

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN
KERETA API PADA STASIUN KRIAN – STASIUN
WONOKROMO (KM 38+330 - KM 17+361)**

TUGAS AKHIR

**Untuk memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil(S-1)**



Disusun Oleh :

DENA AYU SEPTIANA

NPM. 17035010002

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2023

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN JALUR GANDA (DOUBLE TRACK) LINTASAN KERETA
API PADA STASIUN KRIAN – STASIUN WONOKROMO
(KM 38+330 – KM 17+361)**

Disusun Oleh:

DENA AYU SEPTIANA

NPM. 17035010002

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik**

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada hari Jumat, 20 Januari 2023

Pembimbing:

1. Dosen Pembimbing Utama

Tim Penguji:

1. Penguji I

Nugroho Utomo, S.T., M.T.
NIP3K. 19750117 202121 1 002

Ibnu Shollehin, S.T., M.T.
NIP. 19710916 202121 1 004

2. Penguji II

Ir. Dioko Sulistiono, M.T.

3. Penguji III

Masliyah, S.T., M.T.
NIDN. 0708116701

**Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik**

Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dena Ayu Septiana
NIM : 17035010002
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Skripsi/Tugas Akhir/
Tesis/Desertasi : Perencanaan Jalur Ganda (*Double Track*) Lintasan Kereta
Api pada Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo (KM 38+330
- KM 17+361)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di nstitusi Pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 24 Januari 2023

Yang menyetakan,



Dena Ayu Septiana

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN
KERETA API PADA STASIUN KRIAN – STASIUN
WONOKROMO (KM 38+330 - KM 17+361)**

**Dena Ayu Septiana
NPM 17035010002**

ABSTRAK

Berdasarkan Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS) Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan pada tahun 2030 mengalami peningkatan jumlah perjalanan kereta api di Pulau Jawa. Oleh karena itu pemerintah Indonesia berencana untuk membangun jaringan jalan rel dengan program jalur ganda agar memenuhi pelayanan optimal. Kapasitas lintas rel kereta api tunggal pada jalur Krian – Wonokromo kurang memadai, karena penggunaan rel kereta api tunggal yang lebih memprioritaskan perjalanan kereta api kelas tertentu. Maka diperlukan perencanaan pembangunan rel kereta api jalur ganda agar dapat digunakan untuk perjalanan kereta api dengan arah yang berbeda. Metode penyelesaian perencanaan jalur ganda rel kereta api ini yaitu mengumpulkan data – data sekunder, mengidentifikasi masalah, studi literatur, perhitungan menurut Peraturan Menteri No. 60 Th. 2012 dan Peraturan Dinas No.10 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, desain perencanaan, analisa data perencanaan. Dari hasil analisa dan perencanaan konstruksi jalan rel termasuk kelas jalan rel IV dengan tipe rel rencana R54, sambungan tipe rel R54 menggunakan *fishbolt plate*, penambat rel menggunakan penambat elastis ganda Pandrol *E-Clip*, bantalan rel menggunakan beton prategang tipe N-67 dari PT. WIKA Beton. Untuk sistem wesel direncanakan wesel nomor 20 dengan kecepatan ijin 35 km/jam. Dimensi struktur bawah diperoleh tebal *ballast* atas 30 cm dan tebal *sub-ballast* 50 cm. Lapisan *subgrade* direncanakan timbunan setinggi 1 meter dari permukaan tanah asli dengan kemiringan 1:1,5 menggunakan tanah granular. Saluran drainase direncanakan menggunakan *box culvert* dengan bentuk persegi panjang dengan dimensi 140 cm x 70 cm terletak 285 cm dari as rel jalur ganda kereta api Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo.

Kata kunci : Perencanaan Jalur Ganda, Jalan rel Krian-Wonokromo, Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir yang berjudul **“PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN KERETA API PADA STASIUN KRIAN – STASIUN WONOKROMO (KM 38+330 - KM 17+361)”**. Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan tingkat sarjana (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin berterima kasih kepada :

1. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Minarni Nur Trilita., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Nugroho Utomo, ST., MT., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir yang telah dengan membimbing, memberi masukan sehingga penulis dapat lebih menyempurnakan Laporan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen, staff, dan karyawan Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan yang berguna.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.

6. Segenap teman-teman mahasiswa/wi yang sangat membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Dan terima kasih kepada pihak-pihak lainnya yang telah membantu kelancaran dalam penyusunan laporan ini.

Semoga segala bantuan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu kritik dan saran dari para pembaca yang sifatnya membangun sangat dibutuhkan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan khususnya bagi para penerus Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 20 Januari 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Struktur Jalan Rel	12
2.2.1. Tipe dan Karakteristik Penampang Rel	15
2.2.2. Rel Menurut Panjang	16
2.3. Pembebanan Jalur Rel Kereta Api	17
2.3.1. Rangkaian Kereta Api	17
2.3.2. Analisa Perhitungan Pembebanan Kereta Api	21
2.4. Sambungan Rel	23
2.4.1. Analisa Terhadap Kekuatan Tarik Baut	26

2.5.	Bantalan Rel	28
2.5.1.	Bantalan Beton Prategang	28
2.5.2.	Analisa Pembebanan pada Bantalan Rel	28
2.5.3.	Perhitungan Bantalan Rel Beton	29
2.6.	Penambat Rel	31
2.7.	Lapisan <i>Ballast</i> , <i>Sub-Ballast</i> dan <i>Subgrade</i>	34
2.7.1.	Lapisan <i>Ballast</i>	34
2.7.2.	Lapisan <i>Sub-Ballast</i>	34
2.7.3.	Lapisan <i>Subgrade</i>	35
2.8.	Geometrik Jalan Rel	36
2.8.1.	Lengkung Horisontal	36
2.8.2.	Lengkung Vertikal	42
2.8.3.	Lebar Jalan Rel	44
2.8.4.	Kelandaian	45
2.8.5.	Ruang Bebas dan Ruang Bangun	46
2.9.	Perhitungan Wesel	47
2.10.	Sistem Drainase Jalan Kereta Api	49
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Identifikasi Masalah	53
3.2.	Studi Literatur	53
3.3.	Pengumpulan Data	55
3.4.	Analisa Data	56
3.5.	Gambar Rencana	59
3.6.	Kesimpulan dan Saran	59

3.7. Bagan Alir Metodologi Perencanaan	60
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pembebanan Kecepatan Rencana Kereta Api.....	62
4.2. Perhitungan Pembebanan Jalan Kereta Api	62
4.3. Perhitungan Sambungan Rel	73
4.3.1. Analisa Terhadap Kekuatan Tarik Baut	78
4.4. Perhitungan Bantalan Rel.....	80
4.5. Perhitungan Penambat rel	86
4.6. Perencanaan Wesel	89
4.6.1. Perhitungan Perencanaan Wesel Stasiun Wonokromo.....	90
4.6.2. Perhitungan Perencanaan Wesel Stasiun Krian.....	95
4.7. Ruang Bebas dan Ruang Bangun	98
4.8. Perencanaan Lapisan <i>Ballast</i> dan <i>Sub-Ballast</i>	99
4.8.1. Perhitungan Tebal Lapisan <i>Ballast</i>	99
4.8.2. Perhitungan Tebal Lapisan <i>Sub-Ballast (Ballast Bawah)</i>	100
4.8.3. Perencanaan Tubuh Jalan Kereta Api (<i>Subgrade</i>).....	101
4.9. Perencanaan Geometri Jalan Rel	103
4.9.1. Perencanaan Alinyemen Horizontal	103
4.9.2. Perencanaan Alinyemen Vertikal	122
4.10. Perencanaan Drainase Kereta Api	133
4.10.1. Perhitungan Debit Rencana Hujan	133
4.10.2. Peencanaan Perhitungan Dimensi Saluran Drainase	138
4.10.3. Perencanaan Perletakan Saluran Drainase.....	141
4.11. Rangkuman Hasil Analisa Data & Pembebanan	142

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 148

5.2. Saran 150

DAFTAR PUSTAKA 151

LAMPIRAN 153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Penelitian	5
Gambar 2.1.	Penampang Melintang Jalan Rel pada Bagian Lurus – Jalur Tunggal	14
Gambar 2.2.	Penampang Melintang Jalan Rel pada Lengkung – Jalur Tunggal	14
Gambar 2.3.	Penampang Melintang Jalan Rel pada Bagian Lurus – Jalur Ganda	15
Gambar 2.4.	Penampang Melintang Jalan Rel pada Lengkung – Jalur Ganda	15
Gambar 2.5.	Sambungan Melayang	23
Gambar 2.6.	Sambungan Menumpu	23
Gambar 2.7.	Skema Bantalan Rel Beton Prategang PT.WIKA	30
Gambar 2.8.	Distribusi Momen	30
Gambar 2.9.	Penambat Pandrol <i>E-Clip</i>	32
Gambar 2.10.	Penambat KA <i>Clip</i>	32
Gambar 2.11.	Penambat Kupu - kupu	33
Gambar 2.12.	Penambat DE <i>Clip</i>	33
Gambar 2.13.	Skematik Gaya pada Kondisi Gaya Sentrifugal Diimbangi oleh Gaya Berat.....	38
Gambar 2.14.	Skematik Gaya pada Kondisi Gaya Sentrifugal hanya Diimbangi oleh Gaya Berat dan Daya Dukung Komponen Rel.....	38

Gambar 2.15.	Skematik Gandar Muka – Belakang Kokoh	40
Gambar 2.16.	Lebar Jalan Rel 1067 mm	44
Gambar 2.17.	Wesel Kereta Api.....	47
Gambar 2.18.	Panjang Jarum.....	48
Gambar 2.19.	Wesel Lidah Pegas.....	48
Gambar 2.120.	Potongan Melintang Drainase Lereng	52
Gambar 3.1.	Bagan Alir Metodologi Penelitian	60
Gambar 4.1.	Beban lokomotif CC-206	65
Gambar 4.2.	Ukuran – ukuran Standar Pelat Penyambung untuk Rel R42, R50 & R54	76
Gambar 4.3.	Analisa Tegangan yang Terjadi pada Bantalan Rel Tipe N-67	81
Gambar 4.4.	Bantalan Beton N-67.....	81
Gambar 4.5.	Penambat Pandrol <i>E-Clip</i>	86
Gambar 4.6.	Skema Jalur Wesel.....	90
Gambar 4.7.	Skema Lidah Wesel Pegas	92
Gambar 4.8.	Skema Jari – jari Lengkung Luar.....	93
Gambar 4.9.	Detail Wesel Stasiun Wonokromo	95
Gambar 4.10.	Detail Wesel Stasiun Krian	98
Gambar 4.11.	Skema Potongan Melintang Jalan Lurus	99
Gambar 4.12.	Proyeksi Lengkung Horizontal <i>Spiral – Circle - Spiral</i>	107
Gambar 4.13.	Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 38+150 – KM 38+100.....	110

Gambar 4.14. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 37+900 –	
KM 37+850.....	111
Gambar 4.15. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 36+300 –	
KM 36+250	111
Gambar 4.16. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 35+850 –	
KM 35+800	112
Gambar 4.17. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 34+750 –	
KM 34+700	112
Gambar 4.18. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 33+650 –	
KM 33+600	113
Gambar 4.19. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 32+200 –	
KM 32+150	113
Gambar 4.20. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 31+900 –	
KM 31+850	114
Gambar 4.21. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 30+000 –	
KM 29+950	114
Gambar 4.22. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 29+600 –	
KM 29+550	115
Gambar 4.23. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 28+050 –	
KM 28+000	115
Gambar 4.24. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 27+000 –	
KM 26+950	116
Gambar 4.25. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 26+600 –	
KM 26+550	116

Gambar 4.26. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 25+000 –	
KM 24+950	117
Gambar 4.27. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 24+650 –	
KM 24+600	117
Gambar 4.28. Skema Alinyemen Horiozontal pada KM 23+600 –	
KM 23+550	118
Gambar 4.29. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 38+330 –	
KM 38+100	125
Gambar 4.30. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 37+725 –	
KM 37+325	126
Gambar 4.31. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 36+752 –	
KM 36+050	126
Gambar 4.32. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 35+860 –	
KM 35+325	127
Gambar 4.33. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 33+490 –	
KM 32+375	127
Gambar 4.34. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 32+375 –	
KM 32+150	128
Gambar 4.35. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 31+850 –	
KM 31+200	128
Gambar 4.36. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 30+700 –	
KM 30+500	129
Gambar 4.37. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 29+670 –	
KM 29+375	129

Gambar 4.38. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 26+740 –	
KM 26+325	130
Gambar 4.39. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 25+940 –	
KM +740	130
Gambar 4.40. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 24+960 –	
KM 24+720	131
Gambar 4.41. Skema Alinyemen Vertikal pada KM 23+890 –	
KM 23+660	131
Gambar 4.42. Skema Saluran Drainase	140
Gambar 4.43. Skema Letak Saluran Drainase	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klasifikasi Standar Jalan Rel	13
Tabel 2.2.	Kelas Jalan dan Tipe Rel	15
Tabel 2.3.	Karakteristik Penampang Rel	16
Tabel 2.4.	Panjang Minimum Rel	17
Tabel 2.5.	Kelas Jalan Rel	20
Tabel 2.6.	Batas Suhu Rel pada Bantalan Beton	24
Tabel 2.7.	Spesifikasi Bantalan Beton Prategang Tipe N-67	29
Tabel 2.8.	Persyaratan Perencanaan Lengkungan	37
Tabel 2.9.	Perlebaran antar Rel	39
Tabel 2.10.	Elevasi Rel di Kurva dengan Formula	42
Tabel 2.11.	Jari – jari Minimum Lengkung Vertikal	43
Tabel 2.12.	Kelas Jalan Rel	45
Tabel 2.13.	Pengelompokan Lintas Berdasar pada Kelandaian	46
Tabel 2.14.	Landai Penentu Maksimum	46
Tabel 2.15.	Kecepatan Aliran Berdasarkan Bahan Pembentuk Saluran.....	50
Tabel 4.1.	Frekuensi Lalu Lintas Perjalanan Kereta Api Penumpang Jalur Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo.....	63
Tabel 4.2.	Frekuensi Lalu Lintas Perjalanan Kereta Api Barang Jalur Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo.....	64
Tabel 4.3	Susunan Stamformasi Kereta Api Argo Wilis.....	65
Tabel 4.4	Kelas Jalan dan Tipe Rel	68
Tabel 4.5	Karakteristik Tipe Rel.....	69

Tabel 4.6. Kelas Jalan Rel	69
Tabel 4.7 Tegangan Ijin Profil Rel	73
Tabel 4.8. Dimensi Pelat Sambungan	74
Tabel 4.9. Batas Suhu Pemasangan Rel.....	74
Tabel 4.10. Fungsi Hiperbolik untuk Momen di Bawah Bantalan Rel.....	84
Tabel 4.11. Fungsi Hiperbolik untuk Momen di Tengah Bantalan Rel.....	85
Tabel 4.12. Koefisien Geser pada Jalan Rel Kereta Api	88
Tabel 4.13. Nomor Wesel dan Kecepatan Ijin.....	90
Tabel 4.14. Ukuran – ukuran pada Lapisan Ballast.....	100
Tabel 4.15. Pembagian Tipikal Profil Lapisan Tanah Dasar	102
Tabel 4.16. Persyaratan Perencanaan Lengkung Lingkaran.....	104
Tabel 4.17. Koordinat Titik Tikungan Jalur Rel Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo	105
Tabel 4.18 Perhitungan Alinyemen Horizontal Jalur Kereta Api Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo	119
Tabel 4.19. Jari – jari Minimum Lengkung Vertikal	122
Tabel 4.20. Analisa Kelandaian Jalur Kereta Api Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo	123
Tabel 4.21. Perhitungan Alinyemen Vertikal Jalur Kereta Api Stasiun Krian – Stasiun Wonokromo.....	132
Tabel 4.22. Data Curah Hujan Sepanjang Jalur Krian - Wonokromo	133
Tabel 4.23. Intensitas Curah Hujan dengan Metode Aritmatik	133
Tabel 4.24. Reduced Variable (Y_t).....	134
Tabel 4.25. Reduced Mean (Y_n).....	135

Tabel 4.26. Reduced Standart Deviasi (Sn)	135
Tabel 4.27. Koefisien Pengaliran.....	137
Tabel 4.28. Kecepatan Ijin Berdasarkan Jenis Material	138
Tabel 4.29. Koefisien Manning (n).....	140
Tabel 4.30. Lebar Badan dan Jalan Rel	141