

**PERANCANGAN JALAN REL KERETA API KORIDOR
REMBANG - LASEM**

Laporan Tugas Akhir

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



Oleh:

Aditya Bhagaskara Sugito (180217273)

David Wibisono (200217964)

Januar Tri Utomo (200218001)

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

ABSTRAK

Peningkatan pertumbuhan ekonomi yang terjadi di Kabupaten Rembang membuat banyaknya kendaraan yang beroperasi serta mengakibatkan peningkatan jumlah pergerakan. Diperlukan alternatif moda transportasi massal yang efektif dan ekonomis untuk mengatasi hal tersebut. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 296 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP 2128 Tahun 2018 Tentang Rencana Induk Perkeretaapian Nasional pada halaman 50 poin (h) dijelaskan bahwa reaktivasi dan peningkatan jalur rel kereta api jalur Semarang-Demak-Kudus-Pati-Juwana-Rembang-Lasem-Jatirogo-Bojonegoro. Jalur rel koridor Rembang-Lasem merupakan bagian dari reaktivasi jalan rel kereta api nonaktif. Jalur rel eksisting yang menghubungkan Kota Rembang dan Kecamatan Lasem telah beralih fungsi dan sebagian besar telah menjadi jalan raya umum untuk masyarakat setempat. Oleh sebab itu, direncanakan 3 alternatif trase baru yang akan menjadi perencanaan jalur rel yang menghubungkan Rembang dan Lasem, lalu dipilih salah satu trase yang kemudian dilakukan analisis kelayakan ekonomi dan finansial, daya dukung tanah, penurunan, stabilitas lereng, dan dimensi saluran drainase. Melalui beberapa proses dan tahapan AHP maka terpilihlah salah satu trase alternatif trase yang memiliki panjang 10,275 km, kecepatan maksimum 120 km/jam, dan klasifikasi kelas jalan rel 1. Perhitungan perencanaan tersebut didasarkan pada ketentuan PM No. 60 tahun 2012 dan PD PJK No. 10 tahun 1986. Dengan terpilihnya Alternatif Trase 1, kemudian dilakukan analisis kelayakan ekonomi dengan hasil dari 2 skenario yang ditinjau dari kriteria penilaian kelayakan ekonomi dengan metode *Payback Periode Analysis*, *Benefit Cost Ratio*, *Net Present Value*, dan *Internal Rate of Return* didapat hasil yang layak dan dapat dilaksanakan. Sebelum melanjutkan perhitungan analisis daya dukung tanah, penurunan, stabilitas lereng, dan dimensi saluran drainase dilakukan pembagian segmen untuk mempermudah perhitungan, segmen dibagi menjadi 4 dengan panjang masing-masing segmen 2200 meter, 2800 meter, 2500 meter, dan 2775,83 meter. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada keempat segmen didapat nilai terendah sebesar 52,189 kN/m² yang tentunya dapat menahan beban sebesar 34,349 kN/m². Dengan hasil tersebut maka didapat nilai penurunan total terbesar yaitu 1,799 meter. Hasil analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode Janbu dan Bishop serta penggunaan aplikasi Geoslope didapat nilai $F > 1,5$ yang dapat dikatakan aman terhadap kelongsoran. Kemudian untuk hasil analisis dimensi saluran drainase dengan kala ulang 10 tahun, digunakan jenis saluran U-Ditch dengan dimensi 400x500x1200 milimeter pada perencanaan saluran terbuka dan untuk perencanaan drainase saluran bawah tanah diperoleh pada kedalaman 2,75 m dari struktur bawah jalan rel. Melalui perhitungan dengan persamaan Hooghoudt diperoleh jarak antar pipa pada segmen 1 sebesar 1 m, segmen 2 sebesar 0,92 m, segmen 3 sebesar 0,9 m, dan segmen 4 sebesar 0,96 m.

Kata Kunci: Reaktivasi; Perancangan Jalur Rel; Rembang; Lasem; Kelayakan Ekonomi dan Finansial; Daya Dukung Tanah; Penurunan; Stabilitas Lereng; Saluran Drainase

ABSTRACT

The increase in economic growth that occurred in Rembang Regency made many vehicles operate and resulted in an increase in the number of movements. An effective and economical alternative mode of mass transportation is needed to overcome this. Based on the Regulation of the Minister of Transportation of the Republic of Indonesia Number KM 296 of 2020 concerning Amendments to the Decree of the Minister of Transportation of the Republic of Indonesia Number KP 2128 of 2018 concerning the National Railway Master Plan on page 50 point (h) it is explained that the reactivation and improvement of the Semarang-Demak-Kudus-Pati-Juwana-Rembang-Lasem-Jatirogo-Bojonegoro railway line. The Rembang-Lasem corridor rail line is part of the reactivation of the inactive railway road. The existing rail line connecting Rembang City and Lasem District has been repurposed and most of it has become a public highway for the local community. Therefore, 3 new alternative routes are planned which will be the planning of the rail line connecting Rembang and Lasem, then one of the routes is selected which is then carried out an analysis of economic feasibility, soil carrying capacity, decline, slope stability, and dimensions of drainage channels. Through several processes and stages of AHP, one alternative route was chosen which has a length of 10.275 km, a maximum speed of 120 km / hour, and a classification of rail road class 1. The planning calculation is based on the provisions of PM No. 60 of 2012 and PD PJK A No. 10 of 1986. With the selection of Trase Alternative 1, then an economic feasibility analysis was carried out with the results of 2 scenarios reviewed from the economic feasibility assessment criteria using the Payback Period Analysis method, Benefit Cost Ratio, Net Present Value, and Internal Rate of Return obtained feasible and implementable results. Before continuing the calculation of soil carrying capacity analysis, subsidence, slope stability, and dimensions of drainage channels, segment divisions were carried out to facilitate calculation, segments were divided into 4 with segments of 2200 meters, 2800 meters, 2500 meters, and 2775.83 meters respectively. From the results of the analysis of soil carrying capacity in the four segments, the lowest value was obtained at 52.189 kN/m² which of course can withstand a load of 34.349 kN/m². With these results, the largest total decrease value of 1,799 meters was obtained. The results of slope stability analysis using the Janbu and Bishop methods and the use of Geoslope applications obtained an $F > 1.5$ value which can be said to be safe against landslides. Then for the results of dimensional analysis of drainage channels with a 10-year birthday, the U-Ditch channel type with dimensions of 400x500x1200 millimeters was used in open channel planning and for underground channel drainage planning obtained at a depth of 2.75 m from the structure under the rail road. Through calculations with the Hooghoudt equation, the distance between pipes in segment 1 is 1 m, segment 2 is 0.92 m, segment 3 is 0.9 m, and segment 4 is 0.96 m.

Keywords: Reactivation; Rail Line Design; Rembang; Lasem; Economic and Finance Feasibility; Soil Carrying Capacity; Decline; Slope Stability; Drainage Channel

PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa 1 : Aditya Bhagaskara Sugito

NPM : 180217273

Nama mahasiswa 2 : David Wibisono

NPM : 200217964

Nama mahasiswa 3 : Januar Tri Utomo

NPM : 200218001

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

Perancangan Jalan Rel Koridor Rembang – Lasem 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, 15 Januari 2024



PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

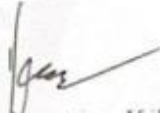
PERANCANGAN JALAN REL KERETA API KORIDOR REMBANG – LASEM

Oleh:

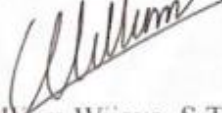
Aditya Bhagaskara Sugito 180217273
David Wibisono 200217964
Januar Tri Utomo 200218001

Diperiksa Oleh:

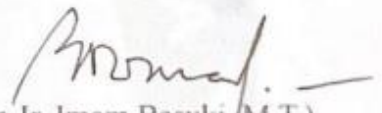
Pengampu Tiga
TAPI 2


(Dr. -Ing. Agustina Kiky A.,
S.T., M.Eng.)
NIDN: 0521088602

Pengampu Dua
TAPI 2

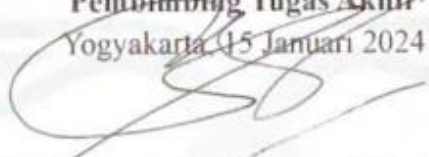

(Wilham Wijaya, S.T.,
M.Eng.)
NIDN: 0529039402

Pengampu Satu
TAPI 1


(Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.)
NIDN: 0506046601

Disetujui oleh:

Pembimbing Tugas Akhir
Yogyakarta, 15 Januari 2024


(Dr. Ir. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.)
NIDN: 0515036801

Disahkan oleh:

Ketua Departemen Teknik Sipil


(Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.)
NIDN: 0515015901

PENGESAHAN


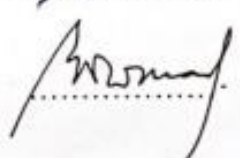
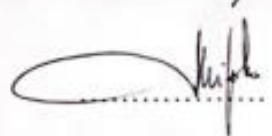
Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN JALAN REL KERETA API KORIDOR REMBANG – LASEM

Oleh:

		
Aditya Bhagaskara Sugito 180217273	David Wibisono 200217964	Januar Tri Utomo 200218001

Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Dr. Ir. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.		15/01/24
Sekretaris : Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.		15/1/2024.
Anggota : Dr. Ir. J. Dwijoko Ansusanto, M.T.		15-1-2024

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Berkat dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur dengan judul “Perancangan Jalan Rel Kereta Api Koridor Rembang – Lasem”. Tugas Akhir ini tentu tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dan masukan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T. selaku dosen pengampu dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur 1.
2. Ibu Dr. Ir. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kelompok kami dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur.
3. Ibu Dr. -Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng. selaku dosen pengampu dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur 2.
4. Bapak William Wijaya, S.T., M.Eng. selaku dosen pengampu dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur 2.
5. Alan Mikha Wijaya selaku asisten dosen pengampu dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur 1.
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan penuh kepada kami.
7. Vania Aldora Sukiyanto yang telah memberikan dukungan penuh kepada Januar Tri Utomo.
8. Seluruh teman seperjuangan dalam Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur Kelas E.
9. Kelompok 6 yang telah menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini.

Kami menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini masih jauh dari sempurna. Kami berharap agar Laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini dapat berguna bagi seluruh pihak.

Yogyakarta, 15 Januari 2024



Kelompok E6

DAFTAR ISI

JUDUL	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api.....	5
2.2. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rembang	5
2.3. Penetapan Trase Jalur Kereta Api.....	5
2.4. Perancangan Teknis Jalan Rel Kereta Api.....	6
2.4.1. Ketentuan Umum	6
2.4.2. Kecepatan.....	7
2.4.3. Beban Gandar.....	8

2.4.4.	Kelas Jalan Rel.....	8
2.4.5.	Ruang Bebas dan Ruang Bangun.....	9
2.5.	Geometri Jalan Rel.....	12
2.5.1.	Lengkung Horisontal.....	12
2.5.2.	Lengkung Peralihan.....	15
2.5.3.	Pelebaran Sepur.....	16
2.5.4.	Peninggian Rel.....	16
2.5.5.	Kelandaian.....	18
2.5.6.	Lengkung Vertikal.....	18
2.5.7.	Penampang Melintang.....	19
2.6.	Pondasi Dangkal.....	21
2.7.	Analisis Daya Dukung Tanah.....	21
2.7.1.	Analisis Daya Dukung metode Schmertmann (1978).....	22
2.7.2.	Analisis Daya Dukung metode Meyerhof (1956).....	23
2.7.3.	Analisis Daya Dukung Tanah metode Terzaghi.....	23
2.7.4.	Analisis Daya Dukung metode Hansen.....	25
2.8.	Penurunan Segera (Si).....	27
2.9.	Penurunan konsolidasi (Sc).....	28
2.10.	Stabilitas Lereng.....	30
2.10.1.	Metode Irisan (<i>Method of Slice</i>).....	31
2.10.2.	Metode Bishop.....	32
2.10.3.	Metode Janbu.....	33
2.11.	Distribusi Curah Hujan.....	34
2.12.	Analisa Frekuensi.....	34
2.13.	Distribusi Probabilitas.....	35

2.14.	Distribusi Log Pearson III.....	36
2.15.	Uji Kecocokan Distribusi.....	39
2.15.1.	Uji Chi-Kuadrat.....	39
2.15.2.	Uji Smirnov-Kolmogorov	41
2.16.	Koefisien Limpasan	42
2.17.	Intensitas Hujan	43
2.18.	Debit Banjir Rencana.....	43
2.19.	Dimensi Saluran Terbuka.....	44
2.20.	Drainase Saluran Bawah Tanah	44
2.20.1.	Konduktivitas Hidrolik.....	45
2.20.2.	Laju Infiltrasi	46
BAB III	METODOLOGI	47
3.1.	Jenis Penelitian	47
3.2.	Langkah-Langkah Penelitian.....	47
3.3.	Lokasi Penelitian	48
3.4.	Pengumpulan Data.....	48
3.5.	Peralatan Penelitian	49
3.6.	Analisis Data	49
3.6.1.	Penentuan Trase Jalan Rel Kereta Api	49
3.6.2.	Perancangan Geometri Jalan Rel Kereta Api.....	50
3.6.3.	Program Aplikasi <i>Google Earth</i>	50
3.6.4.	Program Aplikasi <i>Global Mapper</i>	50
3.6.5.	Program Aplikasi AutoCAD Civil 3D.....	50
3.6.6.	Program Aplikasi <i>Microsoft Excel</i>	51
3.6.7.	Program Aplikasi Autodesk AutoCAD	51

BAB IV PERANCANGAN JALAN REL	52
4.1. Perancangan Geometri Jalan Rel.....	52
4.2. Pembuatan Peta Topografi dan Elevasi Tanah.....	52
4.3. Kecepatan Rencana	58
4.4. Alinyemen Horisontal	58
4.4.1. Alinyemen Horizpntal Alternatif Trase 1	58
4.4.2. Alinyemen Horisontal Alternatif Trase 2	67
4.4.3. Alinyemen Horisontal Alternatif Trase 3	81
4.5. Alinyemen Vertikal.....	89
4.5.1. Alinyemen Vertikal Alternatif Trase 1	89
4.5.2. Alinyemen Vertikal Alternatif Trase 2	91
4.5.3. Alinyemen Vertikal Alternatif Trase 3	94
4.6. Volume Galian dan Timbunan	97
4.7. Penampang Melintang	97
4.8. Kajian Trase Jalan Rel.....	98
4.8.1. Kriteria Teknis.....	99
4.8.2. Kriteria Integrasi Jaringan.....	99
4.8.3. Kriteria Hukum atau Kesesuaian Rencana Pengembangan	101
4.8.4. Kriteria Sosial.....	102
4.8.5. Kriteria Keuangan	103
4.9. Penilaian Kinerja Tiap Kriteria dan Variabel	104
4.9.1. Rasio Konsistensi	108
4.9.2. Penentuan Bobot Tiap Variabel	108
4.9.3. Kesimpulan Penilaian dan Pemilihan Trase Alternatif	113
BAB V ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI.....	114

5.1.	Kelayakan Ekonomi dan Finansial.....	114
5.2.	Indeks Kemahalan Konstruksi.....	115
5.3.	Perhitungan Biaya Pembangunan Jalan Rel Kereta Api.....	116
5.4.	Perhitungan Biaya Pembangunan Stasiun Kereta Api	118
5.5.	Perhitungan Biaya Pengadaan Fasilitas Operasi Kereta Api.....	119
5.6.	Perhitungan Biaya Pengadaan Lahan	119
5.7.	Perhitungan Biaya Pengadaan Sarana Kereta Api.....	121
5.8.	Perhitungan Biaya Perawatan dan Pengoperasian Prasarana Kereta Api 122	
5.9.	Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalur Kereta Api	129
5.10.1.	Arus Kas (<i>Cash Flow</i>).....	129
5.10.2.	Perhitungan <i>Payback Period Analysis</i>	136
5.10.3.	Perhitungan <i>Net Present Value</i> (NPV).....	139
5.10.4.	Perhitungan <i>Economic Internal Rate Of Return</i> (EIRR).....	143
5.10.5.	Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR)	150
5.10.	Kesimpulan Analisis Kelayakan Ekonomi	157
BAB VI ANALISIS GEOTEKNIK.....		158
6.1.	Pembagian Segmen	158
6.2.	Stratigrafi Tanah	159
6.3.	Perhitungan Beban.....	160
6.4.	Analisis Daya Dukung Tanah	161
6.4.1.	Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data CPT.....	161
6.4.2.	Analisis daya dukung tanah berdasarkan data SPT.....	162
6.4.3.	Analisis daya dukung tanah berdasarkan teori Terzaghi (1943) ...	163
6.4.4.	Analisis daya dukung tanah berdasarkan teori Hansen (1970)	165

6.5.	Penurunan.....	168
6.5.1.	Penurunan segera (Si)	168
6.5.2.	Penurunan Konsolidasi (Sc).....	170
6.5.3.	Penurunan Total.....	173
6.5.4.	Kebutuhan Tanah Timbunan	174
6.6.	Stabilitas Lereng.....	179
BAB VII PERENCANAAN DRAINASE.....		193
7.1.	Analisis Frekuensi	193
7.2.	Analisis Perhitungan Distribusi.....	195
7.3.	Analisis Uji Kecocokan Distribusi	197
7.4.	Analisis Koefisien Limpasan.....	200
7.5.	Analisis Intensitas Hujan.....	202
7.6.	Analisis Debit Banjir Rencana	202
7.7.	Analisis Dimensi Saluran Drainase Rancangan	204
7.8.	Analisis Drainase Bawah Tanah.....	205
DAFTAR PUSTAKA.....		209
LAMPIRAN.....		211

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kelas Jalan Rel.....	8
Tabel 2.2 Jari-Jari Minimum yang Diizinkan Untuk 1067mm	12
Tabel 2.3 Pelebaran Sepur Untuk 1067mm.....	16
Tabel 2.4 Peninggian Jalan Rel Untuk 1067mm	17
Tabel 2.5 Pengelompokan Lintas Berdasar pada Kelandaian	18
Tabel 2.6 Landai Penentu Maksimum.....	18
Tabel 2.7 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal	19
Tabel 2.8 Penampang Melintang Jalan Rel	19
Tabel 2.9 Nilai-nilai faktor daya dukung Terzaghi	24
Tabel 2.10 Faktor bentuk fondasi persamaan Hansen.....	26
Tabel 2.11 Faktor kedalaman fondasi persamaan Hansen	26
Tabel 2.12 Faktor kemiringan beban persamaan Hansen.....	26
Tabel 2.13 Perkiraan modulus elastis tanah E.....	28
Tabel 2.14 Syarat Penentuan Distribusi	36
Tabel 2.15 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III	36
Tabel 2.16 Nilai kritis Chi Kuadrat	39
Tabel 2.17 Nilai kritis D_0	41
Tabel 2.18 Nilai Koefisien Limpasan.....	42
Tabel 2.19 Konduktivitas Hidrolik Berdasarkan Jenis Tanah	45
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Lengkung 1 Alternatif Trase 1	59
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Lengkung 2 Alternatif Trase 1	61
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Lengkung 3 Alternatif Trase 1	63
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Lengkung 4 Alternatif Trase 1	65
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Lengkung 1 Alternatif Trase 2	67
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Lengkung 2 Alternatif Trase 2	69
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Lengkung 3 Alternatif Trase 2	71
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Lengkung 4 Alternatif Trase 2	73
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Lengkung 5 Alternatif Trase 2	75

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Lengkung 6 Alternatif Trase 2	77
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Lengkung 7 Alternatif Trase 2	79
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Lengkung 1 Alternatif Trase 3	81
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Lengkung 2 Alternatif Trase 3	83
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Lengkung 3 Alternatif Trase 3	85
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Lengkung 4 Alternatif Trase 3	87
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal Alternatif Trase 1	89
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal Alternatif Trase 2	91
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal Alternatif Trase 3	94
Tabel 4.19 Volume Galian dan Timbunan Alternatif Trase 1	97
Tabel 4.20 Volume Galian dan Timbunan Alternatif Trase 2	97
Tabel 4.21 Volume Galian dan Timbunan Alternatif Trase 3	97
Tabel 4.22 Kajian Kriteria Teknis	99
Tabel 4.23 Kajian Kriteria Integrasi Jaringan	100
Tabel 4.24 Kajian Kriteria Hukum	102
Tabel 4.25 Kajian Kriteria Sosial	102
Tabel 4.26 Kajian Kriteria Keuangan	103
Tabel 4.27 Bobot Kriteria	105
Tabel 4.28 Bobot Variabel Teknis	105
Tabel 4.29 Bobot Variabel Integrasi Jaringan	106
Tabel 4.30 Bobot Variabel Hukum	106
Tabel 4.31 Bobot Variabel Sosial	107
Tabel 4.32 Bobot Variabel Keuangan	107
Tabel 4.33 Rasio Konsistensi	108
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Bobot Kriteria dan Variabel	109
Tabel 4.35 Hasil Akhir Peringkat Pembobotan	111
Tabel 5.1 Indeks Kemahalan Konstruksi Provinsi tahun 2022	115
Tabel 5.2 Harga Satuan Pembangunan Jalan Rel Kereta Api	116
Tabel 5.3 Estimasi Biaya Pembangunan Jalan Rel Koridor Rembang – Lasem	117
Tabel 5.4 Harga Satuan Pembangunan Stasiun Kereta Api	118

Tabel 5.5 Estimasi Biaya Pembangunan Stasiun Rembang dan Lassem	119
Tabel 5.6 Estimasi Biaya Pengadaan Fasilitas Operasi Kereta Api	119
Tabel 5.7 Estimasi Kebutuhan Biaya Pengadaan Lahan	120
Tabel 5.8 Rekapitulasi Estimasi Kebutuhan Biaya Pembangunan Jalan Rel Kereta Api Koridor Rembang – Lasem	121
Tabel 5.9 Estimasi Biaya Pengadaan Sarana Kereta Api	121
Tabel 5.10 Estimasi Biaya Perawatan Prasarana Kereta Api	124
Tabel 5.11 Estimasi Biaya Operasi Prasarana Kereta Api.....	126
Tabel 5.12 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Kereta Api Perlintasan .	127
Tabel 5.13 Arus Kas (<i>Cash Flow</i>) Skenario 1 Tanpa Adanya Peningkatan	130
Tabel 5.14 Arus Kas (<i>Cash Flow</i>) Skenario 2 Dengan Adanya Peningkatan	133
Tabel 5.15 Perhitungan <i>Payback Period Analysis</i> Skenario 1	136
Tabel 5. 16 Perhitungan Perhitungan <i>Payback Period Analysis</i> Skenario 2.....	138
Tabel 5.17 Perhitungan <i>Net Present Value</i> Skenario 1	140
Tabel 5.18 Perhitungan <i>Net Present Value</i> Skenario 2.....	141
Tabel 5.19 Perhitungan <i>Financial Internal Rate Of Return</i> Skenario 1.....	144
Tabel 5.20 Perhitungan <i>Financial Internal Rate Of Return</i> Skenario 2.....	147
Tabel 5.21 Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> Skenario 1	151
Tabel 5.22 Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> Skenario 2	154
Tabel 6.1 Rekapitulasi Hasil Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data CPT.....	162
Tabel 6.2 Rekapitulasi Hasil Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data SPT	163
Tabel 6. 3 Rekapitulasi Hasil Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Teori Terzaghi.....	164
Tabel 6.4 Rekapitulasi Faktor Daya Dukung Teori Hansen.....	167
Tabel 6.5 Rekapitulasi Hasil Daya Dukung Tanah Berdasarkan Teori Hansen ..	167
Tabel 6.6 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Tiap Segmen	168
Tabel 6.7 Perhitungan Penurunan Segera (Si) Segmen 1	169
Tabel 6.8 Rekapitulasi Penurunan Segera (Si) Setiap Segmen	170
Tabel 6.9 Perhitungan Penurunan Konsolidasi (Sc) Segmen 1	172
Tabel 6.10 Rekapitulasi Penurunan Konsolidasi (Sc) Setiap Segmen	173

Tabel 6.11 Rekapitulasi Penurunan Total Setiap Segmen	173
Tabel 6.12 Kebutuhan Timbunan Berdasarkan Perhitungan Segmen 1 (Galian)	174
Tabel 6.13 Kebutuhan Timbunan Pelaksanaan Segmen 1 (Galian)	174
Tabel 6.14 Kebutuhan Timbunan Berdasarkan Perhitungan Segmen 2 (Galian)	174
Tabel 6.15 Kebutuhan Timbunan Pelaksanaan Segmen 2 (Galian)	174
Tabel 6.16 Kebutuhan Timbunan Berdasarkan Perhitungan Segmen 2 (Timbunan)	175
Tabel 6.17 Kebutuhan Timbunan Pelaksanaan Segmen 2 (Timbunan).....	175
Tabel 6.18 Kebutuhan Timbunan Berdasarkan Perhitungan Segmen 3 (Galian)	175
Tabel 6.19 Kebutuhan Timbunan Pelaksanaan Segmen 3 (Galian)	175
Tabel 6.20 Kebutuhan Timbunan Berdasarkan Perhitungan Segmen 4 (Timbunan)	176
Tabel 6.21 Kebutuhan Timbunan Pelaksanaan Segmen 4 (Timbunan).....	176
Tabel 6.22 Perhitungan Metode Bishop STA 1+500.....	181
Tabel 6.23 Perhitungan Metode Janbu STA 1+500.....	182
Tabel 6.24 Perhitungan Metode Bishop STA 3+000.....	185
Tabel 6.25 Perhitungan Metode Janbu STA 3+000.....	186
Tabel 6.26 Perhitungan Metode Bishop STA 8+000.....	189
Tabel 6.27 Perhitungan Metode Janbu STA 8+000.....	190
Tabel 6.28 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Stabilitas Lereng.....	191
Tabel 7.1 Data Curah Hujan Maksimum Harian Tahun 2010 - 2019	193
Tabel 7.2 Perhitungan data Curah Hujan	194
Tabel 7.3 Perhitungan Distribusi Log Pearson III.....	195
Tabel 7.4 Nilai K.....	197
Tabel 7.5 Curah Hujan Rencana Kala Ulang T Tahun	197
Tabel 7.6 Urutan Data Curah Hujan Nilai Terbesar Hingga Terkecil	198
Tabel 7.7 Nilai batas kelas metode Chi-Kuadrat.....	199
Tabel 7.8 Perhitungan Uji Kecocokan Distribusi metode Smirnov-Kolmogorov	200
Tabel 7.9 Rekapitulasi Hasil Analisis Koefisien Limpasan	202

Tabel 7.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana	203
Tabel 7.11 Hasil Perbandingan Perhitungan Dimensi Saluran Drainase	205
Tabel 7.12 Hasil Analisis Perhitungan Drainase Bawah Tanah	206

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ruang Bebas Pada Bagian Lurus	9
Gambar 2.2 Ruang Bebas Pada Lengkung.....	10
Gambar 2.3 Ruang Bebas Pada Jalur Lurus untuk Jalan Ganda	11
Gambar 2.4 Ruang Bebas Pada Jalur Lengkung untuk Jalan Ganda	11
Gambar 2.5 Lengkung <i>Full Circle</i>	13
Gambar 2.6 Lengkung Spiral – Circle – Spiral.....	14
Gambar 2.7 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus – Jalur Tunggal	20
Gambar 2.8 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Lengkung – Jalur Tunggal ...	20
Gambar 2.9 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus – Jalur Ganda	20
Gambar 2.10 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Lengkung – Jalur Ganda....	21
Gambar 2.11 Fondasi Dangkal.....	21
Gambar 2.12 Grafik faktor koreksi	27
Gambar 2.13 Grafik Untuk Mencari Nilai I.....	30
Gambar 2.14 Gaya-gaya yang bekerja pada irisan.....	32
Gambar 2.15 Saluran Drainase Bawah Tanah.....	45
Gambar 3.1 Peta Lokasi	48
Gambar 4.1 <i>Add Polygon</i>	52
Gambar 4.2 Memilih Lokasi yang Akan Digunakan	53
Gambar 4.3 Menyimpan Data <i>Google Earth</i>	53
Gambar 4.4 <i>Connect to Online Data</i>	54
Gambar 4.5 Membuat Area	54
Gambar 4.6 Memilih Area yang telah dibuat	55
Gambar 4.7 Memotong Gambar	55
Gambar 4.8 Konfigurasi Titik Koordinat	56
Gambar 4.9 Mengekspor File DEM.....	56
Gambar 4.10 Mengatur Datum dan Koordinat	57

Gambar 4.11 Membuka file DEM Sebagai Gambar Elevasi Tanah.....	57
Gambar 4.12 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 1 Alternatif Trase 1	60
Gambar 4.13 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 2 Alternatif Trase 1	62
Gambar 4.14 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 3 Alternatif Trase 1	64
Gambar 4.15 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 4 Alternatif Trase 1	66
Gambar 4.16 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 1 Alternatif Trase 2	68
Gambar 4.17 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 2 Alternatif Trase 2	70
Gambar 4.18 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 3 Alternatif Trase 2	72
Gambar 4.19 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 4 Alternatif Trase 2	74
Gambar 4.20 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 5 Alternatif Trase 2	76
Gambar 4.21 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 6 Alternatif Trase 2	78
Gambar 4.22 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 7 Alternatif Trase 2	80
Gambar 4.23 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 1 Alternatif Trase 3	82
Gambar 4.24 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 2 Alternatif Trase 3	84
Gambar 4.25 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 3 Alternatif Trase 3	86
Gambar 4.26 Potongan Alinyemen Horisontal Lengkung 4 Alternatif Trase 3	88
Gambar 4.27 Alinyemen Vertikal Lengkung 1 Alternatif Traase 1	90
Gambar 4.28 Alinyemen Vertikal Lengkung 2 Alternatif Trase 1	90
Gambar 4.29 Alinyemen Vertikal Lengkung 3 Alternatif Trase 1	90
Gambar 4.30 Alinyemen Vertikal Lengkung 1 Alternatif Trase 2	91
Gambar 4.31 Alinyemen Vertikal Lengkung 2 Alternatif Trase 2	92
Gambar 4.32 Alinyemen Vertikal Lengkung 3 Alternatif Trase 2	92
Gambar 4.33 Alinyemen Vertikal Lengkung 4 Alternatif Trase 2	93
Gambar 4.34 Alinyemen Vertikal Lengkung 5 Alternatif Trase 2	93
Gambar 4.35 Alinyemen Vertikal Lengkung 1 Alternatif Trase 3	95
Gambar 4.36 Alinyemen Vertikal Lengkung 2 Alternatif Trase 3	95
Gambar 4.37 Alinyemen Vertikal Lengkung 3 Alternatif Trase 3	96
Gambar 4.38 Alinyemen Vertikal Lengkung 4 Alternatif Trase 3	96
Gambar 4.39 Penampang Melintang Alternatif Trase 1.....	98
Gambar 4.40 Penampang Melintang Alternatif Trase 2.....	98
Gambar 4.41 Penampang Melintang Alternatif Trase 3.....	98

Gambar 6.1 Stratigrafi Tanah Segmen 1	159
Gambar 6.2 Stratigrafi Tanah Segmen 2	159
Gambar 6.3 Stratigrafi Tanah Segmen 3	159
Gambar 6.4 Stratigrafi Tanah Segmen 4	160
Gambar 6.5 Struktur Jalan Rel.....	160
Gambar 6.6 Kebutuhan Tanah Timbunan Segmen 1 Galian.....	177
Gambar 6.7 Kebutuhan Tanah Timbunan Segmen 2 Galian.....	177
Gambar 6.8 Kebutuhan Tanah Timbunan Segmen 2 Timbunan	178
Gambar 6.9 Kebutuhan Tanah Timbunan Segmen 3 Galian.....	178
Gambar 6.10 Kebutuhan Tanah Timbunan Segmen 4 Timbunan	179
Gambar 6.11 Analisis Stabilitas Lereng STA 1+500 dengan GEOSLOPE.....	180
Gambar 6.12 Irisan STA 1+500	180
Gambar 6.13 Analisis Stabilitas Lereng STA 3+000 dengan GEOSLOPE	183
Gambar 6.14 Irisan STA 3+000	184
Gambar 6.15 Analisis Stabilitas Lereng STA 8+000 dengan GEOSLOPE	187
Gambar 6.16 Irisan STA 8+000	188
Gambar 7.1 Desain Saluran Drainase Bawah Tanah Segmen 1.....	207
Gambar 7.2 Desain Saluran Drainase Bawah Tanah Segmen 2.....	207
Gambar 7.3 Desain Saluran Drainase Bawah Tanah Segmen 3.....	208
Gambar 7.4 Desain Saluran Drainase Bawah Tanah Segmen 4.....	208

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 ALTERNATIF TRASE 1.....	212
LAMPIRAN 2 ALTERNATIF TRASE 2.....	239
LAMPIRAN 3 ALTERNATIF TRASE 3.....	242
LAMPIRAN 4 PENILAIAN DAN PEMILIHAN TRASE	325
LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN KELAYAKAN EKONOMI	369
LAMPIRAN 6 DATA TANAH	407
LAMPIRAN 7 PERHITUNGAN DATA TANAH.....	442
LAMPIRAN 8 DATA CURAH HUJAN.....	487
LAMPIRAN 9 PERHITUNGAN PERANCANGAN DRAINASE	499