

# Simulasi Pengaruh Diameter Roda 660 mm, 774 mm dan 860 mm Serta Variasi Kecepatan Terhadap Kriteria Nadal dan Ride Index Lintas R80 LRT Palembang

Ilham Satrio Utomo<sup>1,\*</sup>, Dadang Sanjaya Atmaja<sup>1</sup>, Gilar Tantra Pratama<sup>1</sup>  
Teknologi Mekanika Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun<sup>1</sup>  
\*)Corresponding Author : ilham@ppi.ac.id

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan diameter roda kereta terhadap *ride index* dan kriteria nadal pada berbagai kecepatan. Metode analisis menggunakan simulasi *Longitudinal Train Dynamic Universal Mechanism 9.0*. Variasi diameter roda yang digunakan dengan menggunakan 3 jenis diameter yang berbeda. Sedangkan variasi kecepatan yang digunakan mulai dari 15 km/jam hingga kereta mengalami anjlok. Standar yang digunakan dalam simulasi yakni *indeks sperling* standar *ISO 2631*. Hasil dari simulasi didapatkan bahwa roda dengan diameter lebih kecil lebih baik dalam melewati lengkung R80. Hal tersebut dibuktikan pada kecepatan 15 km/jam diameter 660 mm menghasilkan nilai *ride index* horizontal dan vertikal sebesar 1,2078 dan 1,1282, diameter 774 mm sebesar 1,8306 dan 1,7078, diameter 860 mm sebesar 1,8293 dan 1,7068, sehingga terjadi peningkatan sampai dengan kecepatan tertinggi yaitu 60 km/jam pada diameter 660 mm menghasilkan nilai *ride index* horizontal dan vertikal sebesar 2,2744 dan 2,1140, pada diameter 774 mm sebesar 2,2751 dan 2,1140, pada diameter 860 mm sebesar 2,2762 dan 2,1162, sehingga dengan bertambah besarnya diameter roda, maka nilai *ride index* akan semakin besar.

**Kata Kunci:** Jalur lengkung, diameter roda, nilai kriteria nadak, *ride index*.

## ABSTRACT

*The purpose of this study is to determine the effect of different train wheel diameters on the ride index and nadal criteria at various speeds. The analysis method uses Longitudinal Train Dynamic Universal Mechanism 9.0 simulation. Wheel diameter variations are used by using 3 different types of diameters. While the speed variation used starts from 15 km/h until the train crashes. The standard used in the simulation is the ISO 2631 standard sperling index. The results of the simulation found that wheels with smaller diameters are better at passing the R80 curve. This is evidenced at a speed of 15 km/h, a diameter of 660 mm produces horizontal and vertical ride index values of 1.2078 and 1.1282, a diameter of 774 mm of 1.8306 and 1.7078, a diameter of 860 mm of 1.8293 and 1.7068, so that there is an increase until the highest speed of 60 km / h at a diameter of 660 mm produces horizontal and vertical ride index values of 2.2744 and 2.1140, at a diameter of 774 mm of 2.2751 and 2.1140, at a diameter of 860 mm of 2.2762 and 2.1162, so that with increasing wheel diameter, the value of the ride index will be greater*

**Keywords:** Curved railway track, wheel diameter, value of Nadal's criteria, *ride index*.

## 1 INFORMASI UMUM

LRT Palembang adalah suatu sistem angkutan umum cepat dengan model lintas terpadu yang berada di wilayah Palembang, Sumatera Selatan yang menghubungkan Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II dengan Komplek Olahraga Jakabaring. LRT ini dibangun dengan tujuan sebagai penunjang transportasi masyarakat Palembang dan untuk mendukung gelaran *Asian Games* pada tahun 2018 yang diadakan di Palembang, Sumatera Selatan [1].

LRT Palembang sendiri tersusun dari 3 rangkaian kereta yaitu MC1 – T – MC2. Tiap 1 kereta LRT Palembang dilengkapi dengan 2 *bogie*. Pada susunan *Motor Car (MC)*, *bogie* dilengkapi dengan motor.

Motor tersebut berfungsi untuk menggerakkan seluruh rangkaian dari LRT Palembang. *Bogie* yang terdapat pada susunan T dilengkapi dengan rem parkir (*parking brake*). *Bogie* tersusun dari berbagai macam komponen salah satunya adalah roda. Menurut Utomo et al. (2017), komponen roda juga sangat diperlukan, dikarenakan berfungsi untuk menunjang pergerakan suatu sarana kereta. Roda tersebut dapat memudahkan kereta untuk dapat berjalan di atas jalan rel. Roda yang terdapat pada kereta mempunyai spesifikasi material dan bentuk yang berbeda dari kendaraan transportasi jalan raya, dikarenakan desain roda dari kereta didesain sedemikian rupa menurut standar yang ada untuk dapat berjalan di atas jalan rel. Menurut Iwnicki (2006), roda kereta adalah satu dari beberapa komponen yang penting dalam keselamatan operasional perkeretaapian, dikarenakan roda kereta memiliki peran untuk

menahan beban dari kereta dan menerima gaya mekanik yang berasal dari motor penggerak, oleh karena itu dibutuhkan perawatan.

Permasalahan yang terdapat pada LRT Palembang adalah masalah jalur lengkung. Salah satunya adalah yang terdapat pada jalur antara Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II sampai Stasiun Asrama Haji sangat kecil, yaitu sebesar 80 m (KP 330 Tahun 2016). Hal tersebut sangat mempengaruhi pergerakan dari kereta dan berpengaruh juga terhadap getaran yang dapat mengganggu kenyamanan penumpang [6]. Ukuran roda juga dapat mempengaruhi kecepatan dari kereta. Ukuran roda yang semakin besar menghasilkan kecepatan dari kendaraan yang semakin besar dari hasil ukuran roda standar [7].

Dalam pembuktian pernyataan tersebut, maka diperlukan suatu penelitian untuk melakukan analisa terkait pengaruh perubahan ukuran roda terhadap lintas R80 di LRT Palembang dengan pendesainan ulang ukuran diameter roda yang lebih kecil atau lebih besar. Oleh karena itu, penyusun akan melakukan penelitian mengenai Pengaruh Diameter Roda dengan Variasi Kecepatan Terhadap Kriteria Nadal dan *Ride Index* Lintas R80 LRT Palembang, dengan membandingkan 3 variasi ukuran diameter roda yaitu 660 mm, 774 mm, dan 860 mm dengan beberapa kecepatan melalui simulasi yang dapat melakukan perhitungan dan perbandingan secara dinamis antara ukuran 660 mm, 774 mm, dan 860 mm. Dari hal tersebut, akan didapatkan hasil simulasi secara dinamis, berupa diameter roda yang diharapkan lebih efektif untuk dapat diterapkan di lintas LRT Palembang. Sehingga LRT Palembang dapat menjadi moda transportasi yang aman, nyaman, dan keandalannya terjamin.

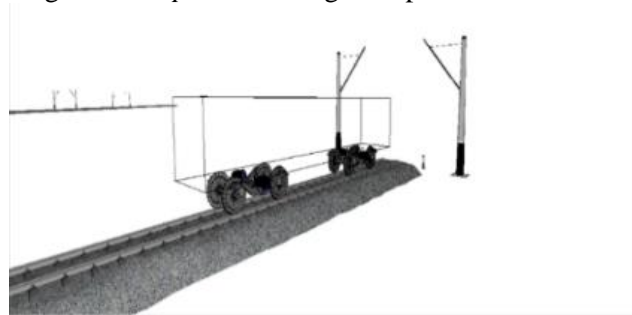
Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menentukan besarnya pengaruh diameter roda 660 mm, 774 mm, dan 860 mm terhadap nilai kriteria nadal dan nilai *ride index* untuk melalui lengkung R80.

## 2 METODE

### 2.1 Desain Kereta

Desain kereta yang digunakan untuk simulasi dinamik adalah desain dengan satu unit kereta yang terdiri atas satu badan kereta (*carbody*), dua *bogie bolsterless*, dan empat perangkat roda (*wheelset*) yang disesuaikan dengan spesifikasi yang ada, antara lain *massa* benda, ukuran benda, dan parameter – parameter lainnya (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2016). Setiap roda pada perangkat roda dihubungkan dengan suspensi primer ke kerangka *bogie*, sedangkan dari

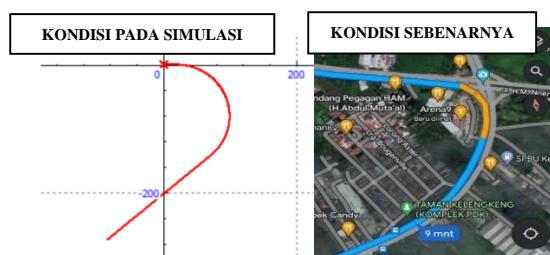
kerangka badan kereta dengan *bogie* dihubungkan dengan *air suspension* sebagai suspensi sekunder.



Gambar 1 Desain Kereta

### 2.2 Desain Jalur

Desain jalur yang digunakan dalam simulasi disesuaikan dengan spesifikasi jalur lengkung antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II. Tipe rel yang digunakan sebagai model jalur simulasi adalah *UIC 60 New* (R.60). Model jalur simulasi dapat terlihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 2 Model Jalur Simulasi (Sumber: BPKARSS, 2018)

### 2.3 Metode Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menghasilkan data analisis adalah dengan simulasi Longitudinal Train Dynamic. Kemudian hasil grafik simulasi ini dibandingkan dan disesuaikan menurut ISO 2631. Apabila tidak sesuai maka akan dilakukan penginputan ulang parameter dengan pengurangan kecepatan.

## 3 HASIL

### 3.1 Validasi Desain

Sebelum dilaksanakannya simulasi *longitudinal train dynamic*, maka diperlukan validasi terkait desain yang dilakukan secara dinamik pada *track* lurus, dikarenakan gaya vertikal pada *track* / jalur lurus yang bekerja pada setiap roda ketika kereta melaju seharusnya sama besar, seperti halnya saat kondisi diam. Hal ini, dikarenakan pada jalur lurus, roda kanan dan kiri kereta seharusnya mempunyai radius gelinding yang identik / sama saat bergerak, apabila radius gelinding roda kanan dan kiri berbeda, maka pasti akan terjadi gerak *hunting*.

Hasil perhitungan gaya atau beban kendaraan pada roda bagian depan dan belakang, dengan menggunakan  $\Sigma M = 0$ , maka diperoleh  $R_A = R_B$ , dikarenakan pembagian gaya yang dihasilkan roda depan dan roda belakang sama.

Sebelum melakukan perhitungan untuk validasi, maka perlu konversi satuan. Sehingga, didapatkan nilai sebagai berikut:

- a)  $W_{total} = m \times g$   
 $= 33.800 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$   
 $= 338.000 \text{ N}$
- b)  $S_A = 5.050 \text{ mm} = 5,05 \text{ m}$
- c)  $S_{AB} = 10.100 \text{ mm} = 10,1 \text{ m}$

Sehingga, didapatkan hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Sigma M &= \Sigma M_A = \Sigma M_B \\ \Sigma M_A &= 0 \\ W_{total} \times S_A - R \times S_{AB} &= 0 \\ 338.000 \text{ N} \times 5,05 \text{ m} - R \times 10,1 \text{ m} &= 0 \\ R &= \frac{1.706.900}{10,1} = 169.000 \text{ N} \end{aligned}$$

Didapatkan nilai beban yang diterima masing – masing bogie adalah 169.000 N dan nilai beban yang diterima roda depan dan belakang adalah 84.500 N.

Dari data perhitungan dan simulasi yang diperoleh, maka dapat dinyatakan **valid**, dikarenakan masih di bawah 10 %, sebagaimana seperti yang dinyatakan oleh Puji et al. (2009), bahwasannya model dinyatakan valid, apabila nilai *error* < 10%.

Tabel 1 Hasil Validasi

No.	Roda	Gaya Vertikal Roda Max (N)		Beda	Error
		Hasil Analitik	Hasil Simulasi		
1	Roda 1 kiri	84.500	86.987,67	2.487,67	2,9 %
2	Roda 1 kanan	84.500	85.821,4	1.321,4	1,5 %
3	Roda 2 kiri	84.500	86.473	1.973	2,3 %
4	Roda 2 kanan	84.500	86.123,48	1.623,48	1,9 %
5	Roda 3 kiri	84.500	87.200,17	2.700,17	3,1 %
6	Roda 3 kanan	84.500	85.888,19	1.388,19	1,6 %
7	Roda 4 kiri	84.500	86.684,47	2.184,47	2,5 %
8	Roda 4 kanan	84.500	85.986,98	1.486,98	1,7 %

### 3.2 Hasil Simulasi

Hasil simulasi yang didapatkan dari simulasi *Longitudinal Train Dynamic* yang dilakukan untuk mencari indeks kenyamanan dan keamanan roda saat melewati lengkung R80, agar terhindar dari anjlok (*derailment*). Indeks kenyamanan ini dapat diketahui dengan menggunakan metode *sperling index* dan *ISO 2631*. *Sperling index* sendiri mempunyai pengertian, yaitu suatu metode evaluasi yang digunakan untuk menilai kenyamanan dari penumpang di kereta api. *Output* dari simulasi menggunakan *sperling index* berupa grafik Y/Q atau L/V. Grafik Y/Q atau biasa disebut L/V ini merupakan getaran arah *Lateral (L)* dan *Vertical (V)*. Getaran *Lateral* adalah getaran yang terjadi pada arah horizontal, sedangkan getaran arah *Vertical (V)* adalah suatu getaran yang tegak lurus dengan sumbu atau pada arah vertikal.

Simulasi ini dilakukan dalam waktu 100 detik pada jalur lengkung sebesar 80 m. Maka dari itu, didapatkan hasil simulasi berupa nilai kriteria nadal dan indeks getaran masing – masing roda sebagai berikut.

#### A. Hasil simulasi kriteria nadal (Y/Q)

Kriteria nadal adalah suatu nilai untuk mengevaluasi agar tidak terjadinya anjlok (*derailment*). Menurut Iwnicki et al (2006), batas nilai kriteria nadal (Y/Q) adalah  $\leq 1,2$ , sedangkan batas nilai nadal pada jalur dengan  $R > 250 \text{ mm}$  adalah  $< 0,8$ , dengan syarat apabila nilai kriteria nadal melebihi 0,8, maka durasi getaran yang diperbolehkan adalah tidak boleh melebihi 0,3 detik. Waktu 0,3 detik ini diasumsikan belum keluar dari rel dan kembali ke posisi awal, saat nilai kriteria nadal menurun.

Sebelum didapatkan hasil simulasi, yang dilakukan adalah dengan membuka aplikasi *UM Simulation*, kemudian buka desain yang telah dibuat pada menu *open*. Langkah selanjutnya adalah membuka menu *wizard of variable* (berbentuk tongkat sihir), kemudian pilih menu *wheel / rail*. Pada menu tersebut, pilih variabel yang dicari, yaitu Y/Q (*nadal criteria*). Hasil simulasi berupa nilai kriteria nadal (Y/Q) dari roda dengan diameter 660 mm dan disajikan dalam bentuk tabel. Nilai nadal ini merupakan perbandingan antara nilai lateral dibagi dengan nilai vertikal. Nilai lateral dan vertikal ini berupa gaya yang muncul dan dapat menyebabkan roda keluar rel, sehingga didapatkan hasil nilai Y/Q sebagai berikut.

Tabel 3 Hasil Simulasi Y/Q Diameter 660 mm

Kecepatan (km/jam)	Nilai Y/Q	Rel Tipe <i>UIC 60 New, UIC Good</i>							
		Posisi Pengukuran di Badan Kereta							
		<i>Bogie Depan</i>				<i>Bogie Belakang</i>			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
15	Y/Q	1,076	1,073	1,074	1,077	1,077	1,076	1,073	1,072
20	Y/Q	1,080	1,079	1,076	1,075	1,077	1,078	1,081	1,085
25	Y/Q	1,104	1,093	1,078	1,105	1,093	1,080	1,089	1,077
30	Y/Q	1,123	1,119	1,088	1,103	1,085	1,116	1,090	1,117
35	Y/Q	1,108	1,116	1,101	1,086	1,081	1,095	1,098	1,093
40	Y/Q	1,110	1,114	1,078	1,091	1,078	1,084	1,094	1,082
45	Y/Q	1,101	1,103	1,077	1,083	1,079	1,082	1,082	1,081
50	Y/Q	1,088	1,090	1,076	1,081	1,077	1,079	1,078	1,073
55	Y/Q	1,115	1,112	1,081	1,137	1,084	1,089	1,113	1,083
60	Y/Q	1,126	1,104	1,088	1,118	1,085	1,086	1,129	1,096
65	Y/Q	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>

Tabel 2 Hasil Simulasi Y/Q Diameter 774 mm

Kecepatan (km/jam)	Nilai Y/Q	Rel Tipe <i>UIC 60 New, UIC Good</i>							
		Posisi Pengukuran di Badan Kereta							
		<i>Bogie Depan</i>				<i>Bogie Belakang</i>			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
15	Y/Q	1,077	1,073	1,074	1,079	1,077	1,078	1,073	1,074
20	Y/Q	1,082	1,083	1,075	1,076	1,077	1,079	1,080	1,092
25	Y/Q	1,099	1,095	1,077	1,105	1,093	1,081	1,089	1,078
30	Y/Q	1,124	1,123	1,085	1,106	1,087	1,129	1,090	1,109
35	Y/Q	1,109	1,117	1,097	1,089	1,082	1,100	1,105	1,090
40	Y/Q	1,108	1,112	1,078	1,093	1,078	1,086	1,094	1,082
45	Y/Q	1,100	1,107	1,076	1,082	1,078	1,082	1,083	1,081
50	Y/Q	1,114	1,135	1,086	1,105	1,089	1,089	1,100	1,080
55	Y/Q	1,114	1,108	1,080	1,135	1,085	1,117	1,088	1,077
60	Y/Q	1,116	1,098	1,123	1,095	1,085	1,088	1,136	1,082
65	Y/Q	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>

Tabel 3 Hasil Simulasi Y/Q Diameter 860 mm

Kecepatan (km/jam)	Nilai Y/Q	Rel Tipe <i>UIC 60 New, UIC Good</i>							
		Posisi Pengukuran di Badan Kereta							
		<i>Bogie Depan</i>				<i>Bogie Belakang</i>			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
15	Y/Q	1,078	1,073	1,075	1,080	1,077	1,076	1,072	1,074
20	Y/Q	1,080	1,079	1,075	1,075	1,078	1,079	1,081	1,094
25	Y/Q	1,100	1,093	1,076	1,100	1,094	1,079	1,087	1,075
30	Y/Q	1,121	1,118	1,080	1,103	1,087	1,122	1,086	1,107
35	Y/Q	1,108	1,115	1,090	1,087	1,084	1,102	1,103	1,088
40	Y/Q	1,110	1,114	1,077	1,089	1,079	1,086	1,097	1,081
45	Y/Q	1,097	1,096	1,076	1,079	1,079	1,083	1,082	1,082
50	Y/Q	1,086	1,088	1,076	1,081	1,077	1,081	1,079	1,075
55	Y/Q	1,109	1,106	1,083	1,120	1,084	1,090	1,118	1,090
60	Y/Q	1,130	1,101	1,115	1,092	1,090	1,096	1,140	1,081
65	Y/Q	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>	<i>Out</i>

Setelah didapatkan hasil dari simulasi kriteria nadal (Y/Q) pada tiap roda yang terdapat pada *bogie* depan ataupun belakang, maka diambil salah satu roda yaitu roda 4 yang digunakan dalam proses simulasi untuk membandingkan nilai kriteria nadal masing – masing diameter roda.

Berdasarkan KP 330 Tahun 2016 tentang penetapan kriteria desain dan spesifikasi teknis pembangunan LRT Palembang, kecepatan maksimum yang diperbolehkan melewati jalur lengkung R80 adalah 38 km/jam, sehingga didapatkan perbandingan dari ketiga diameter roda seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 4 Nilai Kriteria Nadal pada Roda 4

Kecepatan (km/jam)	Nilai Kriteria Nadal		
	Diameter 660 mm	Diameter 774 mm	Diameter 860 mm
15	1,072	1,077	1,078
20	1,085	1,082	1,080
25	1,077	1,099	1,100
30	1,117	1,124	1,121
35	1,093	1,109	1,108

Ditinjau dari Tabel 5 hasil kriteria nadal (Y/Q) pada roda 4 yang telah dilakukan, maka selanjutnya adalah membandingkan antar ketiga diameter roda tersebut. Ditinjau dari nilai rata – rata kriteria nadal (Y/Q) yang dihasilkan, roda dengan diameter 660 mm memiliki nilai rata – rata kriteria nadal yang lebih baik daripada diameter 774 mm dan 860 mm sebesar 1,088.

B. Hasil simulasi *ride index* (Wz)

Untuk mengetahui nilai kenyamanan terhadap penumpang / muatan, maka perlu diidentifikasi nilai *ride index*. Nilai *ride index* ini berasal dari *index* yang diturunkan dari akselerasi dan frekuensi getaran, baik vertikal maupun horizontal / lateral.

Langkah selanjutnya adalah simulasi nilai *ride index* dengan memilih simulasi *linear variable with acceleration point*. Langkah yang dilakukan pertama kali adalah dengan membuka menu *wizard of variable*. Dalam menu *wizard of variable*, pilih menu *linear variable*, kemudian input / pilih tipe *acceleration* dan *magnitude* ([V]), dan *checklist* pada komponen *body*. Memilih komponen *body*, dikarenakan kenyamanan penumpang ditentukan pada *body* kereta, dimana pada *body* kereta merupakan tempat penumpang berada.

Simulasi ini disesuaikan berdasarkan nilai indeks kenyamanan pada standar *ISO 2631* yang kemudian hasilnya nanti dimasukkan ke dalam nilai *ride index*. Nilai tersebut didapatkan dengan meninjau dari nilai getaran pada *body* kereta, maka dari ketiga percobaan simulasi dengan menggunakan roda berdiameter 660 mm, 774 mm, dan 860 mm, didapatkan hasil sebagai berikut.

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari Tabel 7 dan Tabel 8, maka hasil dari perbandingan 3 roda adalah roda dengan diameter 660 mm lebih baik saat melewati jalur lengkung R80. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai getaran horizontal dan vertikal yang dihasilkan roda ukuran 660 mm lebih kecil daripada nilai getaran horizontal dan vertikal yang dimiliki roda dengan diameter 774 mm dan 860 mm

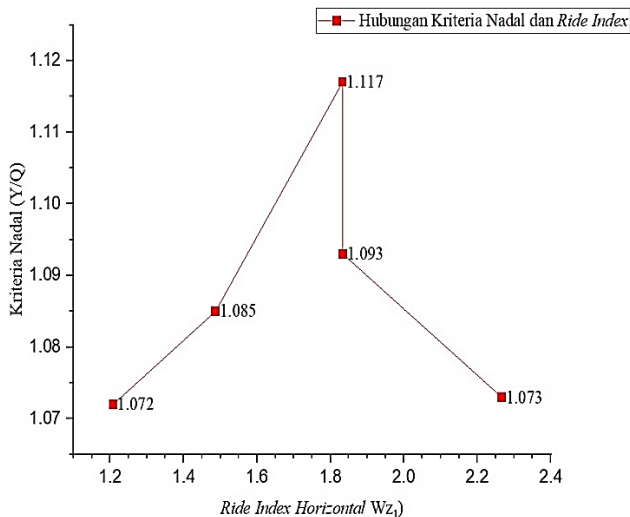
Tabel 5 Hasil Perbandingan Tiga Roda Berdasarkan Indeks Kenyamanan Horizontal

Kecepatan (km/jam)	Nilai <i>Ride Index</i> Horizontal					
	Diameter 660 mm	Keterangan	Diameter 774 mm	Keterangan	Diameter 860 mm	Keterangan
15	1,2078	Istimewa	1,8306	Hampir istimewa	1,8293	Hampir istimewa
20	1,4870	Istimewa	1,5329	Hampir Istimewa	1,4870	Istimewa
25	1,8328	Hampir istimewa	1,8333	Hampir istimewa	1,8344	Hampir istimewa
30	1,8327	Hampir istimewa	1,8333	Hampir istimewa	1,8337	Hampir istimewa
35	1,8338	Hampir istimewa	1,8349	Hampir istimewa	1,8358	Hampir istimewa
40	2,2602	Bagus	2,2611	Bagus	2,2617	Bagus
45	2,2611	Bagus	2,2623	Bagus	2,2637	Bagus
50	2,2667	Bagus	2,2667	Bagus	2,2664	Bagus
55	2,2636	Bagus	2,2636	Bagus	2,2643	Bagus
60	2,2744	Bagus	2,2751	Bagus	2,2762	Bagus

Tabel 6 Hasil Perbandingan Tiga Roda Berdasarkan Indeks Kenyamanan Vertikal

Kecepatan (km/jam)	Nilai <i>Ride Index</i> Vertikal					
	Diameter 660 mm	Keterangan	Diameter 774 mm	Keterangan	Diameter 860 mm	Keterangan
15	1,1282	Istimewa	1,7078	Hampir istimewa	1,7068	Hampir istimewa
20	1,3882	Istimewa	1,4307	Istimewa	1,3883	Istimewa
25	1,7095	Hampir istimewa	1,7099	Hampir istimewa	1,7110	Hampir istimewa
30	1,7095	Hampir istimewa	1,7100	Hampir istimewa	1,7103	Hampir istimewa
35	1,7106	Hampir istimewa	1,7116	Hampir istimewa	1,7124	Hampir istimewa
40	2,1034	Bagus	2,1044	Bagus	2,1050	Bagus
45	2,1030	Bagus	2,1041	Bagus	2,1056	Bagus
50	2,1069	Bagus	2,1069	Bagus	2,1066	Bagus
55	2,1071	Bagus	2,1071	Bagus	2,1071	Bagus
60	2,1140	Bagus	2,1140	Bagus	2,1162	Bagus

C. Hubungan kriteria nadal dan *ride index*



Gambar 3 Hubungan Kriteria Nadal dan Ride Index Horizontal

Analisis hubungan nilai kriteria nadal dan *ride index* menggunakan salah satu roda yaitu diameter 660 mm. Hubungan yang terjadi antara *ride index* adalah berbanding lurus dengan kriteria nadal, semakin besar nilai *ride index* maka semakin besar nilai kriteria nadal hingga pada kecepatan puncak, dan setelah melebihi kecepatan puncak (maksimal), maka akan terjadi penurunan.

Apabila ditinjau dari hasil nilai kriteria nadal dan *ride index* di atas, maka dapat disimpulkan bahwa menurut standar *ISO 2631*, roda berdiameter lebih kecil

memiliki nilai kriteria nadal dan indeks kenyamanan lebih baik daripada roda yang lebih besar saat melewati jalur lengkung R80 LRT Palembang.

4 KESIMPULAN

Perubahan diameter roda sangat mempengaruhi nilai kriteria nadal (Y/Q) dari kereta untuk melewati lengkung R80. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai rata – rata kriteria nadal pada roda 4 dengan beberapa kecepatan yang dihasilkan roda dengan diameter 660 mm sebesar 1,088, sedangkan pada roda diameter 774 mm mengalami peningkatan sebesar 1,098, dan mengalami penurunan sebesar 1,097 pada roda dengan diameter 860 mm. Berdasarkan nilai tersebut, maka roda dengan diameter lebih kecil lebih baik dalam melewati lengkung R80. Perubahan pada diameter roda sangat berpengaruh linear terhadap nilai *ride index* untuk melewati lengkung R80. Hal tersebut dibuktikan pada kecepatan 15 km/jam diameter 660 mm menghasilkan nilai *ride index* horizontal dan vertikal sebesar 1,2078 dan 1,1282, diameter 774 mm sebesar 1,8306 dan 1,7078, diameter 860 mm sebesar 1,8293 dan 1,7068, sehingga terjadi peningkatan sampai dengan kecepatan tertinggi yaitu 60 km/jam pada diameter 660 mm menghasilkan nilai *ride index* horizontal dan vertikal sebesar 2,2744 dan 2,1140, pada diameter 774 mm sebesar 2,2751 dan 2,1140, pada diameter 860 mm sebesar 2,2762 dan 2,1162, sehingga dengan bertambah besarnya diameter roda, maka nilai *ride index* akan semakin besar.

5. REFERENSI

[1] D. Widiyanti, “Pengembangan park and ride untuk meningkatkan pelayanan angkutan LRT kota Palembang,” *J. Penelit. Transp. Darat*, vol. 21, no. 2, 2019.

- [2] S. M. Utomo, J. M. Valentino, B. Halfina, and Hendrato, "Analisis pembebanan statik pada rangka bogie automatic people mover system (APMS) menggunakan standar UIC-615 dengan finite element," *Maj. Ilm. Pengkaj. Ind.*, vol. 11, no. 2, 2017.
- [3] S. Iwnicki, *Handbook of railway vehicle dynamic*, 1st ed. United States of America: CRC Taylor & Francis Group, an informa bussines, 2006.
- [4] INKA, "Petunjuk perawatan kereta LRT Palembang." Balai Pengelola Kereta Api Ringan Sumatera Selatan, Palembang, 2018.
- [5] P. Boeditjahjono, "KP 330 tahun 2016 tentang penetapan kriteria desain dan spesifikasi teknis pembangunan kereta api ringan /light rail transit (LRT)." Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Jakarta, 2016.
- [6] A. Suwandi, D. Restu, W. Dan, and D. Hermawanto, "Analisis karakteristik getaran pada kereta api rel listrik dan kereta api rel diesel," *J. Stand.*, vol. 11, no. 2, 2009.
- [7] M. S. Prabowo, "Pengaruh ukuran diameter roda kendaraan terhadap akurasi alat penunjuk kecepatan," Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal, 2021.
- [8] P. Boeditjahjono and E. Sukmoro, "Spesifikasi teknik kereta api ringan (light rail transit) di provinsi sumatera selatan." Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Palembang, 2016.
- [9] M. Lamma, "Hasil uji coba dari pengembangan sistem pengujian ride index fasilitas uji dinamika kereta api (FUDIKA)," *J. Penelit. Transp. Darat*, vol. 15, no. 1, 2013.
- [10] B. Budiwantoro, A. H. Masyhur, and I. Suganda, "Testing of dynamic characteristic and comfort of Indonesia automated people mover from bandung," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1977, no. 040013, 2018.
- [11] I. S. Organization, "ISO 2631-1," *Int. Stand.*, vol. 1997 (E), no. 1, 1997.
- [12] S. Iwnicki, *A Handbook of Railway Vehicle Dynamics*. 2006. doi: 10.1201/9781420004892.ch1.
- [13] L. of C. Mechanics, "Universal mechanism," [www.universalmechanism.com](http://www.universalmechanism.com), 2022. <http://www.universalmechanism.com/en/pages/index.php?id=1> (accessed Feb. 07, 2023).
- [14] W. Puji, D. Wulandani, and Y. A. Purwanto, "Kajian pola sebaran aliran udara panas pada model pengering efek rumah kaca hibrid tipe rak berputar menggunakan computational fluid dynamics," *J. Enj. Pertan.*, vol. 7, no. 2, 2009, [Online]. Available: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/69566>
- [15] S. Iwnicki *et al.*, *Handbook of railway vehicle dynamics*. United States of America: Taylor & Francis Group, LLC, 2006.