

SISTEM PEMELIHARAAN REL KERETA API KORIDOR PALANG PARASAMIA - JEMBATAN SEI PIRING

Tri Rahayu^{1*}, Arfis . A²

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan, Sumatera Utara, Indonesia

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email : ^{1*}trirahayu.asmawi@gmail.com

Artikel Info

Artikel Historis :

Terima 28 Sept 2021
Terima dan di revisi 2 Okto 2021
Disetujui 7 Oktober 2021
Kata Kunci : Jalan rel, Kereta api, Pemeliharaan jalan rel, Track Quality Indeks (TQI)

Abstrak

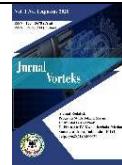
Kereta api merupakan salah satu alternatif angkutan jalan rel bagi penumpang dan barang untuk berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya yang memiliki beberapa kelebihan, yaitu berdaya angkat hemat bahan bakar, jalur yang dapat menembus sampai ke pusat kegiatan/kota, dan tarif yang lebih terjangkau. Maka dari itu diperlukan pemeliharaan tahunan jalan rel yang tepat dan efisien agar kinerja jalan rel tetap dalam kondisi normal dan aman. Jalan rel kereta api yang tidak dipelihara akan mengalami penurunan kualitas kinerja yang secara fisik akan terjadinya kerusakan misalnya rel rusak, rel patah, rel bergelombang, rel ambles dan lain sebagainya. Untuk mempertahankan kualitas pelayanan jalan kereta api yang layak sehingga dapat memberikan keselamatan, kenyamanan, keamanan dan ketepatan waktu perjalanan kereta api maka perlu dilakukan pemeliharaan dan perbaikan sesuai kelas jalan rel. Penelitian ini mengidentifikasi parameter pemeliharaan jalan kereta api melalui *Track Quality Index (TQI)*.

Keywords :

Railroad, Railway, Railroad Maintenance, Track Quality Index (TQI)

Abstract

The train is one of the alternatives for rail transportation for passengers and goods to move from one place to another, which has several advantages, namely fuel-efficient transportability, a route that can penetrate to the center of activity/city, and a more affordable rate. Therefore, it is necessary to have proper and efficient annual maintenance of the railroad so that the railroad's performance remains in a stable and safe condition. Railroads that are not maintained will experience a decrease in performance quality that will physically damage, such as broken rails, corrugated rails, collapsing fences, and so on. To maintain a decent quality of railway service to provide safety, comfort, security, and timeliness of train travel, it is necessary to carry out maintenance and repairs according to the rail class. This study identifies the parameters of railway maintenance through the *Track Quality Index (TQI)*.

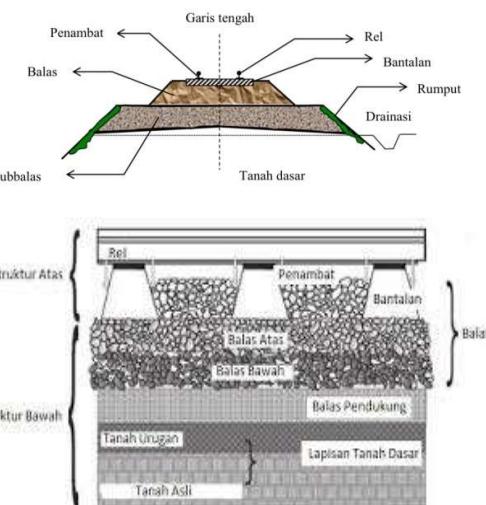


PENDAHULUAN

Moda transportasi kereta api merupakan salah satu alternatif angkutan jalan rel bagi penumpang dan barang untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya yang berdaya angkat besar (massal), namun diperlukan perawatan dan pemeliharaan rutin yang tepat dan efisien agar kinerja jalan rel tetap dalam kondisi normal dan aman untuk dilewati kereta api. Jalan rel kereta api yang tidak dipelihara akan mengalami penurunan kualitas kinerja yang secara fisik akan terjadinya kerusakan. Perawatan adalah suatu kegiatan yang memelihara atau menjaga peralatan / fasilitas dan mengadakan perbaikan ataupun penggantian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi yang memuaskan. Kinerja operasional kereta api yang terganggu akan menyebabkan kerugian, baik dari segi waktu, material, bahkan mengancam keselamatan penumpang [1]. Hal tersebut sangat mungkin terjadi bila struktur jalan rel yang lambat laun mengalami penurunan kualitas tidak dilakukan tindakan. Oleh karena itu dilakukanlah pemeliharaan untuk mengontrol kinerja operasional kereta api tersebut. Kereta Api adalah sarana transportasi berupa kendaraan tenaga uap atau listrik yang terdiri atas rangkaian gerbong yang ditarik oleh lokomotif dan berjalan diatas rel atau rentangan baja. Kereta api dibagi dalam berbagai macam, yaitu :

- Kereta api penumpang
- Kereta api barang
- Kereta api campuran
- Kereta api kerja
- Kereta api pertolongan

Struktur jalan rel merupakan struktur elastis, dengan pola distribusi beban yang cukup rumit sebagai gambaran adalah tegangan kontak antara rel dan roda adalah 6000 kg/cm², dan harus ditransfer ke tanah dasar berkekuatan hanya sekitar 2 kg/cm².



Gambar.1 Struktur jalan rel

Gaya yang ditimbulkan oleh kereta api yang melintas diatas jalan rel harus ditahan oleh struktur jalan rel, gaya tersebut yaitu :

Gaya Vertikal

Adalah beban yang paling dominan dalam struktur jalan rel, gaya ini menyebabkan defleksi vertikal. Gaya kereta, dipakai untuk angkutan penumpang sehingga karakteristiknya adalah kenyamanan (perlu ruang yang cukup) dan kecepatan yang tinggi (faktor gaya dinamis).[2] Faktor dinamis, diakibatkan oleh getaran getaran dari kendaraan rel, akibat angin, dan kondisi geometri (ketidakrataan) jalan. Untuk mentransformasikan gaya statis kepada gaya dinamis, diformulasikan faktor dinamis sebagai berikut :

$$I_p = 1 + 0,01 (V/1,609-5)$$

dengan:

I_p = faktor dinamis

V = kecepatan kereta api (km/jam)

Selanjutnya gaya dinamis dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_d = P_s \times I_p$$

dengan:

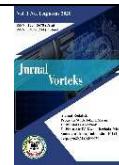
P_d = gaya dinamis (ton)

P_s = gaya statis (ton)

I_p = faktor dinamis

$$T = \sqrt[4]{(k/4EI)x}$$

dengan:



k = modulus elastisitas jalan rel = 180
 τ = dumping faktor / characteristic of the system
 I_x = momen inersia terhadap sumbu x – x
 E = modulus elastisitas rel = $2,1 \times 10^6$ kg/cm²
 $P = P_d$ = beban vertikal (dinamis roda)
 $\sigma = (M_1 \cdot y) / I_x$
 dengan:
 y = jarak tepi bawah rel garis netral
 $M_1 = 0,85$ Mau akibat super posisi beberapa gandar
 I_x = momen inersia terhadap sumbu x – x = 2346 cm⁴

Gaya Transversal

Gaya ini disebabkan adanya gaya sentrifugal dan ketidakrataan geometri jalan rel, bekerja pada titik yang sama dengan vertikal direl.

Gaya longitudinal

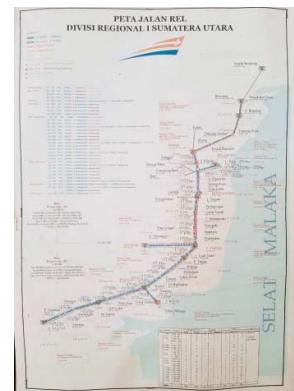
Gaya ini diakibatkan terutama oleh perubahan suhu pada rel (thermal stress) dan untuk kontruksi kereta api modern, dimana dipakai rel panjang (long welded nails) [3], gaya ini sangat memegang peranan penting. Tambahan pada gaya longitudinal ini adalah gaya adhesi (akibat gesekan roda dan rel) dan gaya rem (akibat penggeraman kendaraan rel).

Track Quality Indeks adalah angka – angka kelayakan yang secara objektif mengukur kondisi lintasan. TQI [4] Digunakan untuk penentuan perawatan maka diperlukan nilai standart untuk mengevaluasi kualitas jalan rel, memantau degradasi track dan operasi pemeliharaan, dapat meringkas dan menampilkan kondisi sebagian besar lintasa, dan berkolerasi dengan standart keselamatan dan nilai kualitas kendara. [5]. Perhitungan nilai TQI untuk memprediksi rekomendasi nilai TQI yang bisa digunakan sebagai dasar perbaikan track eksisting. [1]

Prinsip dari metode perjana adalah membeda bedakan kelas jalan tergantung dari passing tonase (tonase harian) kereta api yang melewati dan penentuan kelas jalan ditetapkan berdasarkan standart UIC (Union Internationale Des Chemins Fer) yang merupakan persatuan jalan rel internasional dan banyak dipakai oleh perkeretaapian dunia. [5]

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar.2 Peta Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk analisis ini yaitu :

- a. Data primer yaitu Data material jalan rel
- Data material jalan rel
- b. Data sekunder yaitu :
- Frekuensi lalu lintas KA (Jadwal perjalanan kereta api)
- Frekuensi pemeriksaan
- Data Track Quality Indeks (TQI)

Perhitungan kecepatan operasi

Kecepatan rata-rata operasi :

$$\begin{aligned}
 & ((N_i \times V_i)) / (V_i) = \\
 & ((4 \times 100) + (1 \times 105) + (2 \times 100) + (1 \times 102) + (8 \times 80)) / \\
 & (4+1+2+1+8) \\
 & = 1447 / 16 \\
 & = 90,5 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

berdasarkan data lalu lintas kereta api memiliki rencana yaitu:

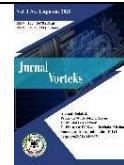
- Kelas jalan II (10.106 – 20.106) ton/tahun,
- Kecepatan operasi : 90,5 km/jam
- Kecepatan maksimum (kelas jalan II) : 110 km/jam
- Memakai R-54

Hitungan Tegangan

Perhitungan tegangan tegangan pada komponen jalan rel pada jurusan palang parasamia – sungai piring, dengan data sebagai berikut [6] :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rencana}} &= 1,25 \times V_{\text{maks}} \\
 &= 1,25 \times 90,5 \\
 &= 113,125 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Hal 102



Kelas jalan II dengan V rencana = 113 km/jam dan beban gandar 18 ton serta memakai rel R-54.

$$\begin{aligned} Pd &= Ps (1 + 0,01 (v/1,609-5)) \\ &= 9000 (1 + 0,01 (113/1,609-5)) \\ &= 14870,69 \text{ kg} \end{aligned}$$

Faktor reduksi atau pengurangan (*dumping factor*)

$$\lambda = \sqrt[4]{k/4EIx}$$

dengan :

$$k = \text{modulus elastisitas jalan rel} = 180$$

$$\lambda = \text{dumping factor / characteristic of the system}$$

$$Ix = \text{Momen inersia terhadap sumbu } x-x$$

$$E = \text{modulus elastisitas rel} = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = Pd = \text{beban vertikal (dinamis roda)}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \sqrt[4]{180/(4 \times 2,1 \times [10]^6 \times 2346)} \\ &= 0,0097761 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mo &= Pd/4\lambda = (14870,69)/(4 \times 0,0097761) \\ &= 380281,758 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\delta = (M^1 x y)/Ix$$

dengan :

$$y = \text{jarak tepi bawah rel ke garis netral}$$

$$M_1 = 0,85 Mo \text{ akibat super posisi beberapa gandar}$$

$$Ix = \text{momen inersia terhadap sumbu } x-x = 2346 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} \delta &= (M^1 x y)/Ix \\ &= (0,85 \times 380281,758 \times 7,62)/2346 \\ &= 1049,908 < 1325 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tegangan terhadap komponen jalan rel, maka tegangan yang ada masih 25% dari tegangan yang diizinkan sehingga kinerja komponen jalan rel akan lebih maksimal.

Tabel 1. Analisis *Track Quality Indeks*

Trip Ukur	Lintas	Sp.	Km Awal	Km Akhir	Panjang Terukur	TQI Ekivalen
KIS-RAP	KIS-RAP	t	0,500	0,600	0,100	41,9
KIS-RAP	KIS-RAP	t	0,600	0,700	0,100	38,4
KIS-RAP	KIS-RAP	t	0,700	0,800	0,100	47,9
KIS-RAP	KIS-RAP	t	0,800	0,900	0,100	36,4
KIS-RAP	KIS-RAP	t	0,900	1,000	0,100	45,7
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,000	1,100	0,100	42,0
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,100	1,200	0,100	44,8
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,200	1,300	0,100	31,8
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,300	1,400	0,100	55,5
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,400	1,500	0,100	51,4
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,500	1,600	0,100	57,3
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,600	1,700	0,100	39,6
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,700	1,800	0,100	48,1
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,800	1,900	0,100	68,1
KIS-RAP	KIS-RAP	t	1,900	2,000	0,100	53,2

$$\text{TQI} = \frac{A+B}{2}$$

$$1. \quad \text{TQI} = \frac{41,9+38,4}{2} = 40,15$$

$$2. \quad \text{TQI} = \frac{40,15+47,9}{2} = 44,02$$

$$3. \quad \text{TQI} = \frac{44,02+36,4}{2} = 40,21$$

$$4. \quad \text{TQI} = \frac{40,21+36,4}{2} = 42,95$$

$$5. \quad \text{TQI} = \frac{42,95+42,0}{2} = 42,47$$

$$6. \quad \text{TQI} = \frac{42,47+44,8}{2} = 43,63$$

$$7. \quad \text{TQI} = \frac{43,63+31,8}{2} = 37,71$$

$$8. \quad \text{TQI} = \frac{37,71+55,5}{2} = 46,60$$

$$9. \quad \text{TQI} = \frac{46,60+51,4}{2} = 49$$

$$10. \quad \text{TQI} = \frac{49+57,3}{2} = 53,15$$

$$11. \quad \text{TQI} = \frac{53,15+39,6}{2} = 46,37$$

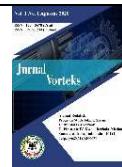
$$12. \quad \text{TQI} = \frac{46,37+48,1}{2} = 47,23$$

$$13. \quad \text{TQI} = \frac{47,23+68,1}{2} = 57,66$$

$$14. \quad \text{TQI} = \frac{57,66+53,2}{2} = 55,43$$

$$\text{Total TQI} = \frac{646,31}{14} = 46,16 \%$$

Dari data hasil indeks kualitas rel atau *Track Quality Indeks* koridor Palang Parasamia – Jembatan Sungai Piring Km 0,500 – 2000 menunjukkan bahwa kondisi kualitas rel 46,16 %. Hal ini dikategorikan dalam kondisi Baik dikarenakan semakin rendah nilai Track



Quality Indeks maka semakin tinggi kualitas rel.

ITP Vol. 4 No.2 Juli 2017, 2011.

KESIMPULAN

Dari hasil indeks kualitas rel / *Track Quality Index* (TQI), menunjukkan 46,16 % kategori baik. Hal ini dikategorikan dalam kondisi Baik dikarenakan semakin rendah nilai *Track Quality Indeks* maka semakin tinggi kualitas rel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lubis, R. R. A., & Widyastuti, H. (2020). Penentuan Rekomendasi Standar Track Quality Index (TQI) untuk Kereta Semicepat di Indonesia (Studi Kasus : Surabaya - Cepu). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 39. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v18i1.5405>
- [2] Agung Purwono. (2019). Analisis Kinerja Perawatan Bulanan (P1,P3,P6) Dipo Krl Depok. *Program Studi Perkeretaapian*, 3(1), 62–69.
- [3] Philip, F. J. (2003). Rekayasa Jalan Rel. *Universitas Atmajaya*. Tentang, K., Kereta, A., & Jabodetabek, A. (n.d.). Syaiful, Rulhendri, Kajian Tentang Angkutan Kereta Api Jabodetabek
- [4] Malkhamah, S., Muthohar, I., Murwono, D., & Wiarco, Y. (2014). Analisis kapasitas jalur dan kecelakaan kereta api. *The 17th FSTPT International Symposium*, Jember University, 1282–1290.
- [5] kurniawan. w, R. (2015). Jurnal Rekayasa Sipil astonjadro. *Tinjauan volume pemeliharaan tahunan jalan rel berdasarkan hasil track quality index (tqi)* (Studi Kasus: Lintas Manggarai - Bogor), 4(2), 1–17.
- [6] Panjaitan, H., & Sembiring. (2011). Evaluasi Komponen Jalan Rel Berdasarkan Passing Tonnage dan Analisis Kebutuhan Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel dengan Analisa Jo Tahun 2011. *Jurnal Teknik Sipil*