

EVALUASI KUANTITAS KEBUTUHAN PEMELIHARAAN BANTALAN DAN BALAS PADA KORIDOR STASIUN JAKARTA KOTA - STASIUN TANJUNG PRIUK DAOP 1 JAKARTA

Hendry Sampurna

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hendrysam@itbu.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang penilaian jumlah perawatan bantalan dan balas di jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk yang berada di wilayah Daerah Operasi 1 Jakarta. Dalam penelitian ini, dilakukan penilaian jumlah kebutuhan perawatan bantalan dan balas berdasarkan hasil perhitungan dari analisis tonase yang lewat dan klasifikasi kelas jalur kereta api. Analisis tonase yang bisa diangkut atau daya angkut per tahun ditentukan dengan melihat data stamformasi dan seberapa sering sampel koridor yang diteliti digunakan. Kelas jalan koridor bisa ditentukan menggunakan tabel klasifikasi jalan rel yang ada di Peraturan Menteri Nomor 60 Tahun 2012. Selanjutnya, dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah kebutuhan pemeliharaan bantalan dan balas di koridor. Hasil analisis menunjukkan bahwa koridor adalah jalur dengan jenis jalan rel kelas III yang memiliki kapasitas angkut sebesar 9. Dalam hasil penelitian, ditemukan 10 faktor yang bisa mempengaruhi jumlah kebutuhan pemeliharaan bantalan dan balas, lengkap dengan urutan peringkat berdasarkan nilai hasil Uji RII (Relative Important Index) dari kuesioner yang digunakan dalam penelitian.

Kata kunci: Perawatan, tonase yang lewat, kategori jalan rel, kapasitas angkut, skala likert, faktor-faktor yang bisa mempengaruhi.

1. PENDAHULUAN

Namun, kemajuan pemerintah dalam melaksanakan kebijakan strategis nasional, seperti penerapan Grafik Perjalanan Kereta Api (Gapeka) Tahun 2025, memiliki dampak pada kinerja dan ketahanan infrastruktur rel. Hal ini akan membuat beban lalu lintas kereta api menjadi lebih padat dan intensif di jalur tertentu. Peningkatan beban lalu lintas ini secara langsung mempengaruhi umur material jalan rel, terutama bagian-bagian penting seperti rel, bantalan, dan balas, yang harus menahan beban berulang dengan frekuensi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, kita perlu melakukan penilaian yang mendalam tentang jumlah kebutuhan pemeliharaan infrastruktur jalan rel, terutama di jalur-jalur yang terkena dampak perubahan jadwal dan peningkatan beban dalam Gapeka 2025.

Namun, saat ini ada beberapa masalah yang menjadi perhatian dalam pengelolaan pemeliharaan jalur kereta Daop 1 Jakarta di antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk. Hal ini membuat lalu lintas

semakin padat dan bisa menyebabkan tekanan berlebih pada keausan bantalan dan balas di jalur kereta. Selain itu, beban gandar yang tinggi dari kereta barang yang melintas lebih dari 20 kali sehari mempercepat kerusakan material balas dan bantalan. Ketidakstabilan struktur jalur kereta disebabkan oleh beban yang tidak merata, serta komponen bantalan dan balas yang sudah melewati masa pakai atau tidak dirancang untuk menahan beban gandar lebih dari 20 ton, sehingga dapat menyebabkan potensi kerusakan struktural pada jalur kereta.

Masalah-masalah tersebut menunjukkan betapa pentingnya untuk mengevaluasi dan menghitung kebutuhan pemeliharaan jalur rel dengan cara yang tepat dan berkelanjutan. Data ini akan menjadi dasar untuk menyusun program perawatan yang efektif dan efisien. Hal ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan jumlah material pada struktur bawah komponen jalan rel, agar pemeliharaan jalan rel dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Analisis Data

Analisis Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan Bantalan dan Balas

Perhitungan daya angkut lintas dilakukan untuk mengetahui jenis jalan rel dari suatu lintas berdasarkan nilai daya angkutnya. Daya angkut lintas menunjukkan jenis dan jumlah total beban kereta api yang melintas di jalur tersebut dalam satu tahun. Sebelum mencari daya angkut untuk lintas, pertama-tama kita perlu mengetahui berat kereta penumpang dan gerbongnya.

$$F = 0,023 \times T^{0,3} \times VMAX^{0,5} \times (1 + Fp) \text{ kali per tahun} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

F = Frekuensi pemecokan (kali/thn)

T = Daya angkut lintas / passing tonnage (ton/thn)

Vmax = Kecepatan maksimum kereta api (km/jam)

Fp = Faktor penentu

Faktor indeks (fi) menunjukkan seberapa besar pengaruh faktor penentu terhadap pekerjaan pemecokan. Nilai fi sudah ditentukan berdasarkan jenis komponen bantalan, penambat, jenis sambungan, dan kondisi tanah di koridor yang sedang diteliti.

$$Fp = Jb + Jp + Js + Kt \dots\dots\dots(2.2)$$

$$Jb = (fi \times \%beton) + (fi \times \%kayu) + (fix\%baja) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Jp = (fi \times \%elastis) + (fix\%kaku) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$Js = (fi \times \%las) + (fix\%plat) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$Kt = (fi \times \%baik) + (fi \times \%sedang) + (fix\%jelek) \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

Fp = Faktor Penentu

Jb = Jenis Bantalan

Jp = Jenis Penambat

Js = Jenis Sambungan rel

Kt = Kondisi Tanah

Penggantian bantalan dihitung menggunakan rumus (2.7). Umur pakai bantalan bervariasi: kayu 10 tahun, beton 50 tahun, besi 40 tahun.

$$Bt = \frac{jml}{ub} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

Bt = Kebutuhan penggantian bantalan (batang/tahun)

Jml = Jumlah bantalan (batang)

Ub = Umur bantalan (tahun)

Perhitungan berapa banyak volume balas yang diperlukan di jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk bisa dilakukan menggunakan rumus (2.8), (2.9), dan (2.10) di bawah ini:

$$\text{Volume balas} = \frac{(2b+2c) \times (d1+t)}{2} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Volume bantalan} = (p \times l \times t) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Total volume balas} = \frac{(2b+2c) \times (d1+t)}{2} - (p \times l \times t) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

b = lebar bahu balas dari as track

c = lebar berem / kaki balas bawah dari as track

d1 = tebal balas atas

p = panjang bantalan beton

l = lebar bantalan beton

t = tinggi bantalan beton

2.2 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Metode Pembahasan Hasil Analisis Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan Bantalan dan Balas

Rekap data ditampilkan dalam tabel, yang mempermudah melihat hasil pengolahan. Tabel mencakup kapasitas angkut, jenis jalan rel, dan informasi pemeliharaan.

Tabel .1 Rekap Hasil Analisis Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan Bantalan dan Balas

No	Komponen Analisis	Hasil Perhitungan	Ket
1	Daya angkut lintas (<i>passing tonnage</i>)		
2	Kelas jalan rel		
3	Frekuensi pemecokan balas		
4	Kebutuhan pemeliharaan bantalan kayu		

No	Komponen Analisis	Hasil Perhitungan	Ket
5	Kebutuhan pemeliharaan bantalan beton		
6	Kebutuhan pemeliharaan volume balas		

Sumber: Arbie, 2022

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

Analisis Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan Bantalan dan Balas

Panjang jalur dari Stasiun Jakarta Kota ke Stasiun Tanjung Priuk adalah sekitar 7 kilometer. Kapasitas angkut jalur dapat dihitung dengan rumus tertentu.

1. Perhitungan Tonase Kereta Penumpang dan Barang Harian.

Analisis tonase untuk kereta penumpang dan barang harian dilakukan berdasarkan data frekuensi kereta tahun 2025. Setiap jenis kereta memiliki kode tertentu, seperti K1 untuk kereta eksekutif, KRL untuk kereta penumpang, dan seterusnya. Contoh perhitungan diberikan untuk Kereta Commuter Line yang melintas di rute ini.

- a. Perhitungan pada Kereta Commuter Line 2200:

Dimana untuk menghitung Beban Kereta Penumpang Harian (Tp) bisa diketahui lewat rumus yang ada dengan cara perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Tp \text{ KA Penumpang} &= (\text{Jumlah Kereta} \times \text{Berat Kereta}) \times \text{Frekuensi KA} \\
 Tp \text{ Commuter Line 2200} &= (8 \text{ CL}) \times \text{Frekuensi KA} \\
 &= (8 \times 35 \text{ Ton}) \times 1 \\
 &= 280 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Perhitungan ini akan diterapkan pada semua kereta penumpang, dan hasilnya akan memberikan total tonase harian kereta penumpang di rute Stasiun Jakarta Kota - Stasiun Tanjung Priuk. Rekap hasil

perhitungan akan ditampilkan di Tabel 3.1 berikut:

Tabel 2 Rekap Berat Stamformasi Rangkaian KA

No	Nama KA	Rangkaian (ton)								Frekuensi	Jumlah Berat (ton)
		K1	K2	KMP2	CL	K3	LOK	KMP3	B		
		37	37	40	35	33	84	36	46		
1	2200/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
2	2202/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
3	2204/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
4	2206/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
5	2208/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
6	2210/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
7	2212/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
8	2214/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
9	2216/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
10	2218/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
11	2220/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
12	2222/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
13	2224/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
14	2226/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
15	2228/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
16	2230/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
17	2232/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
18	2234/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
19	2236/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
20	2238/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
21	2240/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
22	2242/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
23	2244/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
24	2246/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
25	2248/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
26	2250/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
27	2252/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
28	2254/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
29	2256/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
30	2258/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
31	2260/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
32	2262/KRL	-	-	-	8	-	-	-	-	1	280
Total Berat											8.960

Sumber: Data Sekunder

Berdasarkan ringkasan dari tabel, total berat keseluruhan untuk kereta penumpang (Tp) adalah 8.960 ton.

- b. Perhitungan pada 2520/KA B:

Dimana untuk menghitung Beban Kereta Barang Harian (Tb) bisa diketahui dari rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Tb \text{ KA} &= (\text{Jumlah Kereta} \times \text{Berat Kereta}) \times \text{Frekuensi KA} \\
 Tb \text{ Paket Lintas Selatan} &= (30 \times 46) \times 1 \\
 &= 1.380 \times 1 \\
 &= 1.380 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada contoh ini dilakukan untuk semua KA Barang, lalu kita akan mendapatkan jumlah total berat harian KA barang untuk rute Stasiun Jakarta Kota - Stasiun Tanjung Priuk yang

dirangkum dalam tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel .3 Rekap Berat Stamformasi Rangkaian KA Barang

No	Nama KA	Rangkaian (ton)								Frekuensi	Jumlah Berat (ton)
		K1	GG	KMP2	KKW	GR	GW	KMP3	B		
		37	20	40	45	19	23	36	46		
1	2520/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
2	2522/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
3	2524/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
4	2526/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
5	2532/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
6	2534/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
7	2536/ KA B	-	-	-	-	-	-	-	30	1	1.380
Total Berat											9.660

Sumber: Data Sekunder

Dari ringkasan data yang ada di tabel, kita bisa lihat bahwa total berat untuk kereta barang (Tb) mencapai 9.660 ton.

2. Perhitungan Tonase Lokomotif

Berdasarkan total berat lokomotif setiap hari terlihat, dan data jumlah kereta sesuai Grafik Perjalanan Kereta Api Tahun 2025. Contoh perhitungan berat lokomotif CC201 juga disertakan.

a. Lokomotif CC201

Berat CC201 = Berat Lokomotif x Frekuensi Lokomotif
= 84 ton x 9 kali frekuensi
= 756 ton

Penghitungan terhadap sampel kemudian dilakukan untuk semua jenis lokomotif, sehingga kita bisa melihat total berat lokomotif yang tertera di Tabel 3.3 di bawah ini:

Tabel .4 Tonase Lokomotif Harian

No	Lokomotif	Berat	Frekuensi	Jumlah Berat
1	CC 201	84 ton	9	756 ton
Total Berat Lokomotif				756 ton

Sumber: Data Sekunder

Pada tabel, didapatkan hasil beban lokomotif setiap hari (T1) di jalur Stasiun Jakarta Kota hingga Stasiun Tanjung Priuk yaitu 756 ton.

3. Perhitungan Daya Angkut Lintas

Kita bisa menghitung daya angkut lintas dalam satu tahun dengan rumus dan hasil perhitungan sebelumnya.

$Tp = 8.960 \text{ ton}$

$K1 = 1.4$ (koefisien lokomotif)

$Tb = 9.660 \text{ ton}$

$Kb = 1.5$ (beban gandar > 18 ton)

$T1 = 756 \text{ ton}$

Nilai berat setara harian untuk jalur Stasiun Jakarta Kota hingga Stasiun Tanjung Priuk.

$TE = 8.960 + (1,5 \times 9.660) + (1,4 \times 756)$

$TE = 24.508 \text{ ton/hari}$

Berdasarkan perhitungan lainnya:

$TE = 24.508 \text{ ton/hari}$

$S = 1,1$

$T = 360 \times S \times TE$

$T = 360 \times 1,1 \times 24.508$

$T = 9.705.168 \text{ ton/tahun}$

Menurut perhitungan, daya angkut di jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk adalah 9.705.168 ton setiap tahun.

4. Penentuan Evaluasi Kelas Jalan Rel

Kapasitas angkut tahunan pada jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk adalah 9.705.168 ton. Hasil ini sesuai dengan tabel 3.4 yang menunjukkan klasifikasi rel.

Tabel .5 Klasifikasi Kelas Jalan Rel

Kelas Jalan	Passing Tonnage (juta ton /tahun)	Vmax (km /jam)	Pmax Gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penan-bat	Tebal Atas (cm)	Tebal Bawah (cm)
I	> 20.10*	120	18	R.60/R.54	Beton	EG	30	60
II	10.10* - 20.10*	110	18	R.60/R.54	Beton	EG	30	50
III	5.10* - 10.10*	100	18	R.54/R.50	Beton/Kayu	EG	30	50
IV	2.5.10* - 5.10*	90	18	R.54/R.50	Beton/Kayu	EG	30	50
V	< 2.5.10*	80	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja	EG	30	40

Sumber: PM Nomor 60 Tahun, 2012

Jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk termasuk rel kelas jalan III. Kapasitas angkut mencapai 9.705.168 ton per tahun. Rel ini bisa berjalan dengan kecepatan maksimum 100 km per jam, menggunakan tipe R.54/R.50. Bantalan bisa terbuat dari beton atau kayu.

Penambat elastis ganda memiliki ketebalan balas atas 30 cm dan lebar bahu balas 50 cm, menahan beban maksimum 18 ton. Perhitungan pemeliharaan mengacu pada kelas jalan III.

5. Kebutuhan Frekuensi Pemecokan Balas
Berdasarkan rumus dan informasi material rel dari DAOP I Jakarta, faktor-faktor penting dalam perhitungan ditentukan pada tabel .5.

Tabel .6 Rekap Perhitungan Faktor Penentu

Komponen	Jumlah	Persentase (p)	(fi)	Perhitungan
Bantalan kayu	293	2%	0.2	Jb = (fi beton x p beton)+(fi kayu x p kayu)+(fi besi x p besi) Jb = (0x98%)+(0.2x2%)+(0.1x0%) = 0.4%
Bantalan besi	-	0%	0.1	
Bantalan beton	11.524	98%	0	
Penambat elastis	47.268	100%	0	Jp = (fi elastis x p elastis)+(fi kaku x p kaku) Jp = (0x100%)+(0.2x0%) = 0%
Penambat kaku	-	0%	0.25	
Sambungan Las	596	100%	0	Js = (fi las x p las)+(fi plat x p plat) Js = (0x100%)+(0.2x0%) = 0%
Sambungan Plat	-	0%	0.5	
Tanah baik	Keseluruhan	100%	0	Kt = (fi baik x p baik)+(fi sedang x p sedang)+(fi jelek x p jelek) Kt = (0x100%)+(0.75x0%)+(1.5x0%) = 0%
Tanah sedang	-	0%	0.75	
Tanah jelek	-	0%	1.5	

Sumber: Olahan penelitian

Berdasarkan tabel 3.5, kita bisa mendapatkan nilai faktor penentu (Fp) untuk bagian jalan rel antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk dengan cara menghitung seperti ini:

$$Fp = Jb + Jp + Js + Kt$$

$$Fp = 0,4 \% + 0 \% + 0 \% + 0 \%$$

$$Fp = 0,4 \% \text{ sama dengan } 0,004$$

Dari hasil perhitungan faktor penentu, kita bisa menghitung berapa banyak frekuensi pemecokan yang diperlukan dengan menggunakan rumus seperti berikut:

$$F = 0,023 \times T^{0,3} \times VMAX^{0,5} \times (1 + Fp)$$

$$F = (0,023 \times 9.705.168^{0,3} \times 100^{0,5}) \times (1 + 0,004)$$

$$F = (0,023 \times 124,7 \times 10) \times (1,004)$$

$$F = 28,796 \text{ kali/tahun}$$

$$F = 28,796 : 12$$

$$F = \mathbf{2,416 \text{ kali/ bulan}}$$

Berdasarkan hasil penghitungan, dapat disimpulkan bahwa seberapa sering pemecokan untuk pemeliharaan rel di jalur Stasiun Jakarta Kota ke Stasiun Tanjung Priuk dilakukan dua kali dalam sebulan.

6. Kebutuhan Pemeliharaan Bantalan

Berdasarkan rumus dan informasi material rel dari sumber lain, kita bisa menghitung pemeliharaan bantalan untuk jalur Jakarta Kota-Tanjung Priuk. Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bantalan} &= \text{Beton } 11.524 \text{ batang} \\ &= \text{Kayu } 293 \text{ batang} \\ \text{Umur bantalan} &= \text{Beton (50 tahun)} \\ &= \text{Kayu (10 tahun)} \end{aligned}$$

Jadi, kita bisa mengetahui berapa banyak bantalan yang perlu dirawat di Daop I untuk jalur Stasiun Jakarta Kota sampai Stasiun Tanjung Priuk dengan mengganti bantalan setiap tahun, menggunakan rumus :
Untuk bantalan Beton,

$$Bt = \frac{Jml}{Ub}$$

$$Bt = \frac{11.524}{50}$$

$$Bt = \mathbf{230 \text{ (batang/tahun)}}$$

Untuk bantalan Kayu,

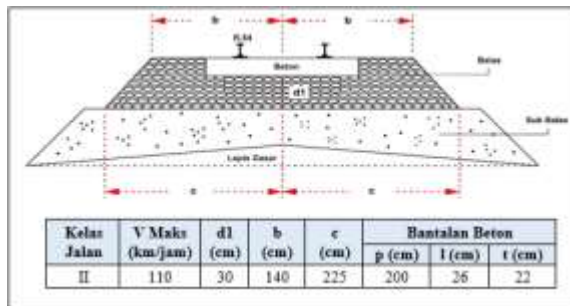
$$Bt = \frac{293}{10}$$

$$Bt = 29 \text{ (batang/tahun)}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan pemeliharaan bantalan per tahun di jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk adalah 29 bantalan kayu dari total 293 bantalan, sedangkan untuk bantalan beton, diperlukan 230 bantalan per tahun dari total 11.524 bantalan.

7. Kebutuhan Pemeliharaan Volume Balas

Kebutuhan volume balas dihitung berdasarkan rumus dengan memperhatikan kelas jalan III dari analisis tonase dan bentuk penampang melintang sesuai PM 60 Tahun 2012.



Gambar .1 Penampang Melintang Jalan Rel 1067

Sumber: PM 60 Tahun 2012

Berdasarkan ketentuan teknis Kelas Jalan III, nilai untuk b, c, d1, p, l, dan t telah disebutkan. Dengan informasi ini, perhitungan dapat dilakukan menggunakan rumus yang tepat.

Keterangan:

$$b = 140 \text{ cm}$$

$$c = 225 \text{ cm}$$

$$d1 = 30 \text{ cm}$$

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

$$l = 26 \text{ cm}$$

$$t = 22 \text{ cm}$$

$$\text{Luas Penampang Balas} = \frac{(2b+2c) \times (d1+t)}{2}$$

$$= \frac{(2(140 \text{ cm})+2(225 \text{ cm})) \times (30 \text{ cm}+22 \text{ cm})}{2}$$

$$= \frac{(730 \text{ cm}) \times (52 \text{ cm})}{2}$$

$$= 18,980 \text{ cm}^2$$

$$= 1,898 \text{ m}^2$$

$$V \text{ Bantalan} = p \times l \times t$$

$$= 200 \text{ cm} \times 26 \text{ cm} \times 22 \text{ cm}$$

$$= 114,400 \text{ cm}^3$$

$$= 0,114 \text{ m}^3$$

Sesuai aturan, ukuran volume balas untuk Kelas Jalan III adalah 1,898 m² dan volume bantalan 0,114 m³. Jalur Jakarta Kota dan Tanjung Priuk panjang 7,2 km dengan 11.524 bantalan. Volume balas yang tepat untuk jalur ini adalah:

Total volume balas per segmen 1 km:

$$= 1.000 \text{ m} \times 1,898 \text{ m}^2$$

$$= 1.716,00 \text{ m}^3$$

Total volume balas per segmen 200 m:

$$= 200 \text{ m} \times 1,898 \text{ m}^2$$

$$= 379,00 \text{ m}^3$$

Total volume bantalan per segmen 1 km:

$$= 1.624 \text{ batang} \times 0,114 \text{ m}^3$$

$$= 185,00 \text{ m}^3$$

Total volume bantalan per segmen 200 m:

$$= 158 \text{ batang} \times 0,114 \text{ m}^3$$

$$= 18,00 \text{ m}^3$$

Jadi, total kebutuhan volume balas yang ideal adalah sebagai berikut:

$$(1.716 \text{ m}^3 - 185 \text{ m}^3) \times 7 + (379 \text{ m}^3 - 18 \text{ m}^3) \times 1 = 11.078,00 \text{ m}^3.$$

Tabel .7 Rekap Data Kondisi Aset Balas Eksisting

REKAP ASSET KONDISI VOLUME BALAS KORIDOR (ST. JAKARTA KOTA - ST. TANJUNG PRIUK)										
No	Lokasi (km)	Kondisi Balas					Desain Bantalan			Volume Balas (m³)
		b	2b	c	2c	d1	p	l	t	
1	0+00 - 1+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.300	2.000	0.260	0.220	1.523,00
2	1+00 - 2+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.400	2.000	0.260	0.220	1.525,00
3	2+00 - 3+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.350	2.000	0.260	0.220	1.520,00
4	3+00 - 4+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.250	2.000	0.260	0.220	1.520,00
5	4+00 - 5+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.100	2.000	0.260	0.220	1.521,00
6	5+00 - 6+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.450	2.000	0.260	0.220	1.518,00
7	6+00 - 7+00	1.400	2.800	2.250	4.500	0.300	2.000	0.260	0.220	1.519,00
8	7+00 - 7+20	1.400	2.800	2.250	4.500	0.300	2.000	0.260	0.220	349,00
Total Volume Aset Balas										10.993,00

Sumber: Data Sekunder

Berdasarkan informasi dari Tabel 3.6, total volume balas untuk jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk sepanjang 7,2 km adalah 10.993,00 m³. Volume idealnya adalah

11.078,00 m³. Volume balas ideal untuk setiap segmen 1 km adalah 1.531 m³ dan untuk segmen 200 m adalah 361 m³. Terdapat perbedaan 85,00 m³ antara perhitungan tersebut.

Tabel 8. Perbandingan volume balas eksisting dan ideal

No	Segmen	Volume Ideal	Volume Eksisting	Kekurangan Volume
1	KM 0+00 – 1+00	1.531 m ³	1.523 m ³	8 m ³
2	KM 1+00 – 2+00	1.531 m ³	1.525 m ³	6 m ³
3	KM 2+00 – 3+00	1.531 m ³	1.520 m ³	11 m ³
4	KM 3+00 – 4+00	1.531 m ³	1.527 m ³	4 m ³
5	KM 4+00 – 5+00	1.531 m ³	1.521 m ³	10 m ³
6	KM 5+00 – 6+00	1.531 m ³	1.518 m ³	13 m ³
7	KM 6+00 – 7+00	1.531 m ³	1.510 m ³	21 m ³
8	KM 7+00 – 0+200	361 m ³	349 m ³	12 m ³
Total				85 m ³

Sumber: Olahan penelitian

Berdasarkan analisis, diketahui bahwa di jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk masih ada selisih dalam jumlah yang diperlukan untuk balas sebanyak 85,00 m³.

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

Pembahasan Hasil dari Analisis Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan Bantalan dan Balas

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan sejumlah temuan penting tentang perawatan jalur kereta antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk. Kapasitas muat di jalur ini tercatat mencapai 9.705.168 ton setiap tahun, sehingga termasuk ke dalam jalur kereta kelas III. Dari analisis frekuensi pemeliharaan balas, ditemukan bahwa perawatan ini perlu dilakukan dua kali setiap bulan. Untuk bantalan, kebutuhan perawatan setiap tahun adalah 29 bantalan kayu dari total 293 bantalan, dan 230 bantalan beton dari total 11.524 bantalan. Di sisi lain, perbandingan antara kebutuhan dan ketersediaan volume balas menunjukkan ada kekurangan sebesar 421,00 m³. Rangkuman lengkap dari hasil perhitungan bisa dilihat di Tabel 4.23 di bawah ini:

Tabel 9. Rekap Hasil Analisis Kuantitas Kebutuhan Pemeliharaan

No	Komponen Analisis	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Daya angkut lintas (<i>passing tonnage</i>)	9.705.168 ton/tahun	Berdasarkan total angkutan kereta api per tahun di koridor
2	Kelas jalan rel	Kelas jalan rel III	Sesuai klasifikasi berdasarkan beban dan tonase
3	Frekuensi pemecokan balas	2 kali/bulan	Dilakukan rutin untuk menjaga kestabilan struktur jalan rel
4	Kebutuhan pemeliharaan bantalan kayu	29 bantalan/tahun	Proporsi sekitar 9,9% dari total keseluruhan bantalan kayu eksisting
5	Kebutuhan pemeliharaan bantalan beton	230 bantalan/tahun	Proporsi sekitar 2% dari total keseluruhan bantalan beton eksisting
6	Kebutuhan pemeliharaan volume balas	421,00 m ³	Perlu penambahan volume balas untuk memenuhi standar kebutuhan

Sumber: Olahan penelitian

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan diskusi yang sudah dilakukan, beberapa poin penting dapat disampaikan mengenai hasil analisis, antara lain:

Dari penelitian, terlihat bahwa jalur antara Stasiun Jakarta Kota dan Stasiun Tanjung Priuk merupakan tipe jalur kelas III. Selain itu, analisis menunjukkan kapasitas angkut lintasan mencapai 9.705.168 ton setiap

tahunnya. Pemeliharaan balas dilakukan dua kali sebulan, dan untuk kebutuhan pemeliharaan bantalan dalam setahun diperlukan 29 bantalan kayu dari total 293 bantalan dan 230 bantalan beton dari 11.524 bantalan yang ada. Di samping itu, analisis juga menunjukkan ada kekurangan volume balas sebesar 85,00 m³.

5. DAFTAR PUSTAKA

Kementerian Perhubungan Replubik Indonesia. 2011. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 31 Tahun 2011 tentang Standard dan Tata Cara Pemeriksaan Prasarana. Jakarta: Kementerian Perhubungan.

PT. Kereta Api Indonesia (Persero). 2012. Sistem Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana (Perjana). Bandung: Subdirektorat Track and Bridge

Riko, H,. (2009). Sistem Pemeliharaan Jalan Rel Kereta Api (Studi Kasus Koridor Stasiun. Duri-Stasiun Tangerang. Jurnal Transportasi.

Aulia, A.,R & Parikesit, D. (2017). Perencanaan Pemeliharaan Jalan Rel Daop VI Yogyakarta. Palembang: Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan.

Sugiyono, (2011). Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung Afabeta.