

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN
KERETA API PADA EMPLASEMEN STASIUN WONOKROMO –
STASIUN SIDOARJO (KM. 7+881 – KM. 25+510)**

Tugas Akhir



Disusun oleh:

JIMMY JEREMY TANDRA DASION

1653010028

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2021

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN
KERETA API PADA EMPLASEMEN STASIUN WONOKROMO
– STASIUN SIDOARJO (KM. 7+881 – KM. 25+510)**

Disusun oleh:

Jimmy Jeremy Tandra Dasion
NPM. 1653010028

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 5 Januari 2021

Pembimbing :

1. Pembimbing Utama



Nugroho Utomo, ST., MT.
NPT. 3 7501 04 0195 1

Tim Penguji:

1. Penguji I



Ibnu Solichin, ST., MT.
NPT. 3 7109 99 0167 1

2. Penguji II



Ir. Djoko Sulistiono, MT.

3. Penguji III



Masliyah, S.T., M.T.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN
KERETA API PADA EMPLASEMEN STASIUN WONOKROMO
– STASIUN SIDOARJO (KM. 7+881 – KM. 25+510)**

Oleh :

Jimmy Jeremy Tandra Dasion
NPM. 1653010028

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 5 Januari 2021**

Dosen Pembimbing



Nugroho Utomo, ST., MT.
NPT. 3 7501 04 0195 1

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik**



Dr. Dra. Jariyah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN KERETA API PADA EMPLASEMEN STASIUN WONOKROMO – STASIUN SIDOARJO (KM. 7+881 – KM. 25+510)

ABSTRAK

Menurut Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS), diperkirakan pada tahun 2030 peningkatan perpindahan manusia sejumlah 858,5 juta orang/tahun terjadi di pulau Jawa. Oleh sebab itu, pemerintah berencana mengembangkan jaringan jalan rel di pulau Jawa menjadi jalur ganda (*double track*) agar dapat mengimbangi jumlah permintaan yang akan datang. Kota Surabaya dan Sidoarjo merupakan 2 kota besar di Pulau Jawa, namun jalan kereta api lintas Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo masih menggunakan jalur tunggal yang menyebabkan layanan kereta api terkadang mengalami keterlambatan keberangkatan dan kedatangan kereta api karena harus bergantian jalur rel dengan kereta api lainnya. Direncanakan jalur ganda (*double track*) pada lintas Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo (KM 7+881 - KM 25+510) agar dapat memenuhi peningkatan perpindahan manusia seperti prediksi RIPNAS.

Dari hasil analisa dan perencanaan diperoleh penempatan trase jalur ganda di sebelah timur trase eksisting dari Wonokromo menuju Sidoarjo. Konstruksi jalan rel termasuk kelas jalan rel III dengan dimensi struktur atas tipe rel rencana R₅₄, sambungan tipe rel R₅₄, penambat elastis ganda Pandrol *E-Clip*, bantalan beton prategang tipe N-67 PT. WIKA Beton. Dimensi struktur bawah diperoleh tebal *ballast* atas 30 cm dan tebal *sub-ballast* 40 cm. Lapisan *subgrade* direncanakan timbunan setinggi 1 meter dari permukaan tanah asli dengan kemiringan 1:1,5 menggunakan tanah granular. Saluran drainase menggunakan beton bertulang dengan bentuk persegi panjang berdimensi 140cmx70cm terletak 285 cm dari as rel.

Kata Kunci : Jalur Ganda, Struktur Jalan Kereta Api, Desain Geometrik, Drainase Jalan Kereta Api, Wonokromo, Sidoarjo.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya karena berkat rahmat dan hidayah-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Jalur Ganda (*Double Track*) Lintasan Kereta Api Pada Emplasemen Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo (KM 7+881 – KM 25+510)”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Pada kesempatan ini pula penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur;
2. Ibu Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, Mt., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil FT UPN “Veteran” Jawa Timur;
3. Bapak Nugroho Utomo, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing atas ketersediannya untuk memberikan bimbingan, masukan, dan ide-ide dalam proses penyelesaian tugas akhir;
4. Ibu Maria Mintowati dan Bapak Blajan Konradus selaku orang tua dan kedua kakak saya yang memberikan dukungan moral, doa, dan finansial;
5. Nona manis selaku moodbooster;
6. Rekan-rekan mahasiswa teknik sipil 2016, Mas Muhammad Munif angkatan 2013, dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini;

7. Arga Firstanza dan Luqman Purwanto yang selalu menjadi carry terbaik;
8. Semua dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa timur;
9. Seluruh staff dan karyawan Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Timur dan DAOP VIII, terutama mbak nana yang telah memberikan informasi dan masukan yang bermanfaat dalam menyusun tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan khususnya bagi para generasi penerus Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, Januari 2021

Penyusun,

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	x
BAB I Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan	5
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Manfaat	6
1.6. Lokasi	7
BAB II Tinjauan Pustaka	
2.1. Penelitian Terdahulu	8
2.2. Konstruksi Jalan Kereta Api	11
2.2.1. Kapasitas Jalan Kereta Api	14
2.2.2. Jenis Rel menurut Panjang	15
2.2.3. Sambungan Rel.....	16
2.2.3.1. Penempatan Sambungan Rel.....	16
2.2.3.2. Dimensi Pelat Penyambung Rel	17
2.2.3.3. Perencanaan Sambungan Rel	17
2.3. Pembebanan Jalur Rel Kereta Api.....	20
2.4. Geometrik Jalan Rel	22

2.4.1.	Alinemen Horisontal	22
2.4.2.	Alinemen Vertikal	30
2.4.3.	Lebar Jalan Rel	31
2.4.4.	Kelandaian	32
2.4.5.	Penamapang Melintang Jalan Kereta Api	34
2.4.6.	Ruang Bebas dan Ruang Bangun	36
2.5.	Penambat Rel	36
2.5.1.	Jenis Penambat Rel	37
2.5.2.	Penggunaan Penambat	37
2.5.3.	Perhitungan Penambat	38
2.6.	Wesel	39
2.6.1.	Jenis Wesel	39
2.6.2.	Komponen Wesel	44
2.6.3.	Persyaratan Wesel.....	46
2.6.4.	Nomor dan Kecepatan Izin pada Wesel.....	47
2.6.5.	Perhitungan Wesel.....	47
2.7.	Bantalan Rel Kereta Api	50
2.7.1.	Bantalan Beton Prategang.....	51
2.7.1.1.	Analisis Pembebanan pada Bantalan Rel.....	53
2.7.1.2.	Perhitungan Bantalan Rel Beton	54
2.8.	Lapisan <i>Ballast</i> dan <i>Sub-ballast</i>	57
2.8.1.	Lapisan <i>Ballast</i> Atas	57
2.8.2.	Lapisan <i>Ballast</i> Bawah (<i>Sub-ballast</i>)	58
2.9.	<i>Subgrade</i> Jalan Kereta Api.....	59

2.10.	Drainase Jalan Kereta Api.....	60
2.11.	Hipotesis Penelitian	63
BAB III Metodologi Penelitian		
3.1.	Identifikasi Masalah.....	64
3.2.	Studi Literatur.....	64
3.3.	Pengumpulan Data	66
3.4.	Analisa Data	66
3.5.	Gambar Desain	69
3.6.	Kesimpulan dan Saran	69
3.7.	Bagan Alir Metodologi Penelitian.....	69
BAB IV Analisa dan Pembahasan		
4.1.	Perencanaan Tipe Rel Kereta Api	72
4.1.1.	Perhitungan Kecepatan Rencana Rel Kereta Api	73
4.1.2.	Perhitungan Pembebanan Jalan Rel Kereta Api	74
4.1.3.	Perhitungan Kapasitas Angkut Lintas Jalan Kereta Api.....	82
4.1.4.	Perhitungan Tegangan yang Terjadi pada Rel.....	84
4.2.	Perhitungan Struktur Atas Jalan Rel.....	87
4.2.1.	Perhitungan Plat Penyambung Rel	87
4.2.2.	Perhitungan Penambat Rel	95
4.2.3.	Perhitungan Bantalan Rel.....	99
4.3.	Perencanaan Wesel	109
4.3.1.	Perencanaan Wesel Stasiun Wonokromo.....	109
4.3.2.	Perencanaan Wesel Stasiun Waru	115
4.3.3.	Perencanaan Wesel Stasiun Gedangan	119

4.3.4.	Perencanaan Wesel Stasiun Sidoarjo	122
4.4.	Perencanaan Lapisan <i>Ballast</i> dan <i>Sub-ballast</i>	126
4.4.1.	Perhitungan Tebal Lapisan <i>Ballast</i> (<i>Ballast</i> Atas).....	126
4.4.2.	Perhitungan Tebal Lapisan <i>Sub-Ballast</i> (<i>Ballast</i> Bawah).....	128
4.5.	Perencanaan Tubuh Jalan Kereta Api (<i>Subgrade</i>).....	129
4.5.1.	Perencanaan Jenis Timbunan	131
4.5.1.1.	Menentukan Nilai Kohesi Tanah <i>Undrained</i> (Cu)	132
4.5.1.2.	Menghitung Stabilitas Timbunan dan CBR Komposit	134
4.6.	Perencanaan Geometri Jalan Rel	137
4.6.1.	Perencanaan Alinemen Horisontal	138
4.6.2.	Perencanaan Alinemen Vertikal	149
4.7.	Perencanaan Drainase Kereta Api	159
4.7.1.	Perhitungan Debit Rencana Hujan.....	159
4.7.2.	Perencanaan Dimensi Saluarn Drainase	166
4.7.3.	Perencanaan Perletakan Saluran Drainase	170
BAB V Kesimpulan dan Saran		
5.1.	Kesimpulan.....	172
5.2.	Saran	174

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Lay-out</i> Jalur Kereta Api Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo	7
Gambar 2.1	Penempatan Sambungan Rel Secara Siku	16
Gambar 2.2	Penempatan Sambungan Rel Secara Selang-seling	16
Gambar 2.3	Dimensi Plat Penyambung Tipe R42, R50, R54	17
Gambar 2.4	Skema Plat Penyambung Tipe R42, R50, R54	17
Gambar 2.5	Skematik Gaya pada Kondisi Gaya Sentrifugal hanya diimbangi oleh Gaya Berat	24
Gambar 2.6	Skematik Gaya pada Kondisi Gaya Sentrifugal hanya diimbangi Gaya Berat dan Daya Dukung Komponen Rel	25
Gambar 2.7	Skema <i>Rigid Wheel Base</i>	26
Gambar 2.8	Lebar Rel 1067 mm	32
Gambar 2.9	Penampang Melintang Jalan Rel Ganda Kondisi Jalur Lurus	35
Gambar 2.10	Penampang Melintang Jalan Rel Ganda Kondisi Jalur Lengkung	35
Gambar 2.11	Penambat Pandrol <i>E-Clip</i>	38
Gambar 2.12	Wesel Biasa Kiri	40
Gambar 2.13	Wesel Biasa Kanan	40
Gambar 2.14	Wesel Searah Lengkung	41
Gambar 2.15	Wesel Berlawanan Arah Lengkung	41
Gambar 2.16	Wesel Simetris	41
Gambar 2.17	Wesel Biasa Searah	42

Gambar 2.18	Wesel Biasa Berlawanan Arah.....	42
Gambar 2.19	Wesel Searah Tergeser	42
Gambar 2.20	Wesel Berlawanan Arah Tergeser.....	43
Gambar 2.21	Wesel Inggris Lengkap.....	43
Gambar 2.22	Wesel Inggris Tidak Lengkap.....	44
Gambar 2.23	Komponen-komponen Wesel.....	46
Gambar 2.24	Skema Panjang Jarum Wesel.....	48
Gambar 2.25	Skema Panjang Jari-jari Lengkung Luar Wesel.....	50
Gambar 2.26	Skema Bantalan Rel Beton Prategang PT. WIKA.....	54
Gambar 2.27	Potongan Bantalan Rel Beton Prategang PT. WIKA.....	55
Gambar 2.28	Skema Bantalan Rel Beton.....	55
Gambar 2.29	Skema Momen yang Terjadi pada Bantalan Rel Beton.....	56
Gambar 2.30	Lapisan Bawah Struktur Jalan Rel	59
Gambar 3.1	Bagan Alur Metodologi Penelitian.....	71
Gambar 4.1	<i>Lay-out</i> Jalur Kereta Api Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo	72
Gambar 4.2	Skema Lokomotif CC-206.....	78
Gambar 4.3	Skema Gerbong Ketel 40 Ton.....	79
Gambar 4.3	Skema Gerbong Ketel 40 Ton.....	79
Gambar 4.4	Skema Plat Penyambung Tiper R54.....	90
Gambar 4.5	Penambat Rel Tipe Pandrol <i>E-Clip</i>	96
Gambar 4.6	Skema Bantalan Rel Beton Prategang PT. WIKA.....	100
Gambar 4.7	Potongan Bantalan Rel Beton Prategang PT. WIKA.....	100
Gambar 4.8	Potongan Bantalan Rel Beton Prategang PT. WIKA.....	101

Gambar 4.9 Skema Bantalan Rel Beton	104
Gambar 4.10 Skema Jarum Wesel	109
Gambar 4.11 Skema Lidah Wesel Pegas	111
Gambar 4.12 Skema Jari-jari Lengkung Luar.....	113
Gambar 4.13 Skema Wesel Rencana Stasiun Wonokromo.....	115
Gambar 4.14 Skema Wesel Rencana Stasiun Waru.....	118
Gambar 4.15 Skema Wesel Rencana Stasiun Gedangan.....	122
Gambar 4.16 Skema Wesel Rencana Stasiun Sidoarjo	126
Gambar 4.17 Skema Potongan Melintang pada Jalan Lurus	127
Gambar 4.18 Skema Timbunan <i>Subgrade</i>	134
Gambar 4.19 Grafik Koefisien Stabilitas Taylor	135
Gambar 4.20 Proyeksi Lengkung Horisontal <i>Spiral-Circle-Spiral</i>	141
Gambar 4.21 Skema Alinemen Horisontal Tikungan 1 pada KM 8+303 – 8+404	144
Gambar 4.22 Skema Alinemen Horisontal Segmen 1	145
Gambar 4.23 Skema Alinemen Horisontal Segmen 2.....	146
Gambar 4.24 Skema Alinemen Horisontal Segmen 3.....	147
Gambar 4.25 Skema Alinemen Vertikal Kelandaian 1 pada KM 8+170 – 8+610.....	153
Gambar 4.26 Skema Alinemen Vertikal Segmen 1	154
Gambar 4.27 Skema Alinemen Vertikal Segmen 2	155
Gambar 4.28 Skema Alinemen Vertikal Segmen 3	156
Gambar 4.29 Skema Saluran Drainase	168
Gambar 4.30 Skema Letak Saluran Drainase	171

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Standar Jalan Rel.....	12
Tabel 2.2 Karakteristik Tipe rel	13
Tabel 2.3 Kelas Jalan Kereta Api.....	15
Tabel 2.4 Panjang Minimum Rel	15
Tabel 2.5 Besar Sudut Tangen pada Penyambung Rel.....	18
Tabel 2.6 Tegangan Ijin Profil Rel.....	20
Tabel 2.7 Persyaratan Perencanaan Lengkungan.....	23
Tabel 2.8 Pelebaran Jalan Kereta Api (<i>Rail Gauge</i>)	26
Tabel 2.9 Elevasi Rel di Lengkung Jalan Kereta Api	28
Tabel 2.10 Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal	30
Tabel 2.11 Kelompok Landai Penentu	32
Tabel 2.12 Landai Penentu	33
Tabel 2.13 Penampang Melintang Jalan Kereta Api.....	35
Tabel 2.14 Kecepatan Izin pada Wesel	47
Tabel 2.15 Spesifikasi Bantalan Beton Prategang	53
Tabel 2.16 Dimensi Bantalan Beton Prategang	53
Tabel 4.1 Kecepatan Rencana Kereta Api Jalur Wlingi - Malang - Bangil - Sidoarjo - Wonokromo - Tarik - Tulangan - Sidoarjo	73
Tabel 4.2 Frekuensi Lalu Lintas Perjalanan Kereta Api Penumpang Jalur Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo.....	74

Tabel 4.3	Frekuensi Lalu Lintas Perjalanan Kereta Api Barang Jalur Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo.....	76
Tabel 4.4	Susunan Stamformasi Kereta Api Barang Betmakola	76
Tabel 4.5	Beban Gandar Kereta Api Rencana KA Betmakola	81
Tabel 4.6	Karakteristik Tipe Rel	81
Tabel 4.7	Kelas Jalan Rel	83
Tabel 4.8	Tegangan Ijin Profil Rel	86
Tabel 4.9	Dimensi Plat Penyambung Tipe R54	88
Tabel 4.10	Data Temperatur Udara Lokasi Perencanaan	88
Tabel 4.11	Batas Temperatur Udara Pemasangan Rel pada Bantalan Beton	89
Tabel 4.12	Spesifikasi Bantalan Beton Prategang Tipe N-67	101
Tabel 4.13	Fungsi Hiperbolik Momen di Tepi Bantalan Rel	104
Tabel 4.14	Fungsi Hiperbolik Momen di Tengah Bantalan Rel	107
Tabel 4.15	Nomor Wesel dan Kecepatan Ijin	110
Tabel 4.16	Ukuran-ukuran pada Lapisan <i>Ballast</i>	127
Tabel 4.17	Pembagian Tipikal Profil Lapisan Tanah Dasar	130
Tabel 4.18	Petunjuk Umum Pemilihan Tanah untuk Kinerja Timbunan	131
Tabel 4.19	Nilai Cu Tanah Sepanjang Lokasi Perencanaan	133
Tabel 4.20	Persyaratan Perencanaan Lengkung Lingkaran.....	139
Tabel 4.21	Koordinat Titik Tikungan Jalur Rel Stasiun Wonokromo – Sidoarjo	139
Tabel 4.22	Perhitungan Alinemen Horisontal Jalur Kereta Api Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo	148
Tabel 4.23	Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal	149

Tabel 4.24 Analisa Kelandaian Jalur Kereta Api Stasiun Wonokromo – Sidoarjo	150
Tabel 4.25 Perhitungan Alinemen Vertikal Jalur Kereta Api Stasiun Wonokromo – Stasiun Sidoarjo	157
Tabel 4.26 Data Curah Hujan Sepanjang Jalur Wonokromo – Sidoarjo.....	159
Tabel 4.27 Intensitas Curah Hujan dengan Metode Aritmatik	160
Tabel 4.28 <i>Reduced Variable</i> (Y_t)	161
Tabel 4.29 <i>Reduced Mean</i> (Y_n)	161
Tabel 4.30 <i>Reduced Standar Deviasi</i> (S_n)	162
Tabel 4.31 Koefisien Pengaliran	164
Tabel 4.32 Kecepatan Ijin Berdasarkan Jenis Material	166
Tabel 4.33 Koefisien <i>Manning</i> (n)	169
Tabel 4.34 Lebar Badan Jalan Rel	170