

PERENCANAAN JALAN REL KERETA API TRASE STASIUN NGROMBO – GAMBRINGAN KM 58+000 – 60+000 LALU LINTAS KELAS 1

Ir. ARIS KRISDIYANTO, M.T⁽¹⁾

EMA NURROHMAH⁽²⁾

ABSTRAK

Moda transportasi kereta api ialah salah satu moda transportasi yang sangat digemari oleh warga Indonesia. Hingga tak heran apabila akhir-akhir ini pengembangan terus menerus dicoba demi mewujudkan pelayanan publik yang baik serta aman. Pentingnya jalan kereta api sebagai prasarana perkeretaapian diwajibkan perencanaan cocok dengan persyaratan teknis jalan kereta api bisa berjalan dengan baik dan mendukung proses transportasi ereta api. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan Jalan Rel pada ruas antara Stasiun Ngrombo dan Stasiun Gambringan. Dimulai dari KM 58+000 hingga KM 60+000. Struktur atas (rel, penambat, bantalan, wesel, sambungan), struktur bawah (balas, sub-balas), Perencanaan mengacu pada Peraturan Dinas 10 Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel. Dari hasil perhitungan didapat penempatan trase jalur ganda sepanjang ± 2 km, Jalan rel didesain menggunakan jenis rel R.54 dengan lebar sepur 1067 mm, kecepatan rencana maksimum 120 km/jam, tebal balas 55 cm dan sub-balas 20 cm, menggunakan bantalan beton dengan jarak 60 cm dan jenis penambat DE Spring Clips,

Kata Kunci : Trase jalan Rel, Desain Geometrik, Struktur Jalan Rel

ABSTRACT

Rail transportation is one of the most popular modes of transportation for Indonesians. So it is not surprising that lately development has been continuously attempted in order to realize good and safe public services. The importance of the railroad as a railway infrastructure needed for planning in accordance with the technical requirements of the railway can run well and support the rail transportation process. In this final project, rail road planning is carried out on the section between Ngrombo Station and Gambringan Station. Starting from KM 58+000 to KM 60+000. Upper structure (rails, fastenings, bearings, threads, connections), structures (ballast, sub-ballast), Planning refers to Service Regulation 10 Regulations for Rail Road Construction Planning. From the calculation results obtained the placement of double track along ± 2 km, the rail road is designed using the type of rail R.54 with a rail width of 1067 mm, maximum design speed of 120 km/hour, thickness of ballast 55 cm and sub-ballast 20 cm, using concrete pads with 60 cm distance and DE Spring Clips fastening type,

Keywords : Rail Tracks, Geometric Design, Railroad Structures

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Moda transportasi kereta api ialah salah satu moda transportasi yang sangat digemari oleh warga Indonesia. Hingga tak heran apabila akhir-akhir ini pengembangan terus menerus dicoba demi mewujudkan pelayanan publik yang baik serta aman. Tidak hanya itu, pentingnya peranan kereta api dalam mensejahterakan masyarakat lewat aktivitas perpindahan penumpang maupun benda wajib didukung dengan pembangunan prasarana kereta api yang baik. Pentingnya jalan kereta api sebagai prasarana perkeretaapian diwajibkan perencanaan cocok dengan persyaratan teknis jalan kereta api bisa berjalan dengan baik dan mendukung proses transportasi kereta api.

Jalur segmen Brumbung – Gambringan merupakan jalur kereta api lintas utama yang digunakan untuk kereta-kereta api yang berjalan baik dari arah Semarang maupun Surabaya dengan kecepatan tinggi yang mencapai kecepatan 90 s.d. 120 km/jam, dengan jenis rel R54 serta lebar sepur 1,067 mm dengan panjang lintasan 46,3 km. Jalur segmen tersebut meliputi 7 stasiun diantaranya : Stasiun BBG (Brumbung), Stasiun TGW (Tegowanu), Stasiun GUB (Gubug), Stasiun KGT (KarangJati), Stasiun SDI (Sedadi), Stasiun NBO (Ngrombo), dan Stasiun GBN (Gambringan).

Pada tugas akhir ini, penulis akan Merencanakan Jalur Kereta Api meliputi desain geometri dan struktur jalan rel jalur Stasiun NBO (Ngrombo) ke Stasiun GBN (Gambringan) KM 58+000 – 60+000.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan Tugas Akhir ini adalah:

- Menentukan alinyemen vertikal dan horizontal

1. Mendapatkan perhitungan struktur konstruksi jalan rel

1.3 Batasan Masalah

- a) Data yang dipakai adalah data sekunder
- b) Daerah perencanaan hanya mukai dari Stasiun Ngrombo KM 58+000 sampai Stasiun Gambringan KM 60+000
- c) Mengadakan analisa dan bahsan menggunakan software Autocad Civil 2D tentang :
 1. Gambar trase jalan
 2. Gambar potongan memanjang
 3. gambar alinyemen horizontal
- d) Sandar perencanaan geometrik jalan merujuk pada standar PD 10 tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel
- e) Perhitungan konstruksi jalan rel meliputi ::
 1. Tipe dan jenis rel
 2. Sambungan rel
 3. Penentuan letak wesel
 4. Tipe penamba rel
 5. Jarak dan ukuran bantalan
 6. Tebal dan ukurah balas

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Geometrik Jalan Rel

2.1.1 Lengkung Horizontal

Alinyemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horizontal, alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus lengkungan.

- a. Lengkung Lingkaran

Tabel 2.1 Persyaratan lengkungan.

Kategori kecepatan (km/jam)	Nilai jari-jari minimum lengkungan (m) pada kecepatan rencana (km/jam)	Nilai jari-jari minimum lengkungan (m) pada kecepatan rencana (km/jam)
120	2170	700
110	2000	600
100	1850	500
90	1700	400
80	1550	300
70	1400	200
60	1250	100

Sumber : PD_10 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel

b. Lengkung Peralihan

Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut :

$$L_h = 0,01 hv$$

Dimana

L_h = panjang minimal lengkung peralihan

h = pertigaan relative antara dua bagian yang dihubungkan (mm)

v = kecepatan rencana untuk lengkungan peralihan (km/jam)

c. Lengkung S

Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan

d. Pelebaran Sepur

Tabel 2.2 Pelebaran sepur.

Pelebaran sepur (mm)	Jarak dari tikungan (meter)
0	$R > 600$
5	$500 < R < 600$
10	$400 < R < 500$
15	$300 < R < 400$
20	$100 < R < 300$

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

e. Peninggian Rel

Besar peninggian untuk lebar jalan rel 1067 mm pada berbagai kecepatan rencana tercantum pada **tabel 2.3** berikut.

Tabel 2.3 Peninggian rel.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

f. Kelandaian

- Pengelompokan lintas
- Tabel 2.4** Pengelompokan lintas berdasarkan kelandaian.

Kelompok	Kelandaian
Empleseran	0 sampai 1,5 %
Lintas datar	0 sampai 10 %
Lintas pegunungan	10 % sampai 40 %
Lintas dengan rel gigi	40 % sampai 80 %

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Landai Penentu
- Tabel 2.5** Landai penentu maksimum.

Kelas jalan rel	Landai penentu maksimum
1	10 %
2	10 %
3	20 %
4	25 %
5	25 %

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Landai Curam
- $$= \frac{v_a^2 - v_b^2}{2g S_k - S_m}$$

Dimana :

= Panjang maksimum landai curam (m).

V_a = Kecepatan minimum yang diijinkan dikaki landai curam m/detik.

V_b = Kecepatan minimum dipuncal landai curam (m/detik)

$$v_b \geq \frac{1}{2} v_a.$$

g = Percepatan gravitasi.

S_k = Besar landai curam (%).

S_m = Besar landai penentu (%)

1.2 Susunan Jalan Rel

2.2.1 Tipe dan Karakteristik Penampang

Tipe Rel :

Tabel 2.6 Kelas jalan dan tipe relnya.

RELAS JALAN	TIPE REL
I	R 60 / R 74
II	R 54 / R 59
III	R 41 / R 79 / R 42
IV	R 41 / R 59 / R 42
V	R 42

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

Karakteristik Rel :

Tabel 2.7 Karakteristik penampang rel.

Jenis Rel	Tipe Rel			
	R. 42	R. 90	R. 54	R. 60
H (mm)	118,00	118,00	118,00	112,00
B (mm)	118,00	127,00	144,00	150,00
C (mm)	68,50	65,00	72,20	74,40
D (mm)	13,50	15,00	49,40	16,50
E (mm)	49,50	49,00	49,40	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
G (mm)	72,00	56,60	54,97	60,95
H (mm)	328,00	300,00	308,00	320,00
I (mm)	54,28	64,20	69,34	58,36
W (kg/m)	42,58	30,40	34,45	60,54
Y (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95
Z (mm)	2583	1808	2348	3066

A : Lintir Penampang.
 W : Berat rel per meter.
 Y : Momen inersia terhadap sumbu X.
 Z : Jarak tepi bantalan rel ke garis sumbu.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

▪ **Jenis Rel**

- Rel Standar
- Rel Pendek
- Rel Panjang

Tabel 2.8 Panjang minimal rel pendek.

Jenis Bantalan	Tipe Rel			
	R. 42	R. 42	R. 42	R. 42
Bantalan kayu	≥ 325 m	≥ 375 m	≥ 490 m	≥ 490 m
Bantalan beton	≥ 200 m	≥ 225 m	≥ 250 m	≥ 275 m

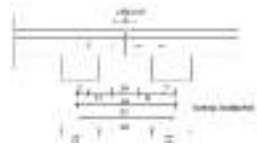
Tabel 2.9 Panjang minimal rel panjang.

Jenis Bantalan	Tipe Rel			
	R. 42	R. 42	R. 42	R. 42
Bantalan kayu	≥ 275 m	≥ 275 m	≥ 400 m	≥ 450 m
Bantalan beton	≥ 200 m	≥ 225 m	≥ 250 m	≥ 275 m

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

▪ **Sambungan Rel**

- Macam Sambungan :
- Sambungan Melayang



Gambar 2.1 Sambungan Melayang.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Sambungan Menumpu

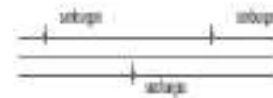


Gambar 2.2 Sambungan Menumpu.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

❖ **Penempatan Sambungan Rel :**

- Penempatan secara siku – siku



Gambar 2.3 Sambungan siku.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Penempatan secara Berselang – selang



Gambar 2.4 Sambungan berselang-seling.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.4 Celah

Tabel 2.10 Besar celah.

Suhu Pemasangan (°C)	Panjang Rel (m)			
	15	30	45	60
20	8	14	20	26
22	7	13	19	25
24	6	12	18	24
26	5	11	17	23
28	4	10	16	22
30	3	9	15	21
32	2	8	14	20
34	1	7	13	19
36	0	6	12	18
38	0	5	11	17
40	0	4	10	16
42	0	3	9	15
44	0	2	8	14
46	0	1	7	13
48	0	0	6	12
50	0	0	5	11

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.5 Suhu Pemasangan

- Untuk sambungan rel panjang pada bantalan kayu

Tabel 2.11 Besar celah.

Suhu Pemasangan (°C)	Panjang Rel (m)			
	R. 42	R. 90	R. 54	R. 60
20	10	16	22	28
22	9	15	21	27
24	8	14	20	26
26	7	13	19	25
28	6	12	18	24
30	5	11	17	23
32	4	10	16	22
34	3	9	15	21
36	2	8	14	20
38	1	7	13	19
40	0	6	12	18
42	0	5	11	17
44	0	4	10	16
46	0	3	9	15
48	0	2	8	14
50	0	1	7	13

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Untuk sambungan rel panjang pada bantalan beton

Tabel 2.12 Besar celah.

Suhu Pemasangan (°C)	Panjang Rel (m)			
	R. 42	R. 54	R. 70	R. 80
22	10	16	22	28
24	9	15	21	27
26	8	14	20	26
28	7	13	19	25
30	6	12	18	24
32	5	11	17	23
34	4	10	16	22
36	3	9	15	21
38	2	8	14	20
40	1	7	13	19
42	0	6	12	18
44	0	5	11	17
46	0	4	10	16
48	0	3	9	15
50	0	2	8	14

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Untuk pemasangan rel standard dan rel pendek

Tabel 2.13 Besar celah.

REL	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
R. 42	28	46
R. 50	30	48
R. 54	30	48
R. 60	32	48

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

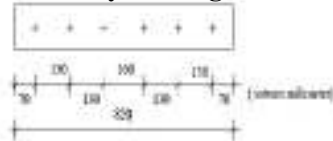
- Untuk pemasangan rel panjang pada bantalan beton

Tabel 2.14 Besar celah.

REL	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
R. 42	28	46
R. 50	30	48
R. 54	30	48
R. 60	32	48

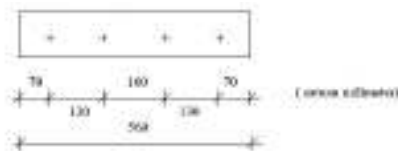
Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.6 Pelat Penyambung



Gambar 2.5 Pelat Penyambung Untuk Rel R.42, R. 50, R. 54 Ø Lubang 24 Mm Tebal Pelat 20 Mm.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel



Gambar 2.6 Pelat Penyambung Untuk Rel R.60, Ø Lubang 25 Mm Tebal Pelat 20 Mm.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

Baut pelat penyambung harus kuat menahan gaya sebagai berikut:

$$M^{''''} = T'' (a + b) + T''' \times c$$

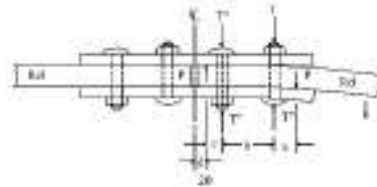
Dimana :

H = gaya lateral yang bekerja di tengah-tengah pelat penyambung.

T'' T''' = gaya tarik baut sebelah luar dan dalam.

M'' M''' = momen peralihan sebelah dalam dan luar pelat sambung antara pusat tekanan rel yang akan disambung.

M = momen total arah lateral.



Gambar 2.7 Gaya Gaya Pada Baut Pelat Penyambung.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.7 Wesel



Gambar 2.8 Wesel Biasa Kiri.



Gambar 2.9 Wesel Biasa Kanan.



Gambar 2.10 Wesel Arah Lengkung Pelat.



Gambar 2.11 Wesel Berlawanan Arah Lengkung.



Gambar 2.12 Wesel Simetris.



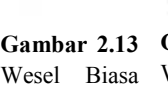
Gambar 2.13 Wesel Biasa Searah.



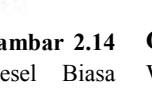
Gambar 2.14 Wesel Biasa Berlawanan Arah.



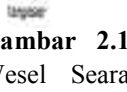
Gambar 2.15 Wesel Searah Tergeser.



Gambar 2.16 Wesel Berlawanan Arah tergeser.



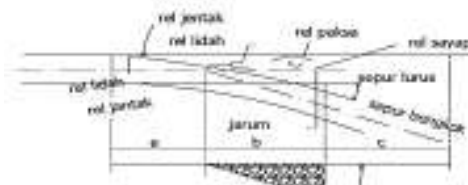
Gambar 2.17 Wesel Inggres Lengkap.



Gambar 2.18 Wesel Inggres Tak Lengkap.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

Komponen Wesel :



Gambar 2.19 Wesel Dan Bagannya.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.8 Penambat Rel

Jenis Penambat :



Gambar 2.20

Penambat Rel Spring Clip.

Spesifikasi :

- Kuat jepit mencapai 1000 kgf
- Dapat melawan gaya puntir
- Komponen penambat tidak banyak dan sederhana
- Jika menggunakan alas karet, menjadi penambat elastis ganda

2.2.9 Bantalan

Menentukan momen tepat dibawah kaki rel bantalan :

$$M_{C/D} = \frac{P_{00} \times 60\%}{7,4 \times \lambda} \times \frac{1}{\sin \lambda + \sin \lambda} [2 \cos^2 \theta a$$

$$(\cos 2\theta c + \cos \lambda \theta) - 2 \cos^2 \theta a (\cos 2\theta c + \cos \theta L) - \sin 2 \theta a (\sin 2 \theta c + \sin \theta L) - \sin 2 \theta a (\sin 2 \theta c + \sin \theta L)] \dots\dots\dots(2.5)$$

Menentukan momen ditengah bantalan :

$$M_o = \frac{P_{00} \times 60\%}{2 \times \lambda} \times \frac{1}{\sin \lambda + \sin \lambda} [\sin \theta c (\sin \theta c + \sin \theta(L - c)) + \sin \theta c (\sin \theta c + \sin \theta(L - c)) - \cos \theta c \cos \lambda (L - c)]$$

2.2.10 Balas

$$x = \frac{b}{2 \tan \alpha} \times \tan \alpha \times P$$

Dimana :

x = Tegangan yang terjadi (kg/cm²)

b = Lebar bantalan (cm)

h = Tebal balas rencana (cm)

α = Sudut penyebaran tekanan (batu pecah = 60°)

P = Tekanan gandar kereta api (kg)

Rumus Terzaghi untuk mencari daya dukung tanah.

$$q_{ult} = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,4.Y.B.N_\gamma$$

$$X_{ijin} = \frac{q_{ult}}{F}$$

Dimana :

q_{ult} = Daya dukung tanah ultimate (kg/cm²)

FK = Faktor keamanan (FK = 2)

X_{ijin} = Tegangan tanah ijin (kg/cm²)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Persiapan

- a) Pembuatan surat perizinan
Pembuatan surat ini di peroleh dar ipihak Universitas
- b) Peminjaman data
Peminjaman data dari pihak Kantor Direktorat Jenderal Perkeretaapian

3.2 Pengumpulan Data

Data sekunder yang diperoleh :

- a) Gambar Groundkaart Trase Stassiuin Ngrombo ke Stasiun Gambringan
- b) Data tanah

3.3 Analisis Data

- a) Peta Topografi : untuk mengetahui elevasi permukaan tanah pada lokasi perencanaan.

- b) Data Tanah : Untuk melakukan stabilitas pada badan jalan rel.

3.4 Pengolahan Data

Perencanaan Geometrik, meliputi :

- a) Alinyemen Horizontal
- b) Alinyemen Vertikal

Perencanaan struktur jalan rel :

- a) Profil rel
- b) Sambungan
- c) Penambat
- d) Bantalan
- e) Balas – Sub balas
- f) Wesel

IV. PERENCANAAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL

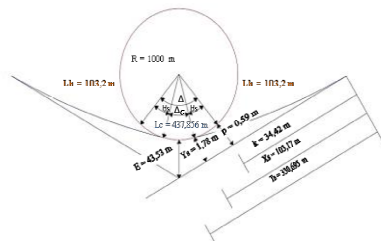
4.1 Perencanaan Geometrik Jalan Rel

4.1.1 Perencanaan Lengkung

Horizontal Trase jalan Rel

Dalam perencanaan lengkung horizontal menggunakan parameter lengkung *Spiral – Circle – Spiral*.

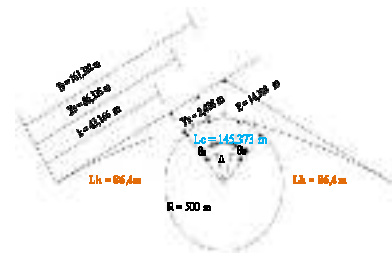
- a. Perhitungan lengkung Horizontal L-39 jalur Hilir antara KM 59+148 sampai KM 59+594



Gambar 4.1 Skema Lengkung Horizontal.

$$\begin{aligned} \Delta &= 32^{\circ}59'17'' & k &= 34,42 \text{ m E} \\ \Theta_s &= 3,944^{\circ} & &= 43,53 \text{ m } X_s \\ \Delta_c &= 25,100^{\circ} & &= 103,17 \text{ m } Y_s \\ L_c &= 437,856 \text{ m} & &= 1,78 \text{ m} \\ P &= 0,59 \text{ m} \end{aligned}$$

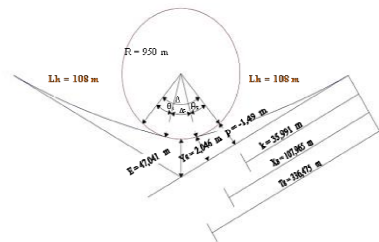
- b. Perhitungan lengkung Horizontal L-40 jalur Hilir antara KM 59+718 sampai KM 59+959



Gambar 4.2 Skema Lengkung Horizontal.

$$\begin{aligned} \Delta &= 26^{\circ}34'22'' & k &= 43,166 \text{ m} \\ \Theta_s &= 4,777^{\circ} & &= 14,707 \text{ m} \\ \Delta_c &= 6,76^{\circ} & &= 86,335 \text{ m} \\ L_c &= 145,373 \text{ m} & &= 2,488 \text{ m} \\ P &= 0,621 \text{ m} \end{aligned}$$

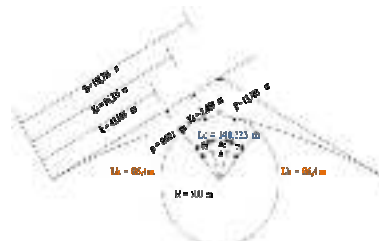
- c. Perhitungan lengkung Horizontal L-39 jalur Hulu antara KM 59+148 sampai KM 59+594



Gambar 4.3 Skema Lengkung Horizontal.

$$\begin{aligned} \Delta &= 35^{\circ}4'50'' & k &= 35,991 \text{ m E} \\ \Theta_s &= 4,345^{\circ} & &= 47,041 \text{ m } X_s \\ \Delta_c &= 26,391^{\circ} & &= 107,965 \text{ m } Y_s \\ L_c &= 437,358 \text{ m} & &= 2,046 \text{ m} \\ P &= 0,684 \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Perhitungan lengkung Horizontal L-40 jalur Hulu antara KM 59+718 sampai KM 59+959



Gambar 4.4 Skema Lengkung Horizontal.

$$\Delta = 25^{\circ}59'38,6'' \quad k = 43,166 \text{ m}$$

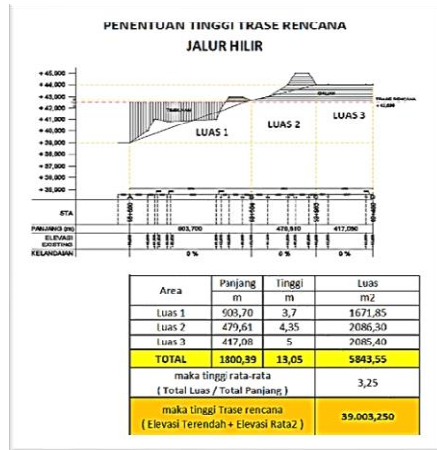
$$\Theta_s = 4,953^{\circ} \quad E = 13,783 \text{ m}$$

$$\Delta_c = 16,088^{\circ} \quad X_s = 86,336 \text{ m}$$

$$L_c = 140,323 \text{ m} \quad Y_s = 2,046 \text{ m}$$

$$P = 0,621 \text{ m}$$

4.1.2 Perencanaan Lengkung Vertikal Trase jalan Rel

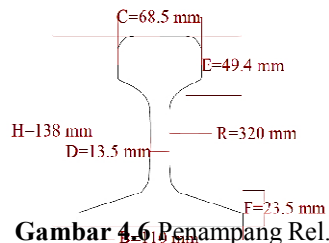


Gambar 4.5 Hasil Perhitungan.

4.2 Struktur Jalan Rel

4.2.1 Profil Rel

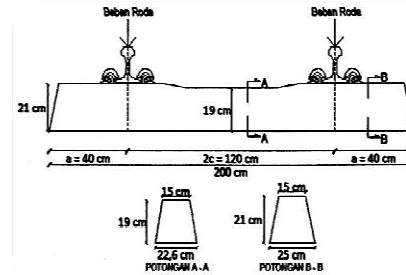
Kecepatan Kereta Api	120 km/jam
Beban gandar (Pg)	14 ton
Lebar Rel	1067 mm
Tipe rel	R.54
Luas penampang rel (A)	69,34 cm ³
Berat rel per meter	54,43 kg/m



Gambar 4.6 Penampang Rel.

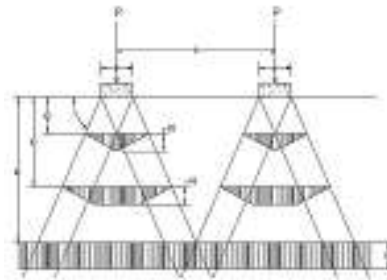
4.2.2 Bantalan

Beban gandar (P)	14 Ton
Jarak pandang bantalan	60 cm
Tipe bantalan	N-67
Mutu beton f _c '	500 kg/cm ²



Gambar 4.7 Penampang Bantalan.

2.3 Balas



Gambar 4.8 Distribusi Tegangan Akibat Beban Gandar.

$$H_2 = 21,65 \text{ cm}$$

$$H_3 = 30 \text{ cm (tebal balas minimal untuk kelas jalan I)}$$

Jika $h_3 > h_2$ atau dengan kata lain h_3 lebih dalam dari pada h_2 , maka tegangan maksimal yang terjadi pada kedalaman h_3 akan lebih kecil dari pada tegangan maksimal pada kedalaman h_2 . Pada ketebalan balas h_4 , terlihat bahwa tegangan yang terjadi telah tersebar merata (tidak ada tegangan maksimal sebagaimana pada h_2, h_3) dan juga sudah

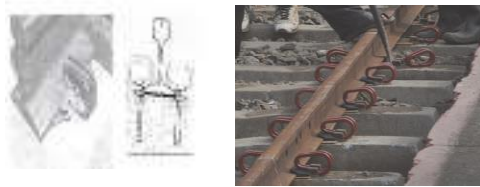
tidak dapat dibuat lebih kecil lagi. Oleh sebab itu tidak perlu mempertebal alas balas lebih dari h_4 lagi.

4.2.4 Sambungan



- a) Diameter lubang 29
- b) Diameter baut 24
- c) Diameter draf 23

4.2.5 Penambat



Gambar 4.10 Jenis Penambat DE Spring Klip.

Spesifikasi :

- Kuat jepit mencapai 1000 kgf
- Dapat melawan gaya puntir
- Komponen penambat tidak banyak dan sederhana
- Jika menggunakan alas karet, menjadi penambat elastis ganda

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Terdapat 4 lengkung horizontal, yaitu :
 - a. Lengkung Hilir L-39, Tipe S-C-S, KM 59+148 sampai KM 59+594
 - b. Lengkung Hilir L-40, Tipe S-C-S, KM 59+718 sampai KM 59+959
 - c. Lengkung Hulu L-39, Tipe S-C-S, KM 59+130 sampai KM 59+595
 - d. Lengkung Hulu L-40, Tipe S-C-S, KM 59+754 sampai KM 59+899

2.

Kecepatan Kereta Api	120 km/jam
Beban gandar (Pg)	14 ton
Lebar Rel	1067 mm
Tipe rel	R.54
Luas penampang rel (A)	69,34 cm ³
Berat rel per meter	54,43 kg/m

3. Sambungan Baut = Las Termit dan Sambungan Baut Celah sambungan relnya adalah 18,91 mm. Pelat penyambung yang digunakan adalah 20 mm, diameter lubang mur baut 24 mm, dan tinggi pelat disesuaikan dengan dimensi masing - masing rel.

5.2 Saran

Demi kesempurnaan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini, Penulis mencoba memberikan saran-saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir kedepannya. Adapun saran-saran tersebut sebagaimana berikut :

1. Pemilihan trase dibuat sesedikit mungkin memiliki dampak sosial dengan menghindari daerah pemukiman dan jalan.
2. Pada perencanaan geometri, alinemen horizontal sebaiknya dibuat sepanjang mungkin trase lurus selama medan memungkinkan untuk dilalui.

PERENCANAAN JALAN REL KERETA API TRASE STASIUN NGROMBO – GAMBRINGAN KM 58+000 – 60+000 LALU LINTAS KELAS

by Aris Krisdiyanto

Submission date: 22-May-2024 11:34AM (UTC+0700)

Submission ID: 2385392921

File name: 2352-6579-1-PB.pdf (1.24M)

Word count: 2447

Character count: 12504

PERENCANAAN JALAN REL KERETA API TRASE STASIUN NGROMBO – GAMBRINGAN KM 58+000 – 60+000 LALU LINTAS KELAS 1

Ir. ARIS KRISDIYANTO, M.T.⁽¹⁾
EMA NURROHMAH⁽²⁾

ABSTRAK

13
Moda transportasi kereta api ialah salah satu moda transportasi yang sangat digemari oleh warga Indonesia. Hingga tak heran apabila akhir-akhir ini pengembangan terus menerus dicoba demi mewujudkan pelayanan publik yang baik serta aman. Pentingnya jalan kereta api sebagai prasarana perkeretaapian diwajibkan perencanaan cocok dengan persyaratan teknis jalan kereta api bisa berjalan dengan baik dan mendukung proses transportasi kereta api. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan Jalan Rel pada ruas antara Stasiun Ngrombo dan Stasiun Gambringan. Dimulai dari KM 58+000 hingga KM 60+000. Struktur atas (rel, penambat, bantalan, wesel, sambungan), struktur bawah (balas, sub-balas), Perencanaan mengacu pada Peraturan Dinas 10 Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel. Dari hasil perhitungan didapat penempatan trase jalur ganda sepanjang ± 2 km, Jalan rel didesain menggunakan jenis rel R.54 dengan lebar sepur 1067 mm, kecepatan rencana maksimum 120 km/jam, tebal balas 55 cm dan sub-balas 20 cm, menggunakan bantalan beton dengan jarak 60 cm dan jenis penambat DE Spring Clips,

Kata Kunci : Trase jalan Rel, Desain Geometrik, Struktur Jalan Rel

ABSTRACT

15
Rail transportation is one of the most popular modes of transportation for Indonesians. So it is not surprising that lately development has been continuously attempted in order to realize good and safe public services. The importance of the railroad as a railway infrastructure needed for planning in accordance with the technical requirements of the railway can run well and support the rail transportation process. In this final project, rail road planning is carried out on the section between Ngrombo Station and Gambringan Station. Starting from KM 58+000 to KM 60+000. Upper structure (rails, fastenings, bearings, threads, connections), structures (ballast, sub-ballast), Planning refers to Service Regulation 10 Regulations for Rail Road Construction Planning. From the calculation results obtained the placement of double track along ± 2 km, the rail road is designed using the type of rail R.54 with a rail width of 1067 mm, maximum design speed of 120 km/hour, thickness of ballast 55 cm and sub-ballast 20 cm, using concrete pads with 60 cm distance and DE Spring Clips fastening type,

Keywords : Rail Tracks, Geometric Design, Railroad Structures

I. PENDAHULUAN

16

1.1 Latar Belakang

Moda transportasi kereta api ialah salah satu moda transportasi yang sangat digemari oleh warga Indonesia. Hingga tak heran apabila akhir-akhir ini pengembangan terus menerus dicoba demi mewujudkan pelayanan publik yang baik serta aman. Tidak hanya itu, pentingnya peranan kereta api dalam mensejahterakan masyarakat lewat aktivitas perpindahan penumpang maupun benda wajib didukung dengan pembangunan prasarana kereta api yang baik. Pentingnya jalan kereta api sebagai prasarana perkeretaapian diwajibkan perencanaan cocok dengan persyaratan teknis jalan kereta api bisa berjalan dengan baik dan mendukung proses transportasi kereta api.

Jalur segmen Brumbung – Gambringan merupakan jalur kereta api lintas utama yang digunakan untuk kereta-kereta api yang berjalan baik dari arah Semarang maupun Surabaya dengan kecepatan tinggi yang mencapai kecepatan 90 s.d. 120 km/jam, dengan jenis rel R54 serta lebar sepur 1,067 mm dengan panjang lintasan 46,3 km. Jalur segmen tersebut meliputi 7 stasiun diantaranya : Stasiun BBG (Brumbung), Stasiun TGW (Tegowanu), Stasiun GUB (Gubug), Stasiun KGT (KarangJati), Stasiun SDI (Sedadi), Stasiun NBO (Ngrombo), dan Stasiun GBN (Gambringan).

Pada tugas akhir ini, penulis akan Merencanakan Jalur Kereta Api meliputi desain geometri dan struktur jalan rel jalur Stasiun NBO (Ngrombo) ke Stasiun GBN (Gambringan) KM 58+000 – 60+000.

14

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan Tugas Akhir ini adalah:

- Menentukan alinyemen vertikal dan horizontal

1. Mendapatkan perhitungan struktur konstruksi jalan rel

1.3 Batasan Masalah

- a) Data yang dipakai adalah data sekunder
- b) Daerah perencanaan hanya mukai dari Stasiun Ngrombo KM 58+000 sampai Stasiun Gambringan KM 60+000
- c) Mengadakan analisa dan bahsan menggunakan software Autocad Civil 2D tentang :
 1. Gambar trase jalan
 2. Gambar potongan memanjang
 3. gambar alinyemen horizontal
- d) Sandar perencanaan geometrik jalan merujuk pada standar PD 10 tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel
- e) Perhitungan konstruksi jalan rel meliputi ::
 1. Tipe dan jenis rel
 2. Sambungan rel
 3. Penentuan letak wesel
 4. Tipe penamba rel
 5. Jarak dan ukuran bantalan
 6. Tebal dan ukurah balas

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Geometrik Jalan Rel

2.1.1 Lengkung Horizontal

Alinyemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horizontal, alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus lengkungan.

- a. Lengkung Lingkaran

Tabel 2.1 Persyaratan lengkungan.

Kategori melalui Jalan Rel	Salipun minimum lengkung per kilometer (m)	Salipun minimum lengkung per kilometer (m)
120	2270	130
110	1900	140
100	1570	150
90	1300	160
80	1070	170
70	840	170
60	600	180

Sumber : PD 10 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel

b. Lengkung Peralihan

Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut :

$$L_h = 0,01 hv$$

Dimana

L_h = panjang minimal lengkung peralihan

h = pertigaan relative antara dua bagian yang dihubungkan (mm)

v = kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)

c. Lengkung S

Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan

d. Pelebaran Sepur

Tabel 2.2 Pelebaran sepur.

Pelebaran sepur (mm)	Jarak-garis lintasan (meter)
0	$R > 600$
5	$550 < R < 600$
10	$400 < R < 550$
15	$350 < R < 400$
20	$100 < R < 350$

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

e. Peninggian Rel

Besar peninggian untuk lebar jalan rel 1067 mm pada berbagai kecepatan rencana tercantum pada tabel 2.3 berikut

Tabel 2.3 Peninggian rel.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

f. Kelandaian

- Pengelompokan lintas

Tabel 2.4 Pengelompokan lintas berdasarkan kelandaian.

Kelompok	Kelandaian
Empusmen	4 sampai 1,5 %
Lintas datar	4 sampai 10 %
Lintas peninggian	10 % sampai 40 %
Lintas dengan rel gigi	40 % sampai 80 %

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Landai Penentu

Tabel 2.5 Landai penentu maksimum.

Kelas jalan rel	Landai penentu maksimum
1	10 %
2	10 %
3	20 %
4	25 %
5	25 %

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Landai Curam

$$= \frac{va^2 - vb^2}{2g \cdot sk - S^2}$$

Dimana :

= Panjang maksimum landai

curam (m).

V_a = Kecepatan minimum yang diijinkan dikaki landai curam m/detik.

V_b = Kecepatan minimum dipuncal landai curam (m/detik)

$$vb \geq \frac{1}{2} va.$$

g = Percepatan gravitasi.

Sk = Besar landai curam (%).

S_m = Besar landai penentu (%)

1.2 Susunan Jalan Rel

2.2.1 Tipe dan Karakteristik Penampang

Tipe Rel :

Tabel 2.6 Kelas jalan dan tipe relnya.

RELAKSIJALAN	TIPE REL
I	R 80 / R 74
II	R 74 / R 60
III	R 60 / R 50 / R 42
IV	R 50 / R 40 / R 32
V	R 42

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

Karakteristik Rel :

Tabel 2.7 Karakteristik penampang rel.

Jenis Penampang	Tipe Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
H (mm)	138,00	138,00	138,00	172,00
B (mm)	118,00	117,00	118,00	158,00
C (mm)	68,50	65,00	72,20	74,50
D (mm)	13,50	15,00	49,40	16,50
E (mm)	49,50	49,00	49,40	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
G (mm)	72,00	56,00	54,87	64,95
H (mm)	228,00	300,00	300,00	250,00
I (mm)	34,28	44,20	49,34	59,30
W (kg/m)	42,59	50,40	55,41	60,54
Yb (cm)	68,50	71,40	76,30	80,95
Ix (cm ⁴)	2783	3800	3347	3066

a : Lebar Penampang.
 W : Berat rel per meter.
 Yb : Momen inersia terhadap sumbu X.
 Ix : Arah tegak lurus rel ke arah kanan.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

• **Jenis Rel**

- Rel Standar
- Rel Pendek
- Rel Panjang

Tabel 2.8 Panjang minimal rel pendek.

Jenis Rel	Tipe Rel			
	R.42	R.42	R.42	R.42
Bantalan kayu	+325 m	+375 m	+400 m	+400 m
Bantalan beton	+200 m	+225 m	+250 m	+215 m

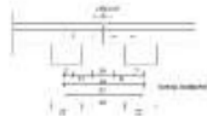
Tabel 2.9 Panjang minimal rel panjang.

Jenis Rel	Tipe Rel			
	R.42	R.42	R.42	R.42
Bantalan kayu	≥ 275 m	≥ 275 m	≥ 400 m	≥ 470 m
Bantalan beton	≥ 200 m	≥ 225 m	≥ 250 m	≥ 275 m

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

• **Sambungan Rel**

- Macam Sambungan :
- Sambungan Melayang



Gambar 2.1 Sambungan Melayang.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Sambungan Menumpu

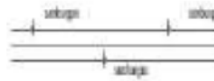


Gambar 2.2 Sambungan Menumpu.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

❖ **Penempatan Sambungan Rel :**

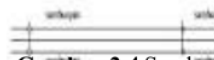
- Penempatan secara siku – siku



Gambar 2.3 Sambungan siku.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Penempatan secara Berselang – selang



Gambar 2.4 Sambungan berselang-seling.

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.4 Celah

Tabel 2.10 Besar celah.

Tinggi Penampang (cm)	Panjang Rel (m)			
	16	20	24	30
2,20	0	14	18	18
2,2	7	11	18	18
2,4	0	11	18	18
2,6	0	10	17	18
2,8	0	9	16	18
3,0	4	8	15	18
3,2	1	7	14	17
3,4	1	6	13	16
3,6	1	5	12	15
3,8	2	4	11	14
4,0	2	3	10	13
4,2	3	2	9	12
4,4	3	1	8	11
4,6	4	0	7	10
4,8	4	0	6	9
5,0	5	0	5	8

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.5 Suhu pemasangan

- Untuk sambungan rel panjang pada bantalan kayu

Tabel 2.11 Besar celah.

Tinggi Penampang (cm)	Panjang Rel (m)			
	R.42	R.50	R.54	R.60
2,20	10	10	10	10
2,2	10	10	10	10
2,4	10	10	10	10
2,6	10	10	10	10
2,8	10	10	10	10
3,0	10	10	10	10
3,2	10	10	10	10
3,4	10	10	10	10
3,6	10	10	10	10
3,8	10	10	10	10
4,0	10	10	10	10
4,2	10	10	10	10
4,4	10	10	10	10
4,6	10	10	10	10
4,8	10	10	10	10
5,0	10	10	10	10

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Untuk sambungan rel panjang pada bantalan beton

Tabel 2.12 Besar celah.

Tinggi Penampang (cm)	Panjang Rel (m)			
	R.42	R.50	R.54	R.60
2,20	10	10	10	10
2,2	10	10	10	10
2,4	10	10	10	10
2,6	10	10	10	10
2,8	10	10	10	10
3,0	10	10	10	10
3,2	10	10	10	10
3,4	10	10	10	10
3,6	10	10	10	10
3,8	10	10	10	10
4,0	10	10	10	10
4,2	10	10	10	10
4,4	10	10	10	10
4,6	10	10	10	10
4,8	10	10	10	10
5,0	10	10	10	10

Sumber : PD_10_Pencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Untuk pemasangan rel standard dan rel pendek

Tabel 2.13 Besar celah.

REL	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
R. 42	28	46
R. 50	30	48
R. 54	30	48
R. 60	32	48

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

- Untuk pemasangan rel panjang pada bantalan beton

Tabel 2.14 Besar celah.

REL	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
R. 42	28	46
R. 50	30	48
R. 54	30	48
R. 60	32	48

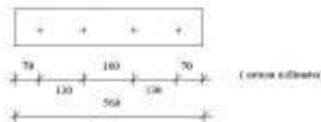
Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

2.2.6 Pelat Penyambung



Gambar 2.5 Pelat Penyambung Untuk Rel R.42, R. 50, R. 54 Ø Lubang 24 Mm Tebal Pelat 20 Mm.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel



Gambar 2.6 Pelat Penyambung Untuk Rel R.60, Ø Lubang 25 Mm Tebal Pelat 20 Mm.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

Baut pelat penyambung harus kuat menahan gaya sebagai berikut:

$$M'''' = T'' (a + b) + T'' \times c$$

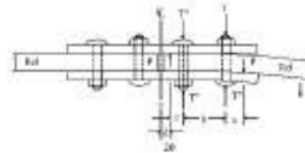
Dimana :

H = gaya lateral yang bekerja di tengah-tengah pelat penyambung.

T'' T'''' = gaya tarik baut sebelah luar dan dalam.

M'' M'''' = momen peralihan sebelah dalam dan luar pelat sambung antara pusat tekanan rel yang akan disambung.

M = momen total arah lateral.



Gambar 2.7 Gaya Pada Baut Pelat Penyambung.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

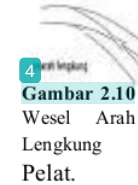
2.2.7 Wesel



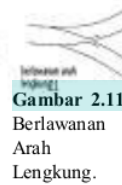
Gambar 2.8 Wesel Biasa Kiri.



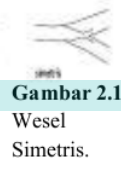
Gambar 2.9 Wesel Biasa Kanan.



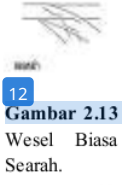
Gambar 2.10 Wesel Arah Lengkung Pelat.



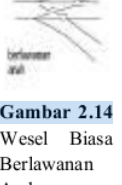
Gambar 2.11 Wesel Berlawanan Arah Lengkung.



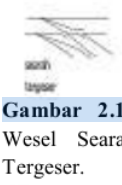
Gambar 2.12 Wesel Simetris.



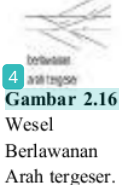
Gambar 2.13 Wesel Biasa Searah.



Gambar 2.14 Wesel Biasa Berlawanan Arah.



Gambar 2.15 Wesel Searah Tergeser.



Gambar 2.16 Wesel Berlawanan Arah tergeser.



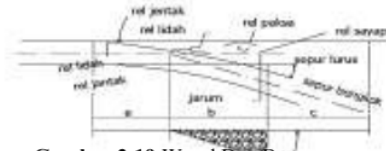
Gambar 2.17 Wesel Inggris Lengkap.



Gambar 2.18 Wesel Inggris Tak Lengkap.

Sumber : PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel

Komponen Wesel :



Gambar 2.19 Wesel Dan Bagannya.

Sumber : PD_10 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel

2.2.8 Penambat Rel

Jenis Penambat :



Gambar 2.20 Penambat Rel Spring Clip.

Spesifikasi :

- Kuat jepit mencapai 1000 kgf
- Dapat melawan gaya puntir
- Komponen penambat tidak banyak dan sederhana
- Jika menggunakan alas karet, menjadi penambat elastis ganda

2.2.9 Bantalan

Menentukan momen tepat dibawah kaki rel bantalan :

$$M_{CD} = \frac{P_{00} \times 60\%}{7,4 \times l} \times \frac{1}{\sin \lambda + \sin \lambda} [2 \cos^2 \alpha (\cos 2\theta c + \cos \lambda) - 2 \cos^2 \alpha (\cos 2\theta c + \cos \lambda) - \sin 2\theta a (\sin 2\theta c + \sin \lambda) - \sin 2\theta a (\sin 2\theta c + \sin \lambda)] \dots\dots\dots(2.5)$$

Menentukan momen ditengah bantalan :

$$M_o = \frac{P_{00} \times 60\%}{2 \times l} \times \frac{1}{\sin \lambda + \sin \lambda} [\sin \theta c (\sin \theta c + \sin \theta(L - c)) + \sin \theta c (\sin \theta c + \sin \theta(L - c)) - \cos \theta c \cos \lambda (L - c)]$$

2.2.10 Balas

$$x = \frac{b}{2h} \times \tan \alpha \times P$$

- Dimana :
- x = Tegangan yang terjadi (kg/cm²)
 - b = Lebar bantalan (cm)
 - h = Tebal balas rencana (cm)
 - α = Sudut penyebaran tekanan (batu pecah = 60°)
 - P = Tekanan gandar kereta api (kg)

Rumus Terzaghi untuk mencari daya dukung tanah.

$$q_{ult} = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,4.Y.B.N_\gamma$$

$$X_{ijin} = \frac{q_{ult}}{FB}$$

Dimana :

- q_{ult} = Daya dukung tanah ultimate (kg/cm²)
- FK = Faktor keamanan (FK = 2)
- X_{ijin} = Tegangan tanah ijin (kg/cm²)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Persiapan

- Pembuatan surat perizinan
Pembuatan surat ini di peroleh dar ipihak Universitas
- Peminjaman data
Peminjaman data dari pihak Kantor Direktorat Jenderal Perkeretaapian

3.2 Pengumpulan Data

- Data sekunder yang diperoleh :
- Gambar Groundkaart Trase Stasiun Ngrombo ke Stasiun Gambringan
 - Data tanah

3.3 Analisis Data

- Peta Topografi : untuk mengetahui elevasi permukaan tanah pada lokasi perencanaan.

- b) Data Tanah : Untuk melakukan stabilitas pada badan jalan rel.

3.4 Pengolahan Data

Perencanaan Geometrik, meliputi :

- a) Alinyemen Horizontal
 - b) Alinyemen Vertikal
- Perencanaan struktur jalan rel :
- a) Profil rel
 - b) Sambungan
 - c) Penambat
 - d) Bantalan
 - e) Balas – Sub balas
 - f) Wesel

IV. PERENCANAAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL

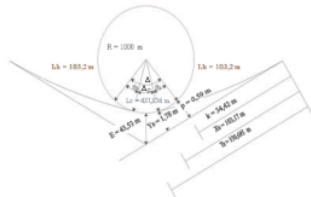
4.1 Perencanaan Geometrik Jalan Rel

4.1.1 Perencanaan Lengkung

Horizontal Trase jalan Rel

Dalam perencanaan lengkung horizontal menggunakan parameter lengkung *Spiral – Circle – Spiral*.

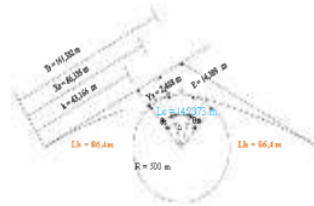
- a. Perhitungan lengkung Horizontal L-39 jalur Hilir antara KM 59+148 sampai KM 59+594



Gambar 4.1 Skema Lengkung Horizontal.

$$\begin{aligned} \Delta &= 32^{\circ}59'17'' & k &= 34,42 \text{ m E} \\ \Theta_s &= 3,944^{\circ} & &= 43,53 \text{ m } X_s \\ \Delta_c &= 25,100^{\circ} & &= 103,17 \text{ m } Y_s \\ L_c &= 437,856 \text{ m} & &= 1,78 \text{ m} \\ P &= 0,59 \text{ m} \end{aligned}$$

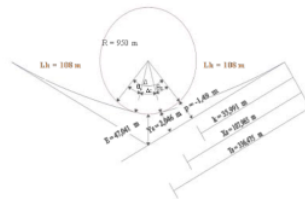
- b. Perhitungan lengkung Horizontal L-40 jalur Hilir antara KM 59+718 sampai KM 59+959



Gambar 4.2 Skema Lengkung Horizontal.

$$\begin{aligned} \Delta &= 26^{\circ}34'22'' & k &= 43,166 \text{ m} \\ \Theta_s &= 4,777^{\circ} & &= 14,507 \text{ m } X_s \\ \Delta_c &= 6,76^{\circ} & &= 86,335 \text{ m} \\ L_c &= 145,373 \text{ m} & &= 2,488 \text{ m} \\ P &= 0,621 \text{ m} \end{aligned}$$

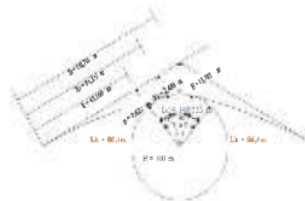
- c. Perhitungan lengkung Horizontal L-39 jalur Hulu antara KM 59+148 sampai KM 59+594



Gambar 4.3 Skema Lengkung Horizontal.

$$\begin{aligned} \Delta &= 35^{\circ}4'50'' & k &= 35,991 \text{ m E} \\ \Theta_s &= 4,345^{\circ} & &= 47,041 \text{ m } X_s \\ \Delta_c &= 26,391^{\circ} & &= 107,965 \text{ m } Y_s \\ L_c &= 437,358 \text{ m} & &= 2,046 \text{ m} \\ P &= 0,684 \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Perhitungan lengkung Horizontal L-40 jalur Hulu antara KM 59+718 sampai KM 59+959



Gambar 4.4 Skema Lengkung Horizontal.

$$\Delta = 25^{\circ}59'38,6'' \quad k = 43,166 \text{ m}$$

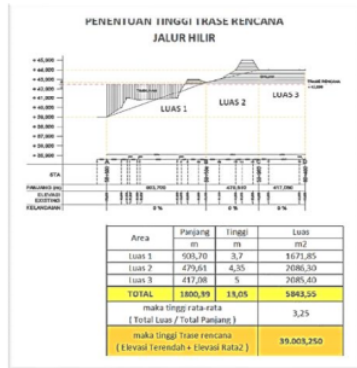
$$\Theta_s = 4,953^{\circ} \quad E = 13,783 \text{ m}$$

$$\Delta_c = 16,088^{\circ} \quad X_s = 86,336 \text{ m}$$

$$L_c = 140,323 \text{ m} \quad Y_s = 2,046 \text{ m}$$

$$P = 0,621 \text{ m}$$

4.1.2 Perencanaan Lengkung Vertikal Trase jalan Rel

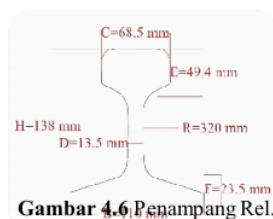


Gambar 4.5 Hasil Perhitungan.

4.2 Struktur Jalan Rel

4.2.1 Profil Rel

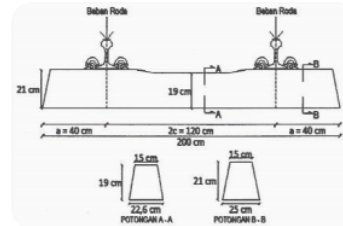
Kecepatan Kereta Api	120 km/jam
Beban gandar (Pg)	14 ton
Lebar Rel	1067 mm
Tipe rel	R.54
Luas penampang rel (A)	69,34 cm ³
Berat rel per meter	54,43 kg/m



Gambar 4.6 Penampang Rel.

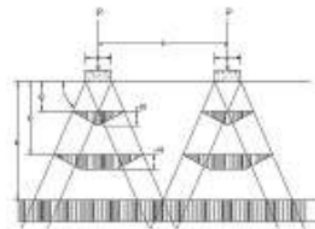
4.2.2 Bantalan

Beban gandar (P)	14 Ton
Jarak pandang bantalan	60 cm
Tipe bantalan	N-67
Mutu beton fc'	500 kg/cm ²



Gambar 4.7 Penampang Bantalan.

4.2.3 Balas



Gambar 4.8 Distribusi Tegangan Akibat Beban Gandar.

$$H_2 = 21,65 \text{ cm}$$

$$H_3 = 30 \text{ cm (tebal balas minimal untuk kelas jalan I)}$$

Jika $h_3 > h_2$ atau dengan kata lain h_3 lebih dalam dari pada h_2 , maka tegangan maksimal yang terjadi pada kedalaman h_3 akan lebih kecil dari pada tegangan maksimal pada kedalaman h_2 . Pada ketebalan balas h_4 , terlihat bahwa tegangan yang terjadi telah tersebar merata (tidak ada tegangan maksimal sebagaimana pada h_2, h_3) dan juga sudah

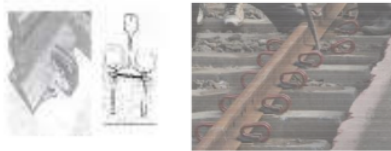
tidak dapat dibuat lebih kecil lagi. Oleh sebab itu tidak perlu mempertebal alas balas lebih dari h_4 lagi.

4.2.4 Sambungan



- Diameter lubang 29
- Diameter baut 24
- Diameter draf 23

4.2.5 Penambat



Gambar 4.10 Jenis Penambat DE Spring Klip.

Spesifikasi :

- Kuat jepit mencapai 1000 kgf
- Dapat melawan gaya puntir
- Komponen penambat tidak banyak dan sederhana
- Jika menggunakan alas karet, menjadi penambat elastis ganda

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Terdapat 4 lengkung horizontal, yaitu :
 - Lengkung Hilir L-39, Tipe S-C-S, KM 59+148 sampai KM 59+594
 - Lengkung Hilir L-40, Tipe S-C-S, KM 59+718 sampai KM 59+959
 - Lengkung Hulu L-39, Tipe S-C-S, KM 59+130 sampai KM 59+595
 - Lengkung Hulu L-40, Tipe S-C-S, KM 59+754 sampai KM 59+899

2.

Kecepatan Kereta Api	120 km/jam
Beban gandar (Pg)	14 ton
Lebar Rel	1067 mm
Tipe rel	R.54
Luas penampang rel (A)	69,34 cm ³
Berat rel per meter	54,43 kg/m

- Sambungan Baut Las Termit dan Sambungan Baut Celah sambungan relnya adalah 18,91 mm. Pelat penyambung yang digunakan adalah 20 mm, diameter lubang mur baut 24 mm, dan tinggi pelat disesuaikan dengan dimensi masing - masing rel.

5.2 Saran

Demi kesempurnaan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini, Penulis mencoba memberikan saran-saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir kedepannya. Adapun saran-saran tersebut sebagaimana berikut :

- Pemilihan trase dibuat sesedikit mungkin memiliki dampak sosial dengan menghindari daerah pemukiman dan jalan.
- Pada perencanaan geometri, alinemen horizontal sebaiknya dibuat sepanjang mungkin trase lurus selama medan memungkinkan untuk dilalui.

PERENCANAAN JALAN REL KERETA API TRASE STASIUN NGROMBO – GAMBRINGAN KM 58+000 – 60+000 LALU LINTAS KELAS

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.upr.ac.id Internet Source	1%
2	pdfslide.net Internet Source	1%
3	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	1%
4	documents.mx Internet Source	1%
5	repository.upnjatim.ac.id Internet Source	1%
6	es.slideshare.net Internet Source	1%
7	www.situstekniksipil.com Internet Source	1%
8	www2.cms.math.ca Internet Source	1%

research.unissula.ac.id

9	Internet Source	1 %
10	www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id Internet Source	1 %
11	adoc.pub Internet Source	1 %
12	ia601602.us.archive.org Internet Source	<1 %
13	regional.kompas.com Internet Source	<1 %
14	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
15	panel.waset.org Internet Source	<1 %
16	ejournal.uika-bogor.ac.id Internet Source	<1 %
17	nurta-free.blogspot.com Internet Source	<1 %
18	www.researchgate.net Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On