

Petak Prioritas Perbaikan Jalur Kereta Api Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Menggunakan *Track Quality Index*

Arinda Leliana^{1*}, Anandita Estyas Cahyaningrum¹, Pramudi¹

¹⁾ Manajemen Transportasi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jl. Tirta Raya, Kota Madiun, Jawa Timur

*Corresponding Author's email: arinda@ppi.ac.id

Diterima : 24 November 2024
Direvisi : 24 Maret 2025

Disetujui : 25 Maret 2025
Diterbitkan : 30 Mei 2025

Abstract: *The Track Quality Index is the reading of the gauge to determine the quality of the track, the higher the TQI value, the more severe the level of damage to a track will be. The government's steps to reduce the number of train accidents, especially those caused by derailments, the limited number of gauge trains owned by the government is one of the existing problems. The number of gauge trains owned by the Directorate General of Railways is 4 gauge trains spread across Java Island, Sumatra Island and Sulawesi Island. This causes the identification of damage to the rail road due to a decrease in the quality of traffic that is not optimal. Thus, a more effective measure is needed to predict the value of the Track Quality Index (TQI) of a railroad crossing other than using data read from the operation of a gauge train. This research was conducted as an alternative equation to make it easier to predict values Track Quality Index (TQI), and determine the location of priority repairs to the railroad tracks so that maintenance can be carried out properly, and the safety aspects of the facilities when crossing the railroad are safe. Based on the results of research on the quality of the traffic on the Rangkasbitung-Tanah Abang line in 2020-2022, it is included in category II for $20 < TQI \leq 35$ with good conditions, so that this line can be traversed by trains with speeds of 80-100 km/hour. The Track Quality Index (TQI) score with the highest score is on the Rangkasbitung-Tanah Abang route located on the KM 42+27 to 42+0 road plot with a Track Quality Index (TQI) value of 84.2 which is included in category IV with dangerous conditions. This condition requires very immediate repair of damage to the lift, electricity, and elevation. Then there are 42 other points with category IV which are included in the first priority to be repaired very soon.*

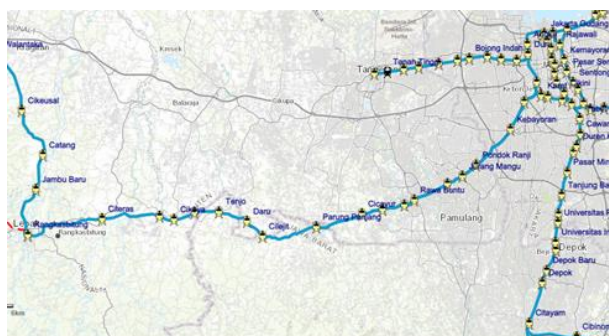
Keywords : *Track Quality Index (TQI); Improvement Priority; Cross Quality Index Value.*

Abstrak: Indeks Mutu Lintasan merupakan pembacaan alat ukur untuk mengetahui kualitas lintasan, semakin tinggi nilai *Track Quality Indeks (TQI)* maka semakin parah pula tingkat kerusakan suatu lintasan. Langkah pemerintah dalam menekan angka kecelakaan kereta api, khususnya yang disebabkan oleh tergelincirnya kereta api, terbatasnya jumlah kereta api yang dimiliki pemerintah menjadi salah satu permasalahan yang ada. Jumlah kereta api gauge yang dimiliki Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebanyak 4 kereta api gauge yang tersebar di Pulau Jawa, Pulau Sumatera, dan Pulau Sulawesi. Hal ini menyebabkan teridentifikasinya kerusakan pada jalan kereta api akibat penurunan kualitas lalu lintas yang tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara yang lebih efektif untuk memprediksi nilai Indeks Mutu Lintasan (TQI) suatu perlintasan kereta api selain menggunakan data yang dibaca dari pengoperasian kereta api pengukur. Penelitian ini dilakukan sebagai persamaan alternatif untuk memudahkan dalam memprediksi nilai TQI, dan menentukan lokasi prioritas perbaikan rel kereta api agar pemeliharaan dapat terlaksana dengan baik, dan aspek keselamatan fasilitas pada saat melintasnya jalur kereta api aman. Berdasarkan hasil penelitian kualitas lalu lintas jalur Rangkasbitung-Tanah Abang tahun 2020-2022 termasuk dalam kategori II untuk $20 < TQI \leq 35$ dengan kondisi baik, sehingga jalur ini dapat dilalui kereta api dengan kecepatan 80- 100 km/jam. Nilai TQI dengan nilai tertinggi terdapat pada jalur Rangkasbitung-Tanah Abang yang terletak pada ruas jalan KM 42+27 s/d 42+0 dengan nilai TQI sebesar 84,2 yang termasuk dalam kategori IV dengan kondisi berbahaya. Kondisi ini memerlukan perbaikan segera terhadap kerusakan lift, kelistrikan, dan elevasi. Kemudian ada 42 titik lainnya dengan kategori IV yang masuk prioritas pertama untuk segera diperbaiki.

Kata kunci : *Track Quality Index (TQI); Prioritas Perbaikan; Nilai Indeks Kualitas Lintas.*

1. PENDAHULUAN

Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang merupakan salah satu lintas tersibuk dalam melayani berbagai aktivitas penumpang. **Gambar 1** [1] menunjukkan ilustrasi lintas Rangkasbitung-Tanah Abang yang membentang dari Stasiun Rangkasbitung di Kabupaten Lebak, Banten, hingga Stasiun Tanah Abang di Jakarta Pusat. Rute ini merupakan jalur Commuter Line yang menghubungkan wilayah barat Jabodetabek. Aktivitas masyarakat seperti bekerja, berdagang, sekolah banyak penumpang yang menggunakan jasa Kereta Rel Listrik (KRL). Jumlah perjalanan pulang-pergi KRL lintas Rangkasbitung-Tanah Abang dalam sehari mencapai 96 perjalanan. Tahun 2017 jumlah perjalanan lintas Rangkasbitung-Tanah Abang dalam sehari merupakan 197 perjalanan. Pada tahun 2024 jumlah perjalanan per hari pada lintas ini mengalami peningkatan hingga mencapai 205 perjalanan [2]. Panjang jalan rel dari Rangkasbitung-Tanah Abang merupakan 72,769 km [3]. Lintas ini memiliki ukuran lebar sepur (rail gauge) 1067 mm [4] dan tergolong pada kelompok sepur sempit [5].



Sumber: ArcGis Online, diakses Mei 2023

Gambar 1. Gambar Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang

Lalu lintas perjalanan kereta api akan mengalami peningkatan terus menerus seiring dengan berkembangnya sektor industri [6]. Meningkatnya jumlah perjalanan kereta api dapat menyebabkan penurunan kualitas lintas. Penurunan kualitas lintas dapat mempengaruhi kondisi titik rel kereta api yang semula kondisi baik menjadi tidak dapat digunakan. Banyaknya daya angkut lintas yang melintasi jalur, roda rusak, dan gaya impulsif di trek dapat mempengaruhi menurunnya kualitas lintas [7]. Penurunan kualitas lintas dapat menyebabkan gangguan perjalanan kereta api seperti kecelakaan [8].

Menurut data dari Direktorat Jendral Perkeretaapian pada tahun 2020 hingga tahun 2023 telah terjadi 29 kejadian kecelakaan. Kecelakaan anjlokkan menempati salah satu kejadian terbanyak selama kurun waktu 2020 hingga 2023. Anjlokkan merupakan peristiwa jatuhnya sarana di atas rel yang disebabkan oleh sarana kereta api

yang tidak dapat berjalan dengan aman serta keluar jalur akibat adanya gangguan mekanis seperti rel patah, penurunan pendukung komponen struktur rel yaitu penambat dan bantalan rel yang sudah tidak berfungsi lagi dengan baik [5].

Dalam kurun waktu 4 tahun terakhir mulai tahun 2020 hingga 2023 telah terjadi 4 kali kejadian anjlokkan pada lintas Rangkasbitung-Tanah abang. Perjalanan kereta api yang sedang tidak aman terjadi pada saat posisi kereta yang keluar dari rel dan menyebabkan anjlokkan [9]. Berdasarkan data hasil rekapitulasi dari Direktorat Keselamatan Perkeretaapian [10] pada **Tabel 1**, penyebab anjlokkan pada lintas Rangkasbitung-Tanah abang disebabkan oleh kerusakan prasarana seperti kerusakan rel (rel patah), kerusakan pada bantalan, dan kerusakan pada penambat.

Tabel 1. Kejadian Anjlokan Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang tahun 2020-2023

Kejadian	Lintas	Letak	Penyebab
14 Januari 2020	Rangkasbitung-Ciretas	Km 77+4/3	Belum diketahui
5 Desember 2021	Emplasemen Stasiun Sudimara	Emplasemen stasiun	Kerusakan prasarana (Bantalan, penambat) dan kerusakan sarana
16 Februari 2022	Daru-Parungpanjang	Km 47+0	Prasarana
19 Februari 2023	Parungpanjang -Cisauk	Km 40+200	Prasarana (Rel Patah)

Sumber: Direktorat Keselamatan Perkeretaapian, 2023

Turunnya kualitas jalan rel dipengaruhi dari angkatan, listrigan, pertinggian, dan lebar sepur. Aspek tersebut merupakan beberapa faktor parameter geometri. Nilai yang dihasilkan dari parameter geometri tersebut memberikan ukuran segmen secara keseluruhan kualitas yang juga disebut dengan Indeks Kualitas Lintas atau Track Quality Index (TQI). Nilai standar TQI yang digunakan untuk menilai kualitas jalan rel meliputi 4 parameter pengukuran angkatan, listrigan, pertinggian, dan lebar sepur [11]. Standar deviasi akan memberikan penilaian kualitas lintas hasil dari gambaran umum seluruh kualitas lintas [6].

Identifikasi kerusakan jalan rel yang disebabkan oleh penurunan kualitas lintas [11] dapat diukur dengan kereta ukur. Kendaraan inspeksi rel yang digunakan untuk menguji beberapa parameter geometris lintasan seperti posisi rel, kelengkungan rel, kesejajaran batang rel, keluwesan jalan rel, kelandaian, serta peninggian jalan yaitu Kereta Ukur Jalan Rel (KUJR) [7]. Pengambilan data dilakukan setiap 25 cm, kemudian setiap 200 m dilakukan perataan Track Quality (kilometer/device) [12]

dalam panjang tertentu untuk hasil pelaporan kerusakan. Pengambilan data ukur dalam satu segmen sepanjang 40 meter mewakili angkatan, listringan, dan pertinggian. Data lebar sepur satu segmen mewakili panjang 20 meter.

Kereta ukur yang digunakan oleh pihak operator di Indonesia yaitu Kereta Ukur EM-120 [7]. **Gambar 2** [13] merupakan unit kereta ukur EM-120, kereta ukur ini mempunyai penggerak sendiri dengan kekuatan 380 KW atau 520 HP dengan generator untuk catu daya listriknya 40 KVA dan 4 unit AC beserta peralatan yang dipergunakan untuk mengukur kondisi geometri dan akselerasi jalan rel. Kereta ukur dapat dioperasikan dengan kecepatan maksimum 120 km/jam. Kecepatan ini tidak berpengaruh pada hasil pengukuran kondisi geometri. EM-120 mempunyai tiga bogie dengan jarak antara bogie 5 m. Bogie depan dan belakang adalah bogie yang terikat pada rangka kereta dan menanggung beban berat kereta. Bogie tengah bebas tidak terikat pada rangka serta tidak menanggung beban berat kereta.



Sumber: Railway Enthusiast Digest, diakses Mei 2023

Gambar 2. Kereta Ukur EM 120

Kereta ukur yang dimiliki pemerintah saat ini sebanyak 4 kereta ukur dan tersebar di Pulau Jawa, Sumatera, dan Sulawesi [14]. Selain menggunakan data hasil baca dari pengoperasian kereta ukur diperlukan langkah yang lebih efektif untuk memprediksi nilai TQI suatu lintas jalan rel. Indeks kualitas lintas jalan rel harus sesuai dengan standar perkeretaapian Indonesia yang merupakan nilai standar yang digunakan operator kereta api dalam menentukan kualitas suatu lintas jalan rel. Penentuan petak prioritas perbaikan jalan rel berdasarkan prosedur pengujian jalan rel serta standar kualitas dari Perjana 8A. Berdasarkan Perjana 8A [15] kategori standar nilai TQI terdiri dari 4 kategori yaitu kategori I baik sekali dimana tindakan yang dapat dilakukan cukup dengan pemeliharaan. Kategori II baik dengan tindakan perbaikan perawatan pada jalan rel. Kategori III sedang dengan tindakan perbaikan segera agar kerusakan jalan rel tidak menjadi lebih parah. Kategori IV jelek dengan perbaikan sangat segera agar dilakukan pencegahan dari timbulnya bahaya yang dapat terjadi dikarenakan kondisi yang sudah parah.

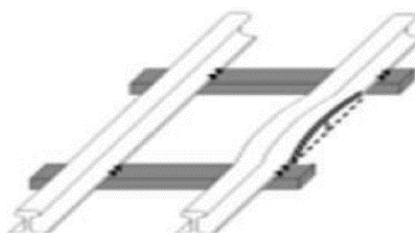
Nilai TQI yang didapat akan mempermudah

menentukan letak prioritas perbaikan jalur kereta api sehingga pemeliharaan dapat dilakukan dengan mudah. Pemeliharaan yang dilakukan dengan baik akan memberikan aspek keselamatan sarana pada saat melintasi jalan rel menjadi lebih aman. Terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi masyarakat dalam menggunakan transportasi umum, seperti aspek keselamatan, keamanan, kehandalan, kenyamanan, kebersihan, waktu tempuh, biaya dan aksesibilitas [16]. Keselamatan merupakan salah satu aspek masyarakat dalam memilih moda transportasi. Apabila aspek keselamatan tidak terpenuhi, maka penumpang akan merasa kurang nyaman pada saat menggunakan transportasi umum tersebut.

Nilai TQI didapatkan melalui sejumlah parameter geometri lintas yang mencerminkan kondisi fisik jalan rel. Beberapa parameter utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah angkatan, listringan lebar sepur, dan pertinggian [11]. Masing-masing parameter ini merepresentasikan aspek spesifik dari kestabilan dan keausan lintasan rel yang dapat berdampak langsung terhadap keselamatan perjalanan.

a). Angkatan

Perbedaan ketinggian antara satu titik dalam segmen jalur singgung terhadap permukaan atas rel disebut dengan angkatan [11], seperti ilustrasi pada **Gambar 3** [17]. Pengukuran angkatan rata-rata memanjang akan terjadi pada saat kerusakan pada bogie bagian tengah. Bogie akan naik maupun turun yang akan membuat jarak antara as bogie tengah dengan garis hubung as bogie depan dan bogie belakang sebesar kerusakan yang terjadi.



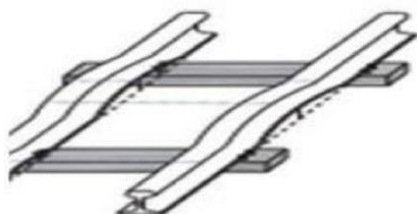
Sumber: Alamsyah & Alik, 2023

Gambar 3. Kerusakan Angkatan Jalan Rel (Track Lifting)

b). Listringan

Sepanjang tapak rel yang keseragaman permukaan rel nya diukur dalam jarak pendek disebut dengan listringan [18]. **Gambar 4** [17] menggambarkan bagaimana kerusakan listringan jalan rel pada bagian struktur penopang yang berada di sisi jalur rel. Alignment atau listringan akan terjadi dikarenakan pengaruh oleh frekuensi dan daya angkut lintas [11]. Roda ukur bagian tengah kereta ukur digunakan untuk mengukur kelistringan. Pada gandar teleskopis roda yang terpasang

tidak saling mengikat dibagian kanan dan kiri. Roda akan selalu menempel pada rel karena diberi tekanan kea rah luar. Pelebaran dan penyempitan akan terjadi apabila roda telah menyesuaikan dengan rel [19]. Perubahan listringan diukur menggunakan alat transducer yang selanjutnya dilakukan perbandingan dengan perubahan yang terjadi pada roda ukur bagian depan dan roda ukur bagian belakang sehingga membentuk anak panah.

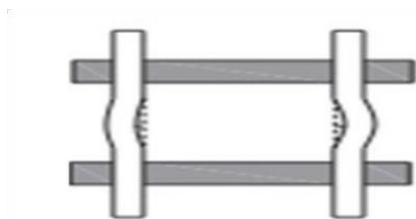


Sumber: Alamsyah & Alik, 2023

Gambar 4. Kerusakan Listringan Jalan Rel Pada Bagian Struktur Penopang Yang Berada Di Sisi Jalur Rel

c). Lebar Sepur

Rail gauge atau lebar sepur, seperti pada **Gambar 5** [17] merupakan jarak antara kepala permukaan bagian dalam rel [18]. Lebar sepur adalah jarak terpendek diantara kedua kepala rel yang diukur dari sisi dalam kepala rel yang satu sampai sisi dalam kepala rel lainnya [5]. Setiap negara memiliki lebar sepur yang berbeda yang digunakan pada wilayah jalurnya masing-masing. Indonesia menggunakan 2 jenis lebar sepur yaitu jenis 1067 dan 1435 [4]. Lebar sepur yang digunakan pada jalur lintas Rangkasbitung-Tanah abang yaitu lebar sepur 1067 mm yang termasuk dalam kelompok sepur sempit.



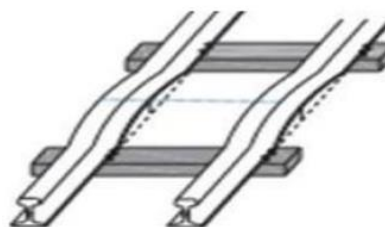
Sumber: Alamsyah & Alik, 2023

Gambar 5. Kerusakan Lebar Sepur Jalan Rel (Track Gauge)

d). Peninggian

Dalam radian jumlah deviasi vertical diantara dua rel datar dari nilai yang dirancang disebut dengan peninggian [18], seperti ilustrasi pada **Gambar 6** [17]. Peninggian rel diperlukan untuk memberikan keseimbangan pada saat terjadi gaya sentrifugal saat kereta ukur memasuki lengkung horisontal. Akibat dari gaya sentrifugal kereta akan terlempar keluar dari lengkung [4]. Pengukuran peninggian dilakukan menggunakan alat rate gyro dan inclinometer (pengukur kemiringan). Alat ini dipasang pada badan rangka bawah

di atas bogie tengah. Penggunaan alat ini untuk mengukur beda tinggi rel kiri dan rel kanan. Inclinometer hanya bekerja pada saat melewati jalan lurus. Pada saat lengkung, rate gyro akan mengkompensasi gaya sentrifugal yang mempengaruhi inclinometer, sehingga data kemiringan relative akan dihasilkan dari inclinometer [6].



Sumber: Alamsyah & Alik, 2023

Gambar 6. Kerusakan Peninggian Jalan Rel (Track Bed Damage) Pada Bagian Struktur Penopang Bawah Rel

Penilaian kualitas lintas dilakukan berdasarkan standar deviasi dari setiap parameter untuk menentukan apakah suatu lintas masih dalam kondisi aman atau perlu dilakukan perbaikan segera [5,15]. Melalui pengukuran parameter-parameter tersebut menggunakan kereta ukur, kondisi lintas dapat dievaluasi secara berkala dan sistematis. Hasil pengukuran menjadi dasar dalam memetakan titik-titik kritis dan menetapkan strategi pemeliharaan yang tepat. Sehingga, fokus penelitian ini adalah mengkaji nilai indeks kualitas lintas berdasarkan standar perkeretaapian Indonesia dan memprediksi petak prioritas perbaikan jalur kereta api pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan informasi terkait program perbaikan jalan rel lintas Rangkasbitung-Tanah abang.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian merupakan lintas Rangkasbitung-Tanah abang dengan panjang jalan rel 72,769 km. Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan metode TQI berdasarkan standar perkeretaapian Indonesia. Data dan informasi yang diperoleh kemudian dilakukan identifikasi indeks kualitas lintas. Nilai TQI di hitung dari data hasil baca kereta ukur. *Track Quality Index* (TQI) adalah nilai standar yang digunakan untuk menilai kualitas jalan rel. TQI adalah indikator yang mengukur kondisi fisik dan kestabilan dari jalur rel kereta api berdasarkan beberapa aspek, seperti kelurusan, kemiringan, kekuatan, dan ketahanan rel. Metode pengukuran indeks kualitas lintas terdiri dari 4 parameter geometri yaitu angkatan, listringan, lebar sepur, dan peninggian. Indikator penilaian kualitas lintas berdasarkan standar deviasi. Standar deviasi (SD) memberikan gambaran umum tentang seluruh kualitas lintas yang dihitung, berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung standar deviasi.

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

Dimana nilai x merupakan nilai parameter geometri dari masing-masing parameter dan n adalah jumlah data. Cara untuk menghitung angkatan, listringan dan pertinggian satu segmen jalan rel mewakili panjang 40 meter sedangkan lebar sepur satu segment jalan rel mewakili panjang 20 meter. Data yang digunakan dalam perhitungan TQI satu segmen mewakili panjang 200 meter. Nilai TQI diperoleh dari hasil penjumlahan nilai standar deviasi dari angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur.

Tiap segmen dihitung nilai standar deviasinya yang kemudian dikategorikan menggunakan standar perkeretaapian Indonesia untuk mengetahui kategori lintas pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang sehingga dapat ditentukan petak jalan rel yang memerlukan perawatan jalan rel untuk menjaga aspek keselamatan. Standar perkeretaapian Indonesia yang digunakan untuk menentukan kualitas pada suatu lintas jalan rel dijabarkan pada **Tabel 2** [21]:

Tabel 2. Standar Perkeretaapian Indonesia

Kategori	Total TQI	Kecepatan (km/jam)	Jenis Kategori
I	$TQI \leq 20$	100-120	Baik sekali
II	$20 < TQI \leq 35$	80-100	Baik
III	$35 < TQI \leq 50$	60-80	Sedang
IV	> 50	< 60	Jelek

Sumber: Perjana 8A, 2012

Penentuan prioritas perbaikan standar kualitas dan prosedur pengujian jalan rel berdasarkan Perjana 8A, dijabarkan pada **Tabel 3** berikut [15].

Tabel 3. Standar Kualitas Pengujian Rel

Parameter	Kategori I	Kategori II	Kategori III	Kategori IV
Lebar sepur	0-5 mm	6-10 mm	11-15 mm	> 15 mm
Angkatan	0-5 mm	6-10 mm	11-15 mm	> 15 mm
Listringan	0-5 mm	6-10 mm	11-15 mm	> 15 mm
Pertinggian	0-5 mm	6-10 mm	11-15 mm	> 15 mm
Kecepatan	100-120 km/jam	80-100 km/jam	60-80 km/jam	< 60 km/jam
Kondisi	nyaman	aman	waspada	bahaya
Tindakan	pelihara	rawat	perbaikan segera	perbaikan sangat segera

Sumber: Perjana 8A, 2012

Prioritas pertama dalam perawatan adalah titik yang dianggap akan memiliki nilai *Track Quality Index* (TQI) tertinggi atau dalam kategori pada perjana 8A memiliki

kategori tindakan rawat hingga tindakan perbaikan sangat segera. Nilai *Track Quality Index* (TQI) dapat mengukur degradasi lintas dan operasi pemeliharaan agar tetap terkendali, meringkas dan menampilkan kondisi sebagian besar lintas, dan berkorelasi dengan standar keamanan dan nilai kualitas berkendara [22].

3. HASIL PEMBAHASAN

Penetapan prioritas merupakan sebuah peramalan kondisi prasarana yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan kegiatan perawatan. Perawatan prasarana dilakukan secara berkala yang terdiri dari perawatan harian, bulanan, dan tahunan. Perawatan merupakan tindakan pencegahan (*preventive*) dan/atau penggantian sesuai dengan umur teknis [23]. Titik pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang yang menjadi prioritas pertama dalam perawatan adalah titik yang dianggap akan memiliki nilai TQI tertinggi atau dalam kategori pada Perjana 8A memiliki kategori tindakan rawat. Berdasarkan peraturan perjana 8A [15] mengenai standar kualitas serta prosedur pengujian jalan rel bahwa kategori I memerlukan tindakan pelihara dikarenakan kondisinya sudah nyaman, kategori II memerlukan tindakan rawat dikarenakan kondisinya sudah aman, kategori III memerlukan tindakan perbaikan segera dengan kondisi waspada, dan kategori IV memerlukan tindakan perbaikan sangat segera dengan kondisi bahaya. Hasil perhitungan nilai TQI diperoleh dari data kereta ukur kemudian di hitung nilai standar deviasi untuk masing-masing parameter mulai dari angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur. Hasil perhitungan standar deviasi masing-masing parameter selanjutnya di jumlahkan dan di dapatkan nilai TQI.

Tabel 4 berikut merupakan hasil perhitungan kerusakan pada kategori IV di lintas Rangkasbitung-Tanah Abang karena nilai *Track Quality Index* (TQI) berada pada $TQI > 50$.

Tabel 4. Kerusakan Pada Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Kategori IV

No	Dari Ke				Type Device	Standar Deviasi				TQI
	km	m	km	m		Pert- inggian	Angk- atan	Listri- ngan	Lebar sepur	
1	7	31	7	0	WSL	12,6	25,5	26,3	1,2	65,6
2	7	352	7	290	LK	14,6	25,4	11,4	0,8	52,2
3	7	594	7	557	WSL	21,9	15,7	22,5	0,2	60,2
4	14	289	14	265	JPL	17,9	22,2	17,5	0,1	57,8
5	15	981	15	967	JPL	9,9	18,3	24,3	0	52,5
6	21	364	21	264	LK	23,5	14,7	11,6	0,7	50,5
7	23	728	23	694	WSL	20,7	16,5	13,6	0,6	51,5
8	24	859	24	845	BH	22,8	26,5	6,6	0,3	56,2
9	25	0	24	937	LRS	31,1	19,7	8,5	0,2	59,5
10	25	23	25	0	LRS	23,8	28,8	12,1	0,8	65,5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
42	78	80	78	64	JPL	21,2	21,3	16,8	0,8	60,1

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil perhitungan nilai TQI pada **Tabel 4** tersebut

diperoleh dari data kereta ukur kemudian di hitung nilai standar deviasi untuk masing-masing parameter mulai dari angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur. Hasil perhitungan standar deviasi masing-masing parameter selanjutnya di jumlahkan dan di dapatkan nilai TQI. Terdapat 42 titik dengan parameter tertinggi dilihat dari nilai Track Quality Index (TQI) yang termasuk kategori IV dikarenakan nilai $TQI > 50$. Pada beberapa titik tersebut diperlukan perbaikan sangat segera karena kondisinya dalam kategori bahaya. Titik-titik tersebut terletak pada WSL (Wesel), LK (Lengkung), LRS (Lurusan), dan JPL (Jalan Perlintasan). Kategori IV berarti jelek dengan kecepatan kereta api saat melintas pada jalur tersebut sebesar < 60 km/jam dengan kondisi bahaya, sehingga tindakan pemeliharaan bersifat “perbaikan sangat segera” [15]. Perbaikan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya bahaya yang dapat terjadi karena kondisi yang sudah parah. Bisa berupa penggantian rel yang aus, bantalan lapuk atau penambat kendor/hilang maupun penambahan balas disertai angkat listring untuk mengembalikan dimensi konstruksi. Kondisi jalur seperti rel patah dan komponen pendukung struktur rel seperti penambat dan bantalan rel yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan anjlokkan [5]. Anjlokkan yang disebabkan oleh *flanges climbing* yaitu peristiwa dimana roda naik ke atas rel secara bertahap [24]. Hal itu menunjukkan bahwa gaya *derailment* cukup kuat untuk melebihi kekuatan stabilisasi normal, namun tidak cukup untuk menyebabkan anjlokkan tiba-tiba. *Derailment* yang disebabkan oleh *flange climbing* adalah yang paling banyak terjadi. Salah satu contoh *flange climbing* adalah kondisi rel yang buruk (misalnya aus atau bergelombang).

Tabel 5 berikut merupakan kerusakan pada kategori III di lintas Rangkasbitung-Tanah Abang karena nilai Track Quality Index (TQI) berada pada $35 < TQI \leq 50$.

Tabel 5. Kerusakan Pada Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Ka-tegori III

No	Dari		Ke		Type Device	Standar Deviasi				TQI
	km	m	km	m		Pert- inggian	Angk atan	Listri ngan	Lebar sepur	
1	79	664	79	624	LK	9	22,9	8	1	40,8
2	79	353	79	341	LK	6,9	16,6	12,3	1,1	37
3	79	341	79	327	LK	11,6	19,4	4,8	1	36,7
4	79	327	79	291	WSL	11,4	16,5	11,2	0,6	39,7
5	79	291	79	274	LK	12,9	21,7	13,1	1,1	48,8
6	79	244	79	207	WSL	13,4	13,7	17,7	0,9	45,6
7	79	196	79	158	WSL	11,9	18,5	14,9	0,9	46,1
8	78	610	78	600	BH	11,6	13,1	13,2	0	37,9
9	78	600	78	581	BH	12,5	16,9	7,8	0	37,2
10	78	297	78	200	LK	12,5	15,2	7,5	0,5	35,7
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
265	7	0	6	934	WSL	8,9	13,5	23,8	1,3	47,6

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil perhitungan nilai TQI pada **Tabel 5** diperoleh dari data kereta ukur kemudian di hitung nilai standar

deviasi untuk masing-masing parameter mulai dari angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur. Hasil perhitungan standar deviasi masing-masing parameter selanjutnya di jumlahkan dan di dapatkan nilai TQI. Terdapat 265 titik dengan parameter tertinggi dilihat dari nilai Track Quality Index (TQI) yang termasuk kategori III karena nilai $35 < TQI \leq 50$. Pada beberapa titik tersebut diperlukan tindakan perbaikan segera dengan kondisi waspada dalam kategori bahaya. Titik-titik tersebut terletak pada WSL (Wesel), LK (Lengkung), LRS (Lurusan), dan JPL (Jalan Perlintasan). Kategori III berarti sedang dengan kecepatan kereta api yang dapat melintasi jalur tersebut sebesar 60-80 km/jam, dengan kondisi “waspada”, lalu tindakan untuk pemeliharaan bersifat “perbaikan segera” [15]. Segera memperbaiki kerusakan agar tidak menjadi lebih parah. Angkat listring disertai penambahan balas atau penggantian penambat/bantalan.

Tabel 6 berikut merupakan kerusakan pada kategori II di lintas Rangkasbitung-Tanah Abang karena nilai Track Quality Index (TQI) berada pada $20 < TQI \leq 35$.

Tabel 6. Kerusakan Pada Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Kategori II

No	Dari		Ke		Type Device	Standar Deviasi				TQI
	km	m	km	m		Pert- inggian	Angk atan	Listri ngan	Lebar sepur	
1	79	649	79	664	LRS	10	6	8	2,3	26,4
2	79	649	79	600	WSL	9,6	9,5	14,2	1,5	34,9
3	79	597	79	492	LK	9,8	15,1	7,5	1,1	33,5
4	79	492	79	468	WSL	10,3	5,9	11,5	2,6	30,4
5	79	468	79	400	LK	8,5	13	5,7	1,2	28,4
6	79	400	79	353	LK	9,8	12,7	7,1	0,8	30,4
7	79	259	79	244	LK	11,8	13,2	5,7	1,2	31,9
8	79	207	79	200	LK	4,1	12	13,9	0	30
9	79	200	79	196	LK	12,3	11,7	3,1	0	27
10	79	157	79	92	LK	9,1	15,1	7,4	1,6	33,2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
692	7	200	7	118	LK	10,1	15,8	7,7	1,3	35

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil perhitungan nilai TQI pada **Tabel 6** tersebut diperoleh dari data kereta ukur kemudian di hitung nilai standar deviasi untuk masing-masing parameter mulai dari angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur. Hasil perhitungan standar deviasi masing-masing parameter selanjutnya di jumlahkan dan di dapatkan nilai TQI. Terdapat 692 titik dengan parameter tertinggi dilihat dari nilai Track Quality Index (TQI) yang termasuk kategori II karena nilai $20 < TQI \leq 35$. Pada beberapa titik tersebut memerlukan tindakan rawat dikarenakan kondisinya sudah aman. Titik-titik tersebut terletak pada WSL (Wesel), LK (Lengkung), LRS (Lurusan), dan JPL (Jalan Perlintasan). Kategori II berarti baik dengan kecepatan kereta api yang dapat melintas pada jalur tersebut sebesar 80-100 km/jam dalam kondisi aman, dan tindakan pemeliharaan berstatus “Rawat” [15]. Memperbaiki kerusakan ringan dengan tujuan untuk

meningkatkan kondisi jalan rel. Angka listring pada titik-titik tertentu akan memperbaiki dimensi konstruksi jalan rel.

Tabel 7 merupakan jenis perbaikan pada kerusakan yang termasuk dalam kategori IV di lintas Rangkasbitung-Tanah Abang dengan kerusakan tertinggi. Langkah perbaikan pada kerusakan yang termasuk dalam kategori IV, kerusakan tertinggi yaitu nilai Track Quality Index (TQI) sebesar 84,2 nilai tersebut didapatkan dari hasil perhitungan standar deviasi dari masing-masing parameter geometri. pada titik tersebut terjadi kerusakan pada pertinggian, angkatan, dan listringan. Sehingga perlu dilakukan perbaikan sangat segera pada 3 kerusakan tersebut. Letak petak prioritas perbaikan jalur kereta api pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang dilihat berdasarkan nilai TQI dari IV parameter pengukuran pertinggian, angkatan, listringan, dan lebar sepur.

Tabel 7. Jenis Perbaikan Kerusakan Pada Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Kategori IV

Lintas	Dari Ke				TQI	Standar Deviasi				Parameter kerusakan
	km	m	km	m		Pert- ing- gian	Angk- atan	Listri- ngan	Lebar sepur	
RK-THB	40	848	40	833	84,1	35,2	34,4	12,9	1,6	Pertinggian, angkatan
THB-RK	42	27	42	0	84,2	30,9	27,3	25,5	0,6	Pertinggian, angkatan, listringan

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Pada lintas ini didapat letak prioritas perbaikan pertama (**Tabel 7**) pada petak jalan di KM 42+27 sampai 42+0 dengan nilai Track Quality Index (TQI) 84,2 kategori IV dengan kondisi bahaya, dan dibutuhkan perbaikan sangat segera berupa perbaikan pada kerusakan angkatan, listringan, pertinggian, dan terdapat 42 titik lainnya dengan kategori IV. Selanjutnya, pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang memiliki lintas dengan kategori III sebanyak 265 titik dengan kondisi waspada, sehingga perlu dilakukan tindakan sesuai Perjana 8A yaitu perbaikan sangat segera. Lalu ditemukan 692 titik kualitas lintas dengan kategori II dengan kondisi aman, namun memerlukan tindakan perbaikan yaitu rawat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Nilai Track Quality Index (TQI) dengan nilai paling tinggi pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang terletak pada petak jalan KM 42+27 sampai 42+0 dengan nilai Track Quality Index (TQI) 84,2 yang termasuk kategori IV dengan kondisi bahaya. Kondisi tersebut membutuhkan perbaikan sangat segera pada kerusakan angkatan, listringan, dan pertinggian. Lalu terdapat 42

titik lainnya dengan kategori IV yang termasuk pada prioritas pertama untuk dilakukan perbaikan sangat segera.

Saran

Perlunya dilakukan perawatan sangat segera pada nilai Track Quality Index (TQI) yang tertinggi berdasarkan hasil penentuan letak prioritas perbaikan jalur kereta api lintas Rangkasbitung-Tanah Abang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Esri. 2023. *Peta Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang*. ArcGIS Online. <https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=1717f5a98e6e49e788e45a34eaab056d>
- [2] Kereta Commuter Indonesia. 2024. *Peningkatan Layanan Commuter Line Lintas Rangkasbitung, Picu Pergerakan Perekonomian Masyarakat - KAI Commuter Terus Kembangkan Sistem Integrasi*. Kereta Commuter Indonesia. <https://www.commuterline.id/informasi-publik/berita/peningkatan-layanan-commuter-line-lintas-rangkasbitung-picu-pergerakan-perekonomian-masyarakat-kai-commuter-terus-kembangkan-sistem-integrasi>
- [3] T. Yuniarto. 2021. *PT Kereta Api Indonesia*. Kompas.id, 6 Mei 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.kompas.id/baca/lembaga/2021/05/06/pt-kereta-api-indonesia>
- [4] S. A. P. Rosyidi. 2015. *Rekayasa Jalan Kereta Api*, 2 ed. Yogyakarta: UMY Press. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/6409>
- [5] S. H. T. Utomo. 2006. *Jalan Rel*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [6] D. I. Karunianingrum dan H. Widyastuti. 2020. *Penilaian Indeks Kualitas Jalan Rel (Track Quality Index) berdasarkan Standar Perkeretaapian Indonesia (Studi Kasus : Cirebon-Cikampek)*. J. Apl. Tek. Sipil, vol. 18, no. 1, hal. 81, doi: 10.12962/j2579-891x.v18i1.5710.
- [7] W. Kurniawan dan Rulhendri. 2015. *Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI) (Studi kasus: Lintas Manggarai - Bogor)*. Astonjadro, vol. 4, no. 2, hal. 1–17, doi: <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v4i2.823>.

- [8] B. Munawaroh, I. Cholissodin, dan M. Fauzi. 2016. *Klasifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Rel Kereta Api Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) (Studi Kasus: Jalan Rel 8.16 Malang)*. Universitas Brawijaya. [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/146835/>
- [9] N. Utomo dan D. P. Solin. 2019. *Analisa Anjlokkan Kereta Api Bima Rute Surabaya-Malang Pada KM 8+625 Petak Wonokromo-Waru*. KERN J. Ilm. Tek. Sipil, vol. 5.
- [10] Direktorat Keselamatan Perkeretaapian. 2023. *Kejadian Anjlokkan Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang tahun 2020-2023*.
- [11] A. Wantana, H. Widyastuti, dan C. Prastyanto. 2021. *Prediksi Nilai Track Quality Index (TQI) Berdasarkan Data Frekuensi dan Beban Lalu Lintas untuk Lebar Sepur 1067*. J. Penelit. Transp. Darat, vol. 22, hal. 131–142, doi: 10.25104/jptd.v22i2.1590.
- [12] Z. Muhtarom dan S. Y. Ratih. 2021. *Analisis Kondisi Jalan Rel Kereta Api Pada Lintas Sragen-Solo Berdasarkan Nilai Track Quality Indeks (TQI)*. J. Tek. Sipil, vol. 17, no. 1, hal. 01–13 doi: <https://doi.org/10.28932/jts.v17i1.3440>.
- [13] R. F. Novanto. 2022. *Sekilas Teknologi Kereta Ukur EM 120 Terbaru PT KAI*. <https://redigest.web.id/2022/07/sekilas-teknologi-kereta-ukur-em-120-terbaru-pt-kai/>
- [14] Pustikomhub. 2019. *Statistik Perhubungan 2010*. J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9.
- [15] PT. KAI Perjana 8A. 2012. *Standar Kualitas Dan Prosedur Pengujian Jalan Rel*. Bandung: PT. KAI.
- [16] S. Sugiyanto, I. W. Arnaya, S. S. Ryanto, dan A. A. B. O. K. Surya. 2021. *Analisa Faktor Pemilihan Moda Transportasi Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process*. J. Teknol. Transp. dan Logistik, vol. 2, hal. 11–18, doi: 10.52920/jttl.v2i1.18.
- [17] Alamsyah dan A. Alik. 2003. *Rekayasa Jalan Rel*. Malang: Bayumedia Publishing.
- [18] R. A. Danielli dan I. Muthohar. 2021. *Analisis Track Quality Index (TQI) Pada Periode Sebelum dan Sesudah Pembangunan Jalur Ganda (Studi Kasus: Lintas Kroya - Kutoarjo)*. Universitas Gadjah Mada. [Daring]. Tersedia pada: [https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/de](https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/202607) tail/202607
- [19] A. M. Fauzi dan D. S. Atmaja. 2019. *Metode Kerja Alat Mistar Angkatan FnB Pada Angkatan Pilih Pilih, Angkatan Menyeluruh, Dan Listringan Pada Track Lurus*. Prosiding Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi. hal. 452–452.
- [20] W. A. Fistcar, H. Widyastuti, D. Iranata, dan C. A. Prastyanto. 2020. *Pengaruh Parameter Track Quality Indeks (Tqi) Terhadap Perilaku Bantalan Beton*. J. Apl. Tek. Sipil, vol. 18, no. 1, hal. 131, doi: 10.12962/j2579-891x.v18i1.6274.
- [21] PT. KAI Perjana 6A. 2012. *Metode Kerja Perawatan Jalan Rel, Seri Perjana*. Bandung: PT. KAI.
- [22] A. Hamid dan A. Gross. 1981. *Track-Quality Indices and Track-Degradation Models for Maintenance-of-Way Planning*, no. 802. Washington: Transportation Research Board.
- [23] Kementerian Perhubungan Indonesia. 2011. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian*. jdih.dephub.go.id : 10 hlm.
- [24] J. S. Mundrey. 2009. *Railway Track Engineering*, 4th ed. India: McGraw Hill Education.