

PERANCANGAN JALUR REL KERETA API SIDOARJO – TULANGAN – TARIK

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Universitas Atma
Jaya Yogyakarta



Oleh:

Mario Andro Hipay (200218083 / TS)

Yehezkiel Agustianus (200218131 / TS)

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK
SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ATMA JAYA
YOGYAKARTA
2023/2024**

PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa 1 : Mario Andro Hipay

NPM : 200218083

Nama mahasiswa 2 : Yehezkiel Agustianus

NPM : 200218131

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

Perancangan Jalur Rel Kereta Api Stasiun Sidoarjo – Tulangan – Tarik adalah karya orisinal dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Kami yang bertanda tangan di bawah ini berkontribusi pada Tugas Akhir ini dengan proporsi yang sama. Demikian pernyataan ini kami buat sebagai pelengkap dokumen Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 22 Desember 2023



(Mario Andro Hipay)



(Yehezkiel Agustianus)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN JALUR REL KERETA API

SIDOARJO – TULANGAN – TARIK

Oleh:

Mario Andro Hipay

200218083

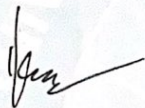
Yehezkiel Agustianus

200218131

Diperiksa oleh:

Pengampu Tiga

TAPI 2



(Dr.-Ing. Agustina Kiky
Anggraini, S.T., M. Eng.,)

NIDN: 052108860
2

Pengampu Dua

TAPI 2

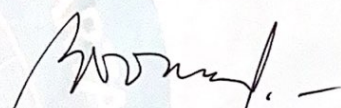


(William Wijaya S.T. M.Eng.,)

NIDN: 052903940
2

Pengampu Satu

TAPI 1



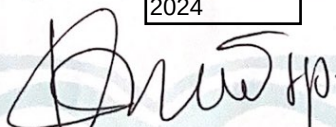
(Dr. Ir. Imam Basuki,
M.T.,)

NIDN: 050604660
1

Disetujui oleh:

Pembimbing Tugas Akhir

Yogyakarta, 23.01.....
2024



(Vienti H., S.T., M.Eng., MECRES, Ph.D.)

NIDN: 051503680
1

Disahkan oleh:

Ketua Departemen Teknik Sipil



(Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.)

NIDN: 051501590
1

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN JALUR REL KERETA API SIDOARJO - TULANGAN - TARIK



Oleh:

Mario Andro Hipay
Yehezkiel Agustianus

(200218083 / TS)
(200218131 / TS)

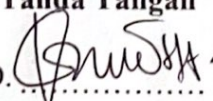
Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama

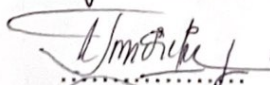
Tanda Tangan

Tanggal

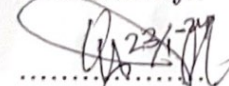
Ketua : Vienti Hadsari, S.T., M.Eng., MECRES, Ph.D.

 23.01.24

Sekretaris : Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.

 23-01-24

Anggota : Dr. Okkie Putriani, S.T., M.T., CIAR.

 23.01.24

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**PERANCANGAN JALUR REL KERETA API SIDORAJO –
TULANGAN - TARIK**

benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 23 Januari 2024

Yang membuat pernyataan

A yellow rectangular stamp with the text "10000" in large blue numbers on the left and "METRAN TEMPEL" in black text on the right. Below the stamp, the alphanumeric code "7EC09AKX775697516" is printed. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

(Mario Andro Hipay)

ABSTRAK

Perancangan jalan rel kereta api stasiun Sidoarjo – Tulangan – Tarik dilakukan dikarenakan pada KM 295 tahun 2020 RIPNAS jalur Sidoarjo – Tulangan – Tarik merupakan jalur yang disarankan untuk dilakukan reaktivasi dan peningkatan. Dikarenakan jalur rel ini diresmikan pada tahun 1880, dianggap rel kereta telah usang dan diputuskan untuk membuat jalur baru. Perancangan jalur rel diawali dengan merancang 3 alternatif, dan dilakukan pemilihan trase. Pemilihan trase menggunakan pemeringkatan yang berdasarkan bobot dari pendekatan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang menjadikan trase 2 sebagai trase terpilih. Trase 2 juga dinyatakan layak secara ekonomi dimana nilai NPV positif, BCR >1.

Sebelum dilakukan perancangan tanah, trase dibagi menjadi 7 segmen. Analisis daya dukung tanah dengan metode SPT, CPT, *Therzagi*, dan *Mayerhof*. Nilai daya dukung tanah pada semua segmen lebih kecil dibandingkan dengan total pembebanan sebesar 43,65 kN/m³, maka tanah dinyatakan aman. Selain itu stabilitas lereng timbunan dinyatakan aman setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode *Bishop*, *Janbu*, dan *Fellenius*.

Pada perhitungan nilai debit, nilai ini digunakan untuk menentukan jenis tipe *U-Ditch* yang akan digunakan. Berdasarkan perhitungan nilai debit didapatkan jenis *U-Ditch* 40x40x120 pada segmen 1 sampai segmen 5. Pada segmen 6 dan segmen 7 didapatkan jenis *U-Ditch* 40x30x120 untuk segmen 6 dan 30x30x120 untuk segmen 7. Drainase bawah tanah didapat spasi pipa pada segmen 1 sampai 7 berturut-turut adalah 0,79 m, 1,07 m, 0,95 m, 1,03 m, 1,14 m, 1,47 m, dan 0,97 m.

Kata Kunci : Perancangan, rel kereta api, daya dukung tanah, *U-Ditch*

ABSTRACT

The design of the Sidoarjo – Tulangan – Tarik railway station was carried out because in KM 295 of 2020 RIPNAS the Sidoarjo – Tulangan – Tarik route was the recommended route for reactivation and upgrading. Because this rail line was inaugurated in 1880, it was considered that the railroad was obsolete and it was decided to build a new line. Rail route design begins with designing 3 alternatives, and selecting the route. The selection of tracts uses a ranking based on weights from the Analytic Hierarchy Process (AHP) method approach which makes tract 2 the selected tract. Trace 2 is also declared economically feasible where the NPV value is positive, $BCR > 1$.

Alignment is divided into 7 segments. Analysis of soil bearing capacity using the SPT, CPT, Therzagi, and Mayerhof methods. The soil bearing capacity value in all segments is smaller than the total load of 43.65 kN/m³, so the soil is declared safe. In addition, the stability of the embankment slope was declared safe after calculations were carried out using the Bishop, Janbu and Fellenius methods.

Based on the calculation of the discharge value, the U-Ditch type is 40x40x120 in segments 1 to segment 5. In segments 6 and segment 7, the U-Ditch type is 40x30x120 for segment 6 and 30x30x120 for segment 7. Underground drainage is obtained by pipe spacing in segments 1 to 7 in rows. - respectively are 0.79 m, 1.07 m, 0.95 m, 1.03 m, 1.14 m, 1.47 m, and 0.97 m.

Keyword : Design, railway, soil bearing capacity, U-Ditch

KATA PENGANTAR

Salam dan Shalom bagi kita semua, puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Berkah dan Rahmatnya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perencanaan Infrastruktur 2 dengan baik tanpa mengalami hambatan serta dapat menyelesaikan Laporan TAPI 2 ini dengan lancar.

Dalam penulisan Laporan ini saya mengucapkan banyak Terima Kasih atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak untuk menyelesaikan Tugas Akhir Perencanaan Infrastruktur 2 untuk Syarat menyelesaikan Pendidikan S-1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Saya haturkan ucapan Terima Kasih kepada yang terhormat :

1. Ibu Vienti Hadsari, S.T., M. Eng., MECRES, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Perencanaan Infrastruktur 1 dan 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan TAPI ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., selaku Dosen Materi Tugas Akhir Perencanaan Infrastruktur 1 yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan TAPI 1 ini dengan baik.
3. Ibu Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M. Eng., selaku Dosen Materi Tugas Akhir Perencanaan Infrastruktur 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan TAPI 2 ini dengan baik.
4. Bapak William Wijaya S.T. M.Eng., selaku Dosen Materi Tugas Akhir Perencanaan Infrastruktur 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan TAPI 2 ini dengan baik.
5. Ayah, Ibu, dan beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama saya berproses mencari ilmu.
6. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Sipil yang bergabung dalam Kelas TAPI 1 dan TAPI 2 atas kerjasama yang terjalin dengan baik sampai saat ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan keterlibatan dalam laporan. Semoga laporan TAPI ini dapat bermanfaat bagi penulis dan rekan-rekan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 11 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PERANCANGAN JALUR REL KERETA API STASIUN SIDOARJO – TULANGAN – TARIK	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I	16
PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Tujuan.....	17
1.4 Metodologi	17
1.5 Dasar Hukum.....	18
BAB II.....	4
PERANCANGAN GEOMETRIK REL KERETA API STASIUN SIDOARJO – TULANGAN - TARIK.....	4
2.1 Uraian Umum	4
2.2. Geometri Jalan Rel	5
2.2.1. Lebar Jalan Rel	5
2.2.2. Lengkung Vertikal	5
2.2.3. Lengkung Horizontal	6
2.2.4. Pelebaran Jalan Rel.....	7
2.2.5. Peninggian Rel.....	7
2.2.6. Kelandaian	9
2.2.7. Rel.....	10
2.3 Metode Pengumpulan Data Perencanaan Jalur Rel KA.....	14

2.4 Perencanaan Trase	16
2.5 Pemilihan Trase Menggunakan Metode <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	21
2.6 Analisis Kelayakan Pembangunan Jalur KA.....	23
2.6.1 Biaya Pembangunan dan Pengadaan Sarana Perkeretaapian.....	27
2.6.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan Prasarana.....	31
2.6.3 Perhitungan Manfaat Pembangunan Jalan Rel KA.....	35
2.6.4 Analisis Ekonomi dan Finansial	37
BAB III	39
PERANCANGAN GEOTEK JALAN REL KERETA API SIDORAJO – TULANGAN - TARIK	39
3.1 Uraian Umum	39
3.2. Klasifikasi Tanah.....	40
3.3. Daya Dukung Tanah.....	41
3.4. Penurunan Tanah	47
3.5. Stabilitas Lereng.....	49
3.5.1. Hitungan Empiris Stabilitas Lereng.....	50
3.5.2. <i>Geostudio</i>	56
BAB IV	60
PERANCANGAN DRAINASE JALAN REL KERETA API STASIUN SIDOARJO – TULANGAN – TARIK	60
4.1 Uraian Umum	60
4.2 Luas Delineasi Area Tangkapan Air	60
4.3 Koefisien Limpasan.....	61
4.4 Periode Ulang Hujan	62
4.5 Intensitas Hujan	63
4.6 Debit Hujan	64
4.7 <i>U-Ditch</i>	65
4.8 Drainase Bawah Permukaan.....	67
BAB V.....	70
PENUTUP.....	70
5.1. Kesimpulan.....	70
5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal	5
Tabel 2. 2 Jari - Jari Minimum Yang Diiijinkan	6
Tabel 2. 3 Pelebaran Jalan Rel Untuk Lebar 1067 mm.....	7
Tabel 2.4 Peninggian Rel 1067 mm.....	8
Tabel 2. 5. Pengelompokan Lintas Berdasarkan Kelandaian	9
Tabel 2.6 Landai Penentu Maksimum	10
Tabel 2. 7 Kelas Jalan dan Tipe Relnya	10
Tabel 2. 8 Karakteristik Penampang Rel.....	11
Tabel 2. 9. Panjang Minimal Rel Panjang.....	12
Tabel 2. 10 Panjang Daerah Muai.....	14
Tabel 2. 11 Kriteria Yang di Tawarkan	15
Tabel 2. 12 Tabel Alternatif Trase	16
Tabel 2. 13 Perhitungan Aliyemen Vertikal Alternatif 1	17
Tabel 2. 14 Perhitungan Aliyemen Horizontal Alternatif 1	18
Tabel 2. 15 Perhitungan Aliyemen Horizontal Alternatif 2	19
Tabel 2. 16 Perhitungan Aliyemen Vertikal Alternatif 2	19
Tabel 2. 17 Perhitungan Aliyemen Vertikal Alternatif 3	21
Tabel 2. 18 Perhitungan Aliyemen Horizontal Alternatif 3	21
Tabel 2. 19 Perhitungan Bobot Kriteria dan Variabel Kriteria Metode AHP	22
Tabel 2. 20 Hasil Pemeringkatan Alternatif Trase	23
Tabel 2. 21 Komponen Biaya dan Manfaat Kelayakan Ekonomi dan Finansial ..	25
Tabel 2. 22 Biaya Pengadaan Lahan Jalur KA Sidoarjo – Tulangan – Tarik	28
Tabel 2. 23 Biaya Pembangunan Prasarana Perkeretaapian	29
Tabel 2. 24 Estimasi Biaya Pengadaan Sarana Kereta Api.....	29
Tabel 2. 25 Perkiraan Anggaran Biaya Persiapan dan Manajemen	31
Tabel 2. 26 Estimasi Biaya Operasi Prasarana Perkeretaapian.....	33
Tabel 2. 27 Estimasi Biaya Perawatan Prasarana Perkeretaapian.....	34
Tabel 2. 28 Biaya Operasi dan Pemeliharaan sarana Kereta Api per Lintas	35
Tabel 2. 29 Perhitungan Pendapatan.....	37
Tabel 2. 30 Indikator Kelayakan Ekonomi Perencanaan Jalur Kereta Api.....	37
Tabel 3. 1 Korelasi Nilai Friction Ratio dan Jenis Tanah	40
Tabel 3. 2 Klasifikasi Tanah Segmen 1	41
Tabel 3. 3 Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah dan Pembebanan	46
Tabel 3. 4 Penurunan di Setiap Segmen.....	49
Tabel 3. 5 Tinjauan Lereng	51
Tabel 3. 6 Tinjauan Timbunan	52
Tabel 3. 7 Tinjauan Timbunan	54
Tabel 3. 8 Tinjauan Lereng	55
Tabel 3. 9 Perbandingan Nilai Fk	58
Tabel 4. 1 Luas Delineasi Area Tangkapan Air.....	61
Tabel 4. 2 Koefisien Limpasan	61
Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Tertinggi Tahun 2012 - 2022	62
Tabel 4. 4 Jenis Sebaran.....	63

Tabel 4. 5 Nilai Debit.....	65
Tabel 4. 6 Tabel Tipe dan Ukuran U-Ditch	66
Tabel 4. 7 Dimensi Drainase.....	67
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Jarak dan Kebutuhan Pipa.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Trase 1 Jalur Rel KA	17
Gambar 2. 2 Trase 2 Jaliur rel KA	18
Gambar 2. 3 Trase 3 Jalur Rel KA	20
Gambar 3. 1 Jenis Keruntuhan	50
Gambar 3. 2 Gaya yang Bekerja pada Metode Janbu	53
Gambar 3. 3 Lereng dengan Busur Lingkaran pada bidang longsor	55
Gambar 3. 4 Metode Bishop Pada Lereng	56
Gambar 3. 5 Metode Fellenius Pada Lereng.....	56
Gambar 3. 6 Metode Bishop Pada Timbunan	57
Gambar 3. 7 Metode Janbu Pada Timbunan	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	74
Lampiran 2	75
Lampiran 3	76
Lampiran 4	77
Lampiran 5	78
Lampiran 6	78
Lampiran 7	78
Lampiran 8	78
Lampiran 9	78
Lampiran 10	78
Lampiran 11	78
Lampiran 12	78
Lampiran 13	78
Lampiran 14	78
Lampiran 15	78
Lampiran 16	78
Lampiran 17	78
Lampiran 18	78
Lampiran 19	78
Lampiran 20	78
Lampiran 21	78
Lampiran 22	78
Lampiran 23	78
Lampiran 24	78
Lampiran 25	78
Lampiran 26	78
Lampiran 27	78
Lampiran 28	78
Lampiran 29	78
Lampiran 30	78
Lampiran 31	78
Lampiran 32	78
Lampiran 33	78
Lampiran 34	78
Lampiran 35	78
Lampiran 36	78
Lampiran 37	78
Lampiran 38	78
Lampiran 39	78
Lampiran 40	78
Lampiran 41	78
Lampiran 42	78
Lampiran 43	78
Lampiran 44	78
Lampiran 45	78

Lampiran 46	78
Lampiran 47	78
Lampiran 48	78
Lampiran 49	78
Lampiran 50	78