

**TESIS**

**PERENCANAAN JALUR KERETA API  
SEMARANG – YOGYAKARTA VIA MAGELANG**



**CLARISSA INTAN MAYLANI PUTRI**

No. Mhs. : 215118873/PS/MTS

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**2024**



**FAKULTAS TEKNIK**  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

---

**PERSETUJUAN TESIS**

Nama : CLARISSA INTAN MAYLANI PUTRI  
Nomor Mahasiswa : 215118873/PS/MTS  
Konsentrasi : TRANSPORTASI  
Judul Tesis : PERENCANAAN JALUR KERETA API  
SEMARANG – YOGYAKARTA VIA  
MAGELANG

**Nama Pembimbing**  
Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.

**Tanggal**  
24-01-2024

**Tanda Tangan**

Acc. Pendadaran

24/1/2024



**FAKULTAS TEKNIK**  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL.

**PENGESAHAN TESIS**

Nama : CLARISSA INTAN MAYLANI PUTRI  
Nomor Mahasiswa : 215118873/PS/MTS  
Konsentrasi : TRANSPORTASI  
Judul Tesis : PERENCANAAN JALUR KERETA API  
SEMARANG – YOGYAKARTA VIA  
MAGELANG

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.	21/02/2024	
Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, M.T.	21/02/2024	
Dr. Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M. Eng	21.02.2024	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil

a/h



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Ir. AY Harijanto Sctiawan, M.Eng., Ph.D.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis dengan judul:

### PERENCANAAN JALUR KERETA API SEMARANG – YOGYAKARTA VIA MAGELANG

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 studi ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa studi ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 26 Januari 2024

Yang membuat pernyataan



Clarissa Intan Maylani Putri

## INTISARI

**PERENCANAAN JALUR KERETA API SEMARANG – YOGYAKARTA VIA MAGELANG**, Clarissa Intan Maylani Putri, NPM 215118873, tahun 2023, Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam RIPNAS 2018, Kementerian Perhubungan bersama dengan Direktorat Jendral Perkeretaapian membuat perencanaan untuk mengaktifkan kembali jalur kereta api yang pernah ada, salah satunya adalah jalur kereta api Semarang – Yogyakarta via Magelang. Sehingga tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk memberikan alternatif trase terbaik, merancang geometri jalan rel yang sesuai dengan PM No. 60 Tahun 2012, dan juga menganalisa kelayakan finansial dan ekonomi untuk pembangunan jalur kereta api tersebut.

Perencanaan trase jalan rel dibuat dengan menggunakan *Google Earth Pro* dengan memperhatikan keadaan lingkungan disekitarnya. Dibuat tiga buah alternatif trase yang kemudian dibandingkan dari beberapa kriteria dan dipilih satu trase yang paling baik dengan metode pembobotan dengan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dan diperoleh alternatif trase pertama sebagai trase terpilih. Kemudian dibuat perencanaan geometri dengan menggunakan *AutoCad Civil 3D* dengan trase terpilih sepanjang 108,85 km, dengan klasifikasi kelas jalan I, kecepatan 120 km/jam, dengan lebar jalan rel 1067 mm. Trase tersebut direncanakan memiliki 28 jumlah tikungan horizontal yang terdiri dari 18 lengkung *Spiral-Circle-Spiral (SCS)* dan 10 lengkung *Full Circle (FC)*. Kelandaian maksimum sebesar 2,88% dengan 7 alinyemen vertikal cembung, dan 12 alinyemen vertikal cekung. Total estimasi biaya yang diperlukan dalam pembangunan trase ini adalah sebesar Rp 22.932.642.264.394 dengan biaya pemeliharaan tiap tahun sebesar Rp 62.956.190.250.

**Kata kunci :** kereta api, AutoCad Civil 3D, geometri jalan rel, jalur kereta api Semarang-Yogyakarta via Magelang

## ABSTRACT

**RAILWAY PLANNING FOR SEMARANG-YOGYAKARTA VIA MAGELANG TRACK**, Clarissa Intan Maylani Putri, NPM 215118873, Masters Program in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Atma Jaya University, Yogyakarta.

In the RIPNAS 2018, the Ministry of Transportation together with the Directorate General of Railways made plans to reactivate existing railway lines, one of which is the Semarang – Yogyakarta railway line via Magelang. The aims of writing this thesis is to provide the best alternative route, designing railroad geometry in accordance with PM No. 60 of 2012, and also analyze the financial and economic feasibility of building the railway line.

The rail route planning was made using Google Earth Pro by considering the surrounding environmental conditions. Three alternative routes were created which were then compared based on several criteria and the best route was selected using a weighting method using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the first alternative route was obtained as the selected route. The geometric plan was made using AutoCad Civil 3D. The length of the track is 108.85 km, with classification road class I, the maximum speed is 120 km/hour, and a railroad width of 1067 mm. The route is planned to have 28 horizontal alignment consisting of 18 Spiral-Circle-Spiral (SCS) and 10 Full Circle (FC). The maximum slope is 2.88% with 7 convex vertical alignments and 12 concave vertical alignments. The total estimated costs required to construct this route are Rp 22,932,642,264,394 with annual maintenance costs of Rp 62,956,190,250.

Key words : train, AutoCad Civil 3D, railroad geometry, Semarang-Yogyakarta via Magelang Railway Track

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan izin dan kehendak-Nya akhirnya penelitian tugas akhir dengan judul “Perencanaan Jalur Kereta Api Semarang – Yogyakarta Via Magelang” dapat diselesaikan dengan lancar. Penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Program Strata Dua (S2) pada Program Studi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, tentu saja banyak pihak yang membantu dan mendukung saya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria karena berkat dan rahmat-Nya yang selalu memberikan kekuatan dan membimbing saya dalam setiap langkah yang saya ambil.
2. Bapak AY. Harijanto Setiawan., Ir., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dalam penulisan Tesis ini.
4. Bapak Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, M.T. dan Ibu Dr. Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M. Eng. selaku tim dosen penguji Tesis yang memberikan saya arahan dan bimbingan dalam penulisan laporan tugas akhir.
5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dalam perkuliahan.
6. Keluarga saya, Papa Ignatius Sudarmanto, Mama Anna Dewi Ratriani dan adik saya Berlianna Ajeng Kusumawardani yang selalu memberikan saya dukungan, hiburan, dan nasihat kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.



7. Teman-teman saya Dewa, Dian, Pijar, Kak Friska, Kak Regina, Bram, Okti dan juga teman-teman lainnya yang selalu mendukung saya selama berkuliah di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung

Saya menyadari penulisan laporan Tesis ini masih banyak sekali kelemahan dan kekurangan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, saya menerima dan mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dan dapat menyempurnakan penulisan laporan Tesis ini. Jika ada kata yang kurang berkenan, saya sebagai penulis laporan ini memohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga penulisan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para mahasiswa dan pembaca yang berkepentingan.

Yogyakarta, 26 Januari 2024

Penyusun,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Clarissa', with a large, sweeping horizontal stroke underneath.

(Clarissa Intan Maylani Putri)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Penelitian .....	6
1.6. Lokasi Penelitian.....	6
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1. Umum .....	8
2.2. Trase .....	8
2.3. Kereta Api .....	9
2.4. Studi Literatur .....	10

<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI.....</b>	<b>14</b>
3.1.	Pemilihan Trase .....	14
3.2.	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	15
3.3.	Persyaratan Umum .....	17
3.4.	Kecepatan dan Beban Gandar .....	18
	3.4.1. Kecepatan Rencana .....	18
	3.4.2. Kecepatan Maksimum.....	18
	3.4.3. Kecepatan Operasional.....	19
	3.4.4. Kecepatan Komersial .....	19
	3.4.5. Beban Gandar.....	19
3.5.	Lebar Jalan Rel .....	19
3.6.	Kelandaian .....	19
3.7.	Kelas Jalan Rel .....	20
3.8.	Geometri Jalan Rel .....	20
	3.8.1. Alinyemen Horizontal.....	21
	3.8.2. Alinyemen Vertikal.....	24
3.9.	Pelebaran Jalan Rel .....	27
3.10.	Peninggian Jalan Rel.....	28
3.11.	Ruang Bebas.....	30
3.12.	Bantalan Rel.....	34
3.13.	Lapisan Balas dan Sub Balas .....	35
	3.13.1. Balas .....	35
	3.13.2. Sub Balas.....	36
<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
4.1.	Diagram Alir .....	37
	4.1.1. Identifikasi Masalah.....	38
	4.1.2. Pengumpulan Data .....	39
	4.1.3. Pembuatan dan Pemilihan Trase .....	39
	4.1.4. Perencanaan Geometri.....	40
	4.1.5. Analisis Kelayakan Finansial dan Ekonomi.....	39

<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
5.1.	Pembuatan Trase .....	46
5.2.	Perancangan Geometri .....	49
5.2.1.	Alinyemen Horizontal .....	49
5.2.2.	Alinyemen Vertikal .....	54
5.2.3.	Penampang Melintang ( <i>Assembly</i> ) .....	59
5.2.4.	Volume Galian dan Timbunan .....	59
5.3.	Kinerja Tiap Kriteria .....	60
5.4.	Pembobotan dengan <i>Analythic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	64
5.5.	Peringkat Trase.....	66
5.6.	Estimasi Biaya Pengadaan Lahan Trase Terpilih.....	68
5.7.	Estimasi Biaya Pembangunan Prasarana Jalan Rel.....	69
5.8.	Estimasi Biaya Pengadaan Sarana Kereta Api.....	70
5.9.	Estimasi Biaya Persiapan dan Manajemen.....	72
5.10.	Estimasi Biaya Operasi dan Pemeliharaan Prasarana .....	73
5.11.	Estimasi Biaya Operasi dan Pemeliharaan Sarana .....	77
5.12.	Estimasi Pendapatan.....	78
5.13.	Analisis Kelayakan Finansial.....	79
5.14.	Analisis Kelayakan Ekonomi.....	80
5.14.1.	Biaya Penghematan Bahan Bakar.....	80
5.14.2.	Biaya Dampak Polusi.....	82
5.14.3.	Biaya Nilai Waktu Perjalanan.....	83
5.14.4.	Biaya Kesehatan.....	83
5.15.	Perbandingan Biaya dengan Penelitian Sebelumnya .....	86
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>88</b>
6.1.	Kesimpulan.....	88
6.2.	Saran .....	88

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Konsumsi Energi BBM/KmPnp.....	1
Tabel 2.1. Kriteria Pertimbangan Dalam Pemilihan Trase .....	9
Tabel 3.1. Kelandaian.....	20
Tabel 3.2. Kelas Jalan Rel untuk Lebar Rel 1067 mm.....	20
Tabel 3.3. Jari-Jari Minimum Alinyemen Horizontal .....	21
Tabel 3.4. Jari-Jari Minimum Alinyemen Vertikal .....	24
Tabel 3.5. Pelebaran Jalan Rel Untuk 1067 mm .....	27
Tabel 3.6. Peninggian Normal Jalan Rel 1067 mm.....	29
Tabel 3.7. Standar Saringan .....	36
Tabel 5.1. Luas Pembebasan Lahan Trase 1 .....	47
Tabel 5.2. Luas Pembebasan Lahan Trase 2 .....	48
Tabel 5.3. Luas Pembebasan Lahan Trase 3 .....	48
Tabel 5.4. Alinyemen Horizontal dengan <i>Spiral-Circle-Spiral (SCS)</i> .....	52
Tabel 5.5. Alinyemen Horizontal dengan <i>Full Circle (FC)</i> .....	54
Tabel 5.6. Alinyemen Vertikal Cekung.....	56
Tabel 5.7. Alinyemen Vertikal Cembung .....	58
Tabel 5.8. Rekapitulasi Besar Volume Galian dan Timbunan.....	59
Tabel 5.9. Kajian Kinerja Kriteria Teknis.....	61
Tabel 5.10. Kajian Kriteria Integrasi Jaringan.....	62
Tabel 5.11. Kajian Kriteria Hukum, Sosial, dan Biaya.....	63
Tabel 5.12. Rekapitulasi Rasio Konsistensi.....	64
Tabel 5.13. Pembobotan dengan <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	65
Tabel 5.14. Hasil Akhir Peringkat Pembobotan Tiap Variabel.....	66
Tabel 5.15. Estimasi Biaya Pengadaan Lahan .....	68
Tabel 5.16. Acuan Harga Satuan Biaya Pembangunan Prasarana .....	69
Tabel 5.17. Estimasi Biaya Pembangunan Prasarana .....	70
Tabel 5.18. Kebutuhan Angkutan Barang.....	71
Tabel 5.19. Estimasi Biaya Pengadaan Sarana Kereta Api.....	72
Tabel 5.20. Estimasi Biaya Persiapan dan Manajemen .....	73

Tabel 5.21. Estimasi Biaya Operasi Prasarana Perkeretaapian.....	75
Tabel 5.22. Estimasi Biaya Pemeliharaan Prasarana Perkeretaapian .....	76
Tabel 5.23. Estimasi Total Biaya Operasi dan Pemeliharaan .....	77
Tabel 5.24. Estimasi Pendapatan Kereta Penumpang.....	78
Tabel 5.25. Estimasi Pendapatan Kereta Barang .....	79
Tabel 5.26. Hasil Analisis Kelayakan Finansial .....	80
Tabel 5.27. Asumsi Jumlah Penumpang Bus Besar.....	81
Tabel 5.28. Konsumsi Energi BBM/KmPnp.....	81
Tabel 5.29. Selisih Konsumsi Energi BBM/KmPnp.....	82
Tabel 5.30. Keuntungan Ekonomi .....	85
Tabel 5.31. Hasil Analisis Kelayakan Ekonomi .....	85
Tabel 5.32. Perbandingan Biaya Pembangunan Sarana Perkeretaapian .....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Rute KA Joglosemarkerto .....	2
Gambar 1.2. Peta Rute KA Joglosemarkerto .....	3
Gambar 1.3. Peta Rencana Jaringan Kereta Api di Pulau Jawa.....	6
Gambar 1.4. Jalur Kereta Api Yogyakarta – Semarang via Magelang.....	7
Gambar 3.1. <i>Spiral-Circle-Spiral (SCS)</i> .....	22
Gambar 3.2. <i>Full Circle (FC)</i> .....	23
Gambar 3.3. Alinyemen Vertikal .....	25
Gambar 3.4. Alinyemen Vertikal Cembung .....	26
Gambar 3.5. Alinyemen Vertikal Cekung.....	26
Gambar 3.6. Ruang Bebas Rel 1067 mm Bagian Lurus .....	30
Gambar 3.7. Ruang Bebas Rel 1067 mm Bagian Lengkung .....	31
Gambar 3.8. Ruang Bebas Rel 1067 mm Bagian Lurus Jalur Ganda.....	32
Gambar 3.9. Ruang Bebas Rel 1067 mm Bagian Lengkung Jalur Ganda .....	33
Gambar 4.1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	36
Gambar 4.2. <i>Spiral-Circle-Spiral (SCS)</i> .....	41
Gambar 4.3. <i>Full Circle (FC)</i> .....	42
Gambar 4.4. Alinyemen Vertikal .....	43
Gambar 5.1. Alternatif Trase 1, Trase 2, dan Trase 3 .....	40
Gambar 5.2. Tikungan 1 Alinyemen Horizontal <i>Spiral-Circle-Spiral (SCS)</i> .....	44
Gambar 5.3. Tikungan 3 Alinyemen Horizontal <i>Full Circle (FC)</i> .....	47
Gambar 5.4. Tikungan 2 Alinyemen Vertikal Cekung .....	49
Gambar 5.5. Tikungan 4 Alinyemen Vertikal Cembung .....	51
Gambar 5.6. <i>Assembly</i> Alternatif trase 1, 2, dan 3 .....	53

## DAFTAR RUMUS

Rumus 4.1. R min Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.2. h min Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.3. h normal Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.4. Xs Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.5. Ls Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.6. $\Theta_s$ Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.7. Lc Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.8. P Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.9. k Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.10. Ts Lengkung <i>SCS</i> .....	41
Rumus 4.11. Es Lengkung <i>SCS</i> .....	42
Rumus 4.12. Ys Lengkung <i>SCS</i> .....	42
Rumus 4.13. R min Lengkung <i>FC</i> .....	42
Rumus 4.14. Tc Lengkung <i>FC</i> .....	42
Rumus 4.15. Lc Lengkung <i>FC</i> .....	42
Rumus 4.16. Ec Lengkung <i>FC</i> .....	42
Rumus 4.17. h Lengkung <i>FC</i> .....	42
Rumus 4.18. A Lengkung Alinyemen Vertikal .....	43
Rumus 4.19. Xm Lengkung Alinyemen Vertikal .....	43
Rumus 4.20. Ym Lengkung Alinyemen Vertikal .....	43
Rumus 4.21. L Lengkung Alinyemen Vertikal.....	43
Rumus 4.22. <i>Net Present Value (NPV)</i> .....	44
Rumus 4.23. <i>Internal Rate of Return (IRR)</i> .....	44
Rumus 4.24. <i>Benefit Cost Ratio (BCR)</i> .....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Geometri.....	91
Lampiran 2. Gambar Perencanaan.....	98
Lampiran 3. <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	144
Lampiran 4. Perhitungan Kelayakan Finansial .....	148
Lampiran 5. Perhitungan Kelayakan Ekonomi .....	158