

Analisis Penggantian Bandase Roda Kereta LRT Jakarta Seri 1100

Ahmad Sahlul Khuluq^{1*}, Erlanda Augupta Pane¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Perkeretaapian adalah satu kesatuan dari sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan dan prosedur untuk menyelenggarakan transportasi kereta api. Kereta rel ringan di masa sekarang ini sangat diminati beberapa negara karena memiliki teknologi terbaru dan minim lahan untuk jalan relnya. LRT Jakarta menggunakan kereta yang di produksi dari Hyundai Rotem dengan lahan yang minim kereta dari Hyundai Rotem seri 1100 dapat berbelok dilengkung R40 yang berada di Depo/Bengkel kereta LRT Jakarta. Lengkung yang tajam akan menimbulkan keausan roda yang signifikan pada kereta, LRT Jakarta menggunakan model roda terbaru yang dapat diganti bandasenya. Bandase merupakan komponen paling luar bagian keping roda kereta, pada bagian ini berfungsi untuk menapakkan roda dengan rel dan terdapat flens yang berfungsi untuk membantu kereta berbelok di rel. Pentingnya melakukan analisis dan estimasi penggantian bandase roda kereta LRT Jakarta yang bertujuan untuk mengetahui lifetime-nya.

Kata kunci— *perkeretaapian, kereta ringan, bandase roda kereta, keausan roda*

1. PENDAHULUAN

Kereta Api Ringan di masa sekarang ini sangat diminati beberapa negara karena memiliki teknologi yang canggih dan lintas yang tidak memerlukan banyak lahan seperti kereta konvensional biasanya. Perencanaan pembangunan dilakukan untuk mengetahui apakah jika dilakukan perubahan rute LRT melewati dalam kota akan lebih efisien dikarenakan akses menuju stasiun akan lebih mudah[1]. Jakarta merupakan kota percontohan dari salah satu proyek pembangunan rel kereta api ringan seperti LRT, ada dua jenis LRT di Jakarta yaitu LRT Jabodebek adalah sebuah sistem Mass Transit dengan kereta api ringan (LRT) yang direncanakan akan dibangun di Jakarta[2], kereta LRT Jabodebek produksi dari PT. INKA. LRT Jakarta menggunakan kereta seri 1100 produksi dari Hyundai Rotem yang dapat melewati lengkung R40 yang berada di Depo/Bengkel kereta.

Kereta seri 1100 ini sudah beroperasi selama 2 tahun, dalam kondisi ini memerlukan ketelitian dalam melakukan perawatan seperti hasil dari pemeriksaan yang menjadi salah satu dasar kereta dapat Siap Operasi (SO) atau Tidak Siap Operasi (TSO). Kereta Siap Operasi apabila semua komponen berfungsi dalam keadaan normal seperti diameter atau flens roda kereta di ukuran toleransi (661 mm – 659 mm). Dalam melaksanakan perawatan kereta, dimungkinkan adanya ketidaksesuaian antara program dengan realisasi kereta yang masuk dan keluar. Kereta dinyatakan Tidak Siap Operasi[3], salah satu komponen kereta dalam keadaan tidak normal dalam hal ini pengukuran diameter atau flens roda tidak dalam ukuran toleransi (600 mm) untuk meminimalkan gesekan roda dengan rel pada daerah lengkungan diperlukan perhitungan pada roda dan poros roda, apabila terdapat keausan yang melebihi batas toleransi pada bandase maka akan ada pembubutan untuk menyesuaikan ukuran[4]. Bandase merupakan material bagian paling luar pada roda kereta yang menapak pada rel, pada bandase terdapat flens dan diameter luar roda kereta.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun beberapa metode yang digunakan untuk pengumpulan data analisis penggantian bandase roda kereta LRT Jakarta seri 1100 sebagai berikut:

Studi Literatur

Studi Literatur adalah metode pengumpulan data dengan cara mempelajari literatur – literatur yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian dengan studi literatur sebuah penelitian yang persiapannya sama dengan penelitian lainnya akan tetapi sumber dan metode pengumpulan data dengan mengambil data di pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah bahan penelitian[4]. Metode ini digunakan untuk memperoleh rumus dan teori yang akan digunakan untuk menunjang dalam melakukan studi lapangan dan metode perhitungan pada laporan Tugas Akhir ini.

Studi Lapangan

Studi Lapangan adalah penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung pada objek yang diteliti untuk memperoleh data primer. Pengambilan data hasil pengukuran pada roda

kereta yang berada pada mesin bubut roda yang berada di Depo LRT Jakarta. Alat yang digunakan untuk melakukan studi lapangan sebagai bahan penelitian antara lain :

Alat Pelindung Diri (APD): Helm, Sarung Tangan, Kacamata, Baju Kerja Lengan Panjang, Sepatu Safety.

Mesin Bubut Roda Kereta: Mesin bubut yang digunakan adalah jenis mesin bubut Underfloor yaitu mesin bubut roda kereta yang berada dibawah jalur perawatan kereta sehingga roda kereta tidak perlu di lepas.

Dokumentasi: Dokumentasi merupakan hasil pengukuran roda kereta sebelum dan setelah melakukan proses pembubutan

Metode Perhitungan

Metode ini adalah usaha untuk menemukan, mengembangkan dan menguji kebenaran suatu pengetahuan agar penelitian ini berdasar pada suatu teori maupun rumus yang ada.

Lifetime Bandase Kereta LRT Jakarta seri 1100

Perawatan kereta LRT Jakarta berpacu pada MI (Manual Instruction) dari pabrikan Hyundai Rotem. Dalam tabel di sebutkan pada perawatan 3 tahunan atau 360.000 km dilakukan C1 (Car Overhaul 1) dan 6 tahunan atau 720.000 km dilakukan C2 (Car Overhaul 2) yang dalam pelaksanaan perawatan tersebut terdapat pembongkaran dan pengukuran, sehingga didapatkan kondisi komponen pada roda kereta.

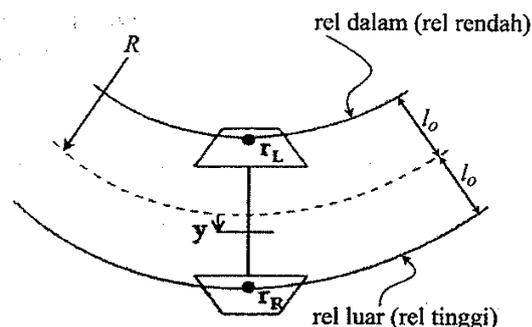
Tabel 1 Jadwal Perawatan Roda Kereta

Title	inspection interval	Identification
Normal Maintenance Examination	15±2 days Or 5 000 km	NME
Limited Inspection	60±7 days Or 20 000 km	LI
General Inspection 1	360±7 days or 120 000 km	GI1
General Inspection 2	540±7 days Or 180 000 km	GI2
Car Overhaul 1	3 years or 360 000 km	C1

Pengaruh Roda Terhadap Lengkung

Peristiwa kontak gelinding roda baja diatas jalan rel adalah sebuah fenomena khas pada kendaraan rel dan menjadi dasar guna memahami perilaku sistem kendaraan rel, baik di jalan lurus maupun ditikungan. Seluruh gaya untuk menghentikan, memberangkatkan, menyangga, dan memandu kendaraan rel diteruskan melalui kontak roda dengan rel[5]. Hal ini menyebabkan rel mudah mengalami kerusakan seperti bergelombang, aus, retak, hingga patah.

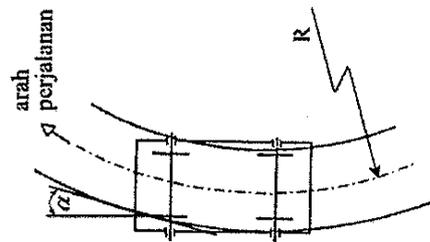
Pada saat perangkat roda melalui tikungan, roda kiri dan roda kanan menempuh jarak yang berbeda[15]. Lintasan rel luar lebih panjang dari pada lintasan rel dalam. Perangkat roda cenderung bergeser kearah rel luar, sehingga timbul perbedaan radius gelinding antara roda kiri dengan roda kanan. Jika perbedaan panjang lintasan akibat perbedaan radius gelinding roda persis sama dengan perbedaan panjang rel, maka perangkat roda akan menjalani tikungan dengan menggelinding sempurna. Posisi lateral perangkat roda yang terjadi dinamakan lintasan gelinding kesetimbangan.



Gambar 1. Posisi Roda Saat Melewati Rel Lengkung

Jalan mepet terjadi bila roda depan menempel pada sisi dalam jalan rel luar dan roda belakang menyentuh sisi dalam kepala rel dalam. Jika timbul gaya sentrifugal yang sangat besar, roda depan maupun roda belakang akan menyentuh sisi dalam kepala rel. peristiwa ini disebut jalan tali busur luar.

Pada tikungan dengan radius yang besar perangkat roda membelok karena gaya *creep* yang bekerja pada tapak roda. Pada tikungan yang tajam perangkat roda dapat berbelok karena dipaksa oleh rel. Gaya yang memaksa roda membelok dinamakan gaya pengarah (*directive force*), yaitu gaya reaksi rel pada arah horizontal atau lateral terhadap flens roda yang menekan sisi dalam kepala rel.



Gambar 2. Sudut Serang dalam Posisi Jalan Bebas Perangkat Roda di Tikungan

Gerak rotasi flens roda terhadap sumbu gandar (*axle*) perangkat roda menyebabkan flens roda memiliki kecepatan luncur v di titik A. gaya normal N menimbulkan gaya gesek F pada flens roda yang arahnya berlawanan dengan arah kecepatan luncur v .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran diambil menggunakan alat ukur sebelum dan melakukan pebubutan pada roda kereta. Sampel yang akan dipakai adalah LRV 1. Tujuan melakukan pembubutan adalah untuk menyamakan diameter roda satu dengan roda yang lain. Pembubutan ini merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam perawatan kereta api, dalam pembubutan sering ditemukannya perbedaan ukuran diameter dan flens pada roda kereta, sehingga diharuskan untuk menyamakan ukurannya dengan melakukan pembubutan. Hal ini akan mengakibatkan roda kereta lebih cepat mengalami keausan.

Roda pada kereta yang baru akan mengalami keausan lebih banyak dikarenakan roda yang baru belum terbentuk menyesuaikan jalan rel yang belum terpakai. Setelah roda dan rel kereta saling menyesuaikan strukturnya maka akan mengalami keausan yang berbeda pada saat kondisi yang sama yang artinya keausan tetap terjadi hanya saja tingkat keausan lebih rendah.

Tabel 2. Rata – rata keausan roda kereta dalam 4 bulan

Rata - rata Keausan Roda Setiap 4 Bulan		
Parameter	Roda Kiri	Roda Kanan
Diameter (mm)	1,27	0,99
Tebal Flens (mm)	2,11	0,33
Tinggi Flens (mm)	1,16	1,32

Tabel diatas menunjukkan bahwa keausan roda dalam 4 bulan sebagai bahan perhitungan untuk menemukan keausan roda kereta dalam melewati lengkungan. Selama 1 minggu kereta berdinis sebanyak 4 kali dan 1 kali dilakukan perawatan yang artinya akan melewati lengkung sebanyak 486 kali.

Tabel 3. Rata – rata keausan roda kereta ketika melewati satu lengkungan

Rata - rata Keausan Roda Melewati 1 kali lengkung		
Parameter	Roda Kiri	Roda Kanan
Diameter (mm)	0,0001537	0,00012
Tebal Flens (mm)	0,0002559	0
Tinggi Flens (mm)	0,0001404	0,00016

Jadi, pada perhitungan diatas merupakan hasil dari keausan roda dalam melewati sekali lengkungan. Dalam spesifikasi teknis (Spektek) roda kereta pada 6 tahun atau 720000 km akan dilakukan perawatan roda kereta meliputi *reprofiling* atau pun penggantian. Jika dalam 4 bulan roda kereta mengalami keausan sebesar tabel 4.4 maka sebagai berikut.

Jarak Tempuh Awal : 9 September 2019

Jarak Tempuh Akhir : 10 Januari 2020

Waktu : Jumlah perawatan 4 bulanan

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh dalam 6 Tahun} &= (\text{Jarak Tempuh Akhir} - \text{Jarak Tempuh Awal}) \times \text{waktu} \\ &= (38805 - 29157) \times 18 \text{ bulan} = 173664 \text{ km} \end{aligned}$$

Dari tabel 4.4 didapatkan hasil perhitungan keausan roda kereta berdasarkan pada hasil perhitungan perawatan 4 bulanan. Berdasarkan batas maksimum antara diameter, tebal flens, dan tinggi flens roda kereta didapat tebal flens sudah mencapai batas maksimum. Berikut perhitungan yang digunakan untuk menentukan waktu penggantian roda :

$$\begin{aligned} \frac{\text{Tebal Flens Maksimum}}{\text{Tebal Flens saat 3 Tahun}} &= \frac{x}{\text{Tebal Flens Maksimum} \times 3 \text{ Tahun}} \\ x &= \frac{\text{Tebal Flens saat 3 Tahun}}{27,5 \text{ mm} \times 3 \text{ Tahun}} \\ x &= \frac{18,99 \text{ mm}}{18,99 \text{ mm}} \\ x &= 4 \text{ Tahun 3 Bulan} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Analisis ini menunjukkan bahwa spesifikasi teknis pada kereta LRT Jakarta kilometerbase dan timebase yang terjadwal belum sepenuhnya bisa dipakai karena hasil perhitungan diatas menunjukkan ketidak cocokan. Namun, hal ini berkemungkinan diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu trayek LRT Jakarta hanya berjarak 5,8 km. Ada kemungkinan spesifikasi teknis akan bisa dipakai apabila trayek LRT Jakarta sudah menempuh jarak yang cukup jauh.

Syarat kereta berjalan bebas pada lengkung R 40 dan R 60

Wheelbase $< a < \sqrt{2R(fwc + e)}$ artinya Kereta berjalan bebas

Wheelbase $> a < \sqrt{2R(fwc + e)}$ artinya Kereta berjalan mepet (Spieszgang).

Hasil perhitungan diatas pada R40 dan R60 menunjukkan bahwa :

R40 : 2310 mm $<$ 894,43 mm

R60 : 2310 mm $<$ 1095,45 mm pada R60

Sehingga kereta berjalan mepet/spieszgang karena tidak ada peninggian dan pelebaran pada lengkungan tersebut.

Roda kereta LRT Jakarta akan tetap digunakan sebelum melewati batas toleransi yang diperbolehkan oleh pabrikan dan dari hasil perhitungan estimasi didapatkan roda kereta akan diganti pada tahun ke 4 tahun mengacu pada standar tebal flens yaitu sudah mencapai tebal maksimal 27,5 mm.

5. Referensi

- [1] M. Adnan, D. T. Sipil, F. T. Sipil, and L. Kebumian, "Perencanaan Ulang LRT JABODEBEK Lintas Pelayanan 3 (Cawang-Bekasi Timur) dengan Modifikasi Alinyemen Ditinjau dari Segi Kelayakan Ekonomi dan Finansial," vol. 7, no. 2, pp. 3-8, 2018.
- [2] D. M. Teknologi, B. Keahlian, M. Proyek, F. Bisnis, and D. A. N. Manajemen, "WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR LRT (LIGHT RAIL TRANSIT)," 2017.
- [3] K. Perawatan, D. I. Balai, and Y. Manggarai, "No Title," vol. III, pp. 70-75, 2019.
- [4] Melfianora, "Penulisan Karya Tulis Ilmiah Dengan Studi Literature,," pp. 1-3, 2017.
- [5] S. Sarjana, S. Strata, T. Sipil, and U. Jayabaya, "ANALISIS BATAS KECEPATAN KRITIS KELUAR REL DI LENGKUNGAN R60 DENGAN KONDISI TIDAK ADA PELEBARAN Diajukan oleh : Ikhsan Rahmat Fadillah," 2020.