

PERENCANAAN PERLINTASAN KERETA API MENGUNAKAN REL KERETA API

Dicky Arisikam¹, Awan Hermawan Purwadinata², Bhakti Pramadita³

Direktorat Prasarana, PT Kereta Api Indonesia (Persero)^{1,2}

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Siliwangi³

Email :

dicky.arisikam@kai.id¹, awan.hermawan@kai.id², pramaditabhakti@gmail.com³

Abstrak

Perlindungan kereta api merupakan persilangan antara jalur kereta api dengan jalan raya pengguna kendaraan bermotor. Berdasarkan data dan laporan lapangan pada perlindungan kereta api dengan jalan raya sering ditemukan kerusakan pada lapisan aspal (*Surface Coarse*). Penyebab kerusakan aspal tersebut terjadi karena adanya pergeseran antara kerikil balas dibawah permukaan aspal. Dimana lapisan aspal seharusnya berada pada perkerasan tanah atau pondasi yang padat, sehingga umur dari permukaan aspal akan lebih tahan lama. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan penelitian perbandingan perencanaan perkuatan perlindungan menggunakan plat beton bertulang dan menggunakan rel kereta api bekas. Pada desain plat beton bertulang digunakan plat berukuran 3x0,6 meter tebal 7 cm dengan mutu beton K-225 (18,68 Mpa) mampu menahan beban gandar kereta api sebesar 18 ton. Pembebanan pada rel kereta api bekas digunakan beban kendaraan bermuatan besar yaitu beban truk sebesar 10 ton.

Kata Kunci : *Perlindungan, kerusakan aspal, plat beton bertulang, rel kereta api*

Abstract

A railroad crossing is a cross between a railroad track and a motorized highway. Based on data and field reports at railroad crossings with highways, it is often found that damage to the asphalt layer (*Surface Coarse*). The cause of asphalt damage occurs due to a shift between the ballast gravel under the asphalt surface. Where the asphalt layer should be on a solid pavement or foundation, so that the life of the asphalt surface will be more durable. So to overcome these problems, a comparative study was conducted on the planning

of retrofitting of the crossing using reinforced concrete slabs and using used railroad tracks. In the design of the reinforced concrete slab, a plate measuring 3x0.6 meters thick 7 cm with a concrete quality of K-225 (18.68 Mpa) is used which can withstand a train axle load of 18 tons. The load on the used railroad tracks is used by large-loaded vehicles, namely truck loads of 10 tons.

Keywords: *Crossing, asphalt damage, reinforced concrete slab, railroads*

I. PENDAHULUAN

Jalur perlindungan kereta api terdiri dari perlindungan tak sebidang atau satu jalur dan perlindungan sebidang atau biasa orang sebut sebagai jalur ganda. Perlindungan tak sebidang adalah persilangan antara jalur kereta api dengan jalan raya. Perlindungan sebidang bisa dikatakan juga seperti persilangan antara jalur kereta api dengan jalan raya, yaitu di atas tanah.

Berdasarkan data dan laporan lapangan pada perlindungan sebidang yaitu perlindungan jalur kereta api dengan jalan raya sering ditemukannya kerusakan pada lapisan aspal (*Surface Coarse*). Jika dibiarkan terlalu lama, kerusakan pada lapisan aspal akan semakin membesar dan terjadi kubangan air di saat hujan, tentu ini bisa membahayakan keselamatan bagi para pengendara bermotor yang melintas, dan juga bisa menjadi penyebab gejrotan pada jalur rel kereta api karena terkikisnya batuan balas.

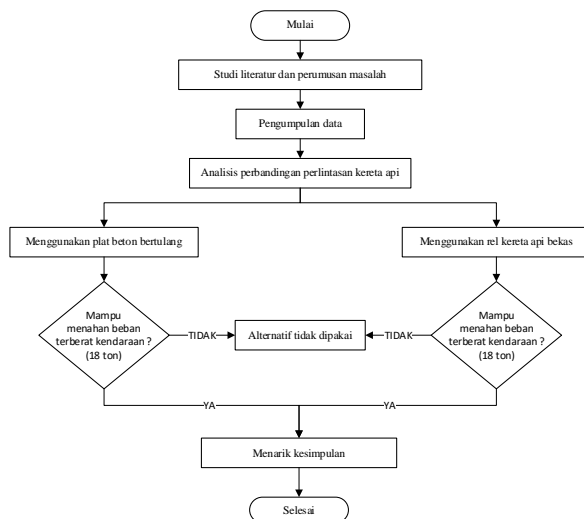
Jika dilihat secara langsung, penyebab kerusakan aspal di jalur perlindungan kereta api dengan jalan raya yaitu permukaan aspal berada langsung menempel pada permukaan atas balas kereta api tanpa adanya pondasi terlebih dahulu. Balas merupakan suatu lapisan batuan kerikil yang

berfungsi untuk menyalurkan beban kereta api ke tanah. Pada saat kereta api melintas di atasnya maka akan terjadi suatu pergerakan antar kerikil balas dan terjadi pergeseran, dimana pada permasalahan ini balas merupakan pondasi utama pada lapisan aspal di atasnya. Hal ini lah yang menjadi penyebab utama kerusakan pada lapisan aspal. Umumnya lapisan aspal harus berada pada perkerasan tanah atau pondasi yang padat, sehingga umur dari permukaan aspal akan lebih tahan lama.

Perencanaan pemakaian rel kereta api bekas menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kerusakan pada lapisan aspal di area perlintasan kereta api, yang diharapkan memberikan umur rencana yang lebih lama sehingga dapat meminimalisir kebutuhan anggaran untuk perbaikan perlintasan tersebut.

II. BAHAN DAN METODELOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung kekuatan permukaan aspal pada jalur perlintasan kereta api menggunakan plat beton bertulang. Untuk beban yang digunakan pada perlintasan di ambil beban terbesar antara kereta api dan beban kendaraan yang melintas, beban yang diambil yaitu beban gandar terpusat kereta api sebesar 18 ton sesuai dengan kelas jalan I.



Gambar II.1 Alir Diagram Penelitian

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Data Perencanaan Plat Beton Bertulang :

Kecepatan rencana kereta : 150 m/jam

Modulus kekakuan rel (K) : 180 kg/cm²

Beban gandar kereta api : 18 ton

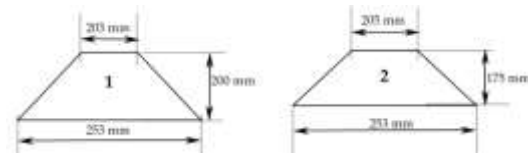
Berat jenis beton bertulang: 24 kN/m³

Berat rel R.54 : 0,532 kN/m → 54,43 kg/m

Mutu beton (Fc') : K-500 (41,50 MPa)

Mutu Baja (Fy) : 380 Mpa

Dimensi bantalan :



Gambar III.1 Dimensi Bantalan

(1) Bagian Bawah Rel :

$$A1 = 456 \text{ cm}^2$$

$$I_{x-1} = 15139,09 \text{ cm}^4$$

$$Y_{1(a)} = 10,368 \text{ cm}$$

$$Y_{1(b)} = 9,64 \text{ cm}$$

$$W_{1(a)} = 1460,6 \text{ cm}^3$$

$$W_{1(b)} = 1571,26 \text{ cm}^3$$

(2) Bagian Bawah Rel :

$$A2 = 400,75 \text{ cm}^2$$

$$I_{x-2} = 10190,02 \text{ cm}^4$$

$$Y_{1(a)} = 9,055 \text{ cm}$$

$$Y_{1(b)} = 8,445 \text{ cm}$$

$$W_{1(a)} = 1125,35 \text{ cm}^3$$

$$W_{1(b)} = 1206,63 \text{ cm}^3$$

Keterangan :

$$Y_{1(a)} = \text{letak garis netral dari sisi atas}$$

$$Y_{1(b)} = \text{letak garis netral dari sisi bawah}$$

$$W_{1(a)} = \text{momen tahanan sisi atas}$$

$$W_{1(b)} = \text{momen tahanan sisi bawah}$$

1. Perhitungan Bantalan Beton

- Perhitungan Modulus Elastisitas :

$$E = 6500\sqrt{f_y}$$

$$= 6500\sqrt{500}$$

$$= 1,431083506 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

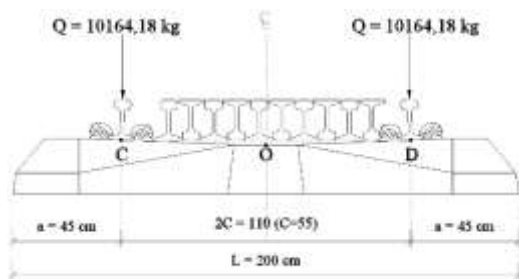
- Perhitungan beban dinamis menggunakan persamaan TALBOT

Beban dinamis (P_d) dihitung dengan mengkalikan beban statik gandar (P_s) dengan faktor dinamis (I_p). P_s merupakan beban roda kereta yang diperoleh dari beban statik gandar dibagi 2 (karena setiap gandar terdapat 2 komponen roda)

$$\begin{aligned} P_d &= P_s \left(1 + 0,01 \left(\frac{v}{1,609} - 5 \right) \right) \\ &= 9000 \left(1 + 0,01 \left(\frac{150}{1,609} - 5 \right) \right) \\ &= 16940,30 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, beban yang diterima bantalan dari kendaraan kereta api :

$$Q_1 = 60\% P_d = 10164,18 \text{ kg.}$$



Gambar III.2 Pembebanan Pada Bantalan

- Perhitungan faktor reduksi / pengurangan (λ) bantalan beton pada bagian dibawah rel dan tengah bantalan :

Bawah rel :

$$\begin{aligned} \lambda_r &= \sqrt[4]{\frac{K}{4xExIx}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{180}{4x1,43x10^5x15139,09}} \\ &= 0,012 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

Tengah Bantalan :

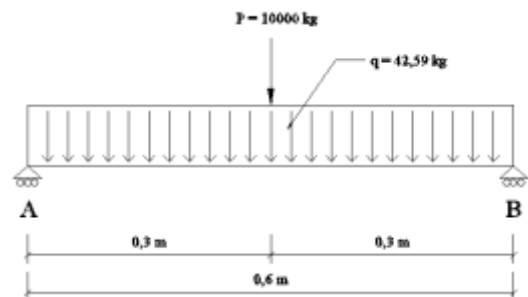
$$\begin{aligned} \lambda_t &= \sqrt[4]{\frac{K}{4xExIx}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{180}{4x1,43x10^5x10190,02}} \\ &= 0,013 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

- Perhitungan Momen di titik C dan D, tepat di bawah kaki rel (C dan D) dan tengah bantalan (O)

$$\begin{aligned} M_{C/D} &= \frac{Q_1}{4x\lambda_r} \\ &= \frac{10164,18}{4x(0,012)} \\ &= 211753,75 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_o &= \frac{Q_1}{2x\lambda_t} \\ &= \frac{10164,18}{2x(0,013)} \\ &= 390930 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Rel Kereta Api Bekas Sebagai Perkuatan Lintasan



Gambar III.3 Pembebanan pada rel kereta api bekas

Beban terpusat (p) : 10000 kg

Beban merata (q) : 42,59 kg

$$\sum MB = 0$$

$$Rva \cdot l - p \cdot l - q \cdot l \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot l \right) = 0$$

$$Rva \cdot 0,6 - 10000 \cdot 0,3 - 42,59 \cdot 0,6 \cdot 0,3 = 0$$

$$Rva \cdot 0,6 - 3000 - 7,6662 = 0$$

$$Rva = \frac{3000 + 7,6662}{0,6}$$

$$Rva = 5012,777 \text{ kg}$$

$$\sum MA = 0$$

$$-Rvb \cdot l + p \cdot l + q \cdot l \cdot (1/2 \cdot l) = 0$$

$$-Rvb \cdot 0,6 + 10000 \cdot 0,3 + 42,59 \cdot 0,6 \cdot 0,3 = 0$$

$$-Rvb \cdot 0,6 + 3000 + 7,6662 = 0$$

$$Rvb = \frac{3000 + 7,6662}{0,6}$$

$$Rvb = 5012,777$$

ΣV

$$(Rva + Rvb) = (p + (q \cdot l))$$

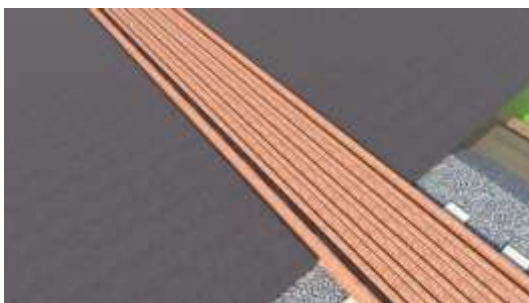
$$(5012,777 + 5012,777) = (42,59 \cdot 0,6 + 10000)$$

$$10025,55 = 10025,55\text{kg (OK)}$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, perkuatan perlintasan menggunakan plat beton bertulang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perkuatan perlintasan kereta api dengan menggunakan rel kereta api bekas tipe R.54 mampu menahan beban maksimum kendaraan bermuatan besar yaitu truck sebesar 10 ton.
2. Jika dilihat dari segi biaya dan teknis pelaksanaan, penggunaan rel kereta api bekas merupakan pilihan yang tepat karena tidak memakan biaya yang besar dan pengerjaannya yang mudah sebagai perkuatan perlintasan kereta api
3. Jika dilihat dari segi keselamatan pengendara bermotor, penggunaan rel kereta api bekas cukup bahaya karena dapat mengakibatkan tergelincirnya roda kendaraan saat melewati perlintasan kereta api.



Gambar IV.1 Denah Prototype Perlintasan



Menggunakan Rel Kereta Bekas

Gambar IV.2 Prototype Perkuatan Perlintasan Menggunakan Rel Kereta Bekas



Gambar IV.3 Perspektif Prototype Perlintasan Menggunakan Rel Kereta Api Bekas

REFERENSI

- PT. Kereta api indonesia. (2020). Laporan Tahunan dan Laporan Triwulan. https://www.kai.id/static/annual-report/annual_report_2020.pdf
- PT. Kereta api indonesia. (2021). Sejarah Perkeretaapian. https://kai.id/corporate/about_kai/ (diakses 9 September 2021).
- SNI 03–2847–2002. 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung, Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan Gedung, Bandung.
- W.C. Vis, Gideon Kusuma, 1993, Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta.
- W.C. Vis, Gideon Kusuma, 1993, Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta