

REAKTIVASI JALUR KERETA API KUDUS – PATI

Laporan Tugas Akhir

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



Oleh:

Filipus Elvanus Purnama Gegerius **200218321**

Valerianus Samba Septyandi **200218355**

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2023

ABSTRAK

Kota Kudus merupakan salah satu kota besar yang ada di Indonesia, tidak dipungkiri bahwa Kudus masuk dalam jajaran kota industri yang ada di Jawa Tengah sekaligus salah satu ikon budaya di Indonesia. Dengan adanya industri yang besar berpengaruh pada pesatnya pertumbuhan ekonomi di kota Kudus, hal ini secara tidak langsung berpengaruh pada kebutuhan pergerakan baik kebutuhan pergerakan barang ataupun kebutuhan pergerakan penduduk yang ada di kota Kudus maupun sekitar kota Kudus. Begitupula dengan kota Pati yang menjadi salah satu kota dengan potensi Industri yang besar mulai dari industri tekstil, industri makanan, industri kerajinan, dan industri kehutanan. Dengan banyaknya potensi yang ada tersebut tentu dibutuhkan sarana transportasi yang memiliki daya angkut efisien sehingga dapat menunjang kemudahan untuk menuju lokasi dengan mudah dan hemat biaya.

Dalam Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNas) pemerintah berupaya untuk mengembangkan moda transportasi kereta api. Harapannya perekonomian nasional dapat berjalan dengan transportasi kereta api yang menjadi penggerak utamanya. Jaringan rel kereta api di Indonesia ditargetkan dapat tersebar di seluruh pulau besar di Indonesia pada tahun 2030. Oleh karena itu, pemerintah merencanakan untuk mengaktifkan kembali jalur kereta yang sudah tidak aktif dan salah satu program pemerintah adalah jalur kota Kudus ke kota Pati. Dengan adanya jalur kereta api yang direncanakan akan diaktivasi antara kota Kudus dan kota Pati dapat memberikan manfaat yang positif bagi masyarakat dan ekonomi di daerah Kudus dan Pati ataupun daerah sekitarnya. Maka dari itu, jalur kereta api kota Kudus ke kota Pati sangat diperlukan guna meningkatkan konektivitas, efisiensi, dan sentral industri.

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah dengan mengumpulkan data sekunder, menentukan trase terbaik dari 3 (tiga) alternatif trase yang ada, membuat gambar geometrik dari 3 (tiga) alternatif untuk menentukan yang terbaik, merencanakan konstruksi jalan.

Hasil dari tugas akhir ini, direncanakan 3 (tiga) alternatif trase jalan rel antara kota Kudus ke kota Pati. Dengan trase ke-1 (satu) panjangnya 24,897 km, trase ke-2 (dua) panjangnya 23,6 km, dan trase ke-3 (tiga) panjangnya 27,865 km. Jalur yang digunakan dalam perencanaan ini adalah jalur ganda (*double track*) dengan kecepatan rencana 120 km/jam. Desain lebar sebur kereta api adalah 1.067 mm, serta menggunakan bantalan beton.

Kata kunci: *Kudus, Pati, Perancangan trase, Reaktivasi Jalan Rel.*

PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Mahasiswa 1 : Filipus Elvanus Purnama Gegerius

NPM : 200218321

Nama Mahasiswa 2 : Valerianus Samba Septyadi

NPM : 200218355

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

Reaktivasi Jalur Kereta Api Kudus – Pati

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 Akhrit ini.

Yogyakarta, 21 Desember 2023



(Filipus Elvanus Purnama Gegerius)



(Valerianus Samba Septyadi)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

REAKTIVASI JALUR KERETA API KUDUS – PATI

Oleh:

Filipus Elvanus Purnama Gegerius 200218321

Valerianus Samba Septyadi 200218355

Diperiksa oleh:

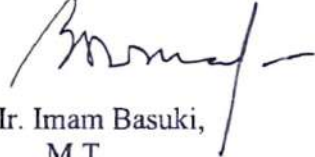
Pengampu Tiga
TAPI 2


Dr.-ing. Agustina Kiky A.
S.T., M.Eng
NIDN: 0521088602

Pengampu Dua
TAPI 2


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

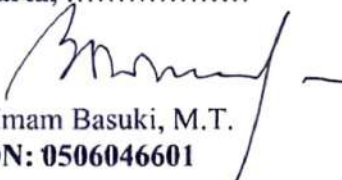
Pengampu Satu
TAPI 1


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

Disetujui oleh:

Pembimbing Tugas Akhir

Yogyakarta,


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

Disahkan oleh:

Ketua Departemen Teknik Sipil


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

FAKULTAS
TEKNIK
UNIVERSITAS KUDUS

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

REAKTIVASI JALUR KERETA API KUDUS-PATI



Oleh:

Filipus Elvanus Purnama Gegerius 200218321

Valerianus Samba Septyadi 200218355

Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama

Ketua : Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.

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

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

Tanda Tangan

Three handwritten signatures in black ink, corresponding to the three members of the committee listed on the left.

Tanggal

15/1/2024

12-01-2024.

15.01.2024.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun haturkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas limpahan kasih karunia-Nya, sehingga kami Tim Penyusun dapat menyelesaikan karya penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “Reaktivasi Jalur Kereta Api Kudus – Pati” dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan dalam rangka memenuhi salah satu syarat Yudisium pada tingkat kesarjanaan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun berterimakasih atas banyak bantuan dari berbagai pihak yang secara tidak langsung maupun secara langsung memberi dukungan kepada kami Tim Penyusun yang berupa moral serta moril, bimbingan maupun dorongan dalam menghadapi kekurangan, kesulitan, serta keterbatasan kami sebagai Tim Penyusun. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, kami sebagai penyusun ingin menyampaikan ucapan rasa terimakasih kami kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasihnya kepada kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Dr. -ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., selaku Dosen Pengajar Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur 1 serta selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur.
5. Bapak William Wijaya S.T., M.Eng., selaku Dosen Pengampu TAPI 2 bagian perhitungan tanah.
6. Ibu Dr.-ing. Agustina Kiky Anggraini S.T., M.Eng., selaku Dosen Pengampu TAPI 2 bagian perhitungan drainase.
7. Orang Tua serta rekan-rekan satu kelompok dan teman-teman yang memberi dukungan secara langsung maupun secara tidak langsung.

Kami Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga kami mengharapkan masukan serta saran yang bersifat membangun untuk kemajuan bersama.

Akhir kata, kami Tim Penyusun menghaturkan rasa terimakasih yang begitu dalam serta doa yang kami panjatkan untuk semua pihak, semoga Tuhan Yesus Kristus memberikan berkat-Nya yang melimpah kepada kita semua.

Yogyakarta, 2023

Tim Penyusun

Kelompok 1

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PERNYATAAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Lokasi	5
1.7 Landasan Teori	7
1.7.1. Jalan Kereta Api.....	7
1.7.2. Pengelompokkan Jalan Rel	7
1.7.3. Standar Jalan Rel di Indonesia	10
1.7.4. Geometri Jalan Rel.....	10
1.7.5. Pengertian Tanah.....	26
1.7.6. Parameter Tanah.....	27
1.7.7. Daya Dukung Tanah	29
1.7.8. Penurunan.....	31
1.7.9. Stabilitas Lereng.....	33
1.7.10. Perancangan Drainase	34

1.8	Metodologi	44
1.8.1.	Diagram Alir	44
1.8.2.	Identifikasi Masalah	45
1.8.3.	Menentukan Lokasi	45
1.8.4.	Pengumpulan Data	45
1.8.5.	Pengolahan Data.....	46
1.8.6.	Perencanaan Geometri	46
1.8.7.	Perhitungan Tanah	46
1.8.8.	Perencanaan Drainase	46
1.8.9.	Merencanakan Desain	46
1.8.10.	Evaluasi Desain	47
1.8.11.	Gambar Rencana	47
1.8.12.	Biaya Trase Terpilih	47
1.8.13.	Kesimpulan dan Saran	47
BAB II ANALISIS PERANCANGAN GEOMETRI JALAN REL		48
2.1	Analisis dan Penentuan Trase.....	48
2.1.1.	Evaluasi Kondisi Topografi Daerah Perencanaan.....	48
2.1.2.	Penentuan Trase Jalan Rel	50
2.1.3.	Perencanaan Trase <i>Double Track</i>	54
2.1.4.	Kriteria Pemilihan Alternatif Trase.....	56
2.1.5.	Hasil Ranking Pembobotan Kriteria Alternatif Trase	61
2.1.6.	Trase Terpilih	65
2.2	Konstruksi Jalan Rel.....	65
2.2.1.	Perencanaan Lengkung Horizontal	65
2.2.2.	Perencanaan Lengkung Vertikal	72
2.3	Biaya Trase Terpilih	74

2.3.1.	Kelayakan Ekonomi dan Finansial	74
2.3.2.	Estimasi Biaya.....	74
2.3.3.	Analisis Kelayakan Ekonomi dan Finansial	81
BAB III PERHITUNGAN TANAH		87
3.1	Pembagian segmen	87
3.1.1.	Segmen 1	87
3.1.2.	Segmen 2.....	87
3.1.3.	Segmen 3.....	88
3.1.4.	Segmen 4.....	88
3.1.5.	Segmen 5.....	89
3.2	Detail Desain Jalan Rel	89
3.3	Pembebanan.....	91
3.4	Perhitungan Daya Dukung Tanah	91
3.4.1.	Perhitungan Data Cone Penetration Test (CPT)	92
3.4.2.	Perhitungan Data Standard Penetration Test (SPT).....	92
3.5	Perhitungan Penurunan.....	97
3.6	Perhitungan Stabilitas Lereng	98
3.6.1.	Contoh Perhitungan pada Daerah Lerang Tanah Timbunan.....	99
3.6.2.	Contoh Perhitungan pada Daerah Lerang Tanah Asli.....	103
3.6.3.	Contoh Hitungan dengan Menggunakan Metode Bishop	105
BAB IV PERHITUNGAN DRAINASE.....		107
4.1	Analisis Curah Hujan Rencana.....	107
4.2	Analisis Frekuensi	108
4.2.1.	Distribusi Gumbel	108
4.2.2.	Distribusi Log Normal	109
4.2.3.	Distribusi Log Pearson Tipe III.....	110

4.3	Pemilihan Distribusi Curah Hujan	112
4.4	Uji Distribusi Probabilitas	112
4.5	Analisis Debit Banjir Rencana.....	113
4.6	Intensitas Curah Hujan	114
4.7	Daerah Tangkapan Air Hujan (<i>Catchment Area Drainase</i>).....	115
4.8	Perencanaan Sistem Drainase.....	116
4.9	Analisis Tinggi Jagaan	119
4.10	Perencanaan Sub-Drainase	120
4.10.1.	Ukuran Pipa yang Digunakan.....	120
4.10.2.	Nilai Laju Infiltrasi	121
4.10.3.	Nilai Koefisien Permeabilitas.....	121
4.10.4.	Persamaan yang Digunakan	121
4.10.5.	Analisis Sub-Drainase	122
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		124
5.1	Kesimpulan.....	124
5.2	Saran	125
DAFTAR PUSTAKA		126
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Konsumsi Energi BBM/KM pnp.....	3
Tabel 1.2 Kecepatan Maksimum Sesuai Kelas Jalan Rel.....	8
Tabel 1.3 Lintas Jalan Rel Menurut Kelandaian	8
Tabel 1.4 Kelas Jalan Rel di Indonesia	9
Tabel 1.5 Standar Jalan Rel di Indonesia	10
Tabel 1.6 Persyaratan Jari-jari Minimum Lengkung Horizontal.....	14
Tabel 1.7 Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal	18
Tabel 1.8 Landai Penentu Maksimum.....	20
Tabel 1.9 Peninggian Jalan Rel 1067 mm.....	24
Tabel 1.10 Persyaratan Jari-Jari Minimum Lengkung Horisontal	26
Tabel 1.11 Perkiraan Nilai Modulus Elastisitas Tanah.....	27
Tabel 1.12 Indeks Kompresi.....	29
Tabel 1.13 Nilai-Nilai Faktor Kapasitas Daya Dukung Tanah Terzaghi	30
Tabel 1.14 Kestabilan Lereng.....	34
Tabel 1.15 Koefisien Aliran	40
Tabel 1.16 Angka Kekasaran Manning (n)	41
Tabel 1.17 Tinggi Jagaan Minimal Saluran Pembuangan.....	42
Tabel 1.18 Estimasi Nilai Permeabilitas	43
Tabel 2.1 Kriteria Pemilihan Trase	56
Tabel 2.2 Perbandingan Karakteristik Antar Trase Jaringan Kereta Api Kudus – Pati	58
Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Bobot Kriteria Dan Variable Kriteria	61
Tabel 2.4 Hasil Akhir Ranking Pembobotan.....	63

Tabel 2.5 Perhitungan Alinyemen Horizontal Alternatif Trase 1 (satu)	69
Tabel 2.6 Perhitungan Alinyemen Horizontal Alternatif Trase 2 (dua)	70
Tabel 2.7 Perhitungan Alinyemen Horizontal Alternatif Trase 3 (tiga).....	71
Tabel 2.8 Perhitungan Alinyemen Vertikal Alternatif Trase 1 (satu)	73
Tabel 2.9 Perhitungan Alinyemen Vertikal Alternatif Trase 2 (dua).....	73
Tabel 2.10 Perhitungan Alinyemen Vertikal Alternatif Trase 3 (tiga).....	73
Tabel 2.11 Komponen Biaya dan Manfaat Kleayakan Ekonomi dan Finansial...	74
Tabel 2.12 kebutuhan Pengadaan Lahan Jalur Kereta Api Kudus-Pati.....	75
Tabel 2.13 Biaya Pengadaan Lahan Jalur Kereta Api Kudus-Pati	76
Tabel 2.14 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Prasarana Perkeretaapian.....	77
Tabel 2.15 Estimasi Biaya Pengadaan Sarana Kereta Api	78
Tabel 2.16 Perkiraan Anggran Biaya Persiapan dan Manajemen	78
Tabel 2.17 Estimasi Biaya Prasarana Perkeretaapian.....	79
Tabel 2.18 Estimasi Biaya Perawatan Prasarana Perkeretaapian	80
Tabel 2.19 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Sarana Kereta Api Per Lintas.....	81
Tabel 2.20 Indikator Kelayakan Ekonomi Reaktivasi Jalur Kereta Api Kudus - Pati	82
Tabel 2.21 Analisis Kelayakan Ekonomi Reaktivasi Jalur Kereta Api Kudus-Pati	83
Tabel 2.22 <i>Payback Period</i>	85
Tabel 2.23 Indikator Kelayakan Finansial Reaktivasi Jalaur Kereta Api Kudus - Pati	85
Tabel 3.1 Penampang Melintang Jalan Rel	89
Tabel 3.2 Data Pembebanan	91
Tabel 3.3 Data Pengujian Tanah	95

Tabel 3.4 Klasifikasi Kesetabilan Lerang (Ray dan Ge Smitd, 2009)	98
Tabel 3.5 Jenis Tanah pada STA 1+500.....	99
Tabel 3.6 Output dari aplikasi GeoStudio	101
Tabel 3.7 Faktor Pengurangan Kekuatan Geotekstile	101
Tabel 3.8 Perhitungan Lapis Geotekstil	102
Tabel 3.9 Jenis Tanah pada STA 5+000.....	103
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum.....	107
Tabel 4.2 Perhitungan Analisis Frekuensi untuk Distribusi Gumbel	109
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Analisis Frekuensi Metode Distribusi Gumbel	109
Tabel 4.4 Perhitungan Analisis Frekuensi untuk Distribusi Log Normal	109
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Analisis Frekuensi Metode Distribusi Log Normal	110
Tabel 4.6 Perhitungan Analisis Frekuensi untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	111
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Analisis Frekuensi Metode Distribusi Log Pearson III.....	111
Tabel 4.8 Koefisien Kemencengan.....	111
Tabel 4.9 Curah Hujan Rencana Kala Ulang	111
Tabel 4.10 Syarat Pemilihan Distribusi.....	112
Tabel 4.11 Koefisien Chi-Kuadrat	113
Tabel 4.12 Perhitungan Chi-Kuadrat.....	113
Tabel 4.13 Perbandingan Chi Hitung dengan Chi Kritis.....	113
Tabel 4.14 Luas Cathment Area Drainase Kiri Trase	115
Tabel 4.15 Luas Cathment Area Drainase Kanan Trase	115
Tabel 4.16 Koefisien Aliran pada Tiap Segmen.....	115
Tabel 4.17 Perhitungan Q Rancangan pada Kiri Trase	116

Tabel 4.18 Perhitungan Q Rancangan pada Kanan Trase	116
Tabel 4.19 Dimensi Saluran Perencanaan untuk Segmen 1 pada kiri Desain Trase.....	116
Tabel 4.20 Hitungan Penentuan Dimensi Drainase.....	118
Tabel 4.21 Indikasi Keamanan Dimensi Drainase	119
Tabel 4.22 Ukuran Saluran yang Digunakan	119
Tabel 4.23 Tinggi Jagaan	120
Tabel 4.24 Estimasi Nilai Permeabilitas	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Alternatif Semua Trase Kereta Api antara Kudus – Pati.....	6
Gambar 1.2 Lebar Sepur.....	11
Gambar 1.3 Lengkung Horizontal.....	11
Gambar 1.4 Kedudukan Kereta pada saat melalui Lengkung Horizontal	12
Gambar 1.5 Diagram Kelengkungan Lengkung Transisi.....	15
Gambar 1.6 Lengkung transisi bentuk kubik parabol.....	15
Gambar 1.7 Bentuk Lengkung S	16
Gambar 1.8 Alinyemen Vertikal	17
Gambar 1.9 Landai Cembung.....	17
Gambar 1.10 Lengkung Vertikal Berbentuk Lengkung Lingkaran.....	18
Gambar 1.11 Lengkung Cekung.....	19
Gambar 1.12 Bagian mendatar di Antara Lengkung Vertikal.....	20
Gambar 1.13 Landai Curam	21
Gambar 1.14 Diagram Peninggian Rel.....	24
Gambar 1.15 Posisi Roda dan Gandar pada saat melalui Lengkung.....	25
Gambar 1.16 Grafik Faktor Pengaruh Beban	32
Gambar 1.17 Grafik Penentuan μ_1	32
Gambar 1.18 Grafik Penentuan μ_0	33
Gambar 2.1 Kondisi Topografi Citra Google Maps	48
Gambar 2.2 Kodisi Topografi Citra Global Mapper	49
Gambar 2.3 Kontur Citra Global Mapper.....	49
Gambar 2.4 Rencana Trase 1.....	50

Gambar 2.5 Elevasi Trase 1.....	51
Gambar 2.6 Rencana Trase 2.....	52
Gambar 2.7 Elevasi Trase 2.....	52
Gambar 2.8 Rencana Trase 3.....	53
Gambar 2.9 Elevasi Trase 3.....	54
Gambar 2.10 Trase Terpilih.....	65
Gambar 3.1 Alinyemen Vertikal Segmen 1.....	87
Gambar 3.2 Stratigrafi Segmen 1	87
Gambar 3.3 Alinyemen Vertikal Segmen 2.....	87
Gambar 3.4 Stratigrafi Segmen 2	88
Gambar 3.5 Alinyemen Vertikal Segmen 3.....	88
Gambar 3.6 Stratigrafi Segmen 3	88
Gambar 3.7 Alinyemen Vertikal Segmen 4.....	88
Gambar 3.8 Stratigrafi Segmen 4	89
Gambar 3.9 Alinyemen Vertikal Segmen 5.....	89
Gambar 3.10 Stratigrafi Segmen 5	89
Gambar 3.11 Penampang Melintang Jalan (Lebar Jalan Real 1067 mm)	90
Gambar 3.12 Ukuran Penampang Melintang Jalan	90
Gambar 3.13 Penampang Melintang Jalan dengan Geotekstil	90
Gambar 3.14 Penampang Melintang Jalan dengan Beban Timbunan.....	91
Gambar 3.15 Penempatan Beban Sementara.....	91
Gambar 3.16 Hasil Analisis dari Aplikasi GeoStudio.....	100
Gambar 3.17 Output dari aplikasi GeoStudio	101

Gambar 3.18 Hasil Analisis dari Aplikasi GeoStudio dengan Pemasangan Geotekstile.....	102
Gambar 3.19 Hasil Analisis dari Aplikasi GeoStudio.....	104
Gambar 3.20 Penentuan Irisan dengan Menggunakan Aplikasi GeoStudio	105
Gambar 4.1 Bentuk Dimensi Saluran Drainase.....	117
Gambar 4.2 Desain Drainase Dalam	123