

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR JALUR KERETA API CIBATU-GARUT- CIKAJANG

Laporan Tugas Akhir

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



Oleh:

Angel Lee Maria Bako	210218753
Lidwina Lukitaning Santoso	210218772

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

INTISARI

Studi perencanaan untuk jalur kereta api Cibatugar-Cikajang menghasilkan tiga alternatif rute, di mana alternatif ketiga dipilih sebagai yang paling optimal, dengan panjang total 22.828 km. Desain geometrik untuk alternatif rute ketiga dikembangkan menggunakan AutoCAD Civil 3D dengan kecepatan desain 120 km/jam. Alinyemen horizontal terdiri dari 28 tikungan, termasuk 8 tikungan Spiral-Circle-Spiral (SCS) dan 101 tikungan Full Circle (FC), dengan volume galian sebesar 327.717,56 m³ dan volume timbunan sebesar 284.067,85 m³. Alinyemen vertikal mencakup 15 tikungan cembung dan 13 tikungan cengkung. Estimasi biaya pembebasan lahan untuk alternatif ketiga adalah IDR 297.035.738.000, termasuk IDR 100.901.330.000 untuk lahan pemukiman dan IDR 196.134.408.000 untuk lahan pertanian atau lahan terbuka lainnya. Biaya konstruksi yang diperkirakan untuk jalur kereta api adalah IDR 3.052.022.810.686, sementara biaya pengadaan sarana adalah IDR 1.517.234.666.928, dan biaya operasional serta pemeliharaan tahunan adalah IDR 18.114.432.000. Analisis kelayakan finansial mengungkapkan Net Present Value (NPV) sebesar IDR 7.448.719.602.662,70, yang menunjukkan pengembalian investasi positif dengan arus kas masa depan melebihi biaya awal. Internal Rate of Return (IRR) adalah 6,828%, lebih tinggi dari Minimum Attractive Rate of Return (MARR) sebesar 6%, yang menunjukkan pengembalian investasi yang memuaskan. Benefit-Cost Ratio (BCR) adalah 1,28, yang menandakan bahwa setiap unit biaya menghasilkan manfaat lebih besar dari satu, mengkonfirmasi kelayakan finansial. Analisis kelayakan ekonomi menghasilkan NPV sebesar IDR 30.179.334.224.825,70, menunjukkan pengembalian investasi yang positif dan substansial. IRR adalah 11,10%, melebihi MARR sebesar 6%, dan BCR adalah 5,19, yang menunjukkan manfaat ekonomi yang signifikan relatif terhadap biaya.

Secara keseluruhan, proyek jalur kereta api Cibatugar-Cikajang sangat layak dari perspektif finansial dan ekonomi, dengan NPV positif, IRR yang melebihi MARR, dan BCR lebih besar dari satu. Proyek ini dijadwalkan berlangsung selama 875,44 hari, dimulai pada 13 Januari 2025, dan berakhir pada 5 November 2027.

Kata Kunci : Jalur Kereta Api, Cibatugar-Cikarang, Perancangan Geometri

ABSTRACT

The planning study for the Cibatu-Garut-Cikajang railway line resulted in the proposal of three alternative routes, with the third alternative being selected as the most optimal, spanning a total length of 22.828 km. The geometric design of the third alternative route was developed using AutoCAD Civil 3D with a design speed of 120 km/h. The horizontal alignment consists of 28 curves, including 8 Spiral-Circle-Spiral (SCS) curves and 101 Full Circle (FC) curves, with an excavation volume of 327,717.56 m³ and a fill volume of 284,067.85 m³. The vertical alignment comprises 15 convex and 13 concave curves. The estimated cost of land acquisition for the third alternative is IDR 297,035,738,000, including IDR 100,901,330,000 for residential land and IDR 196,134,408,000 for farmland or other open land. The estimated construction cost for the railway line is IDR 3,052,022,810,686, while the procurement cost for rolling stock is IDR 1,517,234,666,928, and the annual operation and maintenance costs are IDR 18,114,432,000.

Financial feasibility analysis revealed a Net Present Value (NPV) of IDR 7,448,719,602,662.70, indicating positive investment returns with future cash flows exceeding initial costs. The Internal Rate of Return (IRR) is 6.828%, higher than the Minimum Attractive Rate of Return (MARR) of 6%, demonstrating a satisfactory return on investment. The Benefit-Cost Ratio (BCR) is 1.28, signifying that every unit of cost generates benefits greater than one, confirming financial feasibility. Economic feasibility analysis yielded an NPV of IDR 30,179,334,224,825.70, demonstrating substantial positive investment returns. The IRR is 11.10%, exceeding the MARR of 6%, and the BCR is 5.19, indicating significant economic benefits relative to costs. Overall, the Cibatu-Garut-Cikajang railway project is highly feasible from both financial and economic perspectives, with positive NPVs, IRRs exceeding MARR, and BCRs greater than one. The project is scheduled to span 875.44 days, commencing on January 13, 2025, and concluding on November 5, 2027.

Key Words : Cibatu-Garut-Cikajang railway, route optimization, geometric design

PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini, Nama

mahasiswa 1 : Angel Lee Maria Bako

NPM : 210218753

Nama mahasiswa 2 : Lidwina Lukitaning Santoso

NPM : 210218722

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR JALUR KERETA API CIBATU-GARUT-CIKAJANG

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, 10 Desember 2024



(Angel Lee Maria Bako)



(Lidwina Lukitaning Santoso)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR JALUR KERETA API CIBATU- GARUT- CIKAJANG

Oleh:

Angel Lee Maria Bako	210218753
Lidwina Lukitaning Santoso	210218772

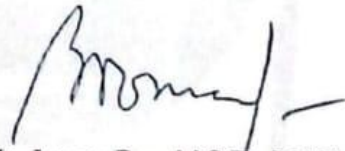
Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Dua TAPI
Yogyakarta, 22 Januari 2025



(Ir. Didit Gunawan Prasetyo Jati,
S.Kom., MS.)
NIDN: 0509078602

Pembimbing Satu TAPI
Yogyakarta, 22 Januari 2025



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

Disahkan oleh:

Ketua Departemen Teknik Sipil
Yogyakarta, 22 Januari 2025



FACULTAS
TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA


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

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR JALUR KERETA API CIBATU- GARUT- CIKAJANG

Oleh:



Angel Lee Maria Bako
210218753



Lidwina Lukitaning Santoso
210218772

Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Dr. Ir. Imam Basuwi, M.T		20/1/2025
Sekretaris : R. Didit Bunawan		22/1/2025
Anggota : Ir. Peter F. Zamang, M.Eng, Ph.D.		20/1/2025

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat limpahan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur Jalur Kereta Api Cibatug-Garut-Cikajang. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 dari Prodi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya
Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Perancangan Infrastrukturr.
2. Bapak Didit Gunawan Prasetyo Jati, S.Kom., M.Sc., selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur.
3. Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
4. Kelompok 2, yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur Jalur Kereta Api Cibatug-Garut-Cikajang masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan laporan ini di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 10 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
PERNYATAAN.....	iii
PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Perancangan	3
1.3 Lokasi Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Kegiatan.....	5
1.4.1 Kegiatan Survei Primer	5
1.4.2 Kegiatan Survei Sekunder	5
1.5 Hasil Yang Diharapkan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	6
2.2 Trase	6
2.3 Kereta Api	8
2.4 Studi Literatur	8
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Pemilihan Trase	12
3.2 Studi Kelayakan.....	14
3.2.1 Pengisian Kuisisioner.....	15
3.2.1.1 Pengisian Kuisisioner Tahap 1	15
3.2.1.2 Pengisian Kuisisioner Tahap 2.....	16
3.2.2 Pemilihan Trase dengan Metode <i>Analytic Hierarchy Process</i>	18
3.2.3 Analisis Multi Kriteria (AMK)	20
3.3 Persyaratan Umum	21
3.4 Struktur Jalan Rel	22

3.4.1 Struktur Bagian Atas	22
3.4.1.1 Rel.....	22
3.4.1.2 Bantalan Rel (<i>sleepers</i>).....	26
3.4.1.3 Penambat Rel	29
3.4.2 Struktur Bagian Bawah	30
3.4.2.1 Lapisan Atas (<i>Ballast</i>)	30
3.4.2.2 Lapisan Bawah (<i>Sub Ballast</i>)	30
3.4.2.3 Lapisan Tanah Dasar (<i>Sub Grade</i>)	31
3.5 Geometrik Jalan	31
3.5 .1 Lebar Sepur	32
3.5.2 Kecepatan Maksimum	32
3.5.3 Kelandaian	33
3.5.4 Jumlah Jalur	33
3.5.5 Kelas Jalan Rel	34
3.5.6 Alinyemen Horizontal.....	34
3.5.7 Alinyemen Vertikal.....	38
3.5.8 Pelebaran Sepur	41
3.5.9 Peninggian Jalan Rel.....	42
3.5.10 Drainase Jalan Rel.....	44
3.5.11 Profil Jalan Rel.....	44
3.5.12 Badan Jalan Rel.....	45

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tahap Perancangan	47
4.2 Pengumpulan Data	48
4.3 Pembuatan Dan Pemilihan Trase	48
4.4 Perancangan Geometrik	49
4.5 Analisis Kelayakan Finansial Ekonomi	49

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Perencanaan.....	52
5.1.1 Pembuatan Trase	52

5.1.2 Perencanaan Geometri	53
5.1.2.1 Pembuatan Alinyemen Horizontal.....	53
5.1.2.2 Peninggian Rel.....	63
5.1.2.3 Pembuatan Alinyemen Vertikal.....	63
5.1.2.4 Pembuatan Koridor.....	80
5.1.2.5 Galian Timbunan	80
5.1.2.6 Evaluasi Trase.....	81
5.2 Pemilihan Trase	84
5.2.1 Skoring Trase	86
5.3 Perencanaan Biaya	88
5.3.1 Skoring Komponen Biaya Pembangunan Prasarana Perkeretaapian .	88
5.3.2 Estimasi Biaya Pengadaan Lahan Trase Terpilih	89
5.3.3 Work Breakdown Structure	90
5.3.4 Perhitungan Volume Kegiatan	93
5.3.5 Analisis Harga Satuan Pekerjaan dan Rancangan Anggaran Biaya ...	94
5.3.6 Biaya Pengadaan Prasarana Perkeretapian	95
5.3.7 Biaya Pengadaan Sarana Perkeretapian	96
5.3.8 Biaya Persiapan dan Manajemen	98
5.3.9 Biaya Operasi Pemeliharaan	100
5.3.10 Estimasi Pendapatan	102
5.4 Analisis Kelayakan	104
5.4.1 Analisis Kelayakan Finansial.....	104
5.4.2 Analisis Kelayakan Ekonomi.....	105
5.5 Perencanaan waktu.....	106
5.5.1 Perhitungan Durasi Kegiatan dan Kebutuhan Pekerja	106
5.5.2 Penentuan Hubungan Antar Kegiatan Dan jenis Tumpang Tindih Antar Kegiatan	106
5.5.3 Network Diagram.....	109
5.5.4 Penjadwalan Sumber daya	110
5.5.5 Barchart dan Kurvas-S	112

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 114

6.2 Saran..... 115

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Trase	7
Tabel 3.1 Contoh Kuesioner dengan menggunakan Expert Choice	15
Tabel 3.2 Tabel Penggunaan Penambat berdasarkan kelas Jalan	29
Tabel 3.3 Kecepatan Maksimum yang Diijinkan Sesuai Kelas Jalan Rel ...	33
Tabel 3.4 Tabel Kelandaian Berdasarkan Kelompok Lintasan	33
Tabel 3.5 Kapasitas Angkut Kereta Api	34
Tabel 3.6 Jari-jari Minimum Lengkung Horizontal	35
Tabel 3.7 Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal	39
Tabel 3.8 Standar Minimum Lengkung Vertikal	41
Tabel 3.9 Pelebaran Sepur 1067 mm	41
Tabel 3.10 Pelebaran Sepur 1435 mm	41
Tabel 3.11 Tabel Peninggian Jalan Rel 1067 mm	42
Tabel 3.12 Tabel Peninggian Jalan Rel 1435 mm	43
Tabel 3.13 Dimensi Penampang Rel	44
Tabel 3.14 Panjang Minimum Rel Panjang	45
Tabel 3.15 Penampang Melintang Jalan Rel	46
Tabel 5.1 Tabel Galian dan Timbunan	81
Tabel 5.2 Kajian Kriteria Hukum, Sosial, dan Biaya	82
Tabel 5.3 Rekapitulasi Rasio Konsistensi Dengan Menggunakan AHP	84
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Bobot Kriteria dan Bobot Variabel	85
Tabel 5.5 Hasil Skoring Pembobotan	87
Tabel 5.6 Estimasi Biaya Pengadaan Bahan	90
Tabel 5.7 AHSP Pemotongan Pohon Pilihan Diameter > 30-50 cm (Termasuk Cabut Akar dan Pembuangan)	95
Tabel 5.8 Estimasi Biaya Pembangunan Prasarana Perkeretaapian	96
Tabel 5.9 Daftar Komoditas Unggulan Kabupaten Garut	97
Tabel 5.10 Estimasi Biaya Sarana Perkeretaapian	98
Tabel 5.11 Detail Estimasi Biaya Persiapan Pembangunan Prasarana	

Perkeretaapian (tanpa IKK)	99
Tabel 5.12 Estimasi Biaya Persiapan Pembangunan Prasarana Perkeretaapian (dengan IKK)	100
Tabel 5.13 Estimasi Biaya Perawatan dan Operasional Prasarana Perkeretaapian	101
Tabel 5.14 Estimasi Biaya Perawatan dan Operasional Prasarana Perkeretaapian.....	102
Tabel 5.15 Estimasi Pendapatan Kereta Penumpang	103
Tabel 5.16 Estimasi Pendapatan Kereta Barang	103
Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Analisis Finansial	105
Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Analisis Finansial	106
Tabel 5.19 Contoh Perhitungan Durasi dan Jumlah Pekerja	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Rencana Trase Kereta Api Cibatug-Garut-Cikajang.....	4
Gambar 1.2 Lokasi Penelitian	4
Gambar 3.1 Kuesioner Tahap 1	16
Gambar 3.2 Kuesioner Tahap 2	17
Gambar 3.3 Metode <i>Analytic Hierarchy Process</i> dengan menggunakan Program <i>Excel</i>	20
Gambar 3.4 Struktural Jalan Bel	22
Gambar 3.5 Macam- Macam Bentuk Rel.....	24
Gambar 3.6 Bantalan Beton dan Spesifikasi.....	28
Gambar 3.7 Penambat Rel untuk Bantalan Beton tipe Pandrol Elastik.....	30
Gambar 3.8 <i>Spiral-Circle-Spiral (SCS)</i>	36
Gambar 3.9 <i>Full Circle (FC)</i>	37
Gambar 3.10 Lengkung Verikal Cembung	39
Gambar 3.11 Lengkung Verikal Cekung	40
Gambar 5.1 Gambar alternatif Trase	52
Gambar 5.2 Work Breakdown Struktur Perencanaan Jalur Kereta Api Cibatug-Garut - Cikajang	92
Gambar 5.3 Penentuan Keterkaitan Antara Aktivitas Dengan MS Project.....	109
Gambar 5.4 Network Diagram Proyek Pembangunan Revitalisasi Jalan Rel Kereta Api Jalur Cibatug- Garut-Cikajang	110
Gambar 5.5 Penggambaran Penjadwalan Sumber Daya	111
Gambar 5.6 Hari Perhitungan Penjadwalan Sumber Daya	111
Gambar 5.7 Visualisasi <i>Bar Chart</i>	112
Gambar 5.8 Visualisasi <i>Curva S</i>	113

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Tebal Total Ballast.....	31
Rumus 3.2 Tebal lapisan ballast bawah	31
Rumus 3.3 Perancangan Struktur Jalan Rel	33
Rumus 3.4 Perancangan Jari- Jari Tikungan dan Lengkungan Peralihan ...	33
Rumus 3.5 Jari-Jari Minimum Lengkung <i>Spiral Circle Spiral</i>	37
Rumus 3.6 Peninggian Rel Pada Lengkung SCS.....	37
Rumus 3.7 Jari-Jari Minimum Lengkung Lengkung <i>Full Circle</i>	38
Rumus 3.8 Peninggian Rel Pada Lengkung FC	38
Rumus 3.9 Panjang Lengkung Vertikal.....	40
Rumus 4.1 Perhitungan Net Present Value (NPV)	50
Rumus 4.2 Pehitungan IRR.....	50
Rumus 4.3 Pehitungan BCR.....	54
Rumus 5.1 Ts Lengkung FC	54
Rumus 5.2 Lc Lengkung FC	54
Rumus 5.3 Es Lengkung FC	54
Rumus 5.4 Lc Lengkung SCS	54
Rumus 5.5 L Lengkung SCS.....	54
Rumus 5.6 Xc Lengkung SCS.....	54
Rumus 5.7 Yc engkung SCS	55
Rumus 5.8 P Lengkung SCS	55
Rumus 5.9 k Lengkung SCS	55
Rumus 5.10 Ts Lengkung SCS	55
Rumus 5.11 Es Lengkung SCS	55
Rumus 5.12 A Cembung.....	64
Rumus 5.13 Xm Cembung.....	64
Rumus 5.14 ym Cembung	64
Rumus 5.15 STA PLV Cembung	64
Rumus 5.16 ELV PLV Cembung.....	64
Rumus 5.17 STA PTV Cembung	64
Rumus 5.18 ELV PTV Cembung	64

Rumus 5.19 X Cembung	64
Rumus 5.20 L Cembung	65
Rumus 5.21 Harga Total Pekerjaan	92
Rumus 5.22 Durasi Pekerjaan	107
Rumus 5.23 Harga Total Pekerjaan	108
Rumus 5.24 Bobot (%)	111
Rumus 5.25 Bobot	112

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal
- Lampiran 2. Tabel Perhitungan Alinyemen Vertikal
- Lampiran 3. Tabel Perhitungan Cut and Fill
- Lampiran 4. Gambar Detail Potongan Melintang
- Lampiran 5. Gambar Detail Potongan Memanjang
- Lampiran 6. Gambar Detail Desain rel
- Lampiran 7. Rencana Anggaran Biaya
- Lampiran 8 . Analisis Harga Satuan Pekerja
- Lampiran 9 . K3L
- Lampiran 10 . AHP
- Lampiran 11 . Harga Satuan Upah
- Lampiran 12. Harga Satuan Bahan
- Lampiran 13. Barchart
- Lampiran 14. Curva S
- Lampiran 15. Penjadwalan Dengan MS Project
- Lampiran 16. Network Diagram
- Lampiran 17. Perhitungan Studi Kelayakan Finansial
- Lampiran 18. Perhitungan Studi Kelayakan Ekonommi
- Lampiran 19. Denah Lokasi
- Lampiran 20. Site Plan