

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN KERETA API
PADA EMPLASEMEN STASIUN ANTARA BARON – NGANJUK
(KM 103+355 – KM 118+842)**

TUGAS AKHIR



Oleh:

MUHAMMAD MUNIF
NPM 1353010081

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2017**

**PERENCANAAN JALUR GANDA (*DOUBLE TRACK*) LINTASAN KERETA
API PADA EMPLASEMEN STASIUN ANTARA BARON – NGANJUK
(KM 103+355 – KM 118+842)**

Muhammad Munif
Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

ABSTRAK

Pada jalur kereta api lintas Baron – Nganjuk kondisi eksisting sudah menggunakan rel tipe R54, maka dalam perencanaan jalur ganda (*double track*) penulis merencanakan jalur rel dan wesel menggunakan R54 dengan sudut 1:12.

Setelah melakukan analisa data dan perhitungan terhadap perencanaan jalur ganda menggunakan rel dan wesel tipe R54 sudut 1:12 mampu menahan beban terberat yaitu lokomotif CC-206 dengan berat per-gandar sebesar 15 ton dengan hasil tegangan rel pada *track* lurus 198,8 Kg/cm² dan tegangan rel pada *track* tikungan 183,92 Kg/cm², serta sambungan rel menggunakan tipe plat penyambung *fish bold* dengan mutu baja BJ 37 dan tegangan tarik plat sebesar 52421,04 Kg/cm².

Untuk perencanaan geometri jalan kereta api terbagi menjadi 3 antara lain yang pertama geometri wesel diperoleh hasil panjang lidah wesel W10 sebesar 14,90 m dan W12 sebesar 15,59 m, yang kedua adalah alinyemen horizontal mengalami peninggian normal 36,24 mm, serta yang ketiga adalah alinyemen vertikal dengan top rel tertinggi pada KM 118+350 – KM 118+842 adalah +56,33 m.

Ketebalan lapisan *ballast* sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh PD 10 Tahun 1986 yaitu ketebalan *ballast* atas sebesar 30 cm dan *ballast* bawah bagian tengah 20 cm dan bagian ujung 30 cm, serta *subgrade* mampu menahan beban di atasnya dengan daya dukung ultimit tanah sebesar 28,54 Kg/cm².

Kata kunci : Jalur rel Baron – Nganjuk, kereta api, geometri, petak jalan, *double track*.

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **“Perencanaan Jalur Ganda (*Double Track*) Lintasan Kereta Api Pada Emplasemen Stasiun Antara Baron – Nganjuk (KM 103+355 – KM 118+842)”**. Tugas akhir ini disusun berdasarkan syarat kurikulum yang berlaku di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

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

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Teguh Soedarto, MP., Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Ir. Sutiyono, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Ibnu Sholichin, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Nugroho Utomo, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orang tua yang sudah bekerja keras dan memberi dukungan setiap saat, demi proses kelancaran kuliah dalam memperoleh gelar sarjana.

7. Rahadian Matheus dan Ahmad Munif selaku senior dan alumni yang telah banyak membantu dalam memperoleh data-data, sehingga terselesainya tugas akhir ini.
8. Rizal Dimas Aprelihandro yang telah mengakomodasi transportasi untuk kegiatan survei lapangan dalam memperoleh data-data yang dibutuhkan.
9. Popy Ayu Mardiyah Ningsih, Rizky Firman Alamsyah, dan Rahman Ali selaku partner tugas besar, kerja praktek dan partner dalam mencari data-data tugas akhir.
10. Teman-teman angkatan 2013 yang sudah membantu dan memberi banyak ilmu yang tidak akan terlupakan selama proses meraih gelar sarjana.

Penulis yakin masih banyak kekurangan yang harus disempurnakan dalam tugas akhir ini. Oleh karenanya penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Akhir kata ,semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan manfaat bagi semuanya.

Surabaya, 18 September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xi
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. Pembebanan Jalur Rel Kereta Api	9
2.3. Geometrik Jalan Rel	10
2.3.1. Lengkung Horizontal	11
2.3.2. Lengkung Vertikal	17
2.3.3. Lebar Jalan Rel	18
2.3.4. Kelandaian	20
2.3.5. Ruang Bebas dan Ruang Bangun	21
2.3.6. Perancangan Wesel	22
2.3.6.1. Wesel	22

2.3.6.2.	Komponen Wesel	24
2.3.6.3.	Kecepatan Izin dan Sudut Simpang Wesel	25
2.3.6.4.	Perhitungan Wesel	25
2.4.	Struktur Jalan Rel	28
2.4.1.	Tipe dan Karakteristik Penampang	31
2.4.2.	Sambungan Rel	32
2.4.2.1.	Pelat Sambungan Rel	32
2.4.2.2.	Sambungan Las	35
2.4.2.3.	Suhu Pemasangan Rel	36
2.4.3.	Bantalan Rel (<i>Rail Sleepers</i>).....	37
2.4.4.	Penambat Rel	40
2.4.5.	Lapisan <i>Sub-Ballast</i> dan <i>Ballast</i>	45
2.4.5.1.	<i>Sub-Ballast</i>	45
2.4.5.2.	<i>Ballast</i>	46
2.5.	<i>Layout</i> Emplasemen	47
2.6.	Perancangan Wesel	49
2.6.1.	Wesel	40
2.6.2.	Komponen Wesel.....	42
2.6.3.	Kecepatan Izin dan Sudut Simpang Wesel	42
2.6.4.	Perhitungan Wesel	43
2.7.	Sistem Drainase Jalan Kereta Api	56
 BAB III Metodologi Penelitian		
3.1.	Identifikasi Masalah	59
3.2.	Pengumpulan Data	59
3.3.	Data Sekunder	59

3.4. Tahapan Perhitungan	61
3.5. Pengolahan dan Analisa Data	62
3.6. Desain Perencanaan	62
3.7. Kesimpulan dan Saran	63
3.8. Alur Metodologi Penelitian	63
BAB IV Perhitungan Dan Analisa Data	
4.1. Pembebanan Pada Struktur Jalan Kereta Api	66
4.2. Perhitungan Struktur Jalan Kereta Api Pada KM 103+355 - KM 118+842	71
4.2.1. Struktur Atas	71
4.2.2. Beban Rangkaian Kereta Api.....	72
4.3. Pembebanan Jalur Rel Kereta Api Pada Stasiun Baron - Nganjuk	78
4.3.1. Perhitungan Terhadap Kekuatan Penambat Rel Pada Stasiun Baron – Nganjuk	84
4.3.2. Perhitungan Wesel Pada Stasiun Baron – Nganjuk..	89
4.3.3. Perhitungan Kekuatan Sambungan Rel Pada Stasiun Baron – Nganjuk	98
4.3.4. Analisa Terhadap Kekuatan Tarik Baut Pada Stasiun Baron – Nganjuk	104
4.3.5. Perhitungan Kekuatan Bantalan Rel Pada Stasiun Baron – Nganjuk	108
4.3.6. Analisa Pada Lapisan <i>Ballast</i> dan <i>Sub-ballast</i>	116
4.3.7. Struktur Bawah Jalan Kereta Api	119

4.3.7.1. <i>Subgrade</i> Jalan Kereta Api Pada KM 103+355 – KM 118+842	119
4.3.8. Desain Alinyemen Horizontal dan Vertikal Pada KM103+355 – KM 118+842	123
4.3.8.1. Perencanaan Desain Alinyemen Horizontal Pada KM 108+533	123
4.3.8.2. Perencanaan Desain Alinyemen Vertikal	127
4.3.9. Perencanaan Sistem Drainase Jalan KA Pada KM 103+355 – KM 118+842	137
BAB IV Kesimpulan dan Saran	
5.1. Kesimpulan	150
5.2. Saran	153
Daftar Pustaka	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Penelitian	5
Gambar 2.1. Skematik gaya pada kondisi gaya sentrifugal diimbangi oleh gaya berat	12
Gambar 2.2. Skematik gaya pada kondisi gaya sentrifugal hanya diimbangi oleh gaya berat dan daya dukung komponen rel	13
Gambar 2.3. Skematik gandar muka – belakang kokoh	14
Gambar 2.4. Lebar jalan rel 1067 mm	19
Gambar 2.5. Wesel biasa kiri	22
Gambar 2.6. Wesel biasa kanan	23
Gambar 2.7. Wesel searah tergeser	23
Gambar 2.8. Panjang jarum	26
Gambar 2.9. Wesel lidah pegas	26
Gambar 2.10. Jari-jari lengkung luar	27
Gambar 2.11. Penampang melintang jalan rel pada bagian lurus – jalur tunggal.....	30
Gambar 2.12. Penampang melintang jalan rel pada lengkung – jalur tunggal.....	30
Gambar 2.13. Penampang melintang jalan rel pada bagian lurus – jalur ganda	31
Gambar 2.14. Penampang melintang jalan rel pada lengkung – jalur ganda	31
Gambar 2.15. Sambungan melayang	33
Gambar 2.16. Sambungan menumpu.....	33

Gambar 2.17. Sambungan las.	36
Gambar 2.18. Distribusi momen.....	38
Gambar 2.19. Sket distribusi beban rel ke bantalan	40
Gambar 2.20. Penambat <i>Pandrol E-Clip</i>	41
Gambar 2.21. Penambat KA Klip	42
Gambar 2.22. Penambat Kupu-kupu.	42
Gambar 2.23. Penambat DE <i>Clip</i>	43
Gambar 2.24. Penambat Paku Ulir.	44
Gambar 2.25. Emplasemen stasiun jalur tunggal	47
Gambar 2.26. Emplasemen stasiun jalur tunggal dengan 2 sepur <i>siding</i>	48
Gambar 2.27. Emplasemen stasiun jalur tunggal dengan 3 sepur <i>siding</i>	48
Gambar 2.28. Emplasemen stasiun jalur ganda.....	48
Gambar 2.29. Emplasemen stasiun jalur ganda dengan jalur terbatas.....	49
Gambar 2.30. Hubungan antara tegangan pada tanah dasar dengan batas cair, dan pemompaan lumpur	53
Gambar 2.31. Hubungan antara tegangan pada tanah dasar dengan CBR tanah dasar dan penghisapan lumpur	53
Gambar 2.32. Lebar tanah dasar	55
Gambar 2.33. Lebar dari tanah dasar	55
Gambar 2.34. Jenis drainase lereng (potongan melintang)	57
Gambar 3.1. Alur metodologi penelitian	64
Gambar 4.1. Lokomotif CC-206	73
Gambar 4.2. Momen akibat beban dinamik	81
Gambar 4.3. Penambat pandrol <i>E-Clip</i>	84
Gambar 4.4. Panjang jarum	89

Gambar 4.5. Wesel lidah pegas	91
Gambar 4.6. Jari-jari lengkung luar pada KM 103+410	93
Gambar 4.7. Ukuran-ukuran standar pelat penyambung untuk rel R42, R50, dan R54	104
Gambar 4.8. Bantalan beton N-67	108
Gambar 4.9. Analisa tegangan yang terjadi pada bantalan rel tipe N-67 ...	108
Gambar 4.10. Penampang melintang	118
Gambar 4.11. Desain alinyemen horizontal KM 108+533	124
Gambar 4.12. Lengkung horizontal tipe SCS	124
Gambar 4.13. Skematik alinyemen vertikal	131
Gambar 4.14. Alinyemen vertikal KM 103+355 – KM 103+750	131
Gambar 4.15. Alinyemen vertikal KM 103+550 – KM 103+950	133
Gambar 4.16. <i>U-Ditch</i> ukuran 40x60x120	143
Gambar 4.17. Elevasi saluran <i>U-Ditch</i> ukuran 40x60x120	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan perencanaan lengkungan	11
Tabel 2.2. Pelebaran sepur	14
Tabel 2.3. Elevasi rel di kurva dengan formula	16
Tabel 2.4. Jari-jari minimum lengkung vertikal	17
Tabel 2.5. Lebar jalan rel 1067 mm.....	20
Tabel 2.6. Pengelompokan lintas berdasar pada kelandaian	20
Tabel 2.7. Landai penentu.....	21
Tabel 2.8. Sudut wesel dan kecepatan izin	25
Tabel 2.9. Penampang melintang jalan rel.....	29
Tabel 2.10. Kelas jalan dan tipe relnya.....	31
Tabel 2.11. Karakteristik penampang rel.....	31
Tabel 2.12. Dimensi plat sambungan.....	33
Tabel 2.13. Batas suhu rel pada bantalan beton.....	36
Tabel 2.14. Ketebalan <i>ballast</i> berdasarkan kecepatan.....	46
Tabel 4.1. Pembagian segmen lintas Stasiun Baron – Stasiun Nganjuk	66
Tabel 4.2. GAPEKA tahun 2017 untuk Kelas Eksekutif	67
Tabel 4.3. GAPEKA tahun 2017 untuk Kelas Eksekutif – Bisnis/Ekonomi.	68
Tabel 4.4. GAPEKA tahun 2017 untuk Kelas Bisnis	68
Tabel 4.5. GAPEKA tahun 2017 untuk Kelas Ekonomi AC	69
Tabel 4.6. GAPEKA tahun 2017 untuk Kelas Ekonomi jarak jauh	69
Tabel 4.7. Jumlah rangkaian kereta api Kelas Eksekutif, Bisnis dan Kelas Campuran	70

Tabel 4.8. Jumlah rangkaian kereta api Kelas Ekonomi AC dan Ekonomi jarak jauh	71
Tabel 4.9. Kelas jalan dan tipe rel	76
Tabel 4.10. Karakteristik penampang rel.....	76
Tabel 4.11. Kelas jalan rel PERUMKA.....	77
Tabel 4.12. Perhitungan pembebanan rel pada KM 103+355 – KM 118+842.....	83
Tabel 4.13. Koefisien geser pada jalan rel kereta api	86
Tabel 4.14. Perhitungan penambat rel pada KM 103+355 – KM 118+842..	88
Tabel 4.15. Sudut wesel dan kecepatan izin	89
Tabel 4.16. Perhitungan perencanaan wesel	97
Tabel 4.17. Dimensi plat sambungan	98
Tabel 4.18. Batas suhu pemasangan rel	98
Tabel 4.19. Perhitungan kekuatan sambungan rel pada KM 103+355 – KM 118+842	103
Tabel 4.20. Perhitungan kekuatan tarik baut pada KM 103+355 – KM 118+842	107
Tabel 4.21. Fungsi hiperbolikus untuk momen di bawah bantalan rel	111
Tabel 4.22. Fungsi hiperbolikus untuk momen di tengah bantalan rel.....	112
Tabel 4.23. Perhitungan kekuatan bantalan rel pada KM 103+355 – KM 118+842	114
Tabel 4.24. Lebar jalan rel 1067 mm	116
Tabel 4.25. Tebal lapisan <i>ballast</i> pada KM 103+355 – KM 118+842	117
Tabel 4.26. Hasil tes CBR tanah pada KM 103+355 – KM 104+150	119

Tabel 4.27. Perhitungan pembebanan rel pada KM 103+355 – KM 118+842	122
Tabel 4.28. Persyaratan perencanaan lengkungan	123
Tabel 4.29. Analisa kelandaian	128
Tabel 4.30. Perhitungan alinyemen vertikal pada KM 103+355 – KM 118+842	134
Tabel 4.31. Data curah hujan maksimum Kota Nganjuk	137
Tabel 4.32. Curah hujan maksimum selama 10 tahun	138
Tabel 4.33. <i>Reduced variabel</i> (Y_t)	139
Tabel 4.34. <i>Reduced mean</i> (Y_n)	140
Tabel 4.35. <i>Reduced standar deviasi</i> (S_n)	140
Tabel 4.36. Koefisien pengaliran (C).....	142
Tabel 4.37. Kecepatan aliran pembungan pada bahan pembentuk saluran ...	143
Tabel 4.38. Kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material..	145
Tabel 4.39. Harga n untuk rumus <i>manning</i>	145
Tabel 4.40. Hasil perhitungan drainase	148

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN JALUR GANDA (DOUBLE TRACK) LINTASAN
KERETA API PADA EMPLASEMEN STASUN ANTARA
BARON - NGANJUK (KM 103+355 - KM 118+842)**

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD MUNIF
1353010081**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 29 November 2017

Tim Penguji :
1. Penguji I :



Ir. Diko Sulistiono, MT.

2. Penguji H :



Masliyah, ST., MT.

3. Penguji III :



Ir. Siti Zainab, MT.
NIP. 19600105 199303 2 00 1

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Ir. Sutivono, M.T.
NIP. 19600713 198703 1 00 1

Pembimbing :
1. Pembimbing Utama



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

2. Pembimbing Pendamping



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