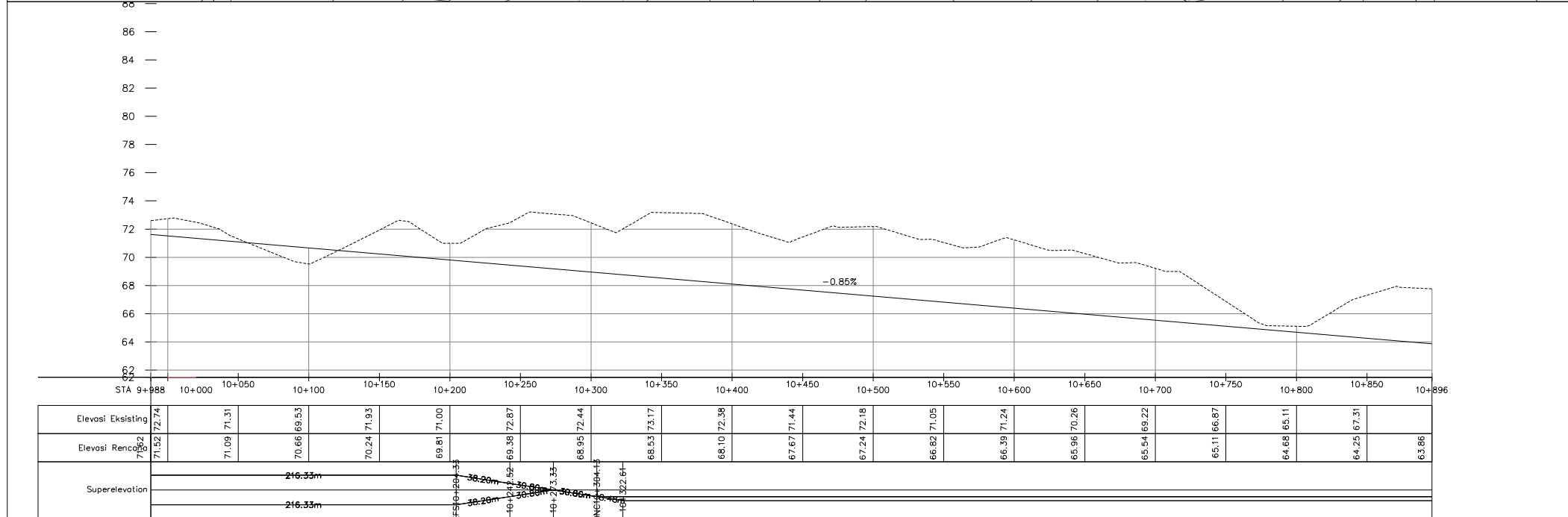
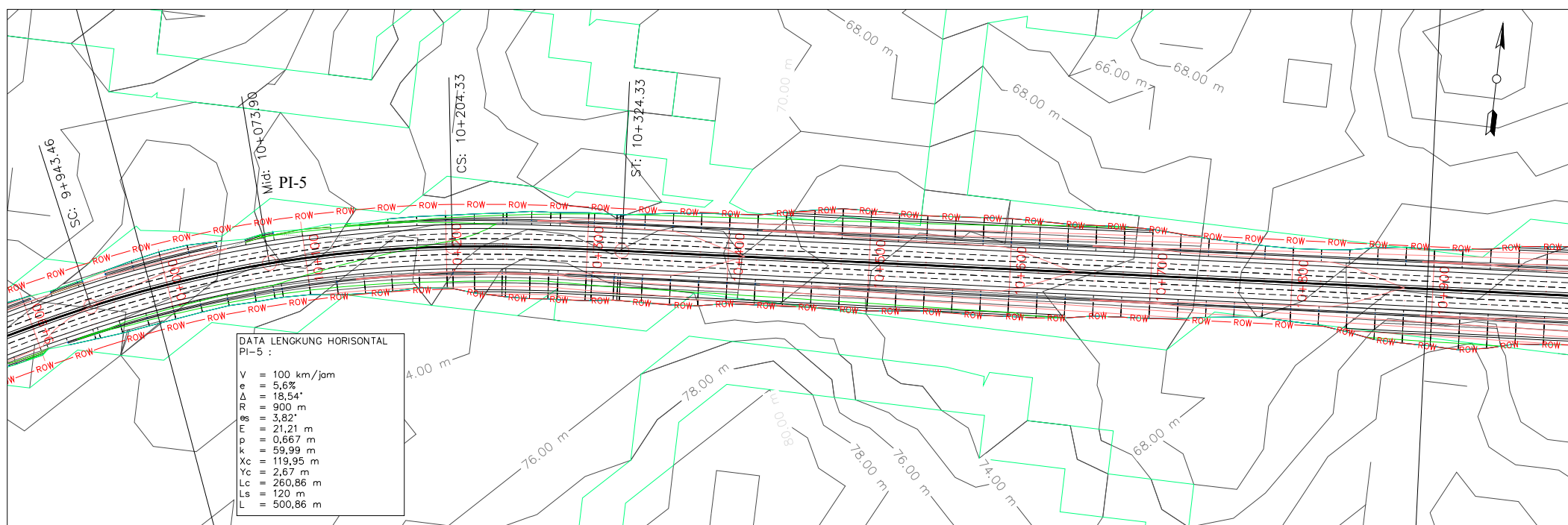
KETERANGAN
PL


KODE GBR
NO. GBR
10
JML GBR
52

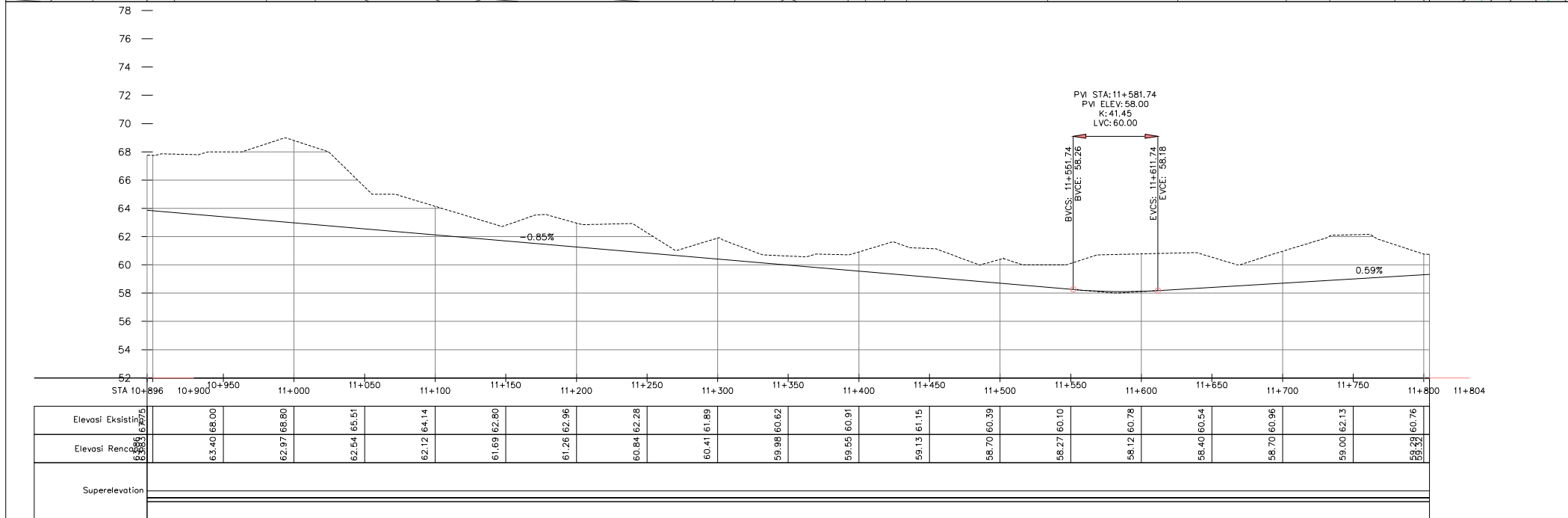
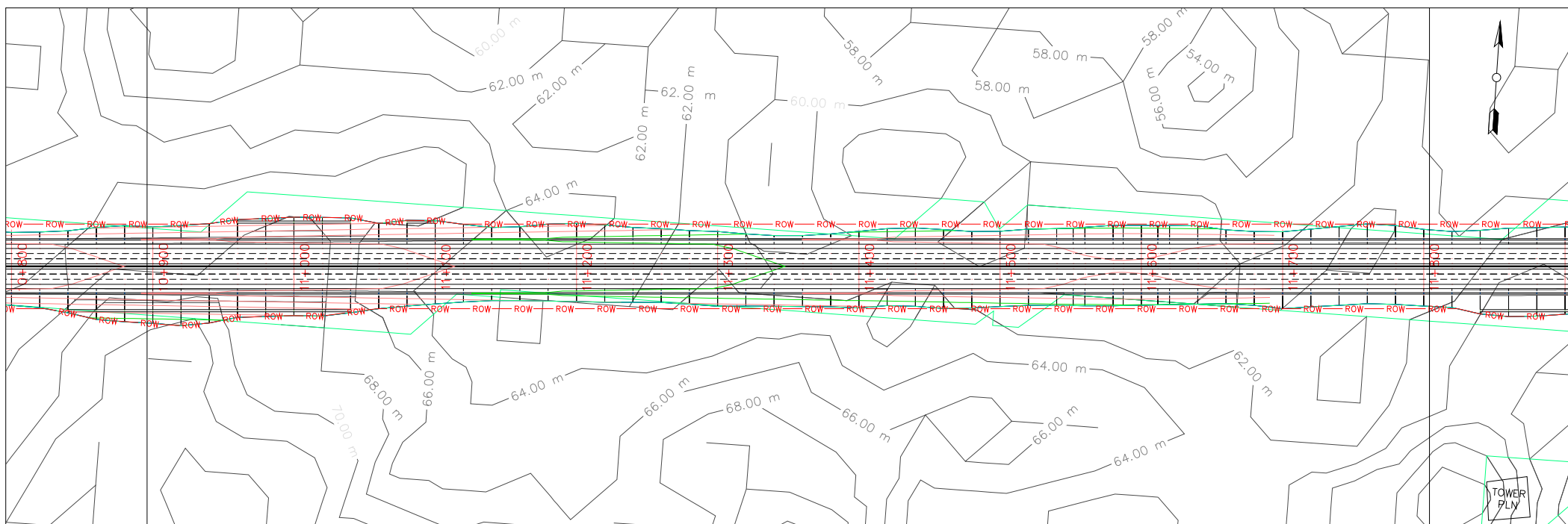


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

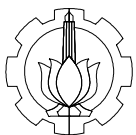
| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 11 JML GBR 52 |



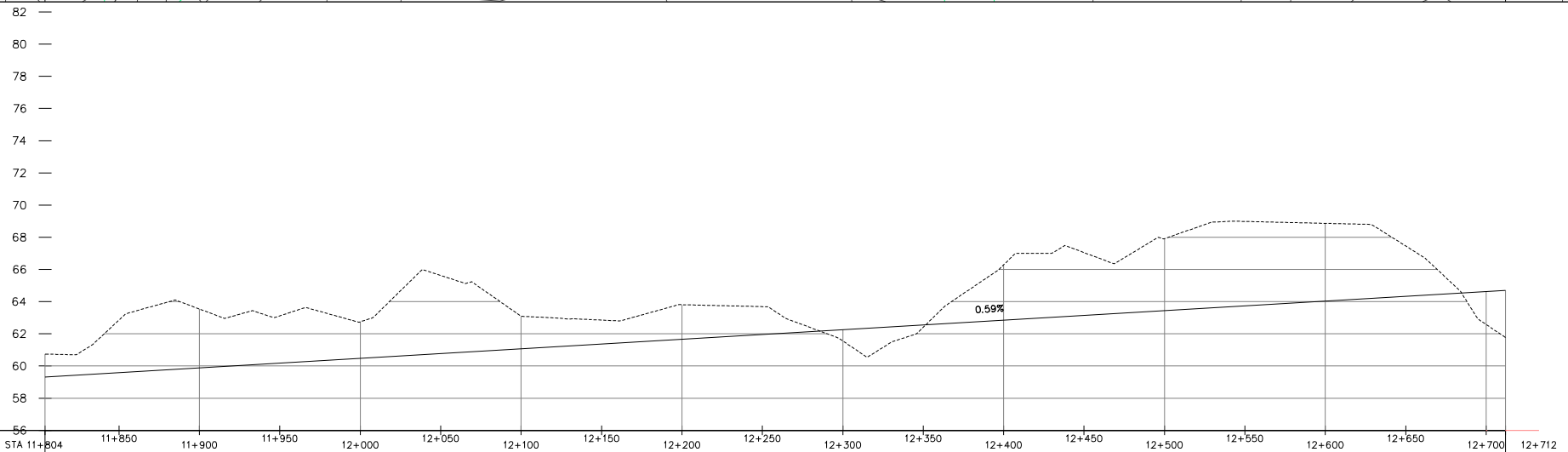
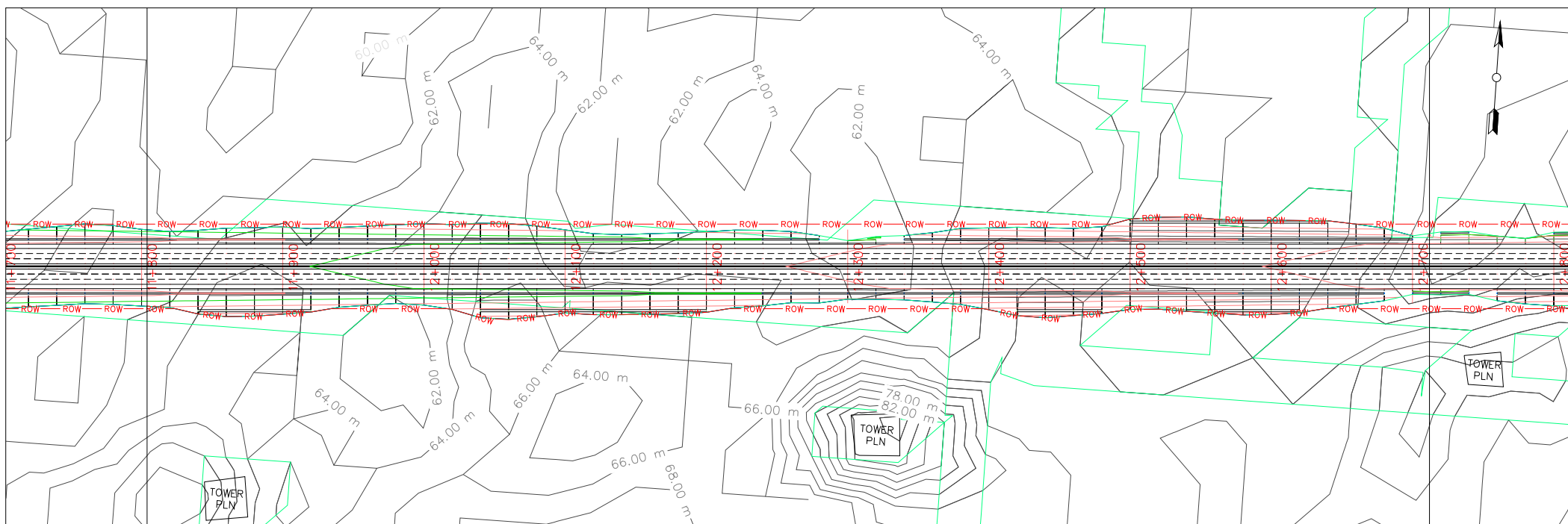
|  CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY | JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| | PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 12 JML GBR 52 |



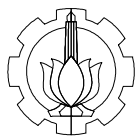
| Elevasi Eksisting (m) | Elevasi Rencana (m) | Superelevation | JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|-----------------------|---------------------|----------------|--------------|------------------|----------------|--|---|--|---|------------------|
| | | | | | | PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

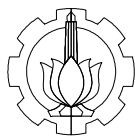
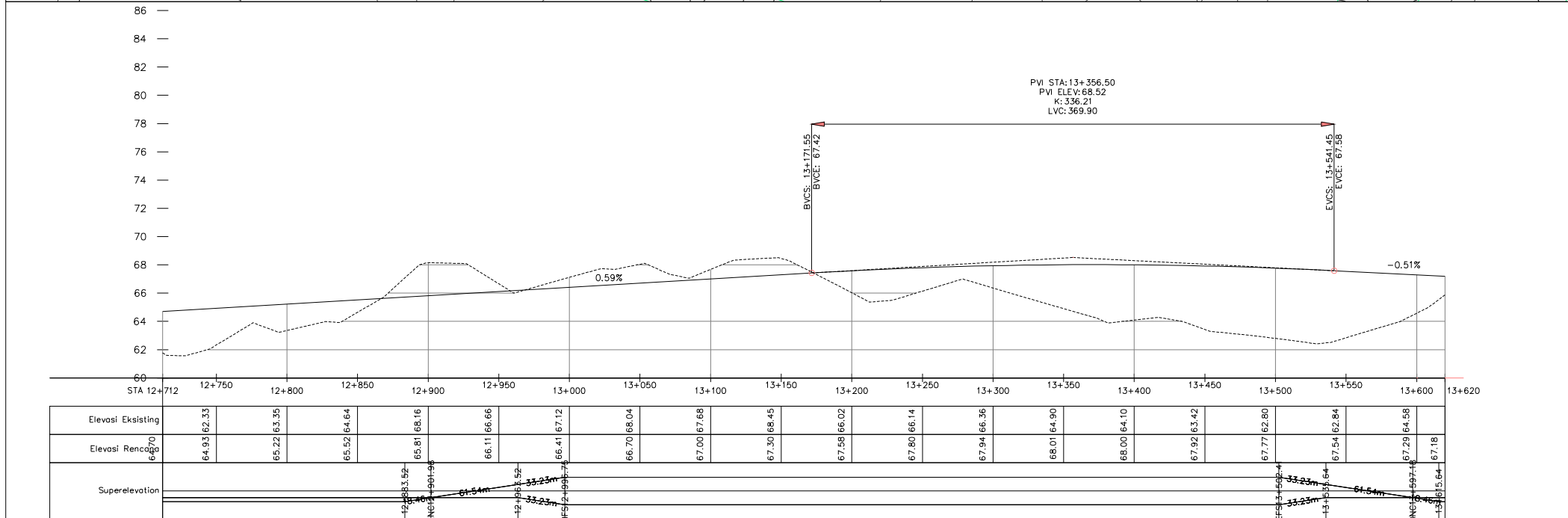
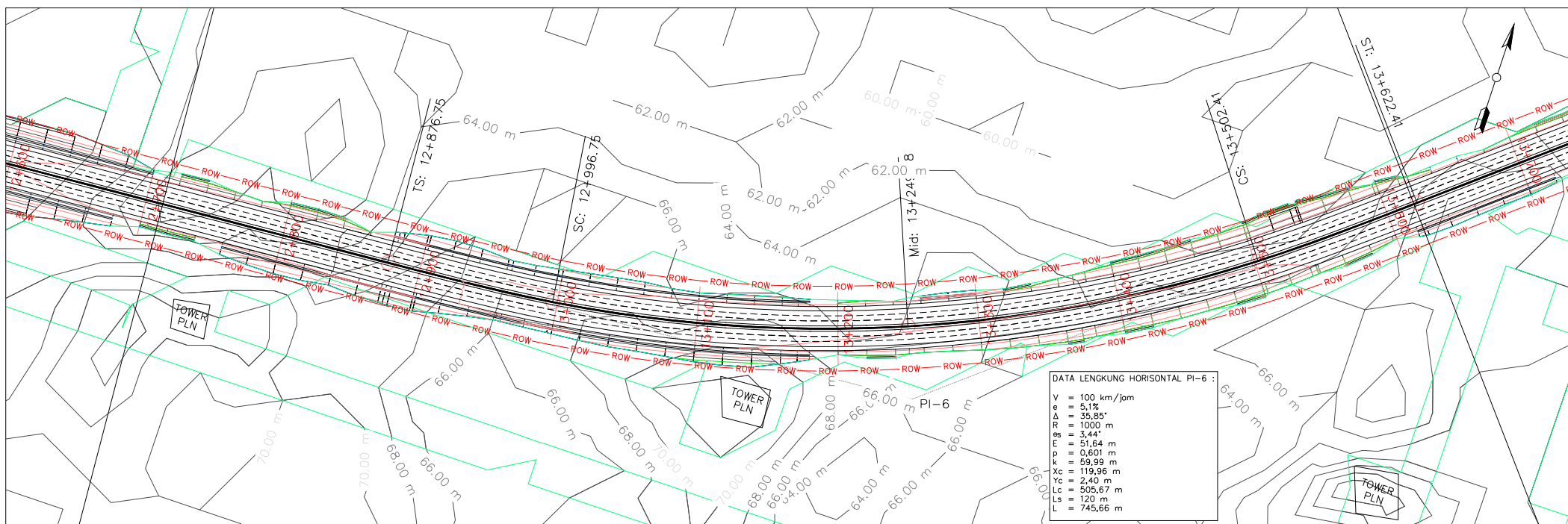


| | 11+804 | 11+850 | 11+900 | 11+950 | 12+000 | 12+050 | 12+100 | 12+150 | 12+200 | 12+250 | 12+300 | 12+350 | 12+400 | 12+450 | 12+500 | 12+550 | 12+600 | 12+650 | 12+700 | 12+712 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 59.59 | 62.86 | 59.89 | 63.54 | 60.18 | 63.12 | 60.48 | 62.74 | 60.78 | 65.63 | 61.07 | 63.09 | 61.37 | 62.85 | 61.67 | 63.81 | 61.96 | 63.69 | 62.26 | 61.56 | 62.95 | 62.40 | 62.85 | 66.29 | 63.15 | 67.05 | 63.44 | 67.92 | 63.74 | 66.98 | 64.04 | 66.87 | 64.33 | 67.46 | 64.63 | 62.58 | 64.70 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



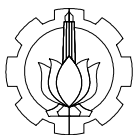
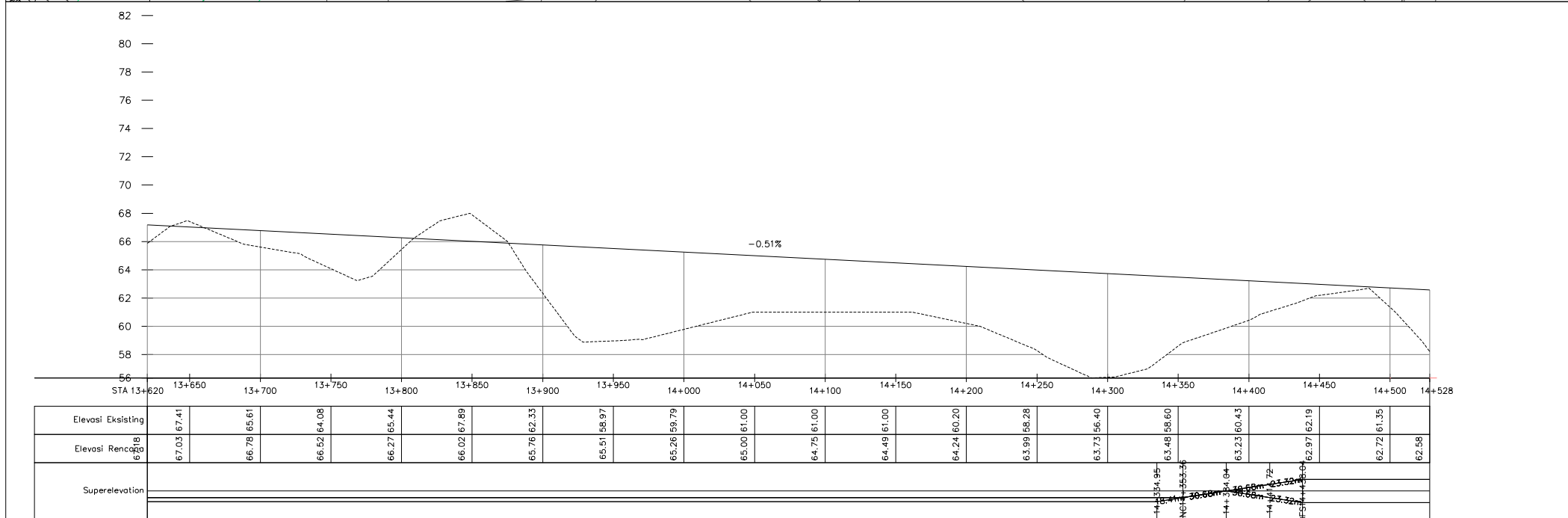
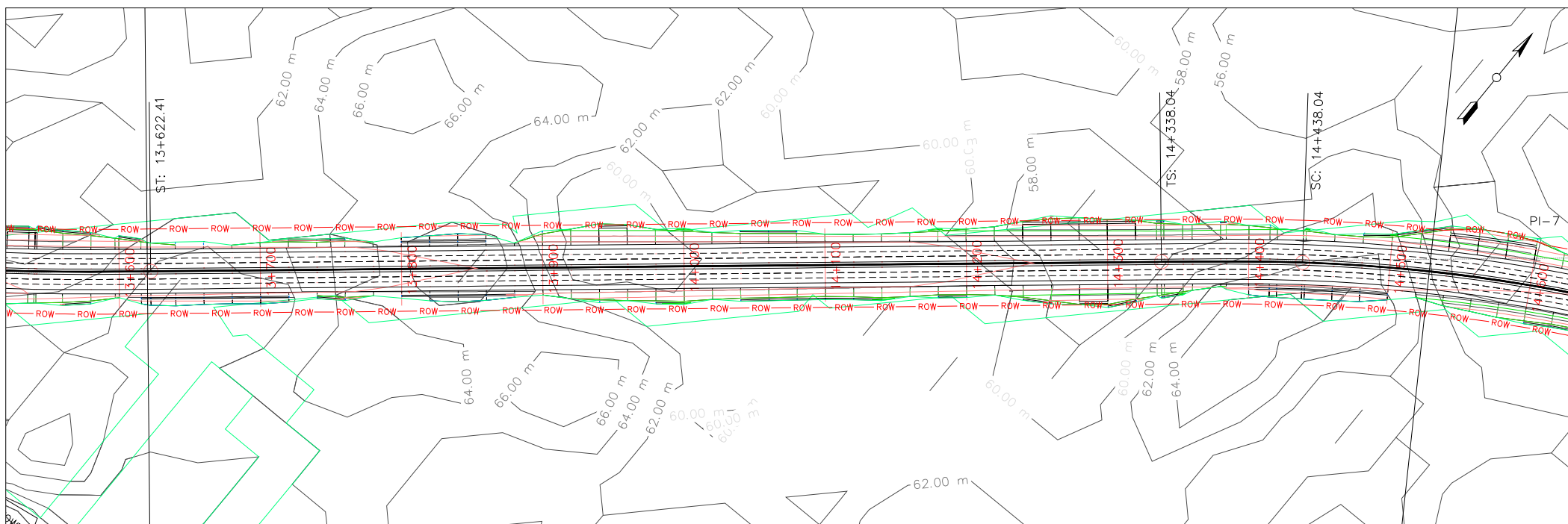
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 14 JML GBR 52 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 15 JML GBR 52 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

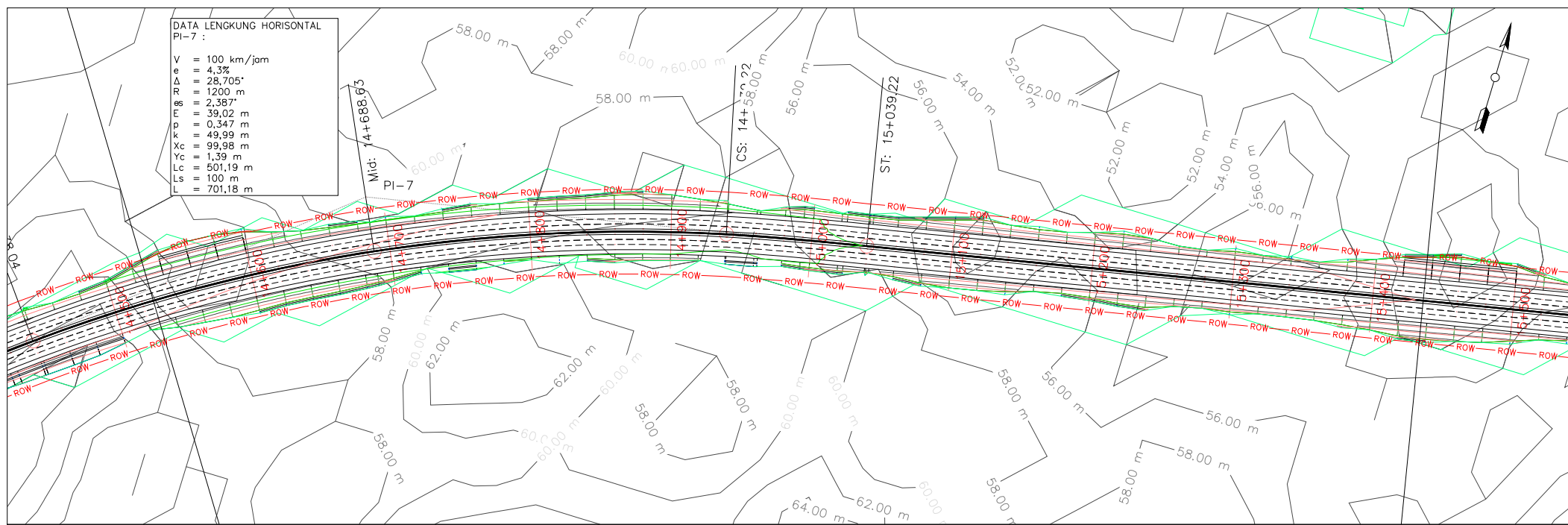
PL

NO. GBR

16

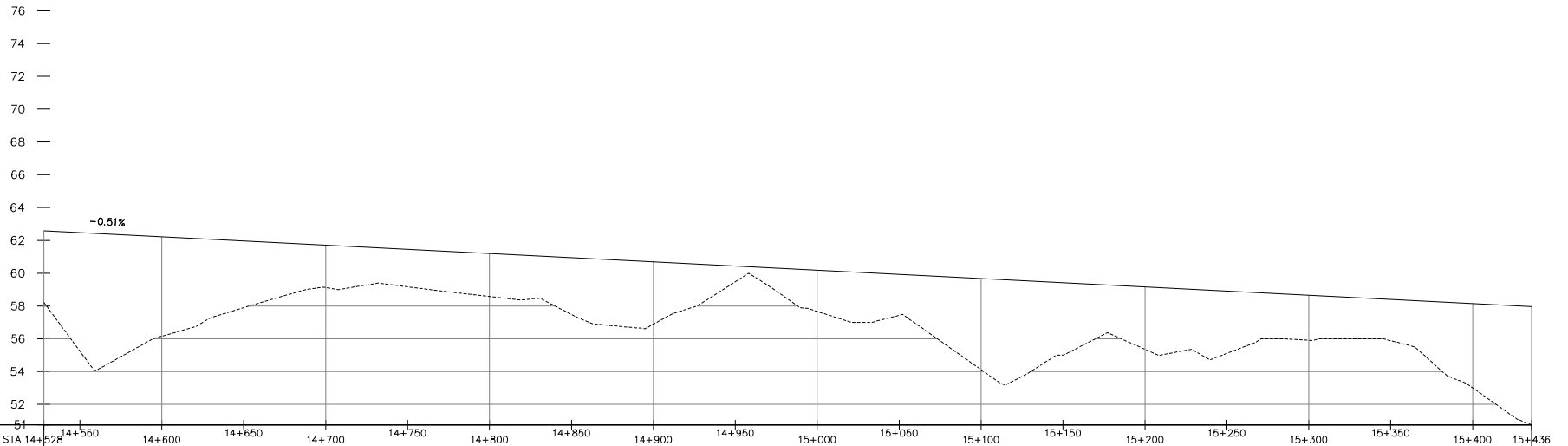
JML GBR

52



DATA LINGKUNG HORIZONTAL
 PI-7 :

- V = 100 km/jam
- e = 4,3%
- L = 28,705'
- R = 1200 m
- es = 2,387'
- E = 39,02 m
- p = 0,347 m
- k = 49,99 m
- Xc = 99,98 m
- Yc = 1,39 m
- Lc = 501,19 m
- Ls = 100 m
- L = 701,18 m

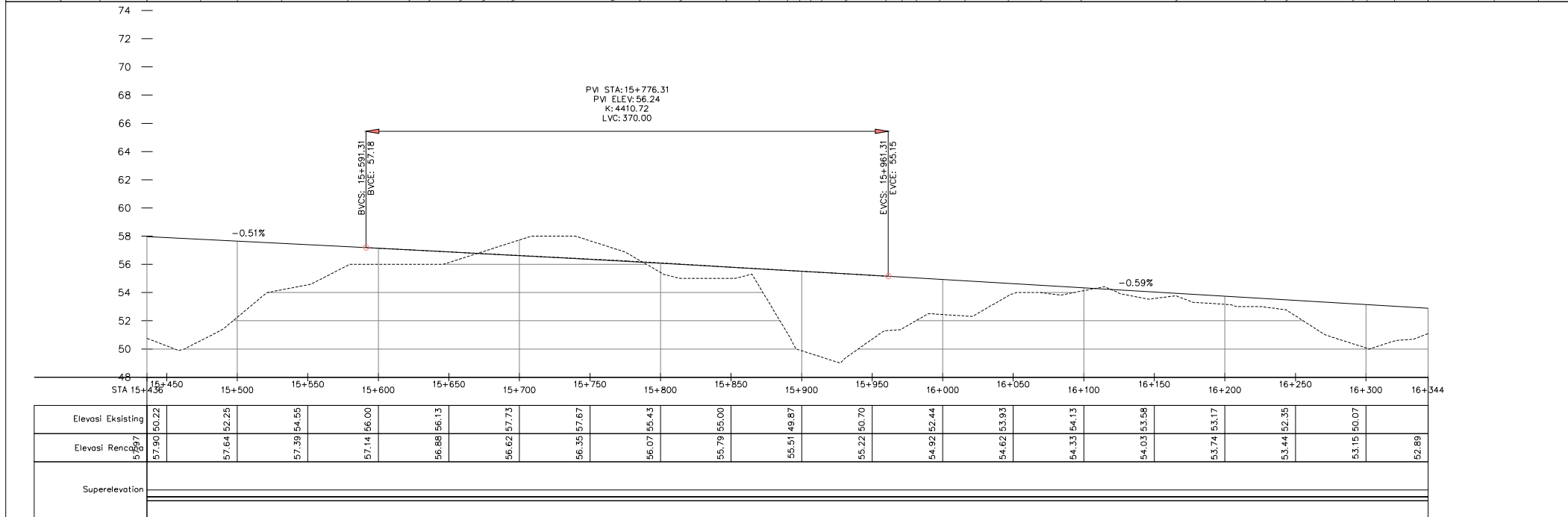
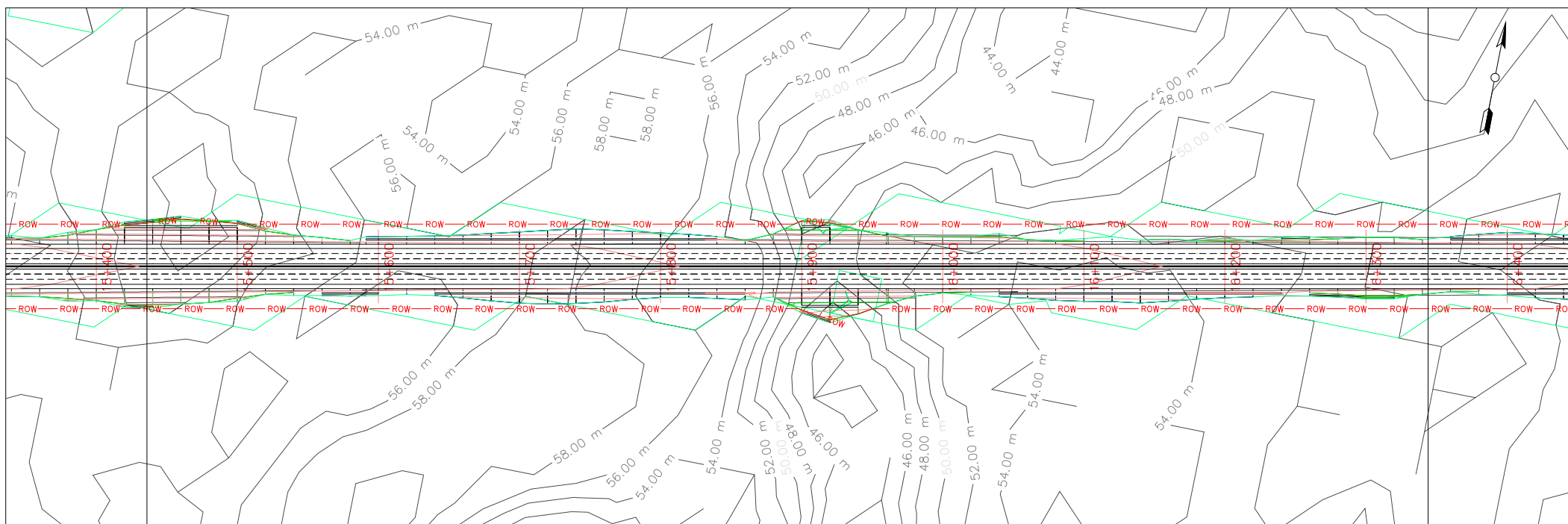


| | 14+528 | 14+550 | 14+600 | 14+650 | 14+700 | 14+750 | 14+800 | 14+850 | 14+900 | 14+950 | 15+000 | 15+050 | 15+100 | 15+150 | 15+200 | 15+250 | 15+300 | 15+350 | 15+400 | 15+436 | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Elevasi Eksisting | | 56.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 62.47 | 56.15 | 62.21 | 57.90 | 61.70 | 59.12 | 61.45 | 59.17 | 61.20 | 58.57 | 60.94 | 57.48 | 60.69 | 56.89 | 60.44 | 59.48 | 60.18 | 57.67 | 59.67 | 54.12 | 59.42 | 55.00 | 59.17 | 55.35 | 58.91 | 55.11 | 58.66 | 55.90 | 58.41 | 55.88 | 58.15 | 53.01 | 57.97 |
| Superelevation | | | | | 411.22m | | | | 411.22m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



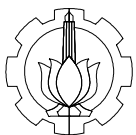
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|--|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 17 JML GBR 52 |

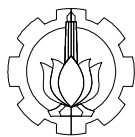
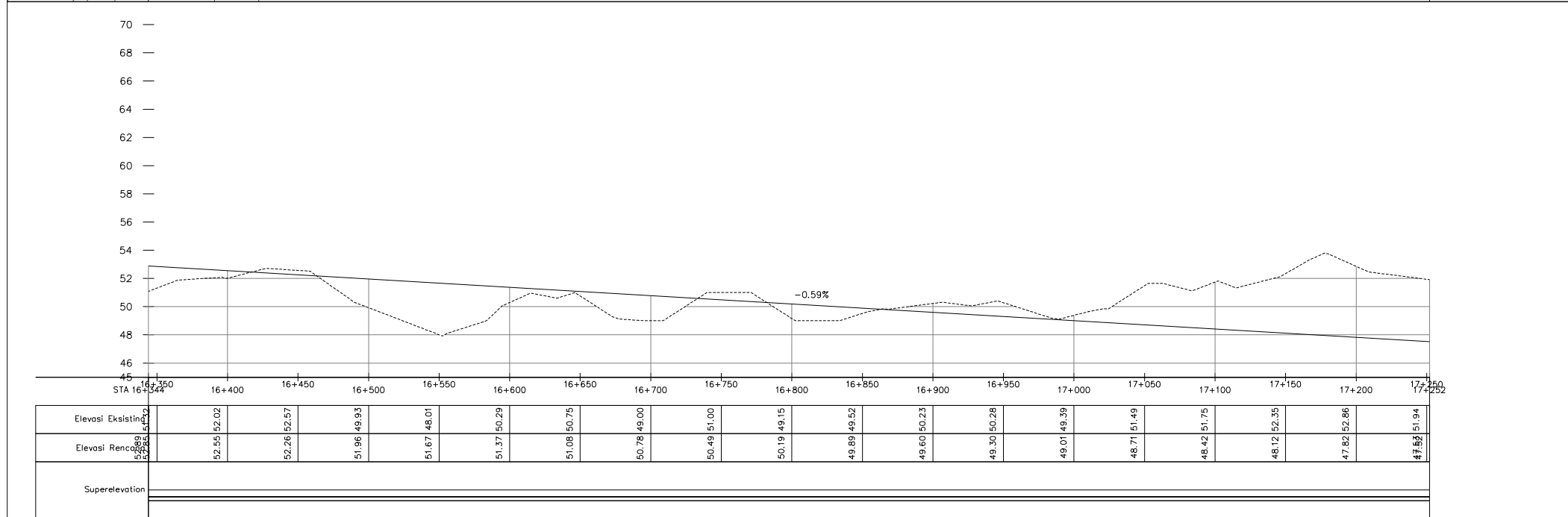
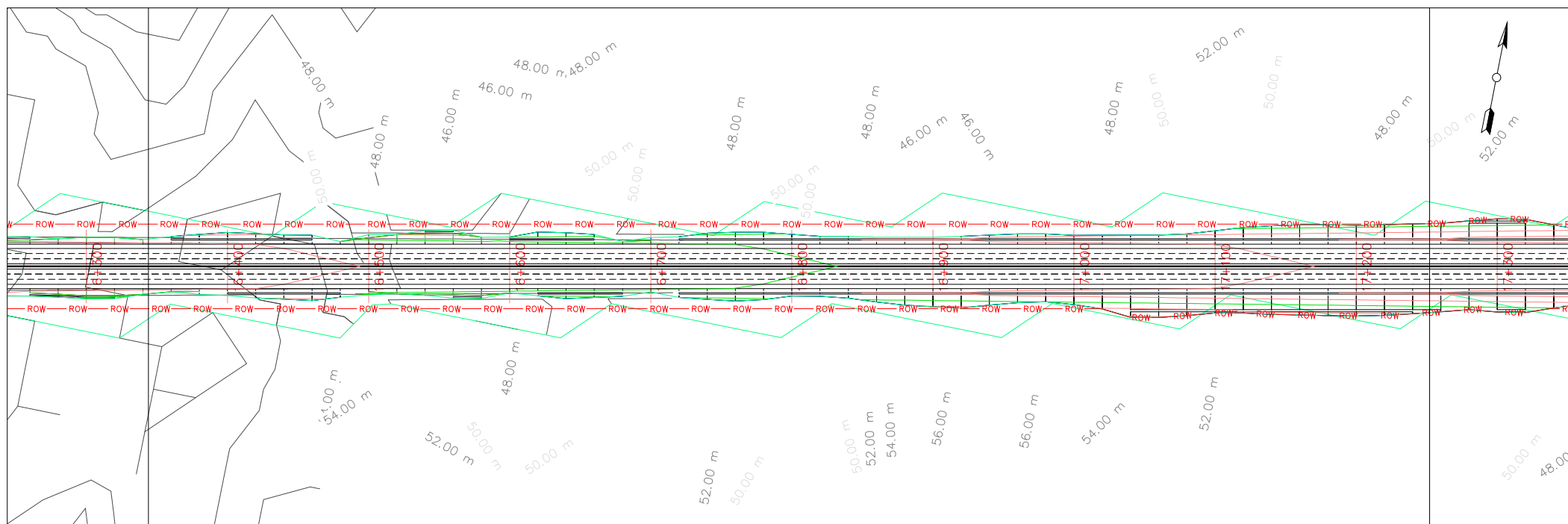


| Elevasi Eksisting | Elevasi Rencana | | | | | | | | | | | | | | | | Superelevation | | |
|-------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | 15+436 | 15+500 | 15+550 | 15+600 | 15+650 | 15+700 | 15+750 | 15+800 | 15+850 | 15+900 | 15+950 | 16+000 | 16+050 | 16+100 | 16+150 | 16+200 | | 16+250 | 16+300 |
| | 50.22 | 52.25 | 54.55 | 56.00 | 56.13 | 57.73 | 57.67 | 55.43 | 55.00 | 49.87 | 50.70 | 52.44 | 53.93 | 54.13 | 53.58 | 53.17 | 52.35 | 50.07 | 52.89 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|--|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 18 JML GBR 52 |

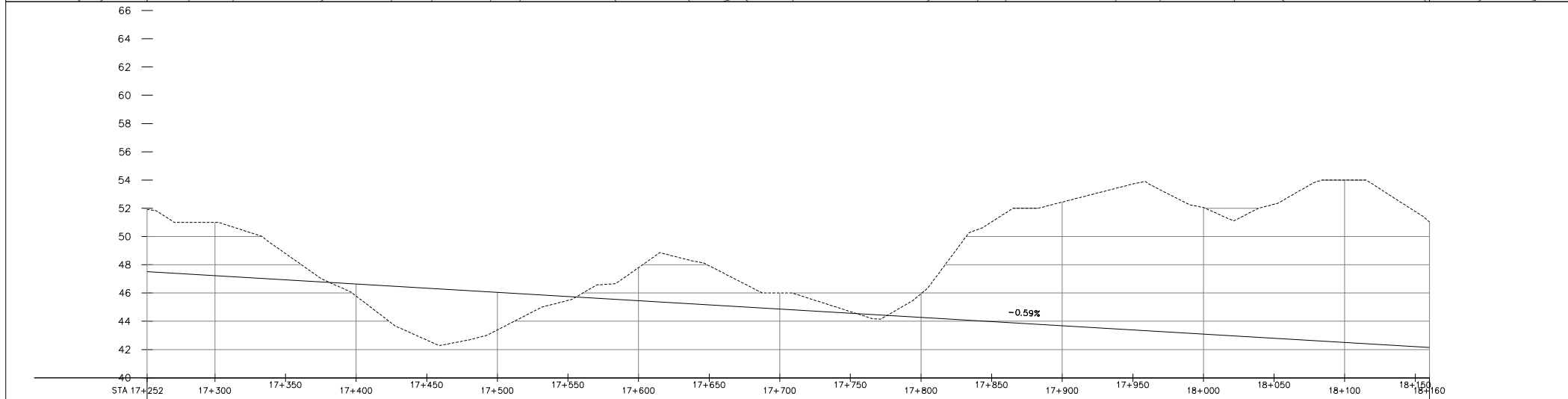
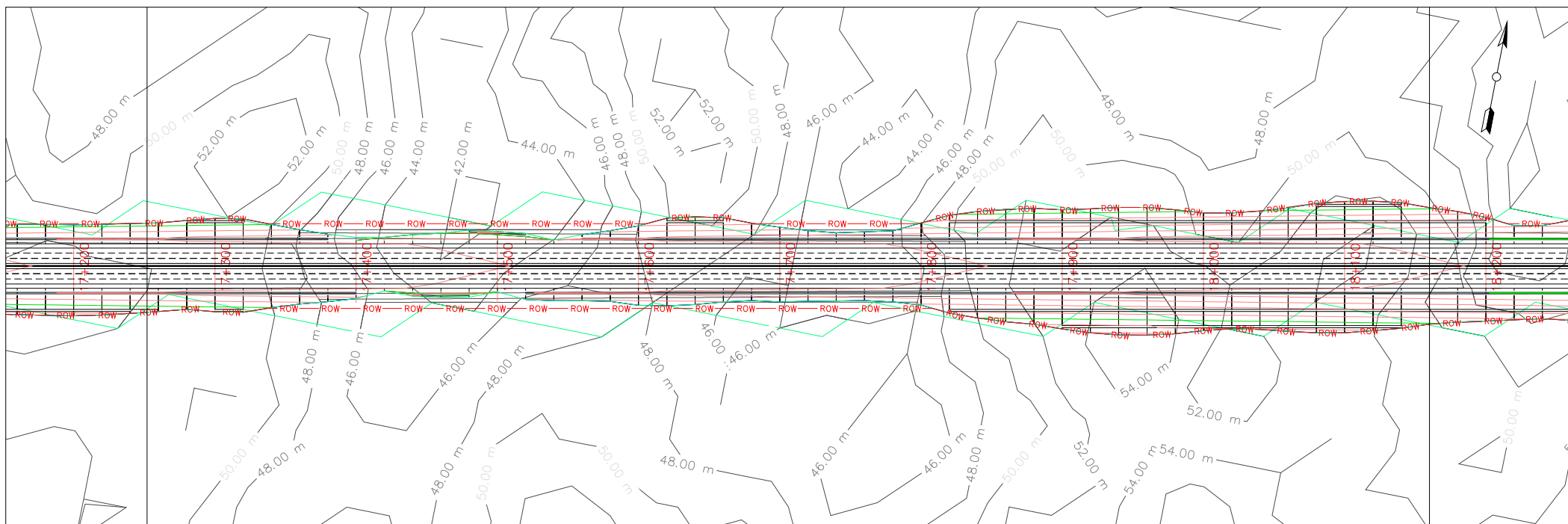


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

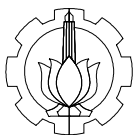


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 19 JML GBR 52 |

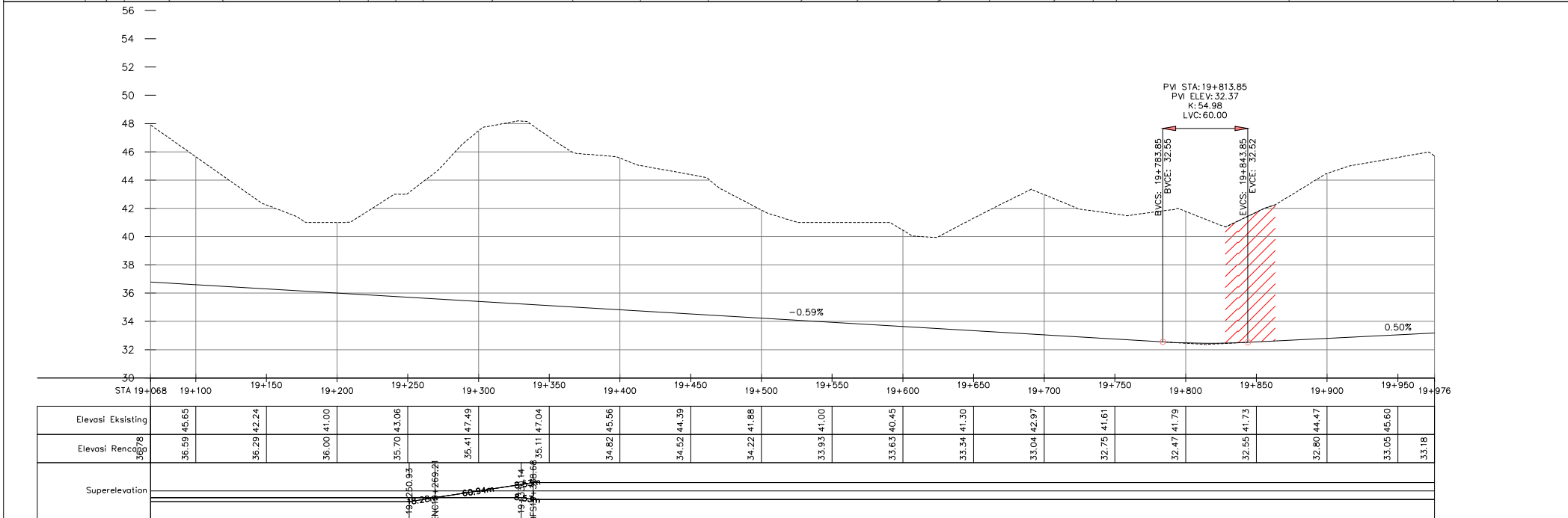
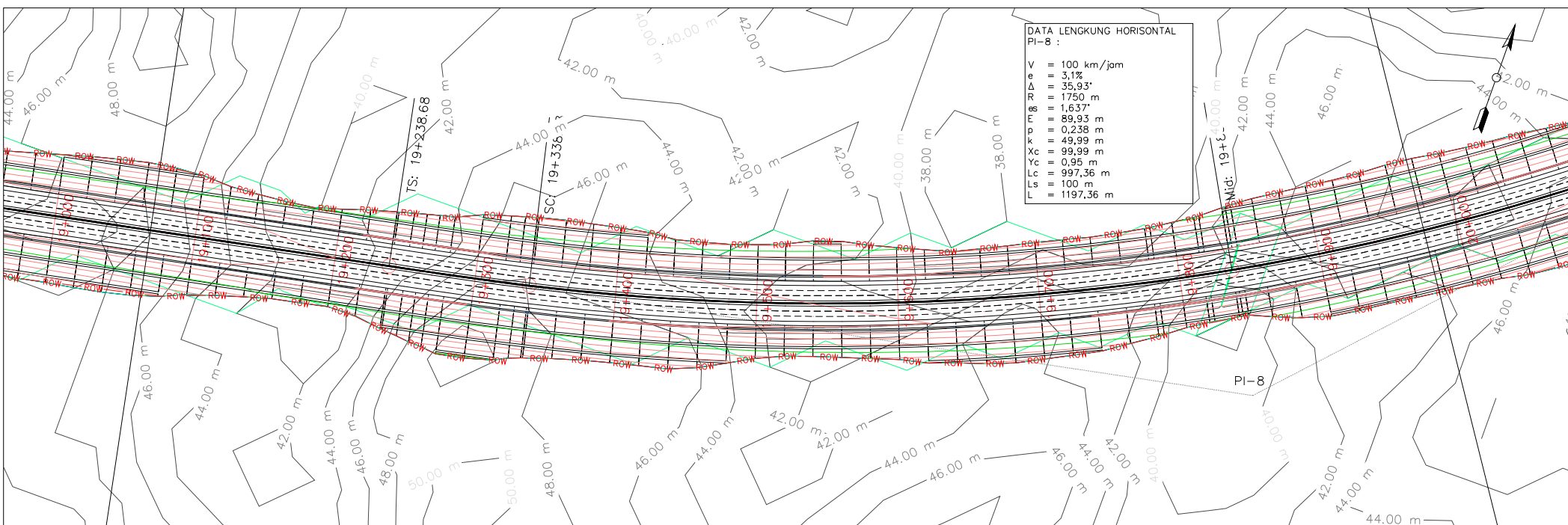


| | 17+252 | 17+300 | 17+350 | 17+400 | 17+450 | 17+500 | 17+550 | 17+600 | 17+650 | 17+700 | 17+750 | 17+800 | 17+850 | 17+900 | 17+950 | 18+000 | 18+050 | 18+100 | 18+150 | 18+160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|-------|
| Elevasi Eksisting | | 47.23 | 51.00 | | 46.94 | 48.79 | | 46.64 | 45.79 | 42.67 | | 46.05 | 43.39 | | 45.75 | 45.47 | | 45.46 | 47.80 | | 45.16 | 47.93 | | 44.87 | 46.00 | | 44.57 | 44.68 | | 44.28 | 45.95 | | 43.98 | 51.03 | | 43.69 | 52.44 | | 43.39 | 53.72 | | 43.09 | 52.06 | | 42.80 | 52.28 | | 42.50 | 54.00 | | 42.21 | 51.77 | | 42.15 |
| Elevasi Rencana | | 47.23 | 51.00 | | 46.94 | 48.79 | | 46.64 | 45.79 | 42.67 | | 46.05 | 43.39 | | 45.75 | 45.47 | | 45.46 | 47.80 | | 45.16 | 47.93 | | 44.87 | 46.00 | | 44.57 | 44.68 | | 44.28 | 45.95 | | 43.98 | 51.03 | | 43.69 | 52.44 | | 43.39 | 53.72 | | 43.09 | 52.06 | | 42.80 | 52.28 | | 42.50 | 54.00 | | 42.21 | 51.77 | | 42.15 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

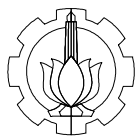


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR | |
|--|---|--|---|------------------|------------|----------|---------|----|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 20 | |
| | | | | | | | JML GBR | 52 |

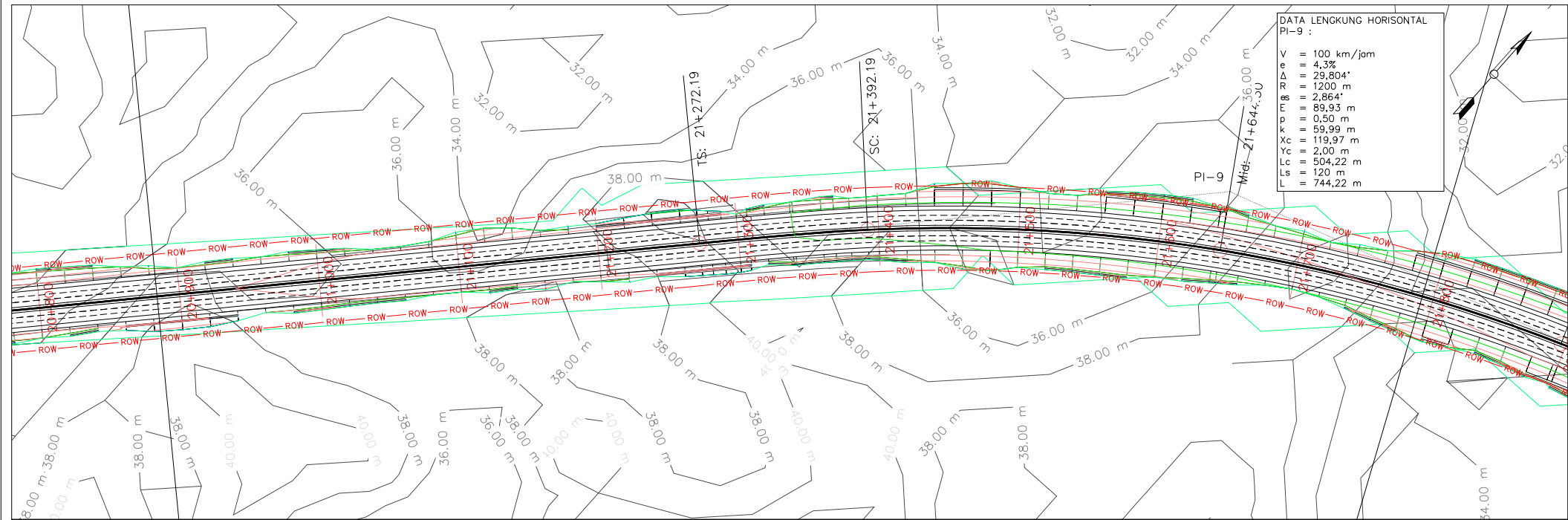


| | STA 19+068 | 19+100 | 19+150 | 19+200 | 19+250 | 19+300 | 19+350 | 19+400 | 19+450 | 19+500 | 19+550 | 19+600 | 19+650 | 19+700 | 19+750 | 19+800 | 19+850 | 19+900 | 19+950 | 19+976 |
|-------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Elevasi Eksisting | 36.59 | 36.29 | 36.00 | 35.70 | 35.41 | 35.11 | 34.82 | 34.52 | 34.22 | 33.93 | 33.63 | 33.34 | 33.04 | 32.75 | 32.47 | 32.55 | 32.80 | 33.05 | 33.18 | |
| Elevasi Rencana | 45.65 | 42.24 | 41.00 | 43.06 | 47.49 | 47.04 | 45.56 | 44.39 | 41.88 | 41.00 | 40.45 | 41.30 | 42.97 | 41.61 | 41.79 | 41.73 | 44.47 | 45.60 | | |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

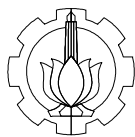
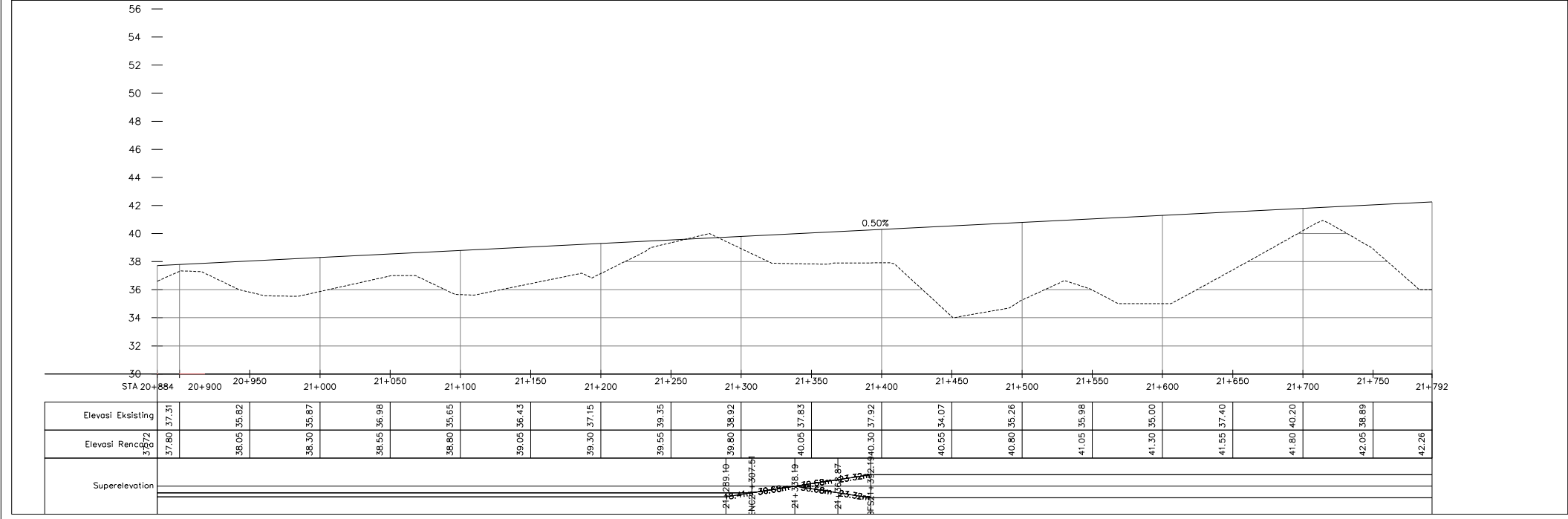


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|--|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 22 JML GBR 52 |



| DATA LENGKUNG HORIZONTAL | |
|--------------------------|--------------|
| PI-9 : | |
| V | = 100 km/jam |
| e | = 4.3% |
| Δ | = 29,804' |
| R | = 1200 m |
| ES | = 2,864' |
| E | = 89,93 m |
| P | = 0,50 m |
| K | = 59,99 m |
| Xc | = 119,97 m |
| Yc | = 2,00 m |
| Lc | = 504,22 m |
| Es | = 120 m |
| Eg | = 744,22 m |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING
 Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA
 Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

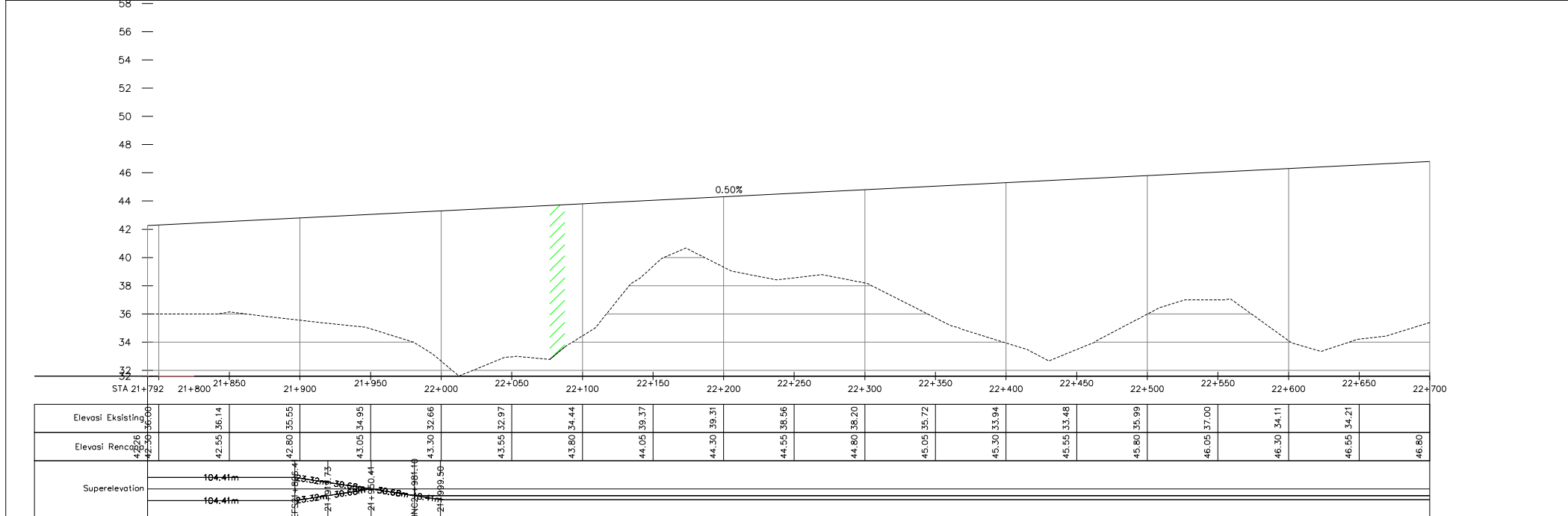
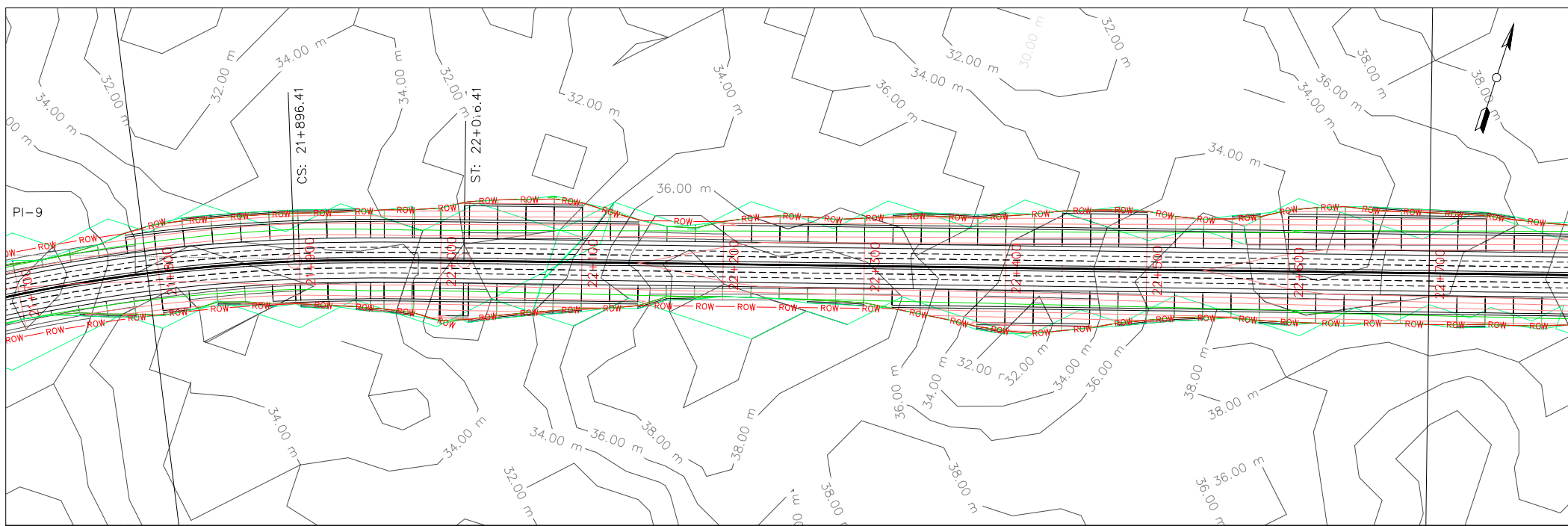
SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR
 NO. GBR
 24
 JML GBR
 52

PL



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

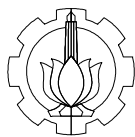
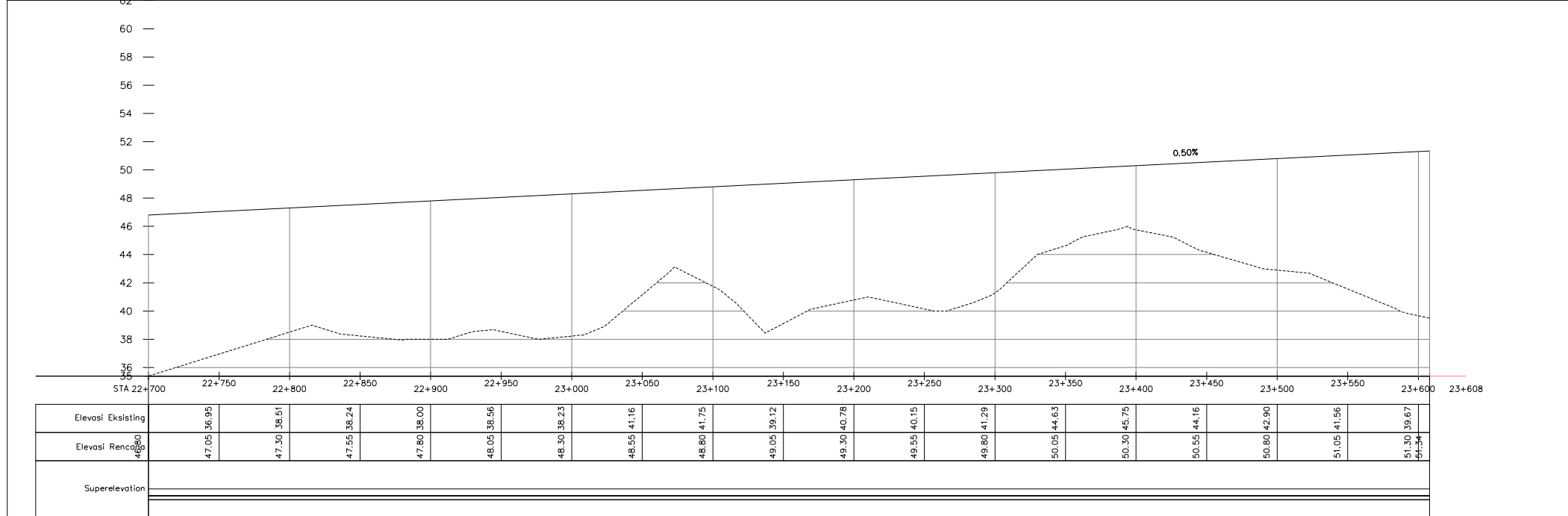
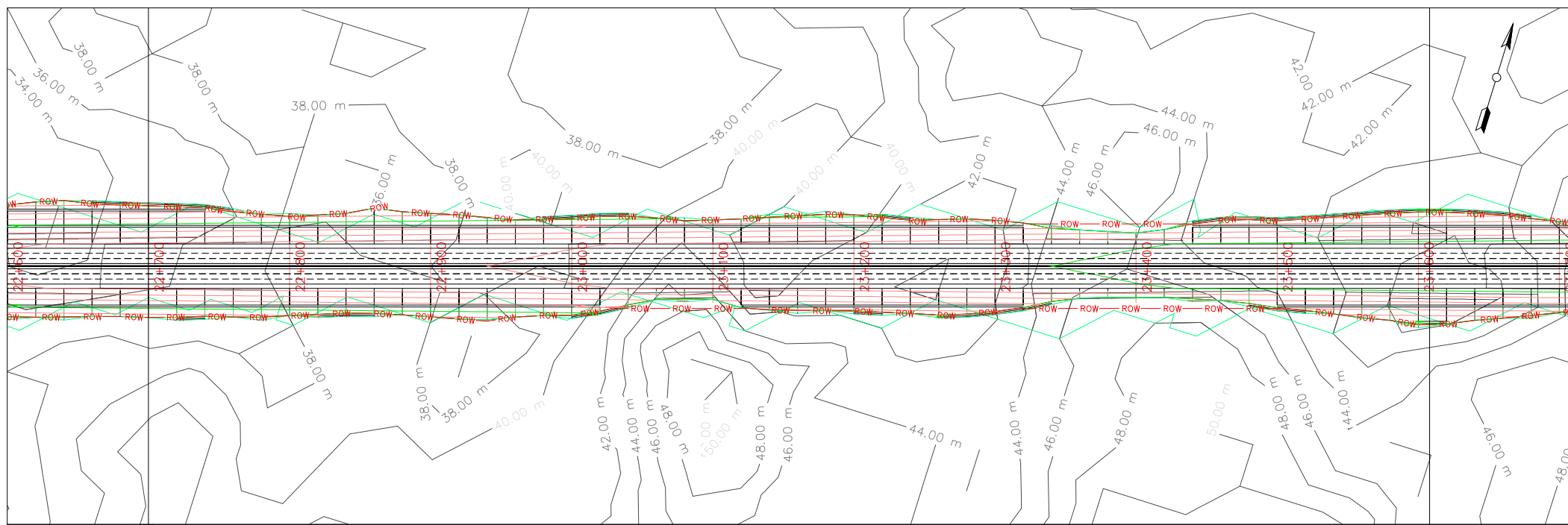
PL

NO. GBR

25

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING
 Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

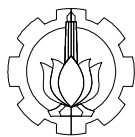
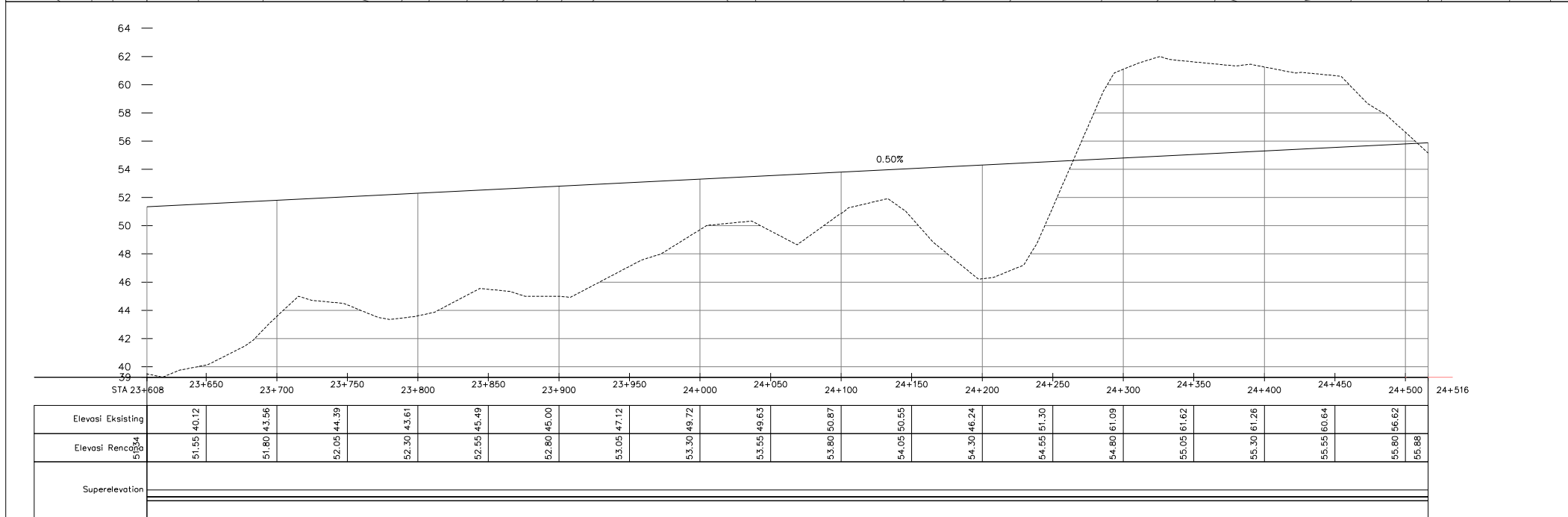
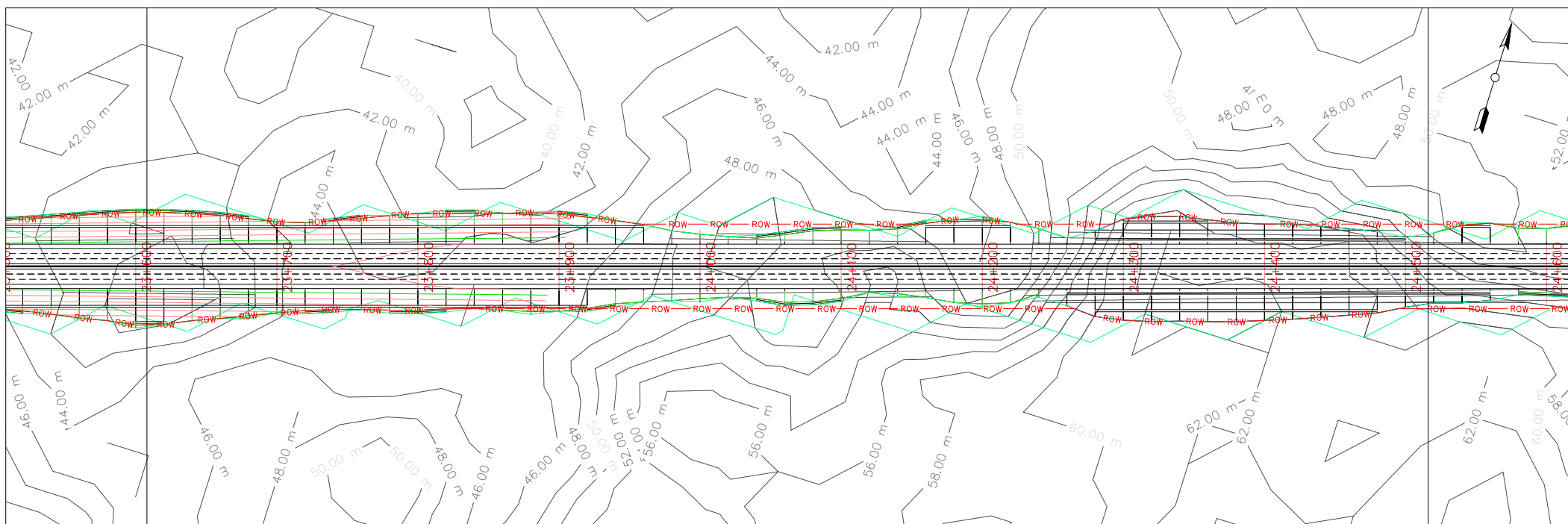
NAMA MAHASISWA
 Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFILE

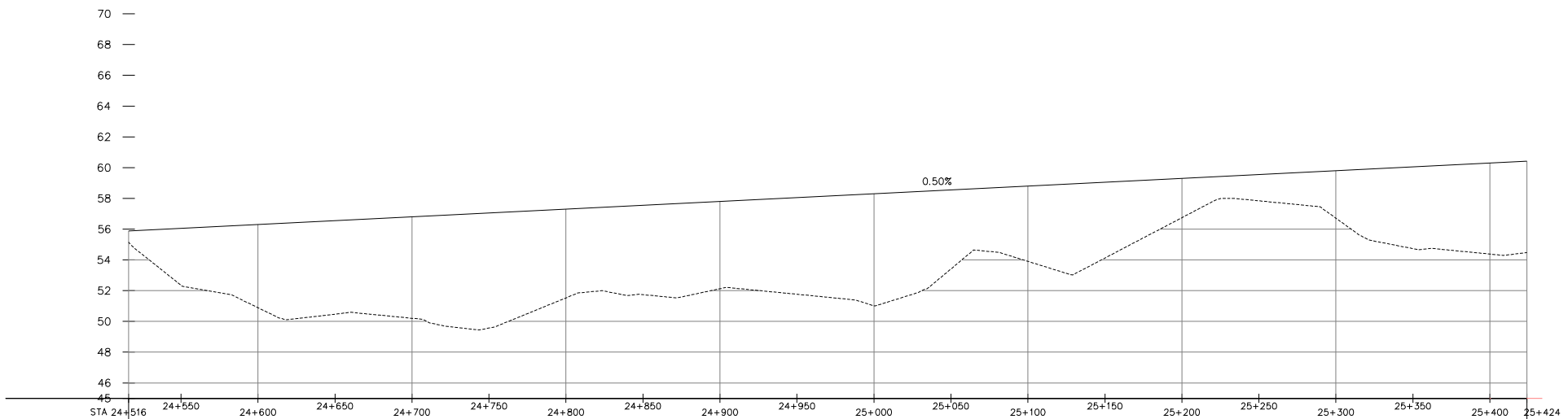
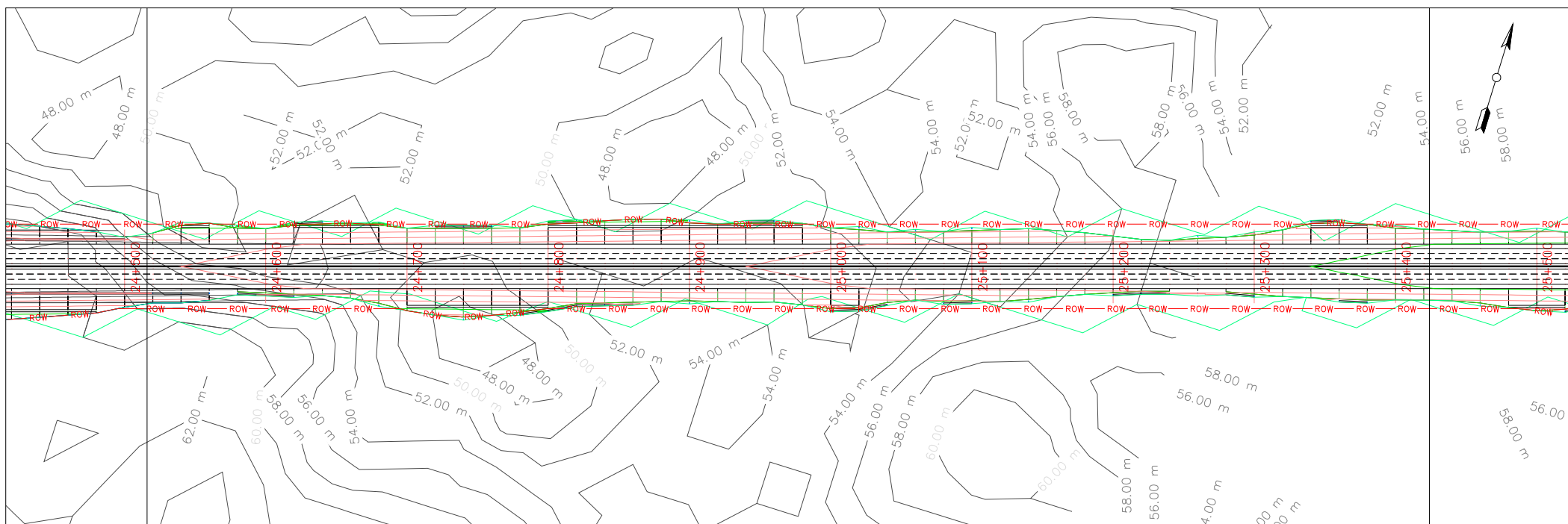
KETERANGAN

| KODE GBR | NO. GBR |
|----------|---------|
| PL | 26 |
| | JML GBR |
| | 52 |

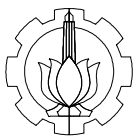


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 27 JML GBR 52 |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | STA 24+516 | 24+550 | 24+600 | 24+650 | 24+700 | 24+750 | 24+800 | 24+850 | 24+900 | 24+950 | 25+000 | 25+050 | 25+100 | 25+150 | 25+200 | 25+250 | 25+300 | 25+350 | 25+400 | 25+424 | |
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 56.05 | 56.30 | 56.55 | 56.80 | 57.05 | 57.30 | 57.55 | 57.80 | 58.05 | 58.30 | 58.55 | 58.80 | 59.05 | 59.30 | 59.55 | 59.80 | 60.05 | 60.30 | 60.55 | 60.80 | |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

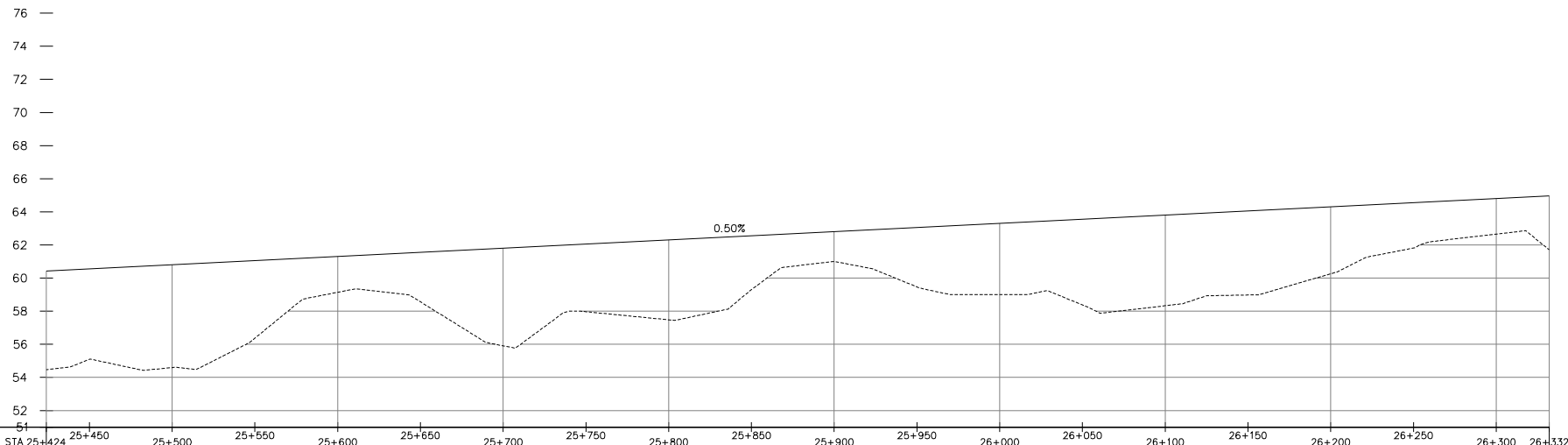
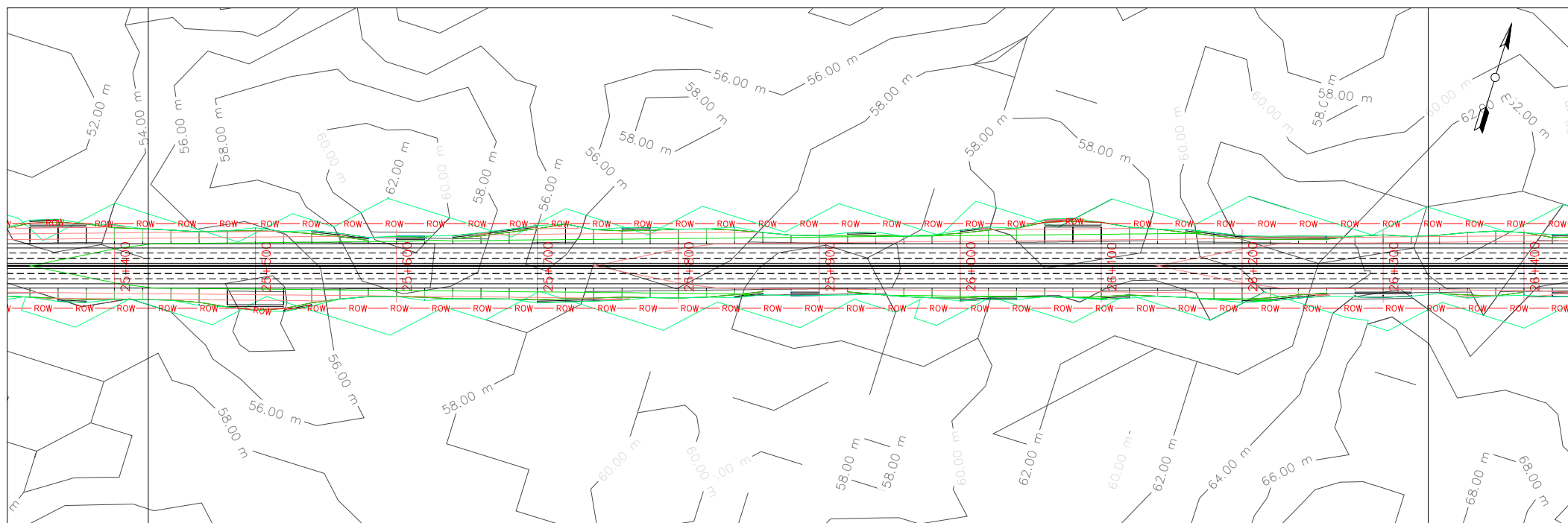
PL

NO. GBR

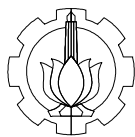
28

JML GBR

52



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 25+424 | 25+450 | 25+500 | 25+550 | 25+600 | 25+650 | 25+700 | 25+750 | 25+800 | 25+850 | 25+900 | 25+950 | 26+000 | 26+050 | 26+100 | 26+150 | 26+200 | 26+250 | 26+300 | 26+332 |
| Elevasi Eksisting | 58.10 | 54.60 | 56.37 | 59.14 | 58.57 | 55.91 | 57.97 | 57.48 | 58.30 | 61.01 | 59.47 | 59.00 | 58.38 | 58.33 | 58.98 | 60.26 | 61.81 | 62.66 | 64.96 | |
| Elevasi Rencana | 60.55 | 60.80 | 61.05 | 61.30 | 61.55 | 61.80 | 62.05 | 62.30 | 62.55 | 62.80 | 63.05 | 63.30 | 63.55 | 63.80 | 64.05 | 64.30 | 64.55 | 64.80 | 65.05 | 65.30 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING
 Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA
 Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

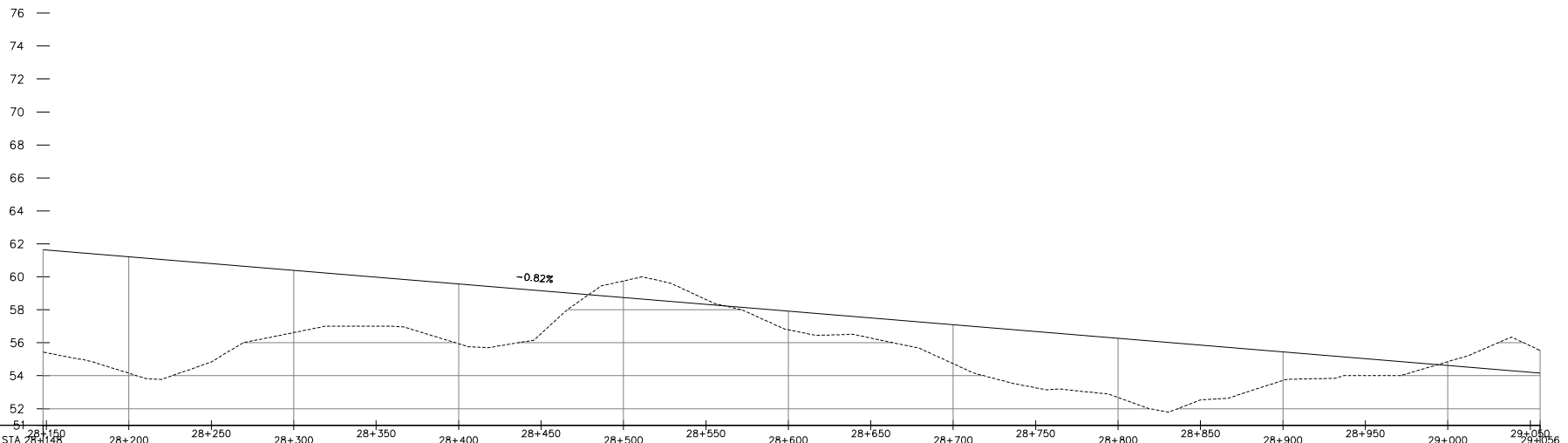
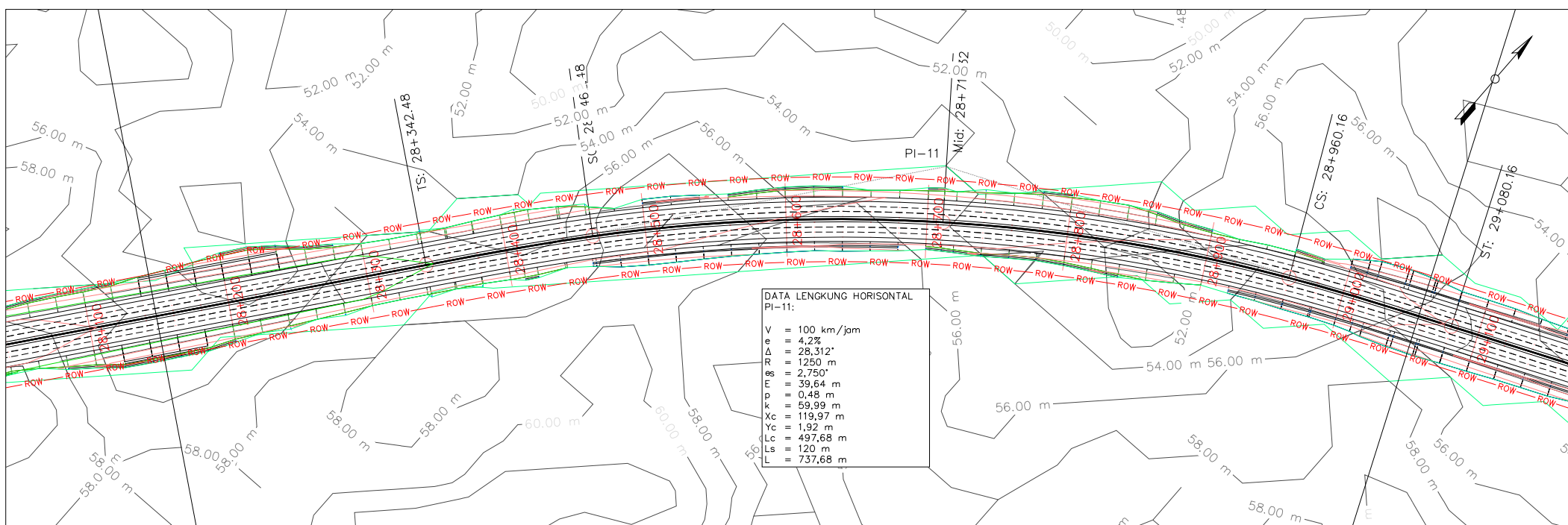
SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR
 NO. GBR
 29
 JML GBR
 52

PL

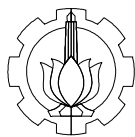
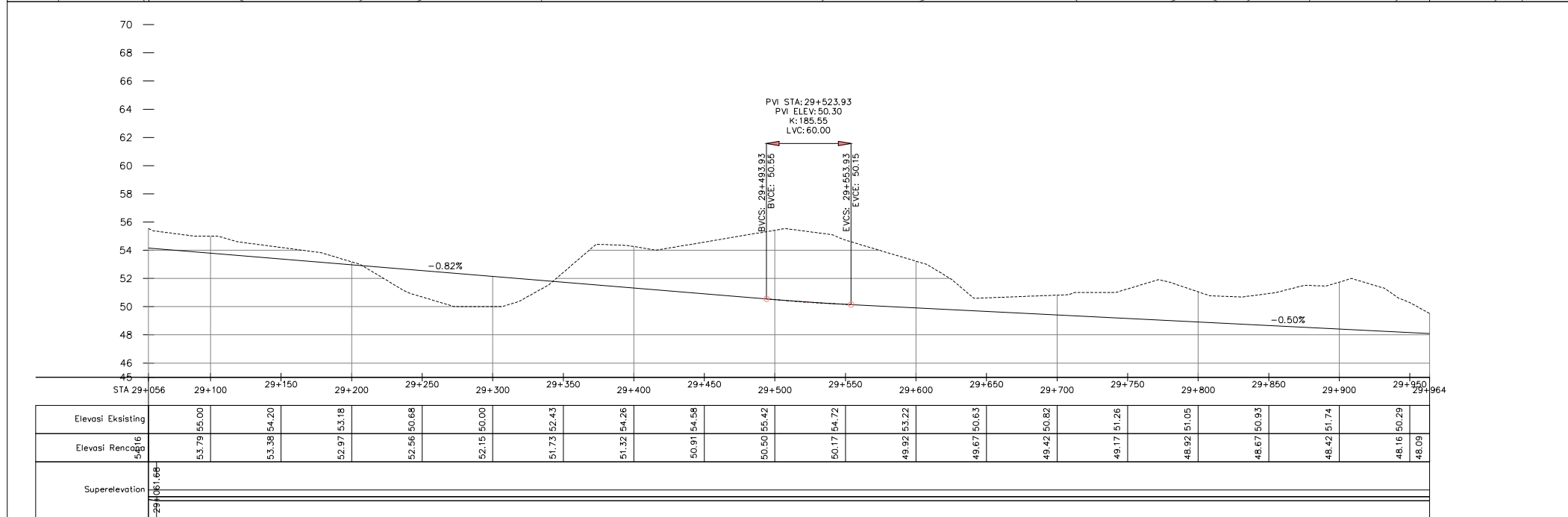
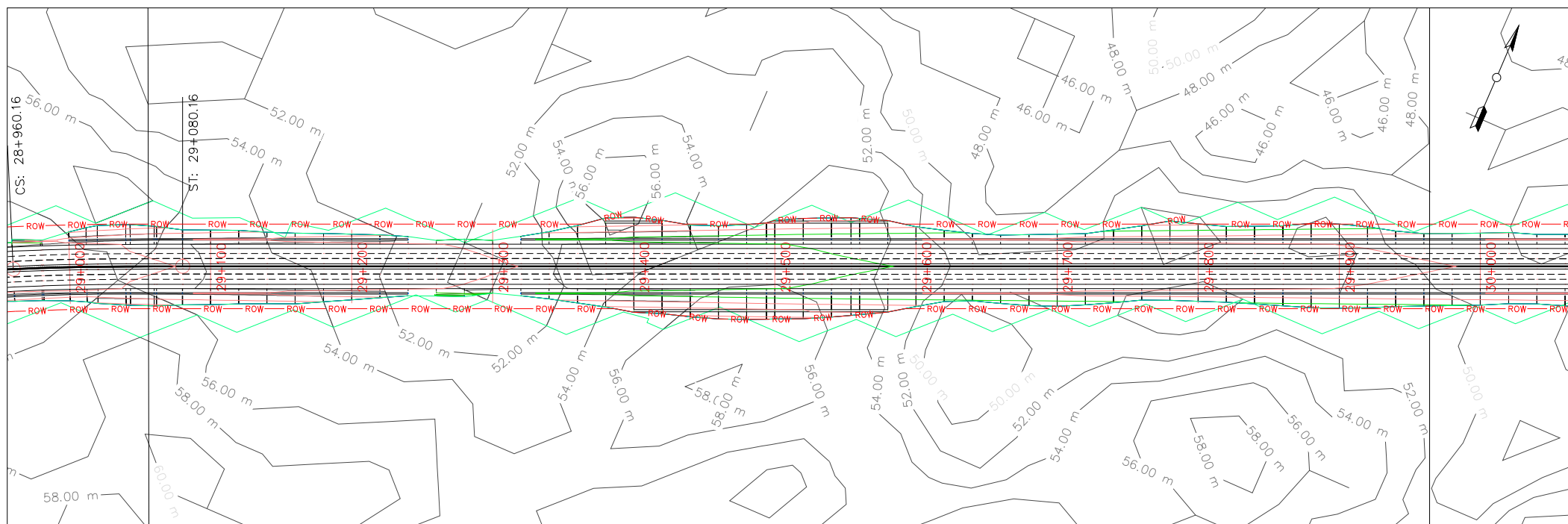


| Station | Elevasi Eksisting (m) | Elevasi Rencana (m) | Superelevation |
|---------|-----------------------|---------------------|----------------|
| 28+150 | 54.15 | 61.21 | |
| 28+200 | | 60.80 | |
| 28+250 | 54.84 | 60.39 | |
| 28+300 | 56.62 | 59.98 | |
| 28+350 | 57.00 | 59.57 | |
| 28+400 | 55.94 | 58.74 | |
| 28+450 | 56.55 | 58.33 | |
| 28+500 | 58.75 | 57.92 | |
| 28+550 | 58.63 | 57.50 | |
| 28+600 | 56.78 | 57.09 | |
| 28+650 | 56.29 | 56.68 | |
| 28+700 | 54.73 | 56.27 | |
| 28+750 | 53.27 | 55.86 | |
| 28+800 | 52.68 | 55.44 | |
| 28+850 | 52.53 | 55.03 | |
| 28+900 | 53.71 | 54.62 | |
| 28+950 | 54.00 | 54.21 | |
| 29+000 | 54.85 | 54.16 | |
| 29+050 | 55.82 | | |



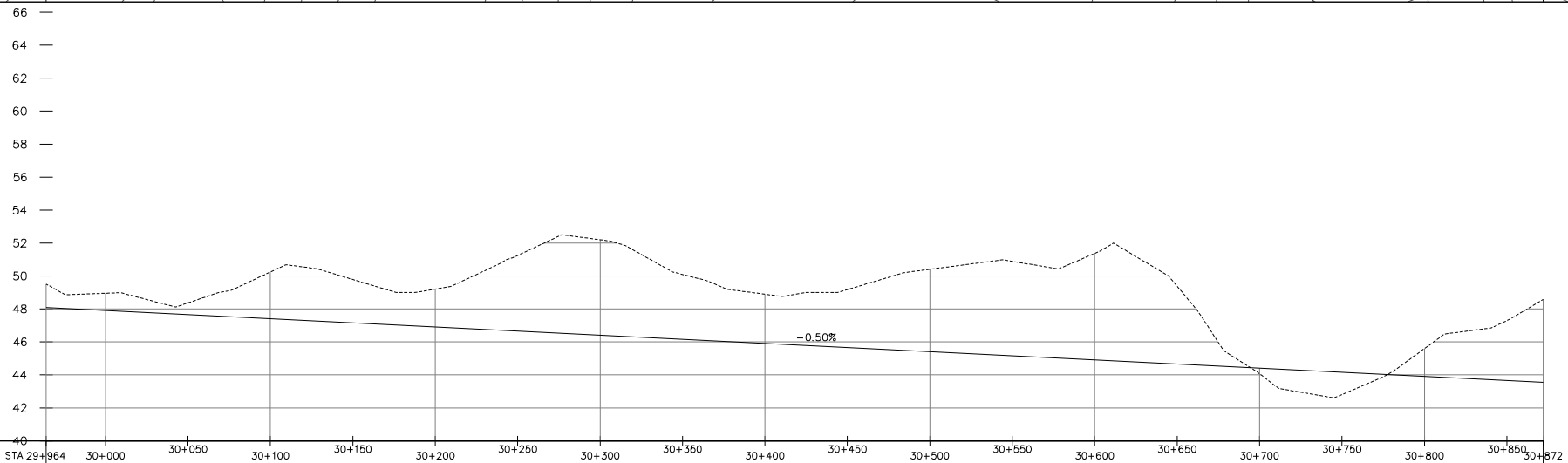
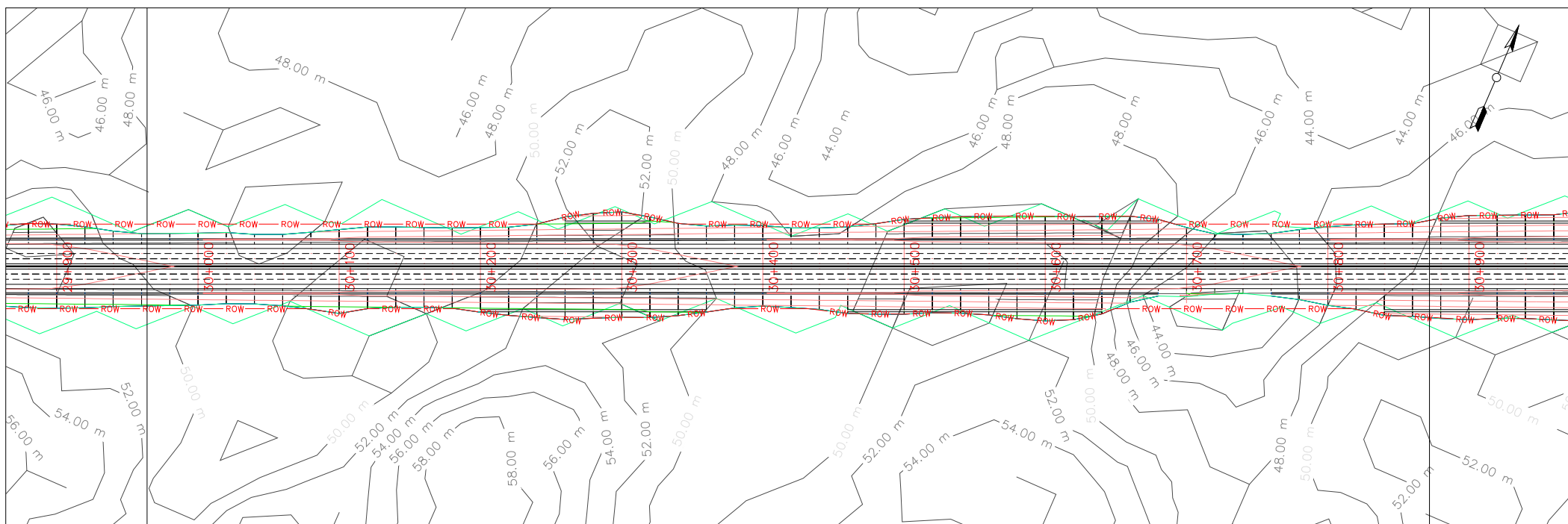
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|--|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 32 JML GBR 52 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 33 JML GBR 52 |



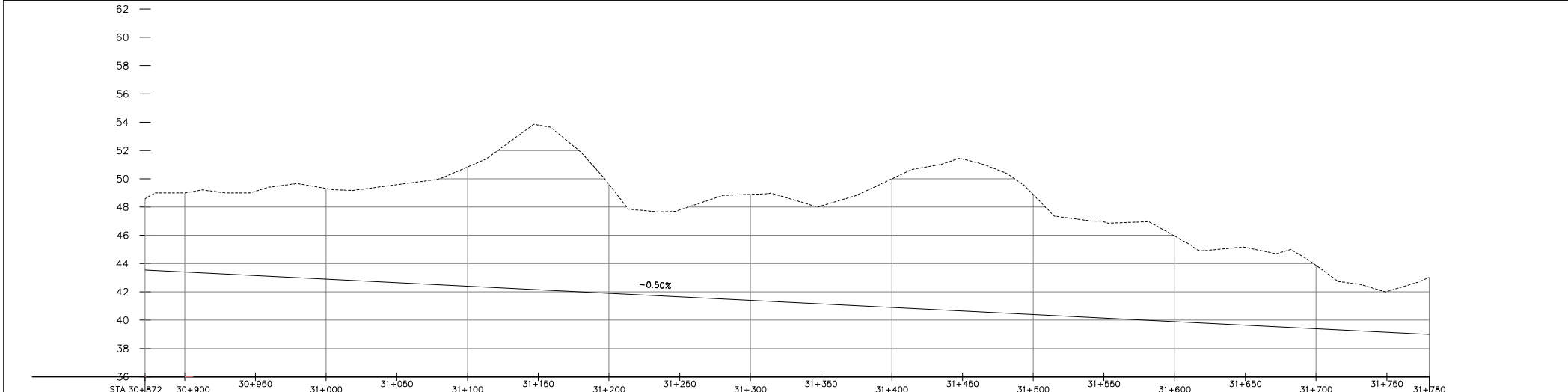
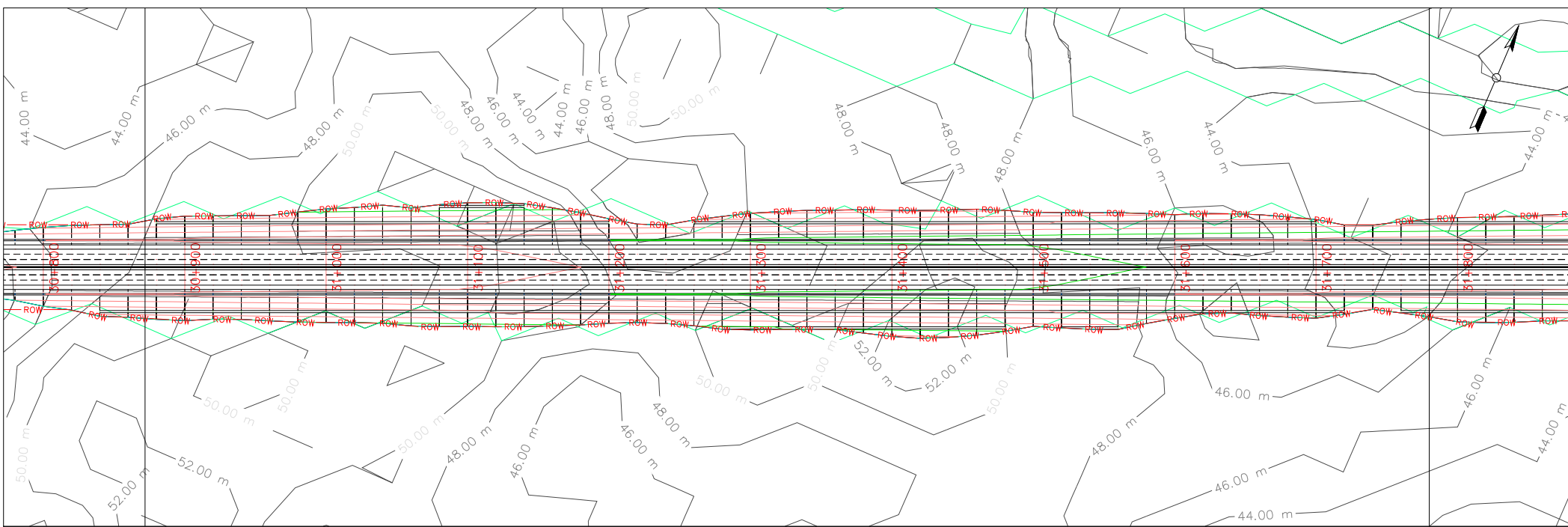
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Elevasi Eksisting | 47.91 | 47.66 | 47.41 | 47.16 | 46.91 | 46.66 | 46.41 | 46.16 | 45.91 | 45.66 | 45.41 | 45.16 | 44.91 | 44.66 | 44.41 | 44.16 | 43.91 | 43.66 | 43.41 |
| Elevasi Rencana | 48.96 | 48.37 | 48.25 | 48.79 | 49.21 | 51.25 | 52.20 | 50.10 | 48.90 | 49.18 | 50.41 | 50.89 | 51.37 | 49.38 | 44.07 | 42.81 | 45.60 | 47.29 | 43.54 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

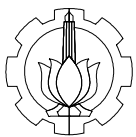


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 34 JML GBR 52 |



| STA | 30+872 | 30+900 | 30+950 | 31+000 | 31+050 | 31+100 | 31+150 | 31+200 | 31+250 | 31+300 | 31+350 | 31+400 | 31+450 | 31+500 | 31+550 | 31+600 | 31+650 | 31+700 | 31+750 | 31+780 | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 43.40 | 43.15 | 42.90 | 42.65 | 42.40 | 42.15 | 41.90 | 41.65 | 41.40 | 41.15 | 40.90 | 40.65 | 40.40 | 40.15 | 39.90 | 39.65 | 39.40 | 39.15 | 38.90 | 38.65 | |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

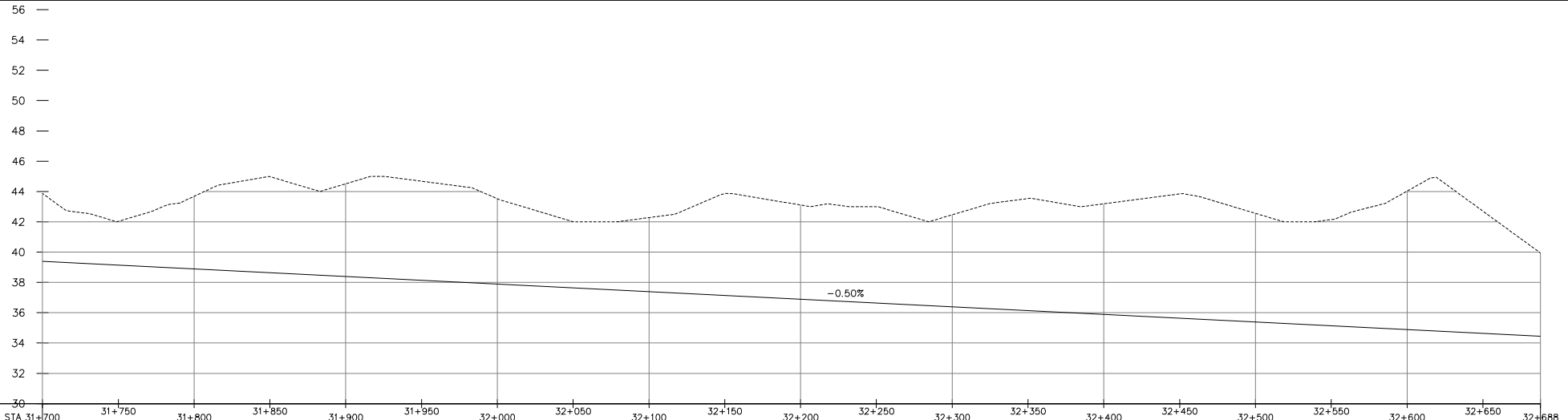
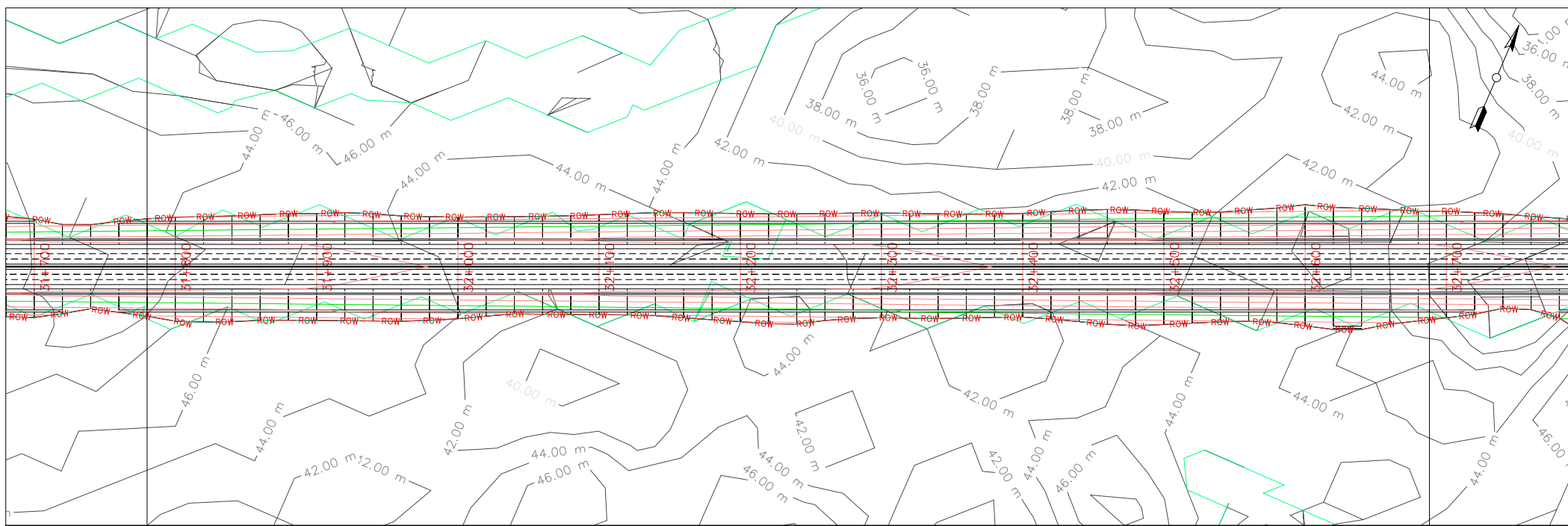
PL

NO. GBR

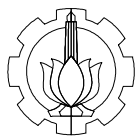
35

JML GBR

52

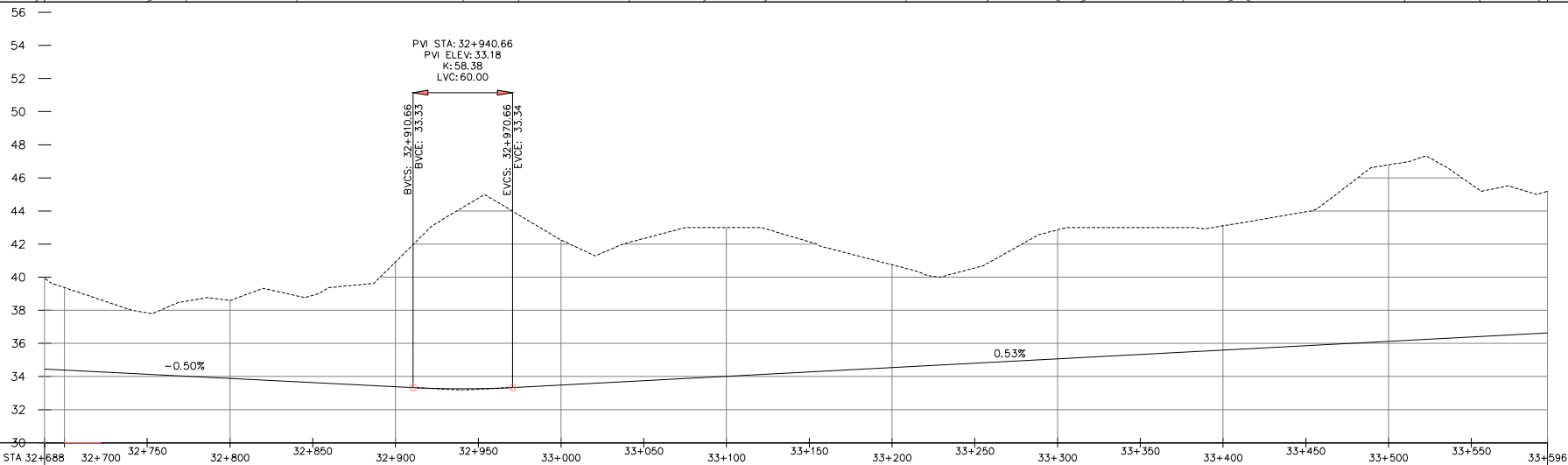
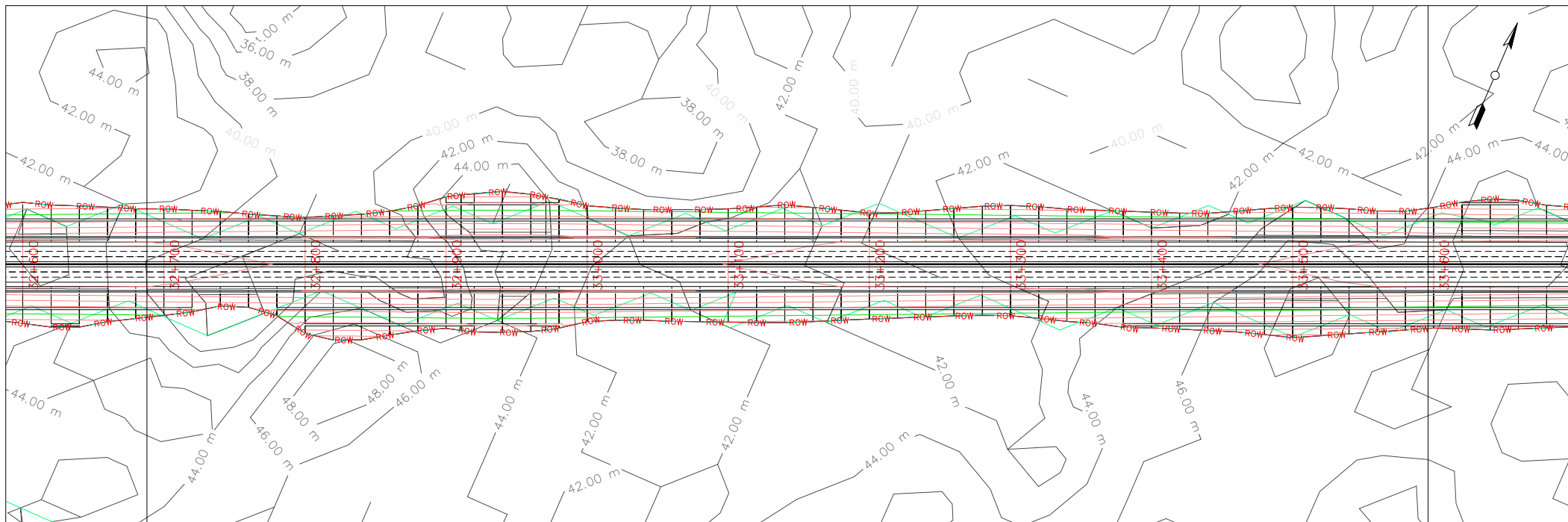


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 31+700 | 31+750 | 31+800 | 31+850 | 31+900 | 31+950 | 32+000 | 32+050 | 32+100 | 32+150 | 32+200 | 32+250 | 32+300 | 32+350 | 32+400 | 32+450 | 32+500 | 32+550 | 32+600 | 32+650 | 32+688 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Eksisting | | | 38.90 | 44.98 | 38.39 | 44.51 | 38.14 | 44.68 | 37.89 | 43.53 | 37.64 | 42.01 | 37.39 | 42.28 | 37.14 | 43.86 | 36.89 | 43.11 | 36.64 | 43.00 | 36.39 | 42.46 | 36.14 | 43.54 | 35.89 | 43.19 | 35.64 | 43.84 | 35.39 | 42.56 | 35.14 | 42.15 | 34.89 | 44.03 | 34.64 | 42.70 | 34.45 | | |
| Elevasi Rencana | 39.15 | | 38.90 | 43.68 | 38.64 | 44.98 | 38.39 | 44.51 | 38.14 | 44.68 | 37.89 | 43.53 | 37.64 | 42.01 | 37.39 | 42.28 | 37.14 | 43.86 | 36.89 | 43.00 | 36.64 | 43.00 | 36.39 | 42.46 | 36.14 | 43.54 | 35.89 | 43.19 | 35.64 | 43.84 | 35.39 | 42.56 | 35.14 | 42.15 | 34.89 | 44.03 | 34.64 | 42.70 | 34.45 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

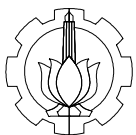


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|--|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 36 JML GBR 52 |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Elevasi Eksisting | 34.39 | 34.37 | 34.13 | 37.84 | 33.88 | 38.59 | 33.63 | 38.90 | 33.38 | 40.92 | 33.27 | 44.77 | 33.49 | 42.25 | 33.76 | 42.34 | 34.02 | 43.00 | 34.28 | 42.14 | 34.55 | 40.75 | 34.81 | 40.55 | 35.07 | 42.86 | 35.34 | 43.00 | 35.60 | 43.10 | 35.86 | 43.94 | 36.13 | 46.78 | 36.39 | 45.61 | 36.63 | |
| Elevasi Rencana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

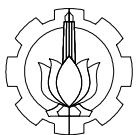
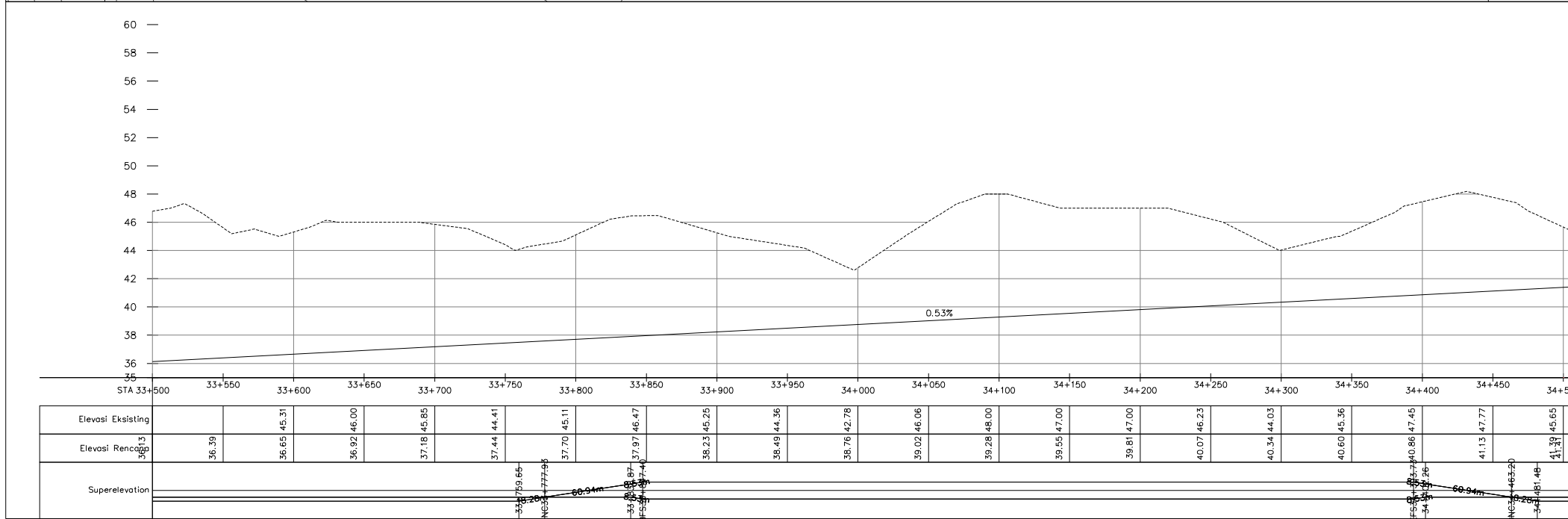
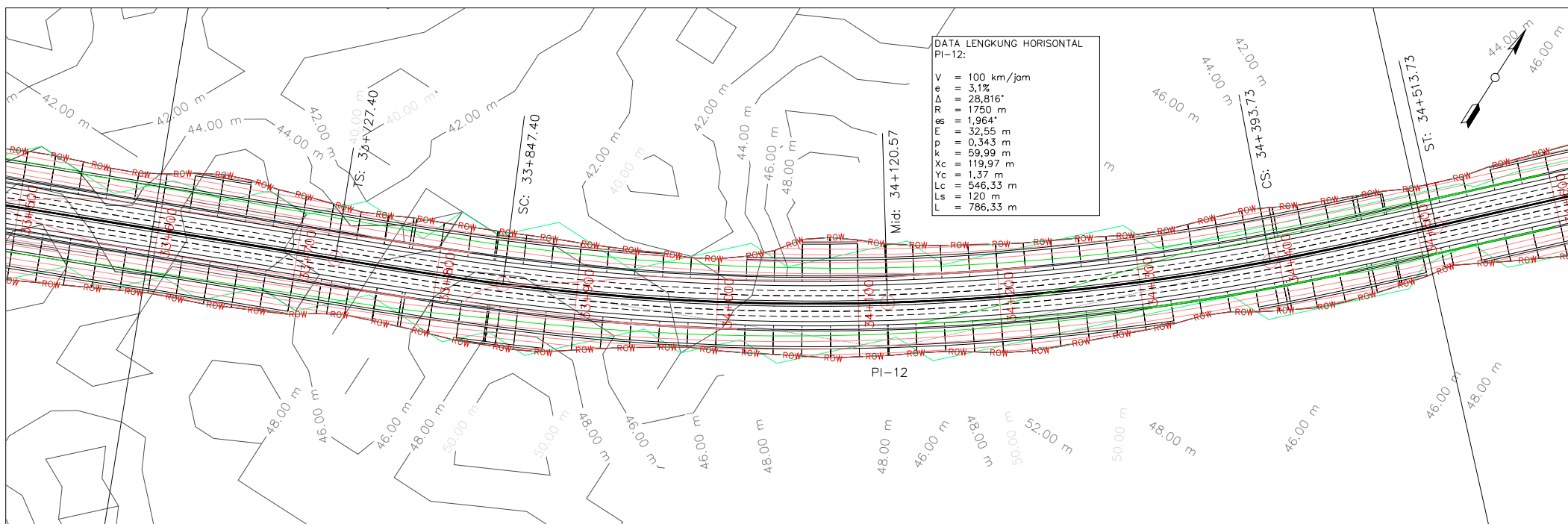
PL

NO. GBR

37

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

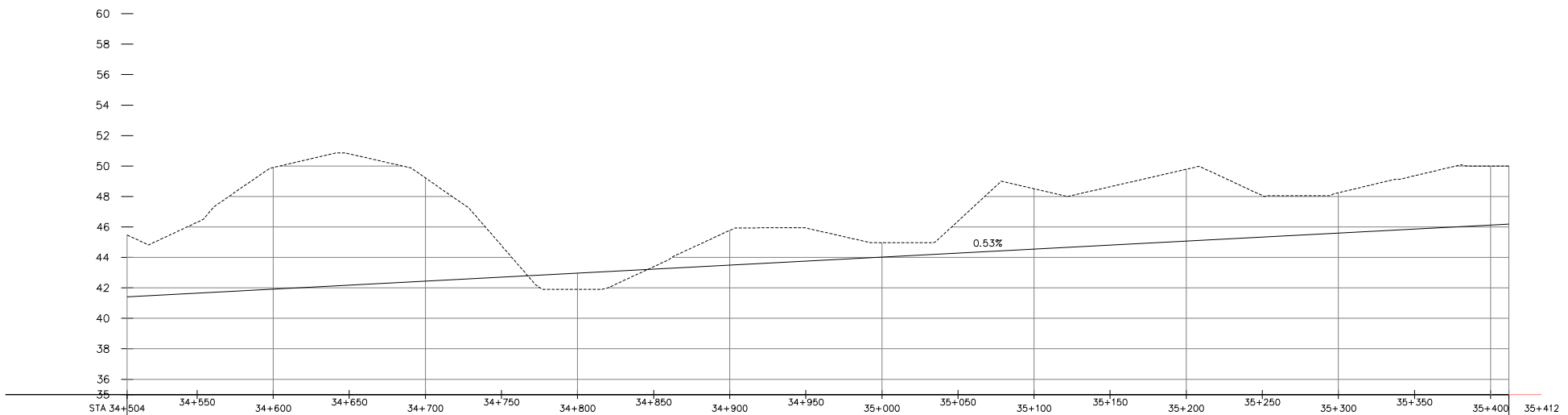
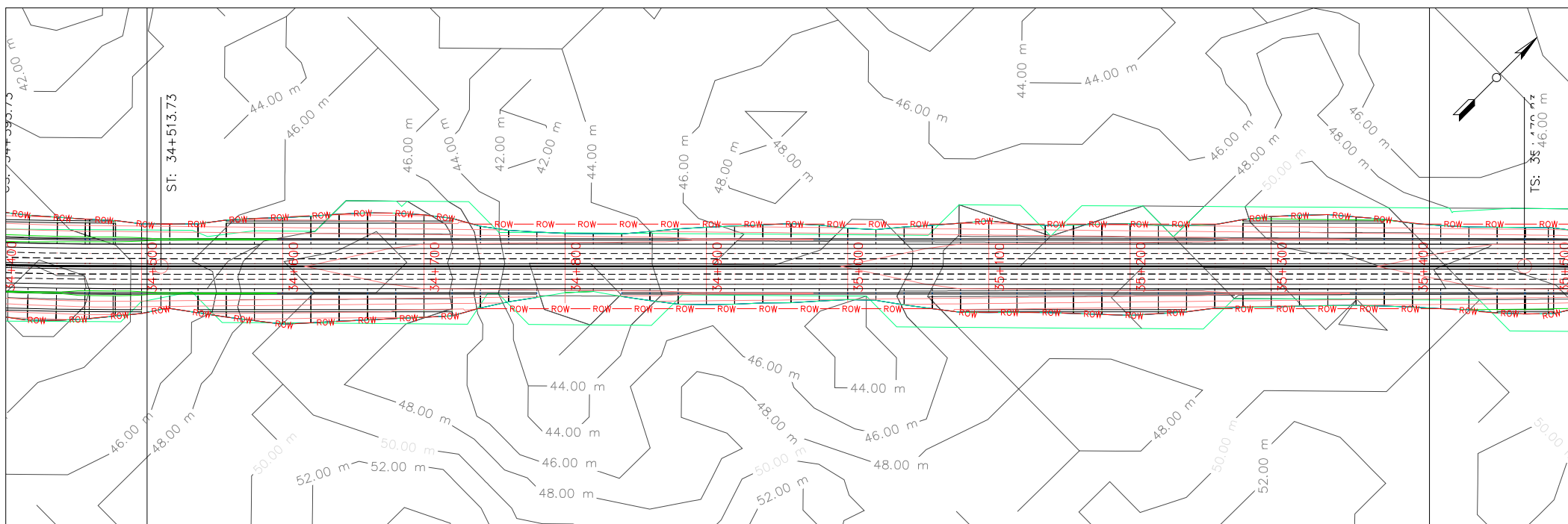
PL

NO. GBR

38

JML GBR

52



| | 34+504 | 34+550 | 34+600 | 34+650 | 34+700 | 34+750 | 34+800 | 34+850 | 34+900 | 34+950 | 35+000 | 35+050 | 35+100 | 35+150 | 35+200 | 35+250 | 35+300 | 35+350 | 35+400 | 35+412 | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 41.65 | 41.92 | 41.99 | 42.18 | 42.44 | 42.71 | 42.97 | 43.23 | 43.39 | 43.50 | 43.76 | 44.02 | 44.29 | 44.55 | 44.81 | 45.08 | 45.34 | 45.60 | 45.87 | 46.13 | 46.19 |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

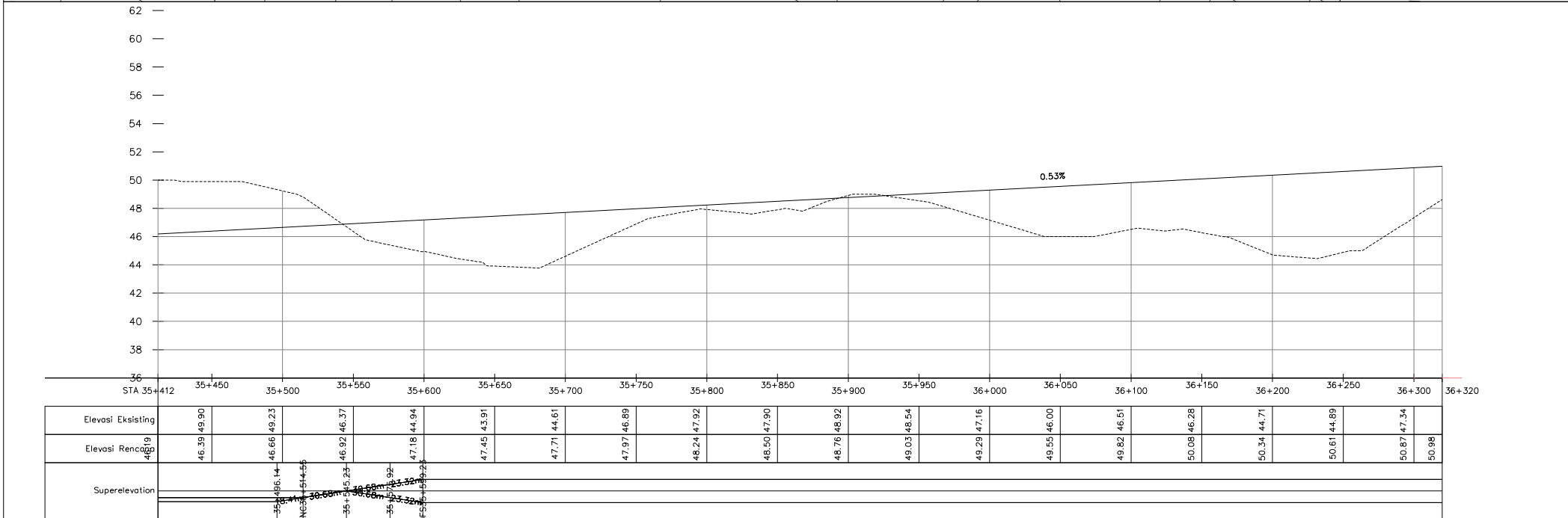
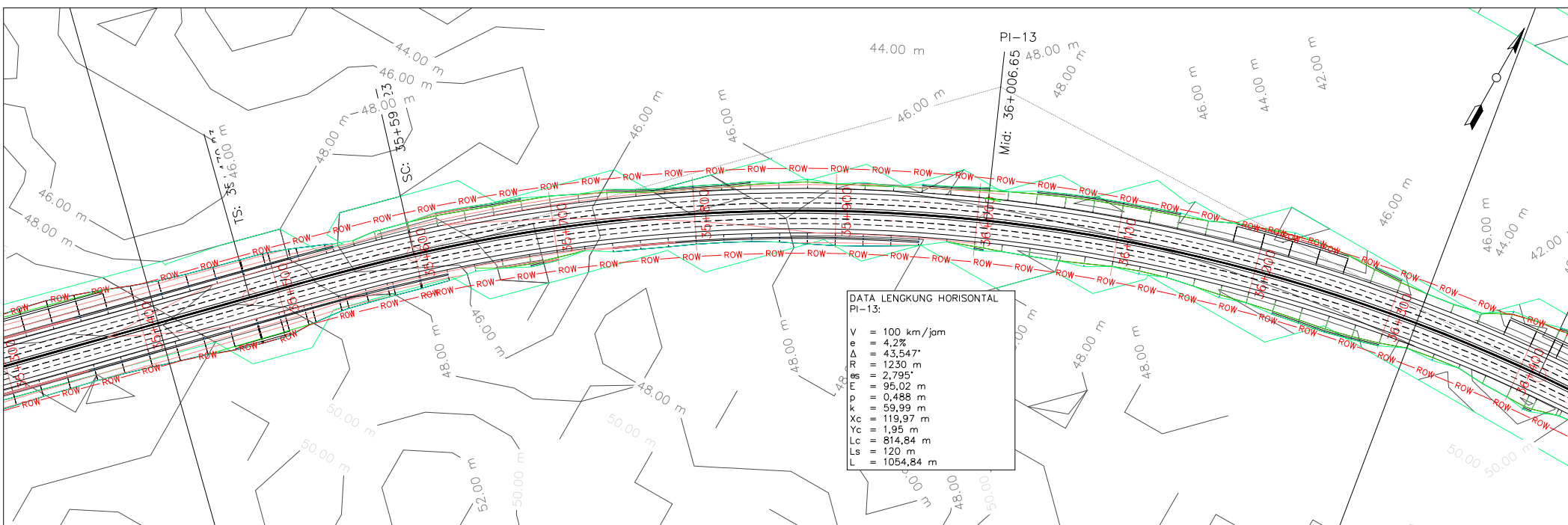
PL

NO. GBR

39

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

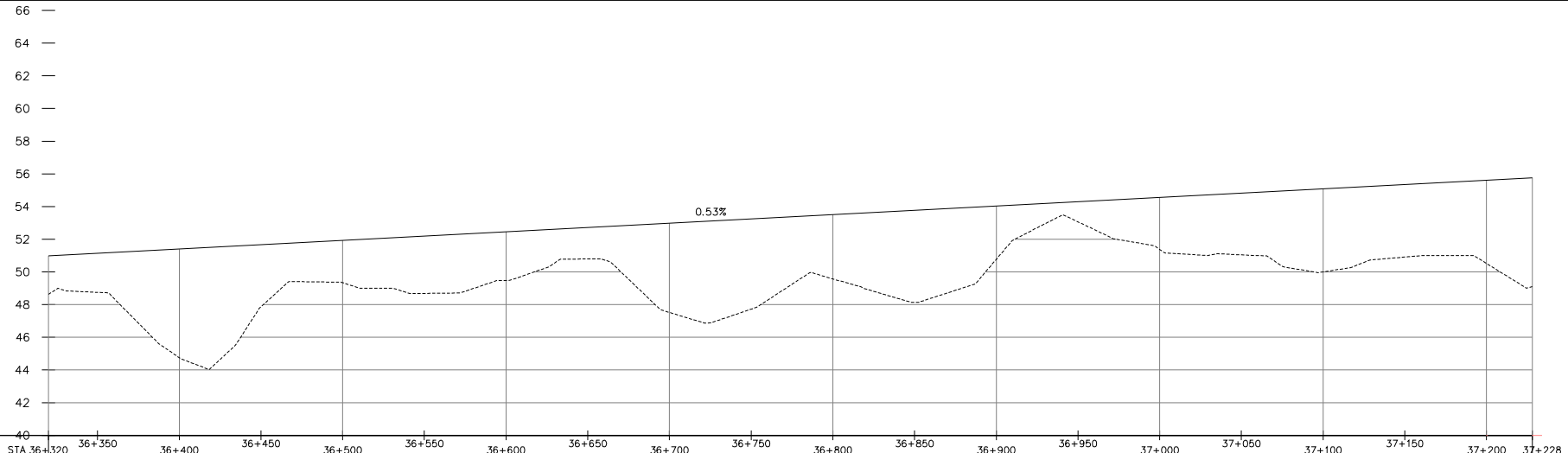
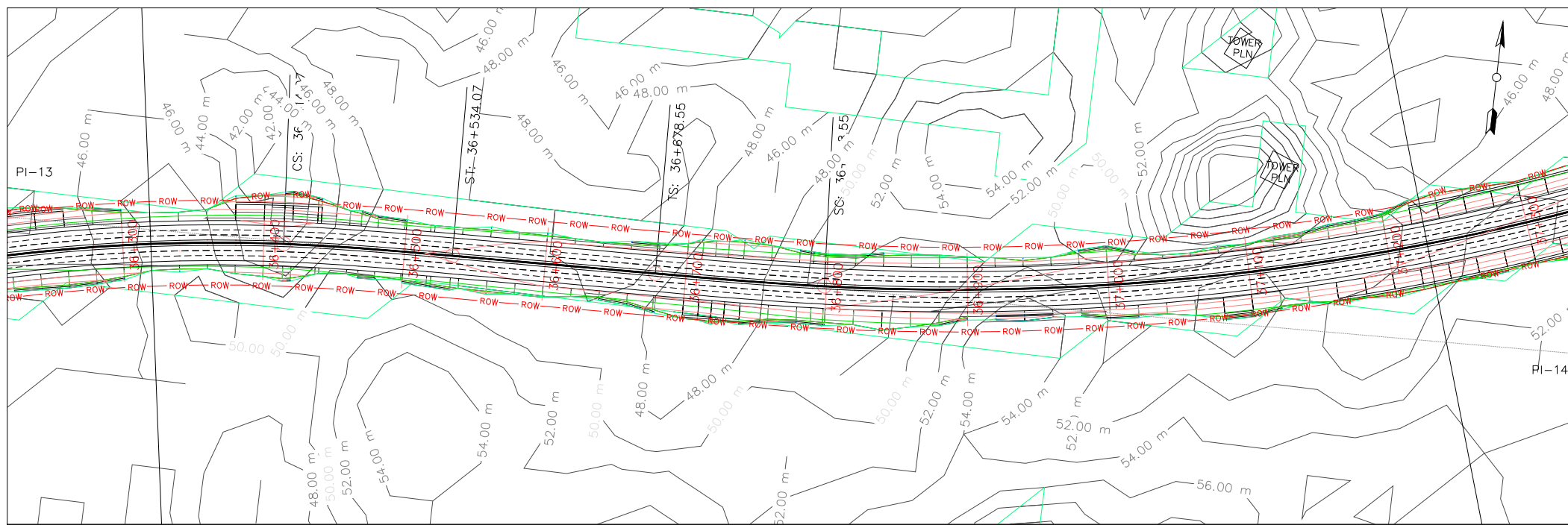
PL

NO. GBR

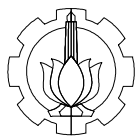
40

JML GBR

52

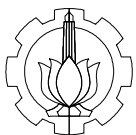
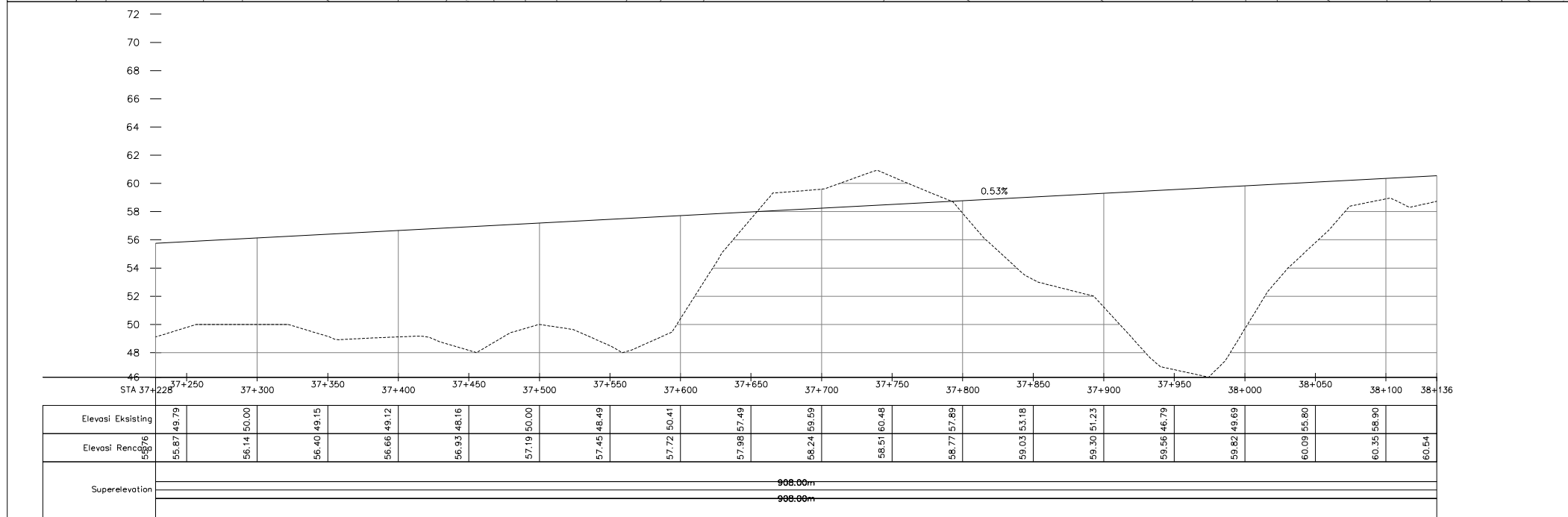
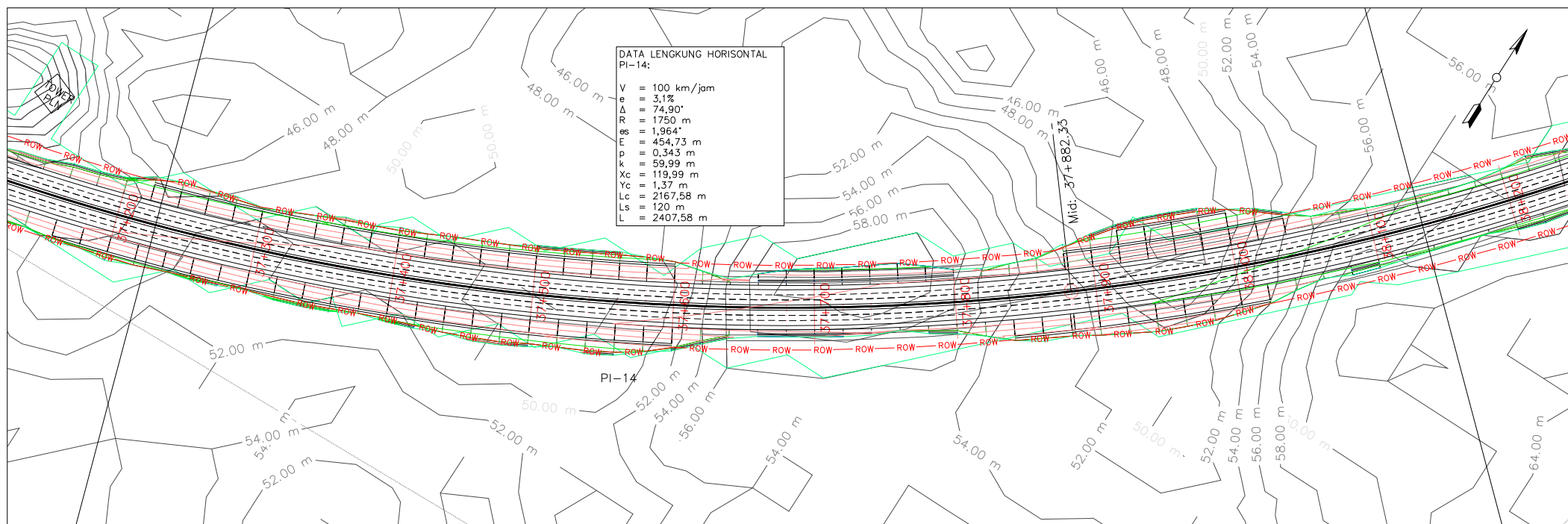


| | 320 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1228 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Elevasi Eksisting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elevasi Rencana | 51.13 | 48.75 | 51.40 | 44.76 | 51.66 | 47.87 | 51.92 | 49.34 | 52.19 | 48.69 | 52.45 | 48.48 | 52.71 | 50.79 | 52.98 | 47.52 | 53.24 | 47.72 | 53.50 | 49.57 | 53.77 | 48.14 | 54.03 | 50.77 | 54.29 | 53.07 | 54.56 | 51.37 | 54.82 | 51.04 | 55.08 | 50.00 | 55.35 | 50.91 | 55.61 | 50.52 | 55.76 | |
| Superelevation | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m | 94.07m |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 41 JML GBR 52 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

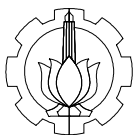
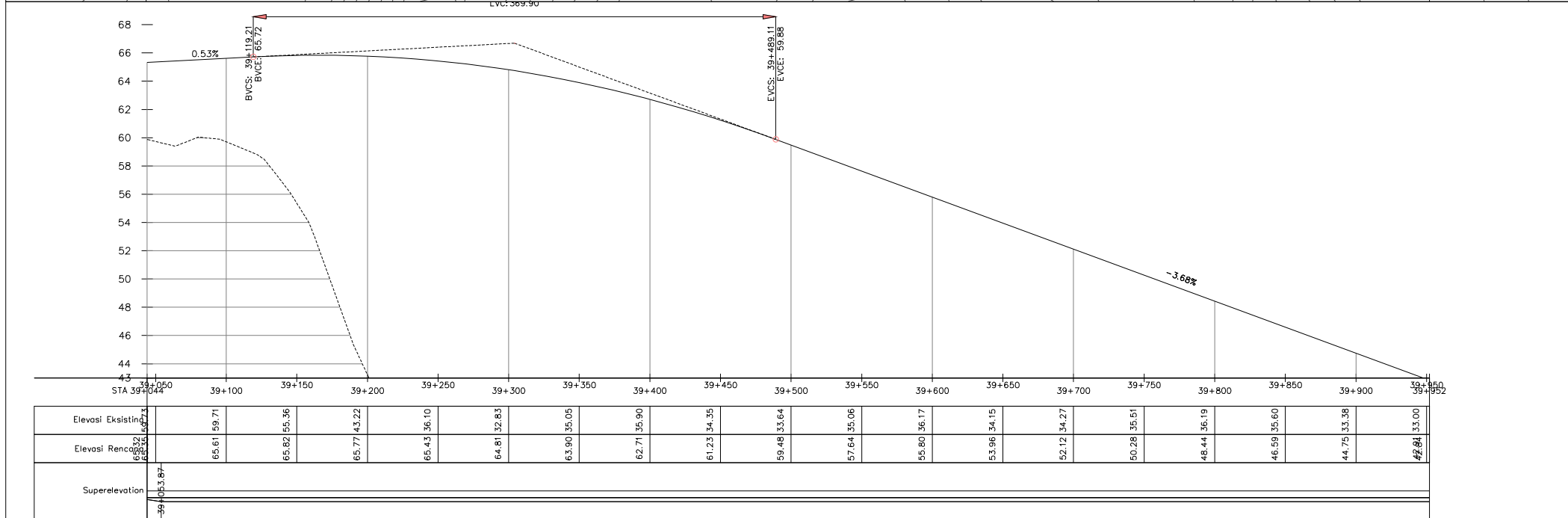
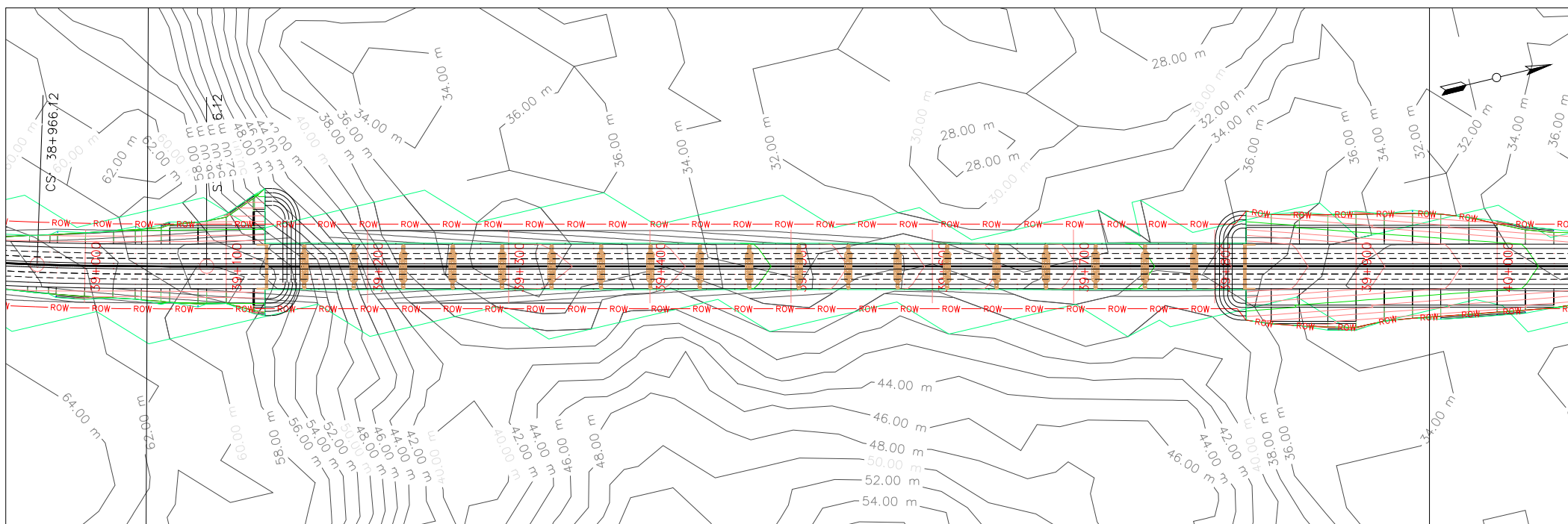
PL

NO. GBR

42

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

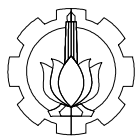
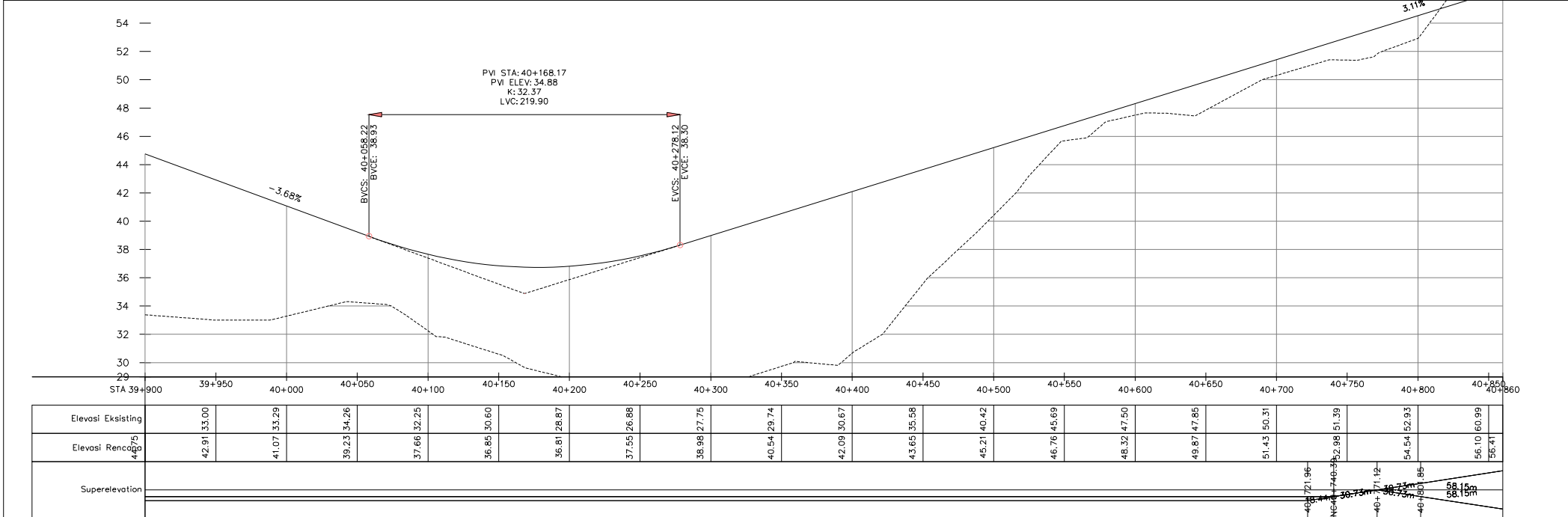
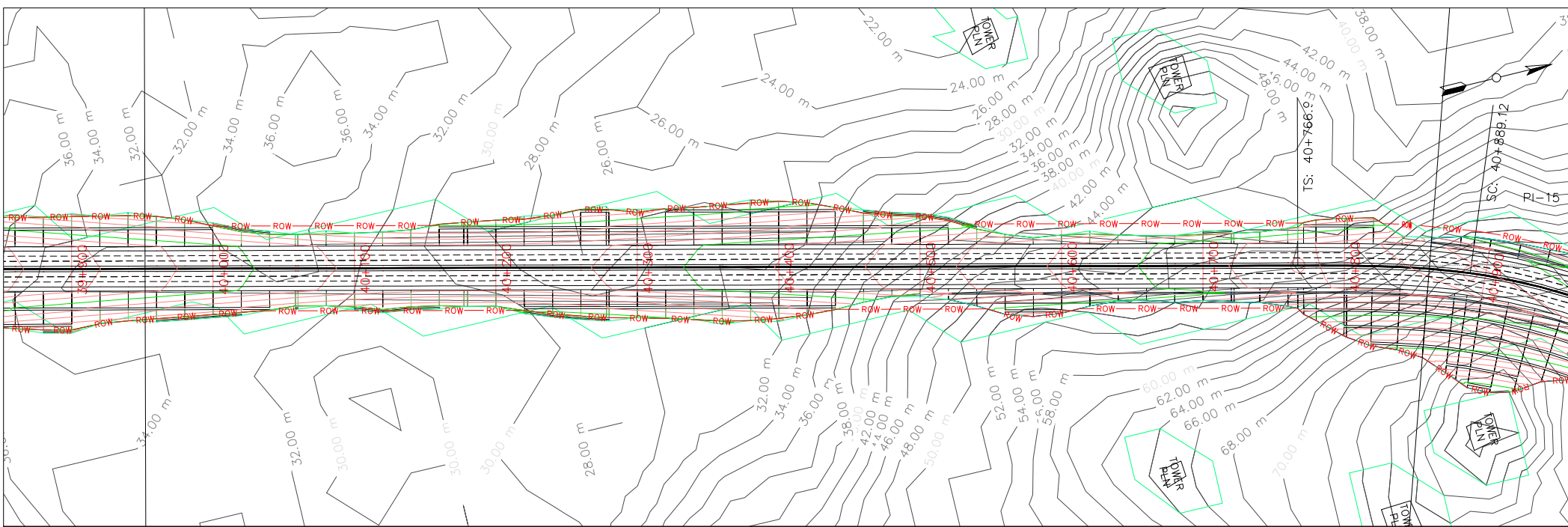
PL

NO. GBR

44

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING
 Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA
 Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

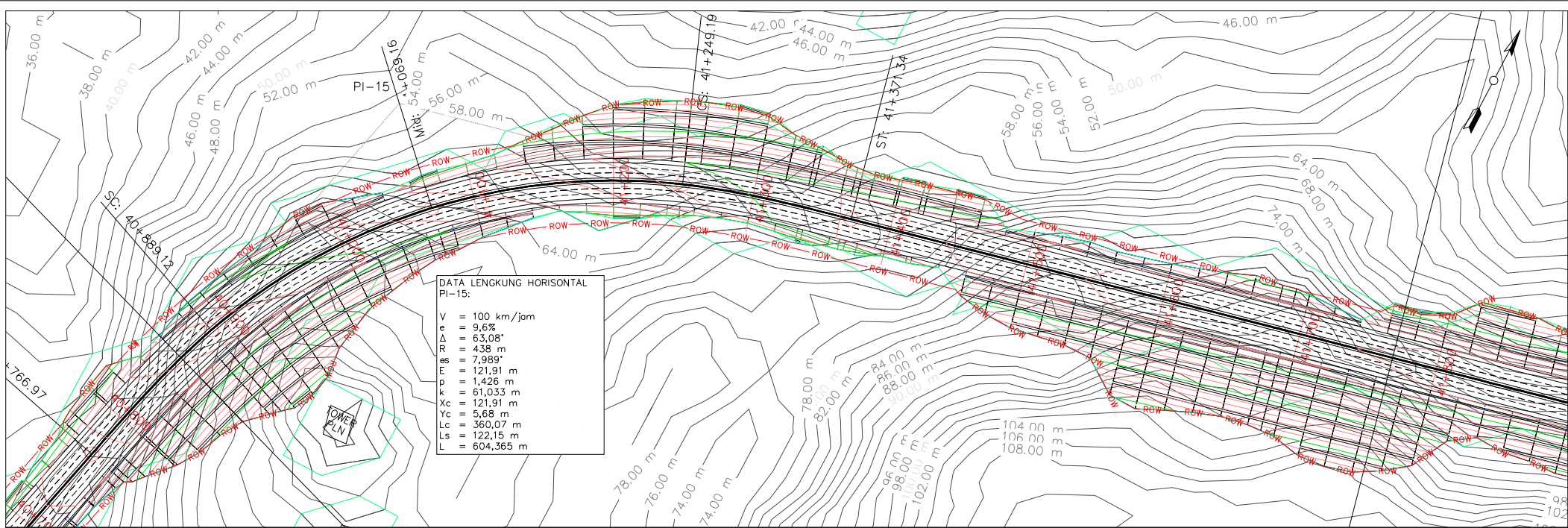
SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

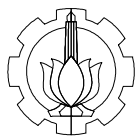
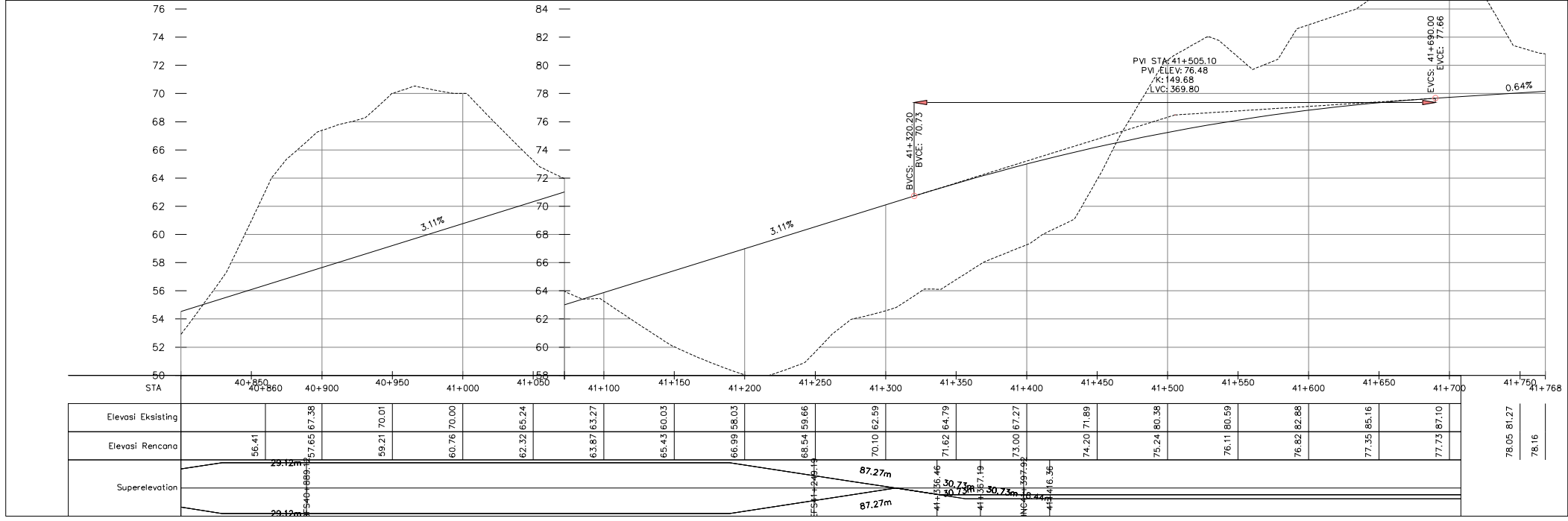
KODE GBR
 PL

NO. GBR
 45
 JML GBR
 52



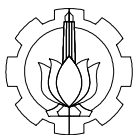
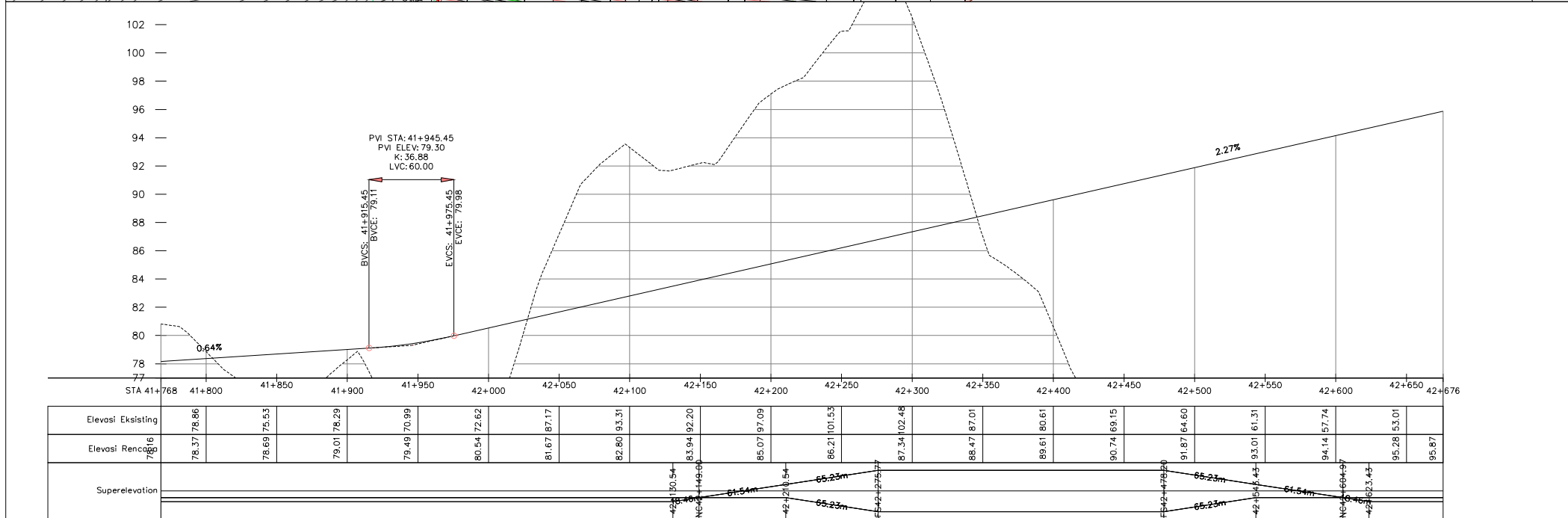
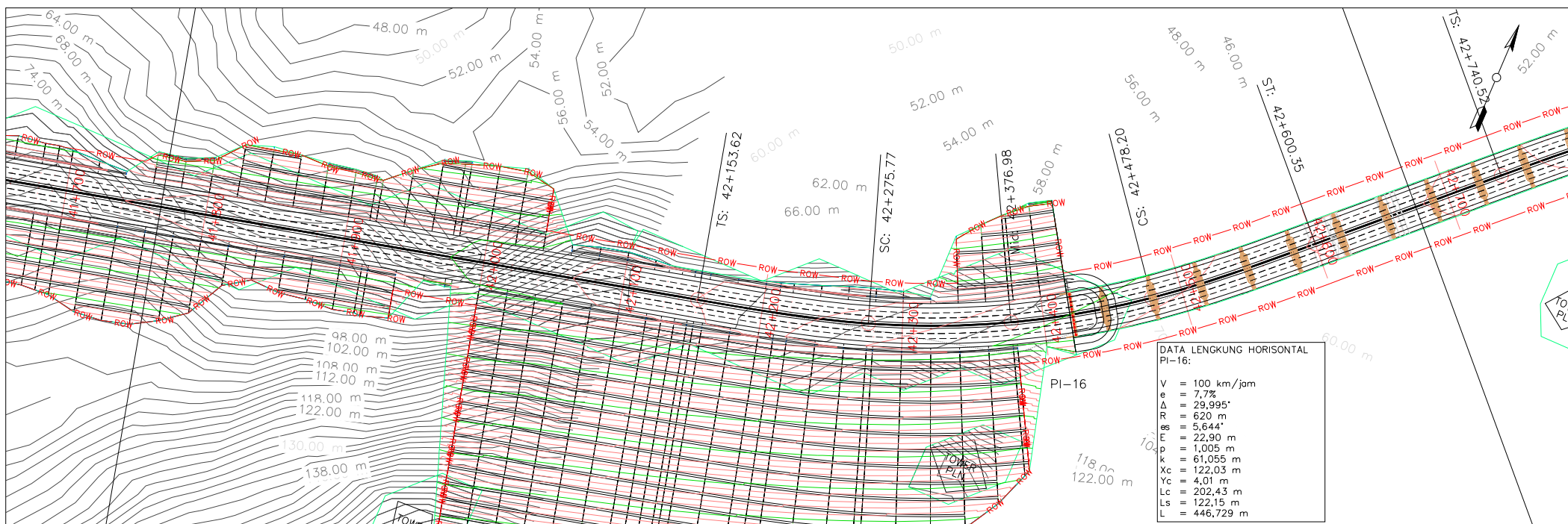
DATA LINGKUNG HORIZONTAL
PI-15:

$V = 100 \text{ km/jam}$
 $e = 9,6\%$
 $\Delta = 63,08^\circ$
 $R = 438 \text{ m}$
 $es = 7,989 \text{ m}$
 $E = 121,91 \text{ m}$
 $p = 1,426 \text{ m}$
 $k = 61,033 \text{ m}$
 $Xc = 121,91 \text{ m}$
 $Yc = 5,68 \text{ m}$
 $Lc = 360,07 \text{ m}$
 $Ls = 122,15 \text{ m}$
 $L = 604,365 \text{ m}$



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|--|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 46 JML GBR 52 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

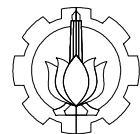
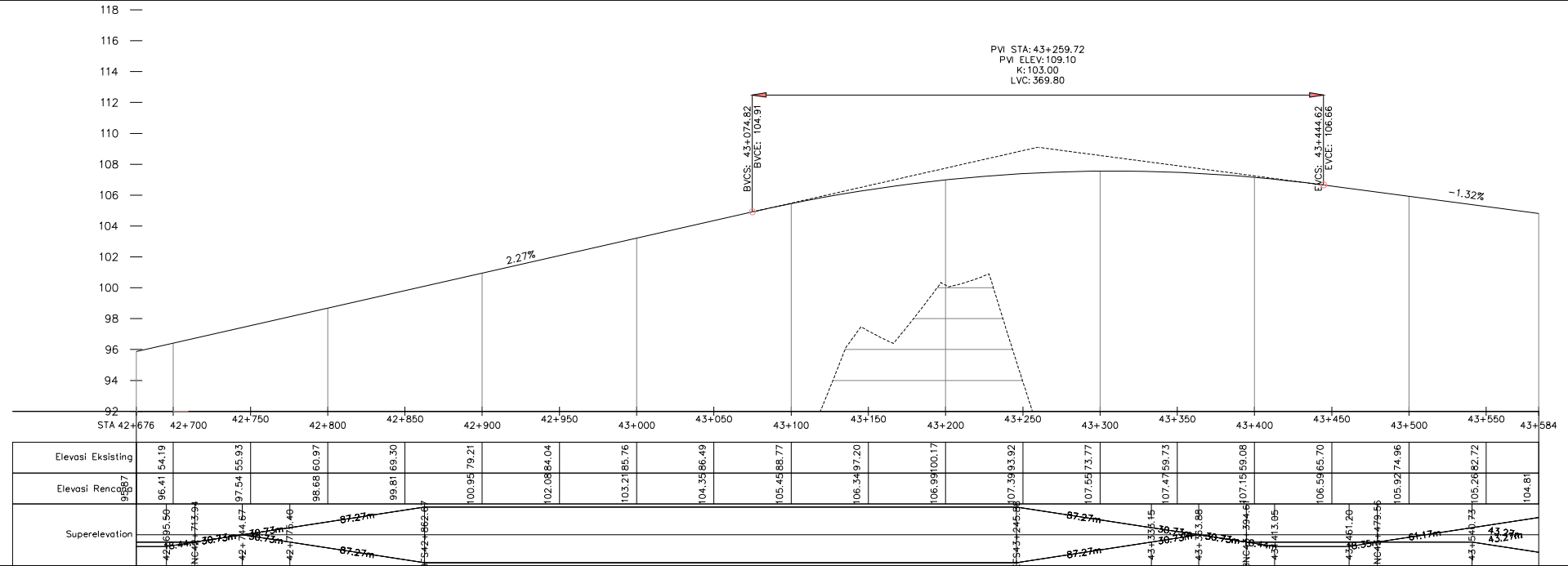
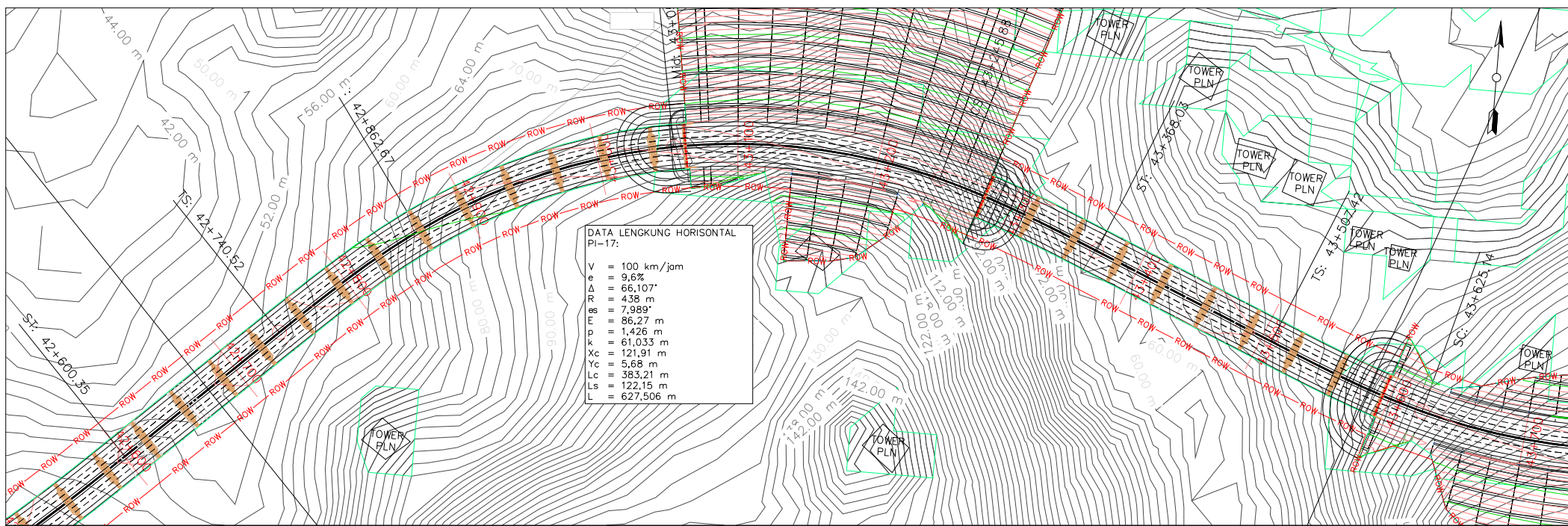
PL

NO. GBR

47

JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

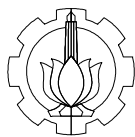
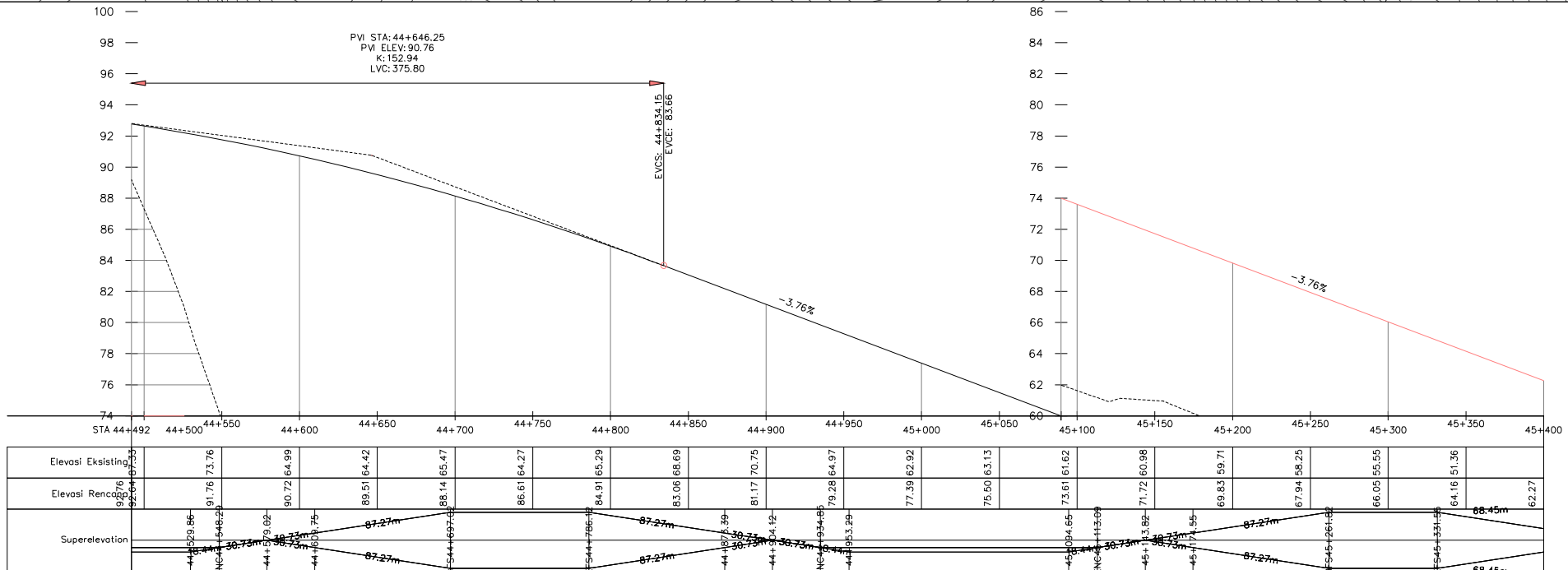
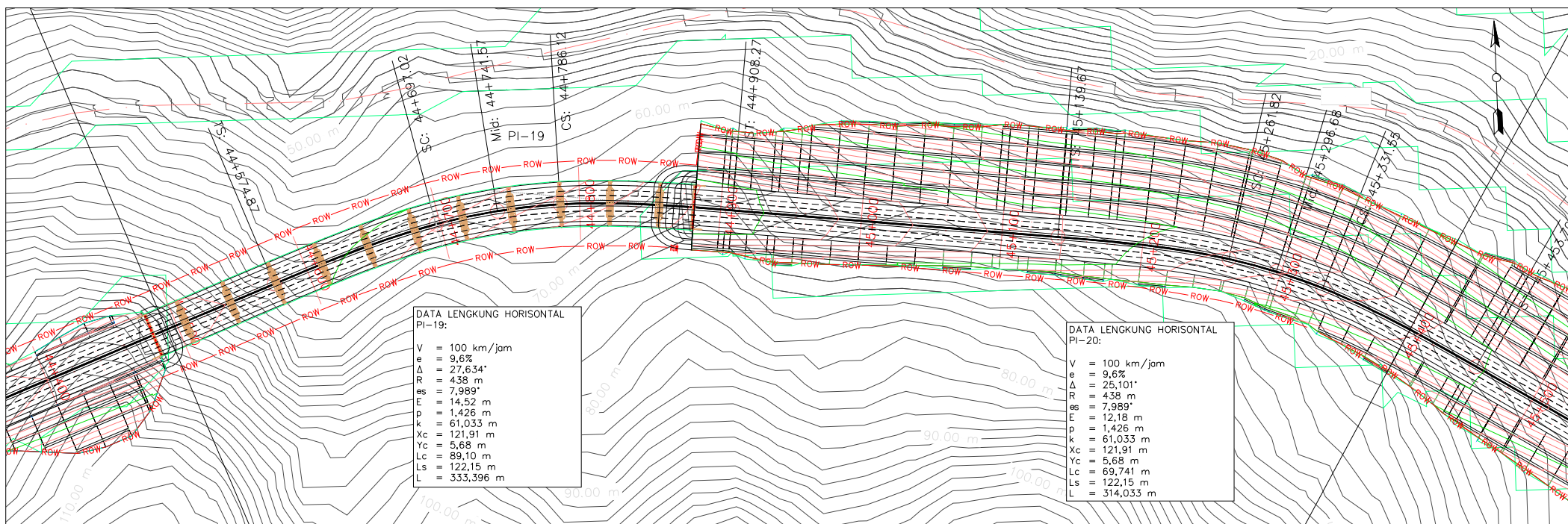
PL

NO. GBR

48

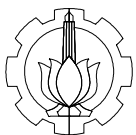
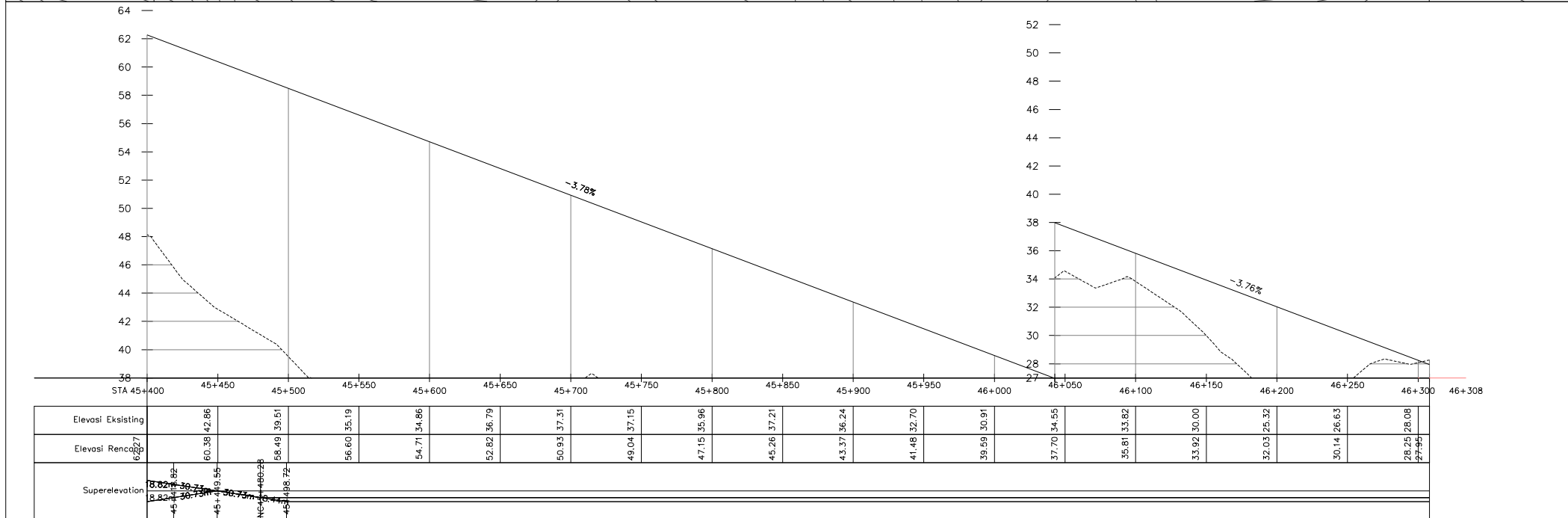
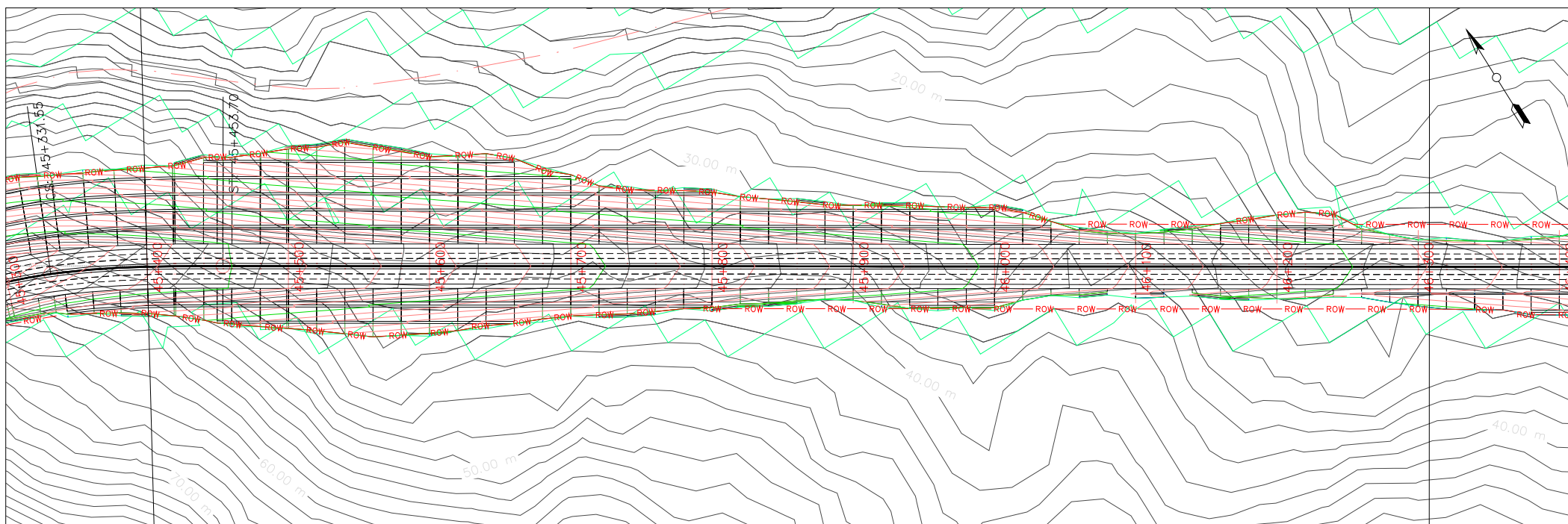
JML GBR

52



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---|------------------|------------|----------|---------------------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 400 | PLAN AND PROFILE | | PL | 50 JML GBR 52 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

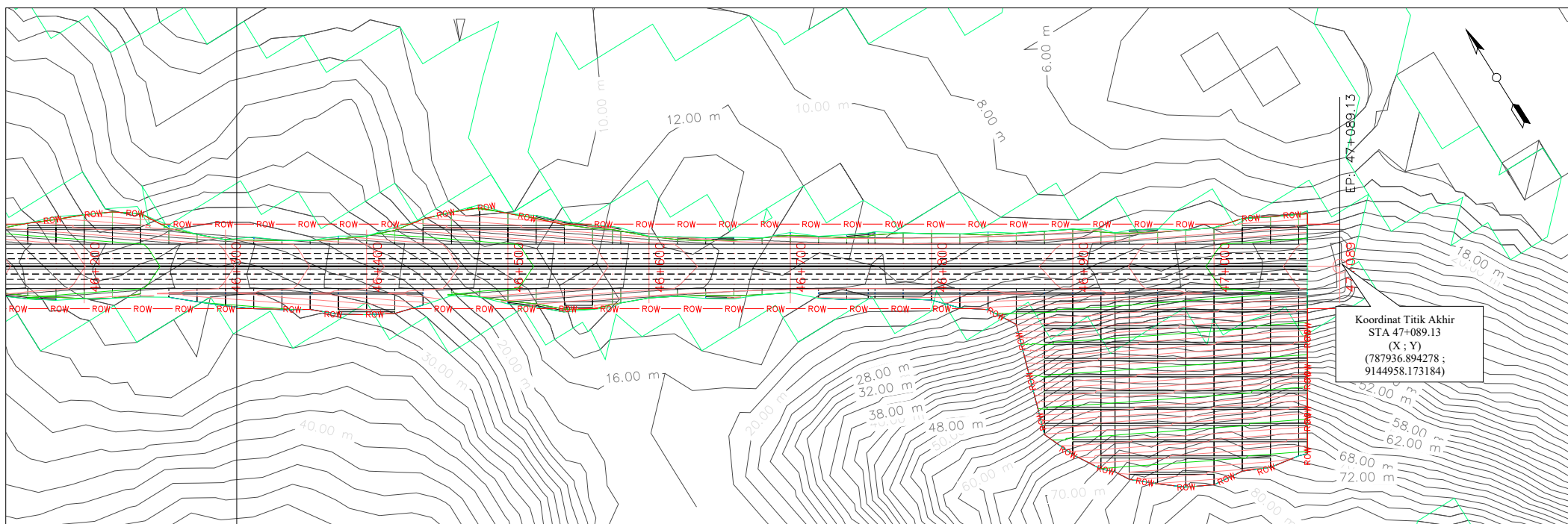
PL

NO. GBR

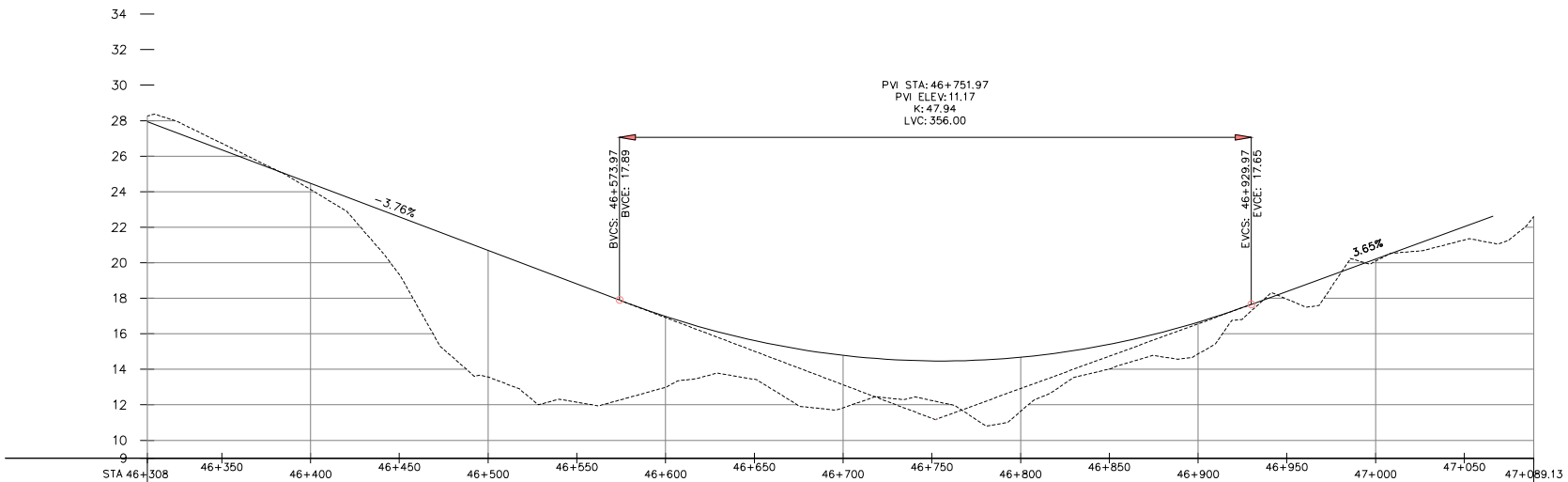
51

JML GBR

52



Koordinat Titik Akhir
 STA 47+089.13
 (X ; Y)
 (787936.894278 ;
 9144958.173184)



| | 46+308 | 46+350 | 46+400 | 46+450 | 46+500 | 46+550 | 46+600 | 46+650 | 46+700 | 46+750 | 46+800 | 46+850 | 46+900 | 46+950 | 47+000 | 47+050 | 47+089.13 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Elevasi Eksisting | 26.72 | 24.12 | 22.58 | 20.69 | 18.80 | 16.98 | 15.62 | 14.79 | 14.47 | 14.02 | 14.86 | 18.38 | 20.09 | 22.03 | 21.28 | | |
| Elevasi Rencana | 26.36 | 24.47 | 22.58 | 20.69 | 18.80 | 16.98 | 15.62 | 14.79 | 14.47 | 14.02 | 14.86 | 18.38 | 20.09 | 22.03 | 21.28 | | |
| Superelevation | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 400

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFILE

KETERANGAN

KODE GBR

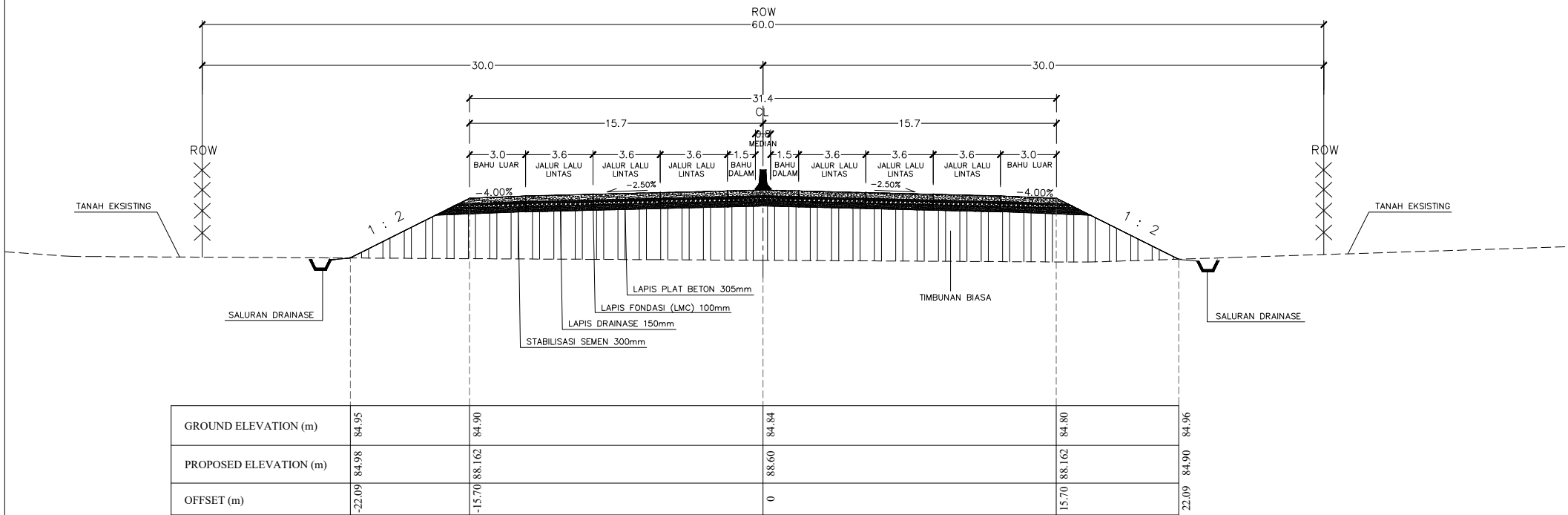
PL

NO. GBR

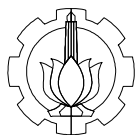
52

JML GBR

52



DETAIL POTONGAN MELINTANG KONDISI TIMBUNAN
Skala 1 : 200



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 200

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN
MELINTANG
KONDISI TIMBUNAN

KETERANGAN

Potongan Melintang
Pada STA 8+000.00

KODE GBR

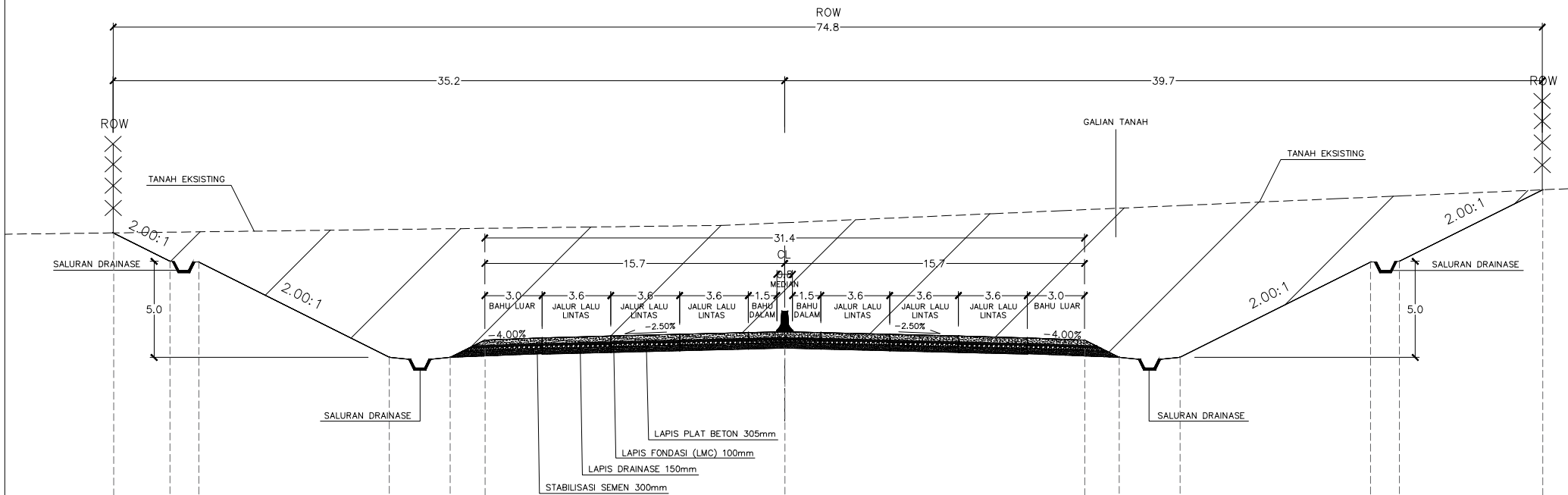
DT-ML

NO. GBR

1

JML GBR

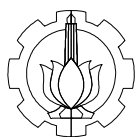
4



| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| G. E. (m) | 56.05 | 56.10 | 56.12 | 56.26 | 56.31 | 56.33 | 56.59 | 57.32 | 57.34 | 57.51 | 57.92 | 57.93 | 58.33 |
| P. E. (m) | 56.06 | 54.57 | 54.56 | 49.56 | 49.56 | 50.45 | 50.88 | 50.45 | 49.56 | 49.56 | 54.56 | 54.57 | 58.32 |
| OFFSET (m) | -35.17 | -32.20 | -30.07 | -20.07 | -17.50 | -15.70 | 0 | 15.70 | 17.50 | 20.07 | 30.07 | 32.20 | 39.70 |

Note.

G. E. : Ground Elevation
P. E. : Proposed Elevation



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 200

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN
MELINTANG
KONDISI GALIAN

KETERANGAN

Potongan Melintang
Pada STA +000.00

KODE GBR

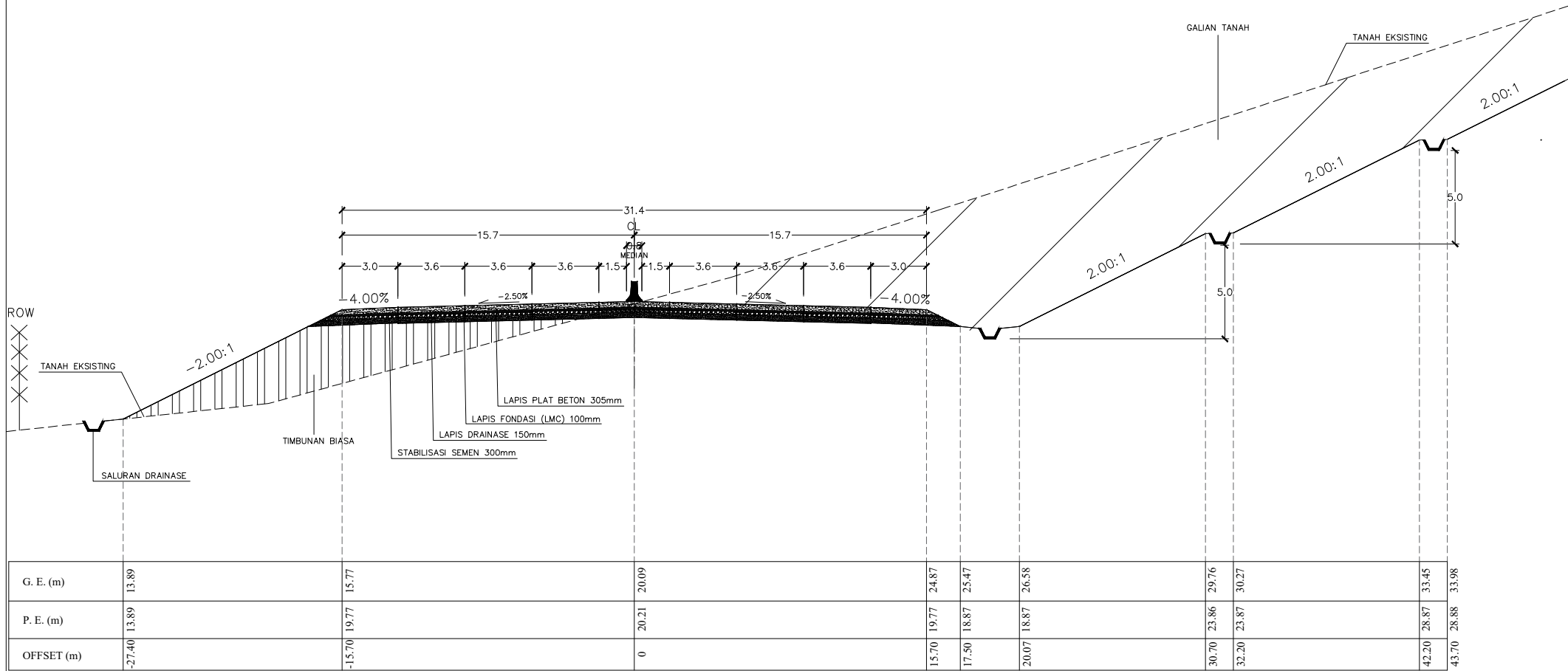
DT-ML

NO. GBR

2

JML GBR

4



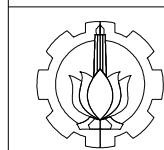
Note.

G. E. : Ground Elevation
P. E. : Proposed Elevation



DETAIL POTONGAN MELINTANG KONDISI 1/2 GALIAN DAN 1/2 TIMBUNAN

Skala 1 : 200



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 200

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN
MELINTANG KONDISI
1/2 GALIAN
DAN 1/2 TIMBUNAN

KETERANGAN

Potongan Melintang
Pada STA 47+000.00

KODE GBR

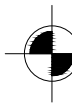
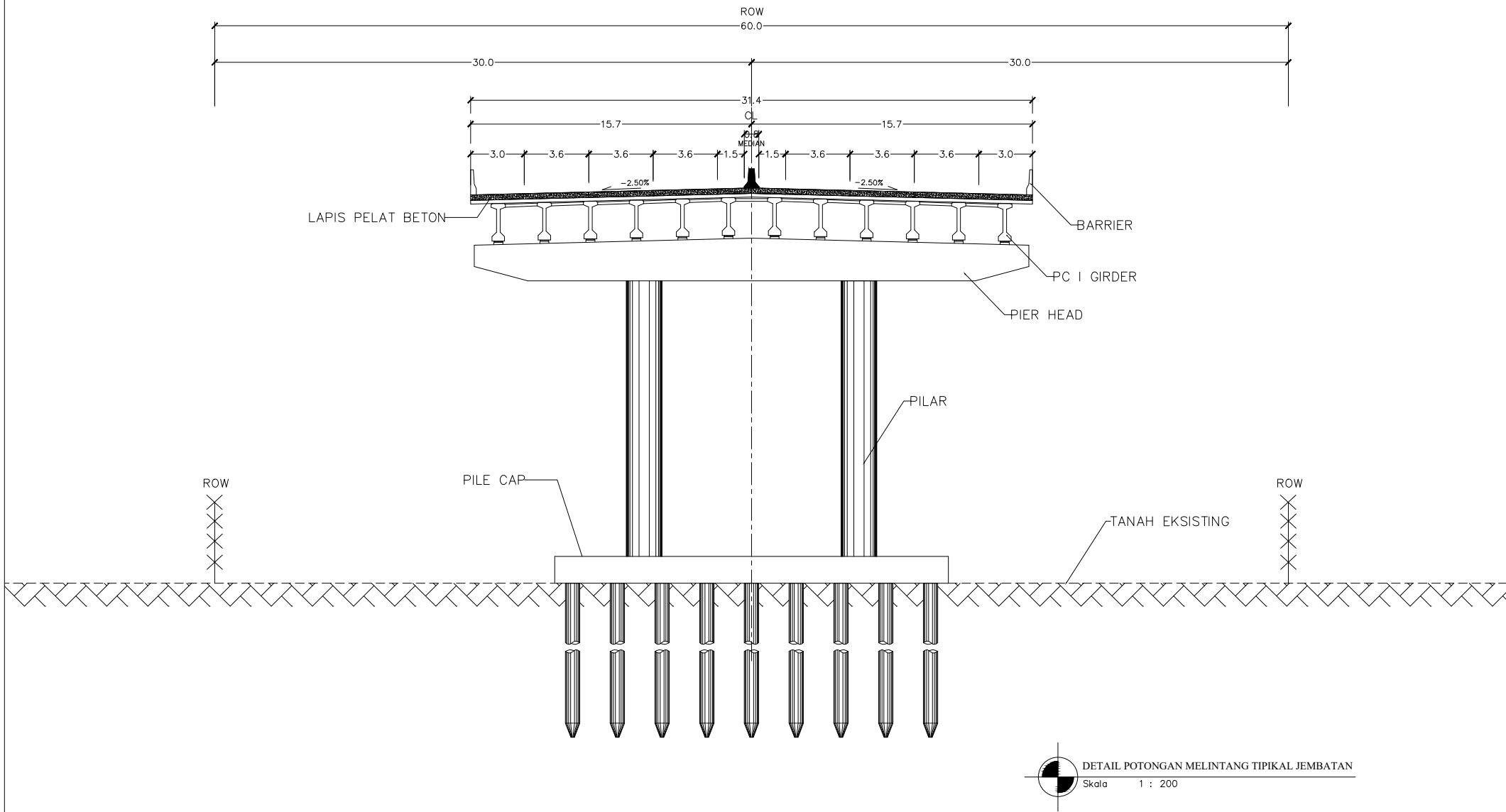
DT-ML

NO. GBR

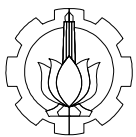
3

JML GBR

4



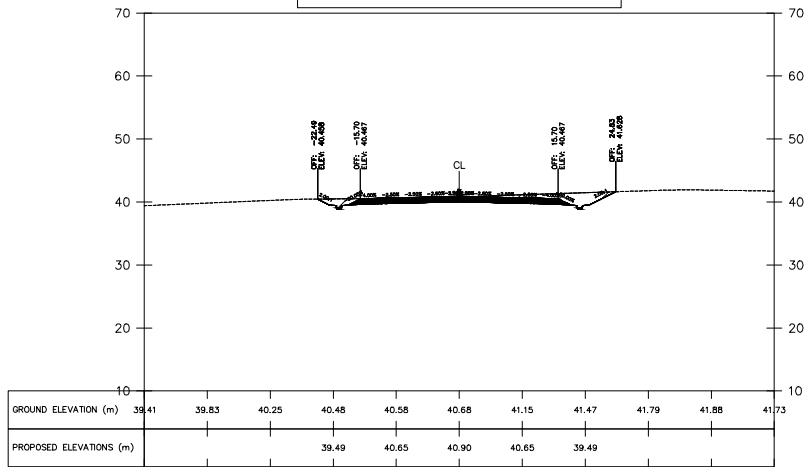
DETAIL POTONGAN MELINTANG TIPIKAL JEMBATAN
Skala 1 : 200



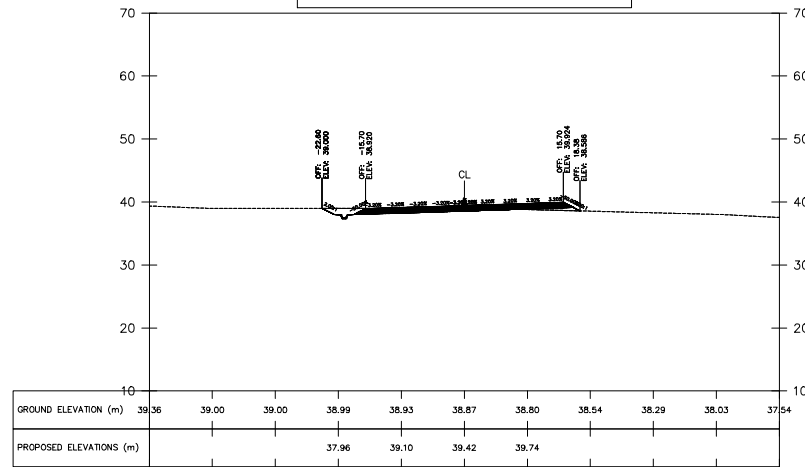
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO. GBR |
|---|---|--|---------|--|---|----------|---------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | 1 : 200 | DETAIL POTONGAN MELINTANG TIPIKAL JEMBATAN | Model Jembatan Girder Tipikal yang digunakan | DT-ML | 4 |
| | | | | | | | JML GBR |
| | | | | | | | 4 |

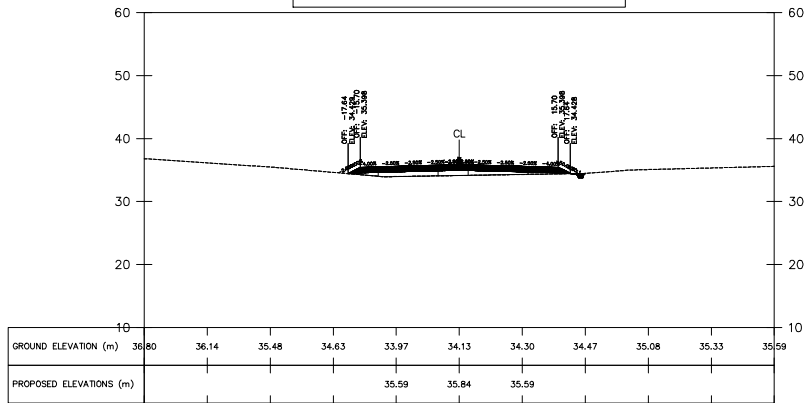
CROSS SECTION-1 STA 0+000.00



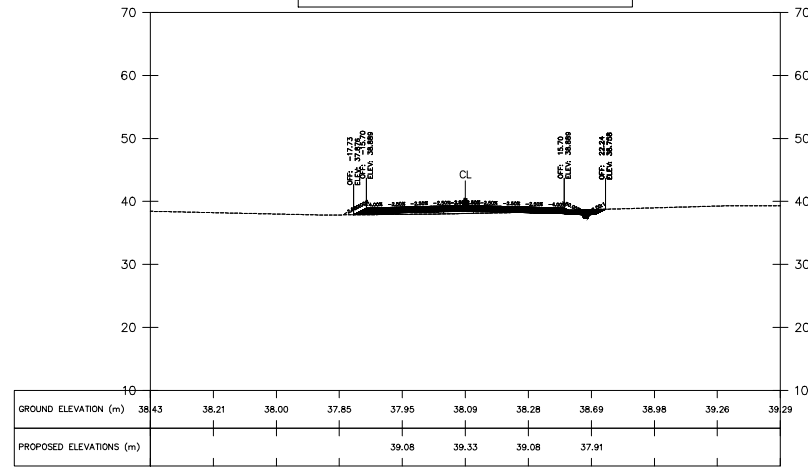
CROSS SECTION-21 STA 2+000.00



CROSS SECTION-13 STA 1+000.00



CROSS SECTION-31 STA 3+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

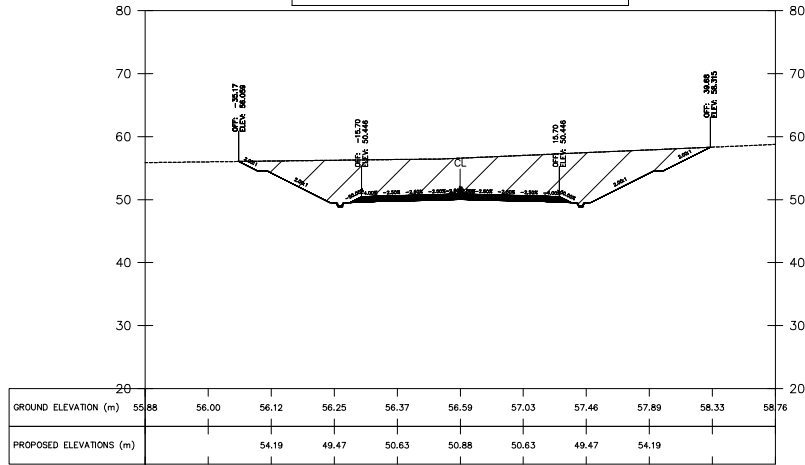
NO GBR

1

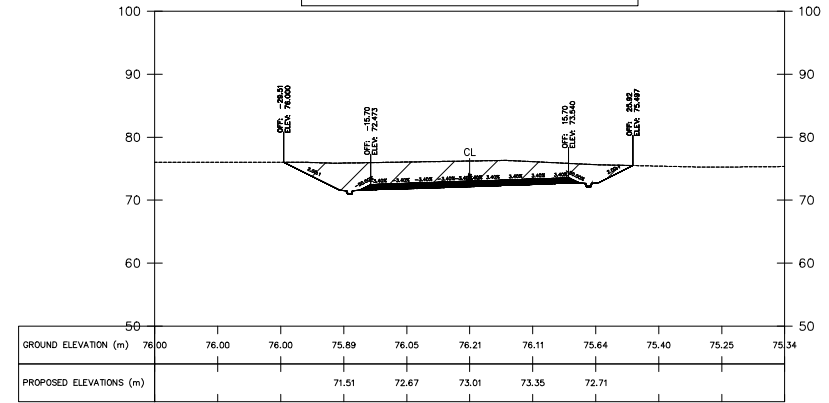
JML GBR

13

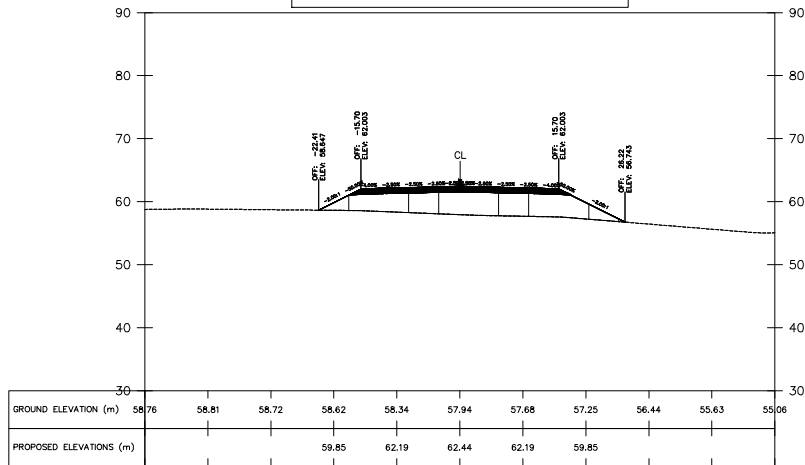
CROSS SECTION-35 STA 4+000.00



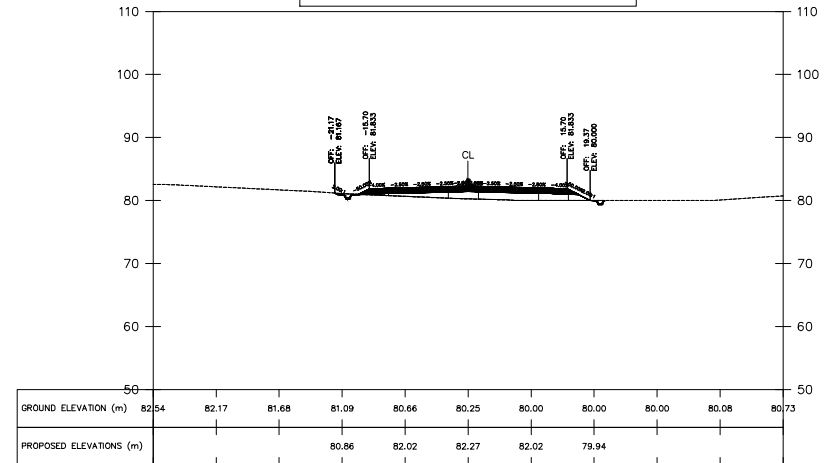
CROSS SECTION-44 STA 6+000.00



CROSS SECTION-39 STA 5+000.00



CROSS SECTION-55 STA 7+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

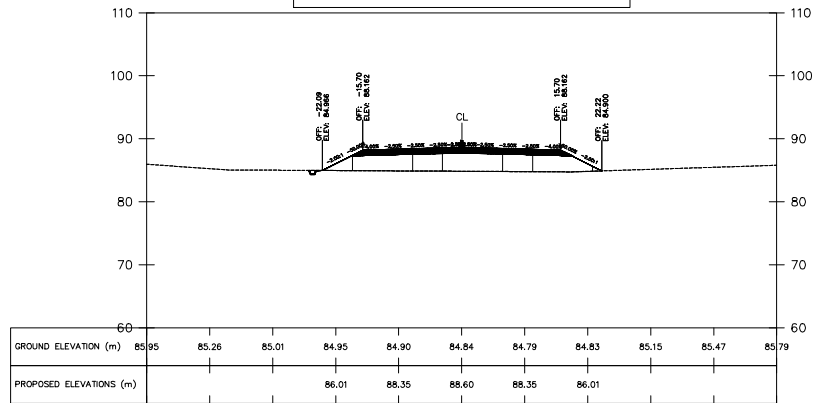
NO GBR

2

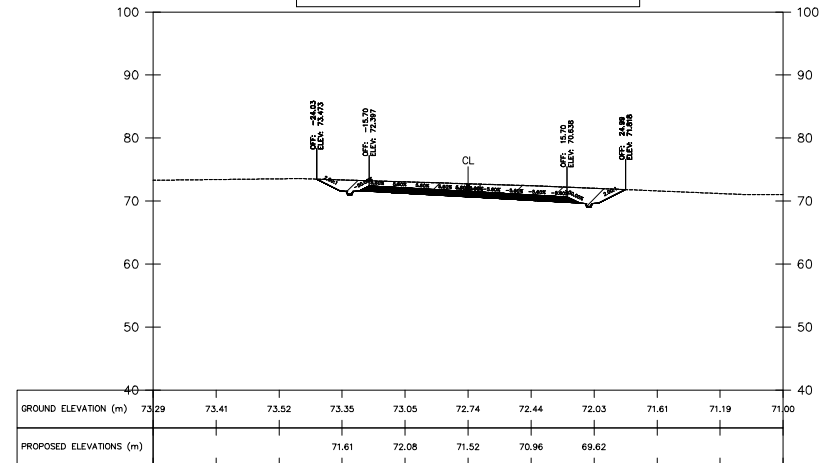
JML GBR

13

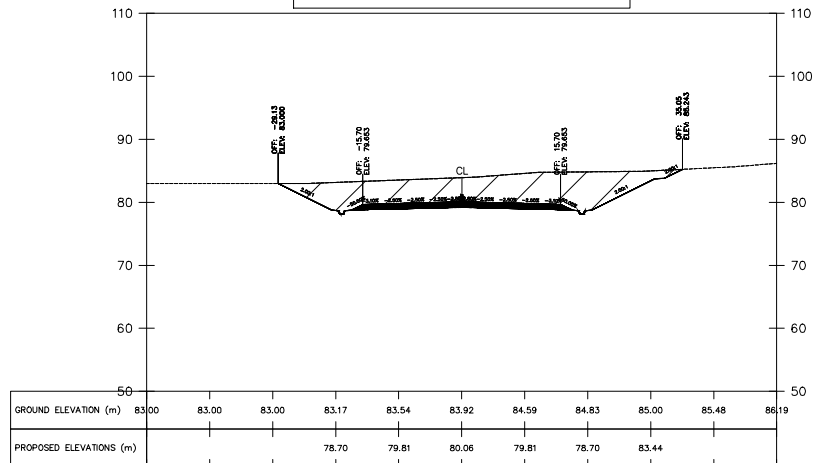
CROSS SECTION-59 STA 8+000.00



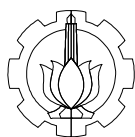
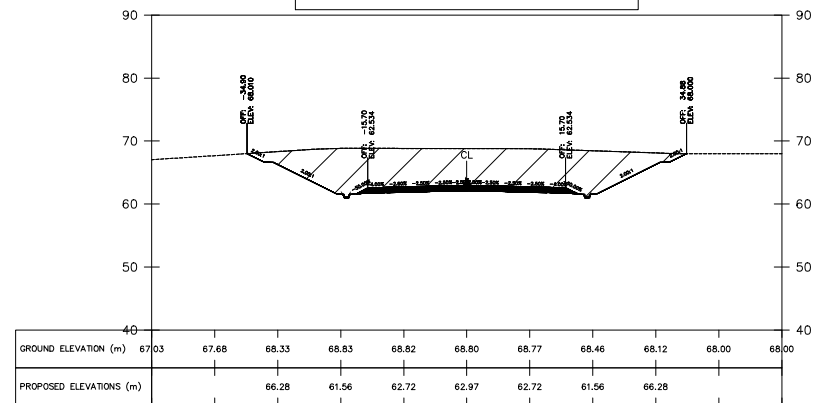
CROSS SECTION-71 STA 10+000.00



CROSS SECTION-63 STA 9+000.00



CROSS SECTION-78 STA 11+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

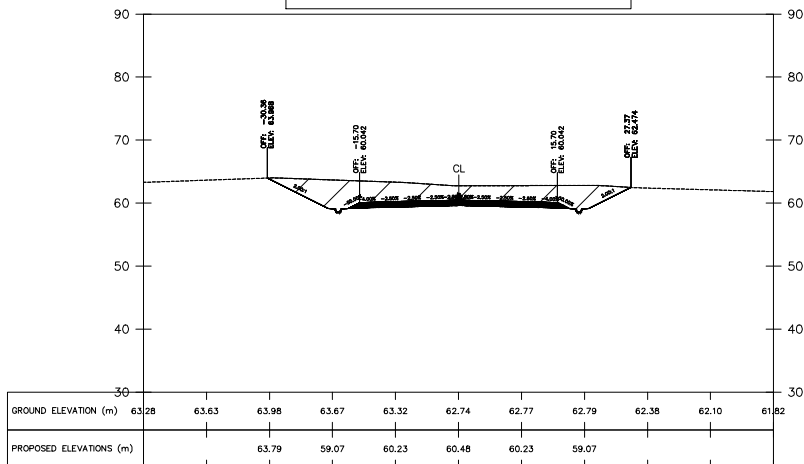
NO GBR

3

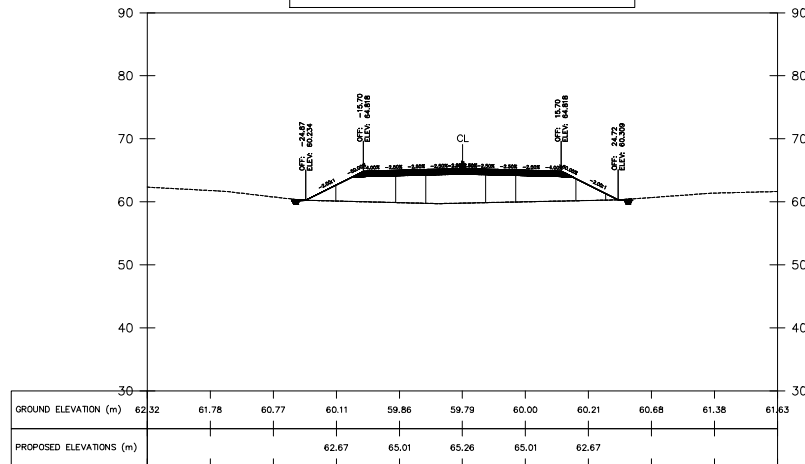
JML GBR

13

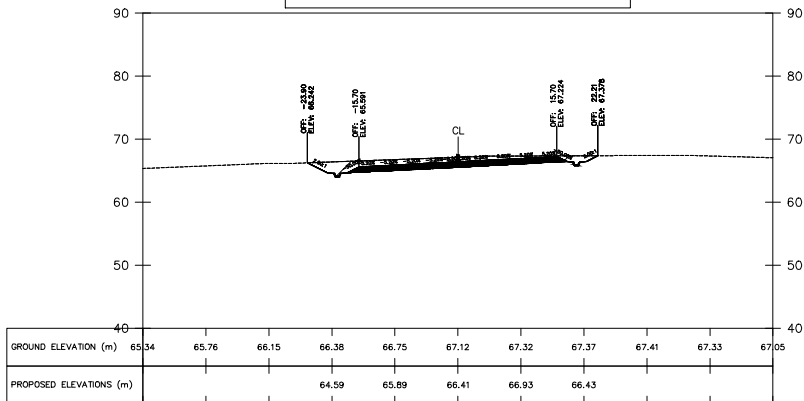
CROSS SECTION-82 STA 12+000.00



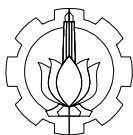
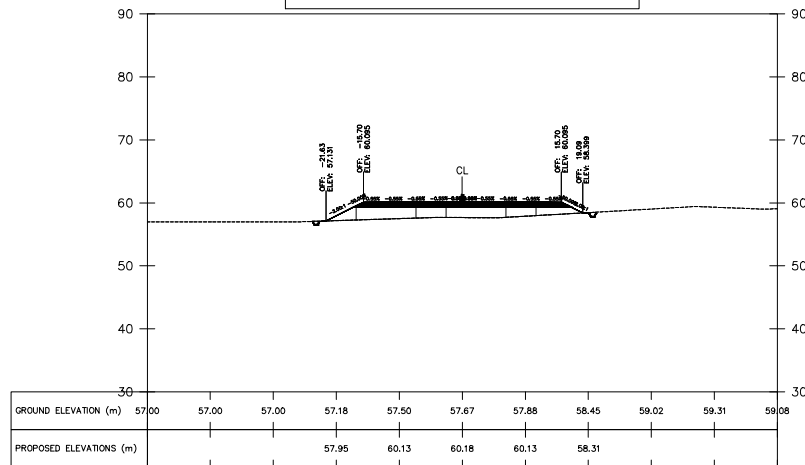
CROSS SECTION-97 STA 14+000.00



CROSS SECTION-87 STA 13+000.00



CROSS SECTION-107 STA 15+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

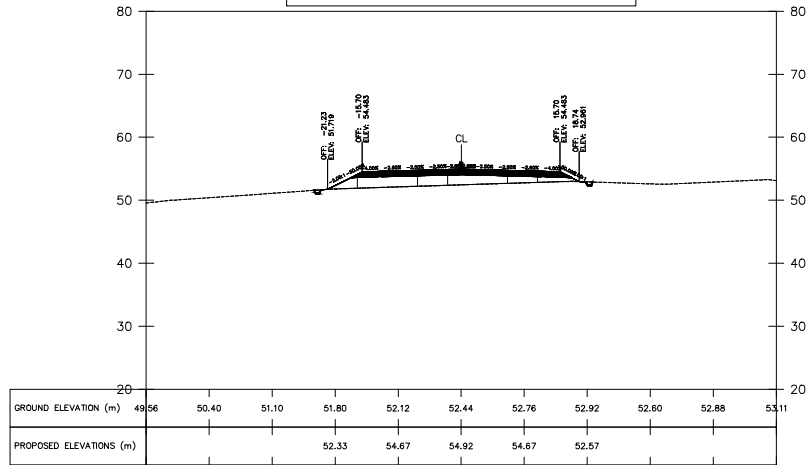
NO GBR

4

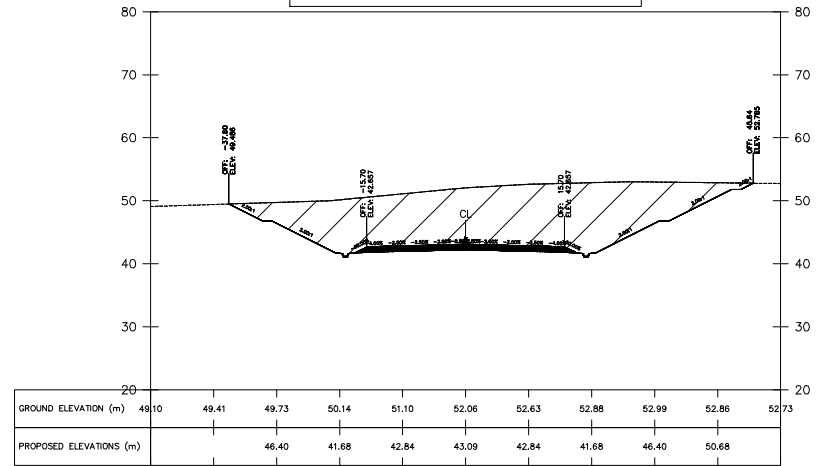
JML GBR

13

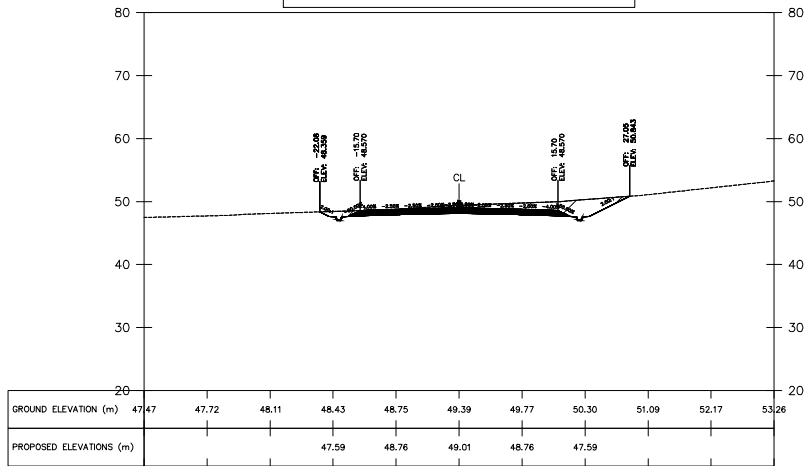
CROSS SECTION-111 STA 16+000.00



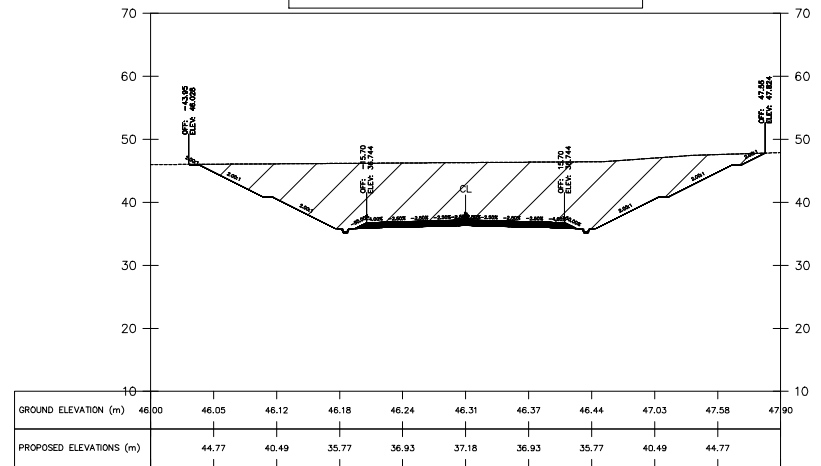
CROSS SECTION-119 STA 18+000.00



CROSS SECTION-115 STA 17+000.00



CROSS SECTION-123 STA 19+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

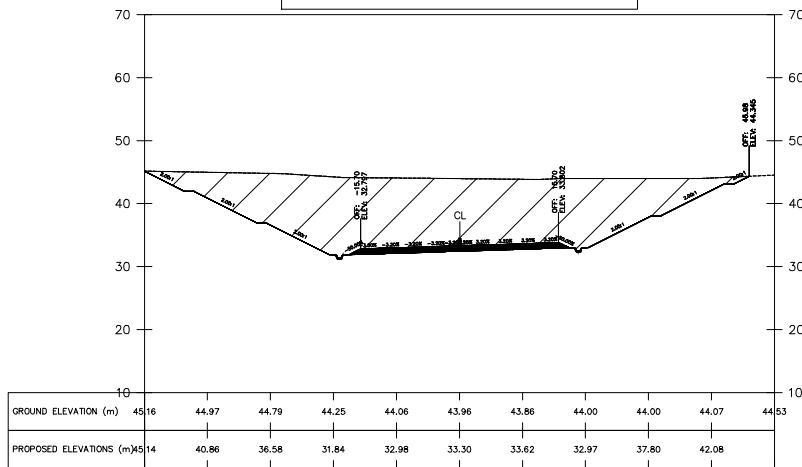
NO GBR

5

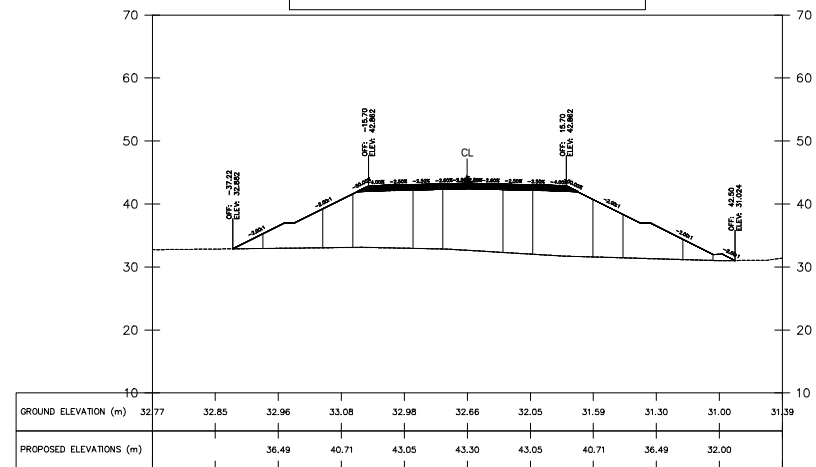
JML GBR

13

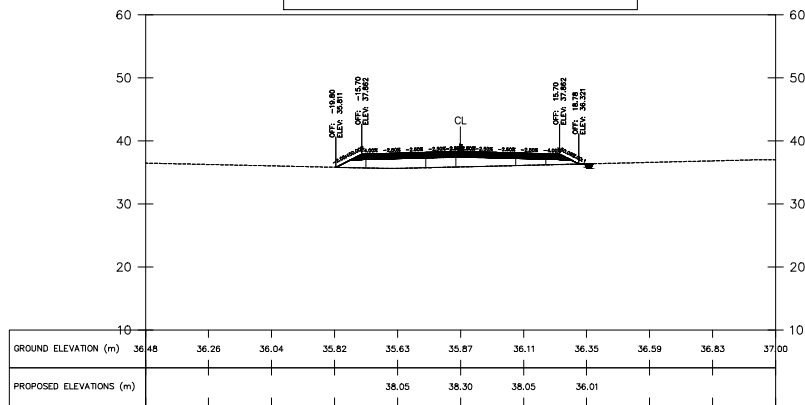
CROSS SECTION-134 STA 20+000.00



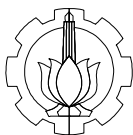
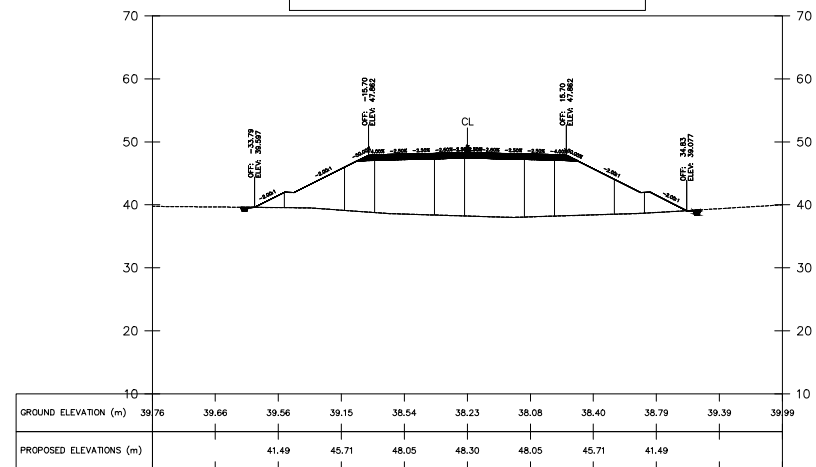
CROSS SECTION-153 STA 22+000.00



CROSS SECTION-142 STA 21+000.00



CROSS SECTION-157 STA 23+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

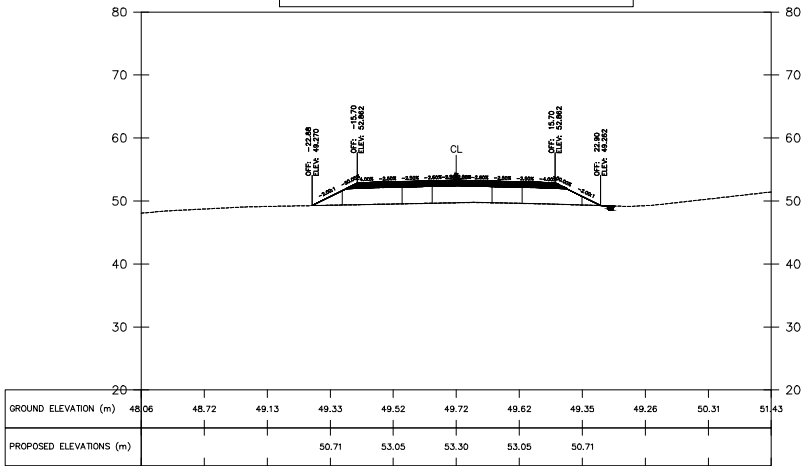
NO GBR

6

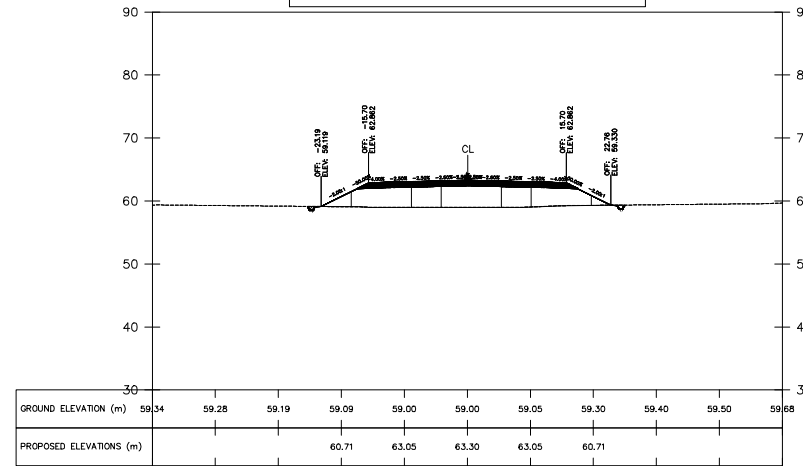
JML GBR

13

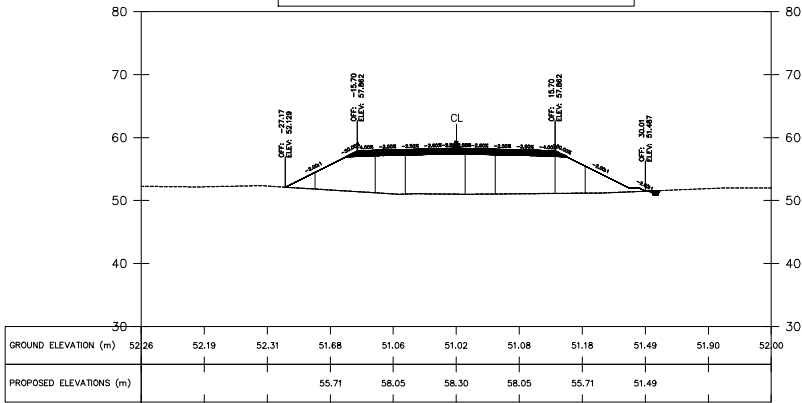
CROSS SECTION-161 STA 24+000.00



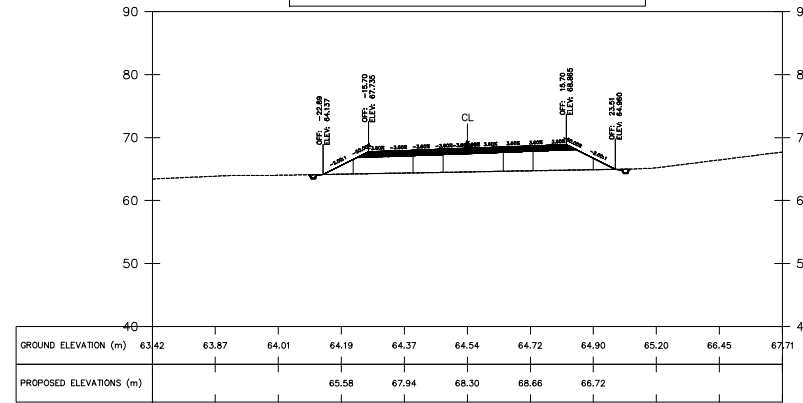
CROSS SECTION-169 STA 26+000.00



CROSS SECTION-165 STA 25+000.00



CROSS SECTION-177 STA 27+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

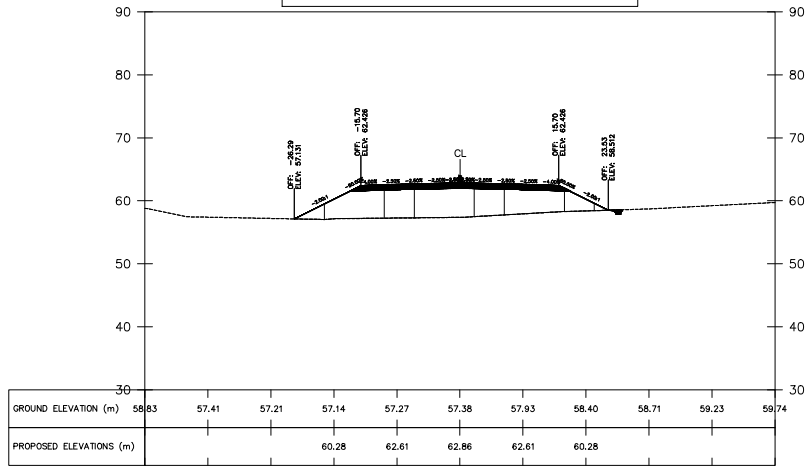
NO GBR

7

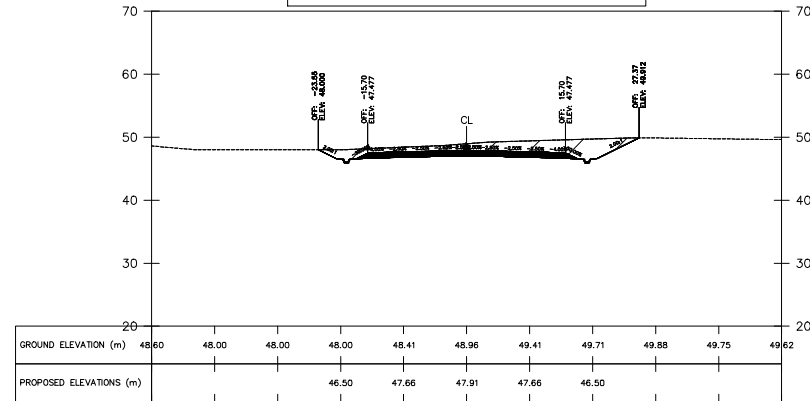
JML GBR

13

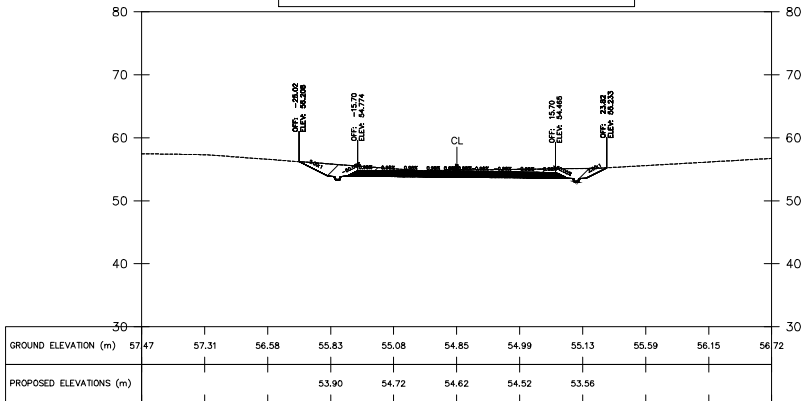
CROSS SECTION-186 STA 28+000.00



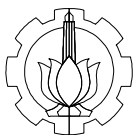
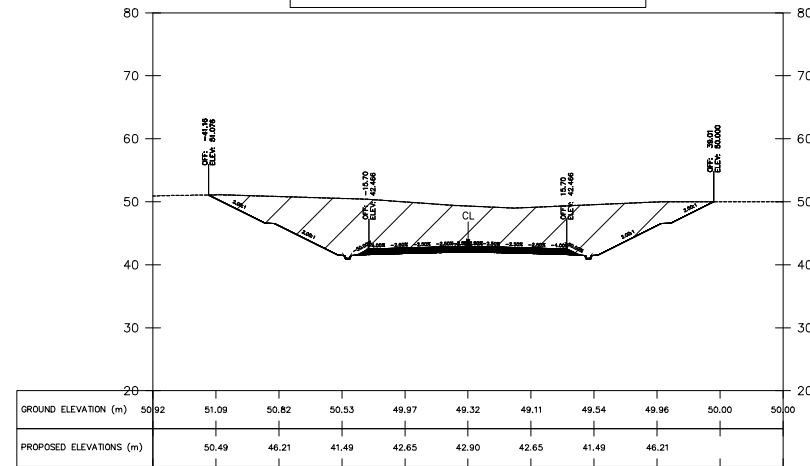
CROSS SECTION-200 STA 30+000.00



CROSS SECTION-196 STA 29+000.00



CROSS SECTION-204 STA 31+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

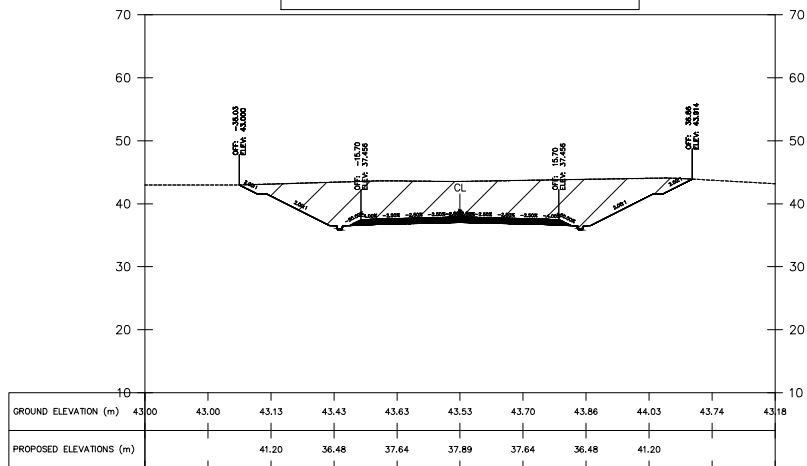
NO GBR

8

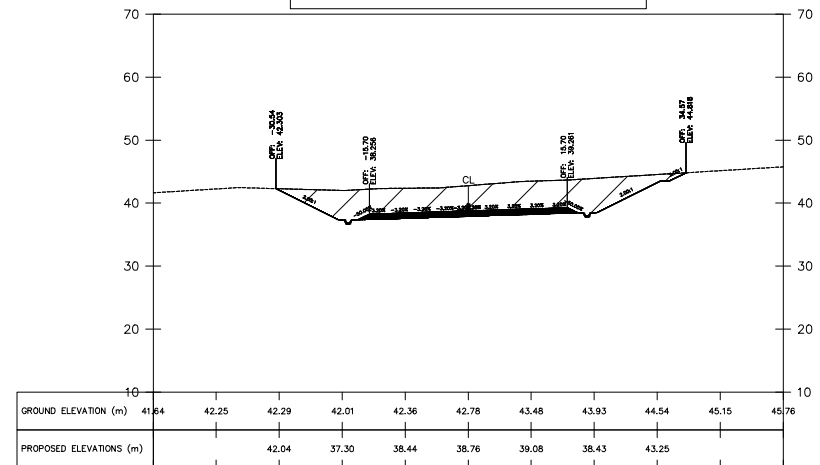
JML GBR

13

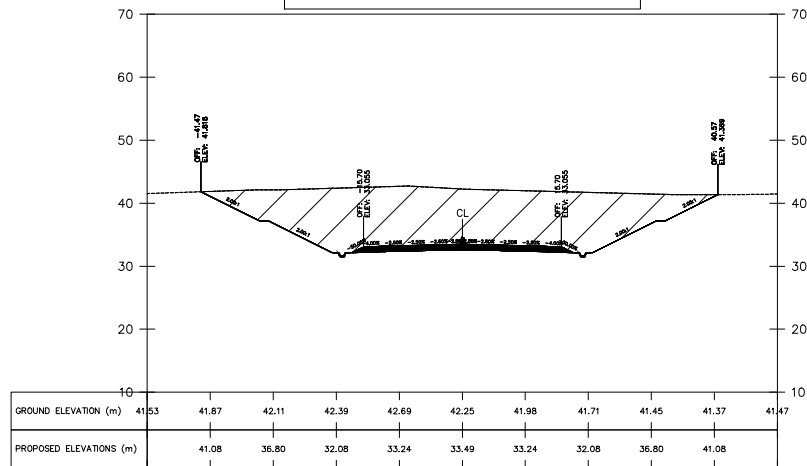
CROSS SECTION-208 STA 32+000.00



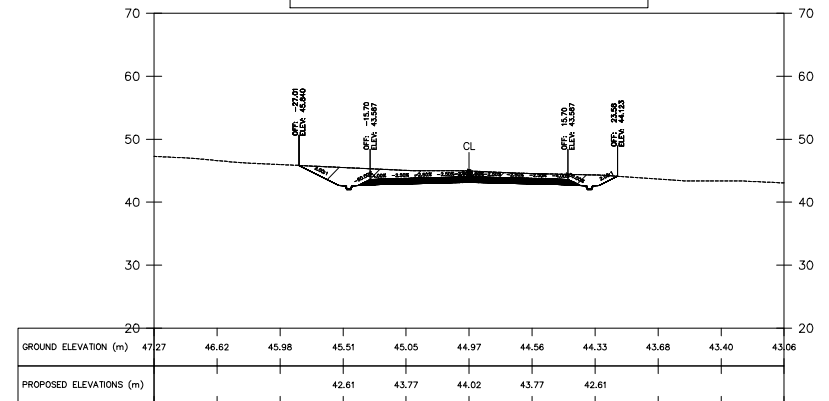
CROSS SECTION-218 STA 34+000.00



CROSS SECTION-212 STA 33+000.00



CROSS SECTION-227 STA 35+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

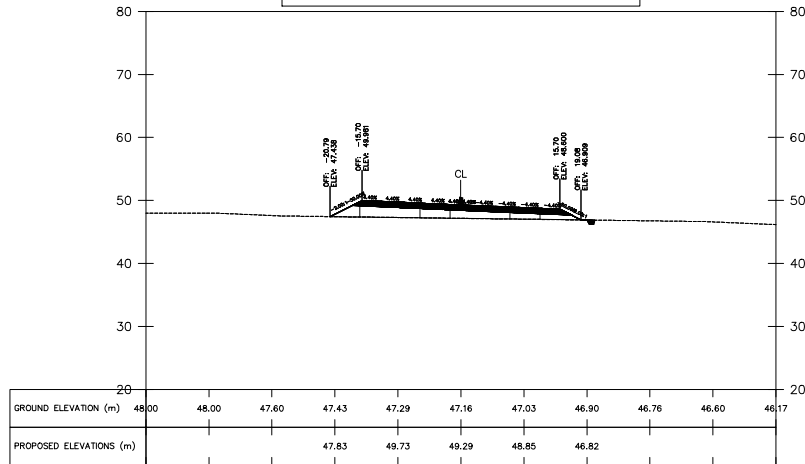
NO GBR

9

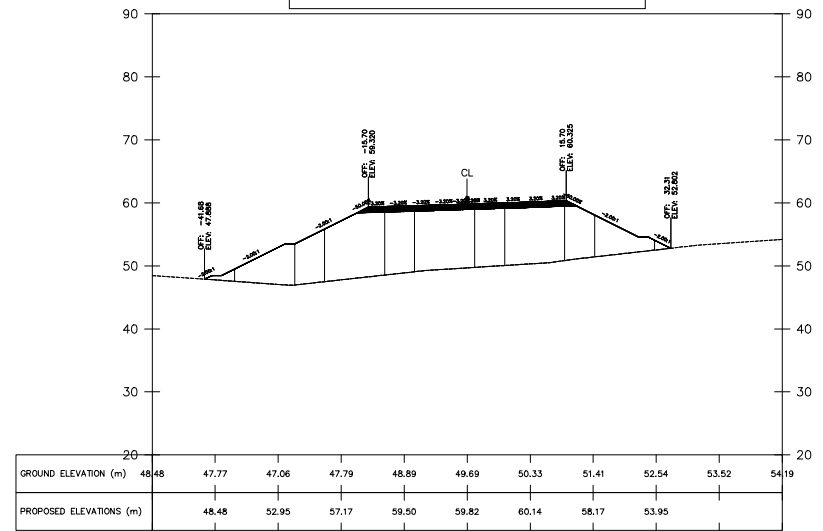
JML GBR

13

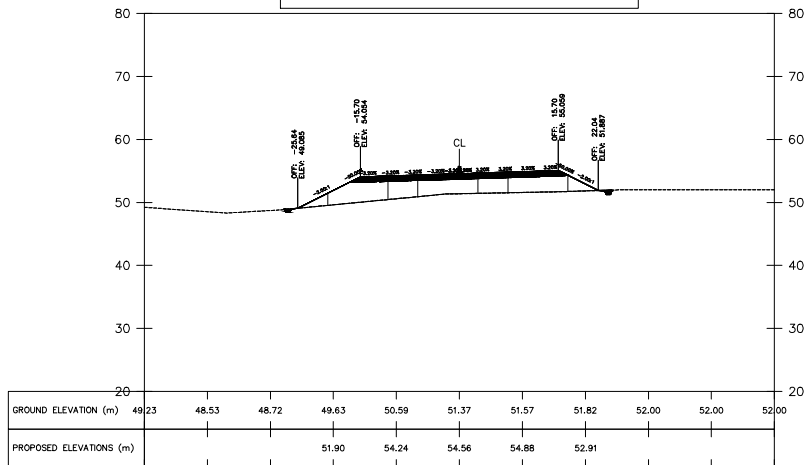
CROSS SECTION-236 STA 36+000.00



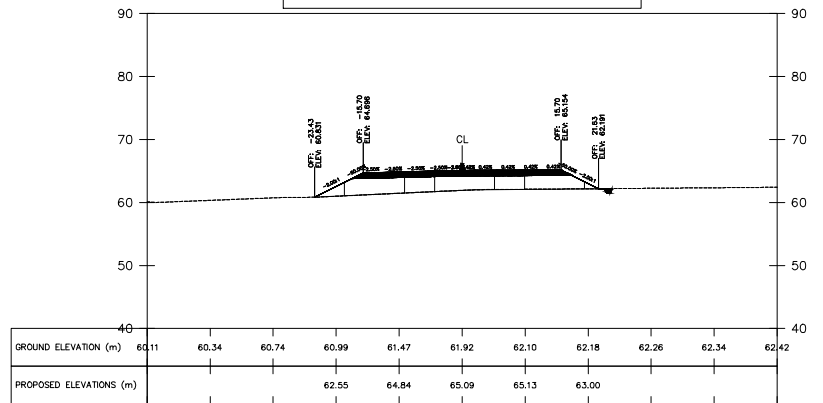
CROSS SECTION-261 STA 38+000.00



CROSS SECTION-248 STA 37+000.00



CROSS SECTION-274 STA 39+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

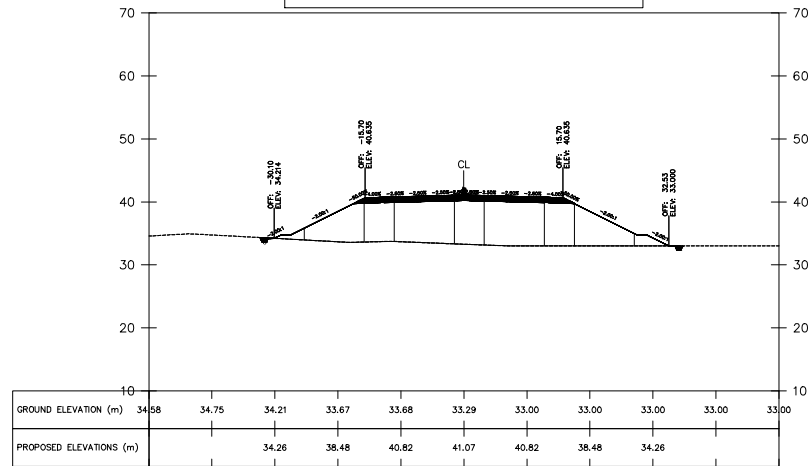
NO GBR

10

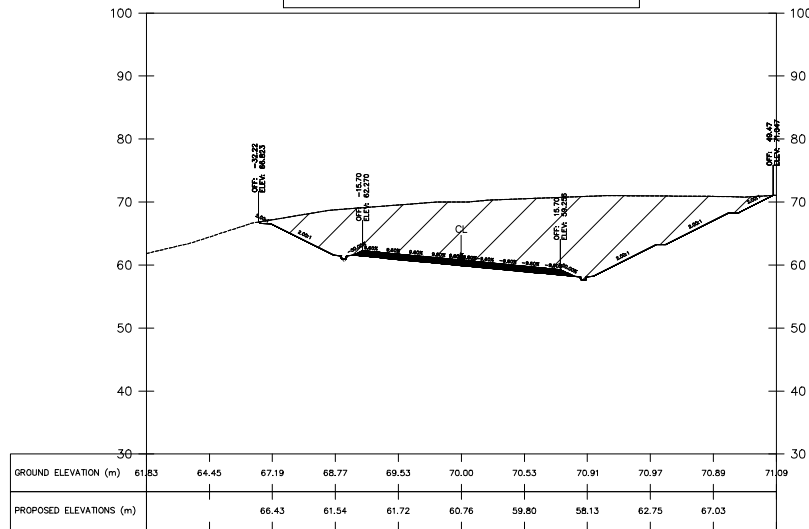
JML GBR

13

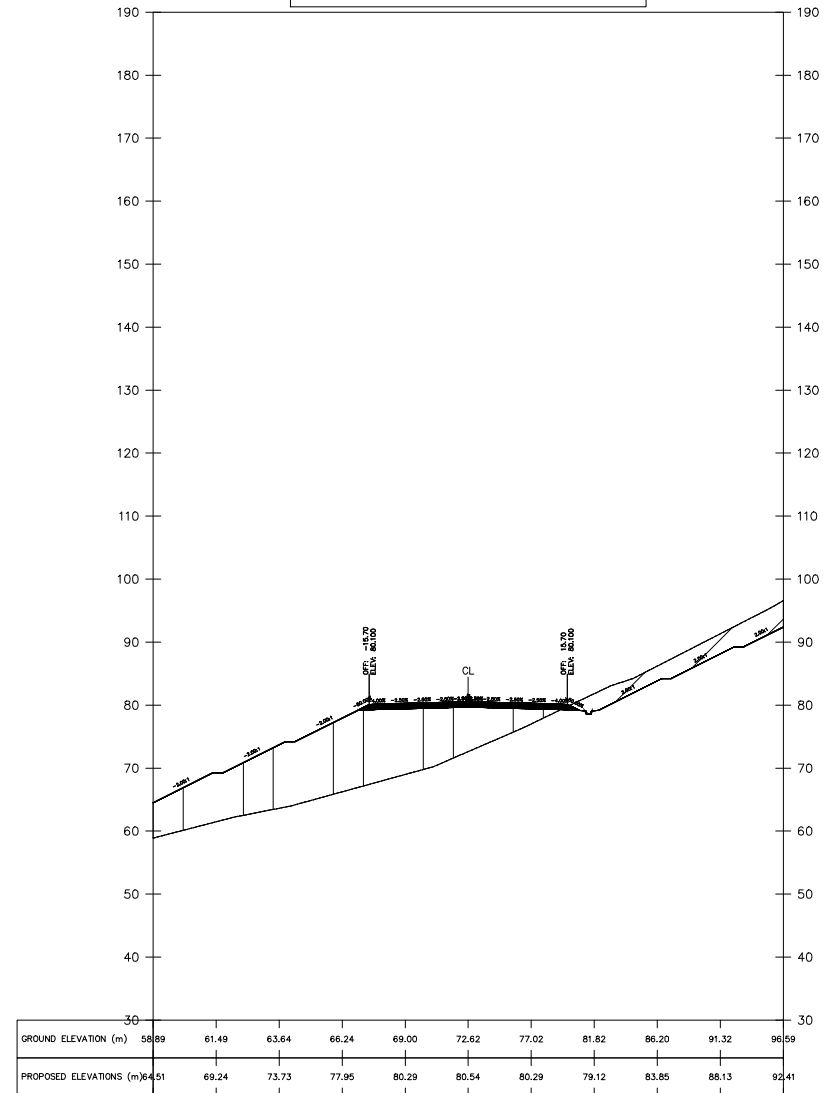
CROSS SECTION-278 STA 40+000.00



CROSS SECTION-284 STA 41+000.00



CROSS SECTION-291 STA 42+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

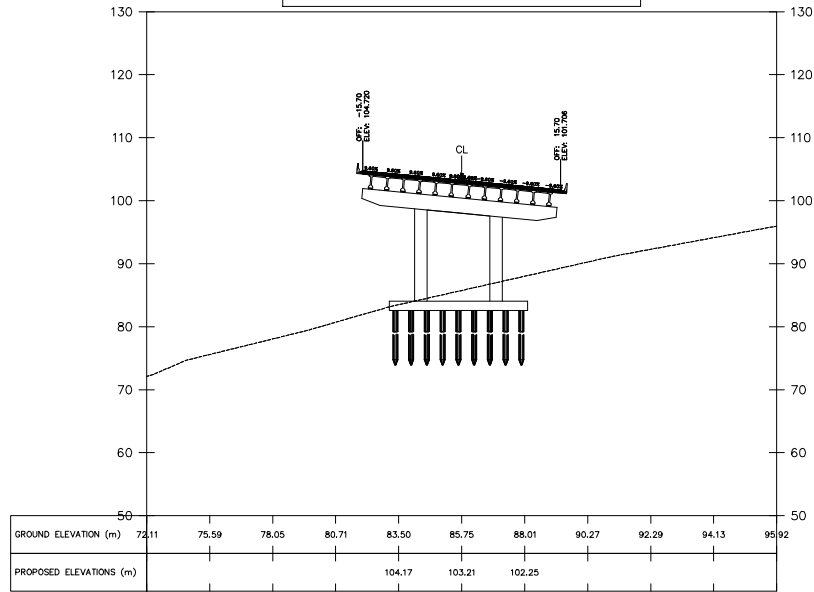
NO GBR

11

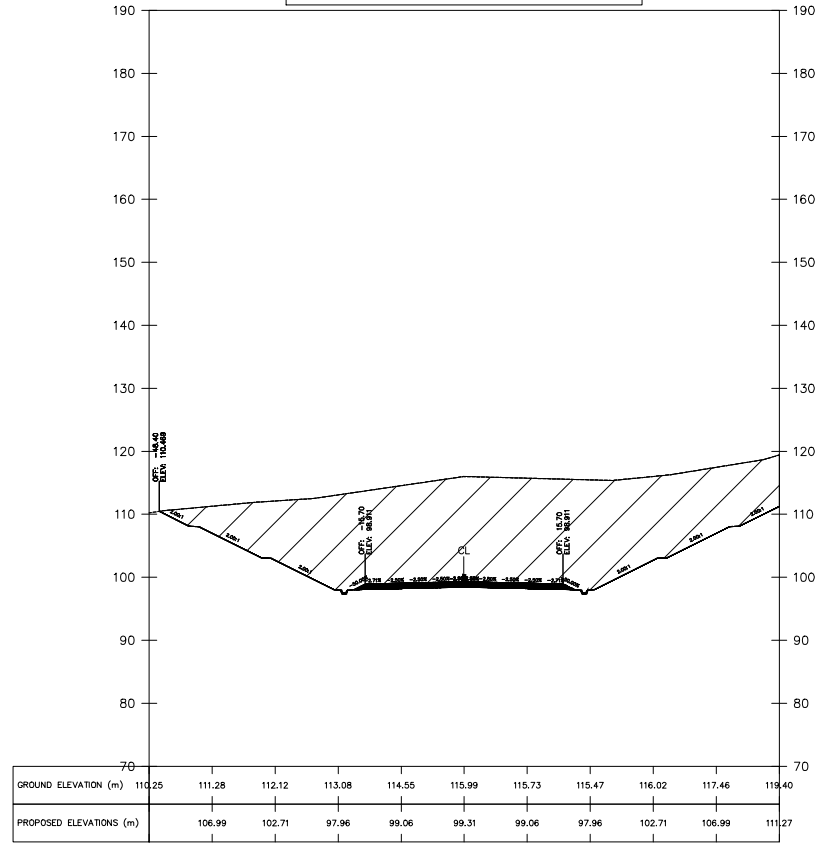
JML GBR

13

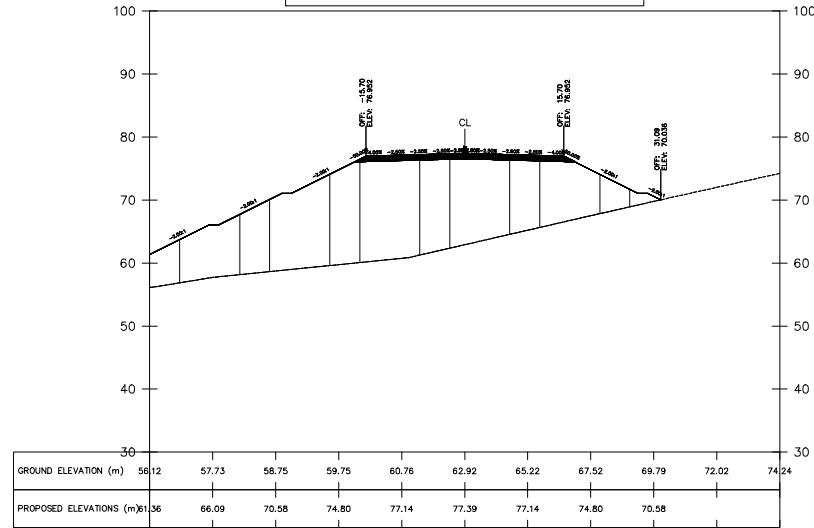
CROSS SECTION-302 STA 43+000.00



CROSS SECTION-313 STA 44+000.00



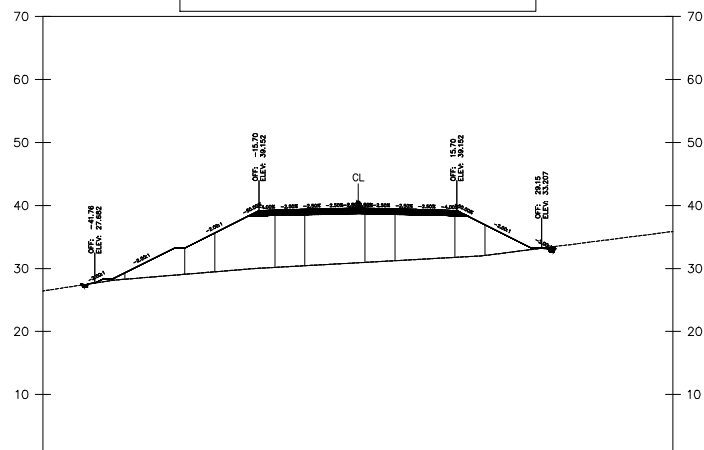
CROSS SECTION-324 STA 45+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

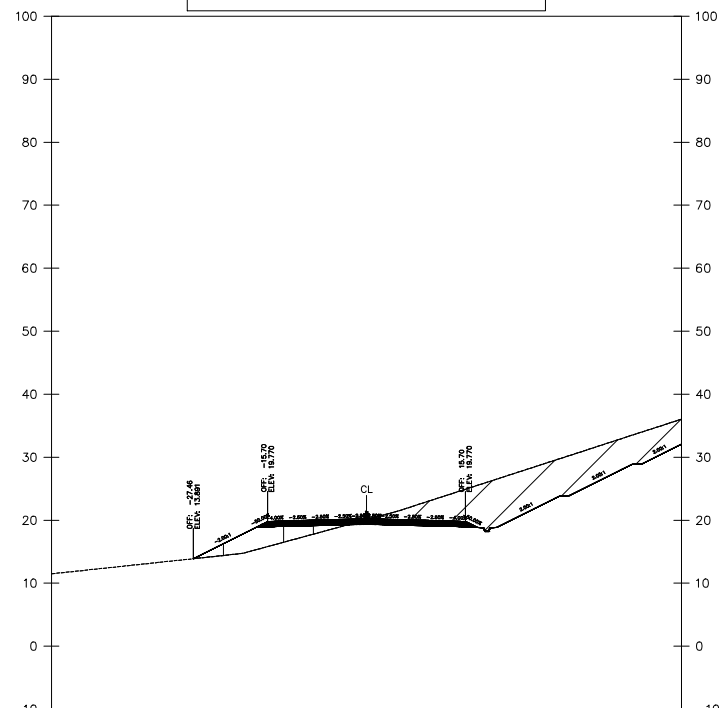
| JUDUL GAMBAR | DOSEN PEMBIMBING | NAMA MAHASISWA | SKALA | JUDUL GAMBAR | KETERANGAN | KODE GBR | NO GBR |
|---|---|--|----------|---------------|------------|----------|---------|
| PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU | Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng. NIP. 197007081998021002 | Ilham Rizky Darmawan NRP 03111745000010 | 1 : 1200 | CROSS SECTION | | CR | 12 |
| | | | | | | | JML GBR |
| | | | | | | | 13 |

CROSS SECTION-331 STA 46+000.00

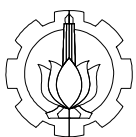


| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GROUND ELEVATION (m) | 26.43 | 27.95 | 28.87 | 29.70 | 30.36 | 30.91 | 31.46 | 32.04 | 33.32 | 34.59 | 35.87 |
| PROPOSED ELEVATIONS (m) | | 28.29 | 32.78 | 37.00 | 39.34 | 39.59 | 39.34 | 37.00 | 33.12 | | |

CROSS SECTION-335 STA 47+000.00



| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GROUND ELEVATION (m) | 11.48 | 12.55 | 13.62 | 14.69 | 17.36 | 20.09 | 23.06 | 26.31 | 29.55 | 32.79 | 36.03 |
| PROPOSED ELEVATIONS (m) | | | | 17.62 | 19.96 | 20.21 | 19.96 | 18.79 | 23.52 | 27.80 | 32.08 |



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 JALAN TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI SEKSI
 PROBOLINGGO - PAITON MENGGUNAKAN
 PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastantyo, S.T.,M.Eng.
 NIP. 197007081998021002

NAMA MAHASISWA

Ilham Rizky Darmawan
 NRP 03111745000010

SKALA

1 : 1200

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CR

NO GBR

13

JML GBR

13