

PERENCANAAN JALUR LINTASAN KERETA API DENGAN WESEL TIPE R54 PADA STASIUN PRUPUK

Arifin Firmansyah¹, Taris Dwi Verdiana², Ibnu Toto Husodo³, Farida Yudaningrum⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung Pusat Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : arifiinf@gmail.com¹, tarisdwi5@gmail.com², ibnutotohusodork@gmail.com³, faridayudaningrum@upgris.ac.id⁴

Abstrak

Beberapa tahun belakangan Emplasemen Stasiun Prupuk tepatnya pada Koridor Prupuk-Purwokerto, dimana konstruksi wesel pada emplasmennya yang dipergunakan ialah wesel tipe rel R54, R33, dan R42 dengan sudut persilangan 1:10 dan 1:12, dengan bertambahnya mutu pelayanan perlintasan kereta api beberapa tahun terakhir ini, maka diperlukannya perencanaan wesel baru demi keamanan dan kenyamanan perlintasan tersebut, maka itu direncanakan wesel tipe R54 dengan sudut persilangan 1:14 untuk mengganti wesel lama. Setelah dilakukan analisa dan perhitungan, dihasilkan bahwa dapat menahan beban dari lokomotif sebesar 7 ton, maka perencanaan tersebut dapat digunakan. Perencanaan bantalan beton tipe N-67 dengan mutu beton 500 kg/cm² dipilih karena mampu menahan beban gandar sebesar 18 ton, fish bold plat dipilih sebagai plat sambungan rel yang mana dalam perhitungan perencanaan dapat menahan tegangan tarik plat sebesar 38442,10 kg/cm², tegangan geser baut sebesar 773,67 kg/cm², dan tegangan tarik baut sebesar 483,54 kg/cm². Selain itu juga diperhitungkan untuk perancangan geometri wesel, dalam perhitungan perencanaan ini sudah memenuhi dan aman untuk perencanaan, dimana diketahui panjang jarum wesel senilai 2,95 m, dan panjang lidah wesel senilai 4,23 m.

Kata Kunci: Emplasemen, rel, wesel, geometri

I. PENDAHULUAN

Jalur rel Kereta Api lintas Prupuk-Kroya yang berada di Stasiun Prupuk tepatnya di Prupuk Utara, Margasari, Kabupaten Tegal ini merupakan salah satu jalur Kereta Api yang kini kembali beroperasi, setelah beberapa tahun terakhir pengoperasian di stasiun tersebut menurun. mulai 18 Oktober 2018 pengoperasian kereta api di Stasiun Prupuk telah beroperasi lagi (Supriyanto, 2019), yang sebelumnya manajemen PT. KAI Daop V Purwokerto menghentikan pengoperasian beberapa perjalanan kereta api di Stasiun Prupuk. karena itu dengan kembalinya pengoperasian kereta api baik yang melintas ataupun berhenti di Stasiun Prupuk semakin banyak masyarakat yang menggunakan moda transportasi ini.

Maka dengan demikian semakin bertambah berat pula beban juga kapasitas lintas yang diterima jalan rel dan wesel pada emplasemen tersebut, tergantung lalu lintas jalur yang dilalui dan kepadatan jadwalnya. Untuk itu diperlukan adanya system pengatur perpindahan rel yang disebut sebagai wesel. Persilangan atau wesel diperlukan apabila dua jalan rel yang berada pada satu bidang saling memotong.

Penelitian ini menitik beratkan pada perencanaan wesel tipe R54 dengan sudut 1:14 Emplasemen Prupuk. Pentingnya wesel pada rel kereta api ialah sebagai pemindah jalur Kereta Api guna menghindari tabrakan karena kereta ada yang bersilang dan disusul juga dalam keadaan darurat wesel kereta api bisa sebagai tempat bagi kereta yang mogok.

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder, data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung atau bertanya dengan petugas terkait di stasiun Prupuk dan data sekunder adalah data yang diperoleh dari PT. Kereta Api Indonesia. Adapun kegiatan pengumpulan data diantaranya meliputi data-data sebagai berikut:

a. Data primer

1) Foto kondisi existing

Data ini didapatkan langsung dari Stasiun Prupuk, setelah mendapatkan ijin dari PT. Kereta Api Indonesia DAOP V Purwokerto, dengan mengamati kondisi sekitar dan mengabadikannya di foto hal-hal yang berkaitan dengan wesel. Dengan adanya data ini juga akan dapat membandingkan kondisinya langsung dengan hasil perhitungan perencanaan ulang wesel.

2) Sistem operasional wesel

Data ini diperlukan untuk mengetahui sistem wesel yang bekerja pada saat kereta akan melalui stasiun yang nantinya akan dipindah jalur dengan wesel.

b. Data sekunder

1) Data Rangkaian Kereta Api

Data ini didapatkan dari PT. Kereta Api Indonesia, hal ini dibutuhkan untuk mengetahui jenis-jenis kereta api penumpang maupun barang yang beroperasi melewati Stasiun Prupuk. Dengan data ini akan dapat diketahui jumlah rangkaian pada kereta tersebut.

2) Data Kapasitas Lintas

Data kapasitas lintas diperoleh dari data Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) PT. Kereta Api Indonesia, data ini dibutuhkan untuk mengetahui letak kilometer atau jarak antar stasiun juga kapasitas lintas pada Stasiun Prupuk.

3) Data Angkutan Penumpang dan Barang

Untuk menganalisa kapasitas lintas dan beban yang bekerja pada struktur track bawah terutama wesel, untuk itu perlu terlebih dahulu harus tahu beban yang berada di atasnya. Beban ini tergantung pada rangkaian kereta api yang melintas pada track tersebut, selain beban ada hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam merencanakan jalan rel yaitu bantalan rel dan sambungan rel.

2. Metode Pengumpulan Data

Dalam penyusunan data peneliti mengambil objek penelitian pada Jalur rel Kereta Api lintas Prupuk-Kroya tepatnya Emplasemen Prupuk di Prupuk Utara, Margasari, Kabupaten Tegal. Pengumpulan data menggunakan 3 cara berikut merupakan uraian yang digunakan :

a. Observasi

Observasi yang dilakukan peneliti yaitu dengan pengamatan dan pengumpulan data yang dilakukan di Stasiun Prupuk, Kabupaten Tegal.

b. Wawancara

Wawancara penelitian ini dilakukan dengan kepala unit atau instansi bagian jalan rel pada PT Kereta Api Indonesia DAOP V Purwokerto yang berhubungan dengan data yang terkait.

c. Dokumentasi

Pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun elektronik(foto) yang bertujuan sebagai tambahan kelengkapan data-data penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perencanaan Bantalan

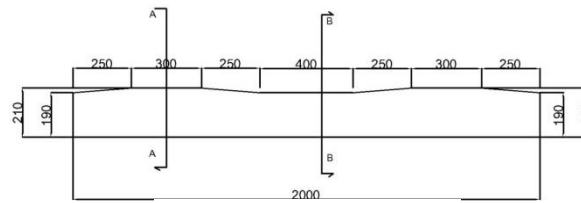
Data Bantalan :

Beban gandar (Pg) = 18 Ton

Kecepatan kereta api = 110 km/jam (Kelas jalan II)

Lebar sepur (s) = 1067 mm

Jarak pasang bantalan = 60 cm
 Tipe bantalan = N-67
 Mutu beton f_c' = 500 kg/cm²



Gambar 1. Bantalan Beton



Gambar 2. Potongan Bantalan

2. Perencanaan Pembebanan Bantalan

$$\lambda = 0,00976 \text{ cm}^{-1}$$

$$X1 = \frac{\pi}{4 \cdot \lambda} \quad (1)$$

$$= \frac{\pi}{4 \cdot 0,00976} = 80,4 \text{ cm}$$

$$Pd = 14140 \text{ kg}$$

$$E = 640 \sqrt{f_c'} \quad (2)$$

$$= 6400 \sqrt{500} = 143108,4 \text{ kg/cm}^2$$

Distribusi beban ke bantalan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q = 0,786 \times \frac{Pd \cdot S}{X1} \quad (3)$$

$$= 0,786 \times \frac{Pd \cdot 60}{X1} = 0,587 \cdot Pd \approx 60\% \cdot Pd$$

Berdasarkan potongan A-A bantalan beton tipe N-67 dapat dihitung momen di titik C dan D atau tepat dibawah kaki re (Lihat Gambar 3)

$$A1 = \frac{1}{2} \times (a1 + b1) \times h1 \quad (4)$$

$$= \frac{1}{2} \times (150 + 250) \times 210 = 420 \text{ cm}^2$$

$$I1 = \frac{a1^2 + (4 \times a1 \times b1) + b1^2}{36 \times (a1 + b1)} \times h1^3 \quad (5)$$

$$= \frac{150^2 + (4 \times 150 \times 250) + 250^2}{36 \times (150 + 250)} \times 210^3 = 15113,44 \text{ cm}^4$$

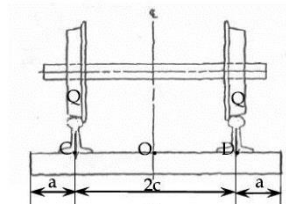
$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \cdot E \cdot I}} \quad (6)$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{180}{4 \cdot 143108,4 \times 15113,44}} = 0,012 \text{ cm}^{-1}$$

$$a = 45 \text{ cm}$$

$$c = 55 \text{ cm}$$

$$L = 200 \text{ cm}$$



Gambar 3. Potongan Memanjang bantal

3. Perhitungan Momen Bantal dibawah Rel

$$\begin{aligned}
 M_{c/d} &= \frac{Pd \cdot 60\%}{4 x \lambda} \times \frac{1}{\sinh \lambda L + \sin \lambda L} [2 \cosh^2 \lambda a (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) - 2 \cos^2 \lambda a (\cosh 2\lambda c + \cos \lambda L) - \sinh 2\lambda a (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L) - \sinh 2\lambda c (\sinh 2\lambda c + \sin \lambda L)] \quad (7) \\
 &= \frac{14140 \cdot 60\%}{4 x 0,012} \times \frac{1}{5,477+0,674} [2,643 (0,247 + 5,568) - 1,471 (2,007 + (-0,739)) - 1,304 (0,969+5,477)-0,882 (1,740+0,647)] \\
 &= 86001,447 \text{ kgcm} < \text{Momen Ijin} = 150000 \text{ kgcm} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan potongan B-B bantal beton tipe N-67 dapat dihitung momen di titik O atau tepat dibawah kaki rel.

$$\begin{aligned}
 A1 &= \frac{1}{2} x (a2 + b2) x h1 \quad (8) \\
 &= \frac{1}{2} x (150 + 220) x 190 = 357,2 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I1 &= \frac{a^2 + (4 x a2 x b2) + b2^2}{36 x (a2 + b2)} x h2^3 \quad (9) \\
 &= \frac{a^2 + (4 x 150 x 220) + 220^2}{36 x (150 + 220)} x 190^3 \\
 &= 10599,43 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \sqrt[4]{\frac{K}{4.E.I}} \quad (10) \\
 &= \sqrt[4]{\frac{180}{4.143108,4 x 10599,43}} = 0,0013 \text{ cm}^{-1}
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Momen di tengah Bantal Rel

$$\begin{aligned}
 M_o &= - \frac{Pd \cdot 60\%}{2 x \lambda} \times \frac{1}{\sinh \lambda L + \sin \lambda L} [\sinh \lambda c (\sin \lambda c + \sin \lambda(L-c)) + \sin \lambda c (\sinh \lambda c + \sinh \lambda(L-c)) + \cosh \lambda c \cos \lambda(L-c) - \cos \lambda c \cosh \lambda(L-c)] \quad (11) \\
 &= - \frac{14140 \cdot 60\%}{2 x 0,013} \times \frac{1}{6,865+0,494} [0,786 (0,661 + 0,945) + 0,66 (0,786 + 3,278) + 1,272 x (-0,326) - 0,751 x 3,427] \\
 &= 42399,469 \text{ kgcm} < \text{Momen ijin} = 93000 \text{ kgcm} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Jadi, bantal beton tipe N-67 dapat menerima beban kereta api dengan beban gandar 18 Ton dengan jarak antar bantal 60 cm.

5. Perhitungan Sambungan Rel

Tipe plat penyambung yang digunakan untuk rel tipe R54 yaitu plat penyambung *fish bold plate*

Dengan data :

Luas Penampang rel (A) = 69,34cm²

Dimensi Plat

Panjang plat = 560 mm

Lebar Plat = 79,4 mm

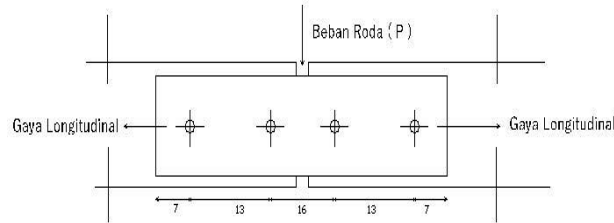
Tebal Plat = 20 mm

Diameter baut = Ø 24 mm

Mutu baja = BJ 33 (=1333 kg/cm²)

Mod elastisitas rel (E) = 2,1 x 10⁶ kg/cm²

Koef Pemuaian (λ) = $1,2 \times 10^{-5}$
 Perubahan suhu (Δt) = 22 C°



Gambar 4. Plat sambungan fish bold

6. Analisis terhadap kekuatan plat sambungan

a. Gaya Longitudinal

Gaya yang ditimbulkan karena gesekan roda dan rem. Untuk mengetahui nilai gaya longitudinal dengan persamaan sebagai berikut.

$$N = E \cdot A \cdot \lambda \cdot \Delta t \tag{12}$$

$$= (2,1 \times 10^6) \cdot 69,34 \cdot (1,2 \times 10^{-5}) \cdot 22$$

$$= 38442,10 \text{ kg/cm}^2$$

b. Pengurangan Luas Plat Akibat Pemasangan Baut

$$= \varnothing \text{ baut} \times T_{\text{plat}} \times \sum \text{ baut} \tag{13}$$

$$= 24 \times 20 \times 4$$

$$= 1920 \text{ mm}^2$$

c. Luas Bersih (A_n)

$$(P_{\text{plat}} \times T_{\text{plat}}) - \text{pengurangan luas plat} \tag{14}$$

$$A_n = (560 \times 20) - 1920$$

$$= 9280 \text{ mm}^2$$

$$= 92,8 \text{ cm}^2$$

d. Tegangan Tarik Izin Plat

$$\sigma N = 0,75 \times \sigma \times A_n \tag{15}$$

$$= 0,75 \times 1333 \times 92,8$$

$$= 92776,8 \text{ kg}$$

e. Periksa Tegangan Tarik Plat

$$N < \Sigma n \tag{16}$$

$$38442,10 \text{ kg/cm}^2 < 92776,8 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

7. Analisis terhadap kuat geser baut

a. Tegangan Geser

$$D = \frac{Pd \div 2}{1 \div 4 \cdot \pi \cdot 2,4^2} \tag{17}$$

$$D = \frac{7000 \div 2}{1 \div 4 \cdot \pi \cdot 2,4^2}$$

$$= 773,67 \text{ kg/cm}^2$$

b. Tegangan Geser Izin Baut

$$\sigma D = 0,6 \times \sigma \tag{18}$$

$$= 0,6 \times 1333 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 799,8 \text{ kg/cm}^2$$

c. Periksa Tegangan Geser Baut

$$D < \sigma D \tag{19}$$

$$773,67 \text{ kg/cm}^2 < 799,8 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

8. Analisis terhadap kuat tarik Baut

1) Momen yang terjadi pada celah sambungan (Peraturan Dinas PJKA, 1986).

$$M = Pd \text{ lok} \times e \quad (20)$$

$$M = 7000 \text{ kg} \times 8 \text{ cm} \\ = 56000 \text{ kg.cm}$$

2) Momen pada plat sambungan.

$$K_m = \frac{M.a}{2.d^2} \quad (21)$$

$$K_m = \frac{56000.20}{2.16^2} \\ = 2187,5 \text{ kg}$$

a. Tegangan Tarik Baut

$$T = \frac{K_m}{1+4.\pi.2,4^2} \quad (22) \\ = \frac{2187,5}{1+4.\pi.2,4^2} \\ = 483,54 \text{ kg/cm}^2$$

b. Tegangan Tarik Izin Baut

$$\sigma T = 0,7 \times \sigma \quad (23) \\ = 0,7 \times 1333 \text{ kg/cm}^2 \\ = 933,1 \text{ kg/cm}^2$$

c. Periksa Tegangan Tarik Baut

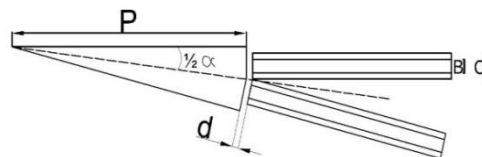
$$T < \sigma T \quad (24) \\ 483,54 \text{ kg/cm}^2 < 933,1 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

9. Perancangan Geometri Wesel

Perancangan geometri wesel tipe R54 dengan sudut persimpangan 1:14, yang bertujuan supaya perancangan wesel akan layak dan aman untuk digunakan juga sesuai persyaratan perencanaan.

10. Perhitungan jarum wesel

Panjang jarum wesel tergantung pada lebar kepala rel, lebar kaki rel, besarnya celah antar jarum, dan sudut simpang arah.



Gambar 5. Panjang Jarum

Dari gambar 5 maka didapatkan model perhitungan seperti berikut..

$$P = \frac{B+b}{2 \tan(\frac{\alpha}{2})} - d \quad (25)$$

Dalam penelitian ini perhitungan panjang jarum menggunakan wesel tipe 1:14 dan rel tipe R54 dengan data sebagai berikut :

C (Lebar kepala rel) = 72,20 mm

B (Lebar kaki rel) = 140 mm

Celah dan ujung jarum (d) = 10 mm

$$\alpha \text{ (Sudut simpang arah)} \quad \text{tg } \alpha = 1 : 14$$

$$\alpha = \text{arc tan } 1/14$$

$$\alpha = 4,1^\circ$$

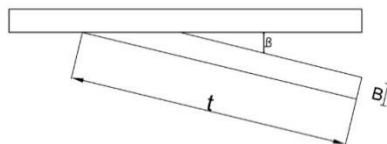
$$P = \frac{B+C}{2 \text{ tg } (\alpha/2)} - d$$

$$P = \frac{0,14 + 0,0722}{2 \text{ tg } (4,1/2)} - 0,01 = 2,95 \text{ m}$$

Jadi, untuk panjang jarum wesel tipe R54 dengan sudut 1:14 adalah 2,95 m

11. Perhitungan Wesel Lidah Pegas

Pada lintas Prupuk-Purwokerto lidah wesel menggunakan wesel lidah pegas. Panjang lidah pegas bergantung pada besarnya lebar kepala rel dan sudut tumpu.



Gambar 6. Wesel Lidah Pegas

Dari gambar 6 di atas maka di dapatkan model perhitungan seperti berikut:

$$t > C \text{ cotg } \beta \quad (26)$$

Diketahui panjang lidah pegas untuk wesel tipe R54 dengan sudut 1:14 adalah 2,95 meter dan untuk sudut tumpu adalah 1:35. Dari persamaan di atas, maka diperlukan data-data sebagai berikut:

- Panjang lidah (t) = 15,59 m.
- C (Lebar kepala rel) = 72,20 mm
- B, yaitu 1:35 = 1 : 35

$$\text{tg } \beta = 1/35$$

$$\beta = \text{arc tan } 1/35$$

$$\beta = 1,64^\circ$$

Agar panjang lidah tidak lebih besar dari celah antara rel lantak dan lidah wesel, maka digunakan persamaan berikut:

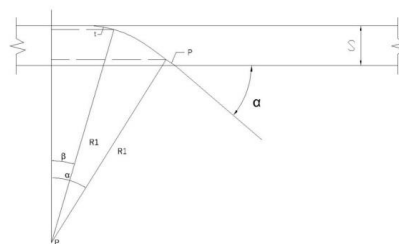
$$t > C \text{ cotg } \beta$$

$$15,59 > 0,0722 \text{ cotg } 1,64$$

$$15,59 \text{ m} > 4,23 \text{ m} \quad \text{OK}$$

12. Perhitungan Jari – Jari Lengkung Luar

Untuk memperhitungkan belokan pada wesel harus memperhatikan jari-jari lengkung luar (R1). Besarnya nilai jari-jari lengkung luar wesel dipengaruhi oleh lebar sepur, sudut tumpu, dan sudut simpang arah.



Gambar 7. Jari-jari lengkung luar

Dari gambar 4.16. diatas uraian perhitungan jari-jari lengkung luar, maka dapat diperhitungkan besar jari-jari lengkung luar (R1) seperti berikut.

$$R1 = \frac{S-t \sin\beta - P \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha} \quad (27)$$

Perhitungan jari-jari lengkung luar harus dilengkapi data sebagai berikut:

Lebar lintasan di Indonesia menggunakan 1067 mm = 1,067 m

a. Panjang lidah (t) yaitu sebesar 15,59 m.

b. P (panjang jarum) = 2,95 m

c. β , yaitu 1:35 = 1 : 35

$$\text{tg } \beta = 1/35$$

$$\beta = \text{arc tan } 1/35$$

$$\beta = 1,64^\circ$$

d. α (sudut simpang arah) = 1 : 14

$$\text{tg } \alpha = 1 : 14$$

$$\alpha = \text{arc tan } 1/14$$

$$\alpha = 4,1^\circ$$

Dari data di atas dapat dilakukan perhitungan seperti berikut;

$$\begin{aligned} R1 &= \frac{S-t \sin\beta - P \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha} \\ &= \frac{1,067 - 15,95 \sin(1,64) - 2,95 \sin(4,1)}{\cos 1,64 - \cos 4,1} \\ &= 185,90 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, untuk panjang lengkung luar wesel (R1) tipe R54 didapatkan 185,90 m. Dengan batasan bahwa jari-jari lengkung luar tidak boleh lebih dari besarnya jari-jari lengkung dalam.

Perhitungan jari-jari lengkung dalam dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Perhitungan Jari – Jari Lengkung Dalam

Diketahui bahwa wesel dengan sudut 1:14 memiliki persyaratan kecepatan izin maksimum 50 km/jam.

$$Rd = \frac{v^2}{7,8} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} Rd &= \frac{50^2}{7,8} \\ &= 320,51 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Periksa Jari – Jari Lengkung Wesel

$$R1 < Rd \quad (29)$$

$$185,90 \text{ m} < 320,51 \text{ m} \quad \text{OK}$$

Jadi perancangan untuk wesel tipe R54 dengan sudut 1:14 dapat digunakan, karena memenuhi persyaratan yaitu jari-jari lengkung luar (R1) harus lebih kecil daripada jari-jari lengkung dalam (Rd).

13. DAFTAR NOTASI

A = Luas penampang (cm^2)

An = Luas bersih plat (mm^2)

B = Panjang kaki rel (mm)

C	= Lebar kepala rel (mm)
d	= Celah antara jarum dan ujung rel
D	= Tegangan geser baut (kg/cm^2)
d1	= 2 x jarak baut ke as plat sambungan (cm)
e	= Jarak baut dengan as plat (cm)
E	= Modulus elastisitas rel ($2,1 \cdot 10^6 kg/cm^2$)
E	= Tinggi kepala rel (mm)
F	= Tinggi kaki rel (mm)
H	= Gaya <i>lateral</i> yang bekerja di tengah-tengah plat penyampung
H	= Tinggi profil rel (mm)
I	= Jarak tepi bawah rel ke garis netral (cm^4)
k	= Modulus elastisitas jalan rel ($180 kg/cm^2$)
Km	= Momen pada plat (kg)
L	= Lebar Plat Sambungan (mm)
M	= Momen akibat beban roda (kg.cm)
Ma	= Momen pada rel (kg.cm)
Mc/d	= Momen bantalan dibawah rel (kg.cm)
Mo	= Momen di tengah bantalan rel (kg.cm)
N	= Gaya <i>longitudinal</i> (kg)
Ø	= diameter baut plat sambungan (mm)
P	= Panjang jarum wesel (m)
P	= Panjang plat sambungan (mm)
Pd	= Beban dinamik (kg)
Pd	= Beban roda kereta api (Kg)
Pg	= Gaya gandar
Pplat	= Panjang plat (mm)
Pr	= Gaya roda
Ps	= Gaya roda
Q	= Distribusi beban ke bantalan
R1	= Jari-jari lengkung luar (m)
Rd	= Jari-jari lengkung dalam (m)
S	= Lebar lintasan
t	= Panjang lidah wesel (m)
T	= Tegangan tarik baut (kg/cm^2)
T	= Tegangan tarik baut (kg/cm^2)
T	= Tinggi Plat Sambungan (mm)
V	= Kecepatan izin pada wesel (km/jam)
W	= Berat rel permeter (kg/m)
Yb	= Jarak kaki rel ke sumbu x (mm)
α	= Sudut simpang arah
β	= Sudut tumpuan wesel
Δ t	= Perubahan suhu ketika pemasangan rel
λ	= Koef pemuaian ($1,2 \times 10^{-5}$)
σ	= Mutu baja BJ 33 ($1333kg/cm^2$)
σ	= Tegangan izin (kg/cm^2)
σD	= Tegangan geser izin baut(kg/cm^2)
σN	= Tegangan tarik izin plat (kg)
σT	= Tegangan tarik izin baut (kg/cm^2)
σx	= Tegangan pada rel (kg/cm^2)

IV. KESIMPULAN

Wesel rel tipe R54 aman dan mampu untuk dipergunakan, karena dapat menahan beban kereta api operasional yang terberat yaitu lokomotif dengan beban sebesar 7 ton dan momen sebesar 35870 kg/cm^2 . Perencanaan bantalan beton tipe N-67 aman dan sesuai spesifikasi data bantalan. Sambungan untuk rel R54 layak dipakai karena plat sambungan yang direncanakan yaitu plat sambungan fish bold plate untuk rel tipe R54 dapat menahan gaya yang terjadi akibat beban operasional kereta api. Perencanaan geometri wesel rel tipe R54 dapat digunakan dengan sudut 1:14, karena memenuhi persyaratan.

V. REFERENSI

- [1] Agung S, Saniya, Hidayatus. 2008. Perencanaan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Cirebon – Kroya Koridor Prupuk – Purwokerto.
- [2] Destira I. 2018. Perencanaan Wessel Jalur Ganda Kereta Api Stasiun Martapura.
- [3] Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan Indonesia. 2014. Buku Informasi Direktorat Jenderal Perkeretaapian.
- [4] GAPEKA. 2019. Buku Pedoman Dukungan & Dinasan Sarana (018).
- [5] Kurniady, Arif R, Setyawan. 2003. Perancangan Jalan Rel Ganda Parsial (Studi Kasus : Track Purwokerto – Prupuk).
- [6] Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10), Perusahaan Jawatan Kereta Api, Bandung, 1986.
- [7] PT Kereta Api (Persero), Subdit Jalan Rel dan Jembatan. 2004. Buku Jarak Antarstasiun dan Perhentian.
- [8] PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 2019. Penomoran KA dan Jarak Antar Stasiun.
- [9] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 60. 2012. Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
- [10] Supriyanto. (2018). *PT KAI Daop V*. <https://m.liputan6.com/regional/read/3671615/kembali-beroperasi-ayo-cek-kereta-yang-singah-di-stasiun-prupuk-tegal>.