

# ANALISIS KECEPATAN KERETA API PADA LINTAS BEKASI - CIKAMPEK BERDASARKAN NILAI *TRACK QUALITY INDEX* (TQI)

Sudarwati<sup>1)</sup>, Gema Akbar P. P.<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jayabaya, Jakarta, Indonesia

## Abstraks

*Pada sistem transportasi di Indonesia perkeretaapian menjadi salah satu moda yang tepat didalam mengatasi kemacetan jalan raya, karena kereta api dinilai lebih efisien dan efektif sebagai moda transportasi umum. Tingkat efisien dan efektif pelayanan moda kereta api sangat dipengaruhi terhadap kecepatan kereta api tersebut, salah satu yang mempengaruhi perubahan kecepatan kereta api pada suatu lintas adalah kualitas prasarananya. Penurunan kualitas prasarana dapat dipengaruhi oleh banyaknya kereta api yang lewat pada lintas tersebut, pada lintas Bekasi – Cikampek jumlah perjalanan kereta api mencapai 605 perjalanan dalam 1 hari, hal ini menjadikan lintas tersebut menjadi salah satu lintas terpadat pada Perkeretaapian Indonesia. Metode perhitungan nilai Track Quality Index (TQI) merupakan salah satu cara untuk menentukan kualitas prasarana yang menjadikan standar untuk mengetahui kecepatan prasarana pada suatu lintas. Metode perhitungan TQI mempertimbangkan nilai pengukuran lebar jalur, listringan, peninggian dan angkatan untuk menentukan jumlah TQI. Pada lintas Bekasi – Cikampek penilaian TQI yang didapat kurang dari 20 dan pada lintas Bekasi – Bekasi Timur berjumlah 37.938. Dengan standar nilai TQI terhadap kecepatan untuk petak jalan Bekasi – Bekasi Timur dapat dikategorikan “sedang” dengan ketentuan kecepatan 60 – 80 km/jam, yang berdasarkan GAPEKA 2023 kecepatan lintas prasarana pada Bekasi – Cikampek adalah 115 km/jam. Berdasarkan hasil tersebut pada petak jalan Bekasi – Bekasi Timur harus dilakukan pembatasan kecepatan sampai kualitas prasarana dapat kembali optimal.*

*Kata Kunci ; Efisien, Lintas, Perhitungan, TQI*

## Pendahuluan

Perkembangan yang pesat didalam pembangunan Perkeretaapian Indonesia dalam 5 tahun terakhir salah satunya dikarenakan kereta api dinilai lebih efektif dan efisien dari segi kecepatan. Pada Perkeretaapian konvensional di Indonesia dalam hal ini PT.Kereta Api Indonesia puncak kecepatan tertinggi ditentukan sebesar 120 km/jam dan salah satu lintas dengan Puncak kecepatan prasarana tertinggi terdapat pada lintas Bekasi – Cikampek yang menurut GAPEKA 2023 ditentukan sebesar 115 Km/jam. Faktor penentu puncak kecepatan prasarana tersebut dipengaruhi berdasarkan kualitas dari prasarana jalan rel yang ada.

Dalam pelaksanaan penyelenggaraan prasarana Perkeretaapian banyak faktor yang mempengaruhi perubahan kualitas prasarana terutama di sisi jalan rel. Penurunan kualitas jalan rel dapat terjadi seiring dengan banyaknya kereta api yang dioperasikan pada rel tersebut karena terjadinya gesekan antara roda kereta (flens roda) dengan Kepala rel

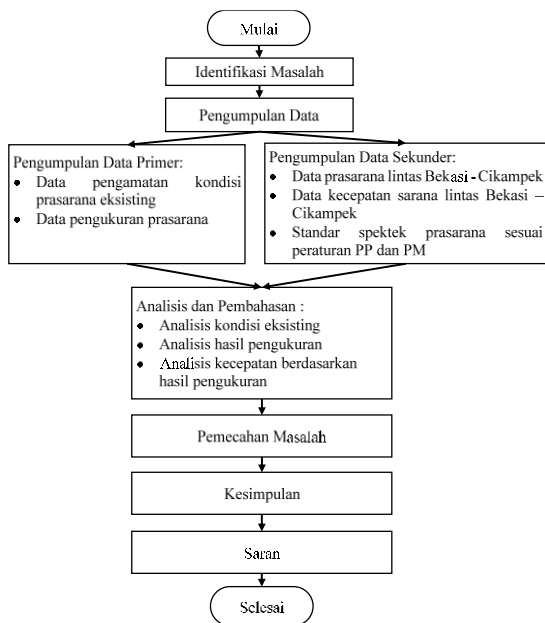
yang menyebabkan keausan jalan rel selain dari segi operasional penyebab penurunan kualitas jalan rel dapat disebabkan oleh kondisi alam diantaranya banjir, genangan, longsor, korosi dan lainnya. Penilaian kualitas prasarana dapat dilakukan dengan metode perhitungan Track Quality Index (TQI)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penentuan kecepatan kereta api pada lintas Bekasi – Cikampek berdasarkan perolehan nilai Track Quality Index (TQI).

## Metode Penelitian

### Bagan Alir

Secara keseluruhan kegiatan penelitian ini dapat digambarkan ke dalam bagan alur sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

### Teknik Pengumpulan Data

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil perhitungan sendiri atau survei di lapangan secara langsung yang sesuai dengan kondisi yang ada. Data primer yang dibutuhkan antara lain yaitu:

1. Data kondisi prasarana eksisting;
2. Data pengukuran kualitas prasarana;

Data sekunder adalah sekumpulan informasi yang telah ada sebelumnya dan digunakan sebagai pelengkap kebutuhan data penelitian. Data sekunder yang dibutuhkan antara lain yaitu:

1. Data prasarana pada lintas Bekasi - Cikampek
2. Data kecepatan sarana pada lintas Bekasi - Cikampek
3. Standar spesifikasi teknis prasarana Perkeretaapian

### Analisis kondisi eksisting

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan kondisi saat ini yang menyangkut hal – hal yang berkaitan

#### Analisis Nilai TQI Jalur pada lintas Bekasi – Cikampek

Metode ini digunakan untuk memperoleh nilai TQI pada jalur tersebut berdasarkan standar deviasi 4 variabel pengukuran yaitu Angkatan, listringan, pertinggian dan lebar spur.

#### Analisis Kecepatan Kereta Api

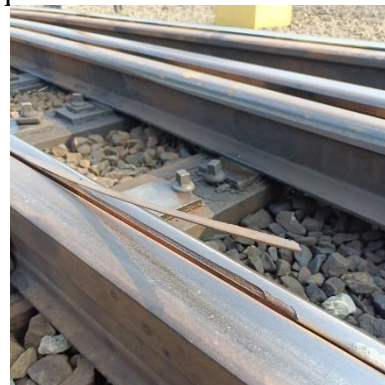
Metode ini digunakan untuk menentukan kecepatan kereta api yang dizinkan, berdasarkan nilai TQI yang didapat pada lintas tersebut kemudian dilakukan standarisasi.

### Pembahasan

#### Analisis Kondisi Eksisting

- Rel Aus

Tidak sesuainya lebar jalan rel mengakibatkan flens kereta api menekan salah satu sisi rel, tekanan flens roda yang terus menerus terhadap lidah wesel mengakibatkan permukaan lidah wesel terkelupas/aus.



Gambar 0.1 Rel Aus lintas Bekasi-Cikampek  
(Sumber : Survei Lapangan)

- Rel depek

Dapat diakibatkan dari perbedaan tinggi antara rel kanan dan kiri sehingga mengakibatkan tekanan roda lebih tinggi di salah satu sisi rel, rel depek juga dapat diakibatkan oleh permukaan roda yang sudah aus sehingga roda tidak berputar sempurna.



**Gambar 0.2 Rel Depek lintas Bekasi-Cikampek**  
(Sumber : Survei Lapangan)

- **Mud Pumping**

*Mud Pumping* merupakan fenomena di mana tanah atau material penyangga di bawah rel mulai terkikis atau tergerus akibat gerakan berulang dari kereta api yang melewati area tersebut. Ketika kereta melewati suatu area, terutama pada tikungan atau daerah dengan kemiringan, tekanan dan gesekan yang dihasilkan oleh roda kereta dapat menyebabkan tanah atau material penyangga di bawah rel bergerak. Gerakan ini dapat menyebabkan material tersebut terkumpul di sekitar rel atau bahkan bergeser dari posisi semula. Akibatnya, terbentuklah lubang atau celah di bawah rel, yang dikenal sebagai "*mud pumping*".



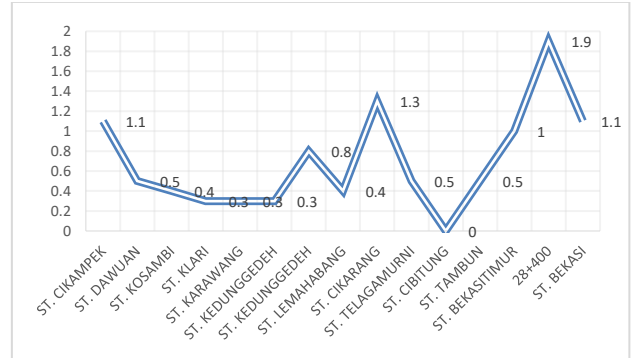
**Gambar 0.3 Mud Pumping lintas Bekasi-Cikampek**  
(Sumber : Survei Lapangan)

1.1.1 Analisis Nilai TQI Lintas Bekasi – Cikampek

- **Lebar Jalur**

Data yang diperoleh berdasarkan KA ukur untuk lebar sepur lintas Bekasi – Cikarang relatif rendah, setiap titik mendapat nilai yang beragam nilai tertinggi yang didapat yaitu sampai 1.9 dan

nilai terendah didapat 0. Adapun untuk perolah nilai tertinggi terdapat pada lintas Stasiun Bekasi Timur – Stasiun Bekasi di KM 28+400 s.d. 28+200.



**Gambar 0.4 Grafik nilai lebar sepur lintas Cikampek – Bekasi**

(Sumber : Kereta Api Ukur Arjuna, 2023)

Data perhitungan Deviasi Lebar Sepur lintas Cikampek – Bekasi adalah :

$$n = 297$$

$$\Sigma x = 167,8$$

$$\Sigma(x)^2 = 122,2$$

$$S = \frac{\sqrt{1(167,8)^2 - (122,2)}}{297(297 - 1)}$$

$$S = \frac{\sqrt{28.156,84 - 122,2}}{297(296)}$$

$$S = \frac{\sqrt{28034,64}}{87.912}$$

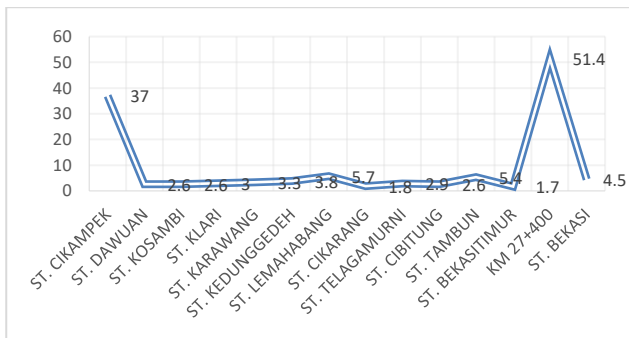
$$S = \sqrt{0,319}$$

$$S = 0,565$$

- **Listringan**

Data yang diperoleh berdasarkan KA ukur untuk listringan lintas Bekasi – Cikarang setiap titiknya relative memiliki perbedaan yang signifikan, setiap titik mendapat nilai yang beragam nilai tertinggi yang didapat yaitu mencapai 51,4 dan nilai terendah didapat 0. Adapun untuk perolah nilai tertinggi terdapat pada lintas Stasiun

Bekasitimur – Stasiun Bekasi di KM 27+400 s.d. 27+200.



Gambar 0.5 Grafik nilai listrigan lintas Cikampek – Bekasi  
(Sumber : Kereta Api Ukur Arjuna, 2023)  
Data perhitungan Deviasi listrigan lintas Cikampek – Bekasi adalah :

$$n = 297$$

$$\Sigma x = 1.335$$

$$\Sigma(x)^2 = 10.447,2$$

$$S = \frac{\sqrt{1(1.335)^2 - (10.447,2)}}{297(297 - 1)}$$

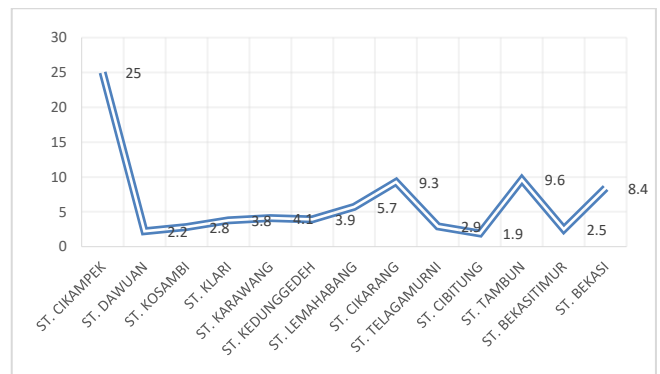
$$S = \frac{\sqrt{1.782.225 - 10.447,2}}{297(296)}$$

$$S = \frac{\sqrt{1771.778}}{87.912}$$

$$S = \sqrt{20,154}$$

$$S = 4,489$$

- **Pertinggian**  
Data yang diperoleh berdasarkan KA ukur untuk pertinggian lintas Bekasi – Cikarang setiap titiknya relative memiliki perbedaan yang tidak signifikan, setiap titik mendapat nilai yang beragam nilai tertinggi yang didapat yaitu mencapai 25 dan nilai terendah didapat 0. Adapun untuk perolah nilai tertinggi terdapat pada Stasiun Cikampek di KM 84+007 s.d. 83+200.



Gambar 0.6 Grafik nilai pertinggian lintas Cikampek – Bekasi  
(Sumber : Kereta Api Ukur Arjuna, 2023)  
Data perhitungan Deviasi pertinggian lintas Cikampek – Bekasi adalah :

$$n = 297$$

$$\Sigma x = 1.362,4$$

$$\Sigma(x)^2 = 7.754,02$$

$$S = \frac{\sqrt{1(1.362,4)^2 - (7.754,02)}}{297(297 - 1)}$$

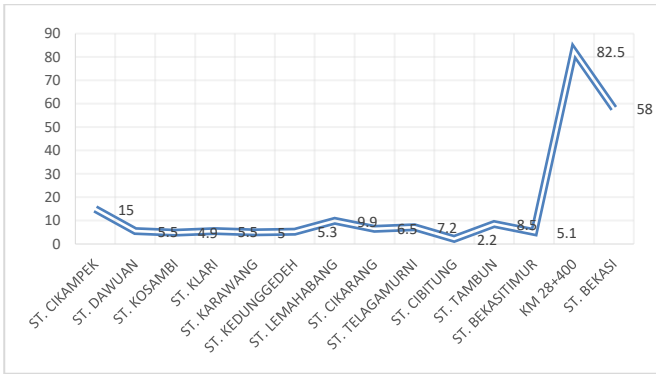
$$S = \frac{\sqrt{1.856.134 - 7.754,02}}{297(296)}$$

$$S = \frac{\sqrt{1771.778}}{87.912}$$

$$S = \sqrt{21,025}$$

$$S = 4,585$$

- **Angkatan**  
Data yang diperoleh berdasarkan KA ukur untuk angkatan lintas Bekasi – Cikarang setiap titiknya relative memiliki perbedaan yang sangat signifikan, setiap titik mendapat nilai yang beragam nilai tertinggi yang didapat yaitu mencapai 82,5 dan nilai terendah didapat 0. Adapun untuk perolah nilai tertinggi terdapat pada Stasiun Bekasitimur – Stasiun Bekasi di KM 28+400 s.d. 28+200.



Gambar 7 Grafik nilai angkatan lintas Cikampek – Bekasi  
(Sumber : Kereta Api Ukur Arjuna, 2023)  
Data perhitungan Deviasi angkatan lintas Cikampek – Bekasi adalah :

$$n = 297$$

$$\Sigma x = 2.118$$

$$\Sigma(x)^2 = 30.115,5$$

$$S = \frac{\sqrt{1(2.118)^2 - (30.115,5)}}{297(297 - 1)}$$

$$S = \frac{\sqrt{4.485.924 - 30.115,5}}{297(296)}$$

$$S = \frac{\sqrt{4.455.768}}{87.912}$$

$$S = \sqrt{50,684}$$

$$S = 7,119$$

- Track Quality Index (TQI)

Setelah didapatkan seluruh data variabel (lebar sepur, listringan, angkatan dan peninggian) maka perhitungan nilai TQI dapat dilakukan, Adapun perhitungan nilai TQI sebagai Berikut :

$$TQI = 0,565 + 4,489 + 4,585 + 7,119$$

$$TQI = 16,759$$

Nilai Track Quality Index (TQI) pada lintas Bekasi – Cikampek didapatkan adalah 16,759

Setelah didapatkan nilai Track Quality Index (TQI) pada lintas Bekasi Cikampek,

penentuan kecepatan kereta api dapat ditentukan oleh standar sesuai dengan tabel. Pada tabel disebutkan standar pada nilai TQI < 20 memiliki kecepatan yang diizinkan yaitu 100 – 120 km/jam, hal ini menjadikan kecepatan lintas prasarana pada GAPEKA 2023 masih dapat digunakan dimana kecepatan lintas Bekasi – Cikampek pada GAPEKA 2023 mencapai 115 km/jam.

Dikarenakan adanya nilai-nilai tinggi di beberapa titik sebagai contoh pada Stasiun Bekasi Timur – Stasiun Bekasi di KM 28+400 s.d. 28+200 dimana untuk variabel angkatan mendapatkan nilai mencapai 82,5, penulis akan membagi perhitungan TQI menjadi beberapa section berdasarkan petak jalan stasiun bersebalahan, yang kemudian dapat disederhanakan pada tabel di bawah ini .

Table 1 Nilai track quality index per petak jalan

No	Lintas	Lebar Jalur	Listringan	Pertinggian	Angkatan	TQI
Lintas Bekasi - Cikampek						
1	Bekasi-Cikampek	0.565	4.489	4.585	7.119	16.759
Per Petak Jalan						
1	Cikampek-Dawuan	0.732	5.396	5.607	6.581	18.317
2	Dawuan-Kosambi	0.485	3.334	3.612	6.316	13.748
3	Kosambi-Klari	0.355	4.290	5.414	6.455	16.514
4	Klari-Karawang	0.370	3.477	4.108	5.787	13.742
5	Karawang-Kedunggedeh	0.447	5.506	6.144	7.392	19.488
6	Kedunggedeh-Lemahabang	0.604	4.810	4.571	5.969	15.953
7	Lemahabang-Cikarang	0.663	3.869	4.888	7.005	16.425
8	Cikarang-Telagamurni	0.674	3.610	3.951	6.007	14.241
9	Telagamurni-Cibitung	0.447	3.427	3.421	5.551	12.846
10	Cibitung-Tambun	0.496	3.967	3.673	5.688	13.825
11	Tambun-Bekasitimur	0.724	4.080	4.083	6.428	15.314
12	Bekasitimur-Bekasi	1.118	9.274	5.375	22.171	37.938

(Sumber : Perhitungan data primer)

Analisis Kecepatan Prasarana Lintas Bekasi – Cikampek. Setelah didapatkan nilai Track Quality Index (TQI) per petak jalan stasiun bersebalahan, penentuan kecepatan kereta api dapat ditentukan oleh standar sesuai dengan tabel 2.1 Penentuan kecepatan tiap lintas dapat kita kelompokkan pada tabel di bawah ini :

Table 2 Klasifikasi kecepatan kereta api per petak jalan

No	Lintas	TQI	Klasifikasi TQI	Kecepatan Km/Jam
1	Cikampek-Dawuan	18.317	Kategori 1	100 - 120
2	Dawuan-Kosambi	13.748	Kategori 1	100 - 120
3	Kosambi-Klari	16.514	Kategori 1	100 - 120
4	Klari-Karawang	13.742	Kategori 1	100 - 120
5	Karawang-Kedunggedeh	19.488	Kategori 1	100 - 120
6	Kedunggedeh-Lemahabang	15.953	Kategori 1	100 - 120
7	Lemahabang-Cikarang	16.425	Kategori 1	100 - 120
8	Cikarang-Telagamurni	14.241	Kategori 1	100 - 120
9	Telagamurni-Cibitung	12.846	Kategori 1	100 - 120

10	Cibitung-Tambun-Tambun-	13.825	Kategori 1	100 - 120
11	Bekasitimur-Bekasitimur-	15.314	Kategori 1	100 - 120
12	Bekasi	37.938	Kategori 3	60 -80

(Sumber : Perhitungan data primer)

Pada tabel di atas disebutkan perolehan kecepatan pada lintas Bekasi – Cikampek menunjukkan terdapat 1 petak jalan stasiun yang memiliki klasifikasi yang berbeda dari ketetapan pada GAPEKA 2023, pada petak jalan lintas Stasiun Bekasittimur – Stasiun Bekasi mendapatkan kategori 3 atau maksimal kecepatan lintasnya 60 – 80 km/jam. nalisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yang menjadi tujuan penulis, antara lain :

### Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yang menjadi tujuan penulis, antara lain :

1. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan didapatkan bahwa kondisi eksisting prasarana pada lintas Bekasi – Cikampek terdapat beberapa titik lintasan mengalami penurunan kualitas.
2. Berdasarkan analisis perhitungan untuk nilai TQI lintas Bekasitimur - Cikampek didapatkan nilai <20, dan lintas Bekasi – Bekasitimur didapat nilai TQI sebesar 37.938.
3. Berdasarkan standarisasi penilaian TQI terhadap kecepatan didapatkan kecepatan pada lintas Bekasitimur – Cikampek adalah 100 – 120 km/jam dan lintas Bekasi – Bekasitimur didapat kecepatan lintasnya adalah 60 – 80 km/jam.

### Saran

Setelah meperoleh beberapa kesimpulan, penulis memberikan saran dan masukkan kepada pihak – pihak tertentu, yaitu :

1. Berdasarkan Peraturan Menteri nomor 31 tahun 2011 tentang standar dan tata cara perawatan prasarana Perkeretaapian Penyelenggara prasarana diwajibkan melakukan perawatan terhadap prasarana yang dioperasikan untuk mempertahankan kehandalan prasarana agar laik operasi. PT KAI (Persero) selaku penyelenggara prasarana pada lintas Bekasi – Cikampek harus menjamin kehandalan kondisi prasarana untuk tetap laik operasi, beberapa cara bisa dilakukan

untuk dapat mengatasi penurunan kualitas prasarana yaitu :

- Peningkatan intensitas perawatan terutama pada titik lokasi yang mengalami penurunan kualitas;
  - Pengawasan penuh dari pihak top management terhadap pelaksanaan perawatan agar dihasilkan kualitas perawatan yang maksimal;
2. Pengecekan kembali kualitas hasil dari perawatan, apakah sudah sesuai dengan standar. Adapun pelaksanaan perawatan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan skala prioritas dari penilaian masing-masing Variabel TQI yang tertinggi yaitu :
    - Kerusakan angkatan pada km 28 + 200 s.d. 28 + 400 lintas Bekasi – Bekasitimur;
    - Kerusakan pertinggian pada km 83 + 800 s.d. 84 + 007 lintas Dawuan – Cikampek;
    - Kerusakan listringan pada km 27 + 200 s.d. 27 + 400 lintas Bekasi – Bekasitimur.
  3. Dikarenakan kondisi prasarana yang dapat berubah kualitasnya, diharapkan penilaian kualitas prasarana dengan menggunakan metode TQI dapat rutin dilakukan untuk memastikan kehandandalan dari prasarana yang dioperasikan.
  4. Harus adanya pembatasan kecepatan pada petak jalan stasiun Bekasi – Bekasitimur menjadi 60 – 80 km/jam, dikarenakan berdasarkan hasil analisis disimpulkan adanya penurunan kualitas jalan rel yang signifikan. Mengacu pada Peraturan Dinas 19 tentang urusan perjalanan kereta api dan langsir, perubahan ketentuan pada GAPEKA dapat diubah dengan Malka, Wam, PPK dan P/T GAPEKA.

### Daftar Pustaka

- Alamsyah, A. A. (2003). *Rekayasa Jalan Rel*. Malang: Bayumedia.
- Atmajaya, Dadang Sanjaya. (2024). *Track Quality Index*. Madiun: Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- Danielli, R., & Muthohar, I. (2021) “Analisis Track Quality Index (TQI) Pada Periode Sebelum dan Sesudah Pembangunan Jalur Ganda (Studi Kasus: Lintas Kroya - Kutoarjo)”. Universitas Gadjah Mada.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian. (2023). *Keputusan Direktur Jenderal Perkeretaapian No. KP-DJKA 67 Tahun*

2023. Jakarta: Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia.
- Dwiatmoko, Hermanto. (2016). *Pengujian Jalur dan Bangunan Kereta Api*. Jakarta: Kencana.
- Dwiatmoko, Hermanto. (2016). *Perencanaan Pembangunan Transportasi Kereta Api*. Jakarta: Prenada media Grup.
- Erdiana, Y. F., & Athaya, Z. "Penilaian Track Quality Index Jalan Rel Rancaekek – Haurpugur". Garut: Institut Teknologi Garut.
- Esveld, Coenraad. (2001). *Modern Railway Track Second Edition*. Zaltbommel: MRT-Productions.
- Esveld. (2014). *Modern Railway Track*. Germany: MRT Publication.
- Indonesia, P. R. (2007). *Undang Undang 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*.
- Kementerian Perhubungan. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan No.30 Tahun 2011*. Jakarta: Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan No.31 Tahun 2011*. Jakarta: Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan No.32 Tahun 2011*. Jakarta: Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. (2012). *Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012*. Jakarta: Kementerian Perhubungan, Republik Indonesia.
- Lubis, Reysha R. A., & Widyastuti, H. (2020). "Penentuan Rekomendasi Standar Track Quality Index (TQI) untuk Kereta Semcepat di Indonesia (Studi Kasus: Surabaya - Cepu)". Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun. (2024). *Teknik Peralatan Pemeriksaan Jalan Rel*. Madiun: Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- PT Kereta Api (Persero). (2016). *Peraturan Dinas 10A*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT Kereta Api (Persero). (2016). *Peraturan Dinas 19 Jilid I*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT Kereta Api (Persero). (2023). *Daftar Waktu KA Antar Kota*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT Kereta Api (Persero). (2023). *Daftar Waktu KA Barang*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT Kereta Api (Persero). (2023). *Daftar Waktu KA Perkotaan*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT Kereta Api (Persero). (2023). *Daftar Waktu KRL*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT Kereta Api (Persero). (2023). *Penomoran KA, Kapasitas Lintas & Jarak Antar Stasiun*. Bandung: PT Kereta Api (Persero).
- PT. Kereta Api Indonesia (Persero). (2023). *Perhitungan TQI*. PT.Kereta Api Indonesia (Persero).
- Rulhendri, Wahyu Kurniawan. (2015). "Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI) (Studi kasus: Lintas Manggarai - Bogor)". 4(2). Universitas Ibnu Khaldun.
- Rusman, P., Bima, A., Armyta, P., & Wawan, R. (2023). "Penentuan Prioritas Perawatan Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI) Jalur Kereta Api Antara Stasiun Semarang Poncol – Stasiun Alastua". 74-81. Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- Zaini, M., & Silvia, R. "Analisis Kondisi Jalan Rel Kereta Api Pada Lintas Sragen-Solo Berdasarkan Nilai Track Quality Indeks (TQI)". Universitas Surakarta.