

ANALISIS KONDISI JALAN REL KERETA API PADA LINTAS SRAGEN-SOLO BERDASARKAN NILAI *TRACK QUALITY INDEKS* (TQI)

Zaini Muhtarom^[1], Silvia Yulita Ratih^[2]

^[1] Alumni Program Studi Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Surakarta
Email: arsenzainio07@gmail.com

^[2] Dosen Program Studi Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Surakarta
Email: vierahayu1125@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu cara menjaga alur pelayanan kereta api agar aman diperlukan tindakan pemeliharaan geometri jalan rel. Pemeliharaan alur jalan rel menggunakan penilaian *Track Quality Indeks* untuk menentukan titik petak atau koridor jalan rel yang diprioritaskan untuk diperbaiki. Metode penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif. Perhitungan *Track Quality Indeks* (TQI) jalan rel kereta api meliputi angkatan, pertinggian, lebar *spoor* dan listringan. Hasil perhitungan nilai TQI (manual) menghasilkan data angka total kumulatif indeks deviasi standar TQI = 21,6. Penghitungan TQI (mekanis) angka total kumulatif indeks deviasi standar TQI = 21,2. Berdasarkan hasil hitung TQI tersebut kondisi jalur rel kereta api dapat digolongkan kedalam kriteria indeks TQI tingkat II (deviasi standar 20 – 35) yakni jalan rel dapat dilewati oleh kereta api dengan kecepatan 80 – 100 km/jam. Pemeliharaan jalan rel berdasarkan nilai *Track Quality Indeks* (TQI) adalah perbaikan pada petak atau koridor rel yang mengalami kerusakan angkatan (*leveling*) di segmen 9, kerusakan listringan (*lining*) di segmen 7, kerusakan lebar *spoor* (*gauge*) di segmen 5,7 dan 10 dan kerusakan pertinggian (*cant*) di segmen 3.

Kata kunci: deviasi standar, kondisi jalan rel kereta api, pemeliharaan, *Track Quality Indeks*.

ABSTRACT

One way to keep the train service flow runs safely, maintenance of railroad geometry is required. Maintenance of railroad tracks uses the Track Quality Index assessment to determine which railroad compartments or corridors are prioritized for repair. The research method used is a quantitative research method. The calculation of the TQI of railroad tracks includes force, height, spoor width and lining. The results of the calculation of the TQI value (manual) give the cumulative total number of standard deviation index is 21.6. While the TQI calculation (mechanical) total cumulative number index standard deviation is 21.2. Based on the results of the TQI calculation, the condition of the railroad tracks can be classified into the criteria for the TQI level II (standard deviation of 20 - 35), namely that the railroad can be passed by trains at speeds of 80-100 km/hour. The railroad maintenance based on the TQI is the repairs to rail compartments or corridors that experience leveling damage in segment 9, lining damage in segment 7, wide damage spoor (gauge) in segments 5,7 and 10 and elevation damage (cant) in segment 3.

Keywords: *standard deviation, railroad condition, maintenance,, Track Quality Index.*

1. PENDAHULUAN

Pemeliharaan jalan rel merupakan kegiatan pengawasan, pemeriksaan dan perbaikan yang dilakukan oleh PT. Kereta Api Indonesia (KAI) untuk mempertahankan, memulihkan dan meningkatkan kualitas pelayanan jalan rel agar tetap dapat beroperasi. Pemeliharaan yang dilakukan oleh PT. Kereta Api terbagi atas dua kategori utama, yaitu: pemeliharaan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi (korektif). Pemeliharaan berkala adalah tindakan pencegahan (preventif) yang terdiri dari: pemeliharaan harian, bulanan dan tahunan. Pemeliharaan untuk mengembalikan fungsi (korektif) dilakukan apabila komponen pada lintas jalan rel dianggap tidak lagi memenuhi atau dapat mengganggu operasional kereta api sehingga diperlukan perbaikan hingga penggantian ataupun penambahan komponen guna penyesuaian kebutuhan lintas operasi (Peraturan Menteri Perhubungan No. 32 Tahun 2011).

Jalur rel kereta api lintas Sragen-Solo berada dalam wilayah pemangku Daerah Operasi (DAOP) 6 Yogyakarta merupakan jalur lintas utama. Untuk itu dalam rangka menjaga alur pelayanan kereta api agar berjalan aman, nyaman dan selamat maka diperlukan tindakan pemeliharaan geometri jalan rel. Pemeliharaan alur jalan rel menggunakan penilaian *Track Quality Indeks* untuk menentukan di titik petak/koridor jalan rel yang diprioritaskan untuk diperbaiki.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi jalan rel kereta api pada lintas Sragen-Solo dengan nilai *Track Quality Indeks* (TQI). Nilai tersebut dapat digunakan sebagai acuan pemeliharaan jalan rel yang memenuhi standar sesuai peraturan perundangan yang berlaku sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pelayanan angkutan kereta api. Ruang lingkup penelitian mengenai pemeriksaan kondisi jalan rel kereta api, pemeliharaan berkala dan tak terjadwal serta cara pelaksanaan pemeliharaan. Hasil pengolahan data yang ada dapat diketahui tentang kondisi tiap petak lintas berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dan rentang masa waktu untuk pemeliharaan baik insidental maupun terjadwal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perawatan jalan rel meliputi pemeriksaan kondisi jalan rel dan penyusunan program perawatan. Pemeriksaan kondisi jalan rel dilakukan sebagai tindakan awal untuk memperoleh data mengenai kondisi suatu petak lintas. Kondisi geometrik jalan rel yang baik sangat diperlukan untuk keamanan dan kenyamanan perjalanan kereta api. Beban lintas atau akibat peristiwa alam akan mengakibatkan perubahan bentuk geometri jalan kereta api. Penyimpangan yang terjadi diijinkan sepanjang tidak melampaui batas

toleransi yang diperlukan untuk keamanan perjalanan kereta api (Hastoro & Djoko, 2012).

Cacat titik lintasan kereta api dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu pertama, cacat struktur *track*, pada tipe kerusakan ini terdapat cacat struktur *track* terjadi ketika struktur dan sistem pendukung rel kereta api, yang terdiri dari bantalan tidur, sambungan, pengencang, pemberat, dan struktur dasar lainnya dalam kondisi gagal. Kedua, cacat geometri lintasan, yakni kerusakan yang bersifat cacat geometri lintasan yang timbul karena ketidakteraturan dalam berbagai ukuran geometri lintasan (Kurniawan, 2015).

Pemeliharaan yang dilakukan oleh PT. Kereta Api Indonesia (persero) terbagi atas dua kategori utama, yaitu pemeliharaan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi. Pemeliharaan berkala adalah tindakan pencegahan yang terdiri dari pemeliharaan harian, bulanan dan tahunan. Pemeliharaan untuk mengembalikan fungsi dilakukan apabila komponen pada lintas jalan rel dianggap tidak lagi memenuhi atau dapat mengganggu operasional kereta api sehingga diperlukan penggantian ataupun penambahan komponen guna penyesuaian kebutuhan lintas operasi (Peraturan Menteri Perhubungan No.32 Tahun 2011).

Pemeliharaan jalan rel yang dilakukan dapat berdasarkan hasil nilai *Track Quality Index* (TQI) atau berdasarkan daya angkut lintas/*passing tonnage* dan klasifikasi jalan kereta api (golongan UIC/*Union Internationale des Chemins defer* dan kelas jalan rel Indonesia). *Track Quality Indeks* pada umumnya digunakan untuk acuan pemeliharaan korektif. Berbeda dengan pemeliharaan preventif, pemeliharaan korektif bertujuan untuk memulihkan lintasan ke keadaan dimana dapat menjalankan fungsi yang diperlukan setelah pengenalan kesalahan. Pemeliharaan korektif adalah perbaikan cacat titik yang dilaporkan melalui inspeksi manual harian atau inspeksi trek terjadwal. Seiring waktu, kondisi titik rel kereta api dapat menurun dari kondisi baik menjadi tidak dapat digunakan, baik secara bertahap maupun tiba-tiba. Hal ini dapat terjadi karena tonase kumulatif, roda rusak, dan gaya impulsif di trek (Kurniawan, 2015).

Peraturan Menteri Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Rel Kereta Api menyatakan bahwa peran perawatan jalan rel adalah dengan mempertimbangkan keamanan, perawatan jalan rel bersifat mencegah (*preventive*), terkait dengan kenyamanan, perawatan jalan rel bersifat memperbaiki (*corrective*), dan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, solusi yang efektif harus dicari sehingga

dengan demikian keamanan dapat terjamin dan sekaligus menghindari kerusakan yang cepat.

Alamsyah (2003) menyatakan bahwa TQI berisi gambaran objektif pengukuran kondisi lintasan jalan rel. Indeks dihitung dari data yang dikumpulkan oleh kendaraan pengukur geometri *track* otomatis. Parameter geometri *track*. Dalam hal ini TQI adalah ringkasan statistik dari parameter geometri lintasan yang diukur pada panjang lintasan yang ditentukan dan secara efektif meringkas sejumlah besar pengukuran dari setiap parameter untuk segmen lintasan tertentu.

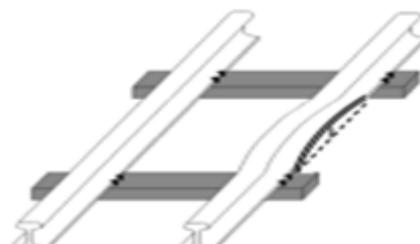
Dalam penelitian ini pemeliharaan jalan rel yang dilakukan dapat berdasarkan hasil nilai TQI dengan pertimbangan bahwa perbaikan cacat titik yang dilaporkan melalui inspeksi manual harian atau inspeksi cukup efektif meringkas sejumlah besar pengukuran dari setiap parameter untuk segmen lintasan tertentu untuk segera dapat diambil tindakan pemeliharaan yang sesuai.

Pemeriksaan kondisi geometri jalan rel dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara manual dan cara mekanis. Cara manual dilakukan secara langsung dengan menelusuri jalan rel berjalan kaki. Pemeriksaan kondisi geometri jalan rel secara mekanis adalah dengan menggunakan kereta ukur. Pemeriksaan kondisi dilakukan dengan alat pencatat yang terletak di dalam kereta ukur yang berjalan dengan kecepatan tertentu. Alat pencatat akan menghasilkan suatu nilai indeks yang menggambarkan kualitas dari geometri jalan rel. Umumnya, ada empat pengukuran geometri lintasan. Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh data empat variabel yang kemudian diolah dengan menghitung standar deviasi masing-masing parameter.

Empat parameter tersebut adalah:

a. Angkatan (*Leveling*)

Angkatan adalah perbedaan ketinggian antara permukaan atas rel pada satu titik dalam segmen jalur singgung. Nilai angkatan rel kanan dan kiri dihitung deviasinya sejarak 20 meter. Angkatan yang dimaksud adalah angkatan rata-rata memanjang. Kerusakan angkatan seperti pada Gambar 1.

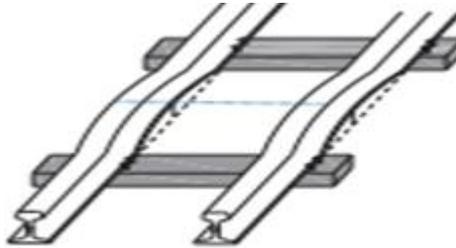


Gambar 1 Kerusakan Angkatan (*Leveling*)

Sumber: Alamsyah, 2003

b. Listringan (*Lining*)

Listringan (*Lining*) adalah keseragaman permukaan rel yang diukur dalam jarak pendek di sepanjang tapak rel. Listringan diukur setiap jarak 20 meter untuk rel kanan dan rel kiri. Kerusakan Listringan terlihat seperti Gambar 2.



Gambar 2 Kerusakan Listringan (*Lining*)
Sumber: Alamsyah, 2003

c. Lebar Jalur Rel (*Gauge*)

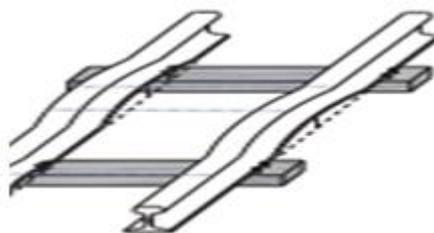
Gauge yaitu jarak antara kepala permukaan bagian dalam rel. Lebar jalur diukur dengan troli depan, tengah, dan belakang sejarak 20 meter. Ataupun diukur secara manual dengan teknik *waterpass* antara dua sisi lebar rel. Kerusakan Lebar Rel seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Kerusakan Lebar Rel (*Gauge*)
Sumber: Alamsyah, 2003

d. Pertinggian (*Cant*)

Pertinggian (*Cant*) adalah jumlah deviasi vertikal (dalam radian) antara dua rel datar dari nilai yang dirancang. Kerusakan pertinggian seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Kerusakan Pertinggian (*Cant*)
Sumber: Alamsyah, 2003

Parameter toleransi *Track Quality Indeks* setiap perubahan atau kerusakan jalan rel ditentukan berdasarkan ukuran standar yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Parameter Toleransi *Track Quality Indeks*

Parameter	Rentang Toleransi (mm)	
Lebar Jalur Rel (<i>Gauge</i>)		
- Lebar rel 1067 mm	- 2	+ 5
- Lebar rel 1435 mm	- 3	+ 3
Pertinggian (<i>Cant</i>)	- 7	+ 7
Angkatan (<i>Leveling</i>)	- 5	+ 5
Listringan (<i>Lining</i>)	- 5	+ 5

Sumber: Alamsyah, 2003

Pengambilan data ukur dilakukan sepanjang 10 segmen. Untuk pengukuran data angkatan, listringan, pertinggian lebar spoor, setiap satu segment mewakili panjang 200 meter, yang terdiri dari 10 titik pengukuran tiap 20 meter. Nilai pada setiap kategori tersebut ditampilkan dengan satuan panjang (millimeter), dari nilai tersebut terdapat pengelompokan kondisi jalan rel KA yang dibedakan menjadi 4 kategori seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Kategori Kondisi Jalan Rel KA

Total TQI	Kecepatan (km/jam)	Kategori
< 20	100 – 200	Baik Sekali
20 - 35	80 – 100	Baik
35 - 50	60 – 80	Sedang
> 50	< 60	Jelek

Adapun analisis penghitungan setiap parameter kerusakan rel diukur untuk menghitung deviasi standar dari tingkat kerusakan yang terjadi pada rel KA dengan menggunakan rumus seperti pada **Persamaan (1)**.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (1)$$

Keterangan:

- s = nilai deviasi standar
- $\sum x^2$ = jumlah nilai x dikuadratkan
- $\sum(x)^2$ = jumlah nilai x kuadrat
- n = jumlah data
- TQI = \sum Deviasi Standar x TQI *Multiplier*
- TQI *Multiplier* = 3

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian ini menitikberatkan pada nilai pengukuran *Track Quality Indeks* (TQI) dan pemeliharaan jalan rel. Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan berupa angkatan, pertinggian, lebar *spoor* dan listringan. Data sekunder seperti lengkungan, volume balas, dan drainase diperoleh dari PT. KAI Daerah Operasi VI Yogyakarta. Setelah data diperoleh kemudian dianalisis disesuaikan dengan standar teknis kelayakan jalan rel untuk menentukan metode pemeliharaan yang sesuai. Lokasi penelitian jalan rel Km 231+000 sampai dengan Km 233+000 berada di lintas Stasiun Sragen-Solo. Pengambilan data dilakukan antara jam 09.00 – 10.00 WIB yaitu pada saat kereta api yang melintas relatif tidak sering.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran terhadap kerusakan rel yang terjadi pada km 231+000 sampai dengan km 233+000 lintas Sragen - Solo seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Kerusakan Rel Setiap Segmen

No. Titik Data Ukur	Angkatan		Listringan		Lebar <i>Spoor</i>		Pertinggian		
	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)		
Segmen 1									
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1	0	0	0
6	3	9	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	2	4	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Segmen 2									
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	1	1	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2	4	0	0	0	0	1	1	1
16	0	0	1	1	1	1	0	0	0
17	0	0	4	16	0	0	0	0	0
18	3	9	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	1	1	0	0	2	4	4
20	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Segmen 3									
21	0	0	1	1	1	1	1	1	1
22	0	0	1	1	1	1	2	4	4
23	0	0	0	0	0	0	7	49	49

Tabel 3 Kerusakan Rel Setiap Segmen (Lanjutan)

No. Titik Data Ukur	Angkatan		Listringan		Lebar <i>Spoor</i>		Pertinggian	
	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)	
24	2	4	0	0	0	0	9	81
25	0	0	0	0	0	0	6	36
26	0	0	0	0	0	0	7	49
27	0	0	0	0	0	0	5	25
28	0	0	0	0	0	0	5	25
29	1	1	3	9	0	0	2	4
30	1	1	1	1	0	0	1	1
Segmen 4								
31	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0
33	1	1	1	1	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	2	4
35	2	4	0	0	0	0	0	0
36	0	0	3	9	2	4	0	0
37	0	0	2	4	2	4	1	1
38	1	1	1	1	0	0	0	0
39	1	1	4	16	0	0	0	0
40	0	0	3	9	1	1	0	0
Segmen 5								
41	1	1	2	4	7	49	0	0
42	1	1	0	0	6	36	0	0
43	1	1	1	1	5	25	0	0
44	2	4	1	1	7	49	0	0
45	0	0	0	0	8	64	0	0
46	0	0	0	0	5	25	0	0
47	0	0	0	0	1	1	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0
49	1	1	0	0	0	0	0	0
50	1	1	0	0	0	0	0	0
Segmen 6								
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	1	1	1	1	1	1
53	0	0	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	0	0	0	0
55	4	16	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	1	1	1	1	0	0
60	0	0	1	1	1	1	0	0
Segmen 7								
61	0	0	6	36	2	4	0	0
62	1	1	9	81	7	49	0	0
63	1	1	6	36	5	25	0	0
64	1	1	5	25	7	49	0	0
65	0	0	7	49	7	49	0	0
66	0	0	5	25	5	25	0	0
67	1	1	5	25	6	36	0	0
68	0	0	6	36	1	1	0	0
69	0	0	2	4	1	1	1	1
70	1	1	0	0	0	0	1	1

Tabel 3 Kerusakan Rel Setiap Segmen (Lanjutan)

No. Titik Data Ukur	Angkatan		Listringan		Lebar <i>Spoor</i>		Pertinggian		
	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	(x)	(x ²)	
	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)		
Segmen 8									
71	0	0	0	0	1	1	0	0	
72	0	0	0	0	0	0	0	0	
73	1	1	0	0	1	1	0	0	
74	1	1	0	0	0	0	0	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	
76	0	0	0	0	0	0	2	4	
77	0	0	1	1	0	0	1	1	
78	0	0	1	1	0	0	0	0	
79	1	1	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	1	1	0	0	
Segmen 9									
81	3	9	3	9	1	1	0	0	
82	5	25	1	1	0	0	0	0	
83	5	25	1	1	1	1	0	0	
84	6	36	0	0	0	0	0	0	
85	6	36	0	0	1	1	3	9	
86	7	49	1	1	2	4	0	0	
87	7	49	1	1	0	0	0	0	
88	5	25	1	1	0	0	0	0	
89	1	1	1	1	1	1	0	0	
90	1	1	1	1	0	0	1	1	
Segmen 10									
91	0	0	1	1	1	1	0	0	
92	0	0	0	0	3	9	1	1	
93	1	1	0	0	7	49	0	0	
94	0	0	1	1	6	36	0	0	
95	0	0	0	0	4	16	0	0	
96	0	0	0	0	2	4	0	0	
97	2	4	0	0	0	0	1	1	
98	0	0	1	1	0	0	0	0	
99	0	0	1	1	0	0	0	0	
100	0	0	0	0	0	0	0	0	
Σ	86	330	104	422	128	634	68	312	

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa pengukuran lebar *spoor*, angkatan, listringan dan pertinggian setiap segmen berbeda-beda hasilnya. Contoh pada segmen 1 hasil kerusakan angkatan, listringan, lebar *spoor* dan pertinggian di bawah 50 mm. Pada segmen 10 hasil lebar *spoor* lebih dari 50 mm. Hasil perhitungan deviasi standar berdasarkan data yang telah didapatkan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Deviasi Standar Setiap Parameter

	Angkatan	Listringan	Lebar <i>Spoor</i>	Pertinggian
Deviasi Standar (DS)	1,61	1,78	2,18	1,64

$$TQI = \sum \text{Deviasi Standar} \times TQI \text{ Multiplier}$$

$$\begin{aligned} TQI &= (\text{DS angkatan} + \text{DS listringan} + \text{DS lebar } spoor + \text{DS pertinggian}) \times TQI \text{ Multiplier} \\ &= (1,61 + 1,78 + 2,18 + 1,64) \times 3 \end{aligned}$$

$$TQI = 21,6$$

Sebagai bahan pembandingan bahwa nilai perhitungan TQI tiap parameter dengan manual dan hasil TQI tiap parameter dengan Kereta Ukur EM-120 diperoleh hasil TQI dengan nilai 21,2. Berdasarkan hasil pengukuran TQI manual sejumlah 21,6 dan TQI mekanis sejumlah 21,2 sehingga dapat diketahui bahwa kondisi rel kereta api tergolong ke dalam golongan lintasan rel kategori II (baik) yakni hasil hitung berada di kisaran angka 20 – 35. Golongan ini menandakan bahwa lintasan rel kereta api dapat dilalui oleh kereta api penumpang dan kereta api barang dengan rata-rata kecepatan normal 80 – 100 km/jam.

Lokasi jalan rel Km 231+000 sampai dengan Km 233+000 sebelum dilakukan pengambilan data belum ada kejadian khusus yang perlu dilakukan tindakan segera misalnya pernah terendam air atau terjadi longsor. Pemeliharaan rutin sebelumnya sudah dilakukan dengan lokasi kerusakan dan jenis kerusakan yang berbeda. Riwayat pemeliharaan sebelumnya dilintas tersebut dilakukan pemeriksaan terjadwal sebagai berikut:

1. Berjalan kaki dua kali dalam sehari.
2. Petugas lokrit setiap minggu sekali.
3. Kereta ukur setiap tiga bulan sekali.

Perawatan akan dilakukan jika hasil pemeriksaan terjadi kerusakan. Untuk pemeliharaan rutin dilakukan berulang minimal 6 bulan sekali. Jika kurang dari enam bulan terjadi kerusakan yang sama akan dilakukan evaluasi untuk mencari faktor lain penyebab terjadinya kerusakan tersebut.

Titik – titik kerusakan angkatan (*leveling*) yang perlu diperbaiki karena mengalami perubahan struktur geometri rel kereta api berada di segmen 9. Pada titik pemeriksaan ditemukan anomali atau perubahan dari ukuran normal seperti pada 82 sampai 88 ditemukan perubahan ukuran anantara 5 sampai 7 mm. Setelah ditemukan adanya perubahan pada ukuran rel maka dilakukan perbaikan. Perbaikan angkatan (*levelling*) rel kereta api dilakukan dengan teknik dongkrak. Pada bagian yang mengalami perubahan ukuran didongkrak untuk dikembalikan pada ukuran semula. Pada titik yang sama diratakan pertinggian rel dengan rel sebelahnya dengan menggunakan mistar timbang (*waterpass*). Pada titik yang sama untuk memperkuat posisi rel dilakukan

pemecokan untuk memadatkan balas di bawah bantalan sehingga tercapai titik yang diharapkan. Selain dilakukan pemecokan secara vertical dilakukan juga pemecokan/angkatan arah vertikal.

Titik – titik kerusakan listringan (*lining*) yang perlu diperbaiki karena mengalami perubahan struktur geometri rel kereta api berada di segmen 7. Pada titik pemeriksaan listringan (*lining*) ditemukan anomali atau perubahan dari ukuran norma. Pada pelaksanaan pemeliharaan rel jalan terkait dengan pekerjaan listringan (*lining*) dilaksanakan dengan teknik pengangkatan dan pemecokan (*tamping*) jalan rel tiap 3 m. Pemecokan batu balas pada titik-titik pengangkatan (baik dengan alat manual blincong atau semi mekanis *handy tie tamping*) segera dilakukan setelah dilakukan pengukuran dan pengangkatan jalan dengan dongkrak. Hal ini bertujuan agar kedudukan tidak berubah serta memperbaiki struktur batu *balas* pada pinggiran bantalan agar dapat menahan gaya lateral dari rel.

Pada pemeriksaan lebar *spoor* ditemukan perubahan ukuran melebar dan menyempit pada segmen 5, 7 dan 10. Jika mengacu pada ukuran standar maka lebar perubahan di titik-titik sebesar ≥ 5 mm, maka untuk itu harus dilakukan perbaikan. Cara melakukan pelebaran atau penyempitan lebar *spoor* dengan teknik dongkrak. Di mana bagian yang mengalami anomali di dorong keluar atau masuk agar mencapai ukuran yang diinginkan. Pemeliharaan lebar *spoor* dilakukan untuk menjaga agar kondisi lebar jalan kereta api tetap dalam kondisi yang baik sehingga operasi kereta api dapat berjalan dengan lancar. Bentuk kerusakan lebar *spoor* berupa bentuk yang melebar atau menyempit.

Titik – titik kerusakan pertinggian (*cant*) yang perlu diperbaiki karena mengalami perubahan struktur geometri rel kereta api berada di segmen 3. Perawatan pertinggian (*cant*) rel kereta api dilakukan dengan mengangkat titik rendah dengan dongkrak. Setelah itu dilakukan pemecokan, kemudian dilakukan pemadatan balas dibawah bantalan hingga tercapai tinggi yang diharapkan. Pada tahap pemecokan harus dipastikan bahwa balas yang telah dirapikan betul – betul padat dan dapat menjadi landasan penyangga yang kuat terhadap bantalan dan jalan rel.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi jalan rel kereta api dengan nilai *Track Quality Indeks* di jalan rel kereta api pada lintas Sragen-Solo adalah sebagai berikut:
 - a. Penghitungan TQI dengan menggunakan metode manual menghasilkan data yang menunjukkan standar deviasi listringan sebesar 1,78; angkatan sebesar 1,61; pertinggian sebesar 1,64 dan kerusakan lebar *spoor* sebesar 2,18. Angka total kumulatif indeks TQI pada jalan rel berada pada angka 21,6. Penghitungan TQI dengan menggunakan metode mekanis (kereta ukur jalan rel EM – 120) menghasilkan TQI pada jalan rel berada pada angka 21,2.
 - b. Besaran angka 21,6 pada hitungan TQI manual dan angka sebesar 21,2 pada hitungan TQI mekanis dapat digolongkan kedalam kriteria indeks TQI PT KAI tingkat II (standar deviasi 20 – 35) yakni jalan rel dapat dilewati oleh kereta dengan kecepatan 80 – 100 km/jam. Dengan demikian kondisi rel berada dalam kondisi baik dan dapat dilewati oleh kereta api dengan kecepatan normal.
2. Lokasi jalan rel pada lintas tersebut sebelum dilakukan pengambilan data belum ada kejadian khusus yang perlu dilakukan tindakan segera. Untuk pemeliharaan sudah rutin dilakukan dengan lokasi kerusakan dan jenis kerusakan yang berbeda. Pemeliharaan jalan rel berdasarkan nilai *Track Quality Index* pada lintas Sragen-Solo adalah perbaikan pada petak/koridor rel yang mengalami kerusakan angkatan (*leveling*), kerusakan listringan (*lining*), kerusakan lebar *spoor* (*gauge*) dan kerusakan pertinggian (*cant*). Solusi mengatasi kerusakan jalan rel tersebut adalah dengan tindakan pemeliharaan korektif yakni pemeliharaan yang bersifat memperbaiki kerusakan jalan rel pada saat dibutuhkan (*on time*) pada petak/koridor yang mengalami kerusakan (*on site*).

5.2 Saran

Pemeriksaan rutin di setiap segmen harus dilaksanakan sesuai jadwal yang sudah ditentukan dengan mempertimbangkan jika ditemukan kerusakan yang sama di lokasi yang sama dan jangka waktu kerusakan dengan kerusakan sebelumnya kurang dari enam bulan untuk mencari factor lain penyebab kerusakan pada lokasi tersebut sebagai bahan pertimbangan bagi kegiatan pemeliharaan dilapangan berikutnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Alamsyah, A. A., (2003). *Rekayasa Jalan Rel*, Bayumedia, Malang.
2. Anonim, (2012). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Rel Kereta Api*, Jakarta.

3. Anonim, (2011). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian, Jakarta.
4. Arbie, (2015). Evaluasi Kelaikan Jalan Rel Kereta Api Lintas Bogor-Sukabumi, *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 17(1), 55–64. Jakarta.
5. Arisma Havino Wantana, Hera Widyastuti, Catur Arif Prastyanto, (2021), Prediksi Nilai Track Quality Index (TQI) Berdasarkan Data Frekuensi dan Beban Lalu Lintas untuk Lebar Sepur 1067.
6. Badi'atul Munawaroh, Imam Cholissodin. M. Ali Fauzi, (2016), Klasifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Rel Kereta Api Menggunakan Metode *Support Vector Machine* (SVM) (Studi Kasus: Jalan Rel 8.16 Malang), *Repository Jurnal Mahasiswa*, Volume 7 – No 32, PTIIK UB.
7. Esveld, C. (1989). *Modern Railway Track*, MRT Publication, Germany.
8. Fistcar, W.A., Widyastuti, H., Iranata, D., & Prastyanto, C.A. (2020). Pengaruh Parameter *Track Quality Indeks* (TQI) Terhadap Perilaku Bantalan Beton. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 131. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v18i1.6274>
9. Hastoro Pamulung Sumbowo, Djoko Murwono, (2012). Evaluasi Sistem Perawatan Jalan Rel Lintas Stasiun Kutoarjo- Stasiun Tugu, Tesis S2 Mag. S. & T.Transportasi, UGM, Yogyakarta.
10. Ihlas, A., (2017). Analisis Kerusakan Rel Kereta Api Angkutan Batubara. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 7(1), 7. <https://doi.org/10.37209/jtbtt.v7i1.89>
11. Jaya, F.H. (2018). Evaluasi Struktur Atas Komponen Jalan Rel Berdasarkan *Passing Tonnage* (Studi Kasus: Jalan Rel Lintas Tanjung Karang-Bekri), *Tapak Vol. 8 No. 1*, 8(1), 33–45.
12. Karunianingrum, D. I., & Widyastuti, H., (2020). Penilaian Indeks Kualitas Jalan Rel (*Track Quality Index*) berdasarkan Standar Perkeretaapian Indonesia (Studi Kasus: Cirebon-Cikampek). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 81. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v18i1.5710>
13. Kurniawan, Wahyu. (2015). Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil *Track Quality Indeks* (TQI) (Studi kasus: Lintas Manggarai - Bogor). Skripsi, Universitas Ibn Khaldun. Bogor.
14. Rosyidi, S. A., (2015). *Rekayasa Jalan Kereta Api*, LP3M Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
15. Wahab, Wilton & Afriyani, Sicilia (2017). Analisis Kelayakan Konstruksi Bagian Atas Jalan Rel Dalam Kegiatan Revitalisasi Jalur Kereta Api Lubuk Alung-Kayu Tanam (Km 39,699-Km 60,038), *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 4(2), 1–8.