

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL RUTE
KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN
GORONTALO
(*GEOMETRIC DESIGN OF RAILWAY IN GORONTALO
CITY - DJALALUDIN GORONTALO AIRPORT*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**TRY ILHAM MOHAMMAD NALOLE
15511144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022**

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL RUTE
KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN
GORONTALO
(GEOMETRIC DESIGN OF RAILWAY IN GORONTALO
CITY - DJALALUDIN GORONTALO AIRPORT)**

Disusun oleh

**TRY ILHAM MOHAMMAD NALOLE
15511144**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 955110103

Penguji I

Corry Ya'cub, Ir., M.T.
NIK: 815110102

Penguji H

Prayogo Afang P., S.T., M.Sc.
NIK: 205111303

Mengesahkan.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Yunalia Murtafi S.T., M.T., Ph.D.Eng.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya dengan ini menyatakan bahwa sesungguhnya laporan Tugas Akhir yang telah saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 13 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a red and yellow adhesive stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '3000', and 'METERAI TEMPEL'. Below the stamp, the alphanumeric code '18C7AKX165939549' is printed.

Try Ilham Mohammad Nalole

(15511144)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah Swt. karena berkat Rahmat-Nya masih diberikan kekuatan, semangat, kesehatan dan kemampuan walau ditengah Pandemi *Covid-19* ini, sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Perancangan Geometrik Jalan Rel Rute Kota Gorontalo - Bandara Djalaludin Gorontalo*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Selanjutnya, tak lupa juga penulis mengucapkan shalawat untuk Nabi Muhammad S.A.W., sebagai suri tauladan dan pembimbing kita dari kejahiliahan sehingga berada dalam keadaan yang nyaman seperti sekarang ini. *Allahumma shalli 'ala sayyidina muhammad, wa 'ala ali sayyidina muhammad.*

Bantuan dari berbagai pihak berupa saran, kritik, serta dorongan semangat, maupun doa yang dipanjatkan kepada penulis, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena hal itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya serta memberikan nasihat proses Tugas Akhir.
2. Bapak Corry Ya'cub, Ir.,M.T. Selaku Dewan Dosen Penguji Tugas Akhir atas saran dan masukan serta nasehat yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc. Selaku Dewan Dosen Penguji Tugas Akhir atas saran dan masukan serta nasehat yang diberikan kepada penulis.
4. Ibu Faizul Chasanah, S.T., M.Sc. dan Ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing Proposal Tugas Akhir yang telah membimbing saya serta memberikan nasihat proses Proposal Tugas Akhir.
5. Ibu Yunalia Muntafi S.T., M.T., Ph.D.Eng. selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
6. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan dukungan, nasihat serta motivasi hingga selesainya Tugas Akhir ini.

7. Seluruh kawan-kawan saya yang telah memberikan semangat langsung kepada saya selama penelitian Tugas Akhir.

Saya sebagai penulis memohon maaf bila terjadi kesalahan penulisan dan sebagainya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan para mahasiswa maupun orang lain.

Wssalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 13 Desember 2022


Try Ilham Mohammad Nalole

15511144

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan / Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Desain Geometrik Jalan Rel	4
2.2 Hasil Penelitian tentang Perancangan Geometrik Jalan Rel	4
2.3 Perbandingan Penelitian tentang Perancangan Geometrik Jalan Rel	6
2.4 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan	9
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Struktur jalan rel	10
3.2 Penentuan pemihan trase	11
3.3 Definisi dan jenis rel	12
3.4 Geometri jalan rel	15
3.4.1 Kecepatan Rencana dan Beban Gandar	15

3.4.2	Lebar Jalan Rel	16
3.4.3	Klasifikasi Jalan Rel	17
3.4.4	Ruang Bebas dan Ruang Bangun	20
3.4.5	Lengkung Horizontal	27
3.4.6	Percepatan Sentrifugal	34
3.4.7	Peninggian Jalan Rel	34
3.4.8	Pelebaran Sepur	37
3.4.9	Lengkung Vertikal	37
3.4.10	Kelandaian	38
BAB IV METODE PENELITIAN		39
4.1	Metode Penelitian	39
4.2	Lokasi Penelitian	39
4.3	Teknik Pengumpulan Data	40
4.4	Analisis Data	41
4.5	Bagan Alur Metode Penelitian	41
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		43
5.1	Evaluasi Kondisi Topografi Daerah Penelitian	43
5.1.1	Kondisi Topografi	43
5.1.2	Hasil Evaluasi Kondisi Topografi	45
5.2	Kajian Teknis Pemilihan trase	45
5.2.1	Perhitungan Kebutuhan Lahan Jalur Kereta Api	47
5.2.2	Penempatan Trase	47
5.2.3	Kondisi Topografi Pada Tiap Trase	48
5.2.4	Dampak Sosial dan Lingkungan	48
5.2.5	Aspek Teknis	49
5.2.6	Aspek Integritas Jaringan	49
5.2.7	Aspek Aksesibilitas dan Mobilitas	51
5.3	Geometri Jalan Rel	53
5.3.1	Kecepatan Rencana	53
5.3.2	Alinyemen Horizontal	54
5.3.3	Alinyemen Vertikal	71

5.4 Hasil Analisis	98
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian tentang Perancangan Geometrik Jalan	7
Tabel 3.1	Kelas Jalan Rel untuk Lebar Jalan Rel 1067 Mm	18
Tabel 3.2	Kelas Jalan Rel untuk Lebar Jalan Rel 1435 Mm	19
Tabel 3.3	Jarak Ruang Bangun	27
Tabel 3.4	Jari-Jari Minimum Yang Dijinkan	30
Tabel 3.5	Peninggian Jalan Rel 1067 mm	35
Tabel 3.6	Pelebaran Jalan Rel Untuk 1067 mm	37
Tabel 3.7	Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal	37
Tabel 3.8	Landai Penentu Maksimum	38
Tabel 5.1	Rekapitulasi Hasil Luas Kebutuhan Lahan	47
Tabel 5.2	Rekapitulasi Hasil Data Teknis Sementara Tiap Trase	52
Tabel 5.3	Spesifikasi Jalan Rel Tiap Trase	53
Tabel 5.4	Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 1	58
Tabel 5.5	Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 2	61
Tabel 5.6	Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1	72
Tabel 5.7	Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2	88
Tabel 5.8	Rekapitulasi Akhir Hasil Data Teknis Tiap Trase	99

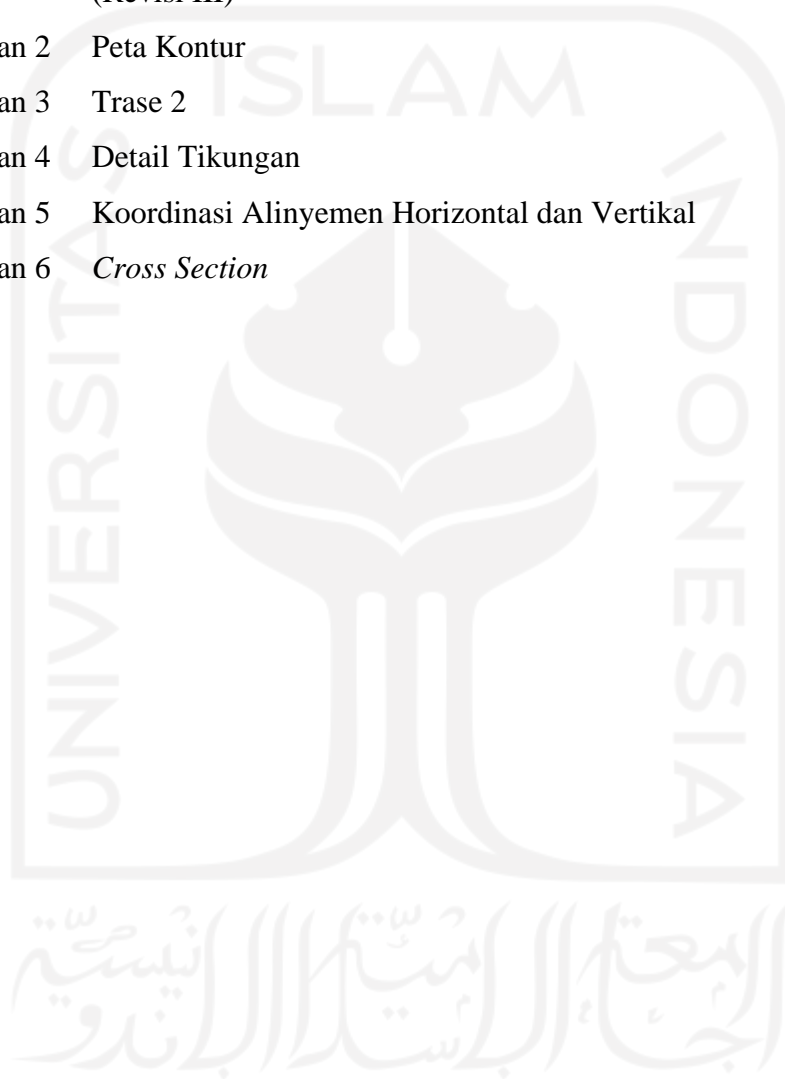
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Struktur Jalan Rel Konvensional Dua Rel Sejajar	10
Gambar 3.2	Macam-macam Bentuk Rel	12
Gambar 3.3	Ukuran Penampang Rel R.42	13
Gambar 3.4	Ukuran Penampang Rel R.50	14
Gambar 3.5	Ukuran Penampang Rel R.54	14
Gambar 3.6	Ukuran Penampang Rel R.60	15
Gambar 3.7	Lebar Jalan Rel 1067 mm	17
Gambar 3.8	Lebar Jalan Rel 1435 mm	17
Gambar 3.9	Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm pada Bagian Lurus	21
Gambar 3.10	Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm pada Bagian Lurus	22
Gambar 3.11	Ruang Bebas Lebar Jalan Rel 1067 mm pada Lengkungan	23
Gambar 3.12	Ruang Bebas Lebar Jalan Rel 1435 mm pada Lengkungan	24
Gambar 3.13	Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm pada Jalur Lurus untuk Jalur Ganda	25
Gambar 3.14	Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm pada Jalur Lurus untuk Jalur Ganda	25
Gambar 3.15	Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm pada Lengkungan untuk Jalur Ganda	26
Gambar 3.16	Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm pada Lengkungan untuk Jalur Ganda	26
Gambar 3.17	Lengkung Horizontal	28
Gambar 3.18	Kedudukan Kereta/Gerbong/Lokomotif Pada Saat Melalui Lengkung Horizontal	29
Gambar 3.19	Diagram Kelengkungan Lengkung Transisi	31
Gambar 3.20	Lengkung Transisi Bentuk Cubic Parabola	31
Gambar 3.21	Bentuk Lengkung S	32
Gambar 3.22	Proyeksi Lengkung Horizontal	33
Gambar 3.23	Diagram Peninggian Rel	35

Gambar 4.1	Lokasi Penelitian	40
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	41
Gambar 5.1	Kondisi Topografi Citra <i>Google Maps</i>	43
Gambar 5.2	Kondisi Topografi Citra <i>Global Mapper</i>	44
Gambar 5.3	Kontur	44
Gambar 5.4	Trase Jalan Rel Pilihan	46
Gambar 5.5	Jarak Tempuh Stasiun Awal Menuju Terminal Bus	50
Gambar 5.6	Jarak Tempuh Stasiun Akhir Menuju Terminal Bus	50
Gambar 5.7	Alinyemen Trase 1	65
Gambar 5.8	Alinyemen Trase 2	66
Gambar 5.9	Tikungan 1 Pada Trase 1 (<i>S-C-S</i>)	67
Gambar 5.10	Tikungan 6 Pada Trase 1 (<i>Full Circle</i>)	68
Gambar 5.11	Tikungan 5 Pada Trase 2 (<i>S-C-S</i>)	69
Gambar 5.12	Tikungan 6 Pada Trase 2 (<i>Full Circle</i>)	70
Gambar 5.13	Potongan Alinyemen Vertikal Trase 1	96
Gambar 5.14	Potongan Alinyemen Vertikal Trase 2	97

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Peta Indikatif dan Areal Perhutanan Sosial Provinsi Gorontalo
(Revisi III)
- Lampiran 2 Peta Kontur
- Lampiran 3 Trase 2
- Lampiran 4 Detail Tikungan
- Lampiran 5 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Vertikal
- Lampiran 6 *Cross Section*



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

γ_d	= Berat Volume Kering (<i>dry density</i>)
%	= Persen (Perseratus)
‰	= Permil (Perseribu)
3D	= Tiga Dimensi
AMDAL	= Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
C	= Percepatan Sentrifugal
cm	= Sentimeter
CS	= <i>Curve – Spiral Intersection</i>
G	= Berat kereta/gerbong/lokomotif
h	= Peninggian Jalan Rel
ha	= Hektar
H _{minimum}	= Peninggian Minimum
H _{normal}	= Peninggian Normal
km	= Kilometer
lc	= Panjang Maksimum Landai Curam Yang Diijinkan
Lh	= Panjang Minimum Lengkung Peralihan
L _n	= Panjang minimum lengkung Transisi
m	= Meter
m ³	= Meter Kubik
Mid	= <i>Middle</i>
mm	= Milimeter
N	= <i>North</i>
p	= Pergeseran Busur Lingkaran Terhadap Tangen Asli
PC	= <i>Point of Curvature</i>
PI	= <i>Point of Intersection</i>
PM	= Peraturan Menteri
PT	= <i>Point of Tangency</i>
PT.	= Perseroan Terbatas

PVC	= <i>Point Of Vertical Circle</i>
PVI	= <i>Point Of Vertical Intersect</i>
PVT	= <i>Point Of Vertical Tangent</i>
R	= <i>Jari – jari Lengkung</i>
SC	= <i>Spiral – Curve Intersection</i>
SCS	= <i>Spiral – Curve – Spiral</i>
SS	= <i>Spiral – Spiral Intersection</i>
ST	= <i>Spiral – Tangent Intersection</i>
STA	= <i>Station (Stasion)</i>
TS	= <i>Tangent – Spiral Intersection</i>
UTM	= <i>Universal Transverse Mercator</i>
V	= <i>Kecepatan</i>
V_{maks}	= <i>Kecepatan Maksimum</i>



ABSTRAK

Sesuai dengan rencana pembangunan infrastruktur kereta api di Sulawesi yang rencanakan oleh Kementerian Perhubungan 2014, maka dari itu diperlukan adanya penelitian lebih lanjut tentang pembangunan jalan rel kereta api khususnya di daerah Provinsi Gorontalo rute Kota Gorontalo – Bandara Djalaludin Gorontalo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang trase jalur kereta api daerah Kota Gorontalo – Bandara Djalaludin Gorontalo, merencanakan alternatif trase dan merencanakan geometri jalan rel

Perencanaan ini dilakukan menggunakan data sekunder yang didapat dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan berupa Peta Indikatif dan Areal Perhutanan Sosial Provinsi Gorontalo dan data topografi dari hasil analisis data pada *software Global Mapper*. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada peraturan dan persyaratan yang berlaku di Indonesia yakni Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api serta pengelolaan data menggunakan *software Autocad Civil 3D* untuk mendesain geometrik yang diperlukan pada penelitian ini.

Hasil penelitian didapatkan total panjang trase terpilih sepanjang 27,96 km dengan total kebutuhan untuk pembebasan lahan pada trase tersebut ialah sebesar 55,96 ha. Adapun untuk jenis rel yang digunakan ialah tipe rel R54 dengan beban maksimum 18 ton, lebar sepur 1067 mm, jarak bantalan beton 60 cm, tebal balas 25 cm dan tebal sub balas 25 cm. Untuk jumlah tikungan pada trase terpilih ialah sebanyak 9 tikungan yang terdiri dari 4 tikungan tipe S-C-S dan 5 tikungan tipe lengkung tanpa lengkung peralihan dan total 34 lengkung vertikal. Elevasi terendah pada trase 2 berada pada STA 12+034.79 dengan ketinggian +8,154 meter dan elevasi tertinggi berada pada STA 25+156,32 dengan ketinggian +44.878 meter Adapun total jumlah volume galian 1.050.216,42 m³ total timbunan 797.560,33 m³,

Kata Kunci : Geometrik, *Autocad Civil 3D*, Trase, Balas

ABSTRACT

In accordance with the railway infrastructure development plan in Sulawesi, which was planned by the Ministry of Transportation in 2014, it is therefore necessary to conduct further research on the construction of railroads, especially in the Gorontalo Province area on the Gorontalo City - Djalaludin Airport route. The purpose of this research is to design the route for the Gorontalo City - Gorontalo Djalaludin Airport, to plan alternative alignments and to plan the geometry of the rail road.

This planning was carried out using secondary data obtained from the Ministry of Environment and Forestry in the form of Indicative Maps and Social Forestry Areas of Gorontalo Province and topographic data from the results of data analysis on Global Mapper software. This research was conducted based on the regulations and requirements that apply in Indonesia, namely the Regulation of the Minister of Transportation No. 60 of 2012 concerning the Technical Requirements of Railways and data management using Autocad Civil 3D software for geometric designs required in this research.

The results showed that the total length of the selected alignment was 27.96 km with the total need for land acquisition in this route of 55.96 ha. As for the type of rail used, the rail type is R54 with a maximum load of 18 tons, width of 1067 mm, distance of concrete bearing 60 cm, ballast thickness of 25 cm and sub ballast thickness of 25 cm. For the number of turns in the selected route, there are 9 turns consisting of 4 S-C-S type turns and 5 turns of the curved type without transitional curves and a total of 34 vertical curves. The lowest elevation on trace 2 is at STA 12+034.79 with a height of +8,154 meters and the highest elevation is at STA 25+156.32 with a height of +44,878 meters. The total volume of excavation is 1,050,216.42 m³, the total embankment is 797,560.33 m³, the total need for ballast is 52,263.85 m³ and the total need for sub ballast is 52,663.85 m³.

Keywords : Geometric, Autocad Civil 3D, Alignment, Ballast

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu transportasi umum di Indonesia yaitu kereta api merupakan salah satu moda transportasi yang efisien, baik dari segi waktu dan biaya apabila dibandingkan dengan transportasi lainnya. Di negara kita Indonesia, pembangunan jalur rel kereta api masih sangat jauh dibandingkan dengan negara lainnya di dunia. Adapun Panjang jalan rel di Negara Amerika Serikat sepanjang ± 250.000 Km, China sepanjang ± 100.000 Km, Rusia sepanjang ± 85.000 Km, India sepanjang ± 65.000 Km serta Kanada sepanjang ± 48.000 Km (Idris, 2020).

Jalur rel kereta api di Indonesia hingga saat ini hanya berada di Pulau Jawa dan sebagian pulau Sumatera, sementara beberapa pulau besar di Indonesia seperti di Kalimantan, Sulawesi dan Pulau Papua belum memiliki jalur rel kereta api. Adapun untuk total jumlah stasiun kereta api di Pulau Sumatera sebanyak 166 Stasiun dan di Pulau Jawa sebanyak 463 stasiun (Kementerian Perhubungan, 2019), hal ini menandakan bahwa pembangunan fasilitas transportasi berupa jalur rel kereta api di Indonesia belum merata.

Pembuatan jalur rel kereta api tidak hanya sebagai transportasi publik saja, namun dapat mendorong laju pendistribusian berupa barang pangan maupun logistik. Hal ini dapat memotong biaya pengiriman barang dan waktu pengiriman ketempat tujuan, sehingga tercipta harga barang yang terjangkau bagi semua kalangan masyarakat. Dengan demikian, secara tidak langsung pembangunan jalur rel kereta api memberikan dampak positif berupa peningkatan laju pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut.

Provinsi Gorontalo memiliki luas wilayah sebesar 12.435 km^2 dengan jumlah pesawat terbang yang berangkat dari Bandara Jalaludin pada bulan desember 2017 tercatat 342 penerbangan, mengalami peningkatan 3,95 persen dibandingkan dengan bulan sebelumnya (November 2017). Jumlah penumpang berangkat pada Bulan Desember 2017 mengalami peningkatan sebesar 3,60 persen jika dibandingkan dengan keadaan Bulan November 2017, yaitu naik dari 31.643 orang

menjadi 32.782 orang pada bulan Desember 2017 (Asman, 2018). Hal tersebut seharusnya didukung dengan peningkatan sarana dan prasarana transportasi berupa kereta api menuju ke kota dan kabupaten – kabupaten di daerah Gorontalo.

1.2 Rumusan Masalah

Hal-hal yang menjadi permasalahan dalam Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana desain trase jalur kereta api yang baik serta efisien untuk jalur tunggal (*Single track*) daerah Kota Gorontalo hingga ke Bandara Djalaludin Gorontalo ?
2. Bagaimana bentuk alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal jalur kereta api yang sesuai dengan persyaratan yang ada di Indonesia ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berupa :

1. Merancang trase jalur kereta api baru dan efisien.
2. Merancang alinyemen geometrik jalan kereta api yang sesuai dengan persyaratan dan kriteria Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

1.4 Batasan / Ruang Lingkup Penelitian

Dalam perencanaan ini peneliti membatasi beberapa hal agar pembahasan tidak terlalu luas. Adapun hal – hal yang dibatasi adalah sebagai berikut.

1. Data yang akan dipakai berupa data sekunder berupa data kontur wilayah kota / kabupaten / provinsi Gorontalo, data / peta indikatif dan areal perhutanan sosial provinsi Gorontalo, serta data – data lain yang mungkin dibutuhkan.
2. *Software Auocad Civil 3D* digunakan dalam rancangan pemodelan trase rel kereta api.
3. Daerah perencanaan hanya berfokus pada wilayah Kota Gorontalo - Bandara Djalaludin Gorontalo.
4. Penelitian ini hanya merancang geometrik jalan rel
5. Peneliti tidak membahas persinyalan.

6. Apabila trase harus melewati sungai dan membelah bukit / gunung, hal tersebut didefinisikan sebagai galian dan timbunan (tidak merancang / mendefinisikan sebagai jembatan dan terowongan / *tunnel*).
7. Tidak membahas infrastruktur kereta api lain (stasiun, dipo, rumah sinyal)
8. Tidak dilakukan perhitungan kekuatan timbunan dan sistem drainase.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil perencanaan desain geometrik jalan rel ini nantinya diharapkan dapat membantu bagi pemerintah daerah Provinsi Gorontalo sebagai masukan dan pembandingan terhadap pembangunan infrastruktur transportasi di daerah tersebut, hal ini mengingat belum adanya jalur kereta api di daerah Provinsi Gorontalo. Apabila desain tersebut dapat direalisasikan di daerah tersebut, diharapkan masyarakat dapat menikmati, memanfaatkan serta menjaga dan memelihara fasilitas tersebut dengan sebaik-baiknya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Geometrik Jalan Rel

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan (2012) Geometri Jalan Rel merupakan suatu bentuk dan ukuran jalan rel, baik arah memanjang dan arah melebar yang meliputi lebar sepur, lengkung horizontal, lengkung vertikal, peninggian rel, pelebaran sepur hingga kelandaian.

Jalan Rel direncanakan untuk melewati berbagai jumlah angkutan barang dan atau penumpang dalam suatu jangka waktu tertentu. Perencanaan konstruksi jalan rel pada jalur tunggal maupun ganda harus dilakukan secara baik agar bisa dipertanggung jawabkan secara teknis, nonteknis, dan ekonomis (Rusbintardjo, 2012).

Adapun secara teknis bahwa, konstruksi jalan rel harus bisa dilalui kendaraan kereta api dengan aman dan nyaman dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksi jalan rel tersebut. Serta, apabila ditinjau secara nonteknis, maka didalam pembangunan jalan rel harus memperhatikan kendala dan permasalahan yang dirasakan baik secara langsung dan/atau tidak langsung oleh masyarakat sekitar seperti halnya pembebasan lahan dan/atau pengambilan hak penggunaan lahan PT. Kereta Api Indonesia guna lahan area *track* baru yang selama ini di manfaatkan oleh masyarakat. Sedangkan, apabila ditinjau dari aspek ekonomis, maka diharapkan pembangunan serta pemeliharaan konstruksi jalan rel tersebut dapat diselenggarakan dengan biaya seminimal mungkin tanpa mengesampingkan aspek keamanan dan kenyamanan.

2.2 Hasil Penelitian tentang Perancangan Geometrik Jalan Rel

Sukmana dan Rahardjo (2014), membahas tentang solusi penambahan kapasitas jalan kereta api di jalur selatan dengan cara penambahan jalan rel baru yang menghubungkan Surabaya dan Krian sehingga dapat menambah jadwal perjalanan kereta api pada lintas tersebut dan juga perhitungan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk membangun jalan rel baru. Dalam jurnal tersebut dapat

disimpulkan bahwa jalan rel serta emplasemen stasiun baru untuk jalur ganda dapat digunakan dengan adanya penyesuaian desain sebagaimana tertera pada Ripnas, Peraturan Dinas PJKA, dan Keputusan Menteri Perhubungan serta tipe Rel yang digunakan ialah R54.

Perencanaan geometrik jalan rel antara Banyuwangi-Situbondo-Probolinggo telah dirancang oleh Rosadi dan Kartika (2013). Perencanaan geometrik tersebut membahas trase jalan rel sebagai alternatif angkutan umum yang menghubungkan kabupaten Banyuwangi, Situbondo dan Probolinggo. Perencanaan jalan rel tersebut digunakan lengkung horizontal *spiral-circle-spiral* dan *full circle* dan dilanjutkan desain alinyemen vertikal yang diawali dengan membagi trase *existing*, dari setiap potongan tersebut dicari trase dengan metode interpolasi antar kontur dan trase. Dari hasil perencanaan pada jurnal tersebut diperoleh panjang perencanaan geometrik jalan rel dari Banyuwangi menuju ke Probolinggo sepanjang 214,98 km dengan menggunakan tipe rel R54.

Selanjutnya Nugroho dan Natasha (2016) melakukan penelitian tentang Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Koridor Magelang–Ambarawa. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut adalah pengembangan moda transportasi berbasis jalan rel sebagai alternatif moda transportasi jalan raya dengan potensi penumpang kereta api sebesar 2038 pnp/hari dan potensi angkutan barang sebesar 7,7 ton/hari, menetapkan kelas 4 sebagai kelas jalan rel berdasarkan ketentuan dan dengan spesifikasi teknis sebagaimana tercantum dalam PM Perhubungan No. 60 tahun 2012, KM Perhubungan No. 52 tahun 2000 dan PD PJKA No.10 tahun 1986 dan direncanakan pemanfaatan trase eksisting sepanjang 21,9 km dan trase baru sepanjang 13,1 km.

Pada penelitian perencanaan lengkung horizontal jalur ganda kereta api stasiun Martapura - stasiun Baturaja Sumatera Selatan Km. 222+800 – Km. 227+900 telah dirancang oleh Gunawan (2018) yang mengacu pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api didapati hasil berupa nilai lengkung total (L) sebesar 860,382 m untuk alternatif 2 dan 741,756 m untuk alternatif 3 dan terdapat perbedaan panjang lengkung transisi yaitu 132 mm dan 102 mm.

Adapun perencanaan reaktivasi jalan rel kereta api rute Yogyakarta – Parangtritis yang telah dipublikasikan oleh Mughni (2018) yang dilatar belakangi pada pertumbuhan urbanisasi yang tinggi serta padatnya jalanan oleh kendaraan dan waktu tempuh perjalanan yang semakin lama. Pada penelitian tersebut digunakan Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 dan 60 Tahun 2012 serta PD PJKA No. 10 tahun 1986. Dari penelitian reaktivasi tersebut diperoleh hasil berupa panjang trase terpilih 25,24 km dengan total tikungan sebanyak 3 tikungan dengan tikungan pertama menggunakan lengkung tanpa peralihan dengan jari-jari 1700 meter tipe *full circle* dan lengkung dengan peralihan (*spiral-circle-spiral*) tipe *cubic parabola* dengan jari-jari sebesar 500 meter pada tikungan kedua dan ketiga, serta struktur yang dipakai ialah tipe R54 dengan panjang bantalan beton yakni 200 cm.

2.3 Perbandingan Penelitian tentang Perancangan Geometrik Jalan Rel

Perbedaan penelitian yang telah disebutkan sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian tentang Perancangan Geomterik Jalan Rel

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang Dilakukan
Peneliti	Sukmana dan Rahardjo (2014)	Rosadi dan Kartika (2013)	Nugroho dan Natasha (2016)	Gunawan (2018)	Mughni (2018)	Peneliti
Judul Penelitian	Perencanaan Jalur Ganda Kereta Api Surabaya – Krian	Perencanaan Geometrik Jalan Rel Antara Banyuwangi-Situbondo-Probolinggo	Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Koridor Magelang - Ambarawa	Perencanaan Lengkung Horizontal Jalur Ganda Kereta Api Stasiun Martapura-Stasiun Baturaja Sumatera Selatan Km. 222+800 – Km. 227+900	Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Rute Yogyakarta – Parangtritis	Perencanaan Geometrik Jalan Rel Kereta Api Penghubung Kota Gorontalo - Bandara Djalaludin Gorontalo
Tujuan Penelitian	Merencanakan Alinyemen Vertikal dan Horizontal, Struktur Konstruksi Rel Serta Rencana Anggaran Biaya.	Merencanakan Trase Jalan Rel Dan Geometri Jalan Rel Serta Struktur Konstruksi Rel.	Merencanakan pemanfaatan trase eksisting, trase baru terpilih dan struktur bawah jalan rel.	Merencanakan Geometri Lengkung Horizontal Jalur Ganda Kereta Api Sesuai Dengan Persyaratan Teknis.	Merencanakan Geometri Jalan Rel Kereta Api Berdasar Pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012.	Merencanakan trase jalan rel, geometri jalan rel serta struktur jalan rel sesuai dengan peraturan menteri perhubungan No. 60 tahun 2012

Sumber: Sukmana dan Rahardjo (2014), Rosadi dan Kartika (2013), Nugroho dan Natasha (2016), Gunawan (2018), Mughni (2018)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian tentang Perancangan Geomterik Jalan Rel

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang Dilakukan
Peneliti	Sukmana dan Rahardjo (2014)	Rosadi dan Kartika (2013)	Nugroho dan Natasha (2016)	Gunawan (2018)	Mughni (2018)	Peneliti
Metode	Peraturan Dinas PJKa Tahun 1986 Tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Rel	Bina Marga 1997 Tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Dan PD PJKa Tahun 1986	Menggunakan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.	Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.	Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Dan 60 Tahun 2012 Serta PD PJKa No. 10 Tahun 1986	Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
Hasil	Jalan rel Kereta Api Surabaya – Krian dapat digunakan dengan penyusain pada Ripnas dan sebagainya.	Panjang Perencanaan <i>Geometric</i> Jalan Rel Dari Banyuwangi Menuju Ke Probolinggo Sepanjang 214,98 Km Dengan Menggunakan Tipe Rel R54.	Trase terpilih yaitu trase 2 dengan Panjang 35 km menggunakan kelas jalan rel 54.	Nilai Lengkung Total (L) Sebesar 860,382 m untuk Alternatif 2 Dan 741,756 m Untuk Alternatif 3 Dan Terdapat Perbedaan Panjang Lengkung Transisi Yaitu 132 mm Dan 102 mm.	Panjang trase terpilih 25,24 km dengan total tikungan sebanyak 3 tikungan, serta struktur yang dipakai ialah tipe R54 dengan panjang bantalan beton 200 cm.	Panjang trase terpilih 27,96 km dengan kecepatan rencana 90 km/jam dan total tikungan sebanyak 9 tikungan, serta 34 lengkung vertikal.

Sumber: Sukmana dan Rahardjo (2014), Rosadi dan Kartika (2013), Nugroho dan Natasha (2016), Gunawan (2018), Mughni (2018)

2.4 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

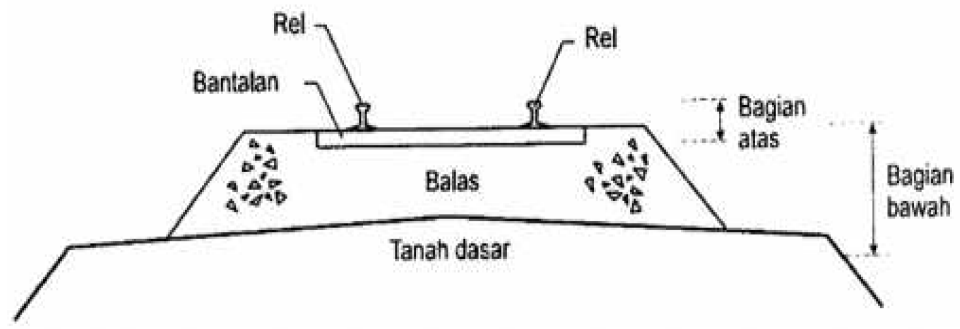
Berikut beberapa perbedaan penelitian yang dilakukan peneliti dengan penelitian terdahulu.

1. Penelitian ini berlokasi di daerah yang belum sama sekali memiliki infrastruktur jalan kereta api sedangkan penelitian terdahulu sudah terdapat infrastruktur jalan kereta api.
2. Penelitian ini menggunakan *software autocad civil 3d* sedangkan penelitian terdahulu hanya menggunakan *software autocad*.
3. Penelitian ini merancang 2 trase yang nantinya akan dibandingkan dan dipilih yang paling baik diantara 2 trase tersebut, sedangkan penelitian terdahulu hanya merancang 1 trase kemudian dibandingkan dengan trase yang sudah ada dilapangan ataupun reaktivasi rel kereta api.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Struktur Jalan Rel

Mengacu pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, struktur jalan rel pada teknologi konvensional berupa Teknologi Dua Rel Sejajar, jalan rel terbentuk dari dua batang rel baja yang diletakkan di atas balok-balok melintang. Balok-balok melintang ini disebut bantalan, dimana bantalan ini terbuat dari kayu, baja/besi atau beton. Jenis bantalan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Selain itu untuk menjaga agar posisi kedudukan rel tidak berubah atau rel tetap pada kedudukannya, maka rel tersebut ditambatkan pada bantalan dengan menggunakan penambat rel. Dengan susunan dan tambatan yang demikian maka susunan dan struktur rel-bantalan-penambat rel menjadi suatu komponen/rangka yang kokoh. Rangka yang kokoh tersebut bersambung secara memanjang membentuk jalur yang disebut dengan sepur (*track*). Sepur berada atau diletakkan pada atas suatu alas yang disebut balas (*balast*), yang selanjutnya dibawah bagian balas terdapat tanah dasar (*subgrade*) dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Struktur Jalan Rel Konvensional Dua Rel Sejajar

(Sumber : Utomo, 2009)

Komponen-komponen struktur jalan rel tersebut diatas dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok sebagai berikut.

- a. struktur bagian atas, yaitu bagian lintasan, terdiri atas rel, bantalan dan penambat rel, dan
- b. struktur bagian bawah, yaitu bagian fondasi, terdiri atas balas dan tanah dasar.

3.2 Penentuan Pemilihan Trase

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 11 Tahun 2012 Tentang Tata Cara Penetapan Trase Jalur Kereta Api, Trase adalah rencana tapak jalur kereta api yang telah diketahui titik-titik koordinatnya. Adapun pemilihan trase yang disyaratkan pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, harus memperhatikan berbagai kepentingan dan kemampuan. Pada beberapa kasus tertentu, trase yang baik untuk operasi perjalanan kereta api mungkin tidak layak dibangun karena disebabkan pertimbangan dari segi pembiayaan atau investasi yang dinilai begitu mahal. Akan tetapi sebaliknya trase yang murah kemungkinan akan menjadi beban yang tidak ekonomis karena menuntut biaya operasi yang besar. Kompromi antara biaya investasi dan biaya operasi perlu dilakukan dengan cermat.

Selain itu ada beberapa kriteria dasar yang digunakan untuk menentukan trase jalan rel terpilih dalam penelitian ini yang terdiri dari beberapa aspek sebagai berikut.

1. Aspek teknis.
 - a. Geometri jalan rel
 - b. Panjang jalan rel
 - c. Waktu tempuh
 - d. Galian dan timbunan
 - e. Elevasi
 - f. Kebutuhan lahan
 - g. Keterpaduan moda.
2. Aspek intergrasi jaringan.
 - a. Terminal bis
 - b. Pelabuhan
 - c. Bandar udara
 - d. Integrasi dengan kawasan industri dan pariwisata.
3. Aspek aksesibilitas dan mobilitas.
 - a. Menjangkau wilayah yang dihubungkan
 - b. Kemudahan kendaraan bergerak.

4. Aspek tata guna lahan berkaitan dengan luas lahan yang harus dibebaskan.

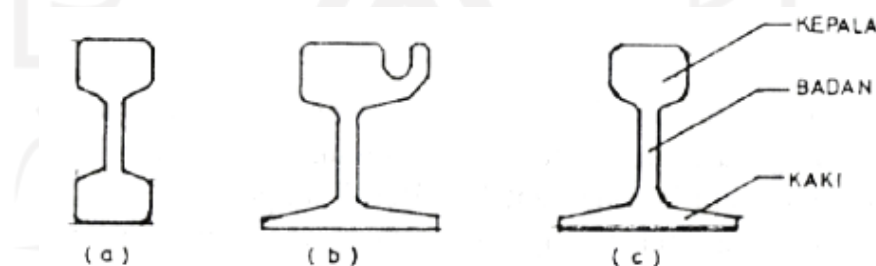
Keputusan pemilihan trase terpilih dapat dilakukan berdasarkan pemeringkatan aspek-aspek tersebut dengan cara menetapkan usulan alternatif trase yang memiliki nominal peringkat terkecil akan menjadi alternatif trase terbaik.

3.3 Definisi dan Jenis Rel

Rel ialah sebagai pijakan berputarnya roda kereta api dan juga penerus beban kereta dari roda hingga ke struktur bantalan yang ada dibawahnya. Terdapat bantalan-bantalan dibawah rel yang digunakan sebagai penumpu rel kereta api. Rel kereta juga membantu untuk mengarahkan jalannya kereta api tanpa memerlukan pengendalian khusus. Pada sistem tumpuan yang sedemikian, tekanan tegak lurus dari roda menyebabkan momen lentur pada rel diantara bantalan-bantalan. Agar supaya rel dapat menahan momen-momen tersebut, maka rel dibuat sebagai batang dengan bentuk dasar profil I. Pengembangan dari profil I tersebut terdapat tiga macam bentuk yang terbagi sebagai berikut.

- a. Rel berkepala dua
- b. Rel alur (*Grooved Rail*), dan
- c. Rel Vignola

Tampak penampang dari ketiga macam bentuk rel yang telah disebutkan diatas dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Macam-macam Bentuk Rel

(Sumber : Utomo, 2009)

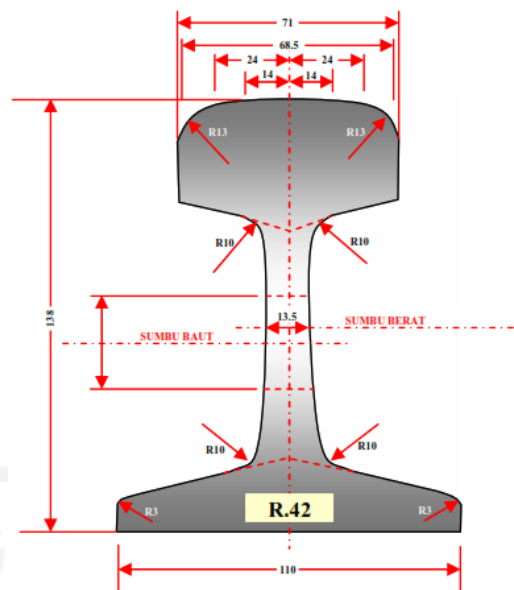
Rel Vignola merupakan rel yang umumnya digunakan di Indonesia. Rel bentuk vignola terdiri atas tiga bagian rel, yaitu kepala, badan dan kaki. Dengan

bentuk yang seperti itu, rel bentuk vignola mempunyai keunggulan-keunggulan sebagai berikut.

1. Momen perlawanan cukup besar (bentuk seperti profil I) tetapi relatif mudah untuk dibentuk lengkung horizontal.
2. Kaki yang lebar dengan sisi bawah datar, menjadikan rel mudah diletakkan dan ditambatkan pada bantalan, serta lebih stabil kedudukannya.
3. Kepala rel sesuai dengan bentuk kasut roda.

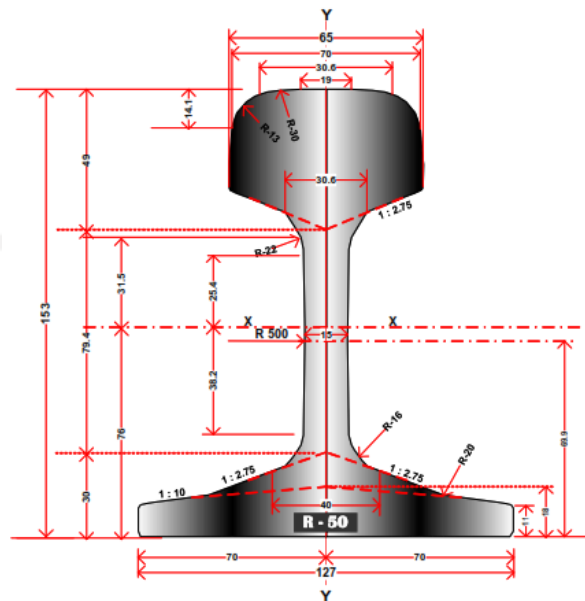
Rel dipasang pada bantalan dengan penambat sebagai dasar landasan kereta api, jenis penambat yang digunakan tergantung pada jenis bantalan yang digunakan.

Berikut detail ukuran penampang rel yang ada pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012. Detail ukuran penampang rel dapat dilihat pada Gambar 3.3, Gambar 3.4, Gambar 3.5 dan Gambar 3.6.



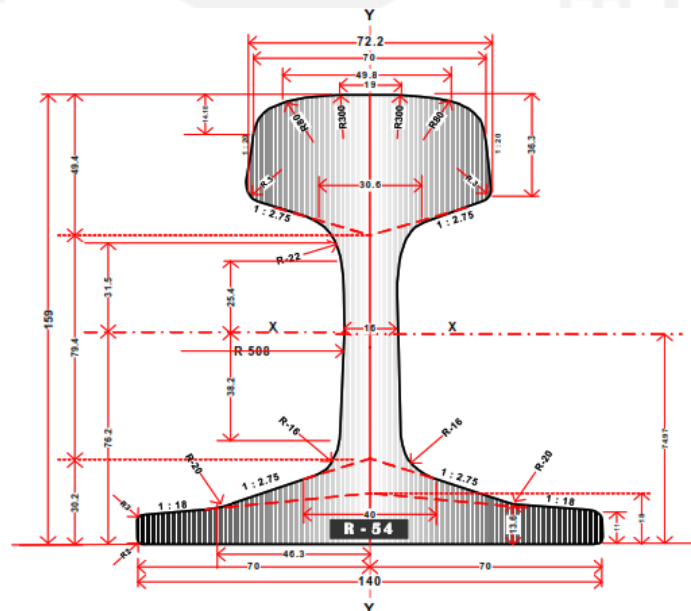
Gambar 3.3 Ukuran Penampang Rel R.42

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)



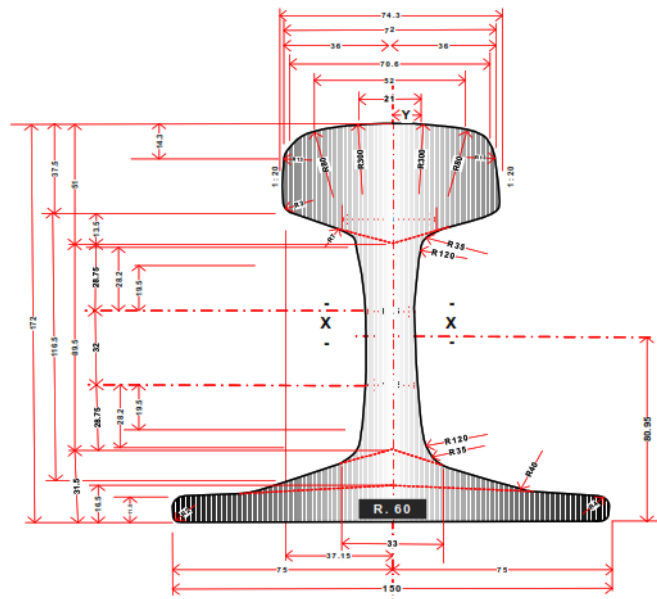
Gambar 3.4 Ukuran Penampang Rel R.50

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)



Gambar 3.5 Ukuran Penampang Rel R.54

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)



Gambar 3.6 Ukuran Penampang Rel R.60

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3.4 Geometri Jalan Rel

Geometri jalan rel merupakan suatu bentuk dan ukuran jalan rel, baik arah memanjang dan arah melebar yang meliputi lebar sepur, lengkung horizontal, lengkung vertikal, peninggian rel, pelebaran sepur hingga kelandaian. Perencanaan Geometri ini mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012.

Geometri jalan rel harus direncanakan berdasarkan pada kecepatan rencana dan ukuran kereta yang melewatinya, serta harus memperhatikan topografi daerah yang dilalui kereta dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitar. Uraian mengenai geometri jalan rel berdasarkan pada standar yang digunakan di Indonesia oleh PT. Kereta Api (persero) dengan beberapa penambahan dari acuan yang lain.

3.4.1 Kecepatan Rencana dan Beban Gandar

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan untuk merencanakan konstruksi jalan rel. Penentuan kecepatan rencana akan berkaitan dengan jenis kereta yang dipakai, lebar sepur, peletakan jalur (*at grade*, *elevated* atau *underground*) dan banyaknya perlintasan dengan jalan.

1. Untuk perencanaan struktur jalan rel

$$V_{rencana} = 1,25 \times V_{maks} \quad (3.1)$$

2. Untuk perencanaan peninggian

$$V_{rencana} = c \times \frac{\sum Ni.Vi}{\sum Ni} \quad (3.2)$$

dengan :

C : 1,25

Ni : jumlah kereta api yang lewat

Vi : Kecepatan operasi

3. Kecepatan Maksimum

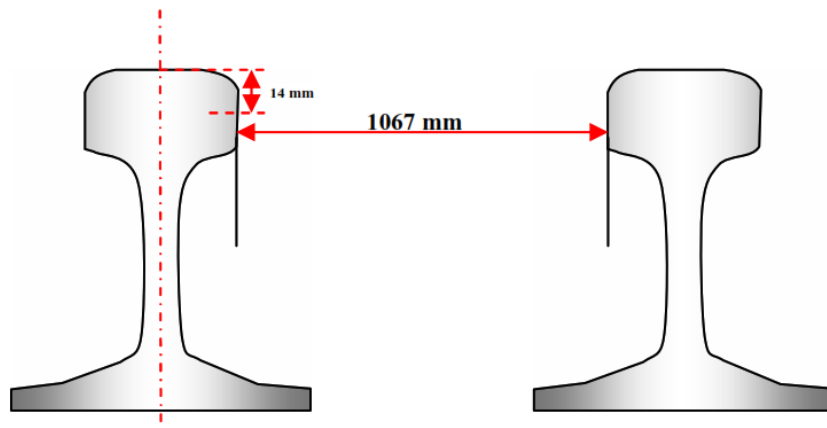
Kecepatan maksimum adalah kecepatan tertinggi yang diijinkan untuk operasi suatu rangkaian kereta pada lintas tertentu.

4. Beban Gandar

Beban gandar adalah beban yang diterima oleh jalan rel dari satu gandar. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1067 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 18 ton. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1435 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 22,5 ton.

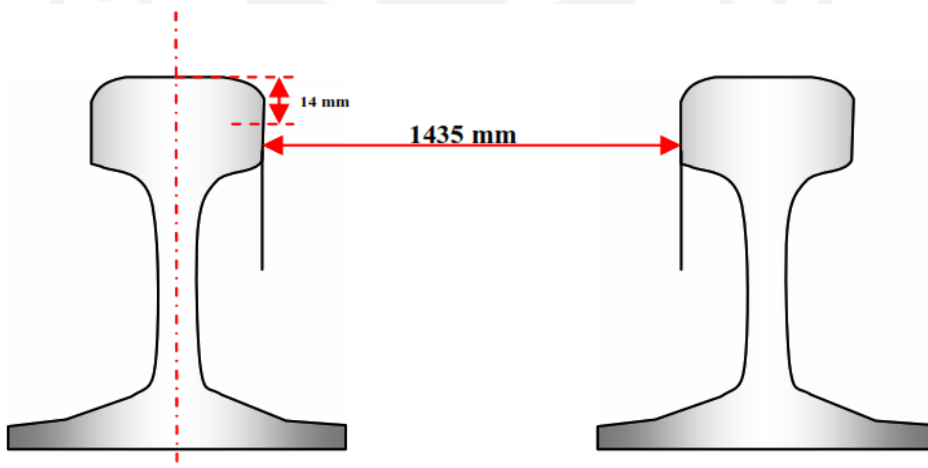
3.4.2 Lebar Jalan Rel

Lebar jalan rel adalah jarak minimum antara kedua sisi kepala rel yang diukur pada 0 – 14 mm dibawah permukaan paling atas rel. Pada umumnya penggunaan lebar jalan rel di Indonesia khususnya di pulau Jawa dan pulau Sumatera memakai lebar jalan rel tipe sepur sempit dengan jarak minimum kedua sisi kepala rel 1067 mm. Besaran nilai penyimpangan lebar jalan rel dengan lebar 1067 mm ialah +2 mm dan -0 untuk jalan rel baru, sedangkan untuk jalan rel yang telah beroperasi sebesar +4 mm dan -2 mm. Pelebaran jalan dilakukan pada lengkung horizontal yang bergantung kepada besarnya nilai jari-jari lengkung horizontal sendiri. Lebar jalan rel dapat dilihat pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.8.



Gambar 3.7 Lebar Jalan Rel 1067 mm

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)



Gambar 3.8 Lebar Jalan Rel 1435 mm

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3.4.3 Klasifikasi Jalan Rel

Pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 disebutkan standar klasifikasi jalan rel dibedakan menjadi beberapa kelas jalan sesuai dengan lebar jalan rel. Pembagian kelas jalan rel dapat dilihat pada tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Kelas Jalan Rel untuk Lebar Jalan Rel 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lalu Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak Antar Sumbu Bantalan (cm)			
I	$>20.10^6$	120	18	R.60/R.54	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R54./R.50/ R.42	Beton/Kayu/ Baja	Elastis Ganda	30	40
					60			
IV	$2,5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R.54/R.50/ R.42	Beton/Kayu/ Baja	Elastis Ganda/Elastis Tunggal	25	40
					60			
V	$< 2,5.10^6$	80	18	R.42	Kayu/Baja	Elastis Tunggal	25	35
					60			

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

Tabel 3.2 Kelas Jalan Rel untuk Lebar Jalan Rel 1435 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lalu Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak Antar Sumbu Bantalan (cm)			
I	$>20.10^6$	160	22,5	R.60	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	$10.10^6 - 20.10^6$	140	22,5	R.60	Beton	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	$5.10^6 - 10.10^6$	120	22,5	R60./R.54	Beton	Elastis Ganda	30	40
					60			
IV	$< 5.10^6$	100	22,5	R.60/R.54	Beton	Elastis Ganda	30	40
					60			

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

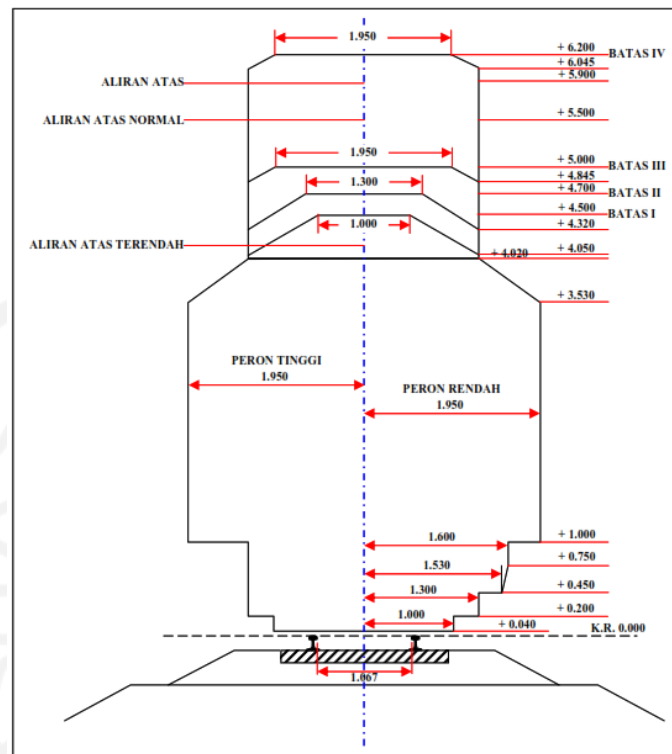
3.4.4 Ruang Bebas dan Ruang Bangun

Jalan rel senantiasa bebas dari rintangan dan setiap saat dapat dilewati oleh keretapi dengan aman. Oleh karena itu, untuk memenuhi tuntutan tersebut maka diperlukan adanya ruang diatas sepur yang senantiasa bebas dari segala benda yang dapat tersentuh oleh kereta api. Sebaliknya, tidak boleh ada bagian dari kendaraan jalan rel (lokomotif, kereta, gerbong) yang keluar dari ruang dimaksud. Selanjutnya, dalam hal ruang diatas sepur yang harus selalu bebas ini dikenal dengan istilah Ruang Bebas dan Ruang Bangun (Utomo, 2009).

1. Ruang Bebas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan (2012), ruang bebas ialah ruang diatas jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang; ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api. Ukuran ruang bebas untuk jalur tunggal dan jalur ganda, baik pada bagian lintas yang lurus maupun yang melengkung, untuk lintas elektrifikasi dan non elektrifikasi, adalah seperti yang tertera pada Gambar 3.9, Gambar 3.10, Gambar 3.11, Gambar 3.12, Gambar 3.13, Gambar 3.14, Gambar 3.15, dan Gambar 3.16. Ukuran-ukuran dari Ruang Bebas tersebut, sudah memperhitungkan hal-hal sebagai berikut (Utomo, 2009).

- a. Bergeraknya kendaraan jalan rel (lokomotif, kereta, gerbong) ke kanan dan ke kiri dalam perjalanan (akibat adanya kelonggaran antara *flens* roda dan kepala rel, maupun cacat-cacat sepur atau *track irregularities*).
- b. Pelebaran ruang yang diperlukan sewaktu kereta melewati tikungan/lengkung.
- c. Ukuran gerbong peti kemas standar ISO (*ISO Container size*) tipe *standard height*.
- d. Penyediaan ruang bebas untuk memasang saluran-saluran kawat listrik beserta tiang-tiang pendukungnya dan pantograf listrik pada kereta elektrifikasi.
- e. Tinggi peron, baik untuk barang maupun untuk penumpang (peron tinggi dan peron rendah)

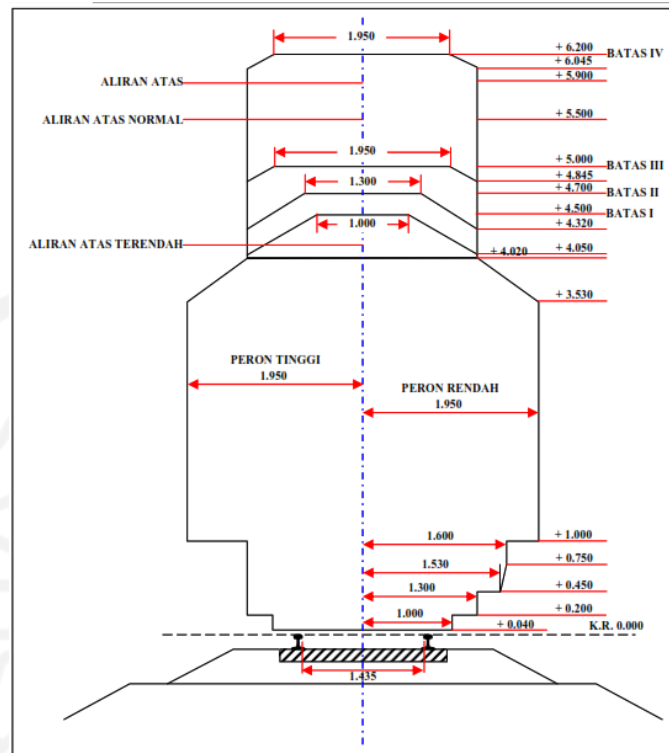


Gambar 3.9 Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm pada Bagian Lurus

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

Keterangan :

- Batas I = Untuk jembatan dengan kecepatan sampai 60 km/jam.
- Batas II = Untuk 'Viaduk' dan terowongan dengan kecepatan sampai 60km/jam dan untuk jembatan tanpa pembatasan kecepatan.
- Batas III = Untuk 'viaduk' baru dan bangunan lama kecuali terowongan dan jembatan.
- Batas IV = Untuk lintas kereta listrik.

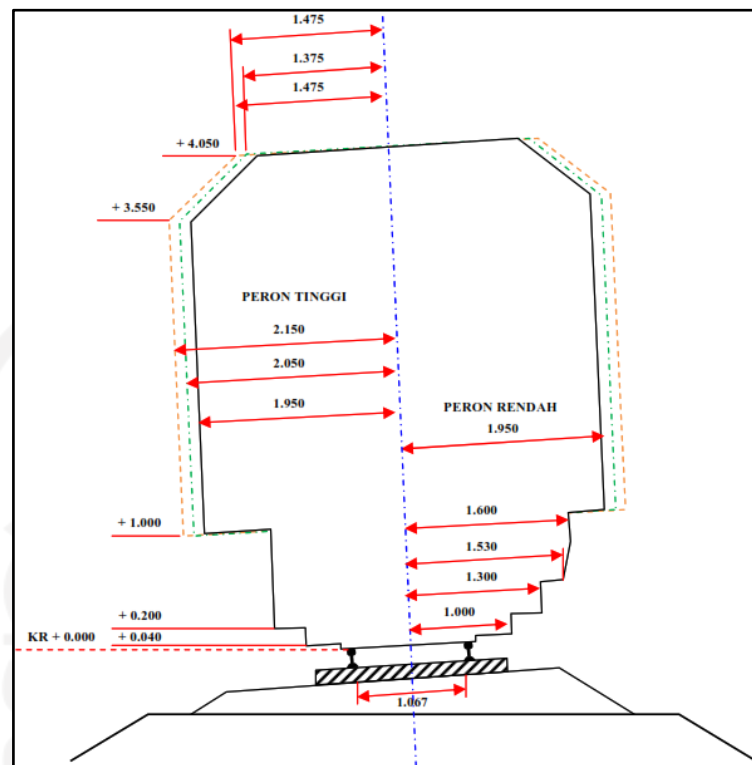


Gambar 3.10 Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm pada Bagian Lurus

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

Keterangan :

- Batas I = Untuk jembatan dengan kecepatan sampai 60 km/jam
- Batas II = Untuk 'Viaduk' dan terowongan dengan kecepatan sampai 60km/jam dan untuk jembatan tanpa pembatasan kecepatan.
- Batas III = Untuk 'viaduk' baru dan bangunan lama kecuali terowongan dan jembatan
- Batas IV = Untuk lintas kereta listrik

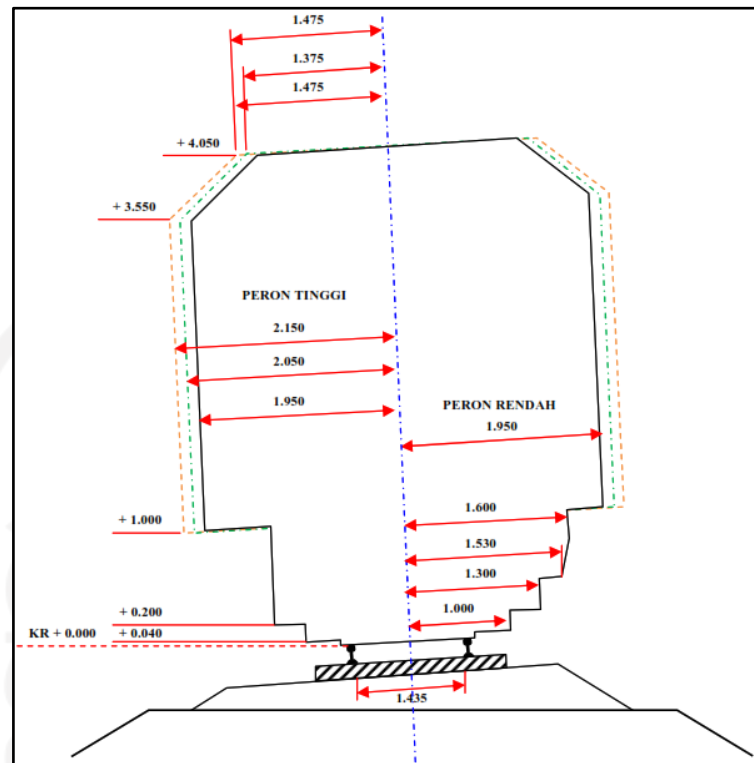


Gambar 3.11 Ruang Bebas Lebar Jalan Rel 1067 mm pada Lengkungan

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

Keterangan :

- : Batas ruang bebas pada lintas lurus dan pada bagian lengkungan dengan jari – jari > 3000 m.
- · - · - : Batas ruang bebas pada lengkungan dengan jari – jari 300 sampai dengan 3000 m.
- - - - : Batas ruang bebas pada lengkungan dengan jari – jari < 300 m.

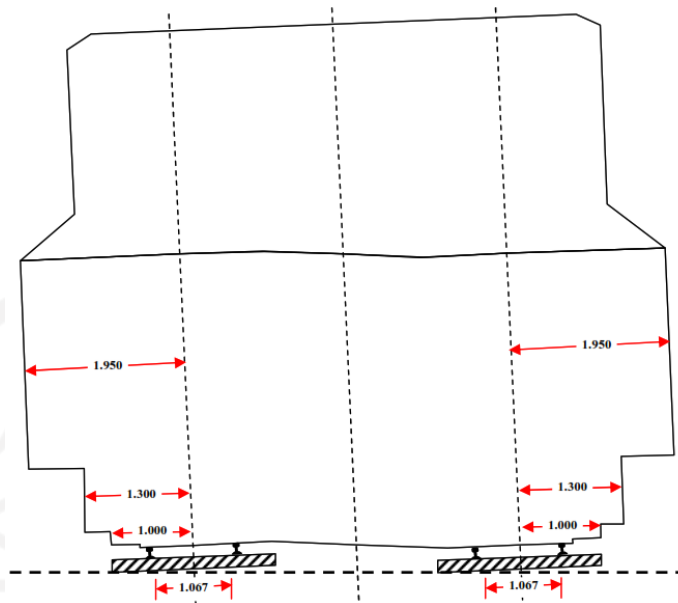


Gambar 3.12 Ruang Bebas Lebar Jalan Rel 1435 mm pada Lengkungan

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

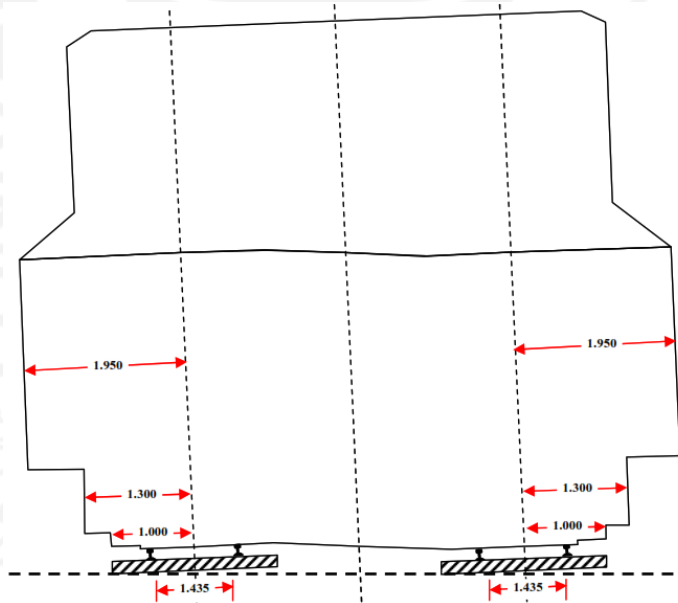
Keterangan :

- : Batas ruang bebas pada lintas lurus dan pada bagian lengkungan dengan jari – jari > 3000 m.
- · - · - : Batas ruang bebas pada lengkungan dengan jari – jari 300 sampai dengan 3000 m.
- - - - : Batas ruang bebas pada lengkungan dengan jari – jari < 300 m.



Gambar 3.15 Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm pada Lengkungan Untuk Jalur Ganda

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)



Gambar 3.16 Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm pada Lengkungan Untuk Jalur Ganda

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

2. Ruang Bangun

Ruang Bangun merupakan ruang disisi sepur yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap, seperti tiang semboyan, tiang listrik, pagar, tiang sinya elektrik dan sebagainya. Ruang bangun diukur dari sumbu sepur pada tinggi 1 meter sampai 3,55 meter. Jarak horizontal ruang bangun yang ditetapkan terdapat pada Tabel 3.3 berikut.

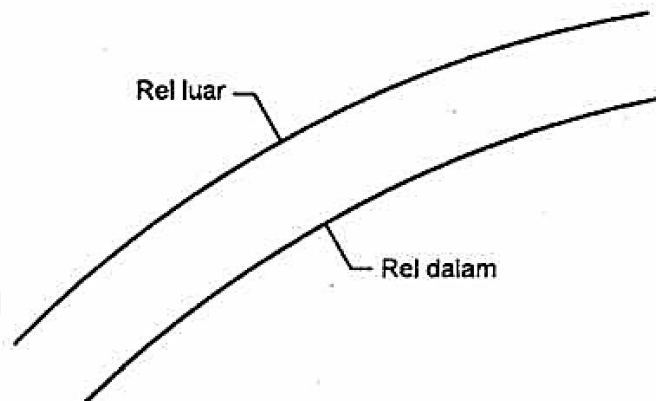
Tabel 3.3 Jarak Ruang Bangun

Segmen Jalur	Lebar Jalan Rel 1067 mm dan 1435 mm	
	Jalur Lurus	Jalur Lengkung R < 800
Lintas Bebas	minimal 2,35 m – 2,53 m di kiri kanan as jalan rel	R ≤ 300, minimal 2,55 m R > 300, minimal 2,45 m di kiri kanan as jalan rel
Emplasemen	minimal 1,95 m – 2,35 m di kiri kanan as jalan rel	minimal 2,35 m di kiri kanan as jalan rel
Jembatan, Terowongan	2,15 m di kiri kanan as jalan rel	2,15 m di kiri kanan as jalan rel

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3.4.5 Lengkung Horizontal

Pada saat dua bagian lintas lurus perpanjangan bertemu membentuk sudut, maka dua bagian tersebut harus dihubungkan dengan lengkung horizontal (lihat Gambar 3.17), lengkung horizontal dimaksudkan untuk mendapatkan perubahan secara berangsur-angsur arah alinyemen horizontal sepur (Utomo, 2009).



Gambar 3.17 Lengkung Horizontal

(Sumber : Utomo, 2009)

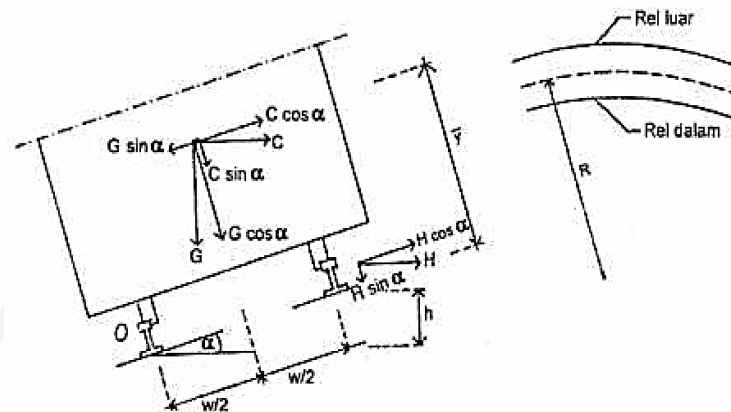
Pada saat kereta api berjalan melalui lengkung horizontal, maka timbul gaya sentrifugal ke arah luar yang berakibat seperti berikut.

- a. Rel luar mendapat tekanan yang lebih besar dibandingkan dengan rel dalam.
- b. Keausan rel luar akan lebih banyak dibandingkan dengan yang terjadi pada rel dalam
- c. Bahaya tergulingnya kereta api

Untuk mencegah terjadinya akibat-akibat tersebut diatas, maka lengkung horizontal perlu diberi peninggian rel luarnya. Oleh sebab itu, maka perancangan lengkung horizontal berkaitan dengan peninggian rel. Terdapat tiga jenis lengkung horizontal, yaitu : lengkung lingkaran, lengkung transisi dan lengkung S.

1. Lengkung lingkaran

Lengkung lingkaran merupakan dua bagian lurus yang perpanjangannya saling membentuk sudut dan dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung perlihan. Pada saat kereta api melalui lengkung horizontal, kedudukan kereta/gerbong/lokomotif, gaya berat kereta, gaya sentrifugal yang timbul dan dukungan komponen struktur jalan rel dapat digambarkan dengan Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Kedudukan Kereta/Gerbong/Lokomotif Pada Saat Melalui Lengkung Horizontal

(Sumber : Utomo, 2009)

Keterangan :

R : Jari-jari lengkung

G : Berat kereta/gerbong/lokomotif

D : Dukungan komponen struktur jalan rel

C : Gaya sentrifugal

h : Peninggian rel

w : Jarak antara kedua titik kontak antara roda dengan kepala rel.

Ketika kedudukan kereta seperti yang tergambar pada Gambar 3.18 dimaksud, untuk berbagai kecepatan, jari-jari minimum yang digunakan perlu ditinjau dari dua kondisi, yaitu :

- 1) gaya sentrifugal yang timbul diimbangi oleh gaya berat saja, dan
- 2) gaya sentrifugal yang timbul diimbangi oleh berat dan kemampuan dukung komponen struktur jalan rel.

2. Lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan

Pada bentuk lengkung horizontal tanpa adanya lengkung transisi dan tidak ada peninggian rel yang harus dicapai, maka $R = 0,164 V^2$. Untuk jari-jari minimum yang diijinkan dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Jari-Jari Minimum yang Diijinkan

Kecepatan Rencana (Km/jam)	Jari-Jari Minimum Lengkung Lingkaran Tanpa Lengkung Peralihan (m)	Jari-Jari Minimum Lengkung Lingkaran Yang Diijinkan Dengan Lengkung Peralihan (m)
120	2370	780
110	1330	660
100	1650	550
90	1330	440
80	1050	350
70	810	270
60	600	200

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3. Lengkung transisi

Untuk mengurangi pengaruh perubahan gaya sentrifugal sehingga penumpang kereta api tidak terganggu kenyamanannya, maka dapat digunakan lengkung transisi (*transition curve*). Panjang lengkung transisi tergantung pada perubahan gaya sentrifugal tiap satuan waktu, kecepatan dan jari-jari lengkung lingkaran. Panjang minimum dari lengkung peralihan dihitung dengan Persamaan 3.5 berikut..

$$L_n = 0,01.h.v \quad (3.5)$$

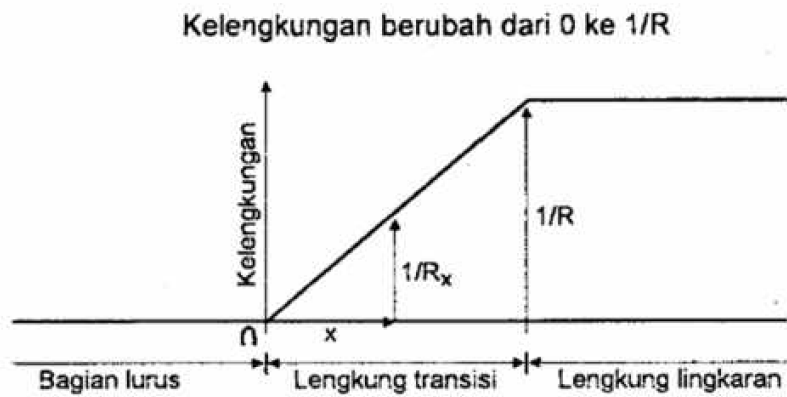
Dengan :

L_n : Panjang minimum lengkung (m)

h : Peninggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan (mm)

v : kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)

Salah satu bentuk lengkung transisi ialah *Cubic Parabola* (parabola pangkat tiga), seperti yang diuraikan berikut. Diagram kelengkungan pada lengkung transisi ialah seperti Gambar 3.19 berikut.



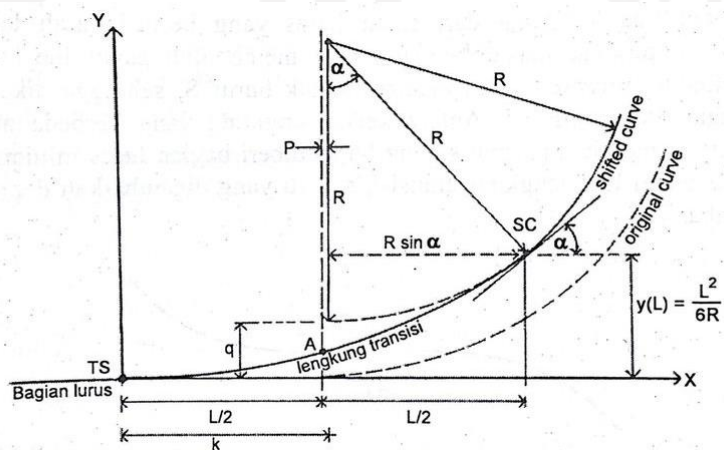
Gambar 3.19 Diagram Kelengkungan Lengkung Transisi

(Sumber : Utomo, 2009)

Persamaan *cubic parabola* ialah sebagai berikut.

$$y = \frac{x^3}{6.R.L} \quad (3.6)$$

Berdasarkan pada persamaan pangkat tiga tersebut, dengan Gambar 3.20 dapat ditunjukkan gambar sebagian bentuk lengkung transisi dan lengkung lingkarannya. Pada Gambar 3.20 tersebut juga dapat dilihat letak lengkung transisi dan lengkung lingkaran beserta titik-titik/bagian-bagian pentingnya.



Gambar 3.20 Lengkung Transisi Bentuk *Cubic Parabola*

(Sumber : Utomo, 2009)

Keterangan :

TS : Titik pertemuan bagian lurus dengan lengkung peralihan

SC : Titik pertemuan lengkung peralihan dengan lengkung lingkaran

L : Panjang lengkung peralihan atau L_h (m)

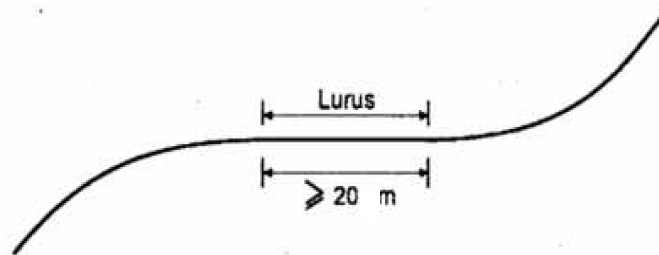
R : Jari-jari lingkaran (m)

Pada lengkung transisi seperti tersebut diatas terjadi pergeseran letak lengkung, yaitu dari letak lengkung semula (*original curve*) yang tanpa lengkung transisi ke letak lengkung yang bergeser (*shifted curve*) karena menggunakan lengkung transisi.

4. Lengkung S

Menurut Peraturan Menteri No.60 tahun 2012, Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkung terletak bersambungan dan harus memiliki transisi lurus sekurang-kurangnya sepanjang 20 m diluar lengkung peralihan.

Jari-jari lengkungan sebelum dan sesudah wesel untuk jalur utama haruslah lebih besa dari nilai-nilai yang ditetapkan berdasarkan kecepatan rencana pada wesel. Adapun bentuk untuk lengkung S dapat dilihat pada Gambar 3.21

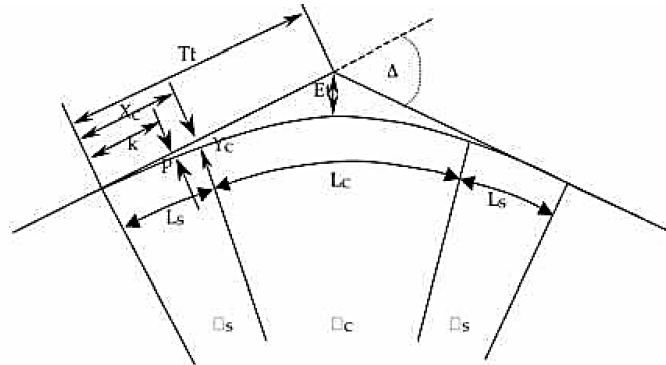


Gambar 3.21 Bentuk Lengkung S

(Sumber : Utomo, 2009)

5. Konsep Dasar Geometri Lengkung Horizontal

Berikut adalah proyeksi untuk lengkung horizontal yang dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Proyeksi Lengkung Horizontal

(Sumber : Sukirman, S. 1999)

- a. Menghitung panjang lengkung

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R} \quad (3.7)$$

$$\theta_c = \Delta_s - 2 \cdot \theta_s \quad (3.8)$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi R \quad (3.9)$$

$$L = 2L_s + L_c \quad (3.10)$$

- b. Menghitung X_c , Y_c , k dan p

$$X_c = L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R^2} \quad (3.11)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R} \quad (3.12)$$

$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s) \quad (3.13)$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s \quad (3.14)$$

- c. Menghitung T_t dan E_t

$$T_t = (R + p) \operatorname{tg} \frac{\Delta_s}{2} + k \quad (3.15)$$

$$E_t = (R + p) \operatorname{sec} \frac{\Delta_s}{2} - R \quad (3.16)$$

3.4.6 Percepatan Sentrifugal

Percepatan sentrifugal adalah fungsi kecepatan (V) dan jari-jari lengkung (R) dengan Persamaan 3.18.

$$C = \frac{m.V^2}{R} \quad (3.18)$$

Untuk mengatasi pengaruh yang disebabkan oleh percepatan sentrifugal maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Pemilihan jari-jari lengkung horizontal (R) yang cukup besar
2. Pembatasan kecepatan kereta api (V)
3. Peninggian rel sebelah luar.

3.4.7 Peninggian Jalan Rel

Terdapat tiga jenis peninggian rel, yaitu.

1. Peninggian normal

Peninggian normal ditentukan berdasarkan pada kondisi jalan rel tidak ikut menahan gaya sentrifugal. Pada kondisi ini gaya sentrifugal hanya diimbangi oleh gaya berat saja. Untuk menentukan nilai peninggian normal digunakan Persamaan 3.19.

$$H_{\text{normal}} = 5,95 \frac{V^2}{R} \quad (3.19)$$

2. Peninggian minimum

Penentuan nilai peninggian minimum digunakan Persamaan 3.20.

$$H_{\text{minimum}} = 8,8 \frac{V^2}{R} - 53,54 \quad (3.20)$$

Keterangan:

H_{minimum} : Peninggian minimum (mm)

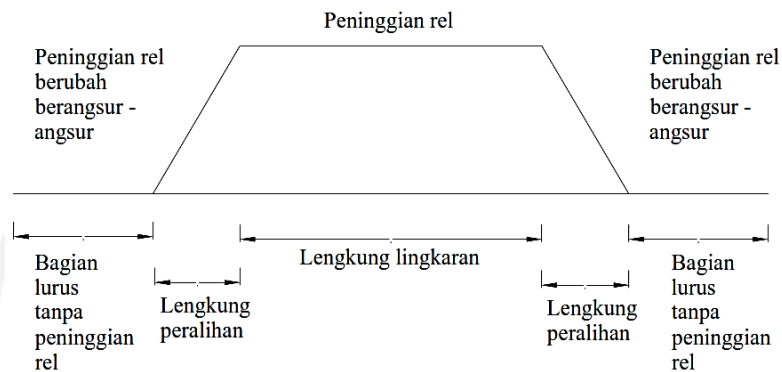
V : Kecepatan rencana (km/jam)

R : Jari-jari lengkung horizontal (m)

3. Peninggian maksimum

Peninggian maksimum ditentukan berdasarkan pada stabilitas kereta api pada saat berhenti dibagian lengkung horizontal dengan pembatasan kemiringan maksimum sebesar 10%. Dengan digunakan kemiringan maksimum 10%,

maka peninggian rel maksimum yang digunakan adalah 110 mm. Diagram peninggian jalan rel dapat dilihat pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23 Diagram Peninggian Rel

(Sumber : Utomo, 2009)

Besar peninggian untuk lebar jalan rel 1067 mm pada kecepatan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Peninggian Jalan Rel 1067 mm

Jari-jari (m)	Peninggian (mm) pas (km/jam)						
	120	110	100	90	80	70	60
100	120	110	100	90	80	70	60
150	-	-	-	-	-	-	
200	-	-	-	-	-	-	110
250	-	-	-	-	-	-	90
300	-	-	-	-	-	100	75
350	-	-	-	-	110	85	65
400	-	-	-	-	100	75	55
450	-	-	-	110	85	65	50
500	-	-	-	100	80	60	45
550	-	-	110	90	70	55	40
600	-	-	100	85	65	50	40
650	-	-	95	75	60	50	35
700	-	105	85	70	55	45	35
750	-	100	80	65	55	40	30
800	110	90	75	65	50	40	30
850	105	85	70	60	45	35	30
900	100	80	70	55	45	35	25

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

Lanjutan Tabel 3.5 Peninggian Jalan Rel 1067 mm

Jari-jari (m)	Peninggian (mm) pas (km/jam)						
	90	75	60	50	40	30	25
1000	90	75	60	50	40	30	25
1100	80	70	55	45	35	30	20
1200	75	60	55	45	35	25	20
1300	70	60	50	40	30	25	20
1400	65	55	45	35	30	25	20
1500	60	50	40	35	30	20	15
1600	55	45	40	35	25	20	15
1700	55	45	35	30	25	20	15
1800	50	40	35	30	25	20	15
1900	50	40	35	30	25	20	15
2000	45	40	30	25	20	15	15
2500	35	30	25	20	20	15	10
3000	30	25	20	20	15	10	10
3500	25	25	20	15	15	10	10
4000	25	20	15	15	10	10	10
1000	90	75	60	50	40	30	25
1100	80	70	55	45	35	30	20
1200	75	60	55	45	35	25	20
1300	70	60	50	40	30	25	20
1400	65	55	45	35	30	25	20
1500	60	50	40	35	30	20	15
1600	55	45	40	35	25	20	15
1700	55	45	35	30	25	20	15
1800	50	40	35	30	25	20	15
1900	50	40	35	30	25	20	15
2000	45	40	30	25	20	15	15
2500	35	30	25	20	20	15	10
3000	30	25	20	20	15	10	10
3500	25	25	20	15	15	10	10
4000	25	20	15	15	10	10	10

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3.4.8 Pelebaran Sepur

Pelebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati tikungan tanpa mengalami hambatan. Ukuran pelebaran sepur dapat dipengaruhi oleh hal-hal berikut ini.

1. Jari-jari lengkung horizontal.
2. Jarak gandar depan dan gandar belakang pada gandar teguh.
3. Kondisi keasuan roda kereta dan rel.

Besar pelebaran jalan rel dengan lebar jalan rel 1067 mm dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Pelebaran Jalan Rel Untuk 1067 mm

Jari-jari Tikungan (m)	Pelebaran (mm)
$R > 600$	0
$500 < R \leq 600$	5
$400 < R < 550$	10
$350 < R < 400$	15
$100 < R \leq 350$	20

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3.4.9 Lengkung Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel. Perencanaan dan perancangan jalan rel letak lengkung vertikal harus diusahakan tidak berimpit dengan lengkung horizontal, besar jari-jari minimum lengkung vertikal bergantung pada kecepatan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari – Jari Minimum Lengkung Vertikal (m)
> 100	8000
≤ 100	6000

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

3.4.10 Kelandaian

Dalam geometri jalan rel dikenal dua jenis landai, yaitu.

1. Landai penentu

Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Persyaratan landai penentu memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Landai Penentu Maksimum

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu Maksimum (‰)
I	10
II	10
III	20
IV dan V	25

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

2. Landai curam

Landai curam adalah kelandaian yang melebihi landai penentu. Panjang maksimum landai curam dibatasi dengan Persamaan 3.21.

$$lc = \frac{V_k^2 - V_p^2}{2 \cdot g \cdot (S_p - S_c)} \quad (3.21)$$

Keterangan :

lc : panjang maksimum landai curam yang diijinkan (m)

V_k : kecepatan minimum yang diijinkan dikaki landai curam (m/s)

V_p : kecepatan minimum yang dapat diterima dipuncak landai curam (m/s). dengan ketentuan $V_p \geq 0,5 V_k$

g : percepatan gravitasi (m/s²) S_p = landai penentu (‰)

S_c : landai curam (‰)

BAB IV

METODE PENELITIAN

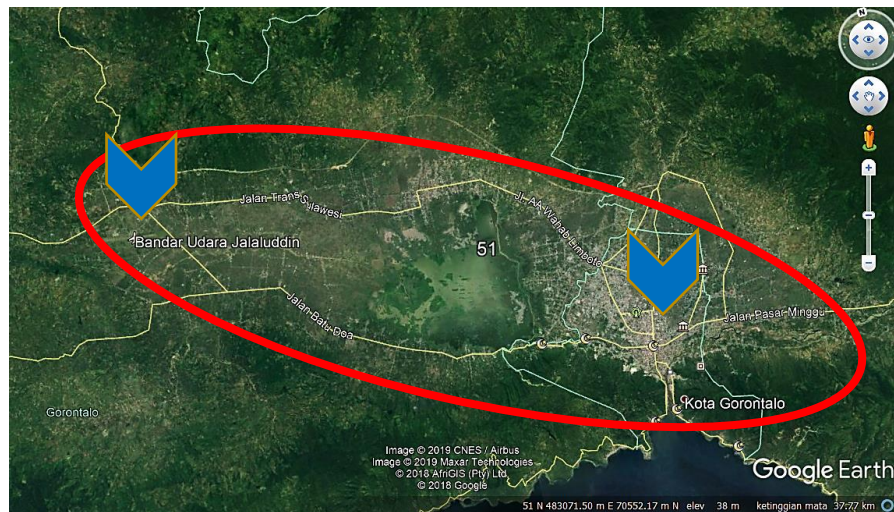
4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara objektif. Penelitian kuantitatif ini berfungsi untuk mengembangkan dan menggunakan model matematis dan hipotesis yang saling berkaitan. Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini ialah melakukan pengumpulan data, kemudian memahami dan mempelajari beberapa referensi baik itu berupa jurnal / skripsi terdahulu, peraturan – peraturan maupun artikel – artikel tentang penelitian sebelumnya yang bersumber dari internet.

Tujuan dari langkah awal tersebut sebagai acuan peneliti dalam merancang perencanaan geometri jalan rel kereta api. Langkah berikutnya, peneliti melakukan peninjauan dengan bantuan *software Google Earth* untuk mengetahui gambaran umum lokasi penelitian yang akan diteliti, mengingat lokasi penelitian berada cukup jauh dari lokasi peneliti tinggal. Langkah selanjutnya ialah pengumpulan data – data sekunder yang dibutuhkan dalam perencanaan geometrik jalan rel.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada daerah Kota Gorontalo – Bandara Djalaludin Gorontalo. Adapun letak titik awal pada penelitian ini berada pada daerah utara Kota Gorontalo, kemudian titik-titik berikutnya bergerak menuju kearah barat melewati perbatasan antara Kota Gorontalo – Kabupaten Gorontalo menuju lokasi titik akhir yang berada pada area bagian luar Bandara Djalaludin Gorontalo. Untuk lokasi Bandara Djalaludin Gorontalo ini berada pada daerah Kabupaten Gorontalo. Berikut ini lokasi daerah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

(Sumber : *Google Earth*, 2020)

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian diawali dengan penentuan topik. Setelah topik penelitian diperoleh, selanjutnya dilakukan pengumpulan referensi dari buku, jurnal, peraturan teknis, dan penelitian sebelumnya untuk mendukung pembuatan penelitian ini. Setelah dilakukan pengumpulan referensi, tahap selanjutnya adalah menentukan kriteria desain, dimana kriteria desain ini digunakan sebagai data perancangan.

Untuk mendapatkan data topografi daerah penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software Google Earth* sebagai batas area pengambilan kontur, kemudian dari *software Google Earth* dilanjutkan dengan bantuan *software Global Mapper* untuk mendapatkan nilai elevasi pada daerah yang telah dibatasi sebelumnya. Hasil dari data elevasi yang didapatkan pada *software Global Mapper* ini kemudian di *input* kedalam *software Autocad Civil3D* sebagai pembentukan *surface*. Data *surface* yang telah diolah pada *software Autocad Civil3D* kemudian dikorelasikan dengan *citra satellite bing* yang berada pada menu *Autocad Civil3D* agar bisa memberikan gambaran topografi pada daerah penelitian.

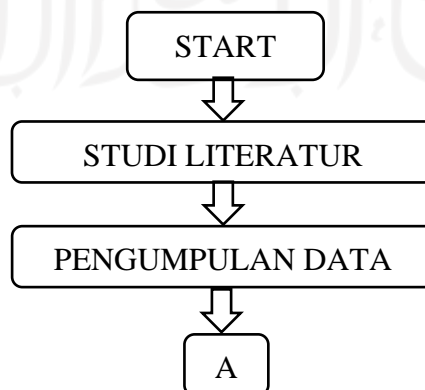
4.4 Analisis Data

Penentuan geometrik jalan rel kereta api baik alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal dilakukan dengan beberapa tahapan. Adapun tahapannya sebagai berikut:

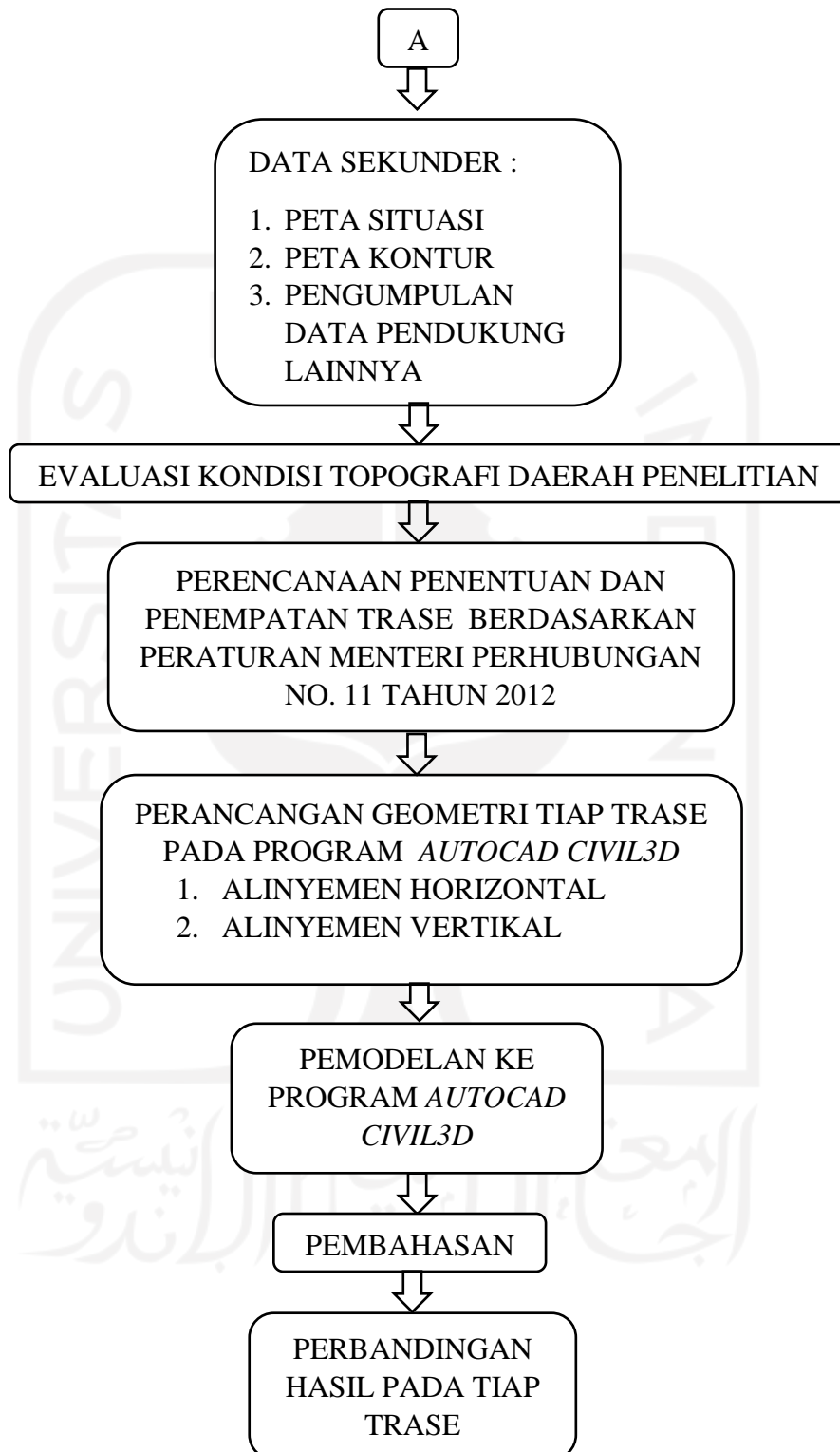
1. Data – data yang telah didapatkan dianalisis dengan menggunakan metode perhitungan yang ada pada Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dengan bantuan *software Ms. Excel* dan *software* pendukung lainnya.
2. Menentukan 2 trase, trase pertama dengan nama Trase 1 dan trase kedua dengan nama Trase 2.
3. Perhitungan kebutuhan lahan tiap trase dengan bantuan Citra *Sattelite* dan *software Autocad Civil 3d*.
4. Merencanakan dan Menghitung desain lengkung horizontal dan lengkung vertikal dengan parameter Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012.
5. Melakukan pemodelan dan analisis kedalam program *Autocad Civil3d*.
6. Melakukan perbandingan antara Trase 1 dengan Trase 2 untuk melihat trase yang efisien.
7. Pemberian rekomendasi penggunaan trase yang dapat dipakai.

4.5 Bagan Alur Metode Penelitian

Bagan alir (*Flow Chart*) pengerjaan penelitian laporan tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian



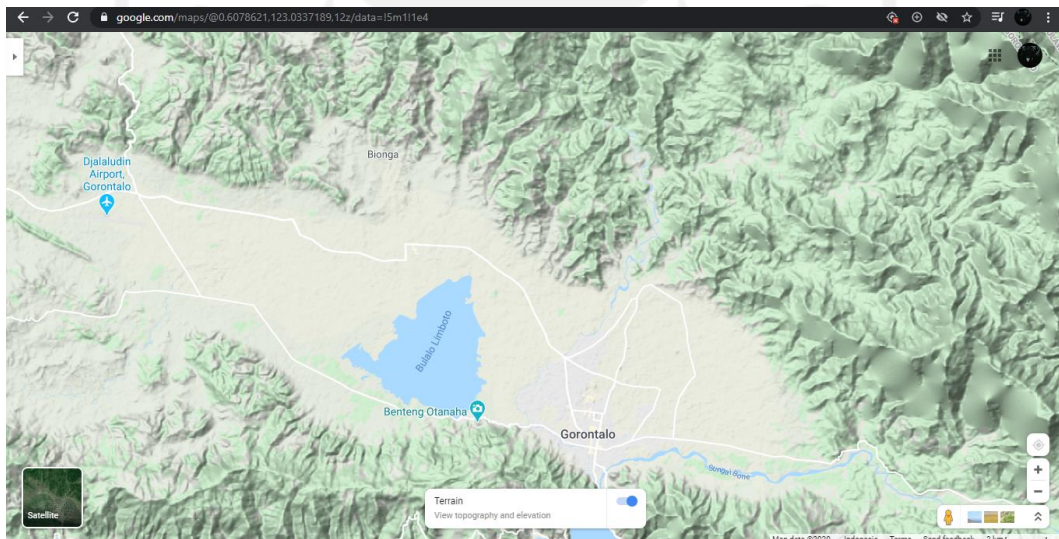
Gambar 4.2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Evaluasi Kondisi Topografi Daerah Penelitian

5.1.1 Kondisi Topografi

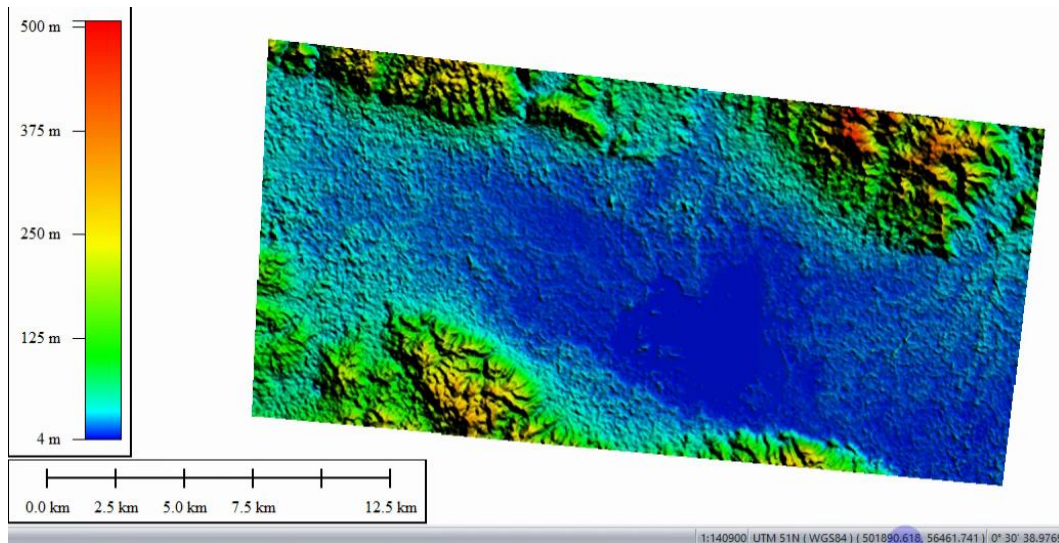
Pada penelitian perencanaan ini, data yang digunakan ialah data sekunder yang diambil melalui beberapa bantuan *software* untuk menampilkan citra *satellite* pada lokasi penelitian. Peneliti menggunakan citra *satellite Google* dan *Bing* untuk menampilkan kondisi wilayah penelitian baik berupa area pemukiman, perkebunan, sungai, jalan dan lain sebagainya. Kondisi topografi berdasarkan citra *satellite* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Kondisi Topografi Citra Google Maps

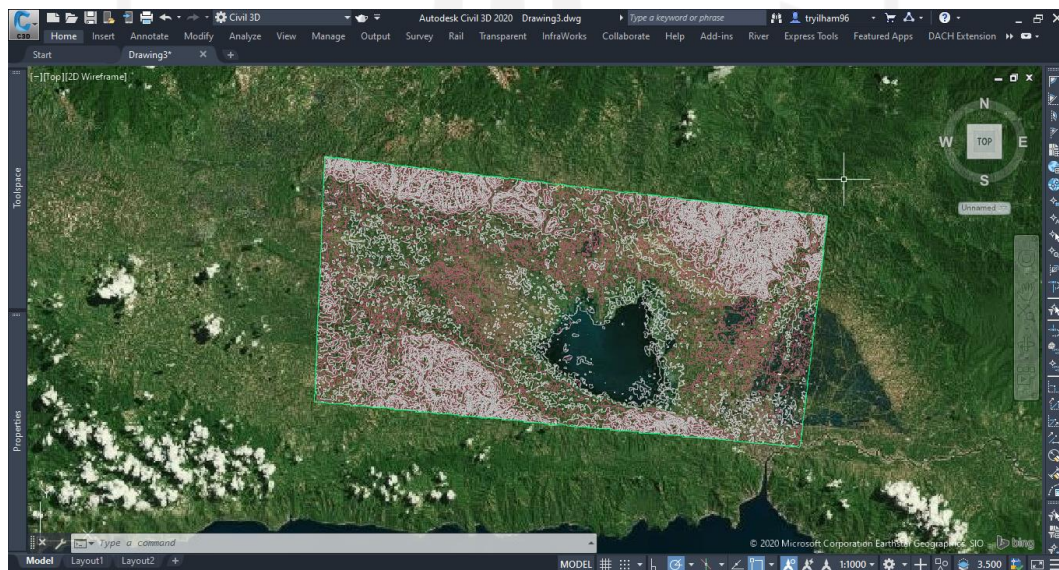
(Sumber : Google Maps, 2020)

Dari hasil tangkapan citra *satellite google*, terlihat bahwa lokasi Penelitian ini memiliki topografi yang cukup sulit karena daerah Kota Gorontalo menuju ke Bandara Djalaludin berada pada posisi dimana bagian utara dan selatan terdapat perbukitan dan dibagian tengah lokasi terdapat danau. Adapun ntuk menunjukkan elevasi atau ketinggian wilayah dilokasi tersebut, berikut ini adalah hasil dari pengukuran menggunakan *software Global Mapper* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Kondisi Topografi Citra *Global Mapper*
(Sumber: *Global Mapper*, 2020)

Hasil pengolahan data di *global mapper* menunjukkan bahwa daerah Penelitian ini memiliki elevasi antara 4 meter hingga 500 meter. Dari hasil pengolahan data ini juga diperoleh data kontur yang nanti akan dipakai pada *software Civil 3D* sebagai acuan untuk mendesain jalur trase kereta api. Berikut hasil kontur yang telah diolah pada *software Civil 3D* dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Kontur
(Sumber: *Global Mapper* dan *Autocad Civil 3D*, 2020)

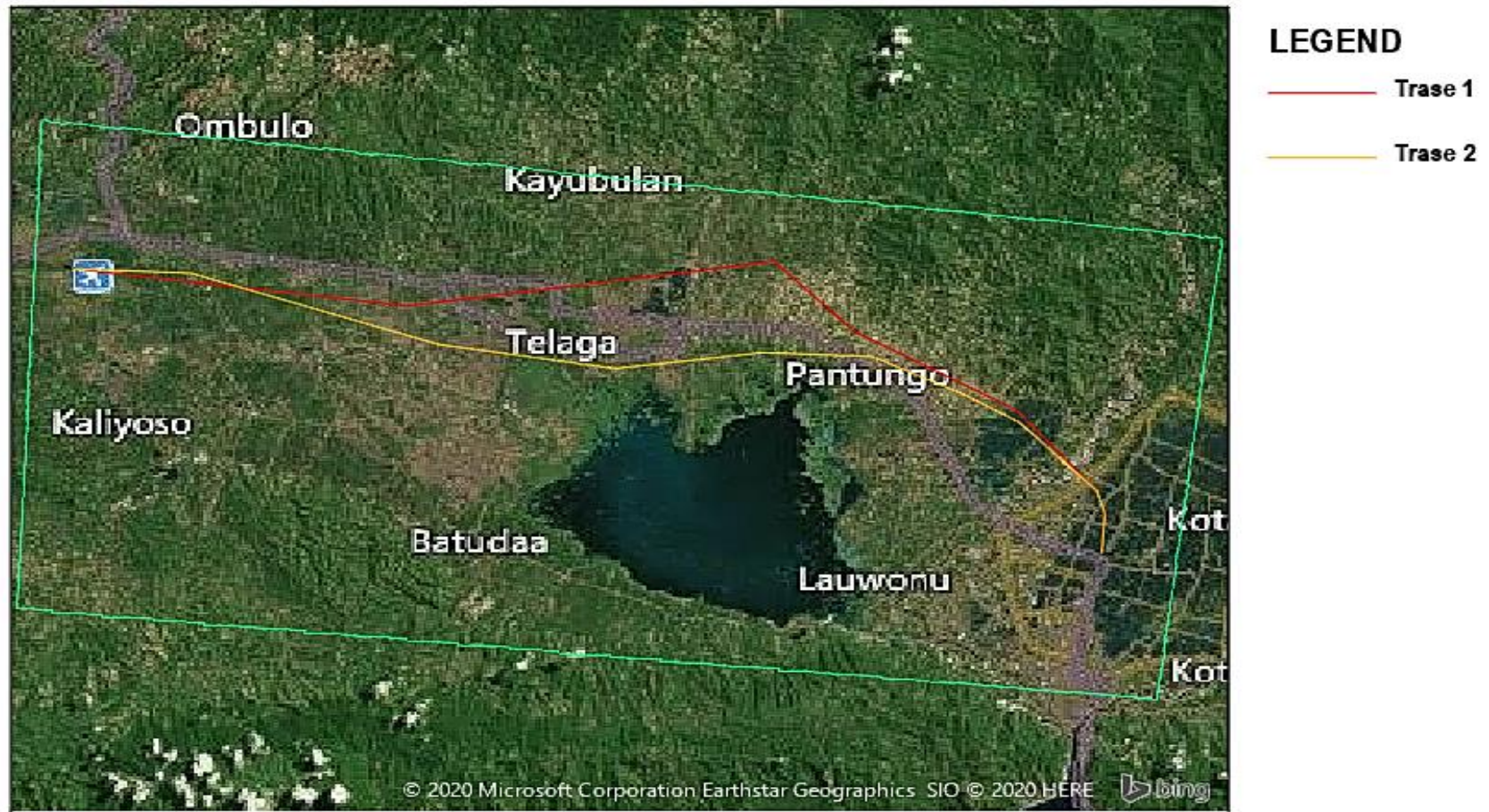
5.1.2 Hasil Evaluasi Kondisi Topografi

Dari hasil analisis data pengukuran elevasi / kontur dengan bantuan *software Global Mapper* dan pencitraan topografi dari *Satellite Google* serta bantuan *Satellite Bing* yang teradapat didalam *software Civil 3d*, maka didapatkan hasil evaluasi sebagai berikut.

1. Lokasi Penelitian perencanaan jalan rel berada diantara perbukitan.
2. Terdapat danau (Danau Limboto) yang cukup luas ditengah lokasi penelitian.
3. Sebagian besar lahan yang tersedia dilokasi Penelitian merupakan area persawahan / perkebunan.
4. Area pemukiman terpadat berada pada daerah pusat Kota Gorontalo.
5. Lokasi penempatan titik awal ditempatkan pada daerah pinggiran Kota Gorontalo bagian utara.
6. Penempatan trase hanya memungkinkan melalui/melewati bagian utara danau.

5.2 Kajian Teknis Pemilihan Trase

Sesuai dengan tujuan dari Penelitian ini yakni untuk mendapatkan trase terbaik berdasar pada Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 60 tahun 2012, maka direncanakan 2 pilihan trase yang nantinya akan dibandingkan sesuai dengan persyaratan yang digunakan. Dari data analisis sebelumnya dengan mempertimbangkan hasil evaluasi kondisi topografi yang telah diperoleh, maka secara teknis untuk penempatan trase baik trase 1 dan trase 2 hanya mungkin untuk melalui/melewati bagian utara danau. Penempatan trase dibagian utara danau ini dikarenakan luasan danau yang sangat luas dan langsung berhimpitan dengan pegunungan di area selatan danau tersebut. Adapun untuk perencanaan 2 pilihan trase dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Trase Jalan Rel Pilihan

(Sumber: *Autocad Civil 3D*, 2020)

5.2.1 Perhitungan Kebutuhan Lahan Jalur Kereta Api

Perhitungan kebutuhan lahan jalur kereta api diolah menggunakan aplikasi *Autocad Civil 3D* dengan bantuan citra *Satellite Bing*. Hasil dari *Autocad Civil 3D* nantinya diolah lagi menggunakan *Ms. Excel* untuk mendapatkan rekapan kebutuhan lahan masing-masing trase. Sebagai asumsi lebar kebutuhan lahan yang direncanakan adalah 20 meter dengan memperhatikan syarat minimal yang ada pada peraturan menteri perhubungan No. PM. 60 tahun 2012. Adapun tujuan dari penggunaan lebar 20 meter tersebut ialah agar terdapatnya ruang bebas dan ruang bangun yang bisa digunakan sebagai perkembangan sarana perkeretaapian dikemudian hari.

Dilakukan plot *polygon* kebutuhan lahan pada *Autocad Civil 3D*, setelah dilakukan plot *polygon* kemudian pada dilakukan perhitungan luas lahan dengan cara perhitungan sederhana yaitu lebar lahan dikalikan panjang trase yang melawati area tersebut. Berikut ini adalah hasil dari rekapitulasi hasil luas kebutuhan lahan pada masing-masing trase dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Luas Kebutuhan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Luas Lahan(ha)	
		Trase 1	Trase 2
1	Rumah / Perumahan	8,44	9,18
2	Sawah Irigasi	26,46	34,82
3	Tanah Kosong / Rumput	15,46	7,24
4	Perkebunan	6,96	4,52
5	Sungai	0,52	0,20
Jumlah		57,84	55,96

5.2.2 Penempatan Trase

Penempatan trase jalan rel yang akan direncanakan diusahakan tidak melintasi pemukiman dengan tujuan agar menghindari dampak konflik sosial yang tinggi. Pada penelitian ini dilakukan 2 usulan trase, dimana penempatan titik awal kedua trase ini berada di titik koordinat yang sama (507553.5935,62905.9054) atau berada pada jalan Rusli Datau. Trase 1 direncanakan dari titik awal bergerak ke arah

barat laut memasuki Kecamatan Limboto, Kabupaten Gorontalo, selanjutnya bergerak ke arah barat daya memasuki Kecamatan Limboto Barat, kemudian bergerak ke arah barat memasuki Kecamatan Tibawa hingga ujung trase di sisi sebelah timur Bandara dengan titik koordinat 482925.4572,70905.2264.

Trase 2 direncanakan bergerak dari titik awal menuju ke arah barat laut memasuki Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo, selanjutnya bergerak ke arah barat memasuki Kecamatan Limboto Barat hingga memasuki Kecamatan Tibawa hingga ujung trase di sisi sebelah timur Bandara dengan koordinat 482933.3237,70898.4879.

5.2.3 Kondisi Topografi Pada Tiap Trase

Salah satu pemilihan trase jalur kereta api adalah berdasarkan kondisi topografinya. Masing-masing trase yang telah terencanakan memiliki karakteristik yang hampir sama, kesamaan ini terlihat pada elevasi yang dilalui oleh tiap trase yakni selalu berubah-ubah atau naik-turun karena disebabkan oleh wilayah penelitian yang terdapat banyak perbukitan sehingga elevasi di beberapa STA relatif curam.

1. Trase 1

Rencana trase 1 untuk rute kereta api Kota Gorontalo – Bandara Djalaludin Gorontalo dimulai dari STA 0+000 dengan titik koordinat 507553.5935,62905.9054 dan ketinggian +23,084 meter. Elevasi terendah pada trase 1 berada pada STA 0+919,47 dengan ketinggian +12,541 meter dan elevasi tertinggi berada pada STA 10+095,88 dengan ketinggian +61,000 meter, sedangkan elevasi pada STA 28+858,22 atau pada titik akhir trase sebesar +43,073 meter dan total panjang trase 1 ialah sebesar 28,85 km

2. Trase 2

Sama seperti trase 1, pada trase 2 juga dimulai dari STA 0+000 dengan titik koordinat 507553.5935,62905.9054 dan ketinggian +23,084 meter. Elevasi terendah pada trase 2 berada pada STA 12+034.79 dengan ketinggian +8,154 meter dan elevasi tertinggi berada pada STA 25+156,32 dengan ketinggian

+44.878 meter, sedangkan elevasi pada STA 27+961,47 atau pada titik akhir trase sebesar +42,536 meter dan total panjang trase 2 ialah sebesar 27,96 km

5.2.4 Dampak Sosial dan Lingkungan

Dampak sosial yang ditimbulkan dalam pembangunan jalur kereta api berdasarkan kebutuhan lahan yang diperlukan menimbulkan adanya kebutuhan pembebasan lahan untuk kepentingan jalur kereta api. Pada perhitungan kebutuhan lahan yang telah dilakukan sebelumnya pada trase 1 membutuhkan pembebasan lahan untuk daerah pemukiman sebesar 8,44 hektar (14,59%) dari total kebutuhan lahan, sedangkan untuk trase 2 membutuhkan pembebasan lahan daerah pemukiman sebesar 9,18 hektar (16,40%) dari total kebutuhan lahan pada trase tersebut.

Dampak lingkungan mengacu pada Peta Indikatif Dan Areal Perhutanan Sosial Provinsi Gorontalo (Revisi III) yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2019 pada tanggal 24 Januari dengan Nomor SK.744/MENLHK-PKTL/REN/PLA.0/1/2019 yang bersumber dari *website* <http://pkps.menlhk.go.id/> diketahui bahwa kedua trase yang di desain tidak melewati kawasan hutan lindung, kawasan hutan produksi terbatas, kawasan hutan produksi tetap maupun kawasan hutan produksi yang dapat dikonversi.

5.2.5 Aspek Teknis

Panjang trase jalur kereta api pada trase 1 adalah sepanjang 28,85 km dengan jumlah tikungan sebanyak 6 tikungan dan trase 2 dengan panjang trase 27,96 km memiliki jumlah tikungan sebanyak 9 tikungan. Jenis Kontruksi jalan rel yang digunakan kedua jenis trase ini adalah jenis *at grade*.

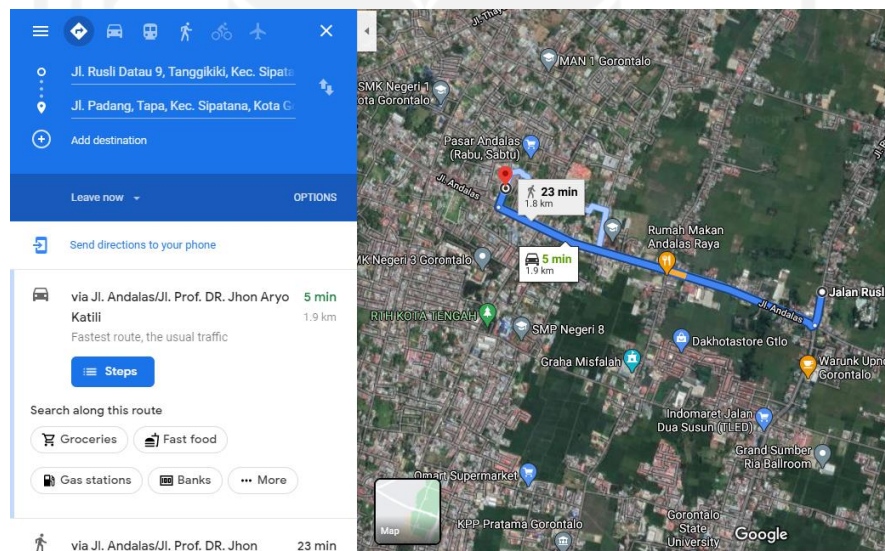
5.2.6 Aspek Integrasi Jaringan

Pada perencanaan jalan rel harus memperhatikan keberadaan moda transportasi lain sehingga tercapai integrasi yang baik dengan moda transportasi lainnya. Keterpaduan tersebut bertujuan agar terciptanya sarana transportasi yang efektif, efisien dan mudah dijangkau oleh masyarakat utamanya pengguna transportasi umum. Pada perencanaan kali ini, diasumsikan peletakan stasiun

rencana kereta api (stasiun awal) berada pada STA 0+000 atau berada pada daerah Kota Gorontalo dan untuk peletakan stasiun rencana kereta api (stasiun akhir) berada pada daerah Bandara Djalaludin.

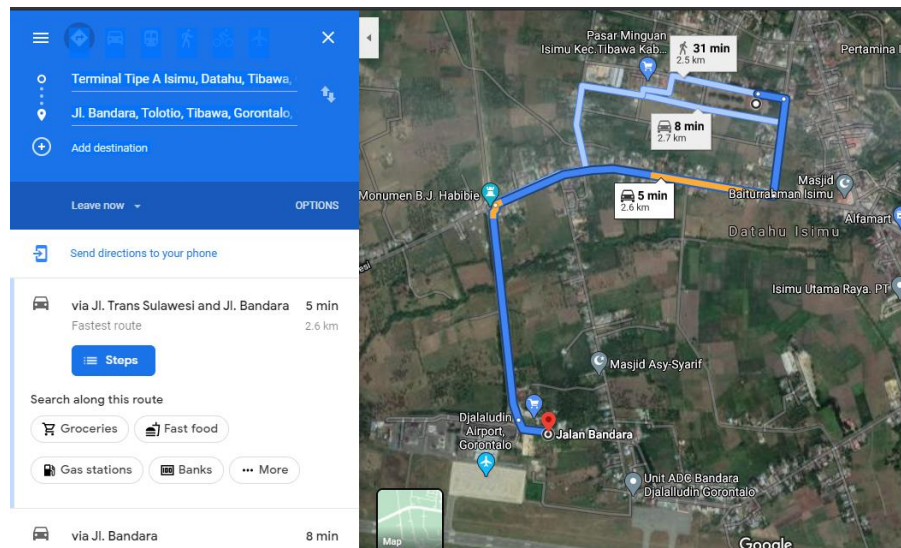
Pada penelitian ini dilakukan perhitungan jarak tempuh ke beberapa Terminal Bus yang ada di sekitar trase. Adapun untuk melakukan perhitungan jarak tempuh dari titik awal ke Terminal Bus terdekat maupun titik akhir ke Terminal Bus terdekat, maka digunakan *software Google Maps* untuk mendapatkan data yang akurat. Karena letak stasiun awal dan stasiun akhir pada kedua trase yang didesain (trase 1 dan trase 2) berada pada posisi atau koordinat yang sama (tidak begitu berbeda/berjauhan) maka jarak dari stasiun rencana ke terminal yang terdekat sama, yakni :

1. Dari stasiun rencana (stasiun awal) Kota Gorontalo menuju Terminal 42 Andalas berjarak 1,9 km dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Jarak Tempuh Stasiun Awal Menuju Terminal Bus
(Sumber: *Google Maps*, 2020)

2. Dari stasiun rencana (stasiun akhir) Bandara Djalaludin menuju Terminal Type A Isimu berjarak 2,6 km dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Jarak Tempuh Stasiun Akhir Menuju Terminal Bus
(Sumber: *Google Maps, 2020*)

5.2.7 Aspek Aksesibilitas dan Mobilitas

Menurut Undang-Undang No. 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian Pasal 90, penyelenggara prasarana perkeretaapian berhak dan berwenang untuk mendahulukan perjalanan kereta api di perpotongan sebidang dengan jalan dengan jalan. Kereta api harus didahulukan dari pada kendaraan bermotor sehingga untuk keamanan perjalanan kereta api dan lalu lintas dibutuhkan palang pintu kereta api maupun bangunan seperti *flyover*, *underpass* maupun bangunan lainnya. Trase 1 melewati 3 jalan arteri dan 34 jalan kolektor, sedangkan trase 2 melewati 2 jalan arteri dan 34 jalan kolektor. Pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan terhadap banyaknya jalur rel yang melintasi sungai serta yang membelah bukit sehingga akan berdampak pada kebutuhan jembatan maupun terowongan (*tunnel*) yang mungkin perlu dibangun. Trase 1 melewati 4 sungai sehingga membutuhkan 4 jembatan sedangkan trase 2 hanya melewati 2 sungai sehingga membutuhkan 2 jembatan.

Berikut Tabel 5.2 Rekapitulasi hasil data teknis sementara tiap trase, hasil rekapitulasi data teknis ini belum menunjukkan trase terbaik karena pada penelitian ini pemilihan trase terbaik juga mempertimbangkan jumlah volume galian dan timbunan serta kebutuhan balas dan sub balas pada tiap trase.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Data Teknis Sementara Tiap Trase

kriteria			Trase 1		Trase 2	
			Data	Rangking	Data	Rangking
Apek Tata Guna Lahan	Luas Pembebasan Lahan	Rumah / Perumahan	8,44 ha	1	9,18 ha	2
		Sawah Irigasi	26,46 ha	1	34,82 ha	2
		Tanah Kosong / Rumput	15,46 ha	2	7,24 ha	1
		Perkebunan	6,96 ha	2	4,52 ha	1
		Sungai	0,52 ha	2	0,20 ha	1
	Kebutuhan Lahan	57,84 ha	2	55,96 ha	1	
Aspek Teknis	Panjang Trase		28,85 km	2	27,96 km	1
	Jumlah Tikungan		6 tikungan	1	9 tikungan	2
	Jenis Konstruksi		<i>at grade</i>	1	<i>at grade</i>	1
	Topografi		Perbukitan	1	Perbukitan	1
Aspek Integrasi Jaringan	Terminal 42 Andalas		1,9 km	1	1,9 km	1
	Terminal Type A Isimu		2,6 km	1	2,6 km	1
Apek Aksesibilitas dan Mobilitas	Melewati Jalan	Arteri	3	2	2	1
		Kolektor	34	1	34	1
	Melewati Sungai		4	2	2	1
Total			22		18	

(Sumber: Google Maps dan AutoCAD Civil 3D)

5.3 Geometri Jalan Rel

Perencanaan geometri jalan rel rute Kota Gorontalo – Bandara Djalaludin Gorontalo mengacu pada Peraturan Menteri No. PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Kriteria desain berupa klasifikasi rel, kecepatan rencana, alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sebagaimana pada pembahasan berikut ini.

5.3.1 Kecepatan Rencana

Berdasarkan Peraturan Menteri No. PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, pada perencanaan ini peneliti mengasumsikan kecepatan maksimum (V) pada alternatif trase 1 sebesar 100 km/jam dan pada alternatif trase 2 sebesar 90 km/jam. Hal tersebut mempertimbangkan dari sisi kenyamanan, karena pada trase 2 memiliki jumlah tikungan yang lebih banyak dari pada trase 1. Berdasarkan pada kecepatan maksimum yang telah ditetapkan, maka pada alternatif trase 1 digolongkan pada kelas jalan 3 dan untuk trase 2 digolongkan pada kelas jalan 4, serta untuk lebar jalan pada kedua trase ini digunakan lebar sebesar 1067 mm. Untuk lebih jelasnya berikut Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Spesifikasi Jalan Rel Tiap Trase

Spesifikasi	Trase 1	Trase 2
Kelas Jalan	III	IV
Daya Angkut Lalu Lintas (ton/tahun)	$5.10^6 - 10.10^6$	$2,5.10^6 - 5.10^6$
V maks (km/jam)	100	90
Beban Gandar Maksimum (ton)	18	18
Tipe Rel	R54./R.50/ R.42	R54./R.50/ R.42
Lebar Sepur (mm)	1067	1067
Jenis Bantalan	Beton/Kayu/Baja	Beton/Kayu/Baja
Jarak Antar Sumbu Bantalan (cm)	60	60
Jenis Penambat	Elastis Ganda	Elastis Ganda/Elastis Tunggal
Tebal Balas Atas (cm)	30	25
Lebar Bahu Balas (cm)	40	40
Landai Penentu Maksimum (%)	20	25

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, 2012)

5.3.2 Alinyemen Horizontal

1. Desain Alinyemen Horizontal Trase 1

Alinyemen horizontal pada trase 1 didesain dengan kecepatan rencana yakni 100 km/jam. Pada trase ini mempunyai 6 tikungan dengan desain lengkung dengan peralihan (lengkung *Spiral-Circle-Spiral*) untuk tikungan 1 – 5 dan untuk tikungan 6 menggunakan desain lengkung tanpa lengkung peralihan. Sesuai dengan Persyaratan jari-jari minimum yang diijinkan dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, maka dengan kecepatan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya untuk besaran jari-jari minimum yakni 550 meter (dipakai 600 meter) untuk lengkung lingkaran dengan lengkung peralihan dan 1650 meter untuk lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan. Berikut ini merupakan Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan lengkung horizontal.

a. Menghitung nilai *azimuth* titik awal

$$\text{Koordinat awal} = 507553,5935; 62905,9054$$

$$\text{Koordinat PI-1} = 507631,9500; 64019,2667$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= 507631,9500 - 507553,5935 \\ &= 78,3565 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta y &= 64019,2667 - 62905,9054 \\ &= 1113,3613 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta x / \Delta y &= 78,3565 / 1113,3613 \\ &= 0,0704 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \text{Atan} (\Delta x / \Delta y) \\ &= \text{Atan} (0,0704) \\ &= 4,0246^\circ \end{aligned}$$

b. Menghitung nilai *azimuth* PI-1

$$\text{Koordinat PI-1} = 507631,9500; 64019,2667$$

$$\text{Koordinat PI-2} = 507434,3265; 64651,3851$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= 507631,9500 - 507434,3265 \\ &= 197,6235 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta y &= 64651,3851 - 64019,2667 \\ &= 632,1184\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta x/\Delta y &= 197,6235/632,1184 \\ &= 0,3126\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \text{Atan} (\Delta x/\Delta y) \\ &= \text{Atan} (0,3126) \\ &= 17,3612^\circ\end{aligned}$$

c. Menghitung nilai Δs PI-1

$$\begin{aligned}\Delta s \text{ PI-1} &= \alpha_1 + \alpha_2 \\ &= 4,0246^\circ + 17,3612^\circ \\ &= 21,3869^\circ\end{aligned}$$

d. Menghitung jarak titik awal ke PI-1

$$\begin{aligned}L &= \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y)^2} \\ &= \sqrt{78,3565^2 + 1113,3613^2} \\ &= \sqrt{1245713,1254} \\ &= 1116,115 \text{ meter}\end{aligned}$$

e. Menghitung jarak titik PI-1 ke PI-2

$$\begin{aligned}L &= \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y)^2} \\ &= \sqrt{197,6235^2 + 632,1184^2} \\ &= \sqrt{438628,7194} \\ &= 662,290 \text{ meter}\end{aligned}$$

f. Menghitung besar peninggian rel

$$\begin{aligned}H_{\text{normal}} &= 5,95 \frac{V^2}{R} \\ &= 5,95 \times \frac{100^2}{600} \\ &= 99,17 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$H_{\text{max}} = 110 \text{ mm}$$

$$H_{\text{pakai}} = 100 \text{ mm}$$

g. Menghitung panjang lengkung

$$\begin{aligned} L_s &= 0,01 \times h \times V \\ &= 0,01 \times 100 \times 100 \\ &= 100 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R} \\ &= \frac{90 \times 100}{\pi \times 600} \\ &= 4,773^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_c &= \Delta_s - 2 \cdot \theta_s \\ &= 21,3869^\circ - 2 \times 4,773^\circ \\ &= 11,841^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi R \\ &= \frac{11,841}{360} \times 2\pi \times 600 \\ &= 124 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 2L_s + L_c \\ &= 2 \times 100 + 124,003 \\ &= 324 \text{ meter} \end{aligned}$$

h. Menghitung X_c , Y_c , k dan p

$$\begin{aligned} X_c &= L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R^2} \\ &= 100 - \frac{100^2}{40 \times 600^2} \\ &= 99,931 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{L_s^2}{6 \times R} \\ &= \frac{100^2}{6 \times 600} \\ &= 2,776 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p &= Yc - R (1 - \cos \theta_s) \\
 &= 2,776 - 600 \times (1 - \cos 4,773^\circ) \\
 &= 2,776 - 600 \times 0,003468 \\
 &= 0,694 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= Xc - R \sin \theta_s \\
 &= 99,931 - 600 \times \sin 4,773^\circ \\
 &= 99,931 - 600 \times 0,08321 \\
 &= 50 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

i. Menghitung Tt dan Et

$$\begin{aligned}
 Tt &= (R + p) \operatorname{tg} \frac{\Delta s}{2} + k \\
 &= (600 + 0,694) \times \operatorname{tg} \left(\frac{21,3869^\circ}{2} \right) + 49,988 \\
 &= 600,694 \times 0,1888 + 49,988 \\
 &= 163,4 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Et &= (R + p) \operatorname{sec} \frac{\Delta s}{2} - R \\
 &= (600 + 0,694) \times \operatorname{sec} \left(\frac{21,3869^\circ}{2} \right) - 600 \\
 &= 600,694 \times 1,01767 - 600 \\
 &= 11,31 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Adapun hasil rekapitulasi perhitungan alinyemen horizontal yang telah dianalisis dengan aplikasi Autocad Civil 3D dapat dilihat pada tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 1.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 1

Analisis		Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3	Tikungan 4	Tikungan 5	Tikungan 6
<i>Alignment Layout</i>		<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Curve</i>
<i>Spiral Incurve</i>	<i>Start Station</i>	0+952,70	1+604,22	4+584,27	9+086,01	11+599,15	
	<i>End Station</i>	1+052,70	1+704,22	4+684,27	9+186,01	11+699,15	
	<i>Spiral_PI Station</i>	1+019,39	1+670,91	4+650,96	9+152,71	11+665,84	
	<i>Spiral_PI Northing (UTM)</i>	63922,7766	64551,5303	66850,3406	69109,499	70898,7406	
	<i>Spiral_PI Easting (UTM)</i>	507625,1592	507603,0867	505576,1804	501685,7378	499922,8296	
<i>Spiral Outcurve</i>	<i>Start Station</i>	1+176,66	1+843,37	4+794,22	9+254,65	12+164,18	
	<i>End Station</i>	1+276,66	1+943,37	4+894,22	9+354,65	12+264,18	
	<i>Spiral_PI Station</i>	1+210,01	1+876,72	4+827,58	9+288,01	12+197,54	
	<i>Spiral_PI Northing (UTM)</i>	64111,5888	64731,2963	66963,0929	69192,3755	71065,4534	
	<i>Spiral_PI Easting (UTM)</i>	507603,0867	507366,8005	505440,7417	501578,9124	499435,3008	
<i>Spiral Data</i>	<i>Delta angle (d)</i>	4,7746					
	<i>Length (m)</i>	100					
	<i>Total X</i>	99,931					
	<i>Total Y</i>	2,776					
	<i>p</i>	0,694					
	<i>k</i>	49,988					

Lanjutan Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 1

Analysis		Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3	Tikungan 4	Tikungan 5	Tikungan 6
Curve Data	<i>Start Station</i>	1+052,70	1+704,22	4+684,27	9+186,01	11+699,15	20+545,19
	<i>End Station</i>	1+176,66	1+843,37	4+794,22	9+254,65	12+164,18	20+992,72
	<i>Delta angle (d)</i>	11,8376	13,2878	10,4996	6,5546	44,4075	15,5404
	<i>Length (m)</i>	123,963	139,149	109,952	68,64	465,034	447,532
	<i>Chord length (m)</i>	123,743	138,838	109,798	68,603	453,481	446,162
	<i>Radius (m)</i>	600	600	600	600	600	1650
	<i>Direction</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Right</i>	<i>Left</i>	<i>Right</i>
	<i>Mid-Ordinate</i>	3.199	4.029	2.517	0,68125	44.492	15.150
	<i>External Tangent</i>	62,203	69,888	55,13	34,357	244,901	225,148
	<i>External Secant</i>	3,216	4,057	2,527	0,983	48,056	15,29
	<i>PI Included Angle</i>	158,6131	157,1629	159,9511	163,8961	126,0433	164,4596
	<i>Degree of Curvature by Arc</i>	1,9099	1,9099	1,9099	1,9099	1,9099	0,6945
	<i>PI Easting (UTM)</i>	507623,9102	507426,6422	505513,6411	501629,9523	499713,0886	490947,9800
<i>PI Northing (UTM)</i>	64018,3268	64647,1642	66912,9391	69147,8787	71081,5939	69857,5277	

2. Desain Alinyemen Horizontal Trase 2

Pada alinyemen horizontal pada trase 2 didesain dengan kecepatan rencana yakni 90 km/jam. Pada trase ini mempunyai 9 tikungan dengan desain lengkung dengan peralihan (lengkung *Spiral-Circle-Spiral*) untuk tikungan 1,2,5,9 dan untuk tikungan 3,4,6,7,8 menggunakan desain lengkung tanpa lengkung peralihan. Sesuai dengan Persyaratan jari-jari minimum yang diijinkan dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, maka dengan kecepatan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya untuk besaran jari-jari minimum yakni 440 meter (dipakai 550 meter) untuk lengkung lingkaran dengan lengkung peralihan dan 1330 meter untuk lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan. Adapun hasil rekapitulasi perhitungan alinyemen horizontal yang telah dianalisis dengan aplikasi Autocad Civil 3D dapat dilitan pada tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 2

Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 2

Analisis		Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3	Tikungan 4	Tikungan 5	Tikungan 6
<i>Alignment Layout</i>		<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Curve</i>	<i>Curve</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>	<i>Curve</i>
<i>Spiral Incurve</i>	<i>Start Station</i>	0+967,15	1+601,07			8+257,75	
	<i>End Station</i>	1+057,15	1+691,07			8+347,75	
	<i>Spiral_PI Station</i>	1+027,17	1+661,09			8+317,77	
	<i>Spiral_PI Northing (UTM)</i>	63930,5429	64541,9222			68387,3017	
	<i>Spiral_PI Easting (UTM)</i>	507625,7057	507468,5486			502157,4399	
<i>Spiral Outcurve</i>	<i>Start Station</i>	1+172,45	1+855,58			8+483,40	
	<i>End Station</i>	1+262,45	1+945,58			8+573,40	
	<i>Spiral_PI Station</i>	1+202,47	1+885,59			8+513,42	
	<i>Spiral_PI Northing (UTM)</i>	64104,158	64734,0591			68435,0611	
	<i>Spiral_PI Easting (UTM)</i>	507625,7057	507354,8389			501968,4927	
<i>Spiral Data</i>	<i>Delta angle (d)</i>	4,6878				4,6878	
	<i>Length (m)</i>	90				90	
	<i>Total X</i>	89,94				89,94	
	<i>Total Y</i>	2,453				2,453	
	<i>p</i>	0,613				0,613	
	<i>k</i>	44,99				44,99	

Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 2

Analisis		Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3	Tikungan 4	Tikungan 5	Tikungan 6
Curve Data	<i>Start Station</i>	1+057,15	1+691,07	4+269,14	5+956,17	8+347,75	10+926,86
	<i>End Station</i>	1+172,45	1+855,58	4+629,74	6+064,17	8+483,40	11+151,40
	<i>Delta angle (d)</i>	12,0112	17,1375	15,5345	4,6524	14,1313	9,6731
	<i>Length (m)</i>	115,3	164,508	360,601	107,996	135,651	224,541
	<i>Chord length (m)</i>	115,089	163,895	359,497	107,966	135,307	224,274
	<i>Radius (m)</i>	550	550	1330	1330	550	1330
	<i>Direction</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>
	<i>Mid-Ordinate</i>	3.019	6.139	12.202	1.096	4.177	4.736
	<i>External Tangent</i>	57,862	82,873	181,413	54,028	68,171	112,538
	<i>External Secant</i>	3,035	6,208	12,315	1,097	4,209	4,753
	<i>PI Included Angle</i>	158,6131	153,4869	164,4655	175,3476	156,493	170,3269
	<i>Degree of Curvature by Arc</i>	2,0835	2,0835	0,8616	0,8616	2,0835	0,8616
	<i>PI Easting (UTM)</i>	507624,6902	507426,1691	505577,0929	504232,6009	502065,9262	499444,7495
<i>PI Northing (UTM)</i>	64018,4180	64018,4180	66583,0701	67377,9216	68422,8912	68542,2397	

Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 2

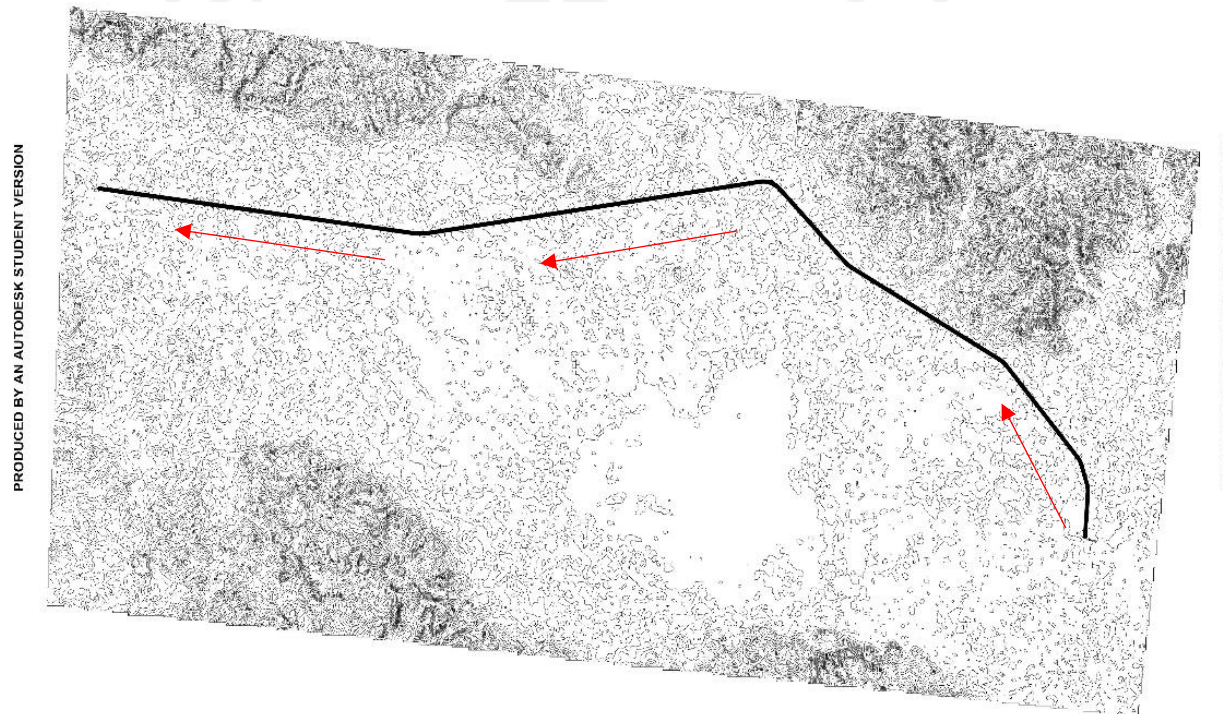
Analisis		Tikungan 7	Tikungan 8	Tikungan 9
<i>Alignment Layout</i>		<i>Curve</i>	<i>Curve</i>	<i>Spiral-Curve-Spiral</i>
<i>Spiral Incurve</i>	<i>Start Station</i>			25+014,87
	<i>End Station</i>			25+104,87
	<i>Spiral_PI Station</i>			25+074,89
	<i>Spiral_PI Northing (UTM)</i>			70761,2561
	<i>Spiral_PI Easting (UTM)</i>			485815,345
<i>Spiral Outcurve</i>	<i>Start Station</i>			25+171,56
	<i>End Station</i>			25+261,56
	<i>Spiral_PI Station</i>			25+201,58
	<i>Spiral_PI Northing (UTM)</i>	-	-	70784,3912
	<i>Spiral_PI Easting (UTM)</i>			485690,8956
<i>Spiral Data</i>	<i>Delta angle (d)</i>			4,6878
	<i>Length (m)</i>			90
	<i>Total X</i>			89,94
	<i>Total Y</i>			2,453
	<i>p</i>			0,613
	<i>k</i>			44,99

Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Horizontal Trase 2

Analisis		Tikungan 7	Tikungan 8	Tikungan 9
Curve Data	<i>Start Station</i>	14+398,53	18+749,61	25+104,87
	<i>End Station</i>	14+777,52	18+972,63	25+171,56
	<i>Delta angle (d)</i>	16,3266	9,6076	6,9478
	<i>Length (m)</i>	378,987	223,019	66,694
	<i>Chord length (m)</i>	377,706	222,758	66,654
	<i>Radius (m)</i>	1330	1330	550
	<i>Direction</i>	<i>Right</i>	<i>Right</i>	<i>Left</i>
	<i>Mid-Ordinate</i>	13,476	4,672	1,011
	<i>External Tangent</i>	190,786	111,772	33,388
	<i>External Secant</i>	13,614	4,688	1,012
	<i>PI Included Angle</i>	163,6734	170,3924	163,6765
	<i>Degree of Curvature by Arc</i>	0,8616	0,8616	2,0835
	<i>PI Easting (UTM)</i>	495922,6119	491701,5932	485753,8225
	<i>PI Northing (UTM)</i>	68094,7091	68769,6933	70776,6011

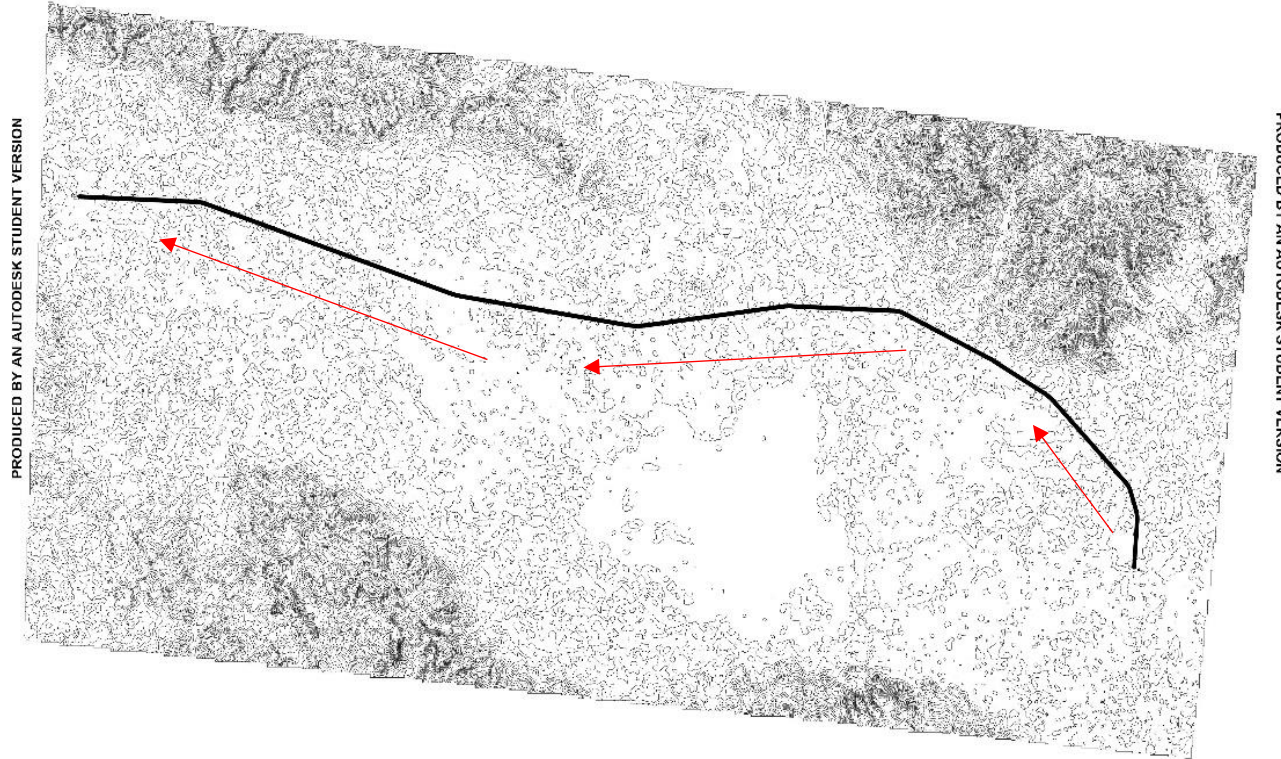
3. Pemodelan Hasil Analisis Alinyemen Horizontal

Berikut ini beberapa gambaran / tampilan alinyemen horizontal dari lembar kerja *Autocad Civil 3D* yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8. Gambar detail untuk alinyemen horizontal bisa dilihat pada bagian lampiran penelitian / tugas akhir.



Gambar 5.7 Alinyemen Trase 1

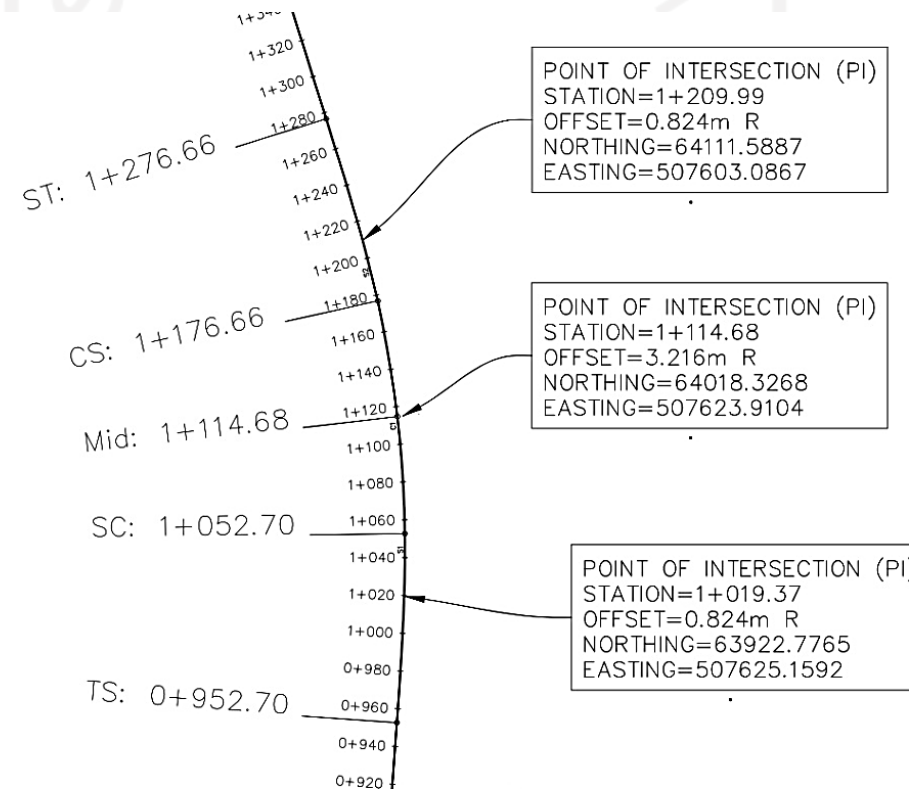
(Sumber: *Autocad Civil 3D*)



Gambar 5.8 Alinyemen Trase 2
(Sumber: *Autocad Civil 3D*)

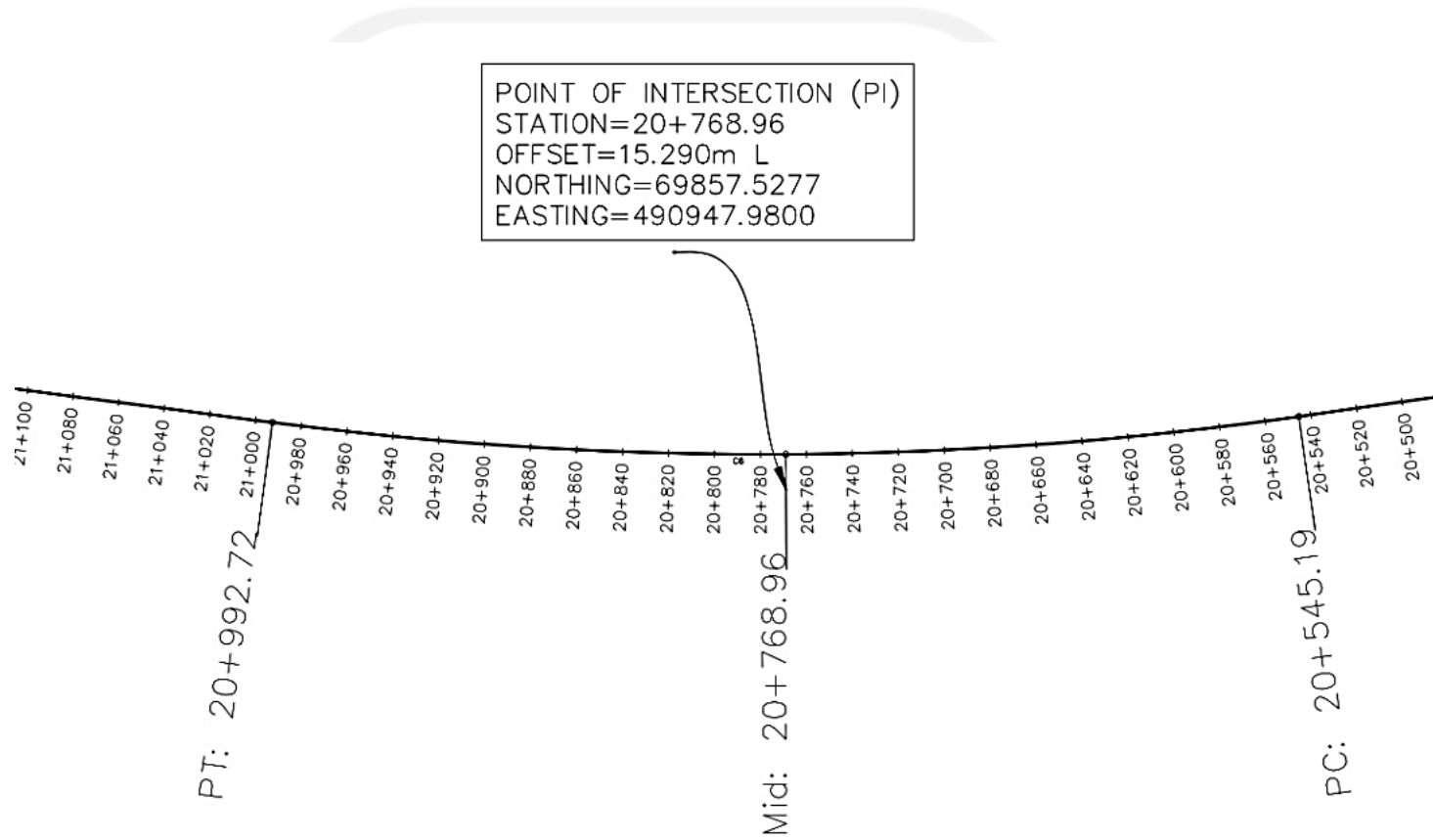
الجمهورية الإسلامية اندونيسية

Berikut ini beberapa contoh gambar didaerah tikungan hasil analisis / pemodelan alinyemen horizontal pada trase 1 dan trase 2 untuk tipe tikungan *S-C-S* dan *Full Circle* yang dapat dilihat pada Gambar 5.9, Gambar 5.10, Gambar 5.11 dan Gambar 5.12.

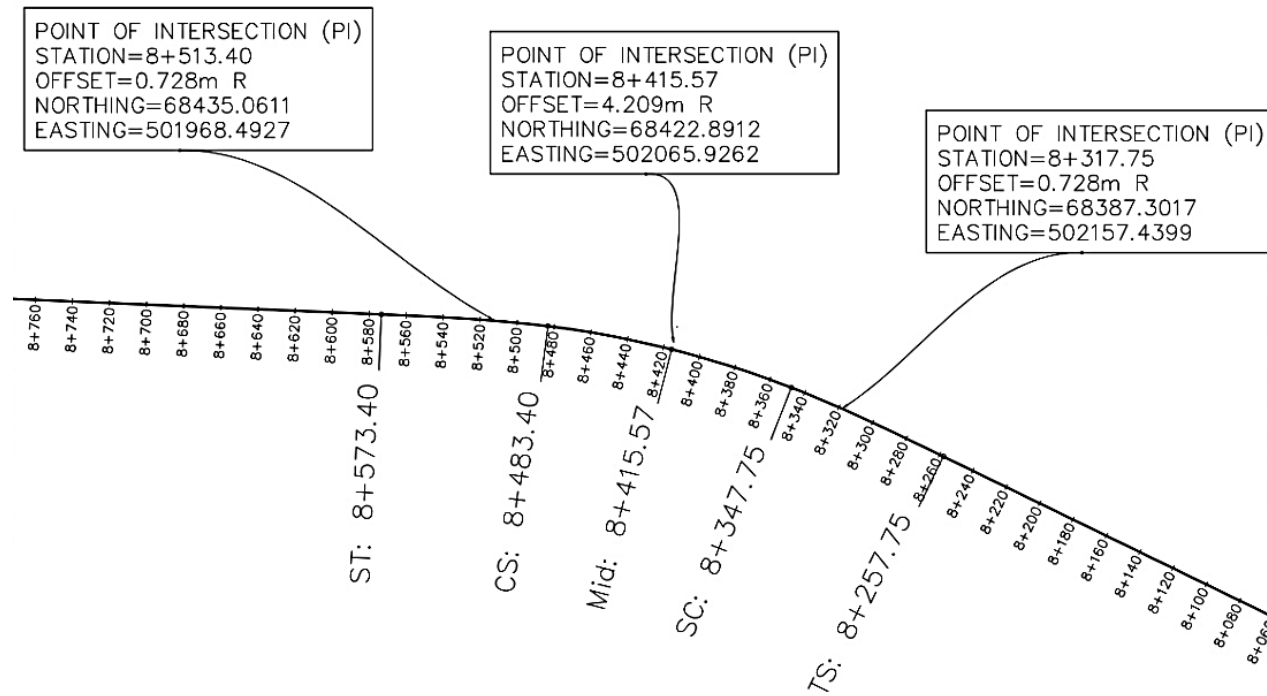


Gambar 5.9 Tikungan 1 Pada Trase 1 (S-C-S)

(Sumber: Autocad Civil 3D)

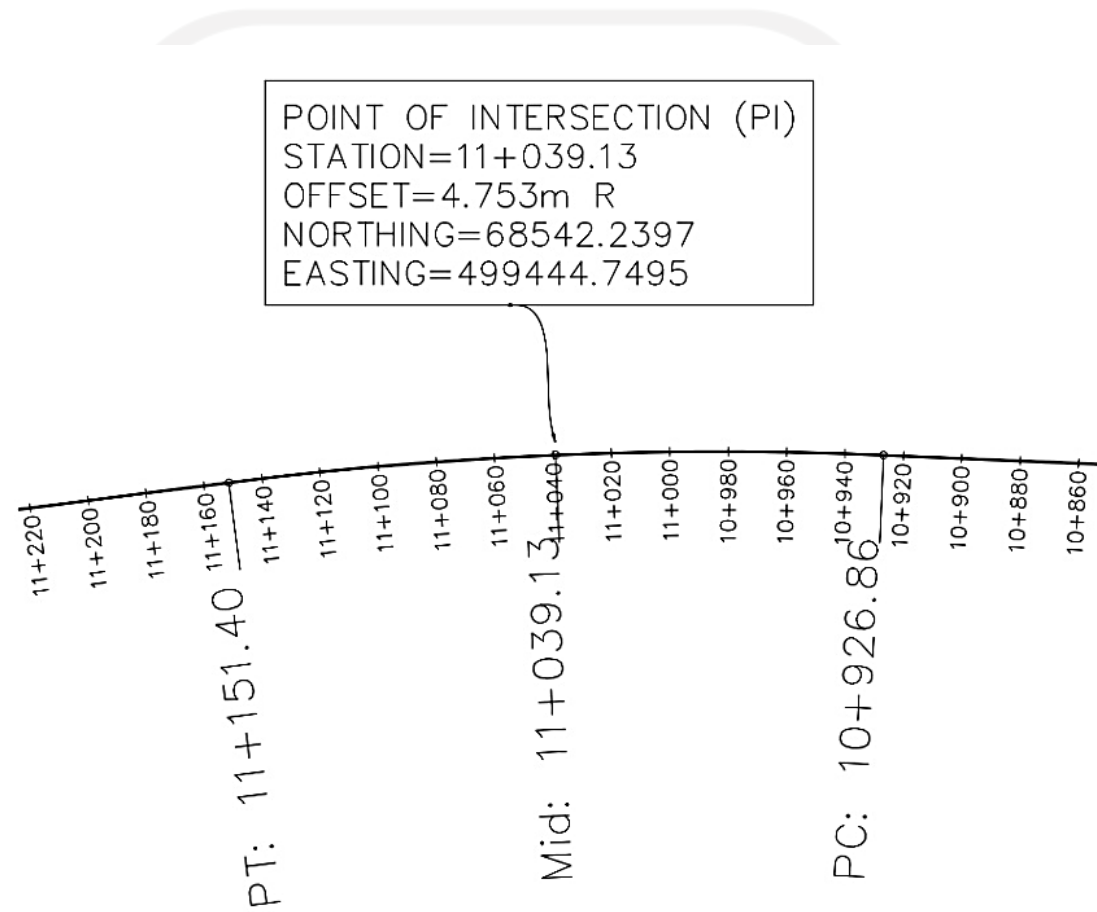


Gambar 5.10 Tikungan 6 Pada Trase 1 (*Full Circle*)
(Sumber: *Autocad Civil 3D*)



Gambar 5.11 Tikungan 5 Pada Trase 2 (S-C-S)

(Sumber: Autocad Civil 3D)



Gambar 5.12 Tikungan 6 Pada Trase 2 (Full Circle)

(Sumber: Autocad Civil 3D)

5.3.3 Alinyemen Vertikal

1. Desain Alinyemen Vertikal Trase 1

Pada trase 1 dengan kecepatan rencana 100 km/jam, jari-jari minimum yang disyaratkan sebesar 6000 meter. Adapun persyaratan kelandaian maksimum sebesar 20‰ (2%). Untuk perhitungan panjang lengkung vertikal adalah sebagai berikut.

Point of Vertikal Intersection (STA 0 + 302)

$$V \text{ rencana} = 100 \text{ km/jam}$$

$$R \text{ minimum} = 6000 \text{ meter}$$

$$G1 = 0\%$$

$$G2 = -12,36\%$$

$$\Psi = G1 - G2$$

$$= 0 - (-12,36)$$

$$= 12,36\%. \text{ (Ok. kurang dari Landai maksimum } 20\%)$$

$$\text{Panjang Kurva (L)} = R \cdot \Psi$$

$$= 6000 \times 12,36\%$$

$$= 74,16 \text{ meter (dipakai } 150 \text{ meter)}$$

Ketika nilai analisis diatas di *input* pada *Autocad Civil 3D*, terdapat *notice* yang menginformasikan bahwa adanya kesalahan atau ketidaksesuain dengan parameter yang digunakan oleh *software* tersebut. Oleh sebab itu, Panjang kurva dipakai 150 meter. Sehingga jari-jari yang dipakai adalah sebagai berikut.

$$R = L / \Psi$$

$$= 150 / 12,36\%$$

$$= 12134 \text{ meter (Ok. lebih dari jari-jari minimum } 6000 \text{ m)}$$

Berikut adalah hasil rekapitulasi hasil analisis *Autocad Civil 3D* untuk alinyemen vertikal dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
1	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	<i>0+227,34</i>	<i>Elevation:</i>	<i>23,084m</i>
	<i>PVI Station:</i>	<i>0+302,34</i>	<i>Elevation:</i>	<i>23,084m</i>
	<i>PVT Station:</i>	<i>0+377,34</i>	<i>Elevation:</i>	<i>22,157m</i>
	<i>High Point:</i>	<i>0+227,34</i>	<i>Elevation:</i>	<i>23,084m</i>
	<i>Grade in:</i>	<i>0,00%</i>	<i>Grade out:</i>	<i>-1,24%</i>
	<i>Change:</i>	<i>1,24%</i>	<i>K:</i>	<i>121,339m</i>
	<i>Curve Length:</i>	<i>150,000m</i>	<i>Curve Radius</i>	<i>12133,896m</i>
	<i>Passing Distance:</i>	<i>1325,893m</i>	<i>Stopping Distance:</i>	<i>612,592m</i>
2	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	<i>0+498,51</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,659m</i>
	<i>PVI Station:</i>	<i>0+547,96</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,048m</i>
	<i>PVT Station:</i>	<i>0+597,41</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,048m</i>
	<i>Low Point:</i>	<i>0+597,41</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,048m</i>
	<i>Grade in:</i>	<i>-1,24%</i>	<i>Grade out:</i>	<i>0,00%</i>
	<i>Change:</i>	<i>1,24%</i>	<i>K:</i>	<i>80,000m</i>
	<i>Curve Length:</i>	<i>98,897m</i>	<i>Curve Radius</i>	<i>8000,000m</i>
	<i>Headlight Distance:</i>			
3	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	<i>1+329,66</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,048m</i>
	<i>PVI Station:</i>	<i>1+363,27</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,048m</i>
	<i>PVT Station:</i>	<i>1+396,87</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,412m</i>
	<i>Low Point:</i>	<i>1+329,66</i>	<i>Elevation:</i>	<i>20,048m</i>
	<i>Grade in:</i>	<i>0,00%</i>	<i>Grade out:</i>	<i>1,08%</i>
	<i>Change:</i>	<i>1,08%</i>	<i>K:</i>	<i>62,000m</i>
	<i>Curve Length:</i>	<i>67,211m</i>	<i>Curve Radius</i>	<i>6200,000m</i>
	<i>Headlight Distance:</i>			
4	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	<i>1+493,11</i>	<i>Elevation:</i>	<i>21,456m</i>
	<i>PVI Station:</i>	<i>1+528,34</i>	<i>Elevation:</i>	<i>21,837m</i>
	<i>PVT Station:</i>	<i>1+563,57</i>	<i>Elevation:</i>	<i>21,837m</i>
	<i>High Point:</i>	<i>1+563,57</i>	<i>Elevation:</i>	<i>21,837m</i>
	<i>Grade in:</i>	<i>1,08%</i>	<i>Grade out:</i>	<i>0,00%</i>
	<i>Change:</i>	<i>1,08%</i>	<i>K:</i>	<i>65,000m</i>
	<i>Curve Length:</i>	<i>70,459m</i>	<i>Curve Radius</i>	<i>6500,000m</i>
	<i>Passing Distance:</i>	<i>1461,792m</i>	<i>Stopping Distance:</i>	<i>648,319m</i>

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
5	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	2+000,57	Elevation:	21,838m
	PVI Station:	2+046,46	Elevation:	21,838m
	PVT Station:	2+092,36	Elevation:	22,306m
	Low Point:	2+000,57	Elevation:	21,838m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,02%
	Change:	1,02%	K:	90,000m
	Curve Length:	91,785m	Curve Radius	9000,000m
	Headlight Distance:			
6	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	2+168,51	Elevation:	23,083m
	PVI Station:	2+218,51	Elevation:	23,592m
	PVT Station:	2+268,51	Elevation:	23,592m
	High Point:	2+268,51	Elevation:	23,592m
	Grade in:	1,02%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,02%	K:	98,049m
	Curve Length:	100,000m	Curve Radius	9804,890m
	Passing Distance:	1566,191m	Stopping Distance:	701,609m
7	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	2+347,92	Elevation:	23,592m
	PVI Station:	2+420,72	Elevation:	23,592m
	PVT Station:	2+493,52	Elevation:	22,287m
	High Point:	2+347,92	Elevation:	23,592m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,79%
	Change:	1,79%	K:	81,181m
	Curve Length:	145,606m	Curve Radius	8118,096m
	Passing Distance:	934,961m	Stopping Distance:	443,330m
8	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	2+580,59	Elevation:	20,725m
	PVI Station:	2+653,39	Elevation:	19,419m
	PVT Station:	2+726,19	Elevation:	19,419m
	Low Point:	2+726,19	Elevation:	19,419m
	Grade in:	-1,79%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,79%	K:	81,181m
	Curve Length:	145,606m	Curve Radius	8118,096m
	Headlight Distance:	6874,351m		

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
9	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	2+797,02	Elevation:	19,419m
	PVI Station:	2+856,98	Elevation:	19,419m
	PVT Station:	2+916,94	Elevation:	20,396m
	Low Point:	2+797,02	Elevation:	19,419m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,63%
	Change:	1,63%	K:	73,598m
	Curve Length:	119,916m	Curve Radius	7359,775m
	Headlight Distance:			
10	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	3+000,02	Elevation:	21,750m
	PVI Station:	3+050,93	Elevation:	22,580m
	PVT Station:	3+101,85	Elevation:	22,580m
	High Point:	3+101,85	Elevation:	22,580m
	Grade in:	1,63%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,63%	K:	62,500m
	Curve Length:	101,834m	Curve Radius	6250,000m
	Passing Distance:	999,985m	Stopping Distance:	458,795m
11	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	3+299,75	Elevation:	22,580m
	PVI Station:	3+350,92	Elevation:	22,580m
	PVT Station:	3+402,08	Elevation:	21,810m
	High Point:	3+299,75	Elevation:	22,580m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,50%
	Change:	1,50%	K:	68,000m
	Curve Length:	102,326m	Curve Radius	6800,000m
	Passing Distance:	1078,788m	Stopping Distance:	492,802m
12	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	3+530,32	Elevation:	19,880m
	PVI Station:	3+582,99	Elevation:	19,087m
	PVT Station:	3+635,66	Elevation:	19,087m
	Low Point:	3+635,66	Elevation:	19,087m
	Grade in:	-1,50%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,50%	K:	70,000m
	Curve Length:	105,335m	Curve Radius	7000,000m
	Headlight Distance:			

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
13	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	3+938,47	Elevation:	19,087m
	PVI Station:	3+989,23	Elevation:	19,087m
	PVT Station:	4+039,98	Elevation:	18,545m
	High Point:	3+938,47	Elevation:	19,087m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,07%
	Change:	1,07%	K:	95,000m
	Curve Length:	101,506m	Curve Radius	9500,000m
	Passing Distance:	1497,996m	Stopping Distance:	672,730m
14	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	4+200,17	Elevation:	16,833m
	PVI Station:	4+245,04	Elevation:	16,354m
	PVT Station:	4+289,92	Elevation:	16,354m
	Low Point:	4+289,92	Elevation:	16,354m
	Grade in:	-1,07%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,07%	K:	83,991m
	Curve Length:	89,743m	Curve Radius	8399,052m
	Headlight Distance:			
15	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	4+316,07	Elevation:	16,354m
	PVI Station:	4+378,76	Elevation:	16,354m
	PVT Station:	4+441,45	Elevation:	17,563m
	Low Point:	4+316,07	Elevation:	16,354m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,93%
	Change:	1,93%	K:	65,000m
	Curve Length:	125,386m	Curve Radius	6500,000m
	Headlight Distance:	1748,888m		
16	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	4+467,34	Elevation:	18,063m
	PVI Station:	4+525,65	Elevation:	19,187m
	PVT Station:	4+583,96	Elevation:	19,187m
	High Point:	4+583,96	Elevation:	19,187m
	Grade in:	1,93%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,93%	K:	60,458m
	Curve Length:	116,624m	Curve Radius	6045,758m
	Passing Distance:	859,945m	Stopping Distance:	402,827m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
17	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	4+935,11	Elevation:	19,187m
	PVI Station:	5+010,11	Elevation:	19,187m
	PVT Station:	5+085,11	Elevation:	20,632m
	Low Point:	4+935,11	Elevation:	19,187m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,93%
	Change:	1,93%	K:	77,900m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	7789,993m
	Headlight Distance:	1912,988m		
	18	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>		
PVC Station:		5+655,10	Elevation:	31,607m
PVI Station:		5+730,10	Elevation:	33,051m
PVT Station:		5+805,10	Elevation:	33,051m
High Point:		5+805,10	Elevation:	33,051m
Grade in:		1,93%	Grade out:	0,00%
Change:		1,93%	K:	77,900m
Curve Length:		150,000m	Curve Radius	7789,993m
Passing Distance:		878,077m	Stopping Distance:	420,136m
19		<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>		
	PVC Station:	6+075,88	Elevation:	33,051m
	PVI Station:	6+150,88	Elevation:	33,051m
	PVT Station:	6+225,88	Elevation:	34,446m
	Low Point:	6+075,88	Elevation:	33,051m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,86%
	Change:	1,86%	K:	80,654m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	8065,363m
	Headlight Distance:	2970,170m		
	20	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>		
PVC Station:		6+431,28	Elevation:	38,266m
PVI Station:		6+524,27	Elevation:	39,995m
PVT Station:		6+617,26	Elevation:	39,995m
High Point:		6+617,26	Elevation:	39,995m
Grade in:		1,86%	Grade out:	0,00%
Change:		1,86%	K:	100,000m
Curve Length:		185,980m	Curve Radius	10000,000m
Passing Distance:		924,455m	Stopping Distance:	450,326m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
21	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	7+083,47	Elevation:	39,995m
	PVI Station:	7+125,23	Elevation:	39,995m
	PVT Station:	7+166,98	Elevation:	39,608m
	High Point:	7+083,47	Elevation:	39,995m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,93%
	Change:	0,93%	K:	90,000m
	Curve Length:	83,511m	Curve Radius	9000,000m
	Passing Distance:	1708,272m	Stopping Distance:	757,969m
22	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	7+493,66	Elevation:	36,577m
	PVI Station:	7+535,41	Elevation:	36,189m
	PVT Station:	7+577,17	Elevation:	36,189m
	Low Point:	7+577,17	Elevation:	36,189m
	Grade in:	-0,93%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,93%	K:	90,000m
	Curve Length:	83,511m	Curve Radius	9000,000m
	Headlight Distance:			
23	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	7+749,56	Elevation:	36,189m
	PVI Station:	7+835,84	Elevation:	36,189m
	PVT Station:	7+922,12	Elevation:	37,844m
	Low Point:	7+749,56	Elevation:	36,189m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,92%
	Change:	1,92%	K:	90,000m
	Curve Length:	172,564m	Curve Radius	9000,000m
	Headlight Distance:	2126,242m		
24	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	8+291,12	Elevation:	44,919m
	PVI Station:	8+386,99	Elevation:	46,757m
	PVT Station:	8+482,86	Elevation:	46,757m
	High Point:	8+482,86	Elevation:	46,757m
	Grade in:	1,92%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,92%	K:	100,000m
	Curve Length:	191,738m	Curve Radius	10000,000m
	Passing Distance:	902,368m	Stopping Distance:	442,475m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
25	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	8+528,78	Elevation:	46,757m
	PVI Station:	8+620,12	Elevation:	46,757m
	PVT Station:	8+711,46	Elevation:	45,088m
	High Point:	8+528,78	Elevation:	46,757m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,83%
	Change:	1,83%	K:	100,000m
	Curve Length:	182,676m	Curve Radius	10000,000m
	Passing Distance:	937,842m	Stopping Distance:	455,137m
26	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	8+899,57	Elevation:	41,652m
	PVI Station:	8+972,64	Elevation:	40,317m
	PVT Station:	9+045,71	Elevation:	40,317m
	Low Point:	9+045,71	Elevation:	40,317m
	Grade in:	-1,83%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,83%	K:	80,000m
	Curve Length:	146,141m	Curve Radius	8000,000m
	Headlight Distance:	4103,988m		
27	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	9+440,76	Elevation:	40,317m
	PVI Station:	9+521,22	Elevation:	40,317m
	PVT Station:	9+601,68	Elevation:	41,756m
	Low Point:	9+440,76	Elevation:	40,317m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,79%
	Change:	1,79%	K:	90,000m
	Curve Length:	160,922m	Curve Radius	9000,000m
	Headlight Distance:	8087,142m		
28	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	9+892,55	Elevation:	46,957m
	PVI Station:	9+982,31	Elevation:	48,562m
	PVT Station:	10+072,07	Elevation:	48,562m
	High Point:	10+072,07	Elevation:	48,562m
	Grade in:	1,79%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,79%	K:	100,403m
	Curve Length:	179,524m	Curve Radius	10040,317m
	Passing Distance:	954,605m	Stopping Distance:	461,443m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
29	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	10+673,47	Elevation:	48,562m
	PVI Station:	10+701,80	Elevation:	48,562m
	PVT Station:	10+730,14	Elevation:	48,471m
	High Point:	10+673,47	Elevation:	48,562m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,32%
	Change:	0,32%	K:	177,323m
	Curve Length:	56,678m	Curve Radius	17732,309m
	Passing Distance:	4866,276m	Stopping Distance:	2107,523m
30	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	11+442,83	Elevation:	46,193m
	PVI Station:	11+471,17	Elevation:	46,102m
	PVT Station:	11+499,51	Elevation:	46,102m
	Low Point:	11+499,51	Elevation:	46,102m
	Grade in:	-0,32%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,32%	K:	177,323m
	Curve Length:	56,678m	Curve Radius	17732,309m
	Headlight Distance:			
31	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	12+420,94	Elevation:	46,102m
	PVI Station:	12+515,40	Elevation:	46,102m
	PVT Station:	12+609,86	Elevation:	44,224m
	High Point:	12+420,94	Elevation:	46,102m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,99%
	Change:	1,99%	K:	95,000m
	Curve Length:	188,917m	Curve Radius	9500,000m
	Passing Distance:	872,072m	Stopping Distance:	428,651m
32	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	13+270,04	Elevation:	31,096m
	PVI Station:	13+345,04	Elevation:	29,604m
	PVT Station:	13+420,04	Elevation:	29,604m
	Low Point:	13+420,04	Elevation:	29,604m
	Grade in:	-1,99%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,99%	K:	75,430m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	7542,992m
	Headlight Distance:	1436,254m		

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
33	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	13+914,40	Elevation:	29,604m
	PVI Station:	13+989,40	Elevation:	29,604m
	PVT Station:	14+064,40	Elevation:	28,861m
	High Point:	13+914,40	Elevation:	29,604m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,99%
	Change:	0,99%	K:	151,367m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	15136,710m
	Passing Distance:	1635,456m	Stopping Distance:	745,632m
34	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	14+418,20	Elevation:	25,355m
	PVI Station:	14+493,20	Elevation:	24,612m
	PVT Station:	14+568,20	Elevation:	24,612m
	Low Point:	14+568,20	Elevation:	24,612m
	Grade in:	-0,99%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,99%	K:	151,367m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	15136,710m
	Headlight Distance:			
35	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	15+155,57	Elevation:	24,612m
	PVI Station:	15+230,57	Elevation:	24,612m
	PVT Station:	15+305,57	Elevation:	25,530m
	Low Point:	15+155,57	Elevation:	24,612m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,22%
	Change:	1,22%	K:	122,570m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	12257,015m
	Headlight Distance:			
36	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	15+662,44	Elevation:	29,897m
	PVI Station:	15+737,44	Elevation:	30,815m
	PVT Station:	15+812,44	Elevation:	30,815m
	High Point:	15+812,44	Elevation:	30,815m
	Grade in:	1,22%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,22%	K:	122,570m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	12257,015m
	Passing Distance:	1338,586m	Stopping Distance:	618,047m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
37	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	16+070,45	Elevation:	30,815m
	PVI Station:	16+145,45	Elevation:	30,815m
	PVT Station:	16+220,45	Elevation:	29,799m
	High Point:	16+070,45	Elevation:	30,815m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,35%
	Change:	1,35%	K:	110,790m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	11079,044m
	Passing Distance:	1217,148m	Stopping Distance:	565,857m
38	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	16+498,57	Elevation:	26,034m
	PVI Station:	16+573,57	Elevation:	25,018m
	PVT Station:	16+648,57	Elevation:	25,018m
	Low Point:	16+648,56	Elevation:	25,018m
	Grade in:	-1,35%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,35%	K:	110,789m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	11078,898m
	Headlight Distance:			
39	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	16+827,94	Elevation:	25,018m
	PVI Station:	16+902,94	Elevation:	25,019m
	PVT Station:	16+977,94	Elevation:	25,761m
	Low Point:	16+827,94	Elevation:	25,018m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	0,99%
	Change:	0,99%	K:	151,612m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	15161,246m
	Headlight Distance:			
40	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	17+081,13	Elevation:	26,782m
	PVI Station:	17+156,13	Elevation:	27,524m
	PVT Station:	17+231,13	Elevation:	27,524m
	High Point:	17+231,13	Elevation:	27,524m
	Grade in:	0,99%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,99%	K:	151,610m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	15160,972m
	Passing Distance:	1637,957m	Stopping Distance:	746,707m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
41	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	17+266,88	Elevation:	27,524m
	PVI Station:	17+341,88	Elevation:	27,524m
	PVT Station:	17+416,88	Elevation:	26,718m
	High Point:	17+266,88	Elevation:	27,524m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,07%
	Change:	1,07%	K:	139,594m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	13959,401m
	Passing Distance:	1514,086m	Stopping Distance:	693,471m
42	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	17+686,84	Elevation:	23,817m
	PVI Station:	17+767,43	Elevation:	22,951m
	PVT Station:	17+848,02	Elevation:	22,951m
	Low Point:	17+848,02	Elevation:	22,951m
	Grade in:	-1,07%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,07%	K:	150,000m
	Curve Length:	161,182m	Curve Radius	15000,000m
	Headlight Distance:			
43	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	19+025,40	Elevation:	22,951m
	PVI Station:	19+135,42	Elevation:	22,951m
	PVT Station:	19+245,44	Elevation:	22,547m
	High Point:	19+025,40	Elevation:	22,951m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,37%
	Change:	0,37%	K:	599,624m
	Curve Length:	220,045m	Curve Radius	59962,421m
	Passing Distance:	4323,875m	Stopping Distance:	1920,996m
44	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	19+495,17	Elevation:	21,631m
	PVI Station:	19+649,21	Elevation:	21,065m
	PVT Station:	19+803,24	Elevation:	21,065m
	Low Point:	19+803,24	Elevation:	21,065m
	Grade in:	-0,37%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,37%	K:	839,474m
	Curve Length:	308,063m	Curve Radius	83947,389m
	Headlight Distance:			

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
45	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	21+084,34	Elevation:	21,065m
	PVI Station:	21+141,83	Elevation:	21,065m
	PVT Station:	21+199,32	Elevation:	20,887m
	High Point:	21+084,34	Elevation:	21,065m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,31%
	Change:	0,31%	K:	370,000m
	Curve Length:	114,980m	Curve Radius	37000,000m
	Passing Distance:	5033,592m	Stopping Distance:	2196,053m
46	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	21+628,73	Elevation:	19,552m
	PVI Station:	21+686,22	Elevation:	19,374m
	PVT Station:	21+743,71	Elevation:	19,374m
	Low Point:	21+743,71	Elevation:	19,374m
	Grade in:	-0,31%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,31%	K:	370,000m
	Curve Length:	114,980m	Curve Radius	37000,000m
	Headlight Distance:			
47	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	22+647,59	Elevation:	19,374m
	PVI Station:	22+728,68	Elevation:	19,374m
	PVT Station:	22+809,77	Elevation:	19,900m
	Low Point:	22+647,59	Elevation:	19,374m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	0,65%
	Change:	0,65%	K:	250,000m
	Curve Length:	162,186m	Curve Radius	25000,000m
	Headlight Distance:			
48	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	23+667,56	Elevation:	25,465m
	PVI Station:	23+755,14	Elevation:	26,033m
	PVT Station:	23+842,72	Elevation:	26,033m
	High Point:	23+842,72	Elevation:	26,033m
	Grade in:	0,65%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,65%	K:	270,000m
	Curve Length:	175,161m	Curve Radius	27000,000m
	Passing Distance:	2471,209m	Stopping Distance:	1111,984m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
49	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	24+035,17	Elevation:	26,033m
	PVI Station:	24+114,80	Elevation:	26,033m
	PVT Station:	24+194,43	Elevation:	27,618m
	Low Point:	24+035,17	Elevation:	26,033m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,99%
	Change:	1,99%	K:	80,000m
	Curve Length:	159,251m	Curve Radius	8000,000m
	Headlight Distance:	1462,473m		
50	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	24+327,92	Elevation:	30,275m
	PVI Station:	24+407,50	Elevation:	31,859m
	PVT Station:	24+487,08	Elevation:	32,599m
	High Point:	24+487,08	Elevation:	32,599m
	Grade in:	1,99%	Grade out:	0,93%
	Change:	1,06%	K:	150,000m
	Curve Length:	159,151m	Curve Radius	15000,000m
	Passing Distance:	1537,025m	Stopping Distance:	705,939m
51	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	24+656,14	Elevation:	34,171m
	PVI Station:	24+737,48	Elevation:	34,927m
	PVT Station:	24+818,83	Elevation:	34,927m
	High Point:	24+818,83	Elevation:	34,927m
	Grade in:	0,93%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,93%	K:	175,000m
	Curve Length:	162,687m	Curve Radius	17500,000m
	Passing Distance:	1744,747m	Stopping Distance:	796,219m
52	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	25+135,01	Elevation:	34,927m
	PVI Station:	25+215,91	Elevation:	34,927m
	PVT Station:	25+296,82	Elevation:	33,618m
	High Point:	25+135,01	Elevation:	34,927m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-1,62%
	Change:	1,62%	K:	100,000m
	Curve Length:	161,810m	Curve Radius	10000,000m
	Passing Distance:	1036,570m	Stopping Distance:	491,618m

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
53	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	25+643,09	Elevation:	28,015m
	PVI Station:	25+723,99	Elevation:	26,706m
	PVT Station:	25+804,90	Elevation:	26,706m
	Low Point:	25+804,90	Elevation:	26,706m
	Grade in:	-1,62%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,62%	K:	100,000m
	Curve Length:	161,810m	Curve Radius	10000,000m
	Headlight Distance:			
	54	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>		
PVC Station:		26+181,54	Elevation:	26,706m
PVI Station:		26+206,54	Elevation:	26,706m
PVT Station:		26+231,54	Elevation:	26,718m
Low Point:		26+181,54	Elevation:	26,706m
Grade in:		0,00%	Grade out:	0,05%
Change:		0,05%	K:	1064,657m
Curve Length:		50,000m	Curve Radius	106465,696m
Headlight Distance:				
55		<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>		
	PVC Station:	26+808,06	Elevation:	26,988m
	PVI Station:	26+833,06	Elevation:	27,000m
	PVT Station:	26+858,06	Elevation:	27,000m
	High Point:	26+858,06	Elevation:	27,000m
	Grade in:	0,05%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,05%	K:	1064,657m
	Curve Length:	50,000m	Curve Radius	106465,696m
	Passing Distance:	32951,910m	Stopping Distance:	14175,891m
	56	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>		
PVC Station:		27+106,68	Elevation:	27,000m
PVI Station:		27+191,18	Elevation:	27,000m
PVT Station:		27+275,68	Elevation:	27,571m
Low Point:		27+106,68	Elevation:	27,000m
Grade in:		0,00%	Grade out:	0,68%
Change:		0,68%	K:	250,000m
Curve Length:		169,001m	Curve Radius	25000,000m
Headlight Distance:				

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 1

No.	Criteria			
57	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	27+660,33	Elevation:	30,171m
	PVI Station:	27+744,83	Elevation:	30,743m
	PVT Station:	27+829,33	Elevation:	30,743m
	High Point:	27+829,33	Elevation:	30,743m
	Grade in:	0,68%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,68%	K:	250,000m
	Curve Length:	169,001m	Curve Radius	25000,000m
	Passing Distance:	2372,009m	Stopping Distance:	1067,595m
58	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	28+081,62	Elevation:	30,743m
	PVI Station:	28+161,14	Elevation:	30,743m
	PVT Station:	28+240,66	Elevation:	32,323m
	Low Point:	28+081,62	Elevation:	30,743m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,99%
	Change:	1,99%	K:	80,000m
	Curve Length:	159,038m	Curve Radius	8000,000m
	Headlight Distance:	1476,838m		
59	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	28+539,64	Elevation:	38,267m
	PVI Station:	28+619,16	Elevation:	39,848m
	PVT Station:	28+698,67	Elevation:	39,848m
	High Point:	28+698,67	Elevation:	39,848m
	Grade in:	1,99%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,99%	K:	80,000m
	Curve Length:	159,038m	Curve Radius	8000,000m
	Passing Distance:	857,378m	Stopping Distance:	413,817m

2. Desain Alinyemen Vertikal Trase 2

Pada desain alinyemen vertikal trase 2, kecepatan rencana yang digunakan ialah sebesar 90 km/jam dengan besar jari-jari minimum sebesar 6000 meter. Adapun persyaratan kelandaian yang telah ditetapkan yakni sebesar 25% (2,5%). Berikut adalah hasil rekapitulasi hasil analisis *Autocad Civil 3D* untuk alinyemen vertikal dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
1	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	3+282,55	<i>Elevation:</i>	21,060m
	<i>PVI Station:</i>	3+357,55	<i>Elevation:</i>	21,060m
	<i>PVT Station:</i>	3+432,55	<i>Elevation:</i>	21,029m
	<i>High Point:</i>	3+282,55	<i>Elevation:</i>	21,060m
	<i>Grade in:</i>	0,00%	<i>Grade out:</i>	-0,04%
	<i>Change:</i>	0,04%	<i>K:</i>	3610,054m
	<i>Curve Length:</i>	150,000m	<i>Curve Radius</i>	361005,357m
	<i>Passing Distance:</i>	37291,341m	<i>Stopping Distance:</i>	16069,346m
2	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	3+996,53	<i>Elevation:</i>	20,794m
	<i>PVI Station:</i>	4+096,53	<i>Elevation:</i>	20,753m
	<i>PVT Station:</i>	4+196,53	<i>Elevation:</i>	20,753m
	<i>Low Point:</i>	4+196,53	<i>Elevation:</i>	20,753m
	<i>Grade in:</i>	-0,04%	<i>Grade out:</i>	0,00%
	<i>Change:</i>	0,04%	<i>K:</i>	4813,405m
	<i>Curve Length:</i>	200,000m	<i>Curve Radius</i>	481340,476m
	<i>Headlight Distance:</i>			
3	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	<i>PVC Station:</i>	4+669,54	<i>Elevation:</i>	20,753m
	<i>PVI Station:</i>	4+744,54	<i>Elevation:</i>	20,753m
	<i>PVT Station:</i>	4+819,54	<i>Elevation:</i>	22,602m
	<i>Low Point:</i>	4+669,54	<i>Elevation:</i>	20,753m
	<i>Grade in:</i>	0,00%	<i>Grade out:</i>	2,47%
	<i>Change:</i>	2,47%	<i>K:</i>	60,833m
	<i>Curve Length:</i>	150,000m	<i>Curve Radius</i>	6083,264m
	<i>Headlight Distance:</i>	534,426m		

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
4	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	4+967,56	Elevation:	26,252m
	PVI Station:	5+042,56	Elevation:	28,101m
	PVT Station:	5+117,56	Elevation:	28,101m
	High Point:	5+117,56	Elevation:	28,101m
	Grade in:	2,47%	Grade out:	0,00%
	Change:	2,47%	K:	60,833m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	6083,264m
	Passing Distance:	702,129m	Stopping Distance:	344,519m
5	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	6+208,71	Elevation:	28,101m
	PVI Station:	6+283,71	Elevation:	28,101m
	PVT Station:	6+358,71	Elevation:	29,321m
	Low Point:	6+208,71	Elevation:	28,101m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,63%
	Change:	1,63%	K:	92,229m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	9222,892m
	Headlight Distance:			
6	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	6+725,23	Elevation:	35,282m
	PVI Station:	6+806,55	Elevation:	36,604m
	PVT Station:	6+887,87	Elevation:	36,604m
	High Point:	6+887,87	Elevation:	36,604m
	Grade in:	1,63%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,63%	K:	100,000m
	Curve Length:	162,639m	Curve Radius	10000,000m
	Passing Distance:	1032,115m	Stopping Distance:	489,940m
7	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	6+991,59	Elevation:	36,604m
	PVI Station:	7+061,59	Elevation:	36,604m
	PVT Station:	7+131,59	Elevation:	36,829m
	Low Point:	6+991,59	Elevation:	36,604m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	0,32%
	Change:	0,32%	K:	435,603m
	Curve Length:	140,000m	Curve Radius	43560,258m
	Headlight Distance:			

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
8	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	7+257,26	Elevation:	37,233m
	PVI Station:	7+282,26	Elevation:	37,314m
	PVT Station:	7+307,26	Elevation:	37,314m
	High Point:	7+307,26	Elevation:	37,314m
	Grade in:	0,32%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,32%	K:	155,572m
	Curve Length:	50,000m	Curve Radius	15557,235m
	Passing Distance:	4836,425m	Stopping Distance:	2092,790m
9	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	7+338,85	Elevation:	37,314m
	PVI Station:	7+414,77	Elevation:	37,314m
	PVT Station:	7+490,69	Elevation:	35,424m
	High Point:	7+338,85	Elevation:	37,314m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-2,49%
	Change:	2,49%	K:	61,000m
	Curve Length:	151,841m	Curve Radius	6100,000m
	Passing Distance:	697,149m	Stopping Distance:	342,904m
10	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	7+567,19	Elevation:	33,519m
	PVI Station:	7+642,49	Elevation:	31,645m
	PVT Station:	7+717,79	Elevation:	31,645m
	Low Point:	7+717,79	Elevation:	31,645m
	Grade in:	-2,49%	Grade out:	0,00%
	Change:	2,49%	K:	60,500m
	Curve Length:	150,597m	Curve Radius	6050,000m
	Headlight Distance:	520,956m		
11	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	7+789,88	Elevation:	31,645m
	PVI Station:	7+841,85	Elevation:	31,645m
	PVT Station:	7+893,82	Elevation:	32,417m
	Low Point:	7+789,88	Elevation:	31,645m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,48%
	Change:	1,48%	K:	70,000m
	Curve Length:	103,936m	Curve Radius	7000,000m
	Headlight Distance:			

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
12	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	8+073,94	Elevation:	35,091m
	PVI Station:	8+155,60	Elevation:	36,304m
	PVT Station:	8+237,27	Elevation:	36,304m
	High Point:	8+237,27	Elevation:	36,304m
	Grade in:	1,48%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,48%	K:	110,000m
	Curve Length:	163,328m	Curve Radius	11000,000m
	Passing Distance:	1123,124m	Stopping Distance:	529,249m
13	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	8+611,41	Elevation:	36,304m
	PVI Station:	8+686,41	Elevation:	36,304m
	PVT Station:	8+761,41	Elevation:	34,481m
	High Point:	8+611,41	Elevation:	36,304m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-2,43%
	Change:	2,43%	K:	61,715m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	6171,522m
	Passing Distance:	711,227m	Stopping Distance:	348,429m
14	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	9+131,41	Elevation:	25,488m
	PVI Station:	9+206,41	Elevation:	23,665m
	PVT Station:	9+281,41	Elevation:	23,665m
	Low Point:	9+281,41	Elevation:	23,665m
	Grade in:	-2,43%	Grade out:	0,00%
	Change:	2,43%	K:	61,715m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	6171,522m
	Headlight Distance:	558,076m		
15	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	9+477,26	Elevation:	23,665m
	PVI Station:	9+552,26	Elevation:	23,665m
	PVT Station:	9+627,26	Elevation:	23,535m
	High Point:	9+477,26	Elevation:	23,665m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,17%
	Change:	0,17%	K:	867,355m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	86735,497m
	Passing Distance:	9016,634m	Stopping Distance:	3917,817m

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
16	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	10+287,34	Elevation:	22,394m
	PVI Station:	10+362,34	Elevation:	22,264m
	PVT Station:	10+437,34	Elevation:	22,264m
	Low Point:	10+437,34	Elevation:	22,264m
	Grade in:	-0,17%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,17%	K:	867,355m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	86735,497m
	Headlight Distance:			
17	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	11+158,73	Elevation:	22,264m
	PVI Station:	11+226,56	Elevation:	22,264m
	PVT Station:	11+294,38	Elevation:	20,733m
	High Point:	11+158,73	Elevation:	22,264m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-2,26%
	Change:	2,26%	K:	60,100m
	Curve Length:	135,653m	Curve Radius	6010,000m
	Stopping Distance:	752,932m	Distance:	362,262m
18	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	11+470,52	Elevation:	16,758m
	PVI Station:	11+543,88	Elevation:	15,102m
	PVT Station:	11+617,23	Elevation:	15,102m
	Low Point:	11+617,23	Elevation:	15,102m
	Grade in:	-2,26%	Grade out:	0,00%
	Change:	2,26%	K:	65,000m
	Curve Length:	146,713m	Curve Radius	6500,000m
	Headlight Distance:	714,556m		
19	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	12+349,36	Elevation:	15,102m
	PVI Station:	12+424,36	Elevation:	15,102m
	PVT Station:	12+499,36	Elevation:	16,324m
	Low Point:	12+349,36	Elevation:	15,102m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,63%
	Change:	1,63%	K:	92,080m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	9207,986m
	Headlight Distance:			

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
20	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	12+789,08	Elevation:	21,044m
	PVI Station:	12+864,02	Elevation:	22,264m
	PVT Station:	12+938,95	Elevation:	22,264m
	High Point:	12+938,95	Elevation:	22,264m
	Grade in:	1,63%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,63%	K:	92,000m
	Curve Length:	149,870m	Curve Radius	9200,000m
	Passing Distance:	1024,194m	Stopping Distance:	482,895m
21	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	13+118,08	Elevation:	22,264m
	PVI Station:	13+156,78	Elevation:	22,264m
	PVT Station:	13+195,48	Elevation:	22,136m
	High Point:	13+118,08	Elevation:	22,264m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,33%
	Change:	0,33%	K:	234,495m
	Curve Length:	77,403m	Curve Radius	23449,504m
	Passing Distance:	4723,451m	Stopping Distance:	2052,051m
22	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	13+913,66	Elevation:	19,766m
	PVI Station:	13+952,37	Elevation:	19,638m
	PVT Station:	13+991,07	Elevation:	19,638m
	Low Point:	13+991,07	Elevation:	19,638m
	Grade in:	-0,33%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,33%	K:	234,495m
	Curve Length:	77,403m	Curve Radius	23449,504m
	Headlight Distance:			
23	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	14+923,14	Elevation:	19,638m
	PVI Station:	15+011,23	Elevation:	19,638m
	PVT Station:	15+099,32	Elevation:	19,220m
	High Point:	14+923,14	Elevation:	19,638m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,47%
	Change:	0,47%	K:	371,189m
	Curve Length:	176,184m	Curve Radius	37118,938m
	Passing Distance:	3346,015m	Stopping Distance:	1488,239m

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
24	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	16+621,79	Elevation:	11,994m
	PVI Station:	16+709,88	Elevation:	11,576m
	PVT Station:	16+797,97	Elevation:	11,576m
	Low Point:	16+797,97	Elevation:	11,576m
	Grade in:	-0,47%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,47%	K:	371,189m
	Curve Length:	176,184m	Curve Radius	37118,938m
	Headlight Distance:			
25	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	19+100,97	Elevation:	11,576m
	PVI Station:	19+166,99	Elevation:	11,576m
	PVT Station:	19+233,00	Elevation:	11,932m
	Low Point:	19+100,97	Elevation:	11,576m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	0,54%
	Change:	0,54%	K:	244,391m
	Curve Length:	132,030m	Curve Radius	24439,074m
	Headlight Distance:			
26	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	20+818,89	Elevation:	20,500m
	PVI Station:	20+884,90	Elevation:	20,856m
	PVT Station:	20+950,92	Elevation:	20,856m
	High Point:	20+950,92	Elevation:	20,856m
	Grade in:	0,54%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,54%	K:	244,391m
	Curve Length:	132,030m	Curve Radius	24439,074m
	Passing Distance:	2928,369m	Stopping Distance:	1296,159m
27	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	21+662,07	Elevation:	20,856m
	PVI Station:	21+737,07	Elevation:	20,856m
	PVT Station:	21+812,07	Elevation:	21,324m
	Low Point:	21+662,07	Elevation:	20,856m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	0,62%
	Change:	0,62%	K:	240,365m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	24036,530m
	Headlight Distance:			

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

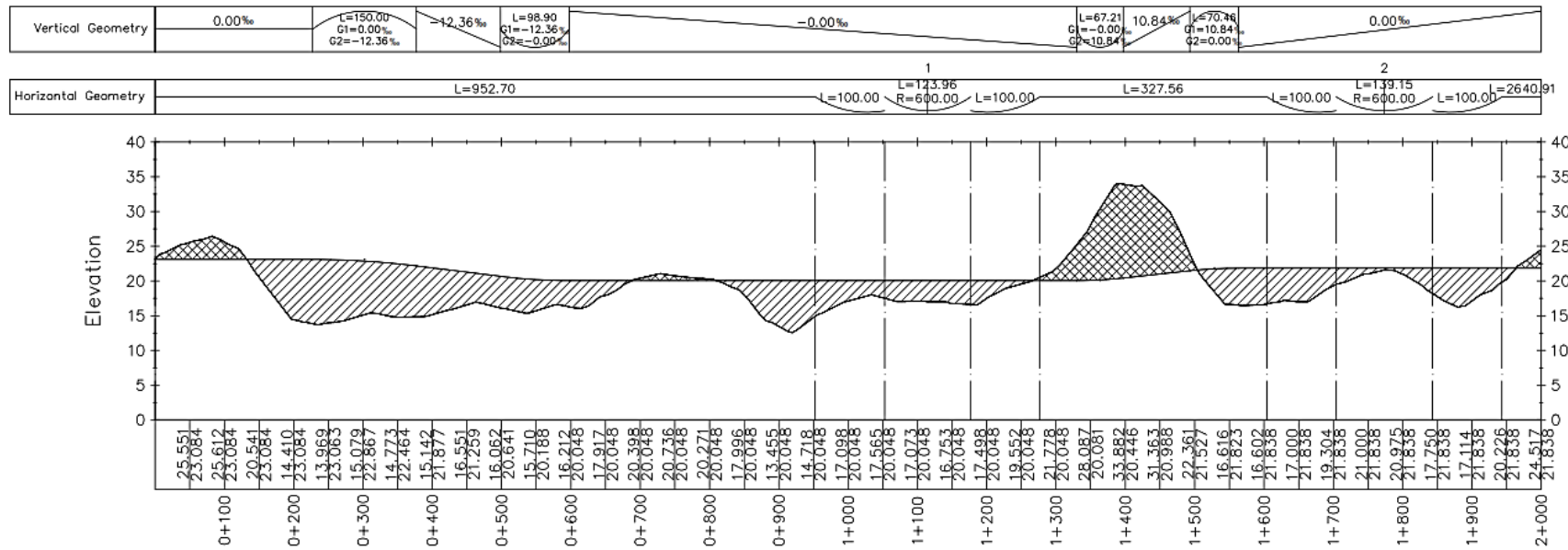
No.	Criteria			
28	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	22+860,82	Elevation:	27,869m
	PVI Station:	22+935,82	Elevation:	28,337m
	PVT Station:	23+010,82	Elevation:	28,337m
	High Point:	23+010,82	Elevation:	28,337m
	Grade in:	0,62%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,62%	K:	240,365m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	24036,530m
	Passing Distance:	2552,946m	Stopping Distance:	1139,939m
29	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	23+624,65	Elevation:	28,337m
	PVI Station:	23+699,65	Elevation:	28,337m
	PVT Station:	23+774,65	Elevation:	29,318m
	Low Point:	23+624,65	Elevation:	28,337m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	1,31%
	Change:	1,31%	K:	114,716m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	11471,647m
	Headlight Distance:			
30	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	24+182,26	Elevation:	34,648m
	PVI Station:	24+257,26	Elevation:	35,628m
	PVT Station:	24+332,26	Elevation:	35,628m
	High Point:	24+332,23	Elevation:	35,628m
	Grade in:	1,31%	Grade out:	0,00%
	Change:	1,31%	K:	114,696m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	11469,608m
	Passing Distance:	1257,411m	Stopping Distance:	583,161m
31	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	25+463,95	Elevation:	35,626m
	PVI Station:	25+538,95	Elevation:	35,625m
	PVT Station:	25+613,95	Elevation:	35,157m
	High Point:	25+463,95	Elevation:	35,626m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	-0,62%
	Change:	0,62%	K:	240,380m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	24038,044m
	Passing Distance:	2553,102m	Stopping Distance:	1140,006m

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Alinyemen Vertikal Trase 2

No.	Criteria			
32	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	26+374,07	Elevation:	30,412m
	PVI Station:	26+449,07	Elevation:	29,944m
	PVT Station:	26+524,07	Elevation:	29,944m
	Low Point:	26+524,07	Elevation:	29,944m
	Grade in:	-0,62%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,62%	K:	240,291m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	24029,094m
	Headlight Distance:			
33	<i>Vertical Curve Information:(sag curve)</i>			
	PVC Station:	26+870,10	Elevation:	29,944m
	PVI Station:	26+945,10	Elevation:	29,944m
	PVT Station:	27+020,10	Elevation:	30,652m
	Low Point:	26+870,10	Elevation:	29,944m
	Grade in:	0,00%	Grade out:	0,94%
	Change:	0,94%	K:	158,975m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	15897,466m
	Headlight Distance:			
34	<i>Vertical Curve Information:(crest curve)</i>			
	PVC Station:	27+531,05	Elevation:	35,473m
	PVI Station:	27+606,05	Elevation:	36,180m
	PVT Station:	27+681,05	Elevation:	36,180m
	High Point:	27+681,05	Elevation:	36,180m
	Grade in:	0,94%	Grade out:	0,00%
	Change:	0,94%	K:	158,975m
	Curve Length:	150,000m	Curve Radius	15897,466m
	Stopping Passing Distance:	1713,883m	Distance:	779,337m

3. Pemodelan Hasil Analisis Alinyemen Vertikal

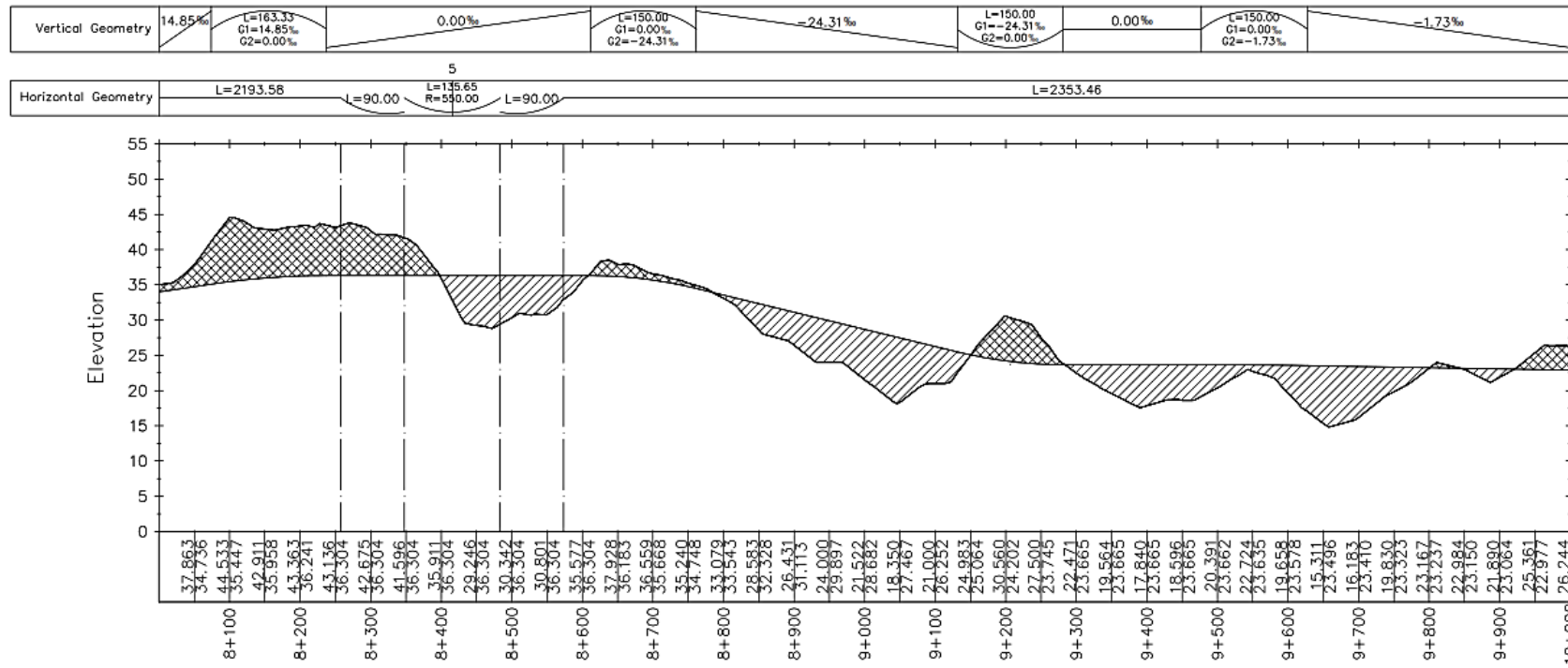
Berikut ini beberapa gambaran / tampilan alinyemen vertikal dari lembar kerja *Autocad Civil 3D*. Untuk gambar detail alinyemen vertikal bisa dilihat pada bagian lampiran penelitian / tugas akhir. Adapun untuk beberapa hasil alinyemen vertikal dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14.



ALINYEMEN VERTIKAL
0+000.00 - 2+000.00

Gambar 5.13 Potongan Alinyemen Vertikal Trase 1

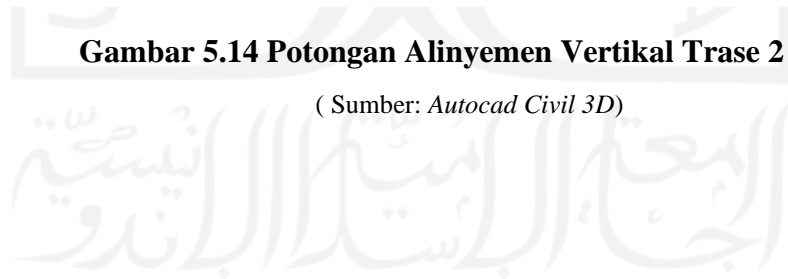
(Sumber: Autocad Civil 3D)



ALINYEMEN VERTIKAL
8+000.00 - 10+000.00

Gambar 5.14 Potongan Alinyemen Vertikal Trase 2

(Sumber: Autocad Civil 3D)



5.4 Hasil Analisis

Setelah dilakukan kajian terhadap aspek tata guna lahan, aspek teknis, aspek integritas jaringan, serta aspek aksesibilitas dan mobilitas pada tiap-tiap trase, maka dilakukan rekap dan perbandingan trase untuk mendapatkan trase jalur kereta api yang baik dan efisien. Adapun untuk Tabel 5.8 dibawah ini sebagai lanjutan rekap dari Tabel 5.2. Untuk perhitungan kebutuhan lahan yang ada pada Aspek Tata Guna Lahan dapat dilihat pada sub bab 5.2.1.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada bagian Alinyemen Horizontal, untuk pemilihan penggunaan tipe lengkung yang digunakan pada desain Trase 1 maupun Trase 2 digunakan cara mengasumsikan terlebih dahulu semua tikungan bertipe *S-C-S*, langkah selanjutnya dilakukan analisa dengan *Autocad Civil3D* dan didapati beberapa bagian lengkung yang tidak memenuhi persyaratan parameter yang ada pada *Autocad Civil3D*. Pada bagian yang tidak memenuhi persyaratan lengkung ini maka dilakukan pembesaran jari-jari ataupun dengan cara mengubah tipe lengkung ke tipe *Full Circle*.

Pada kebutuhan balas, peneliti mengasumsikan tebal balas pada Trase 1 setebal 30 cm dan pada Trase 2 setebal 25 cm. Data tebal balas ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 Kelas Jalan Rel untuk Lebar Jalan Rel 1067 mm. Hal ini dilakukan karena peneliti tidak membahas struktur jalan rel, namun karena kebutuhan untuk Lampiran Gambar Teknis *Cross Section* maka data tebal balas tersebut di *input* ke dalam *Software Autocad Civil3D* untuk mendapatkan Gambar Teknis yang proporsional.

Dalam pemelihan dan penentuan trase terbaik pada penelitian ini menggunakan pemeringkatan terhadap nilai masing – masing aspek dan analisis yang telah dibahas sebelumnya, trase dengan total nominal peringkat terkecil akan menjadi alternatif trase terpilih. Berikut ini Tabel 5.8 yang merupakan rekapitulasi hasil dari seluruh data teknis perhitungan dan dilakukan perbandingan terhadap 2 trase, sehingga mendapatkan alternatif trase yang terpilih.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Akhir Hasil Data Teknis Tiap Trase

kriteria			Trase 1		Trase 2	
			Data	Rangking	Data	Rangking
Apek Tata Guna Lahan	Luas Pembebasan Lahan	Rumah / Perumahan	8,44 ha	1	9,18 ha	2
		Sawah Irigasi	26,46 ha	1	34,82 ha	2
		Tanah Kosong / Rumput	15,46 ha	2	7,24 ha	1
		Perkebunan	6,96 ha	2	4,52 ha	1
		Sungai	0,52 ha	2	0,20 ha	1
	Kebutuhan Lahan	57,84 ha	2	55,96 ha	1	
Aspek Teknis	Panjang Trase		28,85 km	2	27,96 km	1
	Jumlah Tikungan		6 tikungan	1	9 tikungan	2
	Jenis Konstruksi		<i>at grade</i>	1	<i>at grade</i>	1
	Topografi		Perbukitan	1	Perbukitan	1
	Jumlah Lengkung Vertikal		59	2	34	1
	Total Volume Galian		1.455.313,19 m ³	2	1.050.216,42 m ³	1
	Total Volume Timbunan		949.253,81 m ³	2	797.560,33 m ³	1
	Total Kebutuhan Balas		61.726,74 m ³	2	52.663,85 m ³	1
	Total Kebutuhan Sub Balas		41.000,99 m ³	1	46.537,02 m ³	2
Aspek Integrasi Jaringan	Terminal 42 Andalas		1,9 km	1	1,9 km	1
	Terminal Type A Isimu		2,6 km	1	2,6 km	1
Apek Aksesibiliras dan Mobilitas	Melewati Jalan	Arteri	3	2	2	1
		Kolektor	34	1	34	1
	Melewati Sungai		4	2	2	1
Total			31		24	

Dari data rekapitulasi tersebut selanjutnya dilakukan kesimpulan terhadap masing-masing trase jalan rel yang telah selesai dibuat dan dianalisis. Dari total rangking yang didapat pada Tabel 5.11 dipilih total nilai terkecil sebagai trase terbaik. Total rangking Trase 1 ialah sebesar 31 poin dan Trase 2 sebesar 24 poin, sehingga terpilih Trase 2 sebagai trase terbaik. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan pada Trase 2, diantaranya ialah sebagai berikut.

1. Pada Trase 2 kebutuhan lahan pada kawasan pemukiman yakni rumah / perumahan sedikit lebih banyak dari pada Trase 1, yakni sebesar 9,18 ha untuk Trase 2 dan 8,44 ha pada Trase 1 atau selisish 0,74 ha.
2. Pada kawasan sawah irigasi, jumlah kebutuhan lahan yang diperlukan pada Trase 2 juga lebih banyak dari pada Trase 1, yakni 8,74 ha lebih banyak dibandingkan pada kebutuhan Trase 1.
3. Jumlah tikungan pada Trase 2 yakni sebesar 9 tikungan dan pada trase 1 hanya terdapat 6 tikungan, namun jumlah pendakian Trase 2 jauh lebih sedikit dibanding pada Trase 1 yakni sebesar 34 pendakian pada Trase 2 dan 59 pendakian pada Trase 1.
4. Untuk kebutuhan Sub balas pada Trase 2 yakni 46.537,02 m³ atau lebih banyak di bandingkan pada Trase 1 yang hanya membutuhkan 41.000,99 m³.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan geometrik jalan rel rute Kota Gorontalo – Bandara Djalaludin Gorontalo dalam Tugas Akhir yang dilakukan pada pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Digunakan usulan Trase 2 sebagai trase jalur kereta api yang baik serta efisien untuk jalur tunggal (*single track*) daerah Kota Gorontalo ke Bandara Djalaludin Gorontalo dengan total kebutuhan lahan 55,96 hektar.
2. Dari hasil analisis geometrik, baik alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal diperoleh data panjang trase sepanjang 27,96 km dengan kecepatan rencana yang dipakai sebesar 90 km/jam. Total jumlah tikungan sebanyak 9 tikungan yang terdiri dari 4 tikungan tipe *S-C-S* dan 5 tikungan tipe lengkung tanpa lengkung peralihan dan total 34 lengkung vertikal. Adapun untuk elevasi terendah pada trase 2 berada pada STA 12+034.79 dengan ketinggian +8,154 meter dan elevasi tertinggi berada pada STA 25+156,32 dengan ketinggian +44.878 meter dengan jumlah total volume galian sebesar 1.050.216,42 m³ dan total volume timbunan sebesar 797.560,33 m³

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diambil oleh peneliti sebelumnya, maka peneliti memberikan beberapa saran atau rekomendasi sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan studi lanjutan untuk melakukan survei lapangan secara lebih detail pada trase jalan rel untuk mendapatkan kondisi terkini.
2. Perlu dilakukan peninjauan untuk mendapatkan data jenis tanah pada trase jalan rel, terlebih pada daerah galian karena dapat mempengaruhi kestabilan lereng.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai dampak bencana alam yang spesifik di daerah penelitian.

4. Perencanaan wesel, stasiun, drainase, jembatan jalan rel, rencana anggaran biaya serta analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) diharapkan dapat diperhitungkan pada kajian studi selanjutnya.



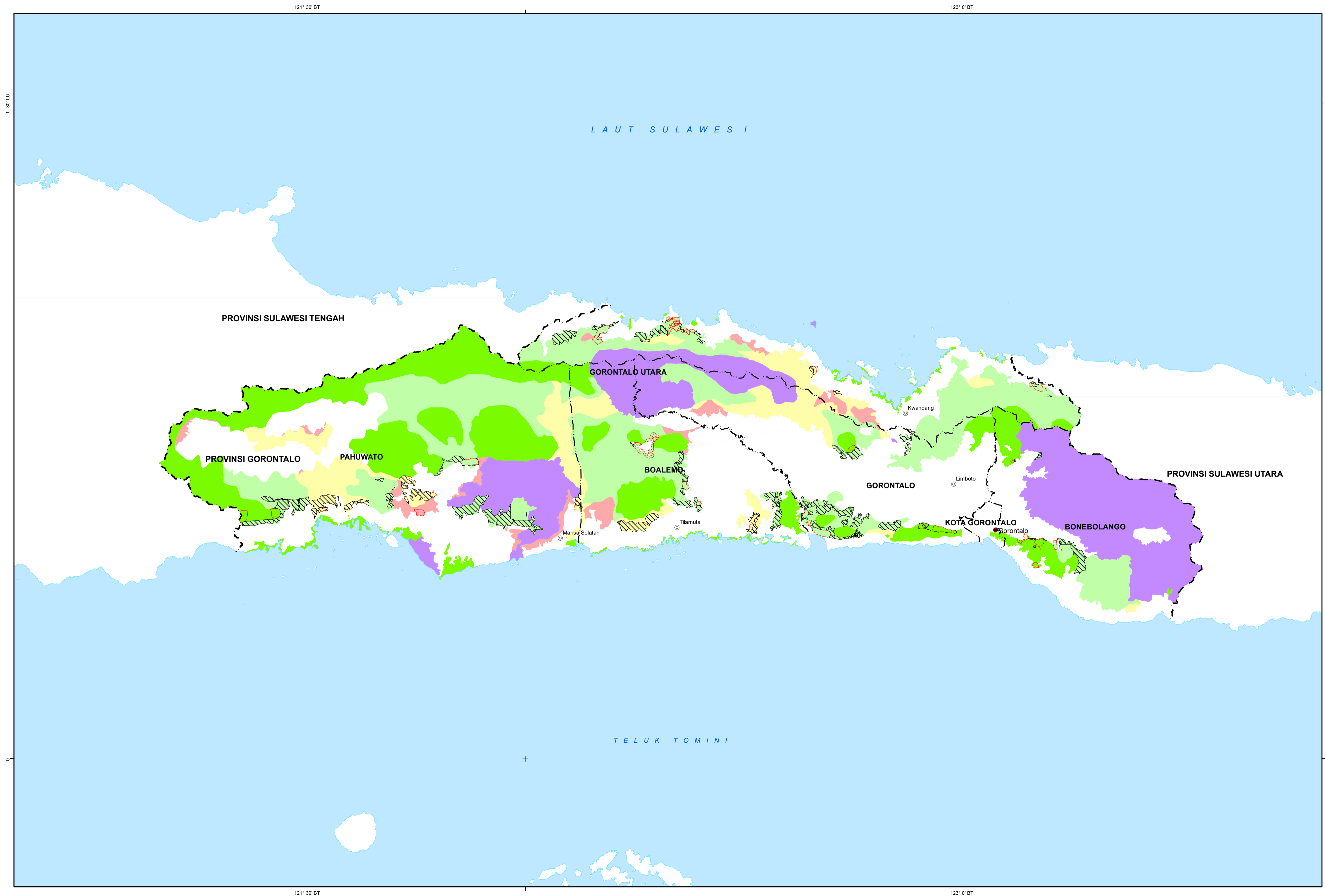
DAFTAR PUSTAKA

- Asman, A. 2018. *Perkembangan Perhotelan/Akomodasi Lainnya Dan Transportasi Provinsi Gorontalo Desember 2017*. (<http://gorontalo.bps.go.id>). Diakses 20 Desember 2020
- Direktorat Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api. 2019. *Jumlah Stasiun Kereta Api Yang Melayani Naik/Turun Penumpang di Jawa dan Sumatera*. (https://djka.dephub.go.id/uploads/202005/Statistik_LALIN_FIX.pdf). Diakses 20 Desember 2020
- Gunawan, T. 2018. *Perencanaan Lengkung Horizontal Jalur Ganda Kereta Api Stasiun Martapura-Stasiun Baturaja Sumatera Selatan Km. 222+800 – Km. 227+900. Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Idris, M. 2020. *5 Negara dengan Jaringan Rel Kereta Api Terpanjang di Dunia*. (<https://money.kompas.com/read/2020/11/01/063636026/5-negara-dengan-jaringan-rel-kereta-api-terpanjang-di-dunia?page=all>). 20 Desember 2020
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Tahun 2012 Tentang Tata Cara Penetapan Trase Jalur Kereta Api*. Kemenhub RI. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Kemenhub RI. Jakarta.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2019. *Peta Indikatif dan Areal Perhutanan Sosial Provinsi Gorontalo (Revisi III)*. (<http://pkps.menlhk.go.id/assets/piaps/PIAPS%20PER%20PROV%20PDF/29%20PIAPS%20GORONTALO.pdf>). Diakses 31 Juli 2020

- Mughini, M. 2018. Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Rute Yogyakarta – Parangtritis. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Nugroho, R. dan Natasha, G. 2016. Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Koridor Magelang Ambawa. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Vol.5 No.2. Semarang
- Rosadi, R dan Kartika, A. 2013. Perencanaan Geometrik Jalan Rel Antara Banyuwangi-Situbondo-Probolinggo. *Jurnal Teknik POMITS*. Vol. 2, No. 1. Surabaya
- Rusbintardjo, Gatot. 2012. *Konstruksi Jalan Baja*. UNISSULA Press. Semarang
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
- Sukmana, A. dan Rahardjo, B. 2014. Perencanaan Jalur Ganda Kereta Api Surabaya – Krian. *Jurnal Teknik POMITS*. Vol. 1, No. 1. Surabaya
- Utomo, Suryo Hapsoro Tri. 2009. *Jalan Rel, Cetakan Kedua*, Beta Offset. Yogyakarta.

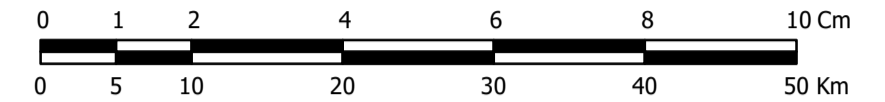


LAMPIRAN 1



**PETA INDIKATIF DAN AREAL PERHUTANAN SOSIAL
PROVINSI GORONTALO
(REVISI III)**

Skala 1:500,000



Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi
Spheroid : WGS 1984

Lampiran Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Nomor : SK.744/MENLHK-PKTL/REN/PLA.0/1/2019
Tanggal : 24 Januari 2019

a.n. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia
Direktur Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan

Sigit Hardwinarto
Sigit Hardwinarto
NIP. 19610202 198603 1 003

LOKASI INDIKATIF DAN AREAL PERHUTANAN SOSIAL

- Lokasi Indikatif Perhutanan Sosial
- Areal Perhutanan Sosial

KETERANGAN :

- Ibukota Provinsi
- Ibukota Kabupaten/Kota
- Batas Negara
- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten

STATUS DAN FUNGSI KAWASAN HUTAN

- Kawasan Suaka Alam/ Kawasan Pelestarian Alam
- Hutan Produksi Tetap
- Kawasan Konservasi Perairan
- Hutan Produksi yang dapat dikonversi
- Hutan Lindung
- Areal Penggunaan Lain
- Hutan Produksi Terbatas

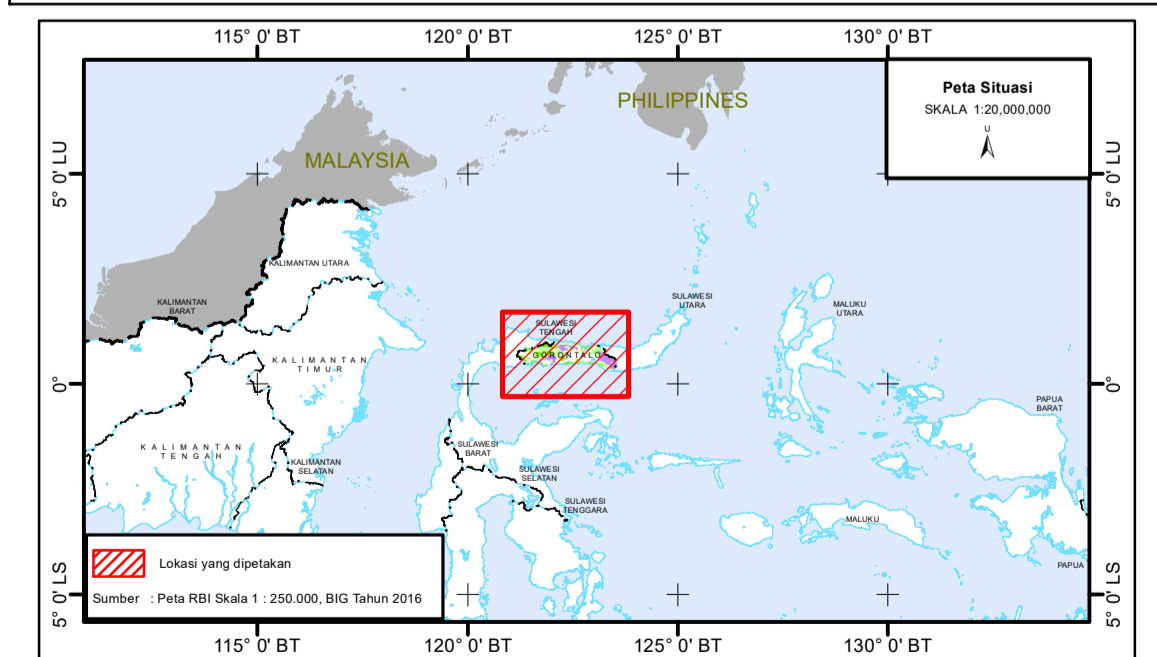
DASAR PEMBUATAN PETA

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.83/MenLHK/Setjen/Kum.1/10/2016 tentang Perhutanan Sosial tanggal 25 Oktober 2016

SUMBER DATA :

1. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 250.000, Badan Informasi Geospasial Tahun 2017
2. Peta Kawasan Hutan Provinsi Gorontalo Skala 1 : 250.000 (Lampiran Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 325/Menhut-II/2010)
3. Peta Perkembangan Penguakuan Kawasan Hutan Provinsi Gorontalo Sampai Dengan Tahun 2016 (Lampiran Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6030/MenLHK-PKTL/KUH/PLA.2/11/2017)
4. Peta Arah Pemanfaatan Hutan Produksi untuk Usaha Pemanfaatan Hutan Skala 1 : 500.000 (Lampiran Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.9246/MenLHK-PHPL/KPHP/HPL.0/12/2018)
5. Peta Fungsi Ekosistem Gambut Nasional Skala 1 : 250.000 (Lampiran Keputusan Menteri LHK Nomor SK.130/MenLHK/Setjen/PKL.0/2/2017)
6. Data Pengesahan Penataan Hutan KPHL dan KPHP pada RPHJP sampai dengan Tahun 2018, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
7. Data Izin Pemanfaatan Hutan, Penggunaan Kawasan Hutan dan Perubahan Peruntukan Kawasan Hutan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2018
8. Masukan dari masyarakat atau usulan pemerintah daerah

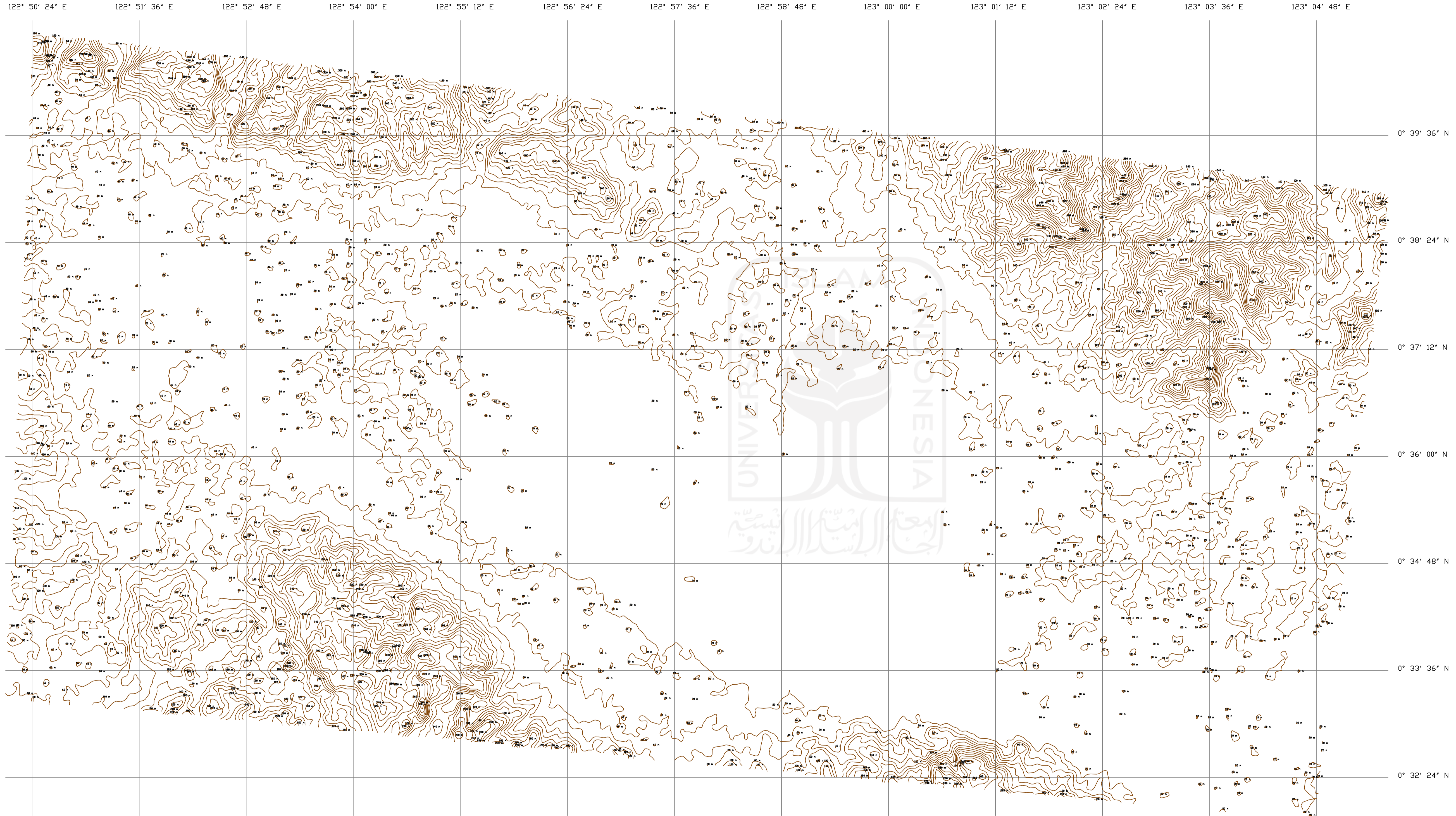
Keterangan :
Jika terdapat perbedaan batas wilayah administrasi maka merujuk pada batas wilayah administrasi yang dikeluarkan oleh Kementerian Dalam Negeri dan Badan Informasi Geospasial.



**KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
TAHUN 2019**



LAMPIRAN 2



PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

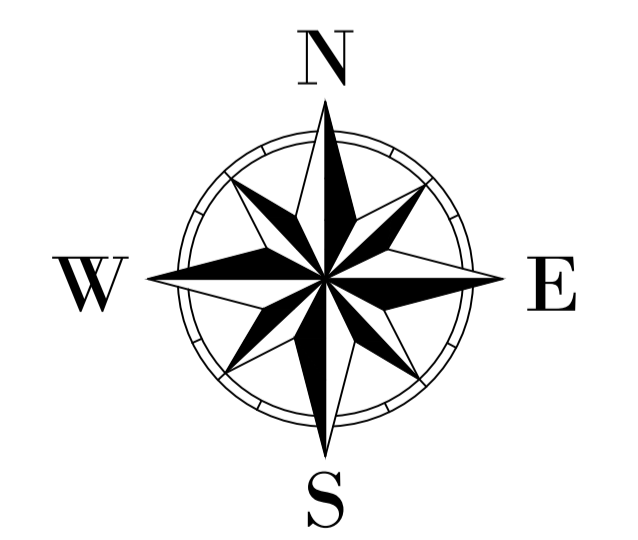
Peta Kontur

Tanggal	Skala
20-Nov-20	1 : 50000

LEMBAR

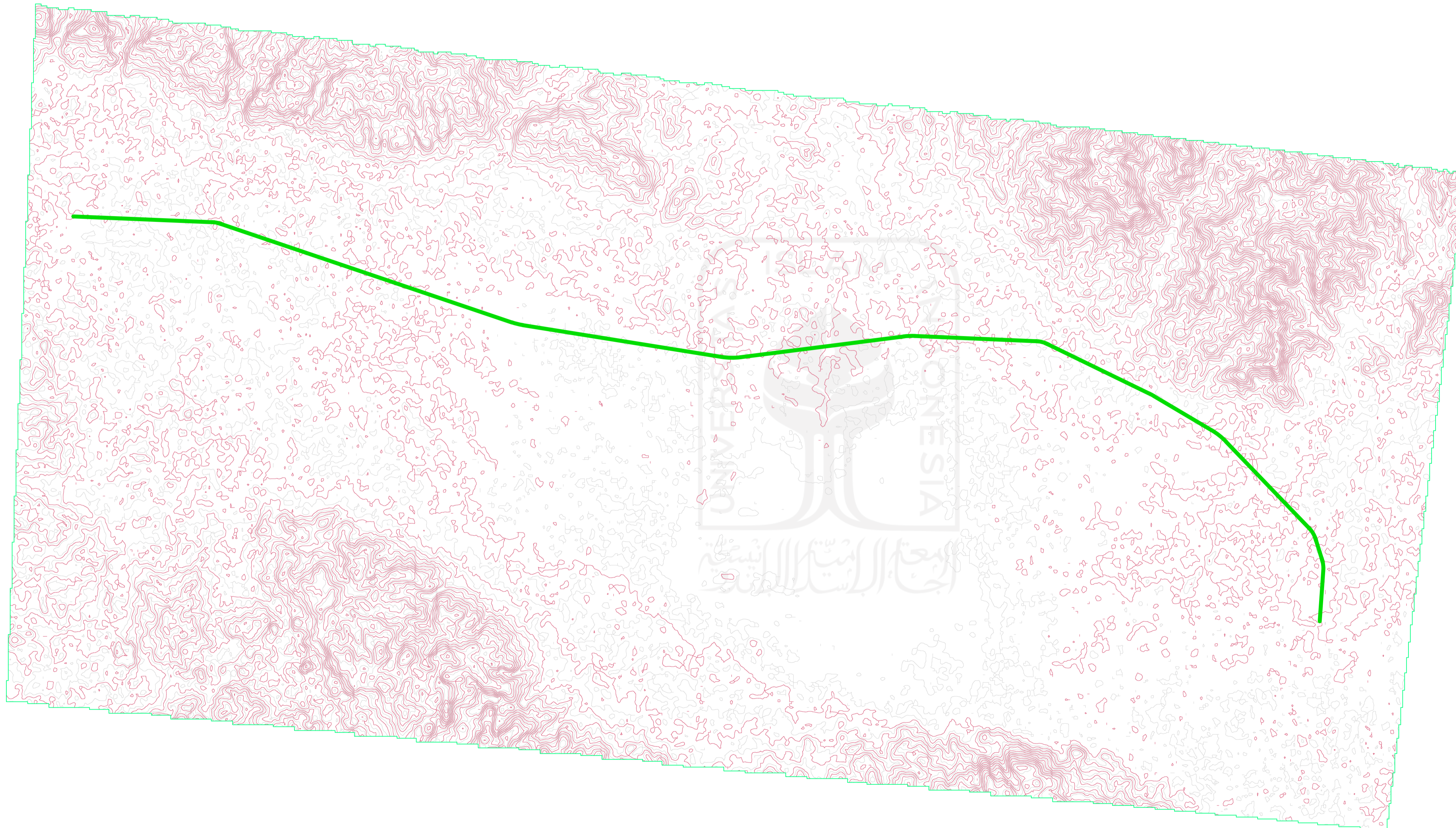
1 DARI 1

KETERANGAN



The image features a large, faint watermark of the Universitas Islam Indonesia logo in the background. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized minaret or tower in the center. The word "ISLAM" is written in a serif font at the top of the shield. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the shield, respectively. Below the shield, there is Arabic calligraphy in a stylized font.

LAMPIRAN 3



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 المعهد الاسلامي
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mfahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Trase 2

Tanggal

20-Nov-20

Skala

1 : 50000

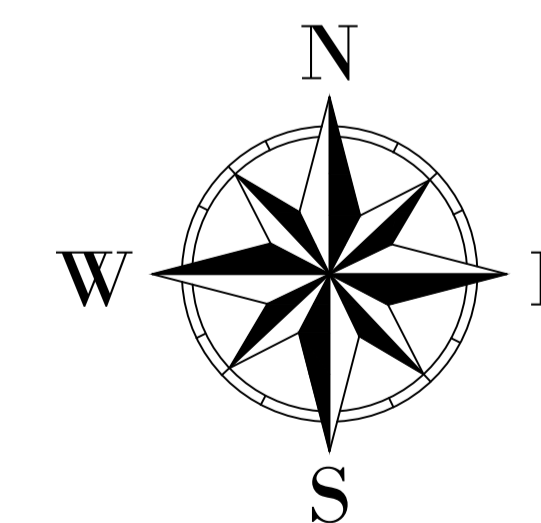
LEMBAR

1

DARI

2

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

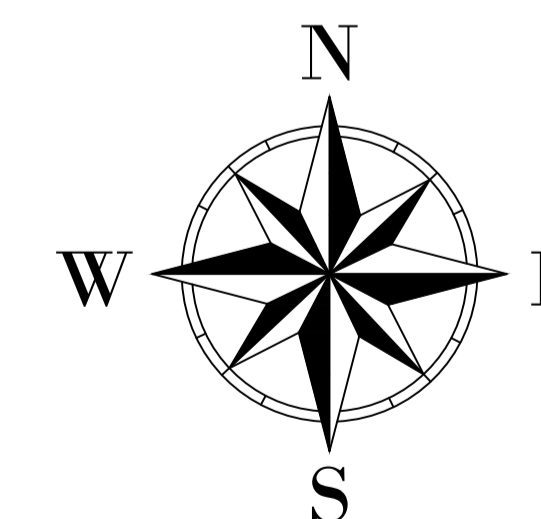
Letak Tikungan
 Trase 2

Tanggal	Skala
20-Nov-20	1 : 50000

LEMBAR

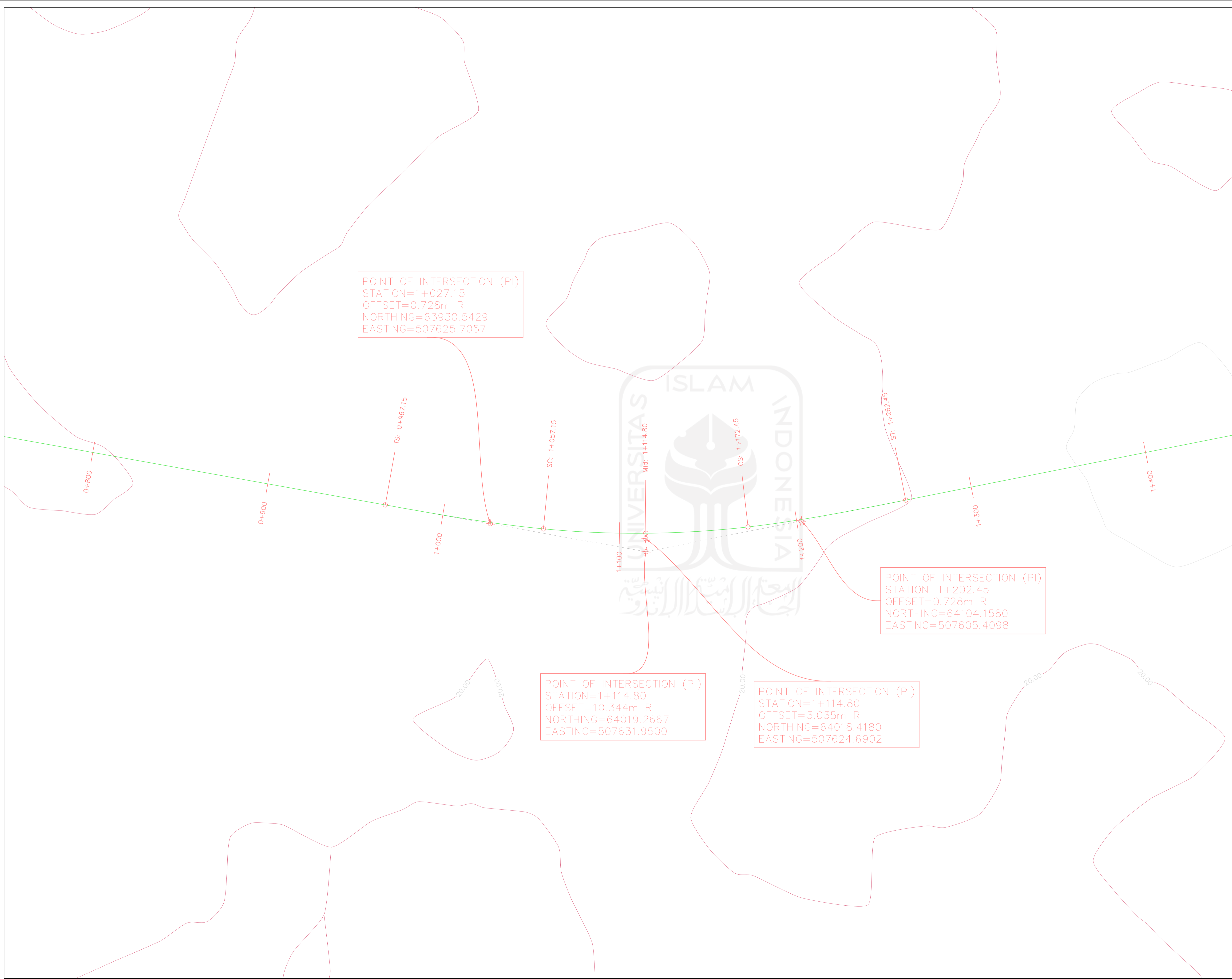
2 DARI 2

KETERANGAN



The image features a large, faint watermark of the Universitas Islam Indonesia logo in the background. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized minaret or tower in the center. The text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' is written around the perimeter of the shield, and the Indonesian name 'الجامعة الإسلامية في اندونيسيا' is written in Arabic script at the bottom. The main text 'LAMPIRAN 4' is centered over the logo in a bold, black, serif font.

LAMPIRAN 4



POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+027.15
 OFFSET=0.728m R
 NORTHING=63930.5429
 EASTING=507625.7057

POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+202.45
 OFFSET=0.728m R
 NORTHING=64104.1580
 EASTING=507605.4098

POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+114.80
 OFFSET=10.344m R
 NORTHING=64019.2667
 EASTING=507631.9500

POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+114.80
 OFFSET=3.035m R
 NORTHING=64018.4180
 EASTING=507624.6902



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

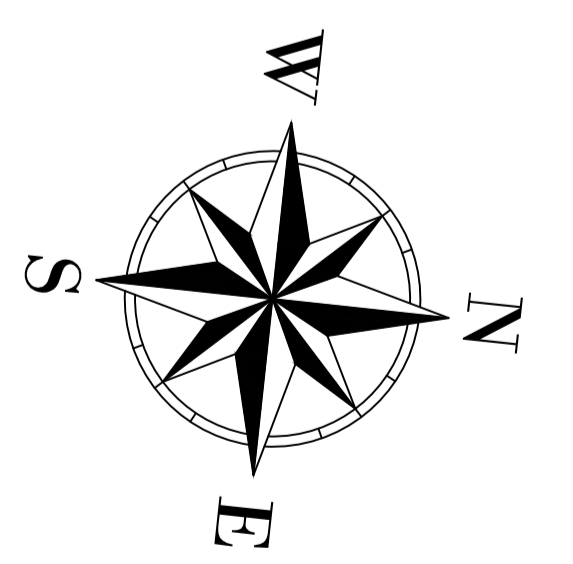
Detail
 Tikungan 1

Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

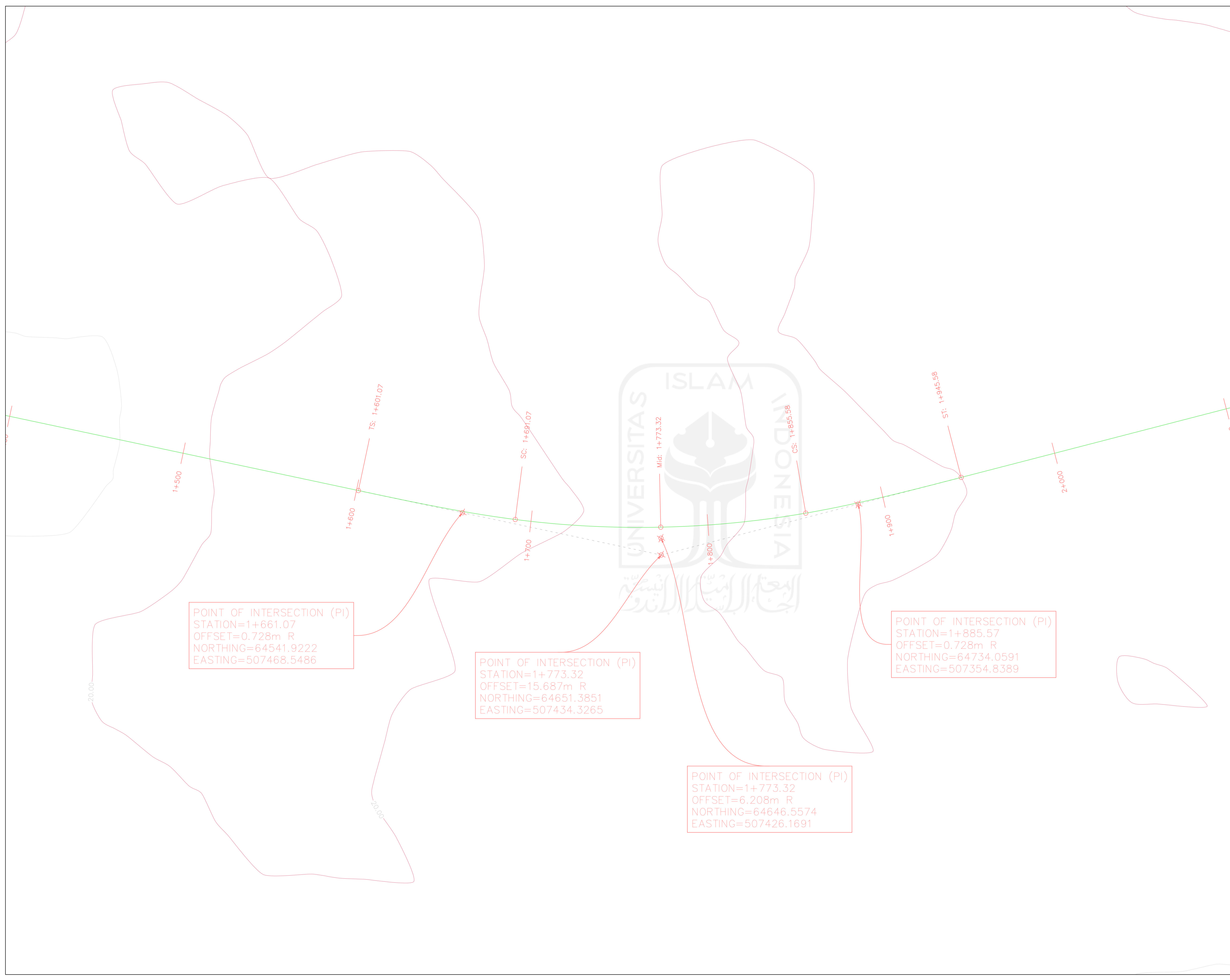
LEMBAR

1 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Spiral-Circle-Spiral



POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+661.07
 OFFSET=0.728m R
 NORTHING=64541.9222
 EASTING=507468.5486

POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+773.32
 OFFSET=15.687m R
 NORTHING=64651.3851
 EASTING=507434.3265

POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+885.57
 OFFSET=0.728m R
 NORTHING=64734.0591
 EASTING=507354.8389

POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=1+773.32
 OFFSET=6.208m R
 NORTHING=64646.5574
 EASTING=507426.1691



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

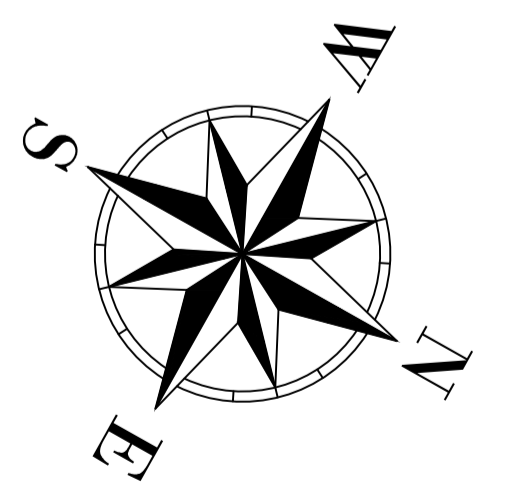
Detail
 Tikungan 2

Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

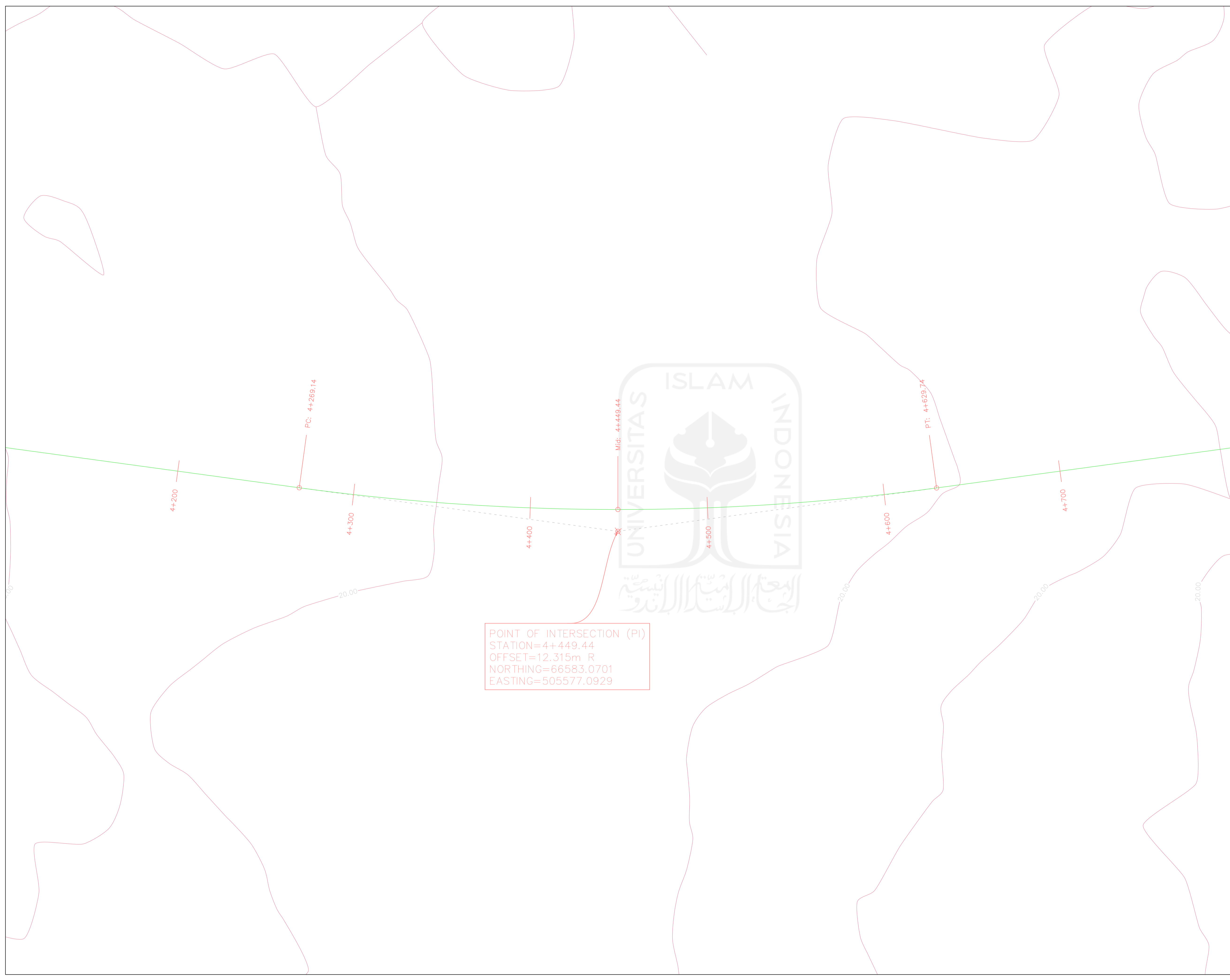
LEMBAR

2 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Spiral-Circle-Spiral



POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=4+449.44
 OFFSET=12.315m R
 NORTHING=66583.0701
 EASTING=505577.0929



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

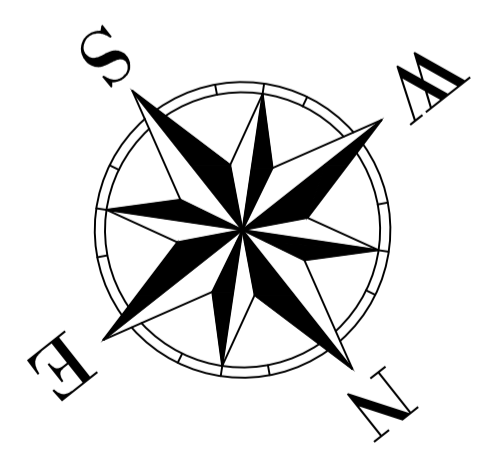
Detail
 Tikungan 3

Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

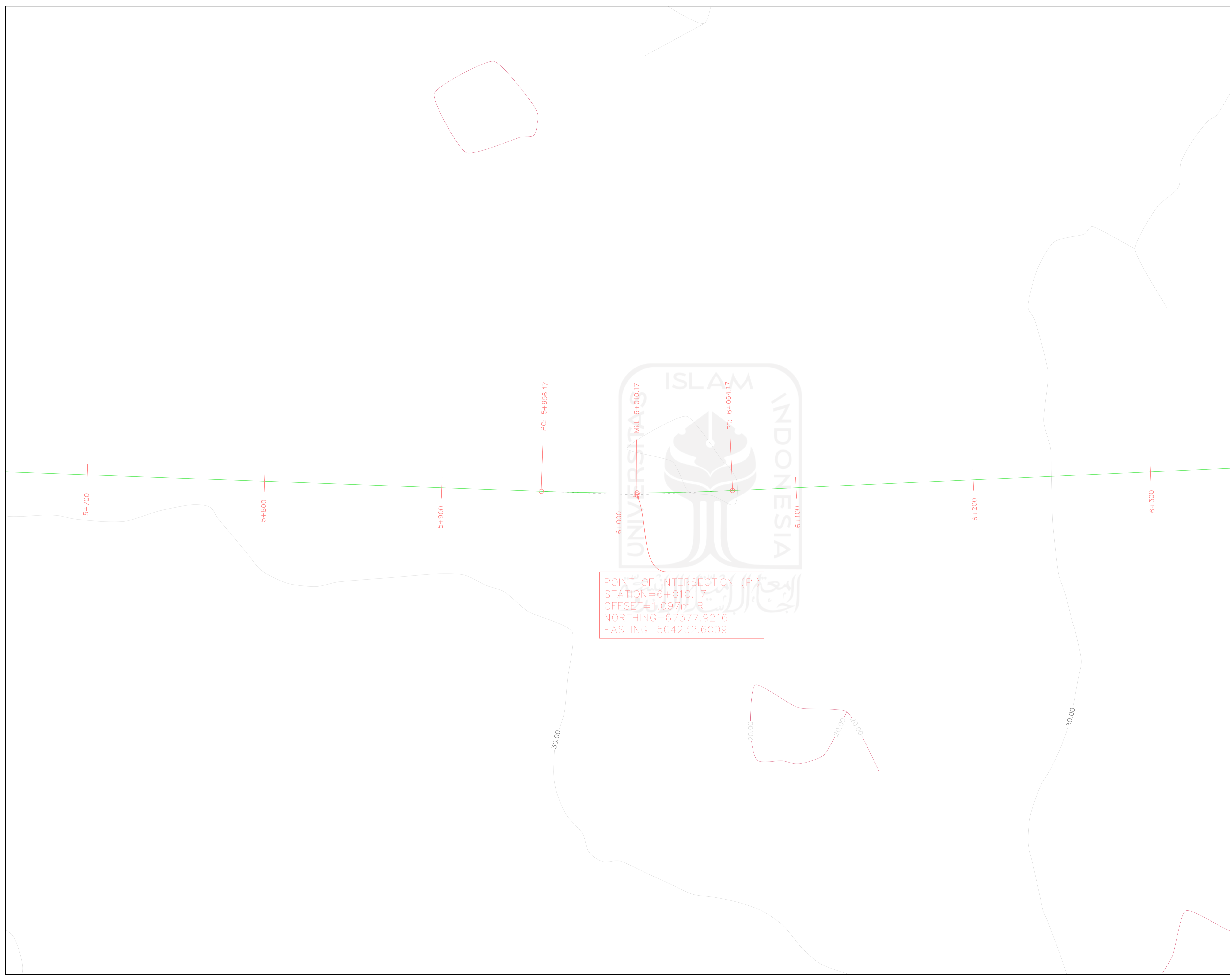
LEMBAR

3 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Full Circle



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

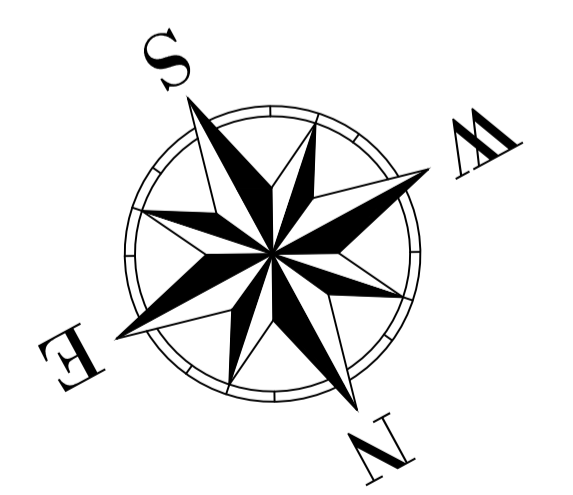
JUDUL GAMBAR

Detail
 Tikungan 4

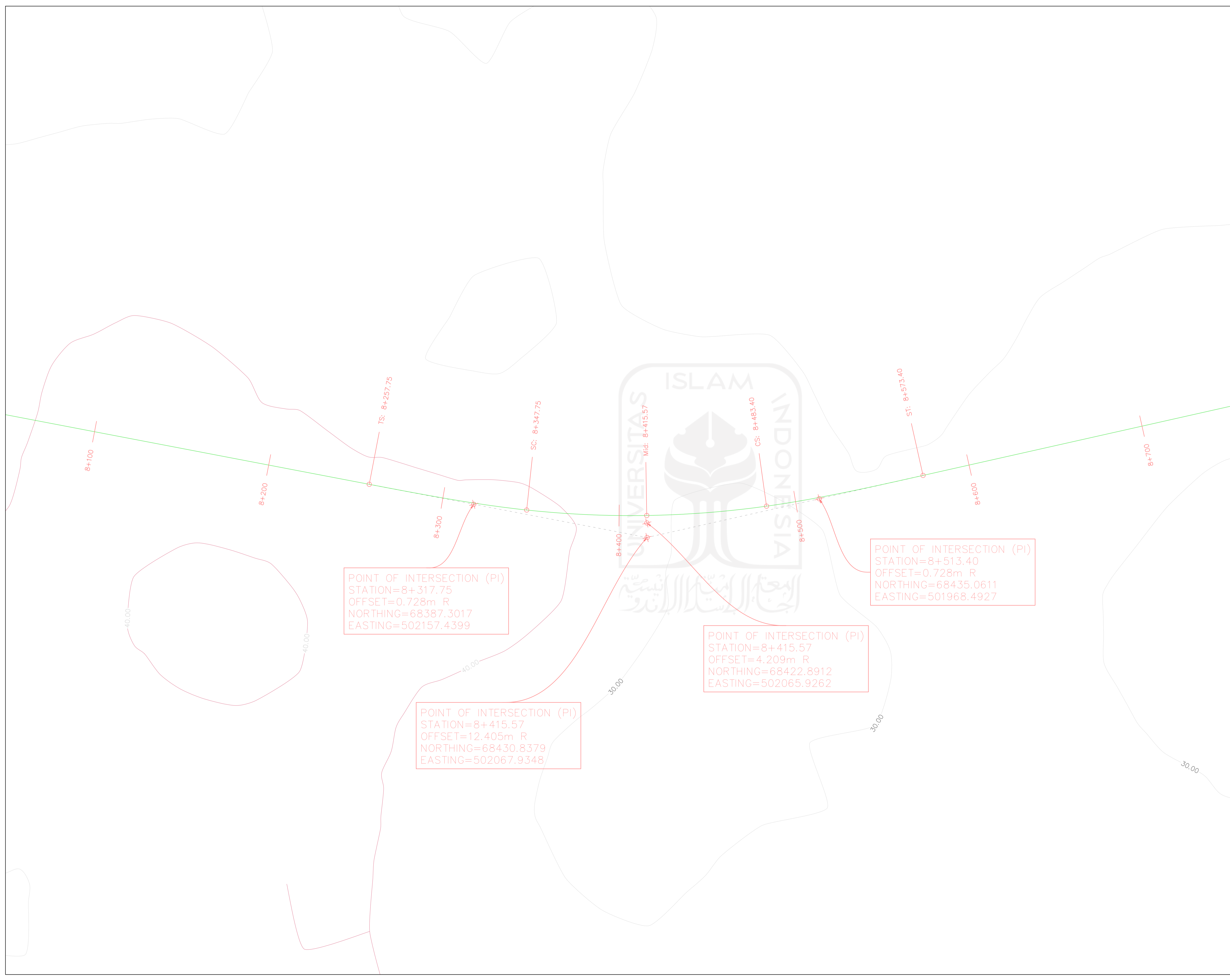
Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

LEMBAR
 4 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Full Circle



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

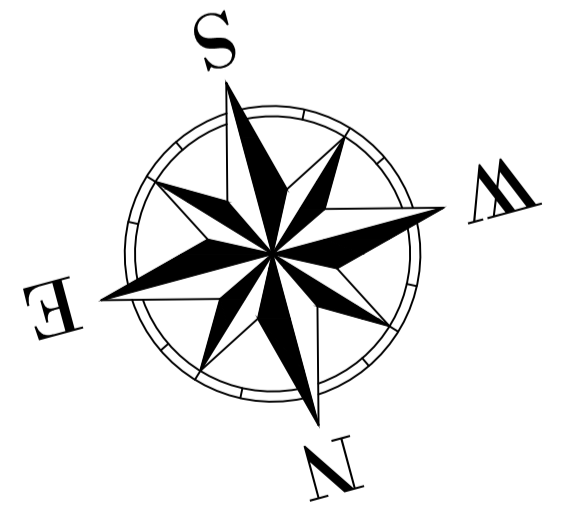
JUDUL GAMBAR

Detail
 Tikungan 5

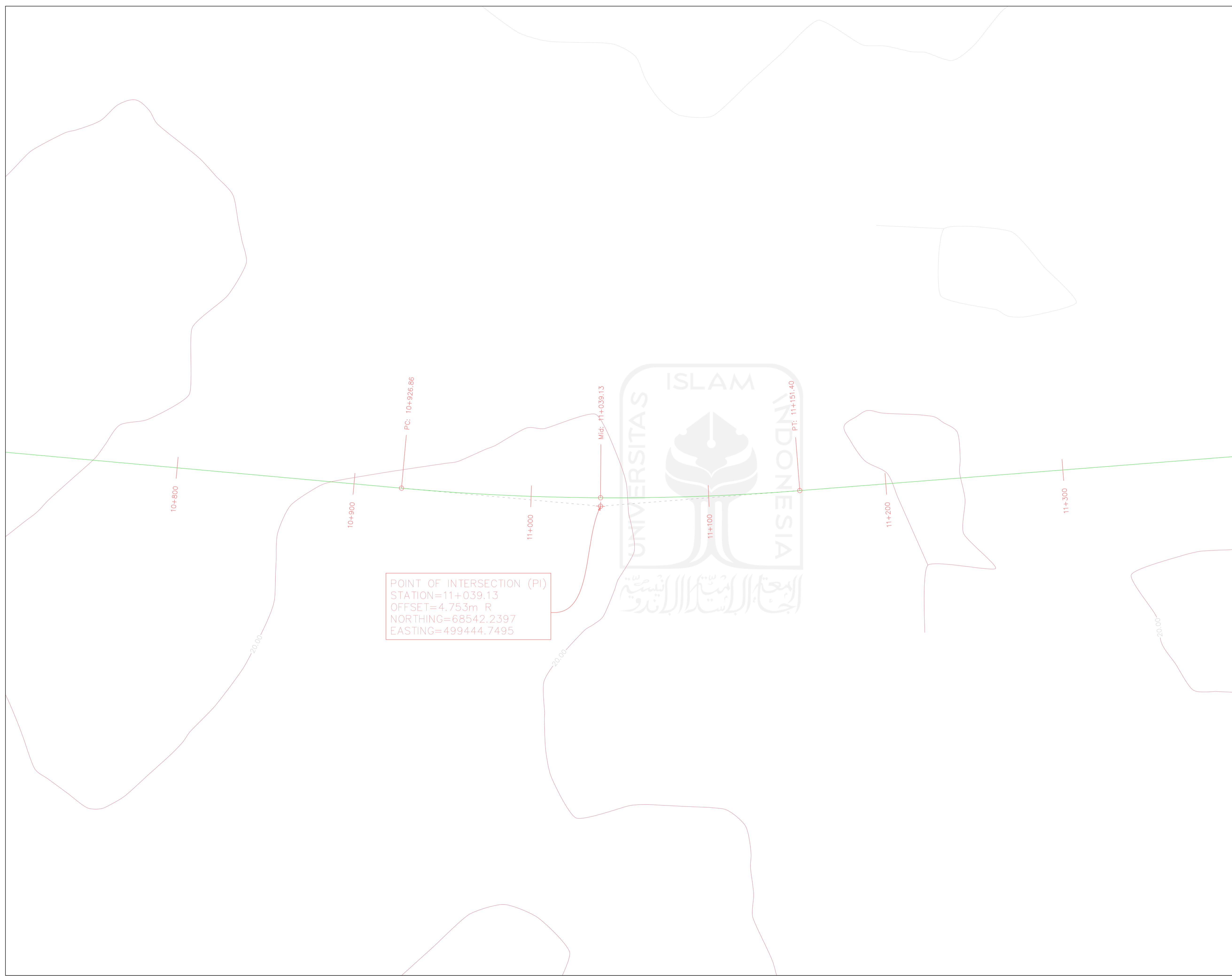
Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

LEMBAR
 5 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Spiral-Circle-Spiral



POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=11+039.13
 OFFSET=4.753m R
 NORTHING=68542.2397
 EASTING=499444.7495



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

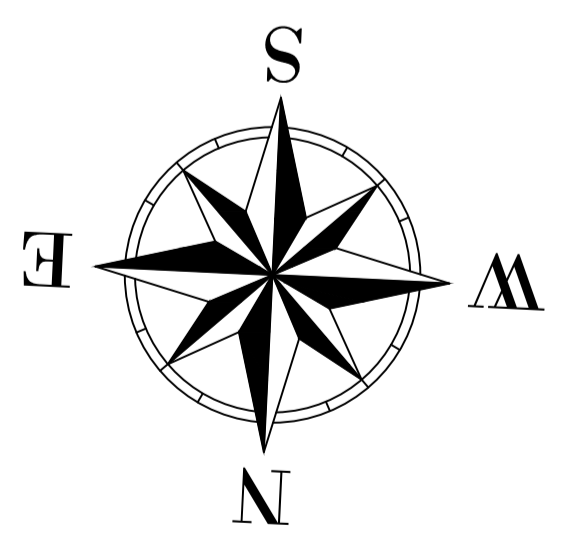
JUDUL GAMBAR

Detail
 Tikungan 6

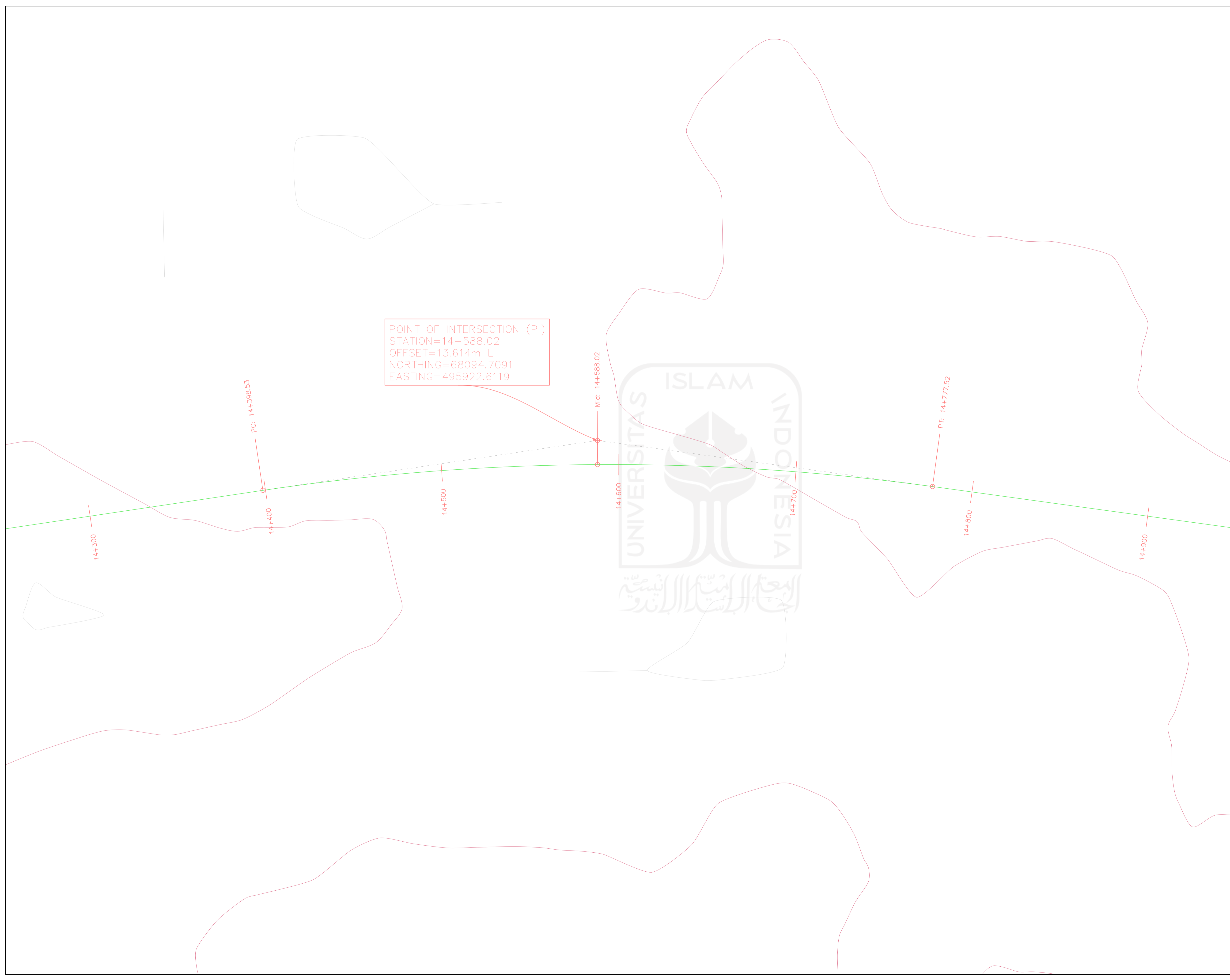
Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

LEMBAR
 6 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Full Circle



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

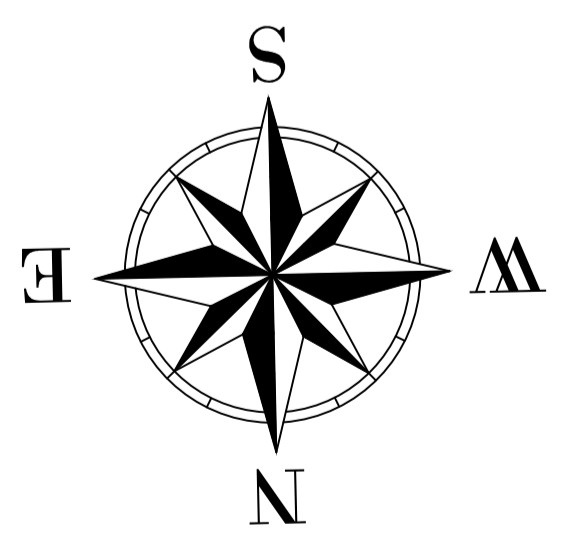
JUDUL GAMBAR

Detail
 Tikungan 7

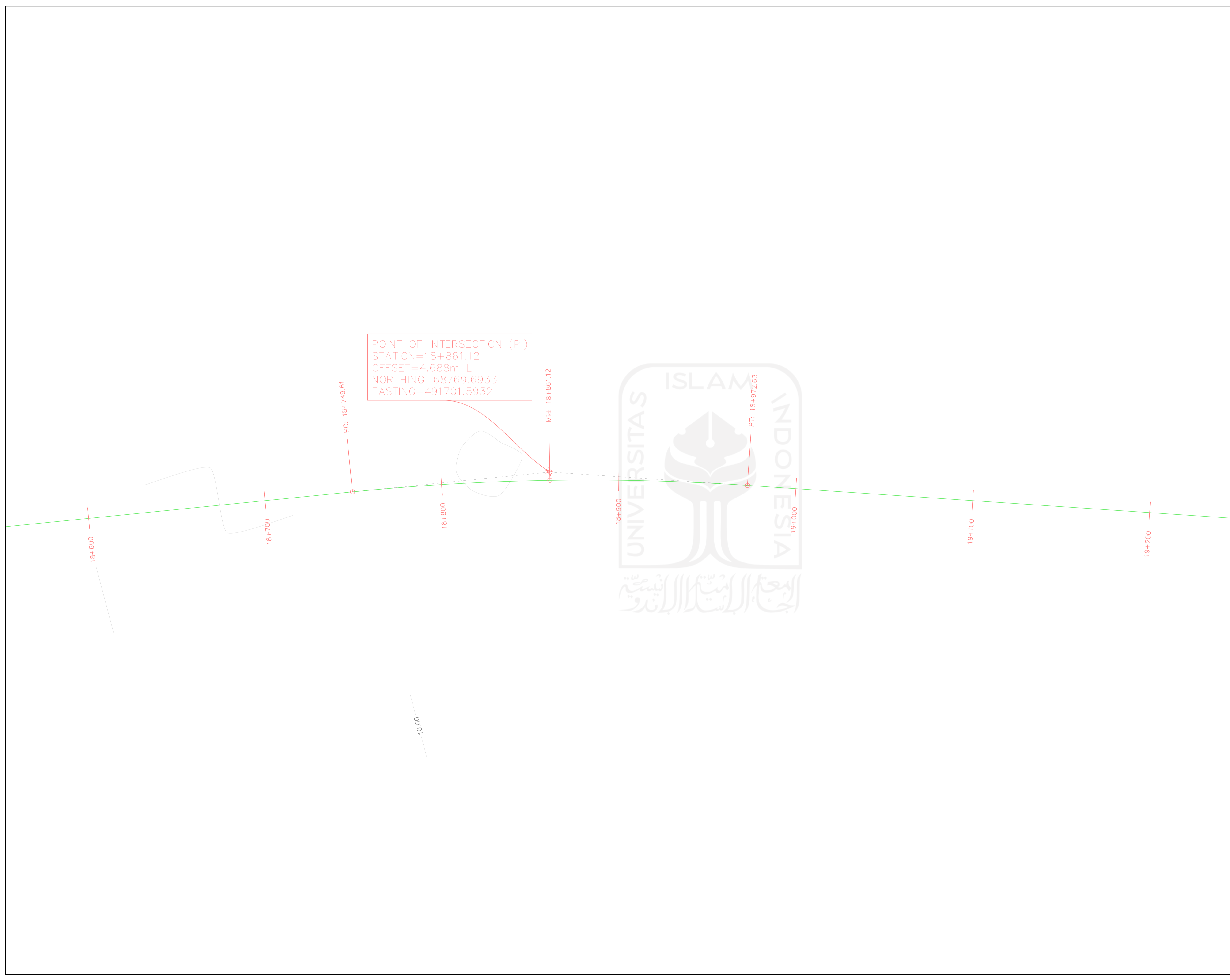
Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

LEMBAR
 7 DARI 9

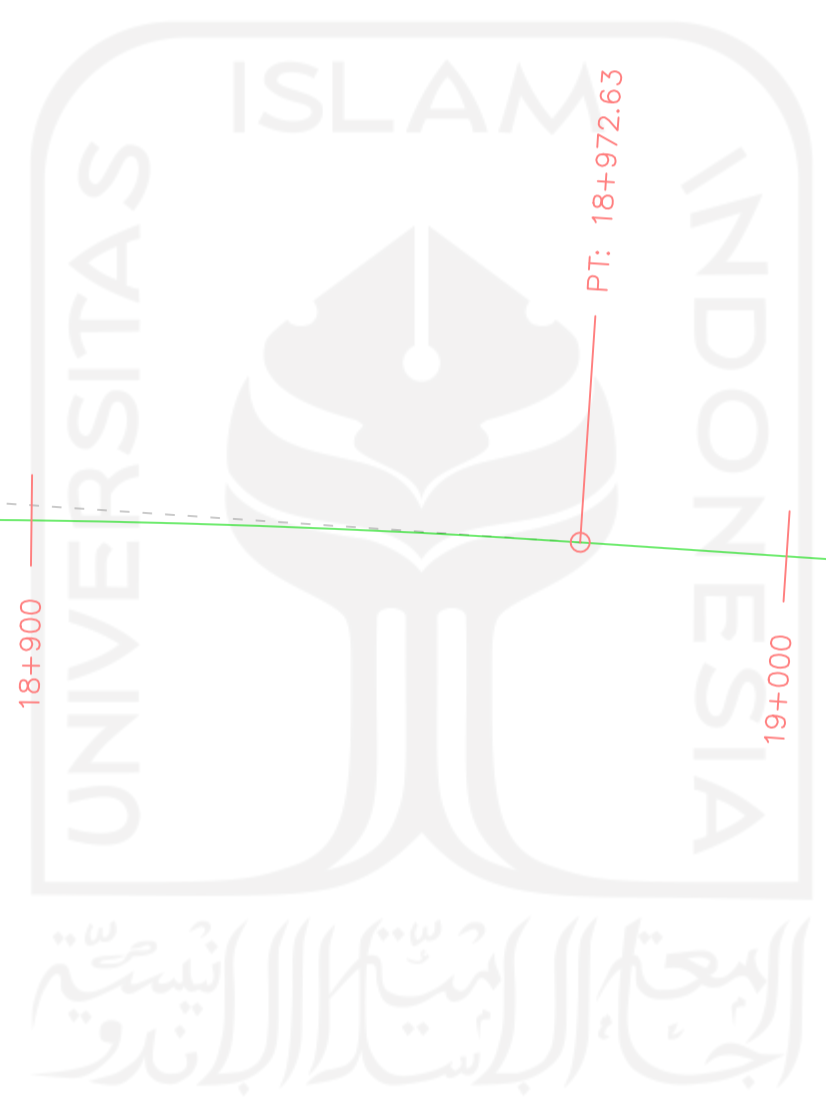
KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Full Circle



POINT OF INTERSECTION (PI)
 STATION=18+861.12
 OFFSET=4.688m L
 NORTHING=68769.6933
 EASTING=491701.5932



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mfathul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

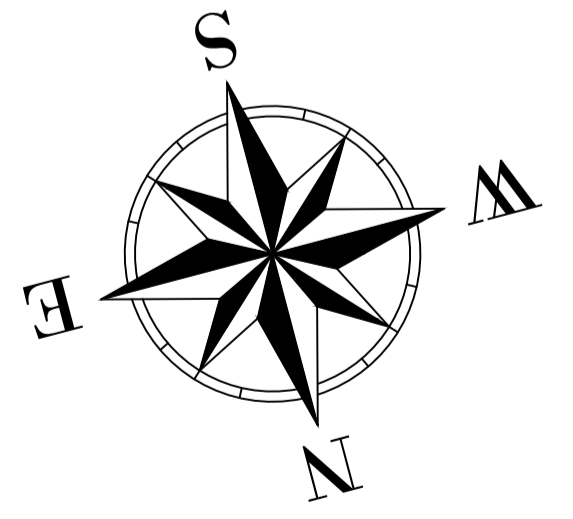
JUDUL GAMBAR

Detail
 Tikungan 8

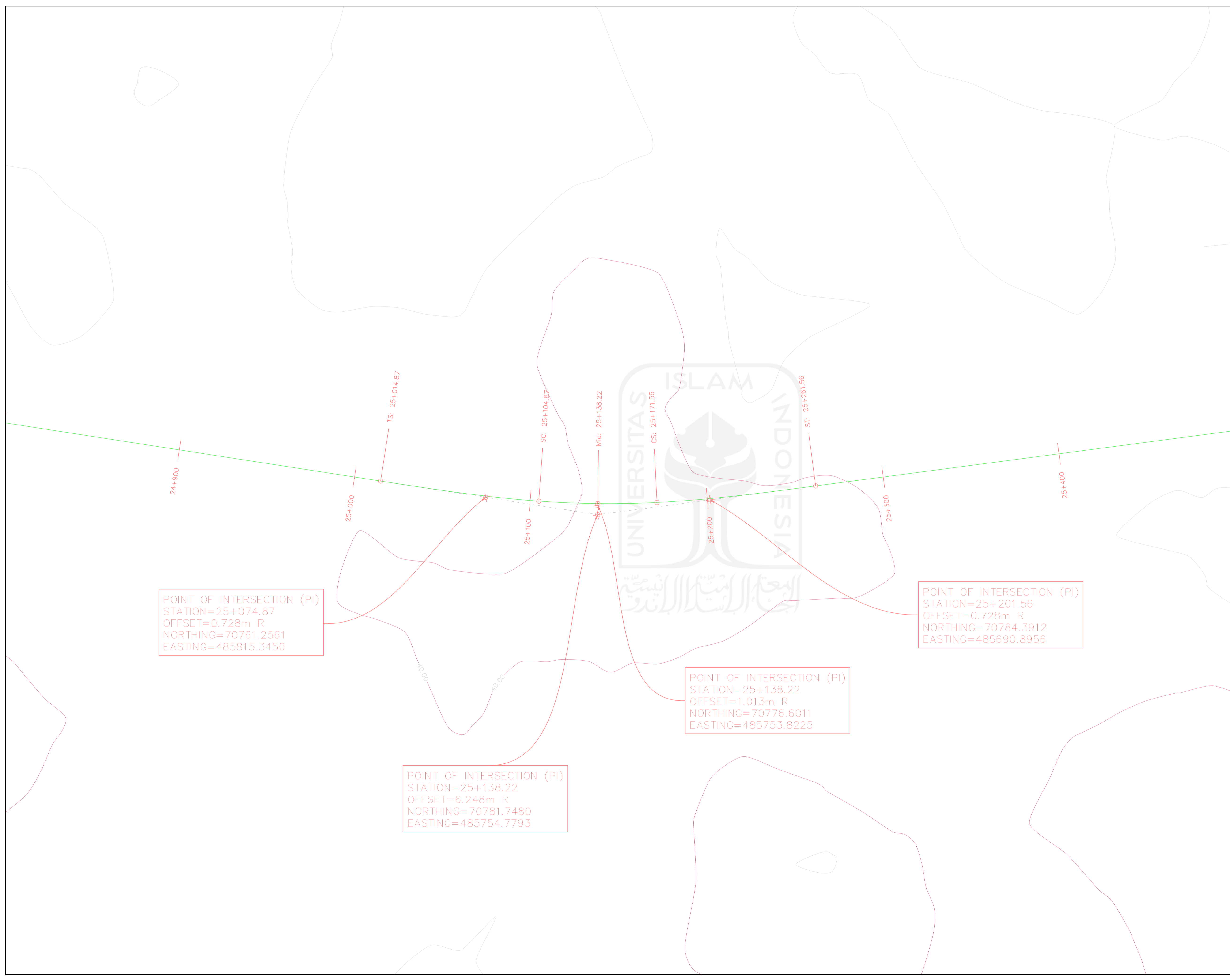
Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

LEMBAR
 8 DARI 9

KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Full Circle



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

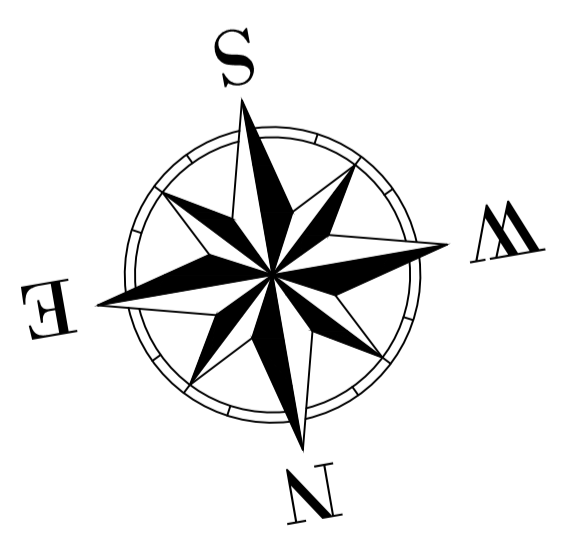
JUDUL GAMBAR

Detail Tikungan 9

Tanggal	Skala
18-Nov-20	1 : 1000

LEMBAR 9 DARI 9

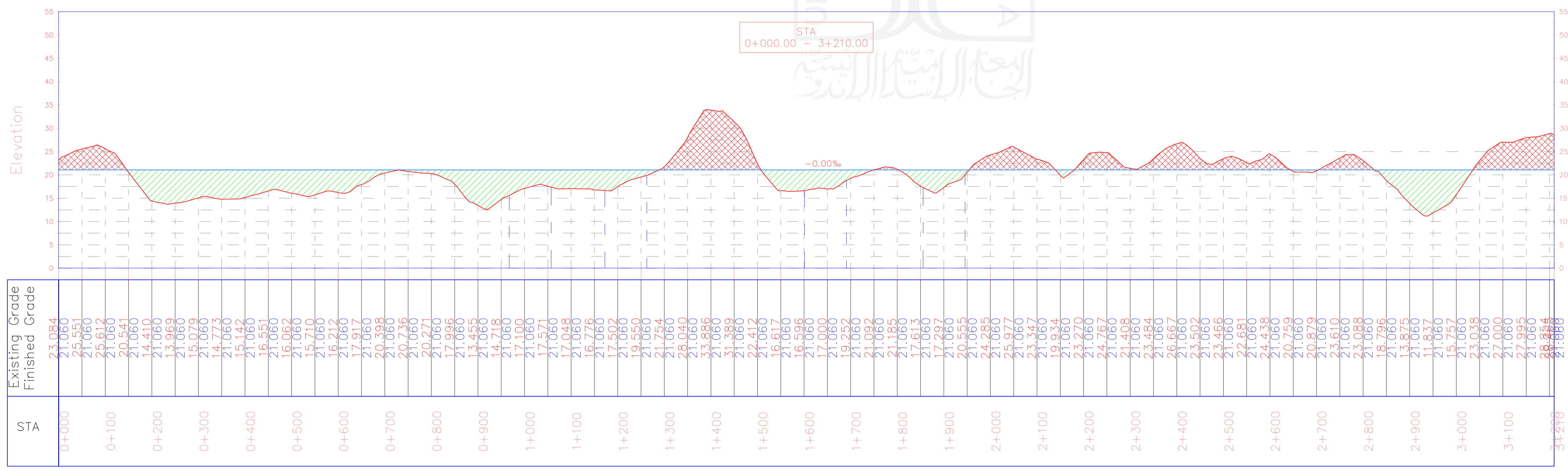
KETERANGAN



Tipe Lengkung :
 Spiral-Circle-Spiral

The image features a large, faint watermark of the Universitas Islam Indonesia logo in the background. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized minaret or tower in the center. The word "ISLAM" is written at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. Below the shield, there is Arabic calligraphy.

LAMPIRAN 5



Existing Grade	Finished Grade	STA
23.084	21.060	0+000
25.551	21.060	0+100
25.812	21.060	0+200
20.541	21.060	0+300
14.410	21.060	0+400
13.969	21.060	0+500
15.079	21.060	0+600
14.773	21.060	0+700
15.142	21.060	0+800
16.551	21.060	0+900
16.062	21.060	1+000
15.710	21.060	1+100
16.212	21.060	1+200
17.917	21.060	1+300
20.398	21.060	1+400
20.736	21.060	1+500
20.271	21.060	1+600
17.996	21.060	1+700
13.455	21.060	1+800
14.718	21.060	1+900
17.100	21.060	2+000
17.571	21.060	2+100
17.048	21.060	2+200
16.776	21.060	2+300
17.502	21.060	2+400
19.550	21.060	2+500
21.754	21.060	2+600
28.040	21.060	2+700
33.886	21.060	2+800
31.389	21.060	2+900
22.412	21.060	3+000
16.617	21.060	3+100
16.596	21.060	3+200
17.000	21.060	3+210
19.252	21.060	
21.060	21.060	
21.082	21.060	
21.060	21.060	
21.185	21.060	
17.613	21.060	
17.297	21.060	
20.555	21.060	
21.060	21.060	
24.285	21.060	
21.060	21.060	
23.977	21.060	
23.347	21.060	
19.934	21.060	
23.270	21.060	
24.767	21.060	
21.060	21.060	
21.408	21.060	
23.484	21.060	
26.667	21.060	
23.502	21.060	
23.466	21.060	
22.681	21.060	
24.438	21.060	
20.759	21.060	
20.879	21.060	
23.610	21.060	
23.088	21.060	
18.796	21.060	
13.875	21.060	
11.837	21.060	
15.757	21.060	
23.038	21.060	
27.000	21.060	
27.995	21.060	
28.984	21.060	
21.888	21.060	



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

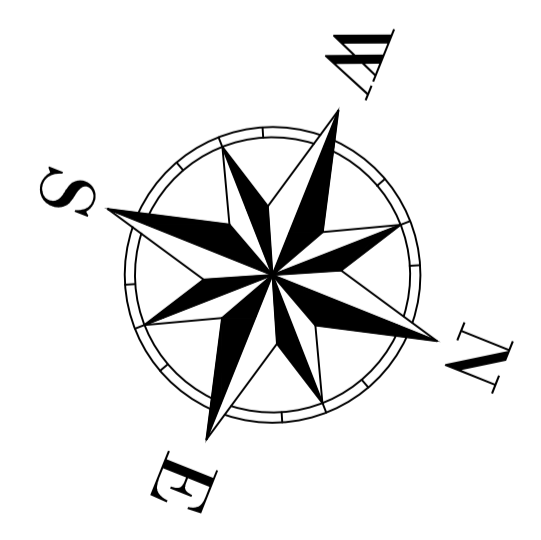
JUDUL GAMBAR

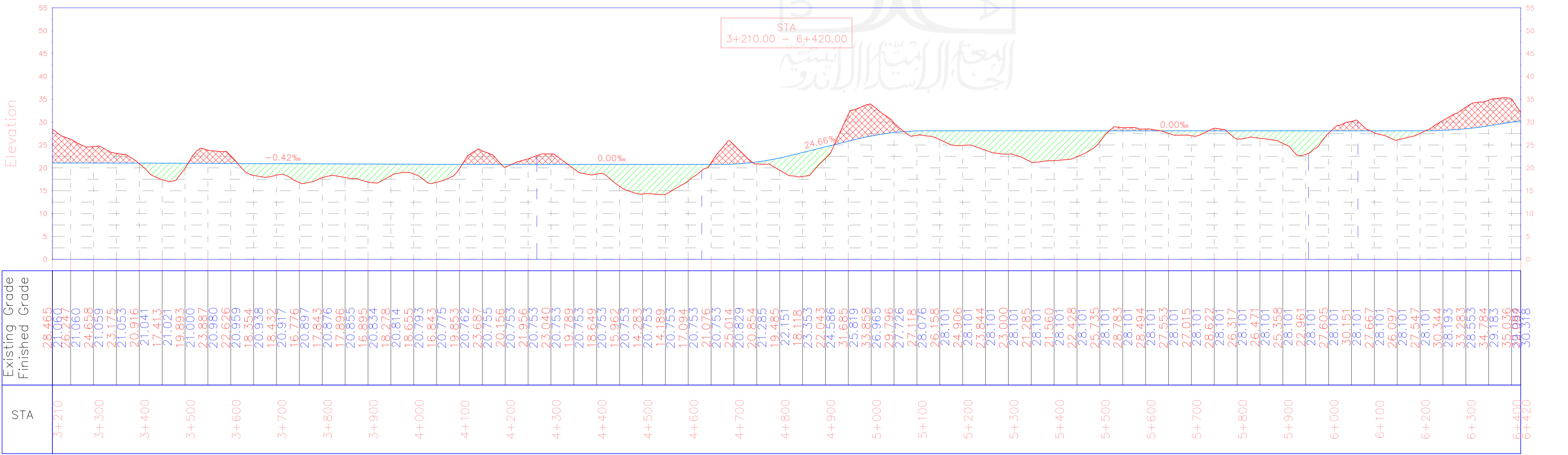
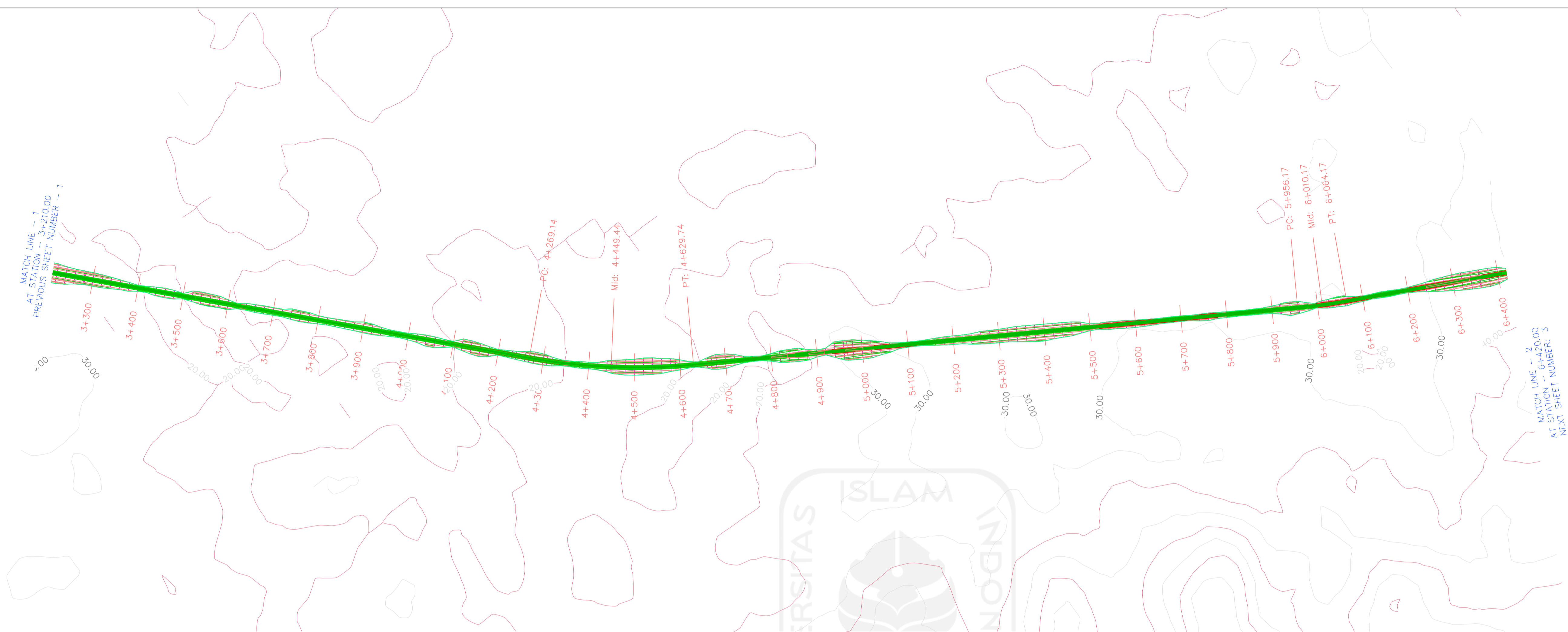
Koordinasi
 Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal	Skala
17-Nov-20	1 : 5000

LEMBAR
 1 DARI 9

KETERANGAN





STA	Existing Grade	Finished Grade
3+210	28.465	21.060
	26.247	21.060
3+300	24.658	21.059
	23.175	21.053
3+400	20.916	21.041
	17.413	21.021
3+500	19.893	21.000
	23.887	20.980
3+600	22.626	20.959
	18.354	20.938
3+700	18.432	20.917
	16.776	20.897
3+800	17.843	20.876
	17.896	20.855
3+900	16.895	20.834
	18.278	20.814
4+000	18.655	20.793
	16.843	20.775
4+100	19.853	20.762
	23.687	20.755
4+200	20.156	20.753
	21.956	20.753
4+300	20.753	20.753
	23.040	20.753
4+400	19.789	20.753
	18.649	20.753
4+500	15.962	20.753
	14.283	20.753
4+600	14.189	20.753
	17.094	20.753
4+700	21.076	20.753
	25.014	20.829
4+800	20.829	21.285
	21.685	22.151
4+900	23.353	22.043
	31.685	24.586
5+000	25.819	25.819
	33.858	26.965
5+100	26.965	27.726
	19.485	27.726
5+200	22.151	28.076
	18.118	28.076
5+300	22.043	28.101
	26.158	28.101
5+400	24.906	28.101
	28.101	28.101
5+500	23.844	28.101
	28.101	28.101
5+600	23.000	28.101
	21.285	28.101
5+700	28.101	28.101
	21.560	28.101
5+800	28.101	28.101
	22.428	28.101
5+900	28.101	28.101
	25.735	28.101
6+000	28.101	28.101
	28.783	28.101
6+100	28.101	28.101
	28.494	28.101
6+200	27.553	28.101
	27.015	28.101
6+300	28.101	28.101
	28.622	28.101
6+400	26.317	28.101
	26.471	28.101
6+420	26.471	28.101
	25.358	28.101
	28.101	28.101
	22.961	28.101
	27.605	28.101
	30.151	28.101
	27.667	28.101
	26.097	28.101
	28.101	28.101
	27.547	28.101
	30.344	28.101
	28.193	28.101
	33.283	28.101
	34.784	28.101
	29.183	28.101
	35.036	28.101
	34.492	28.101
	30.318	28.101



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

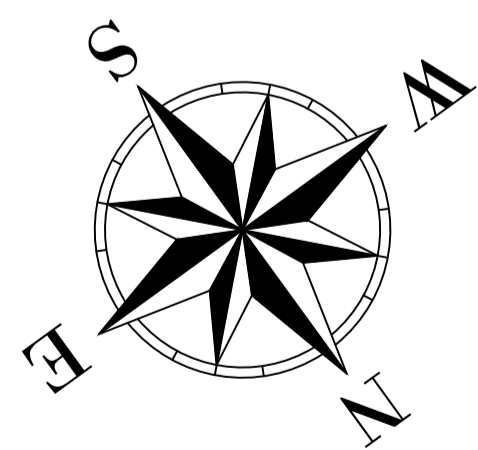
JUDUL GAMBAR

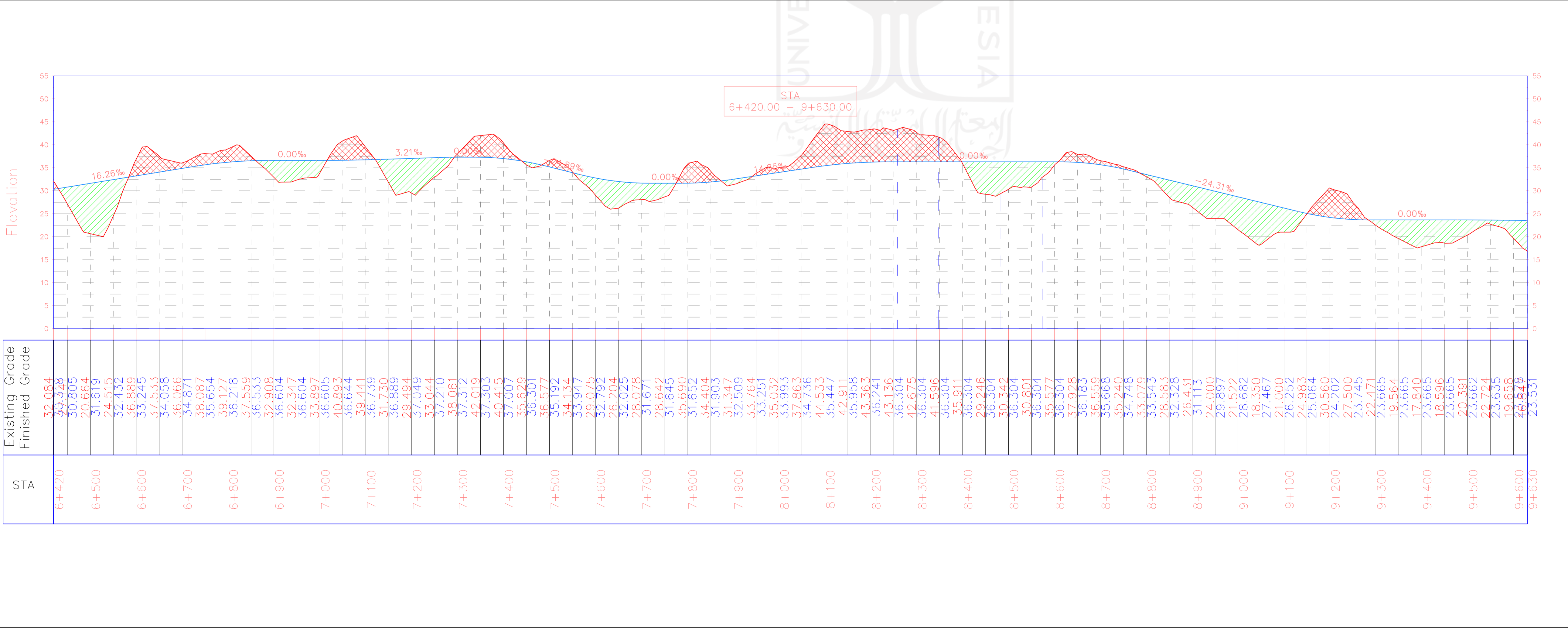
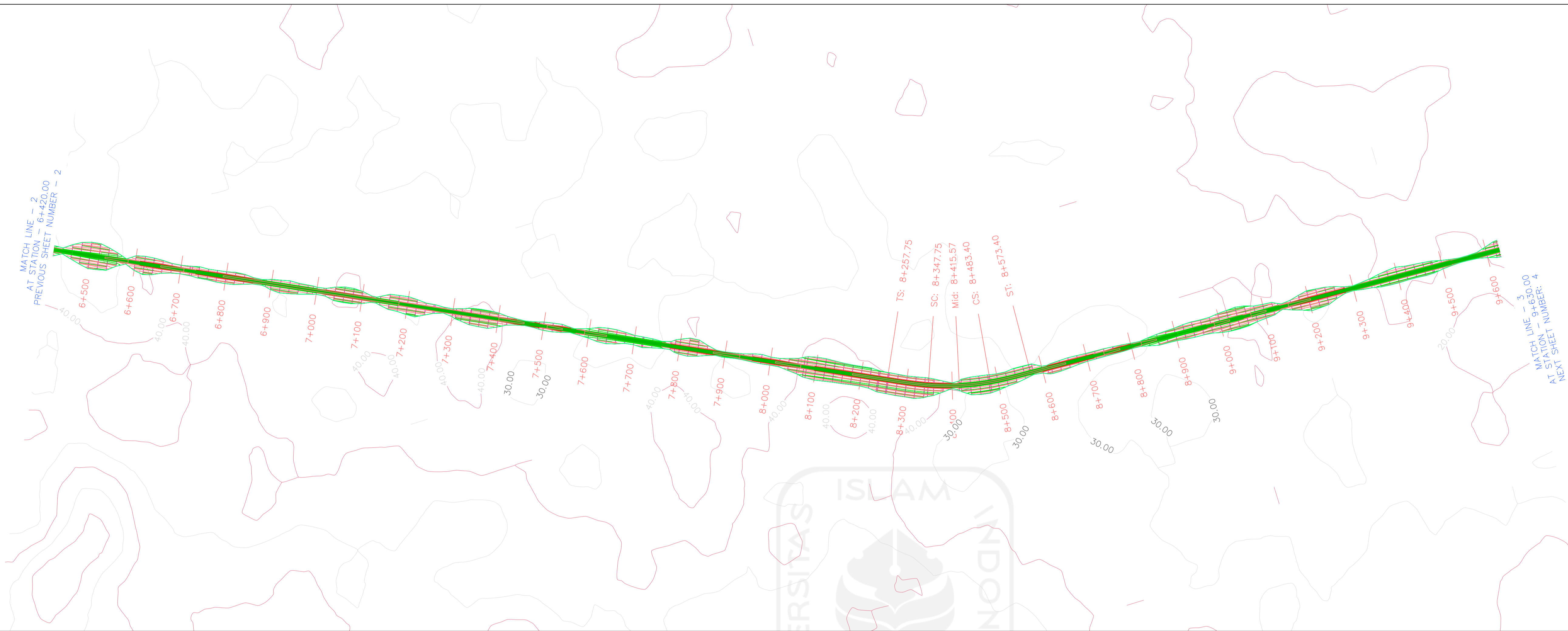
Koordinasi
 Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal	Skala
17-Nov-20	1 : 5000

LEMBAR
 2 DARI 9

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Koordinasi
 Alinyemen Horizontal & Vertikal

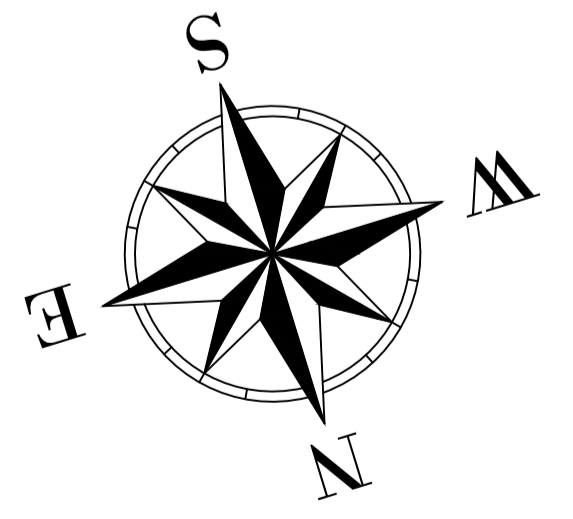
Tanggal Skala

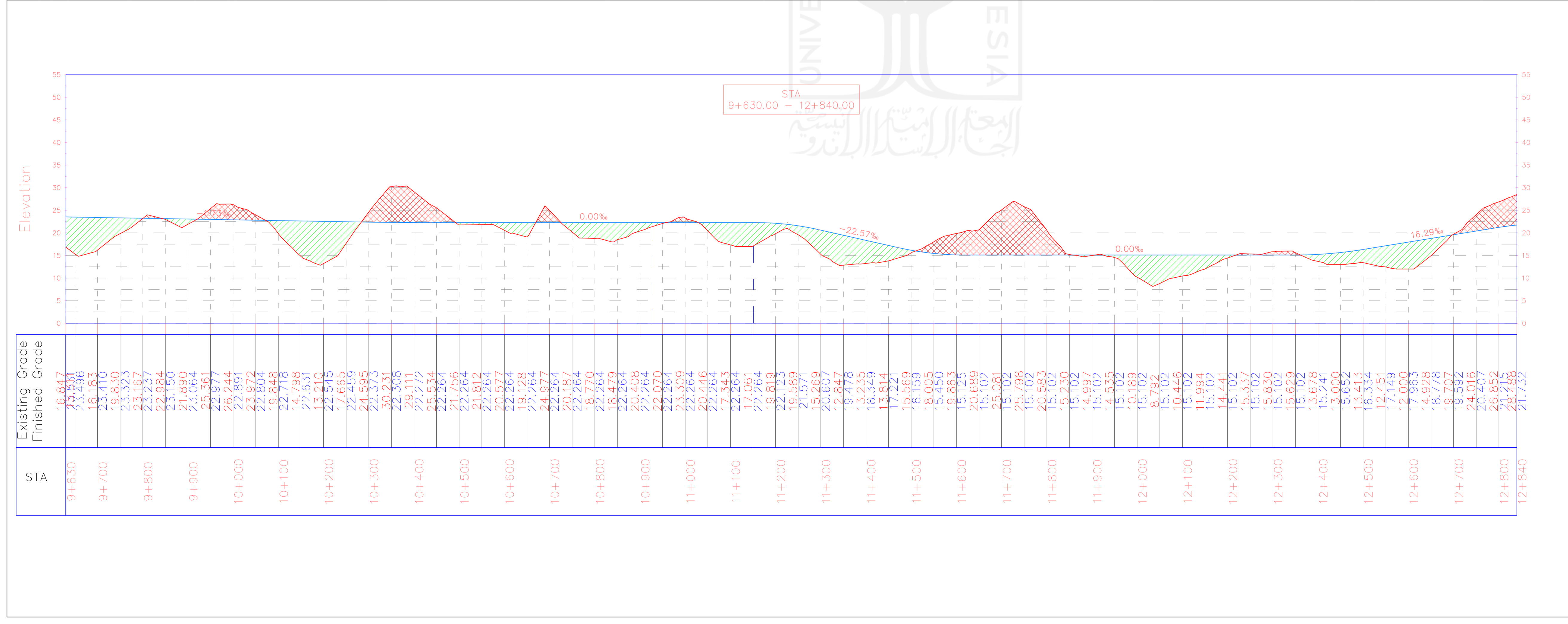
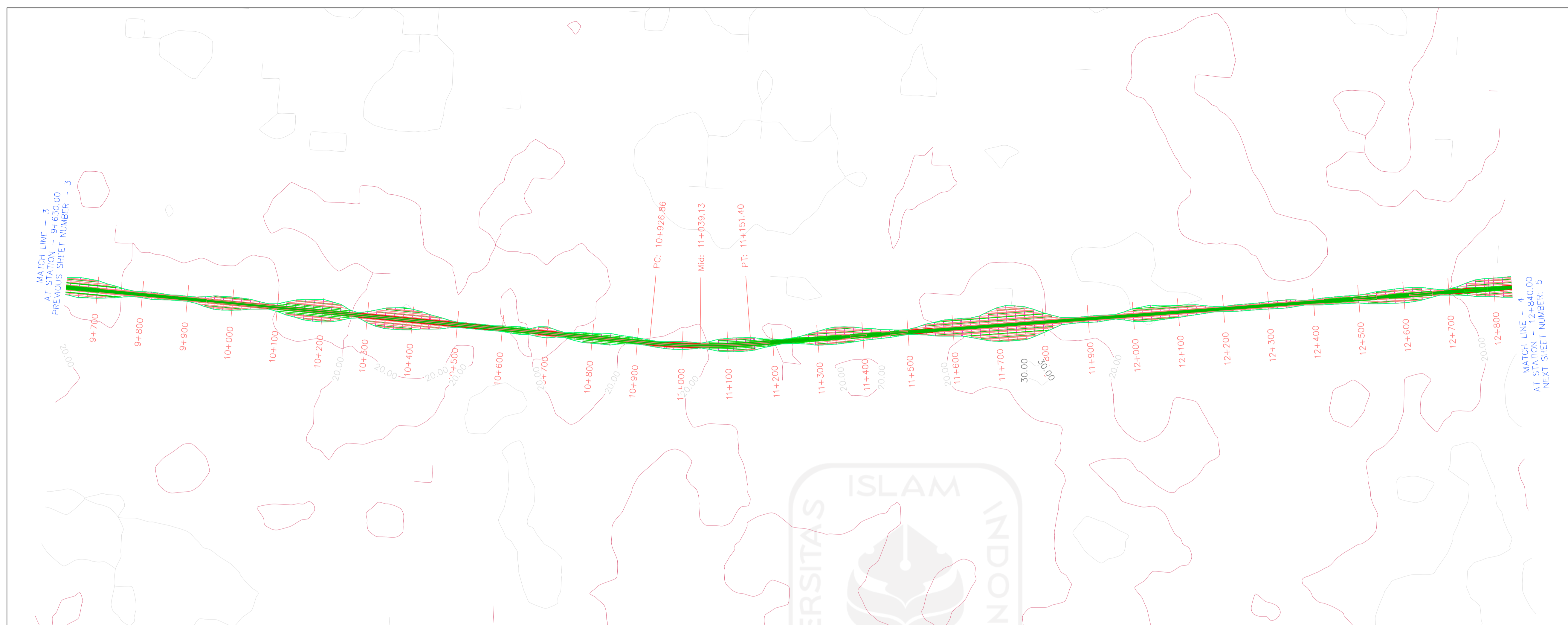
17-Nov-20 1 : 5000

LEMBAR

3 DARI 9

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Koordinasi
 Alinyemen Horizontal & Vertikal

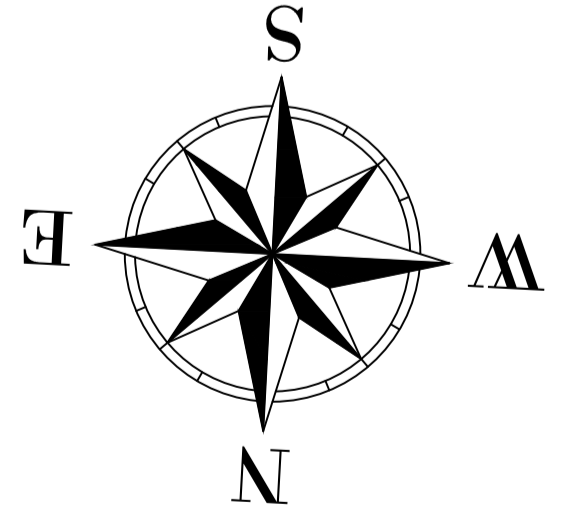
Tanggal Skala

17-Nov-20 1 : 5000

LEMBAR

4 DARI 9

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PRODI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
GEOMETRIK JALAN REL
KERETA API RUTE KOTA
GORONTALO - BANDARA
DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Koordinasi
Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal

Skala

17-Nov-20

1 : 5000

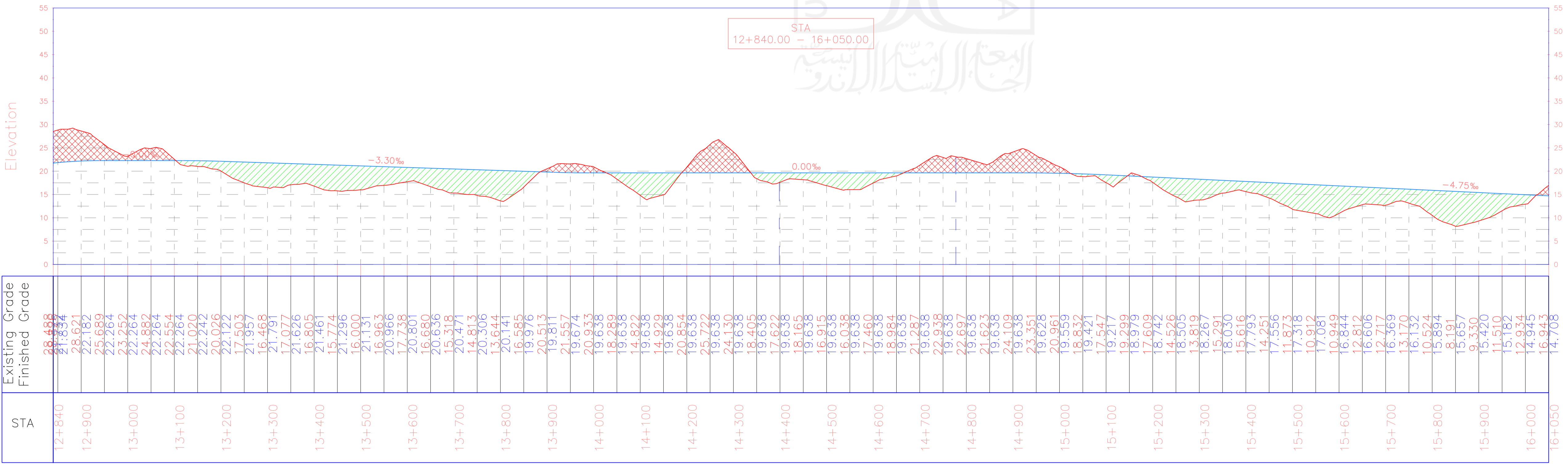
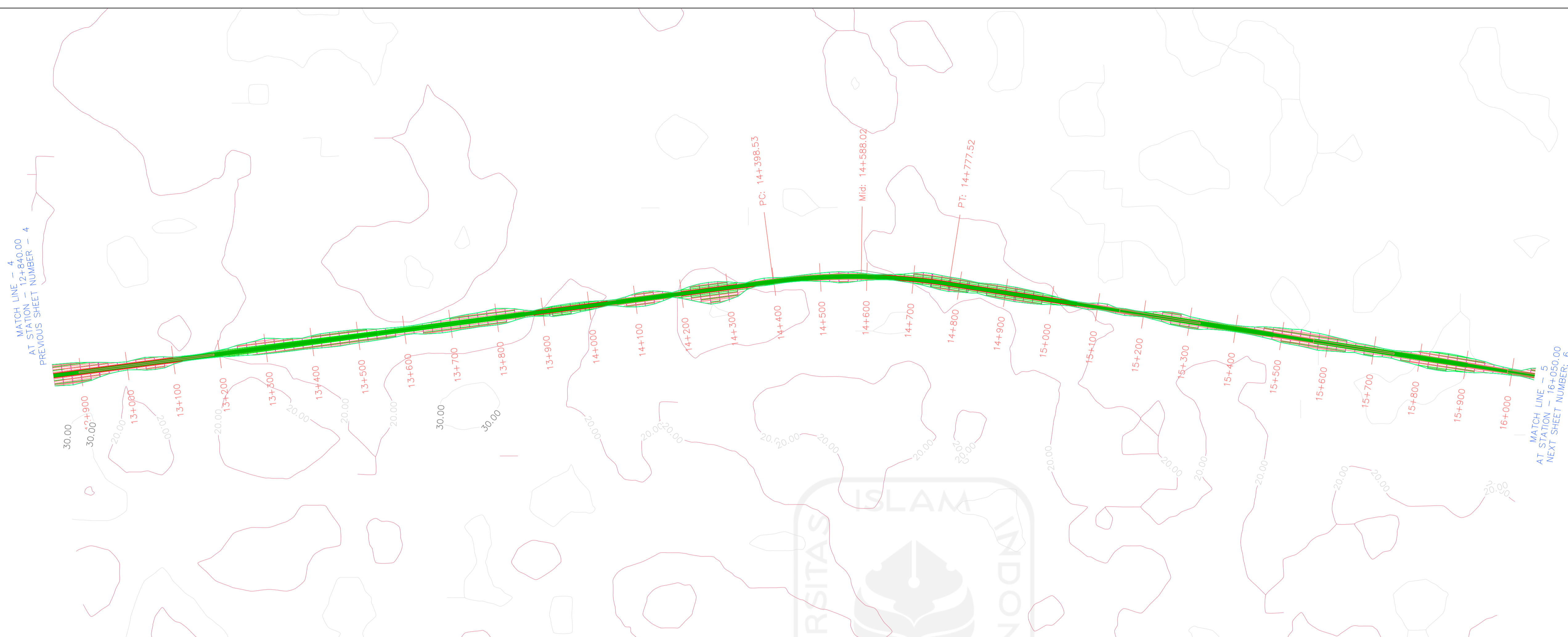
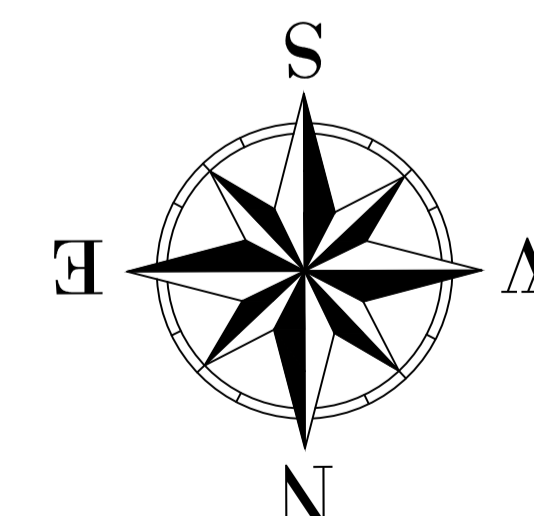
LEMBAR

5

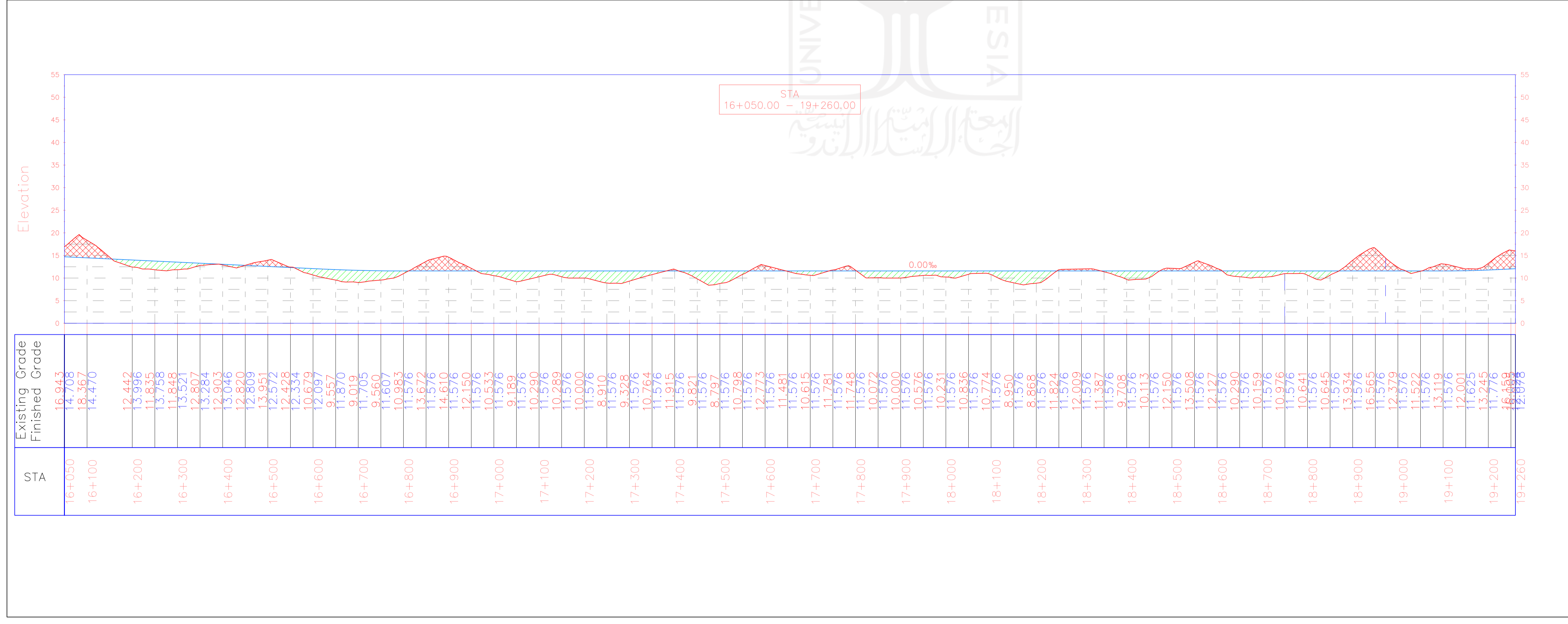
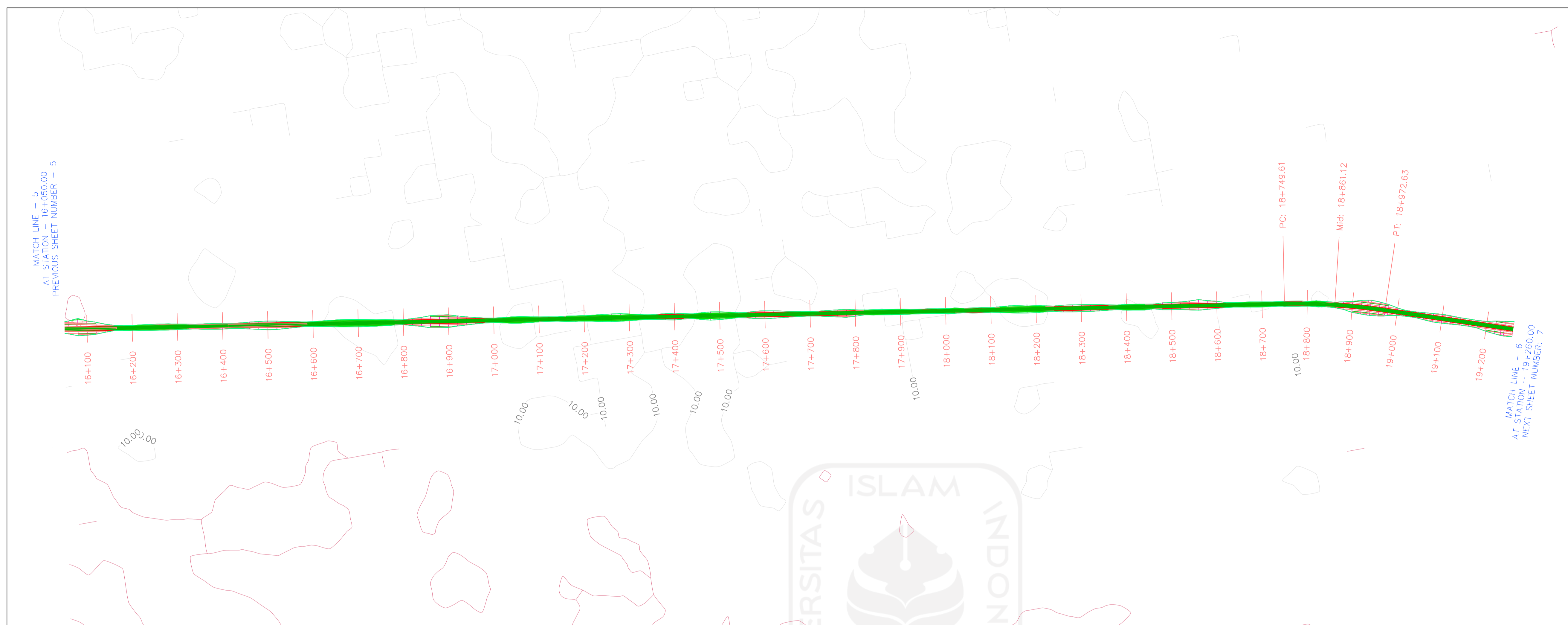
DARI

9

KETERANGAN



STA	Existing Grade	Finished Grade
12+840	28.488	21.834
12+900	28.621	22.182
13+000	25.689	22.264
13+100	23.252	22.264
13+200	22.264	22.264
13+300	21.020	21.020
13+400	20.026	20.026
13+500	22.122	21.131
13+600	17.505	20.966
13+700	21.957	20.801
13+800	16.468	20.636
13+900	21.791	15.318
14+000	17.077	20.471
14+100	16.805	20.306
14+200	21.461	13.644
14+300	15.774	20.141
14+400	21.296	16.585
14+500	16.000	19.976
14+600	21.131	20.513
14+700	20.966	19.811
14+800	20.801	21.557
14+900	20.636	19.674
15+000	20.471	20.933
15+100	20.306	19.638
15+200	20.141	18.289
15+300	20.026	19.638
15+400	20.026	14.822
15+500	20.026	19.638
15+600	20.026	14.929
15+700	20.026	19.638
15+800	20.026	20.654
15+900	20.026	19.638
16+000	20.026	25.722
16+050	20.026	24.130
		19.638
		18.405
		19.638
		17.622
		19.638
		18.165
		19.638
		16.915
		19.638
		16.038
		19.638
		17.460
		19.638
		18.984
		19.638
		21.287
		19.638
		22.938
		19.638
		22.697
		19.638
		21.623
		19.638
		24.109
		19.638
		23.351
		19.628
		20.961
		19.559
		18.832
		19.421
		17.547
		19.217
		19.299
		18.979
		17.609
		18.742
		14.526
		18.505
		13.819
		18.267
		15.291
		18.030
		15.616
		17.793
		14.251
		17.556
		11.873
		17.318
		10.912
		17.081
		10.949
		16.844
		12.812
		16.606
		12.717
		16.369
		13.170
		16.132
		10.524
		15.894
		8.191
		15.657
		9.330
		15.420
		11.510
		15.182
		12.934
		14.945
		16.943
		4.708



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

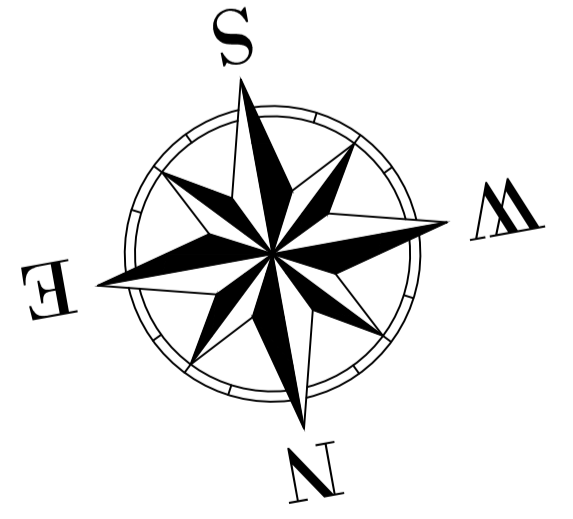
JUDUL GAMBAR

Koordinasi
 Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal	Skala
17-Nov-20	1 : 5000

LEMBAR
 6 DARI 9

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 المعهد الاسلامي
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mfahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Koordinasi
 Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal

Skala

17-Nov-20

1 : 5000

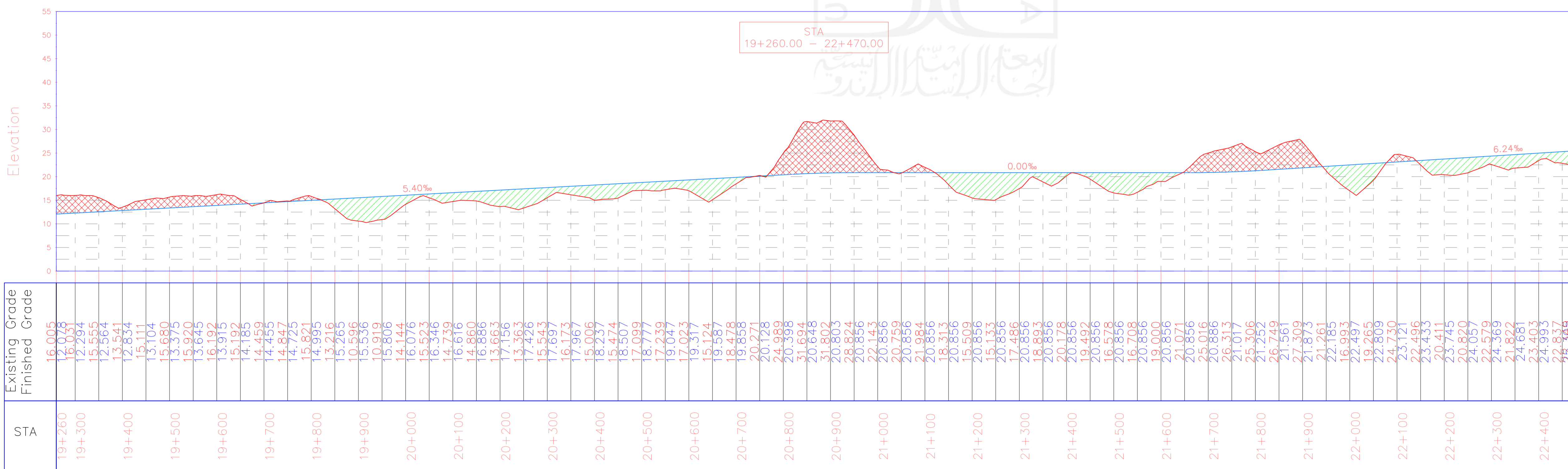
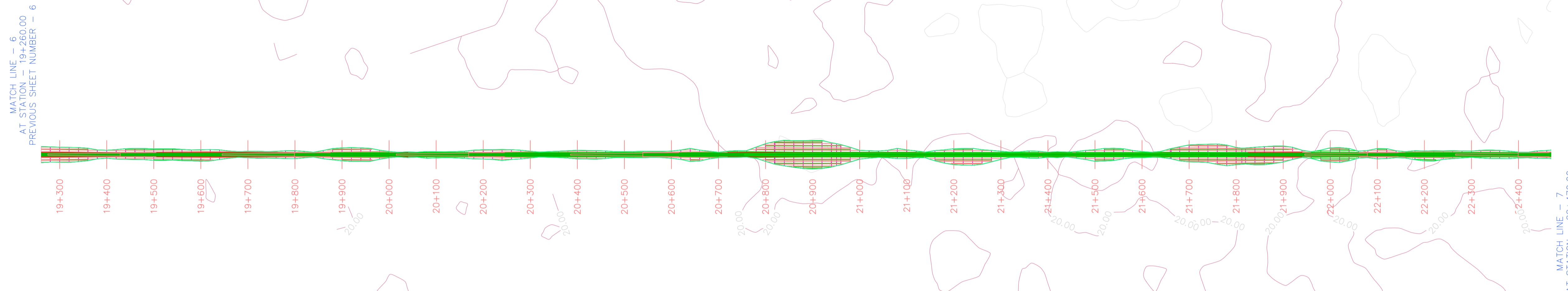
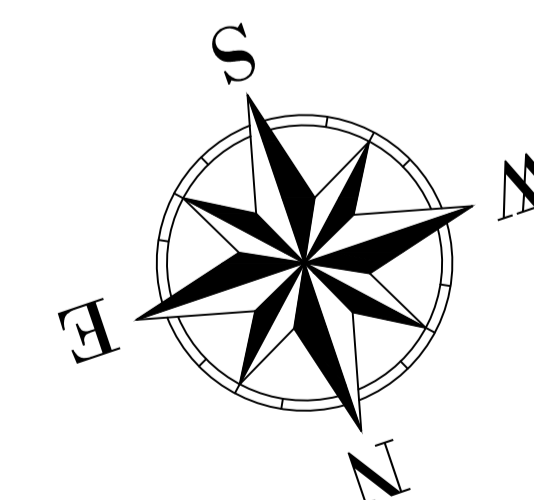
LEMBAR

7

DARI

9

KETERANGAN



STA	Existing Grade	Finished Grade
19+260	16.005	17.078
19+300	16.031	16.031
19+350	12.294	12.294
19+400	15.555	12.564
19+450	13.541	12.834
19+500	15.111	13.104
19+550	15.680	13.375
19+600	13.575	13.920
19+650	13.645	13.645
19+700	16.192	13.915
19+750	15.192	14.185
19+800	14.459	14.455
19+850	14.455	14.847
19+900	4.725	14.725
19+950	15.821	14.995
20+000	13.216	15.265
20+050	10.596	15.536
20+100	10.919	15.806
20+150	14.144	16.076
20+200	15.523	16.346
20+250	16.346	16.616
20+300	14.739	16.886
20+350	13.663	17.156
20+400	13.363	17.426
20+450	15.543	17.697
20+500	16.173	17.967
20+550	15.006	18.237
20+600	15.474	18.507
20+650	17.099	18.777
20+700	17.239	19.047
20+750	17.023	19.317
20+800	15.124	19.587
20+850	18.478	19.857
20+900	19.858	20.127
20+950	20.271	20.398
21+000	24.989	31.694
21+050	20.648	31.802
21+100	20.803	28.824
21+150	20.856	20.856
21+200	22.143	20.856
21+250	20.856	20.856
21+300	20.856	20.856
21+350	17.486	18.893
21+400	20.856	20.856
21+450	20.178	20.856
21+500	19.492	16.578
21+550	20.856	16.708
21+600	19.000	20.856
21+650	20.856	21.071
21+700	20.856	20.856
21+750	25.016	20.886
21+800	26.313	21.017
21+850	21.017	25.306
21+900	21.252	26.749
21+950	21.875	21.561
22+000	21.261	21.875
22+050	22.185	16.993
22+100	16.993	22.497
22+150	19.265	22.809
22+200	22.809	24.730
22+250	23.121	23.121
22+300	22.496	23.433
22+350	23.433	29.411
22+400	23.745	20.820
22+450	24.057	24.057
22+500	22.579	24.369
22+550	21.822	24.681
22+600	24.681	23.403
22+650	23.403	24.993
22+700	22.837	22.837
22+750	22.837	25.430



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PRODI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
GEOMETRIK JALAN REL
KERETA API RUTE KOTA
GORONTALO - BANDARA
DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mfahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Koordinasi
Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal

Skala

17-Nov-20

1 : 5000

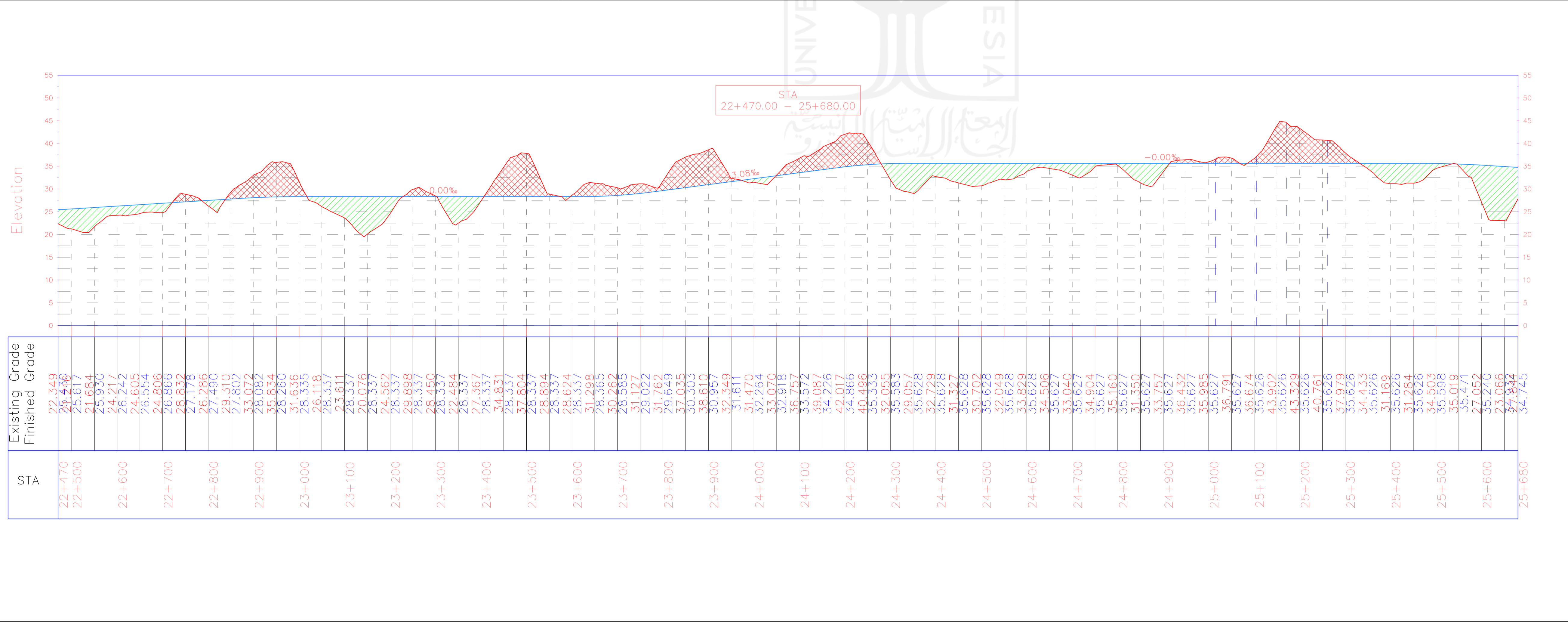
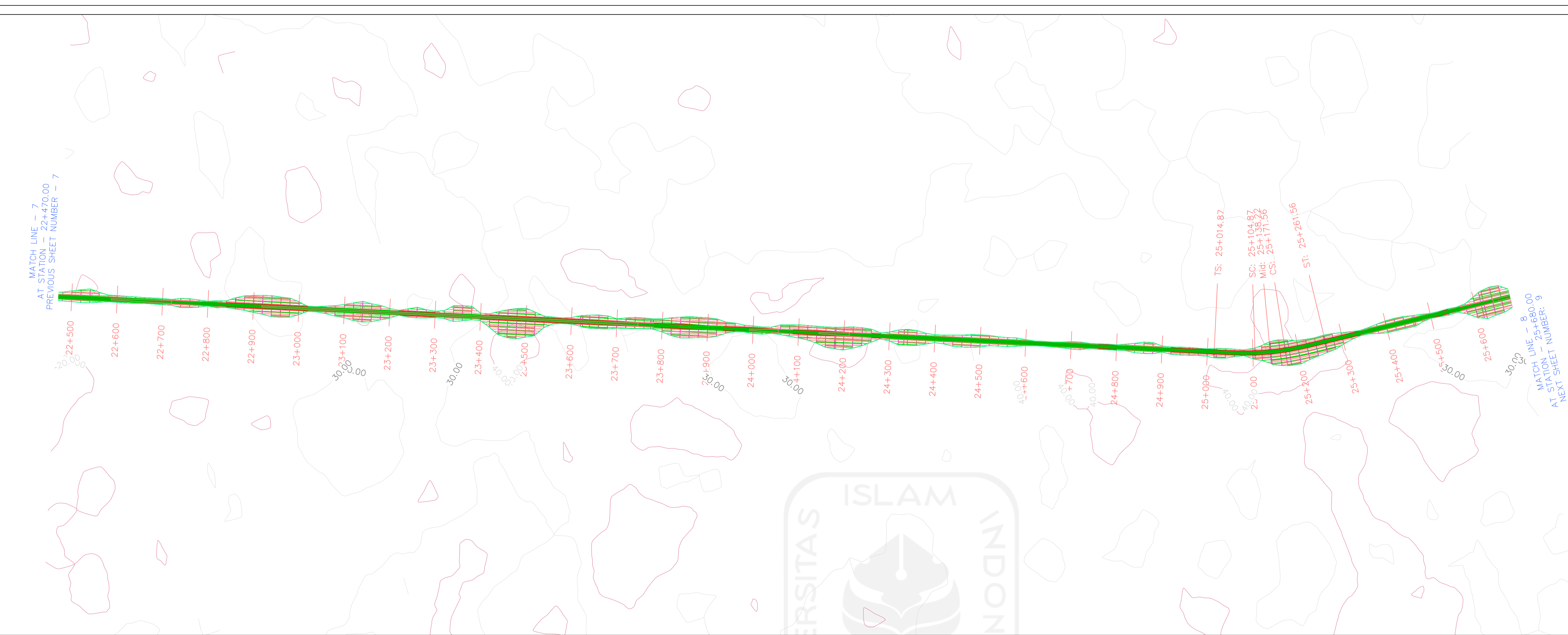
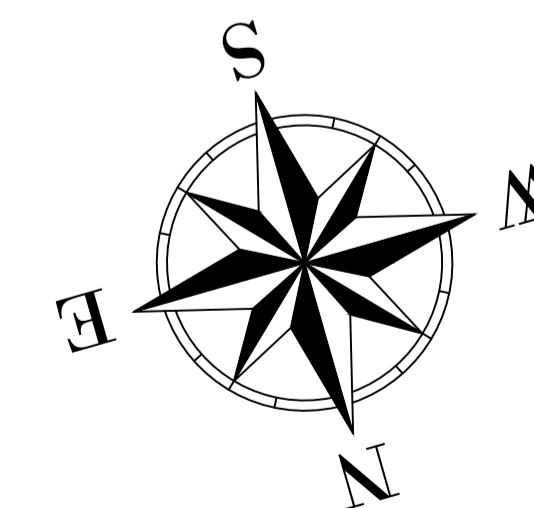
LEMBAR

8

DARI

9

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PRODI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
GEOMETRIK JALAN REL
KERETA API RUTE KOTA
GORONTALO - BANDARA
DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Mftahul Fauziah, S.T., MT., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Koordinasi
Alinyemen Horizontal & Vertikal

Tanggal

Skala

17-Nov-20

1 : 5000

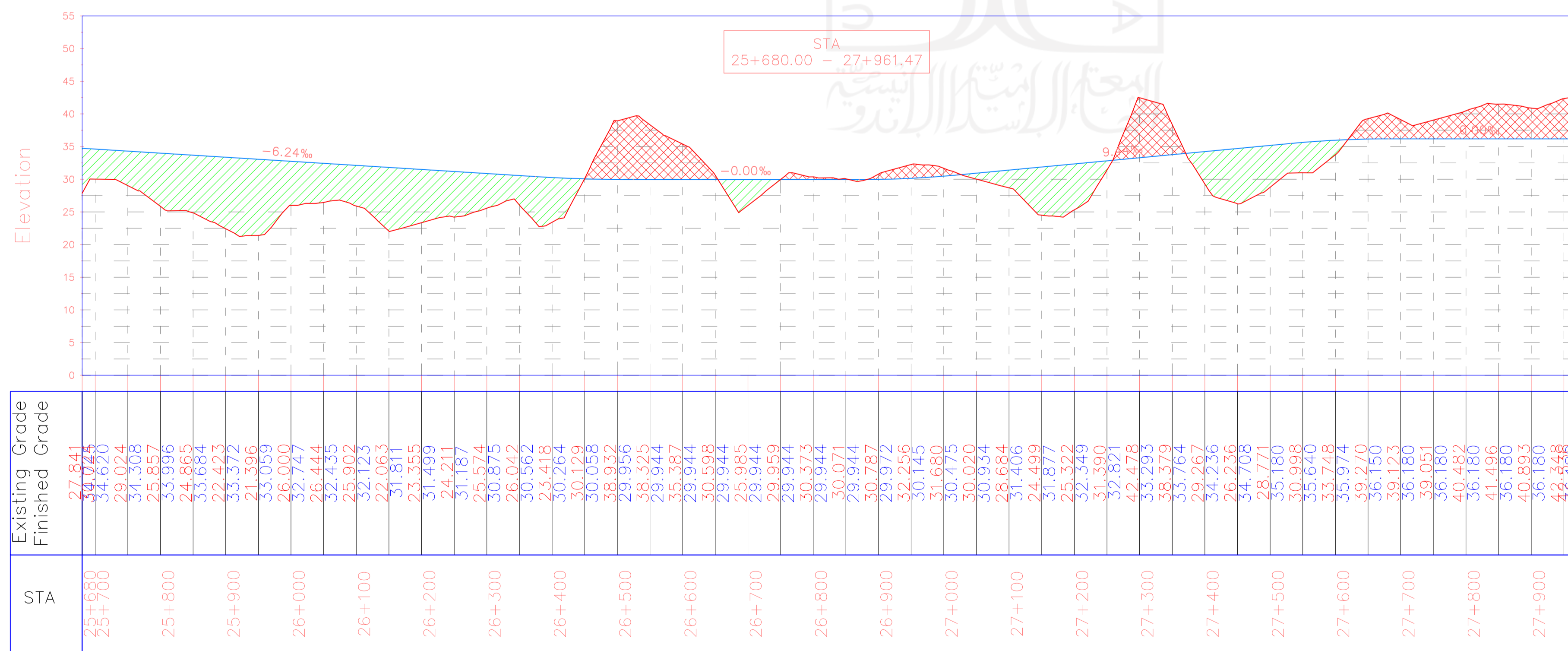
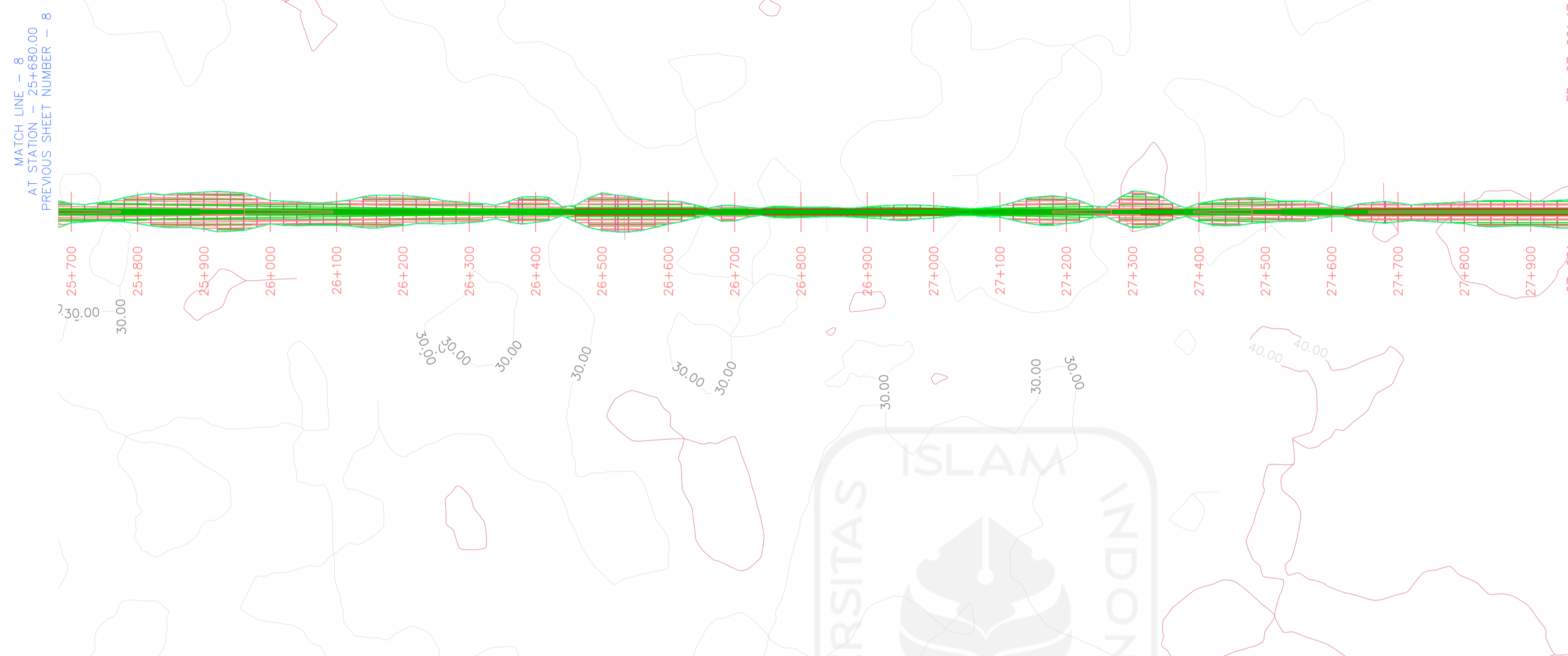
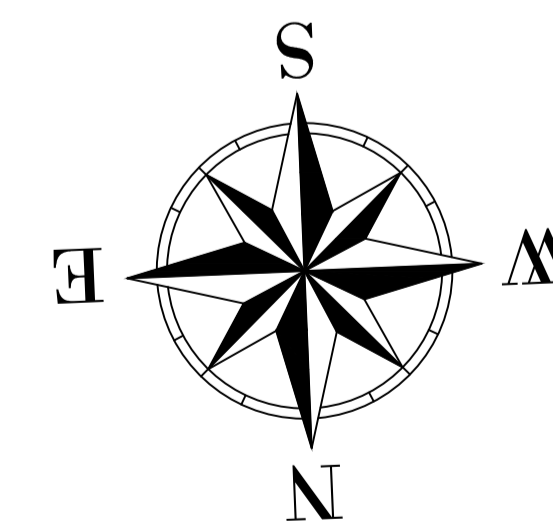
LEMBAR

9

DARI

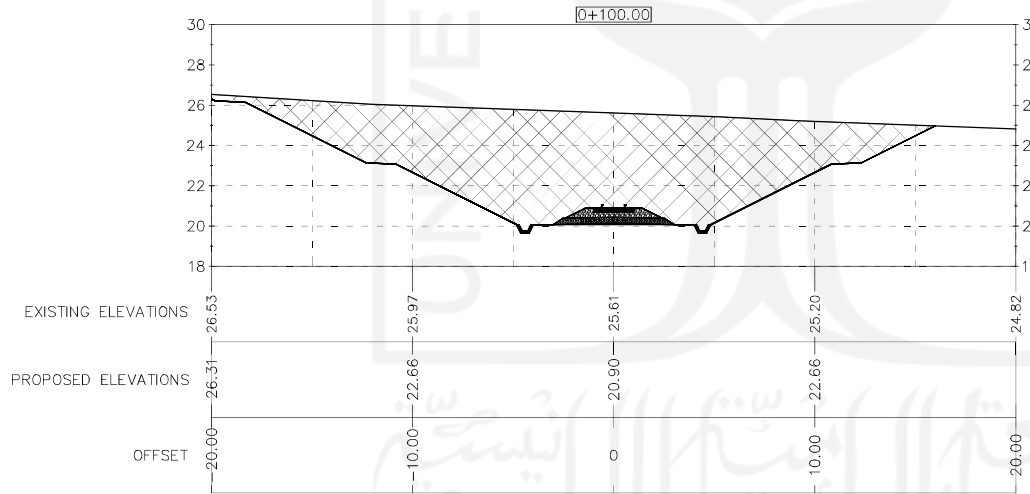
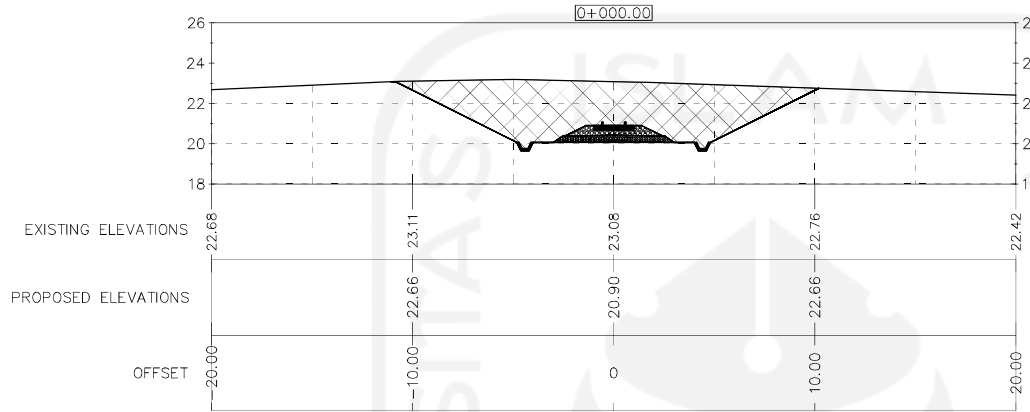
9

KETERANGAN



The image features a large, faint watermark of the Universitas Islam Indonesia logo in the background. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized minaret or tower in the center. The text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' is written around the perimeter of the shield, and the Indonesian name 'الجامعة الإسلامية في اندونيسيا' is written in Arabic script at the bottom. The main text 'LAMPIRAN 6' is centered over the logo in a bold, black, serif font.

LAMPIRAN 6



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

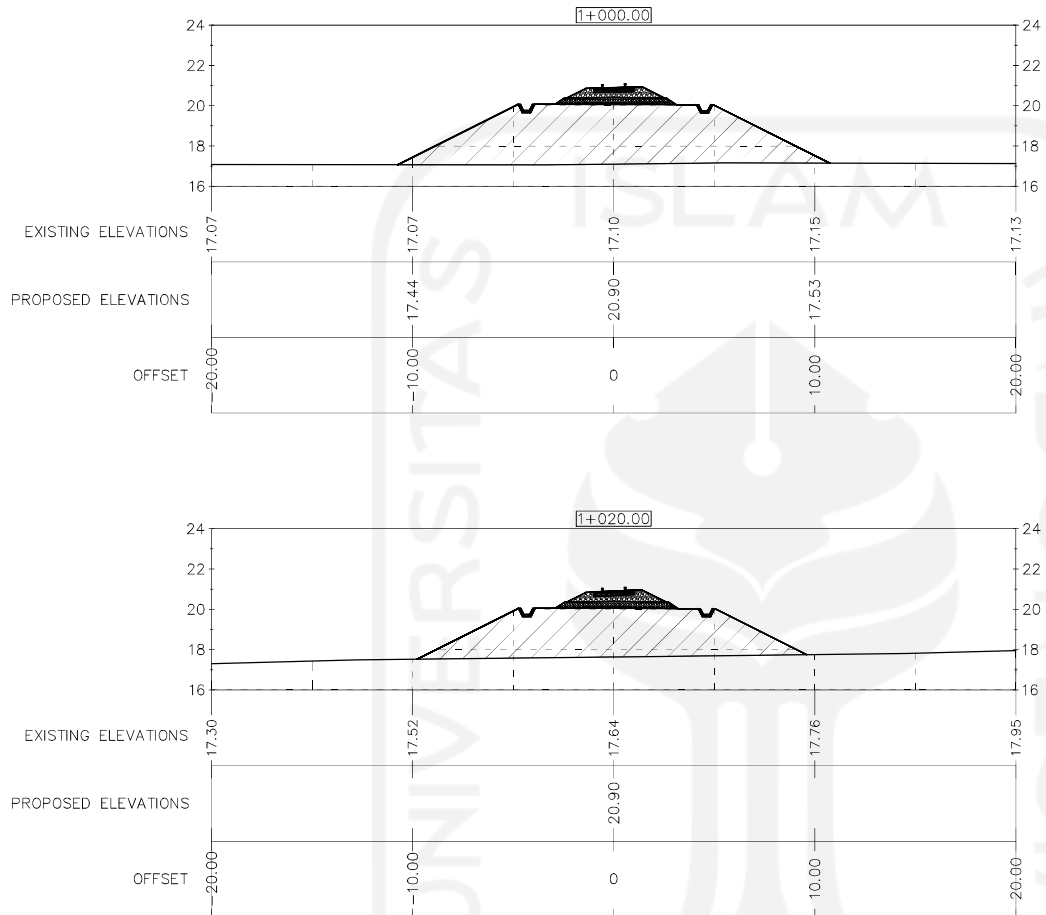
JUDUL GAMBAR

Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 1 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

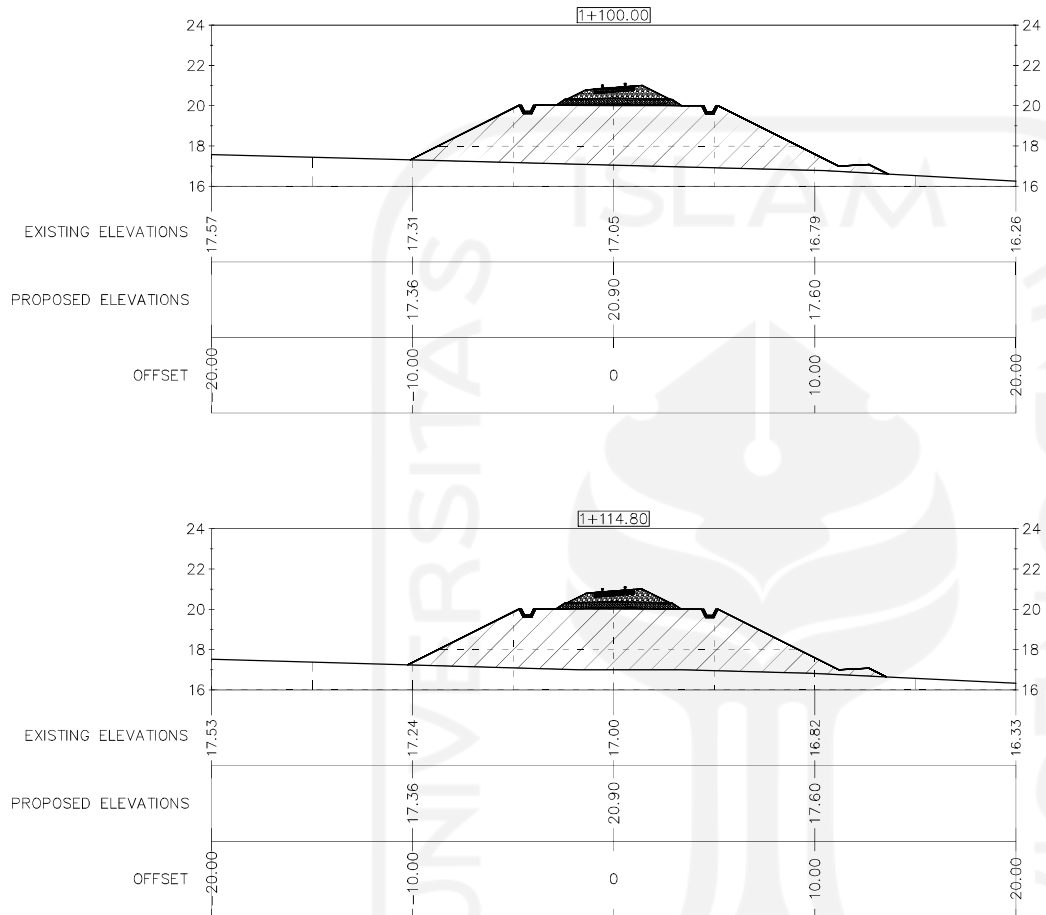
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 7 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

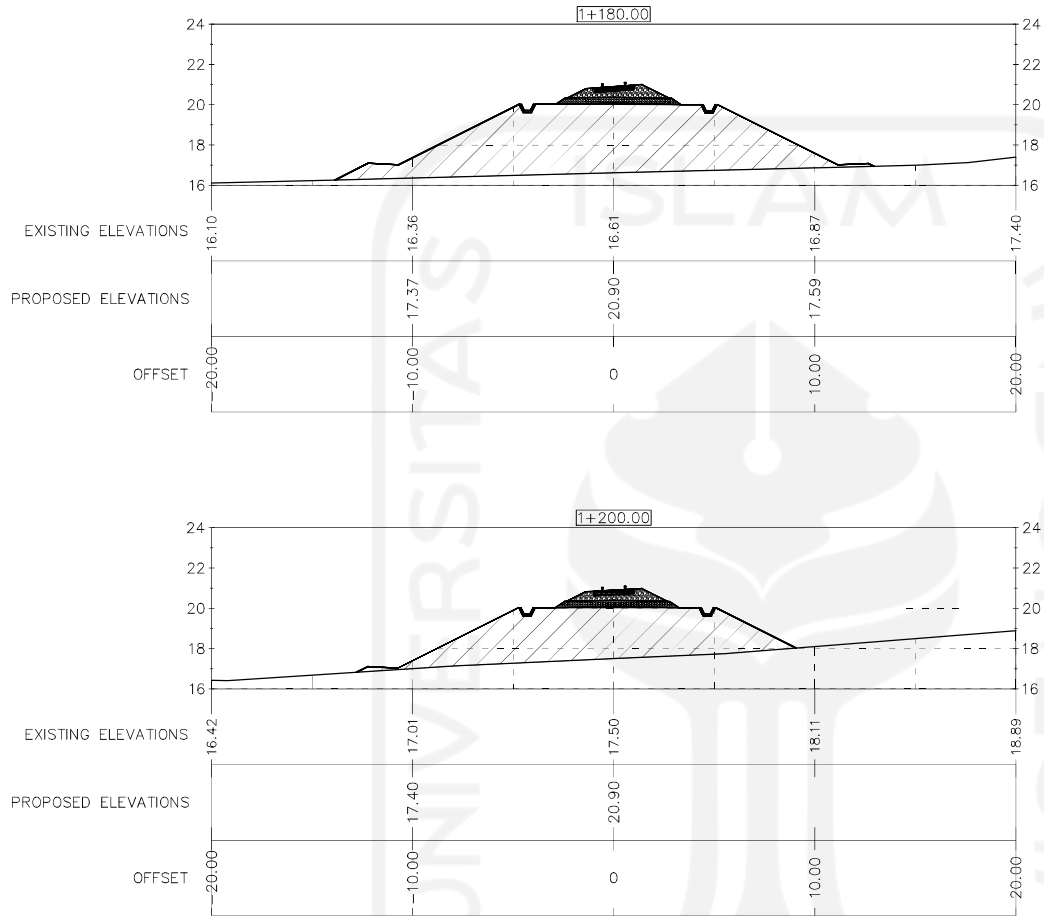
Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 10 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

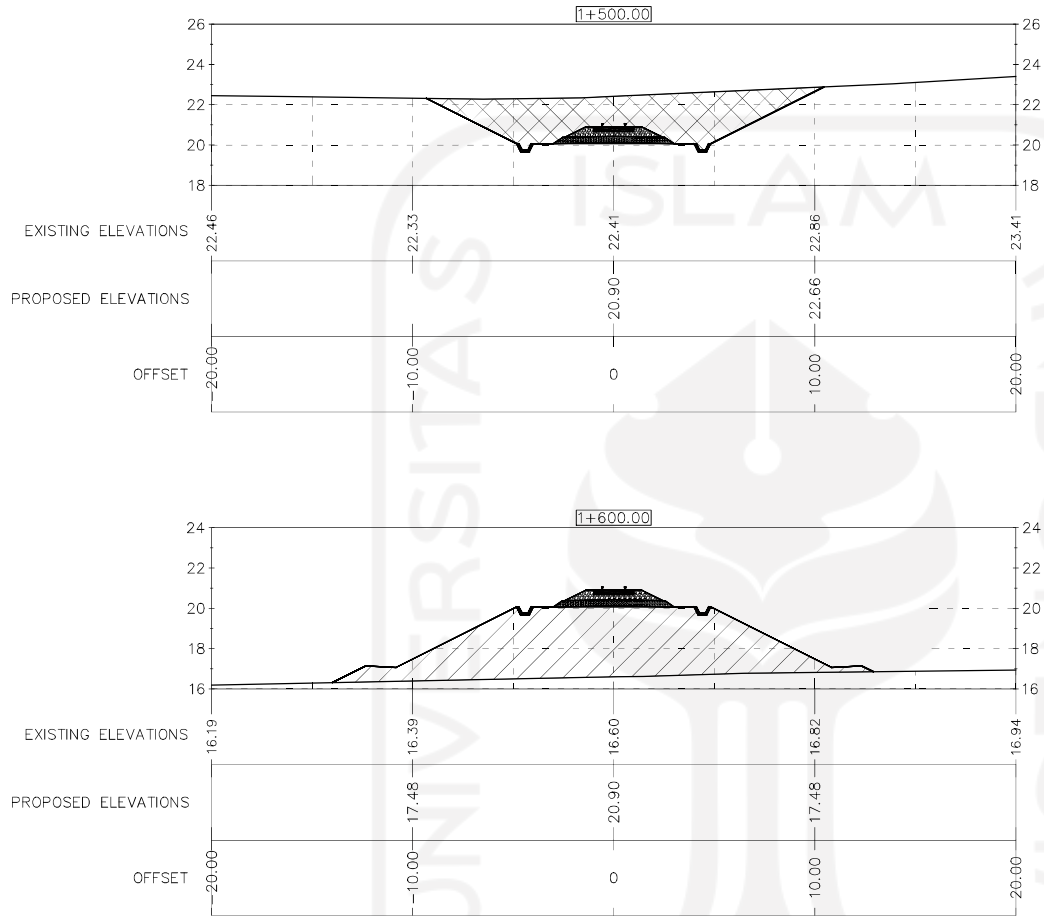
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR

13 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

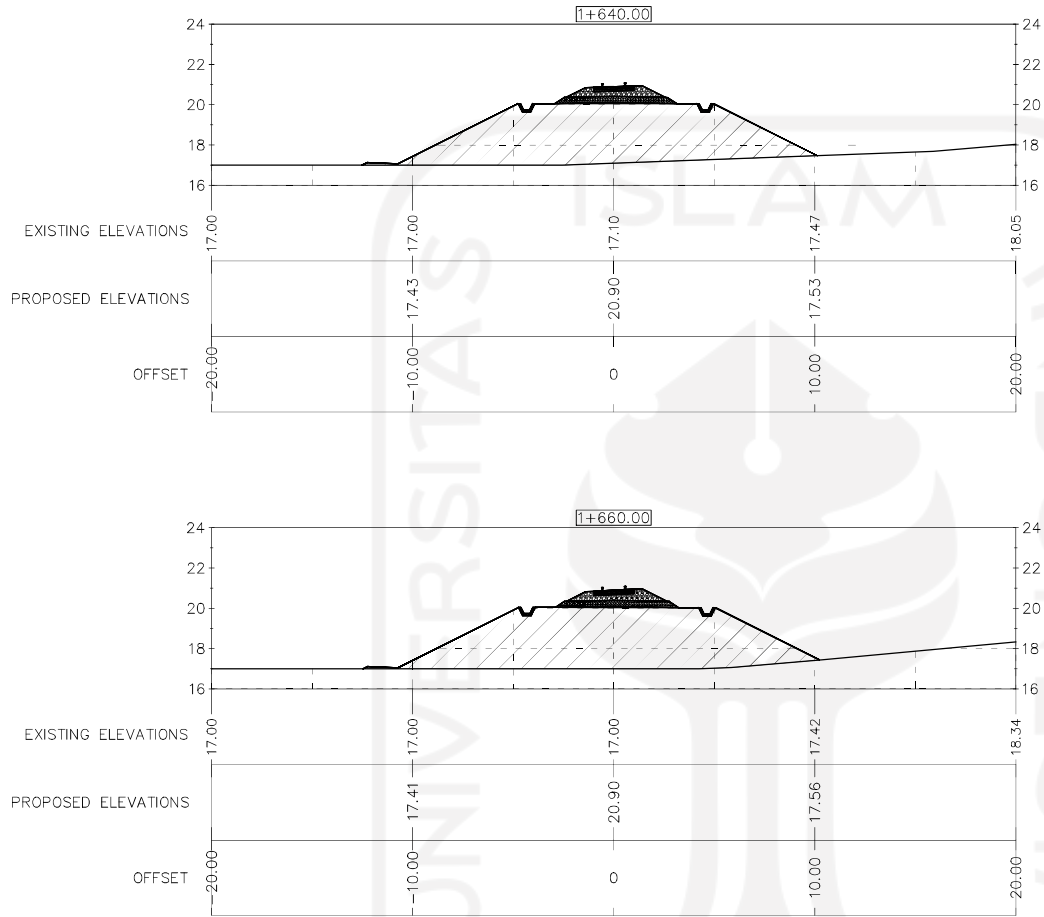
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 18 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

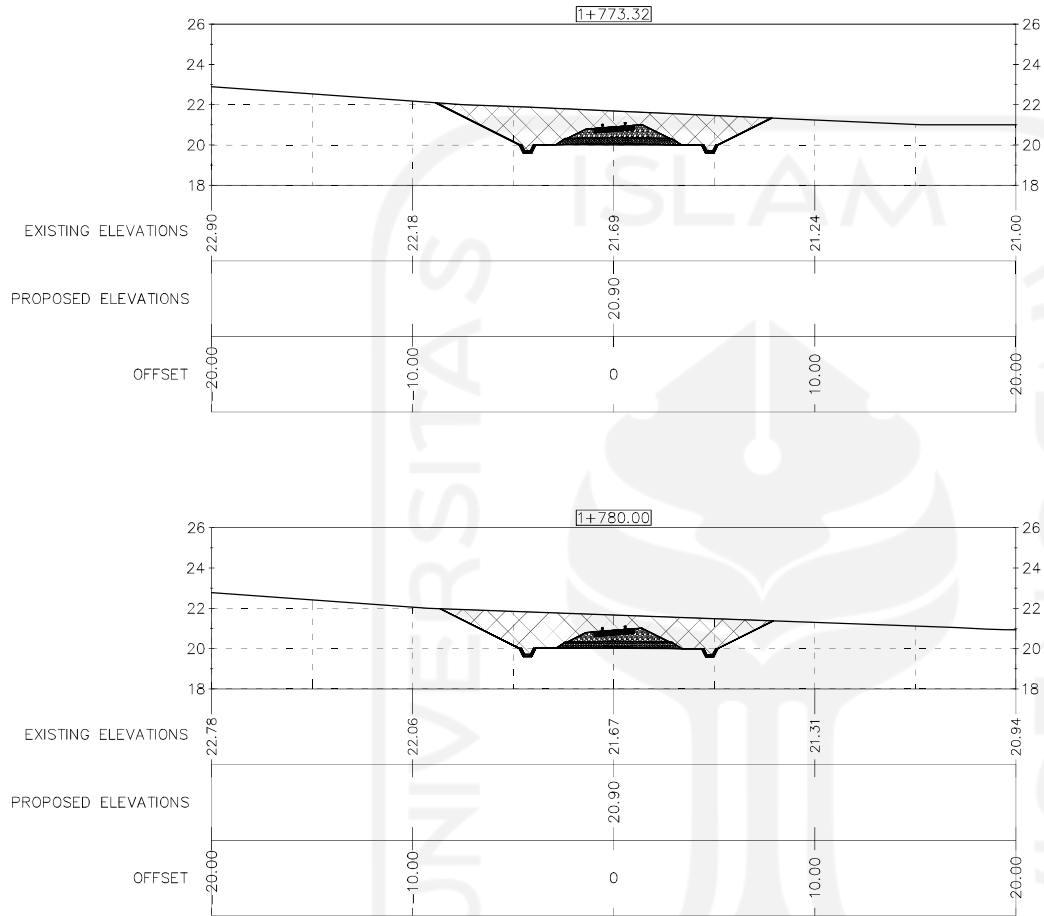
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 20 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal Skala

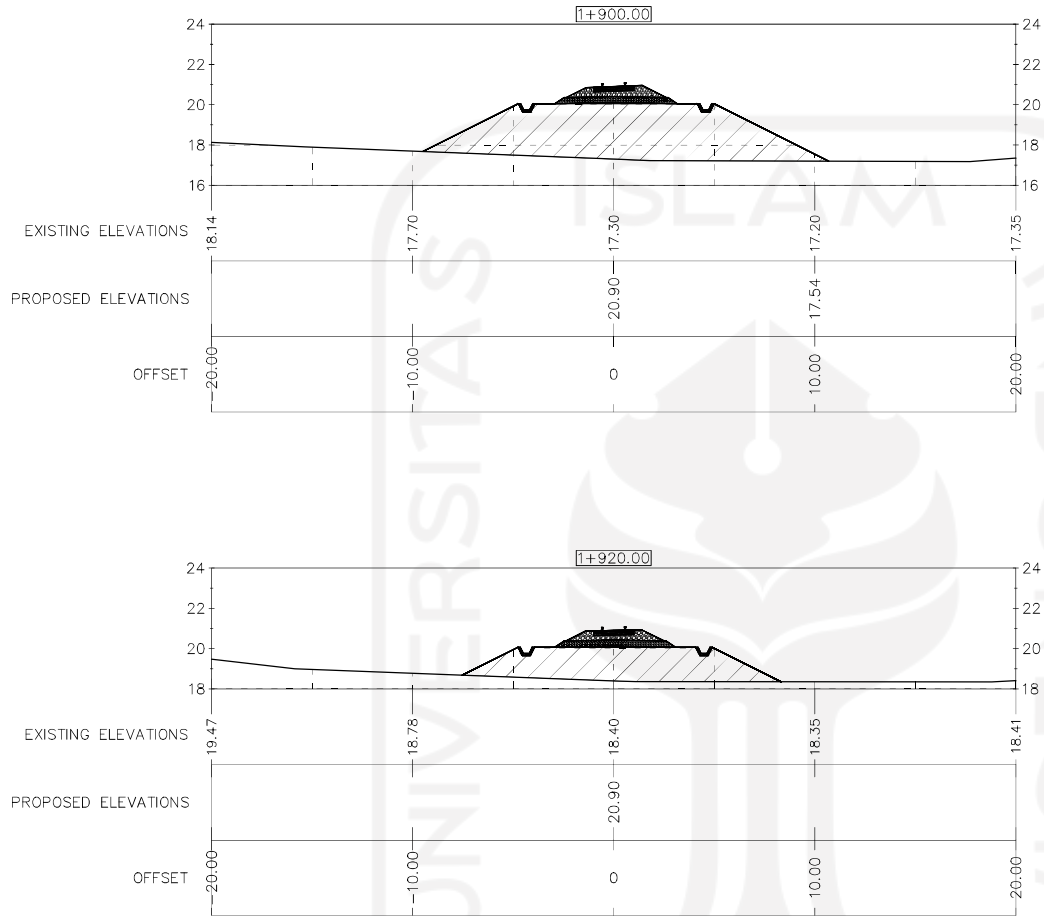
16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

24 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

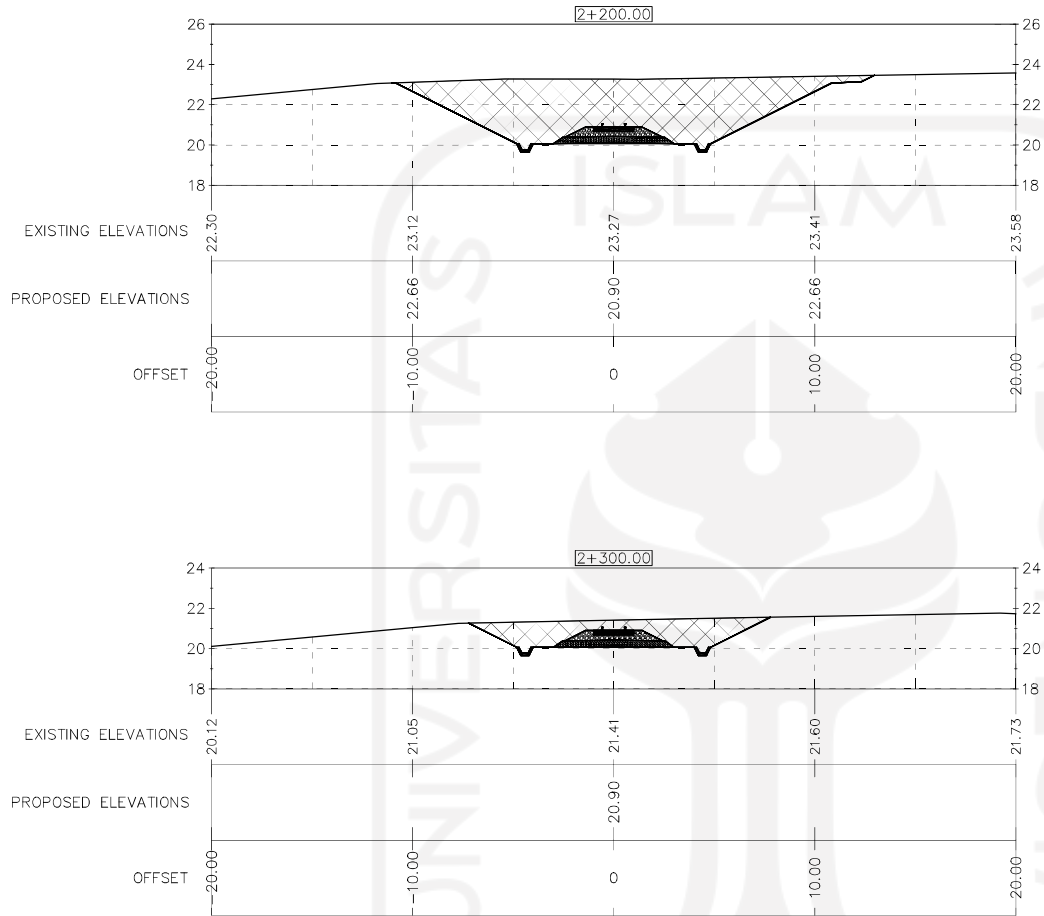
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 28 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

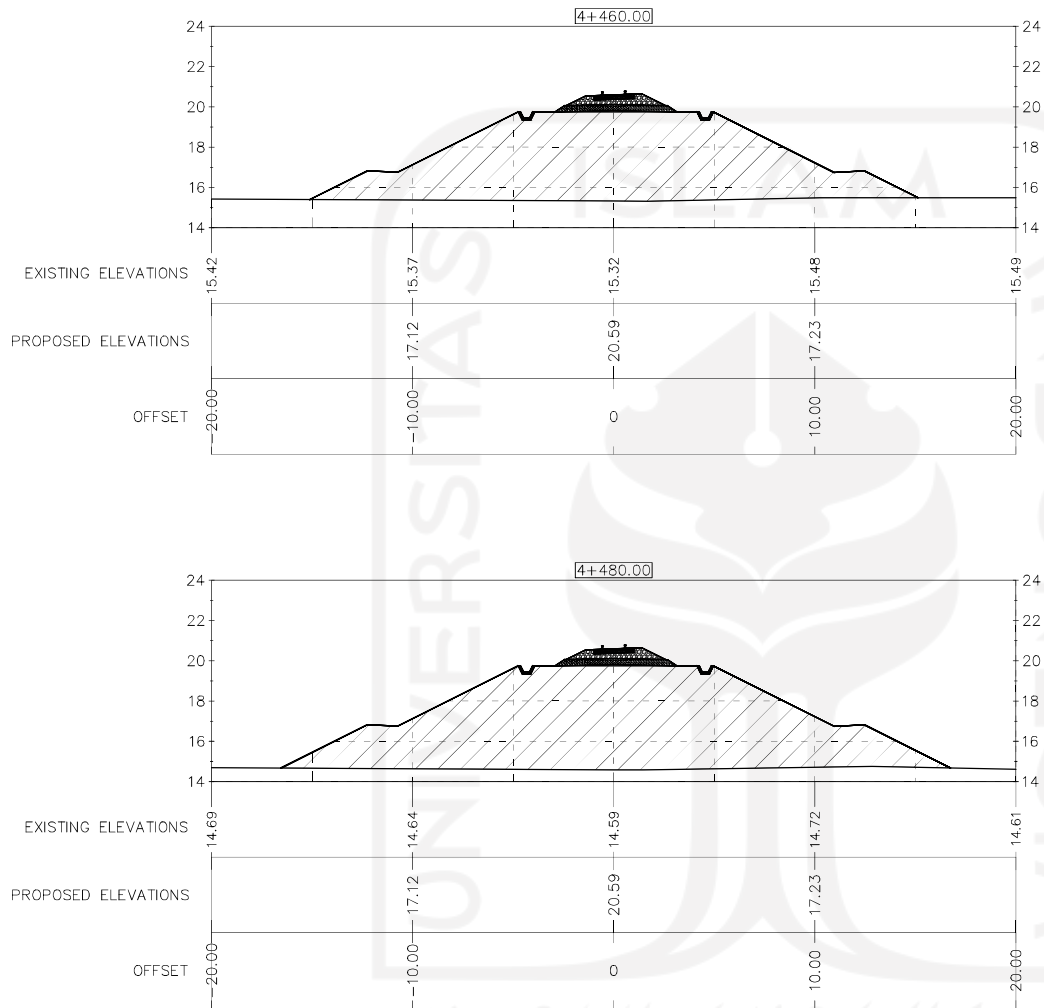
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR

31	DARI	222
----	------	-----

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

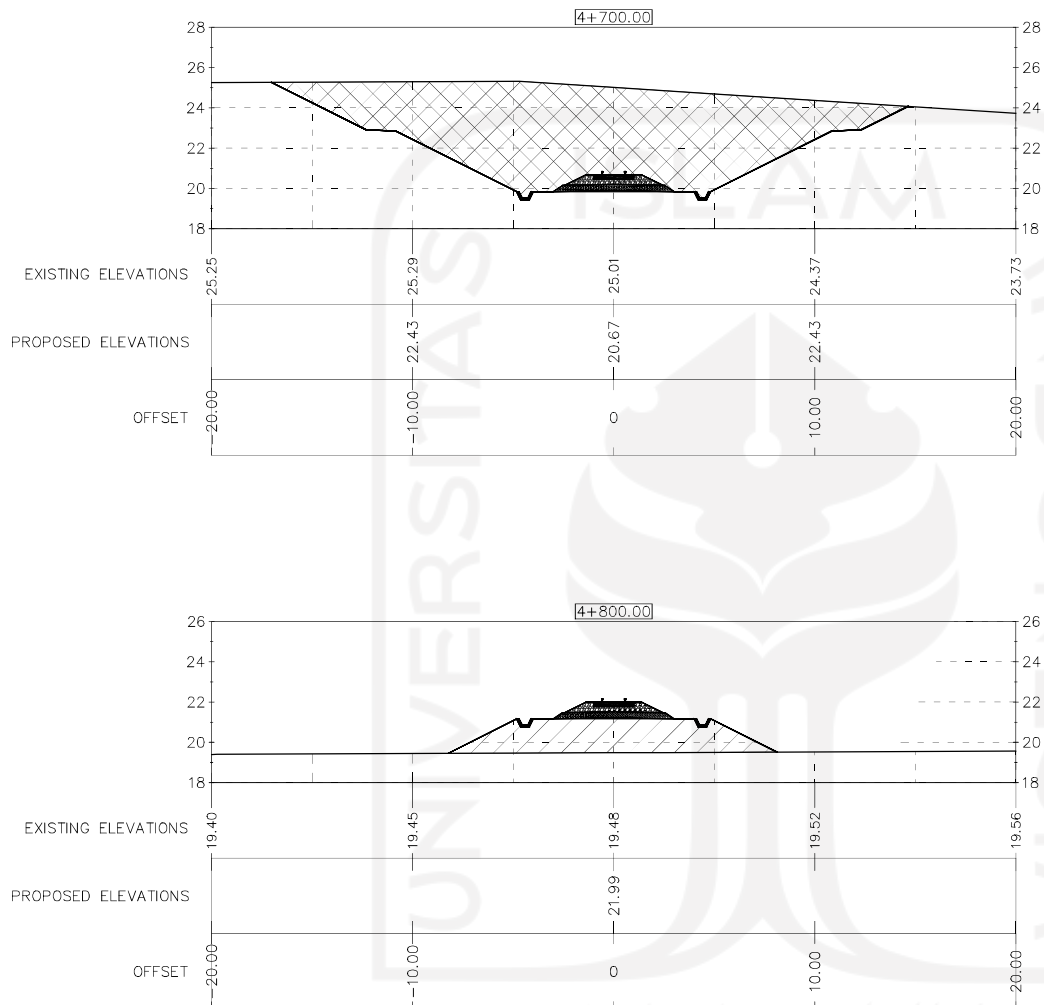
JUDUL GAMBAR

Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 48 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

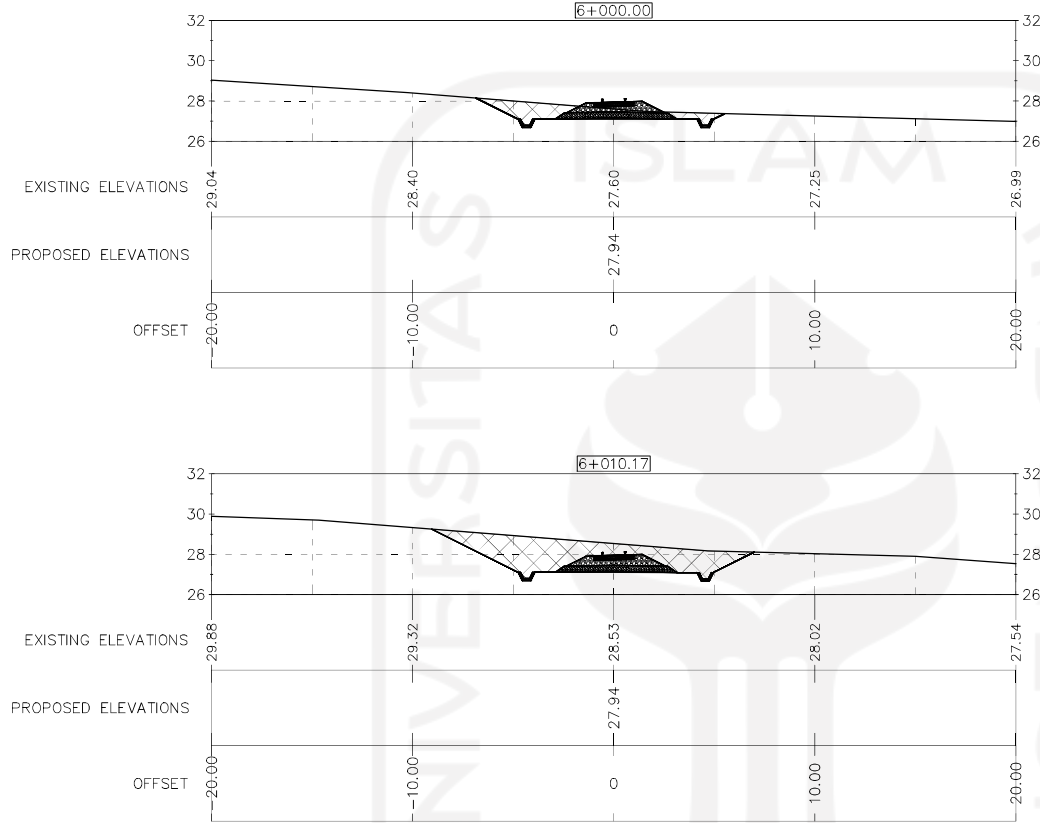
JUDUL GAMBAR

Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 54 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

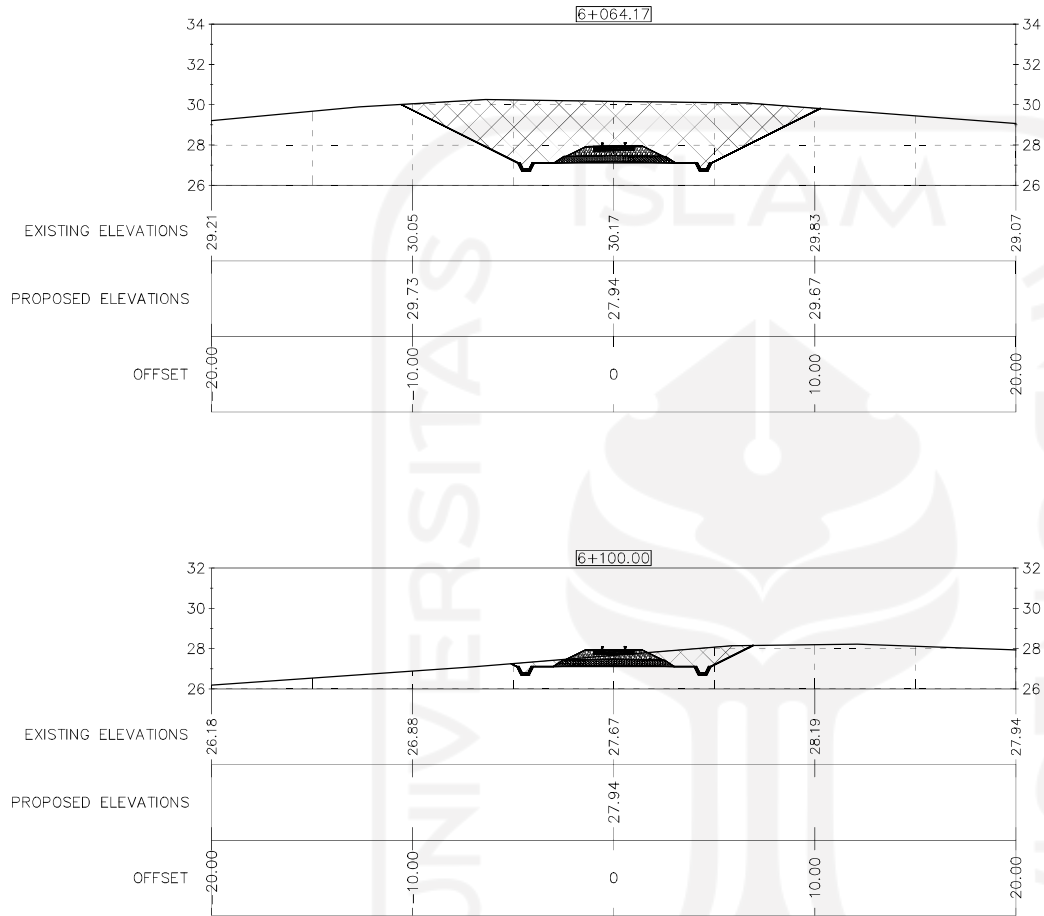
Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

63 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

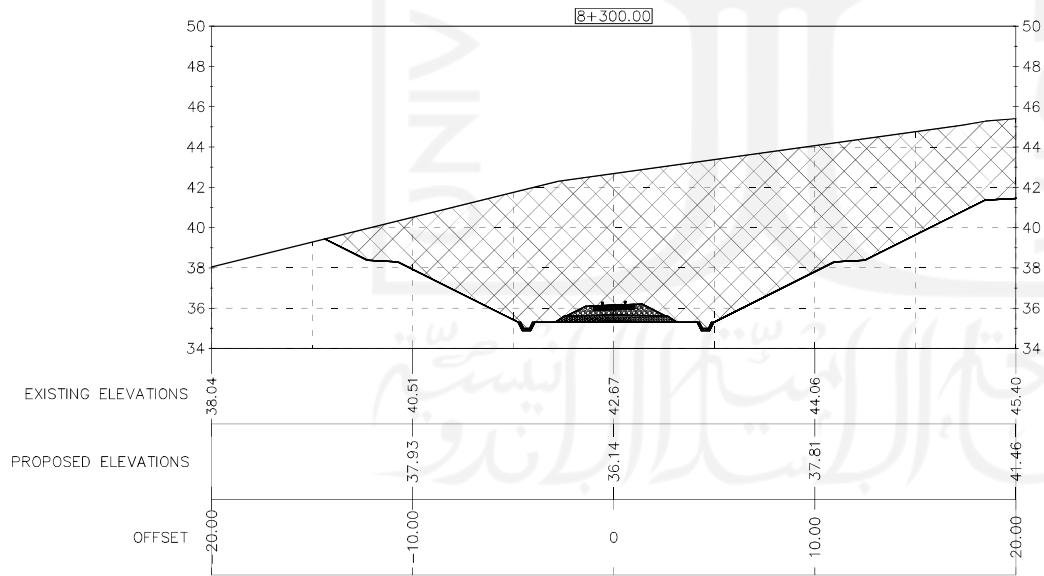
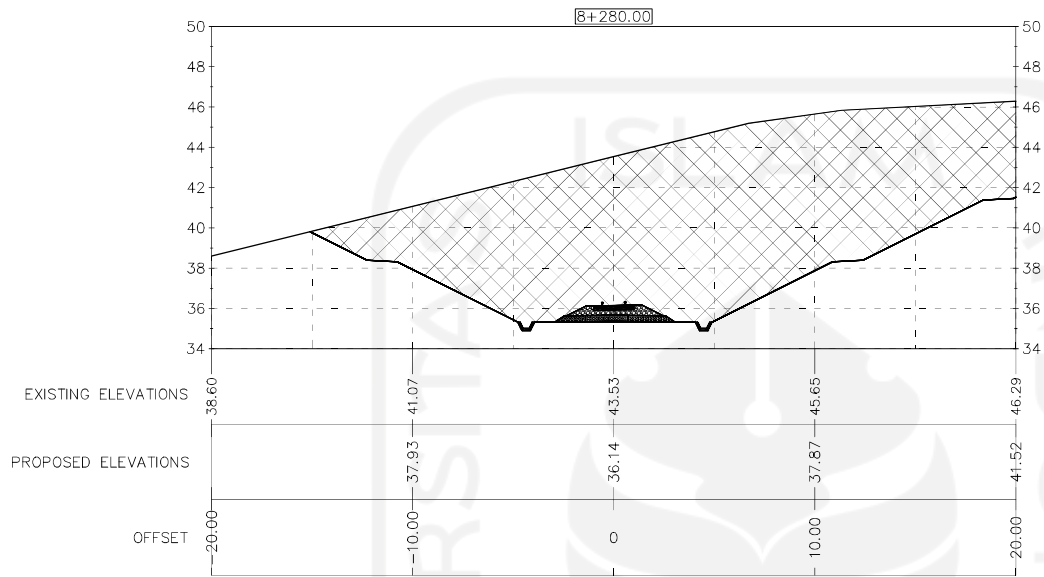
Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

66 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

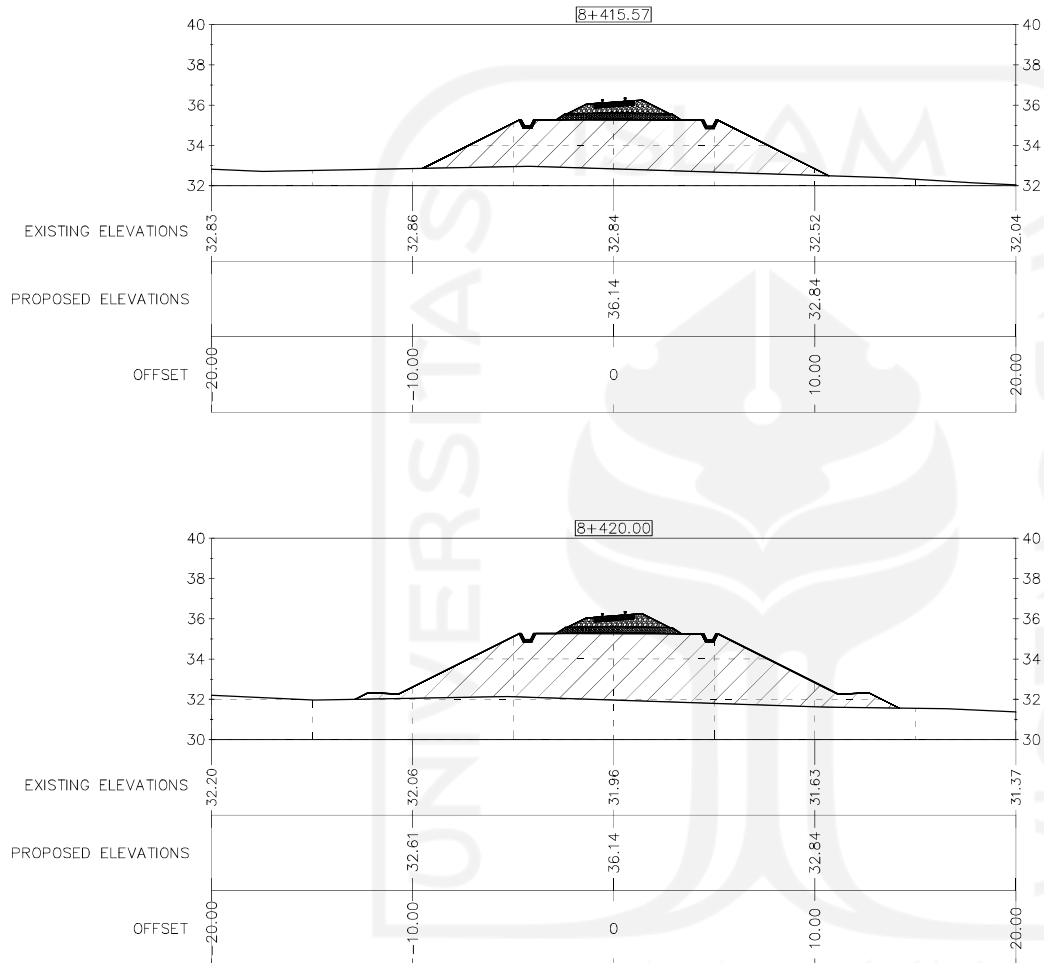
JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 79 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

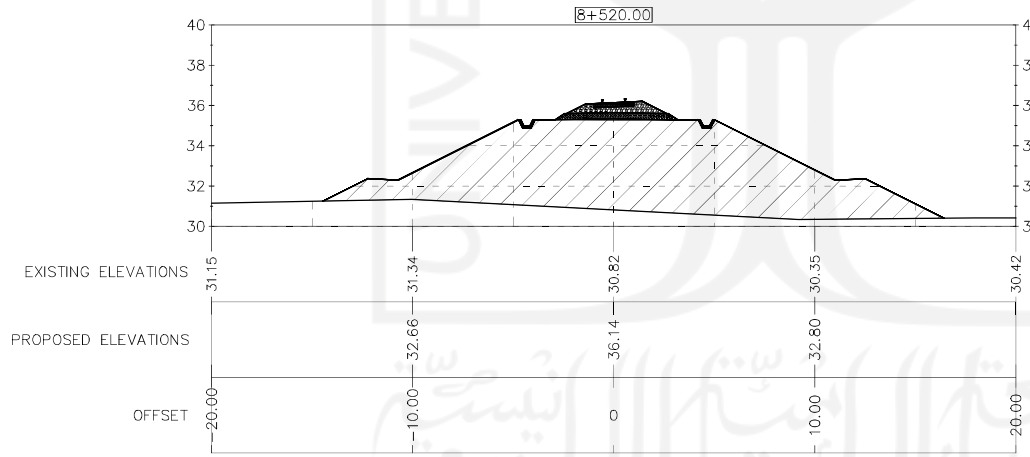
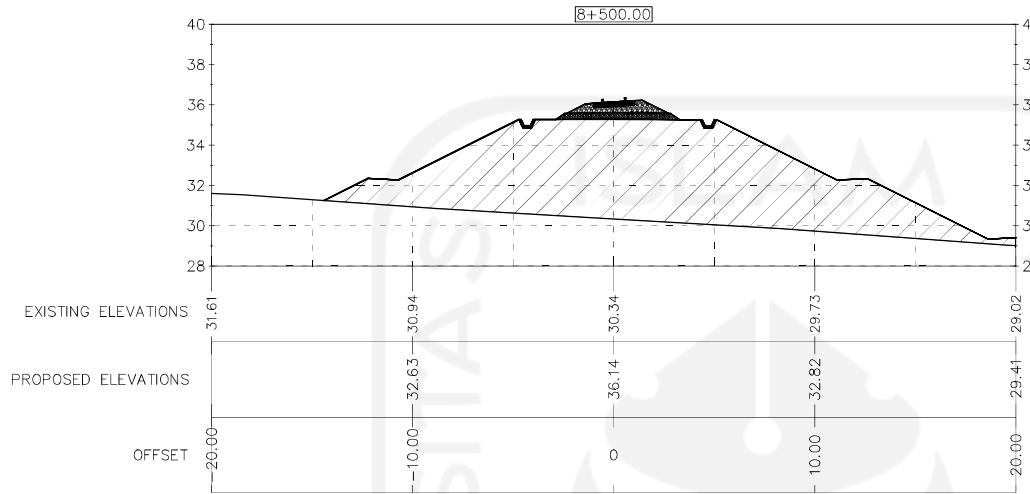
Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR

83	DARI	222
----	------	-----

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

**PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO**

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

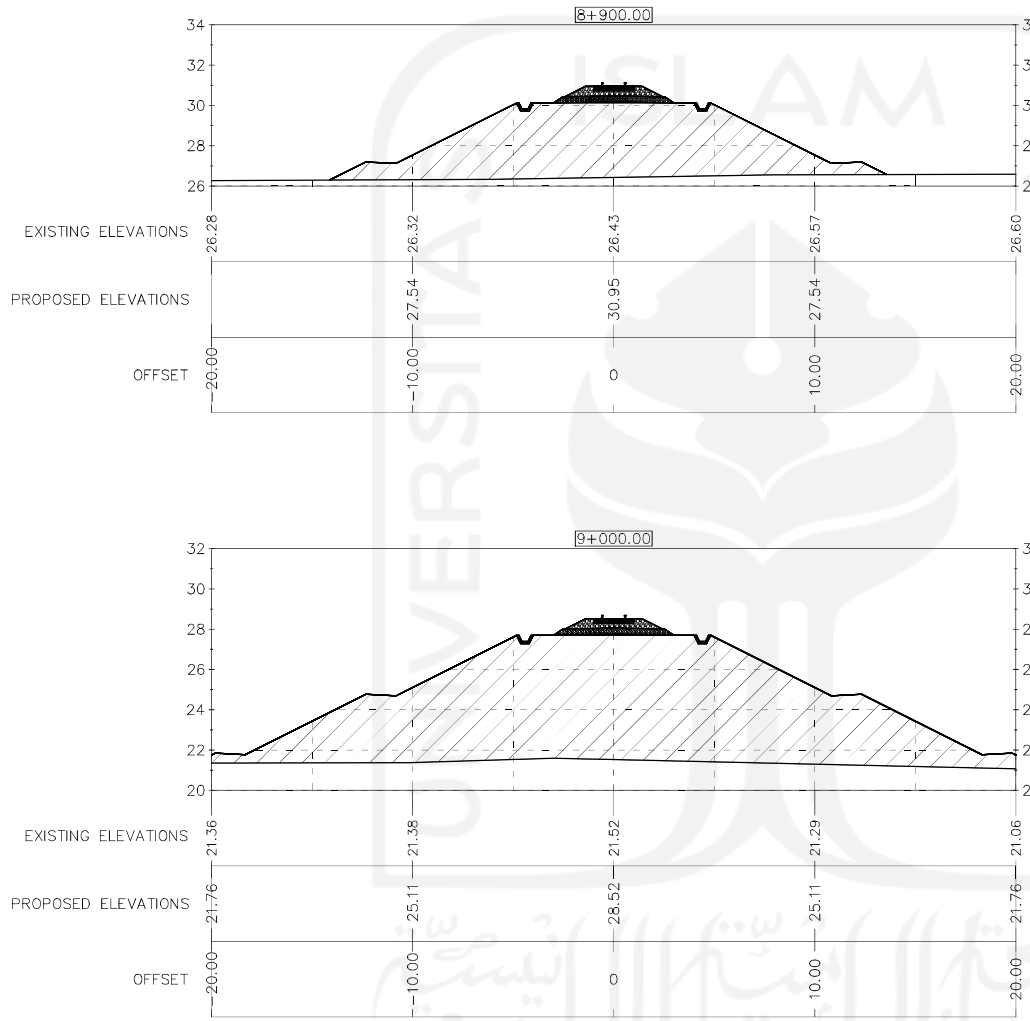
Tanggal Skala

16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

86 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

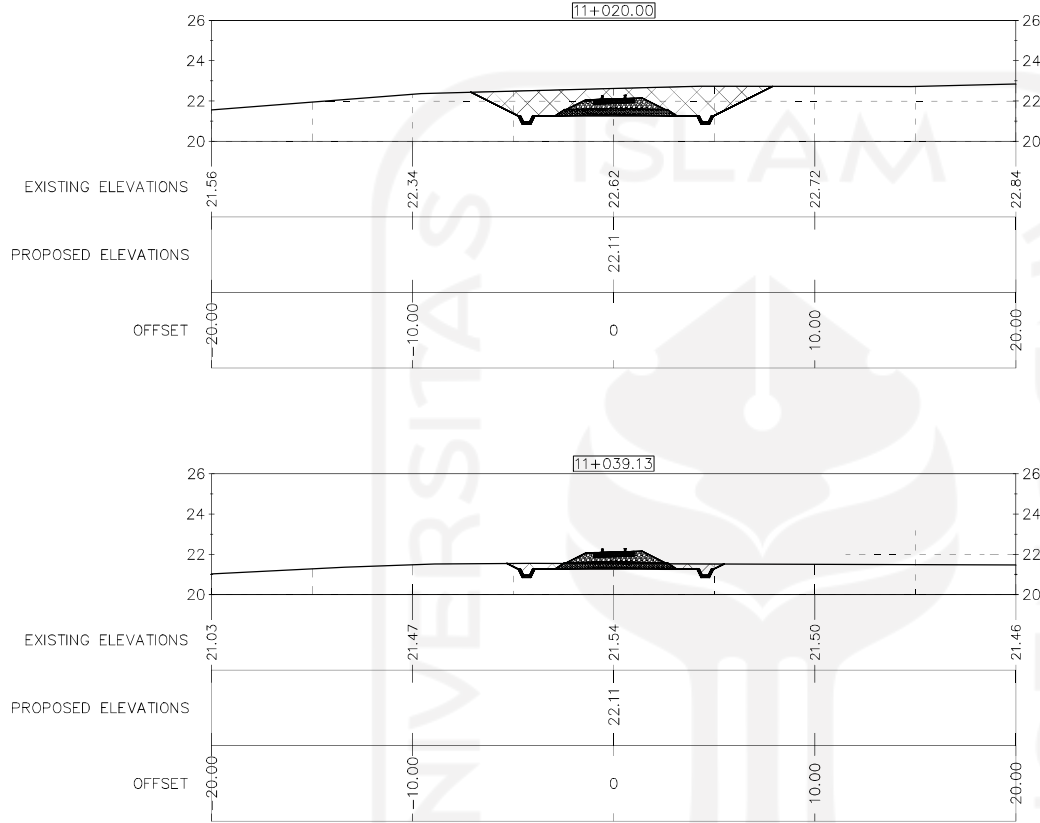
JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 90 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal Skala

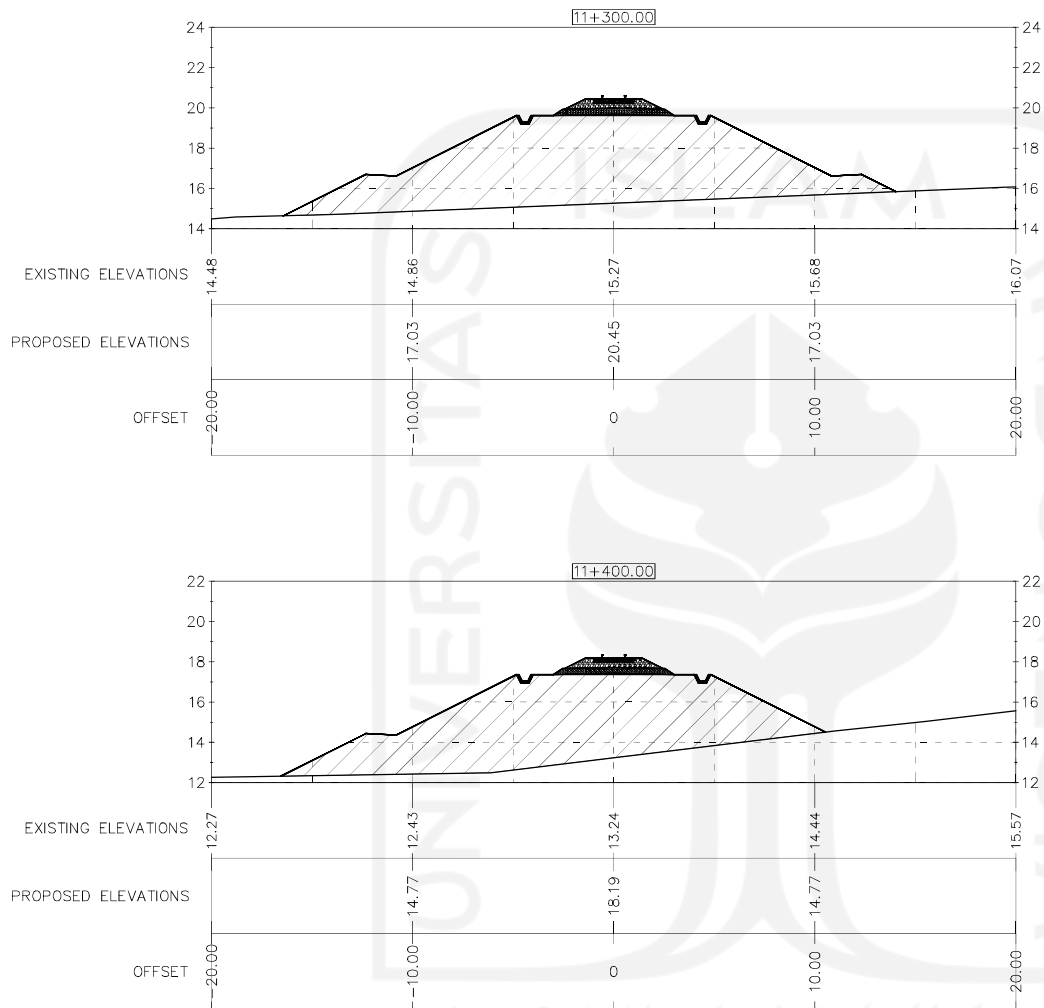
16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

104 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

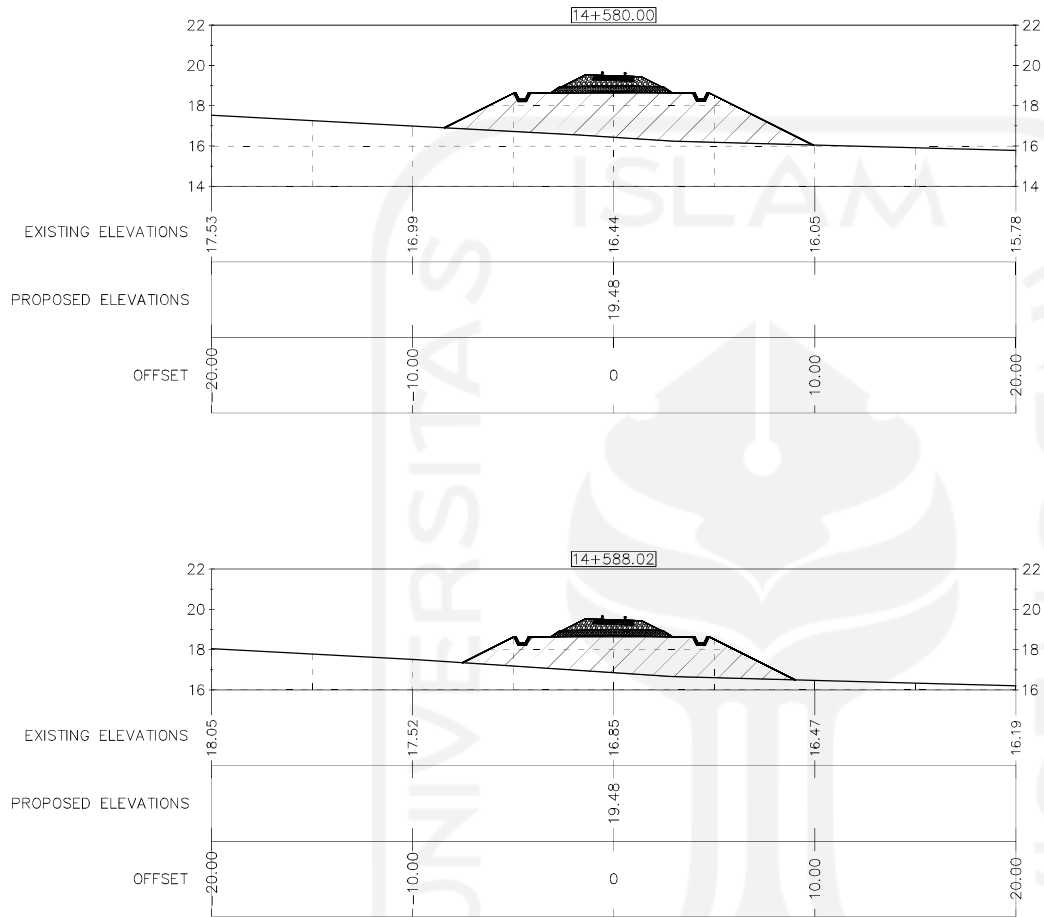
JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 110 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

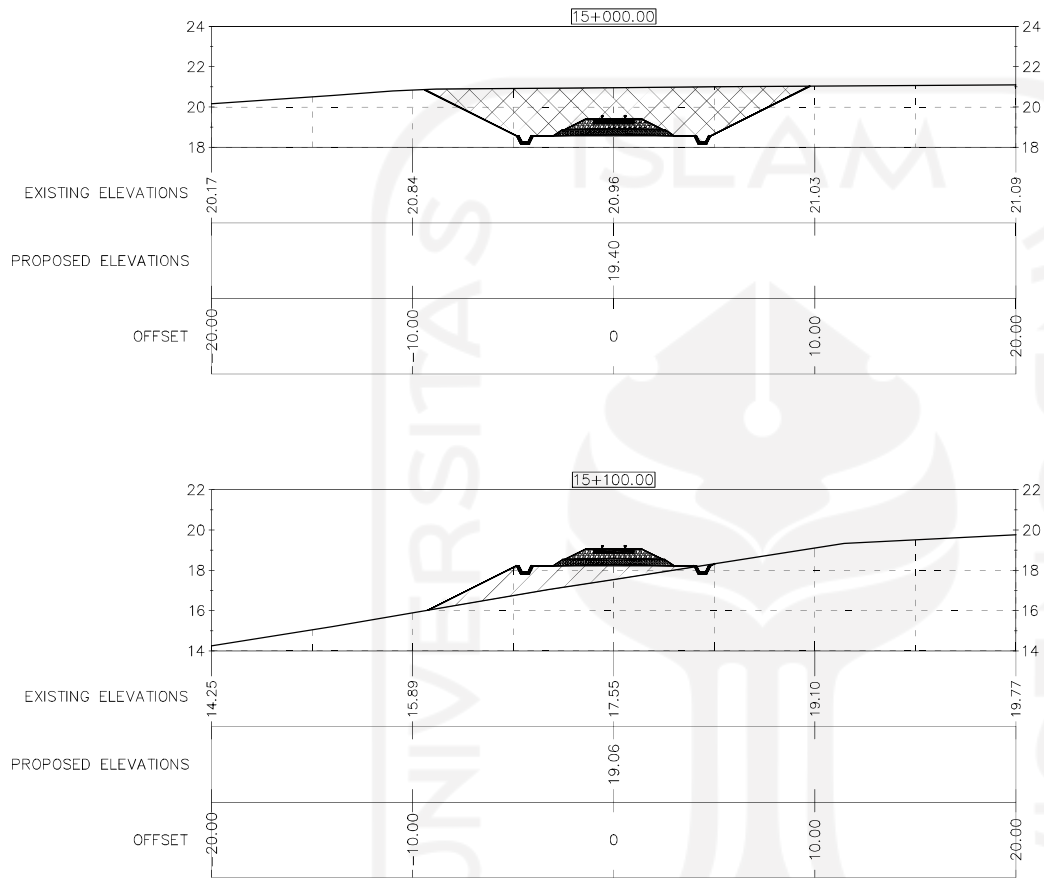
JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 132 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 الجامعة الإسلامية الإندونيسية
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal

Skala

16-Nov-20

1 : 250

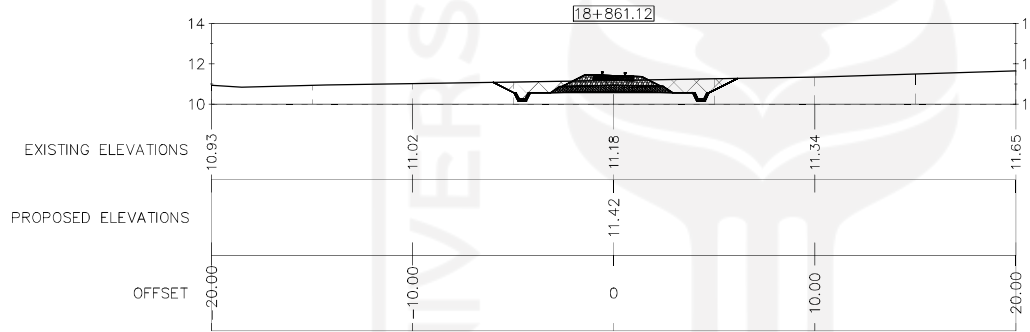
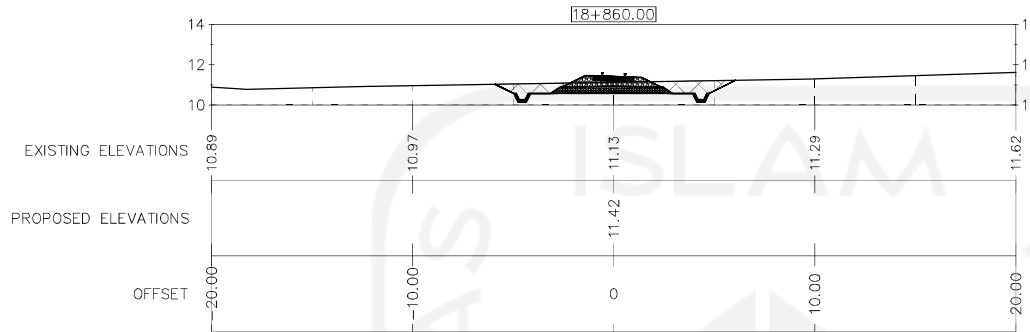
LEMBAR

140

DARI

222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

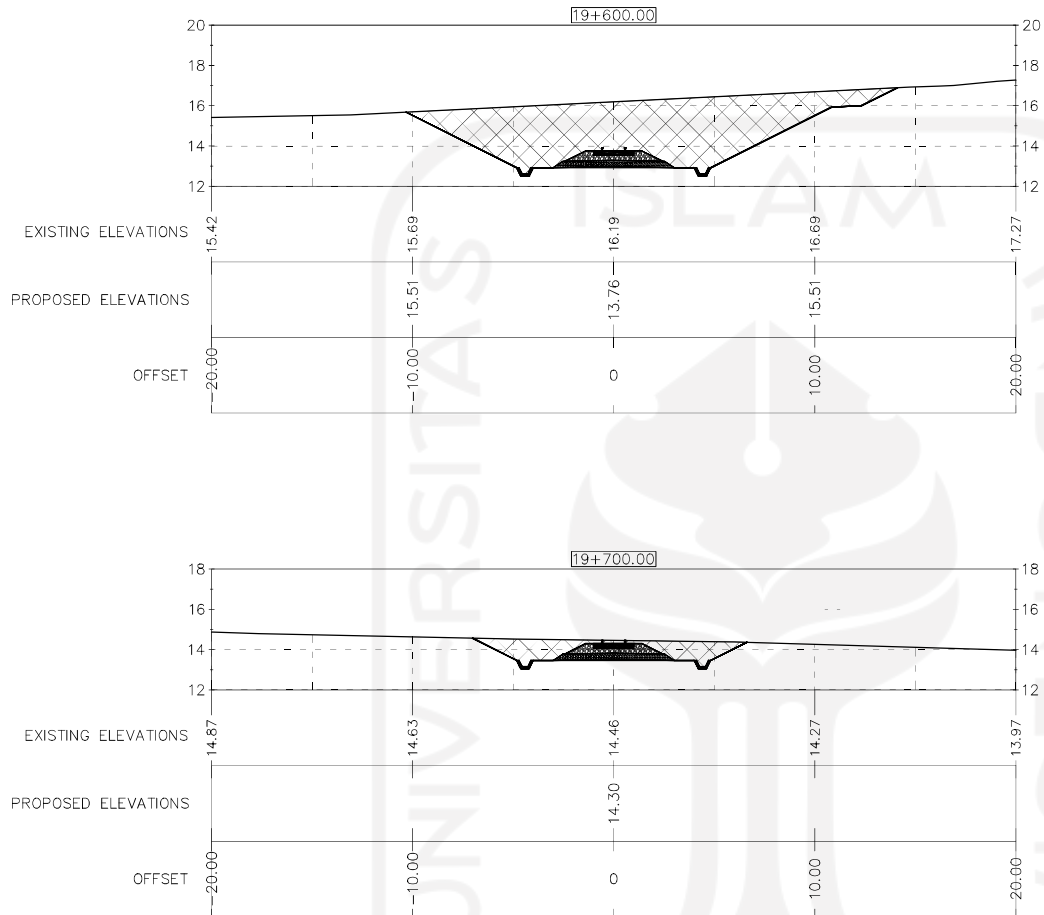
16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

162 DARI 222

KETERANGAN





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

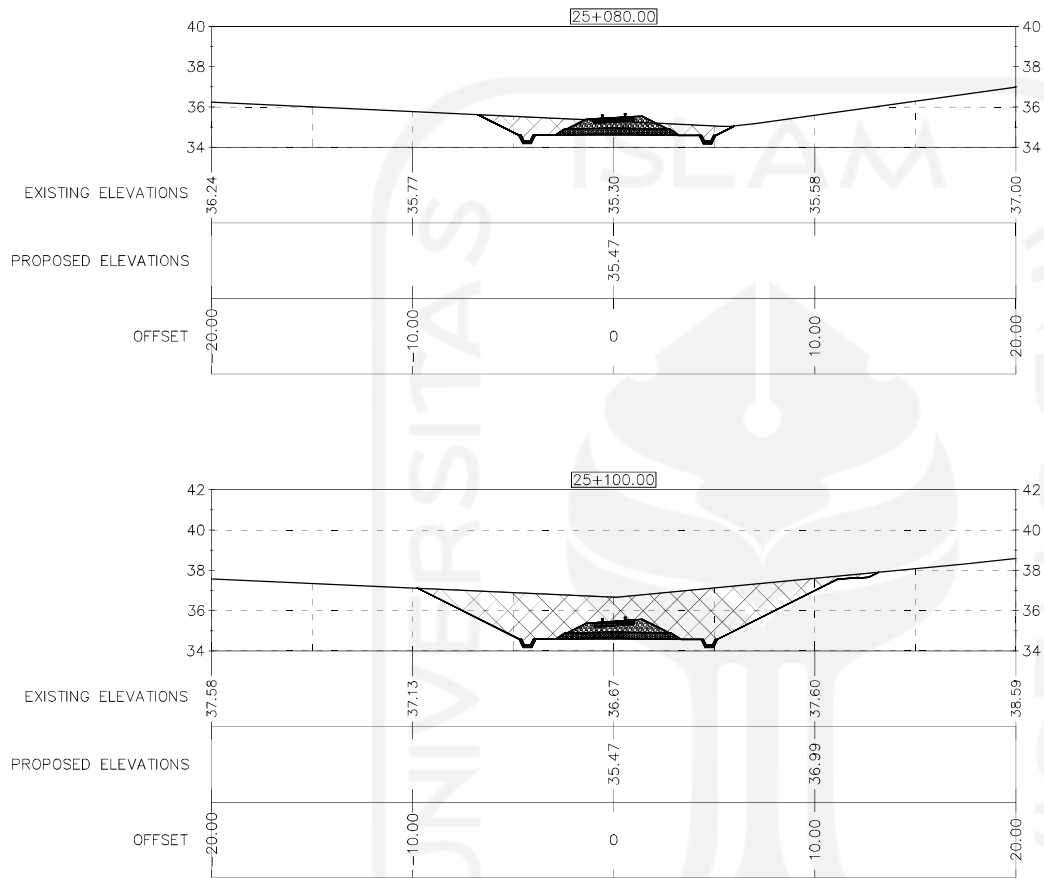
Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR

170	DARI	222
-----	------	-----

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Prodi Teknik Sipil
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Ilham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal

Skala

16-Nov-20

1 : 250

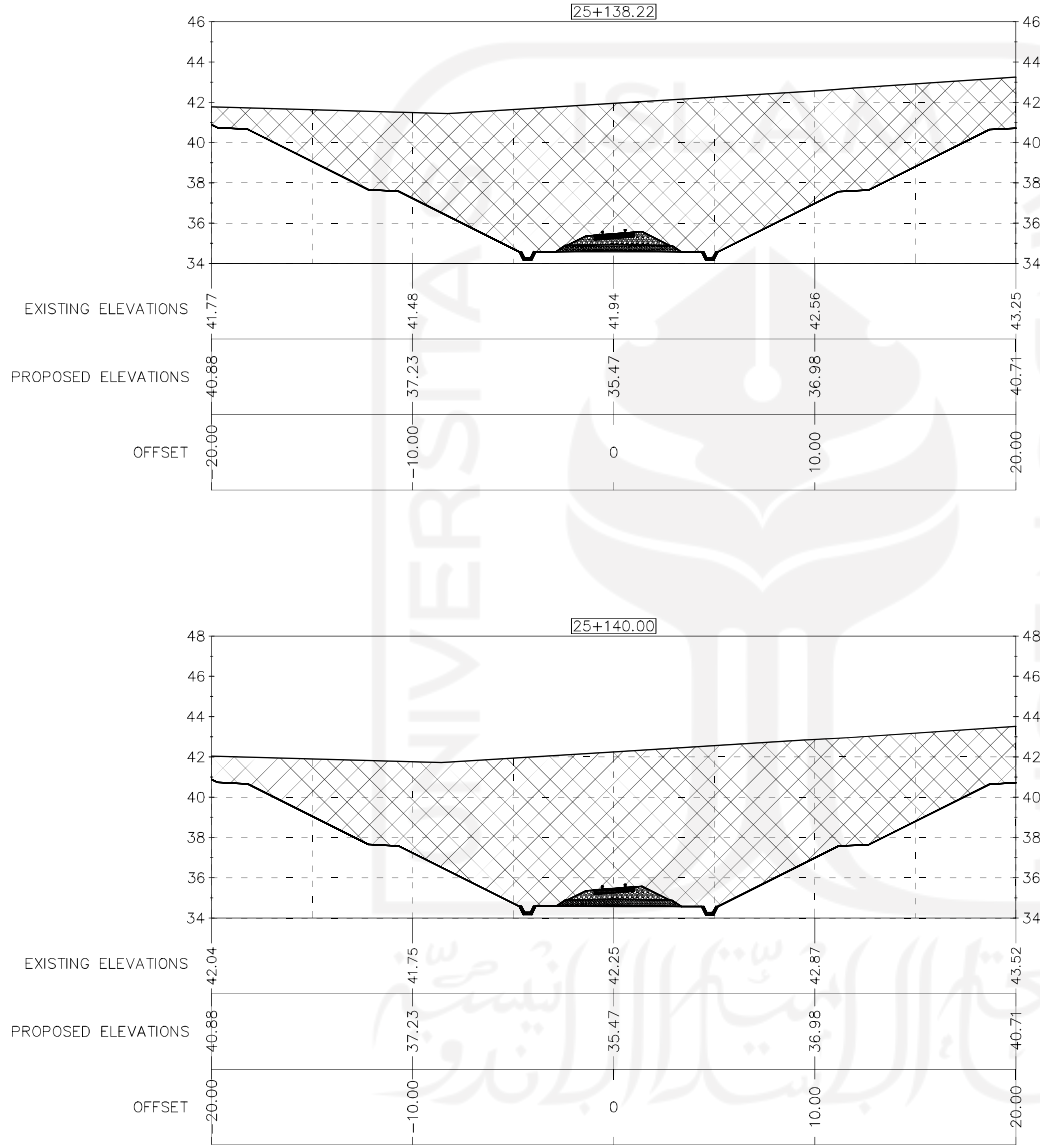
LEMBAR

201

DARI

222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL KERETA API RUTE KOTA GORONTALO - BANDARA DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

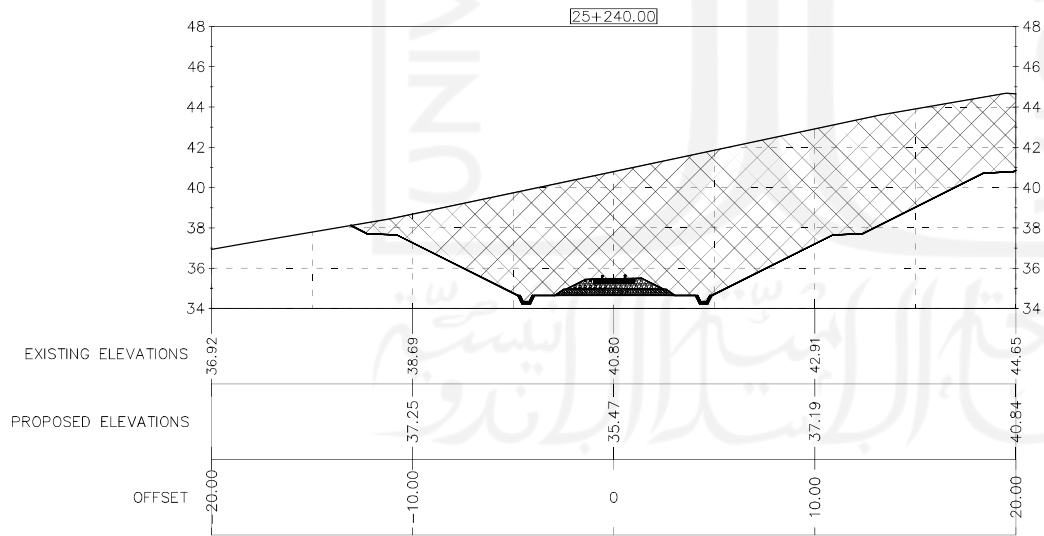
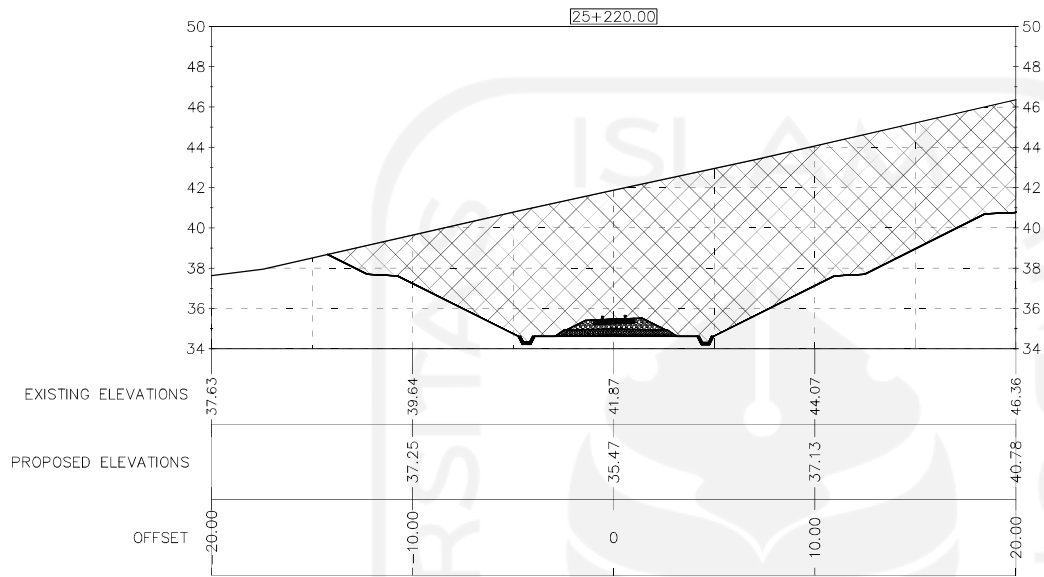
JUDUL GAMBAR

Detail Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR
 203 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

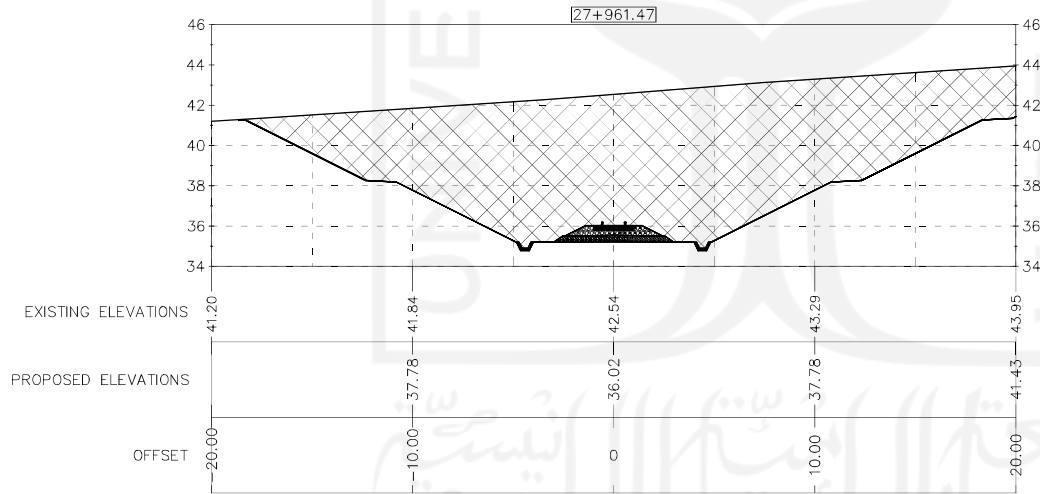
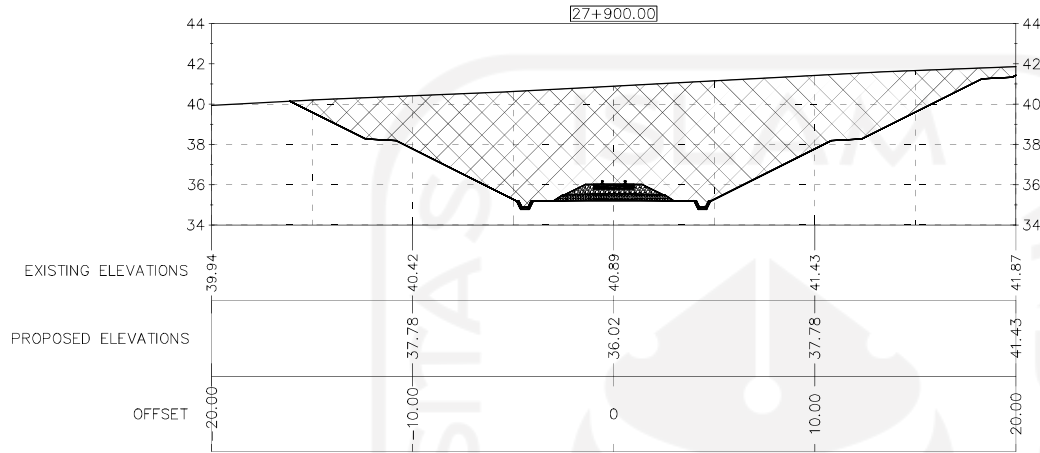
Detail
 Cross Section

Tanggal	Skala
16-Nov-20	1 : 250

LEMBAR

207 DARI 222

KETERANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 PRODI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

PROYEK :

PERENCANAAN
 GEOMETRIK JALAN REL
 KERETA API RUTE KOTA
 GORONTALO - BANDARA
 DJALALUDIN GORONTALO

Dosen Pembimbing

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PENELITI

Semester Ganjil 2020 / 2021

Try Itham Mohammad Nalole 15511144

JUDUL GAMBAR

Detail
 Cross Section

Tanggal Skala

16-Nov-20 1 : 250

LEMBAR

222 DARI 222

KETERANGAN