

KAJIAN ANJLOKAN KERETA API LINTAS RANGKASBITUNG-TANAH ABANG BERDASARKAN *TRACK QUALITY INDEX (TQI)*

Anandita Estyas Cahyaningrum¹, Arinda Leliana², Pramudi³

^{1,2,3}Program Studi Manajemen Transportasi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Jl. Tirta Raya Kota
Madiun, Jawa Timur

Email: anandita.estyas123@gmail.com

Email: arinda@ppi.ac.id

ABSTRAK

Anjlok kereta api merupakan kecelakaan yang memiliki jumlah kejadian tertinggi dibandingkan kecelakaan kereta api lainnya. Selama tahun 2020 hingga 2023 telah terjadi 4 kali kejadian anjlok pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Kualitas lintasan menjadi salah satu faktor penyebab anjlok tersebut terjadi. Indeks kualitas lintasan merupakan data hasil pengukuran pembacaan alat ukur/kereta ukur untuk mengetahui kualitas suatu rute KA. Keterbatasan jumlah kereta ukur untuk melakukan pengukuran fasilitas perkeretaapian yang dimiliki pemerintah maka diperlukan suatu alternatif untuk memprediksi nilai dari parameter *Track Quality Index (TQI)* sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk mencegah penurunan kualitas lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional yang telah menyebabkan penurunan kualitas lintas terhadap jumlah kecelakaan anjlok. Metodologi penelitian menggunakan analisis regresi linear berganda dengan variabel bebas meliputi frekuensi (X1), daya angkut lintas (X2), dan kecepatan (X3) untuk mengetahui pengaruh dari parameter TQI yaitu ketinggian, angkatan, listrangan, dan lebar sepur. Hasil analisis menunjukkan variabel frekuensi dan daya angkut lintas memiliki nilai $\text{sig} < 0,05$ yang berarti variabel bebas memberikan pengaruh signifikan secara positif terhadap variabel terikat parameter TQI. Pengaruh tersebut dapat menyebabkan meningkatnya angka TQI yang berdampak pada anjlok kereta api. Variabel kecepatan memiliki nilai $\text{sig} > 0,05$ yang berarti variabel kecepatan tidak berpengaruh terhadap nilai parameter TQI dan tidak menyebabkan peningkatan nilai TQI sehingga tidak berpengaruh terhadap penurunan kualitas lintas sebagai sebab anjlok kereta api. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, didapatkan beberapa persamaan untuk memprediksi nilai parameter TQI. Persamaan tersebut dapat digunakan sebagai nilai prediksi TQI tanpa harus mengoperasikan kereta ukur.

Kata kunci: *Derailment, Track Quality Index (TQI), Pengukuran Rel Kereta Api, Regresi Linier Berganda, Prioritas Perbaikan.*

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu transportasi umum di Indonesia, Kereta Api memiliki kelebihan dibanding dengan moda angkutan darat yang ada, sehingga menarik minat masyarakat untuk menggunakan moda kereta api (Rencana Induk Perkeretaapian Nasional, 2018). Dengan meningkatnya jumlah penumpang maka frekuensi perjalanan akan mengalami peningkatan yang disesuaikan dengan permintaan penumpang. Salah satu lintas yang sibuk terjadi pada lintas Tanah Abang dikarenakan lintas tersebut melayani berbagai aktivitas penumpang menggunakan Kereta Rel Listrik untuk beraktivitas seperti berangkat menuju kantor, berdagang, dan lain sebagainya (Heritage KAI, 2017).

Tabel 1. Jumlah Perjalanan Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang

Tahun	Jumlah perjalanan lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Jumlah Perjalanan (Per Hari)
2020	212
2021	235
2022	235

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa terdapat peningkatan jumlah perjalanan setiap tahunnya. Peningkatan frekuensi akan mempengaruhi kondisi geometri jalan rel yang menyebabkan penurunan kualitas lintas (Danielli & Muthohar, 2021). Penurunan kualitas lintas dapat menyebabkan gangguan pada perjalanan kereta api, seperti kecelakaan. (Munawaroh & Cholissodin, 2016). Kecelakaan kereta api disebabkan oleh faktor sumber daya manusia, faktor sarana, faktor prasarana, dan bencana alam. Anjlokkan kereta api merupakan kecelakaan yang memiliki jumlah kejadian tertinggi dibandingkan kecelakaan kereta api lain. Berdasarkan hasil rekapitulasi data yang diperoleh dari Direktorat Keselamatan Perkeretaapian didapatkan jumlah kecelakaan anjlokkan selama tahun 2020-2023 terdapat 13 kecelakaan anjlokkan. Pada penelitian ini mengkaji penyebab anjlokkan dari segi prasarana, yaitu kualitas lintas. Analisis dilakukan pada Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang yang memiliki panjang lintas yaitu 72,769 Km, pada lintas tersebut telah terjadi 4 kecelakaan anjlokkan sepanjang tahun 2020-2023. Berikut ini merupakan letak anjlokkan beserta penyebabnya pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang.

Tabel 2. Letak dan Penyebab Anjlokkan Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang

Tanggal Kejadian	Lintas	Letak	Penyebab
14 Januari 2020	Rangkasbitung-Citeras	Km 77+4/3	Belum diketahui
5 Desember 2021	Empalsmen Stasiun Sudimara	Emplasmen 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)

Track Quality Index merupakan hasil baca kualitas lintas yang dihasilkan sarana kereta ukur, semakin tinggi nilai TQI maka nilai kualitas lintas pada lintas tersebut akan semakin parah (Hamid & Gross, 1981). Apabila dilihat dari segi keselamatan pada saat pembangunan jalan rel dibuat untuk menghindari adanya kecelakaan (Prihatanto et al., 2023). Menurunnya kualitas lintas disebabkan oleh beberapa parameter geometri yaitu angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur (Fistcar et al., 2020). Kualitas lintas dapat dilihat menggunakan nilai yang terdapat pada hasil baca kereta ukur yang dapat mewakili suatu lintas secara keseluruhan (Erdiana & Zhafirah, 2023).

Permasalahan berikutnya adalah langkah Pemerintah untuk mengurangi kecelakaan yang disebabkan oleh anjlokkan, terhalang oleh jumlah sarana kereta ukur. Jumlah sarana yang tersedia saat ini sejumlah 4 sarana yang tersebar di Jawa, Sulawesi, dan Sumatera (Kementerian Perhubungan, 2019). Terjadinya kecelakaan dapat disebabkan oleh kurang maksimalnya penanganan awal untuk identifikasi penurunan kualitas yang disebabkan oleh kerusakan jalan rel (Wantana et al., 2020). Sehingga, diperlukan suatu bentuk persamaan yang dapat digunakan untuk memperkirakan parameter TQI suatu lintas selain menggunakan data hasil baca dari pengoperasian kereta ukur. Fistcar et al., (2020) melakukan analisis upaya peningkatan pemeliharaan dengan cara yang lebih efektif yaitu menggunakan *Track Quality Index* (TQI), lalu melakukan pengukuran di lapangan, dan finete elemen bantalan beton dengan menggunakan program bantu ABAQUS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional yang menyebabkan penurunan kualitas lintas terhadap jumlah kecelakaan anjlokkan, lalu mencari bentuk persamaan yang dapat memperkirakan nilai *Track Quality Index* (TQI) sehingga dapat dilakukan upaya untuk mengurangi terjadinya anjlokkan di lintas Rangkasbitung-Tanah Abang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu analisis regresi linear berganda dengan analisis deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan adalah data kecelakaan kereta api tahun 2020-2023, data hasil baca kereta ukur tahun 2020-2021, Gapeka 2019 dan Gapeka 2021, dan data stamformasi sarana. Penelitian berawal dari studi literatur, lalu mengidentifikasi masalah, pengumpulan data sekunder, mencari pengaruh antara frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional, lalu menghitung nilai untuk memprediksi nilai TQI. Kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional terhadap tingginya nilai TQI yang menyebabkan menurunnya kualitas lintas sehingga dapat menyebabkan anjlokkan. Tahap selanjutnya adalah memprediksi nilai persamaan untuk mempermudah

perhitungan nilai tiap parameter *Track Quality Index* (TQI) yaitu menggunakan regresi linear berganda dengan nilai (X) adalah frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional lalu nilai (Y) adalah parameter *Track Quality Index* (TQI) yaitu pertinggian, angkatan, listringan, lebar sepur.

3. DATA DAN ANALISA

Analisis meliputi perhitungan frekuensi perjalanan, perhitungan daya angkut lintas, perhitungan kecepatan operasional, perhitungan nilai parameter TQI, uji asumsi klasik, regresi linear berganda, dan uji hipotesis. Perhitungan frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional diperlukan karena menurut Danielli & Muthohar (2021), banyaknya frekuensi perjalanan kereta api berpengaruh terhadap menurunnya kualitas lintas yang dapat menjadi penyebab anjlokkan pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Selanjutnya diperlukan regresi linear berganda untuk mencari tau pengaruh antara frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan opsional terhadap nilai *Track Quality Index* (TQI).

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fistcar et al., (2020) yaitu melakukan upaya pemeliharaan dengan cara yang lebih efektif menggunakan *Track Quality Index* (TQI), lalu melakukan pengukuran di lapangan, dan *finite elemen* bantalan beton dengan menggunakan program bantu ABAQUS. Hasil analisis pada penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa bantalan tidak dapat menahan gaya tarik yang dipersyaratkan, sehingga penelitian ini menyarankan bahwa penyimpangan geometri tidak boleh melebihi kategori 2 (TQI max < 25 mm). Apabila nilai penyimpangan geometri sudah masuk pada kategori 1 maka harus dilakukan investigasi perawatan.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini yaitu dilakukan kajian anjlokkan kereta api pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang menggunakan metode regresi linear berganda untuk mencari pengaruh frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional terhadap nilai *Track Quality Index* (TQI) sebagai acuan untuk menentukan standar kualitas jalan rel, lalu mencari persamaan untuk memprediksi nilai *Track Quality Index* (TQI) guna mempermudah pemeriksaan jalan rel. Sehingga diketahui kualitas lintas pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Untuk perhitungan pertama yaitu perhitungan frekuensi perjalanan kereta api yang didapat dari Gapeka tahun 2019 dan 2021 sebagai berikut:

1. Perhitungan Frekuensi Perjalanan Kereta Api

Frekuensi perjalanan kereta api pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang diperoleh dari perhitungan jenis kereta api yang melintas pada lintas tersebut. Untuk mengidentifikasi jenis kereta diperlukan legenda kereta api untuk membaca jenis kereta yang melewati lintas tersebut. Pada saat penelitian ini berlangsung terjadi 2 kali perubahan Gapeka diantara tahun 2020-2022 yaitu pada tahun 2019 dan tahun 2021. Perhitungan jumlah frekuensi tahunan dikalikan dengan 365 lalu akan didapatkan hasil perhitungan frekuensi perjalanan kereta api tahunan. Berikut ini merupakan data frekuensi perjalanan lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Gapeka tahun 2019 dan 2021.

Tabel 3. Frekuensi Perjalanan Kereta Api Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang

Frekuensi Perjalanan Kereta Api Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang per Tahun				
Gapeka	Lintas	KRL	KA Barang	Total Frekuensi
2019	Rangkasbitung - Parungpanjang	2190		5840
	Parungpanjang - Tanah Abang	26280		29930
	Serpong- Tanah Abang	12410		16060
	Rangkasbitung - Tanah Abang	22630	3650	26280
	Parungpanjang-Serpong	730		4380
	Maja-Parungpanjang	2555		6205
	Maja-Tanah Abang	10585		14235
2021	Rangkasbitung - Parungpanjang	10585		14965
	Parungpanjang – Tanah Abang	25185	4380	29565
	Serpong - Tanah Abang	10950		15330

Frekuensi Perjalanan Kereta Api Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang per Tahun				
Gapeka	Lintas	KRL	KA Barang	Total Frekuensi
	Rangkasbitung – Tanah Abang	31755		36135
	Parungpanjang - Serpong	730		5110
	Rangkasbitung - Serpong	2190		6570
	Tigaraksa- Tanah Abang	4380		8760

Pada **Tabel 3** dapat diketahui bahwa lintas Rangkasbitung-Tanah Abang dilalui oleh kereta penumpang yaitu kereta rel listrik, dan kereta barang. Total frekuensi perjalanan didapatkan dengan menjumlahkan frekuensi perjalanan kereta rel listrik dan kereta barang.

2. Perhitungan Daya Angkut Lintas

Perhitungan daya angkut lintas diperoleh dengan cara mengumpulkan data stamformasi kereta yang melintas pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Data stamformasi berisi susunan rangkaian kereta api. Berikut ini merupakan perhitungan daya angkut pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang:

Tabel 4. Perhitungan Daya Angkut Lintas

Perhitungan <i>Passing Tonnage</i>			
Tahun	Lintas	Tonase Ekvivalen/ Harian (Ton)	Tonase/ tahun (Ton)
2019	Rangkasbitung-Parungpanjang	21.255,6	8.417.218
	Parungpanjang - Tanah Abang	40.435,2	160.123.39
	Serpong- Tanah Abang	29.392,4	11.639.390
	Rangkasbitung - Tanah Abang	37.529,2	14.861.563
	Parungpanjang-Serpong	20.093,2	7.956.907
	Maja-Parungpanjang	21.546,2	8.532.295
	Maja-Tanah Abang	27.939,4	11.064.002
2020	Rangkasbitung - Parungpanjang	31.143,4	12.332.786
	Parungpanjang – Tanah Abang	42.767,4	16.935.890
	Serpong - Tanah Abang	31.434	12.447.864
	Rangkasbitung – Tanah Abang	47.998,2	19.007.287
	Parungpanjang - Serpong	23.297,2	9.225.691
	Rangkasbitung - Serpong	24.459,6	9.686.002
	Tigaraksa- Tanah Abang	26.203,2	10.376.467

Pada **Tabel 4** diatas menunjukkan hasil perhitungan daya angkut lintas menggunakan rumus dengan data berat kereta penumpang, kereta barang, lokomotif, beserta koefisiennya sehingga didapatkan hasil daya angkut lintas harian/ tonase ekivalen, dan daya angkut tahunan/ tonase pada setiap lintas dari lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Daya angkut tertinggi pada Gapeka 2019 terjadi di lintas Parungpanjang-Tanah Abang dikarenakan lintas tersebut memiliki frekuensi perjalanan yang tinggi dibanding dengan lintas lainnya. Sedangkan pada Gapeka 2021 lintas Rangkasbitung-Tanah Abang merupakan lintas dengan daya angkut lintas yang paling tinggi dikarenakan memiliki jumlah frekuensi perjalanan kereta api paling banyak pada lintas tersebut.

3. Perhitungan Kecepatan Operasional

Perhitungan kecepatan operasional diperoleh dari data jarak dan waktu tempuh yang terdapat pada sisi kiri Gapeka.

Tabel 5. Perhitungan Kecepatan Operasional

Kecepatan Operasional Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang		
Gapeka	Lintas	Kecepatan (Km/Jam)
2019	Rangkasbitung-Parungpanjang	67,5
	Parungpanjang - Tanah Abang	70
	Serpong- Tanah Abang	70
	Rangkasbitung - Tanah Abang	70
	Parungpanjang-Serpong	65
	Maja-Parungpanjang	65
	Maja-Tanah Abang	67,5
2021	Rangkasbitung - Parungpanjang	65
	Parungpanjang – Tanah Abang	70
	Serpong - Tanah Abang	70
	Rangkasbitung – Tanah Abang	67,5
	Parungpanjang - Serpong	67,5
	Rangkasbitung - Serpong	67,5
	Tigaraksa- Tanah Abang	67,5

Pada **tabel 5** menunjukkan nilai kecepatan operasional pada setiap stasiun yang ada di lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Setiap stasiun mengalami perbedaan kecepatan dikarenakan dibatasi oleh kecepatan prasarana yang tercantum dalam Grafik Perjalanan Kereta Api.

4. Perhitungan Nilai Parameter *Track Quality Index* (TQI)

Perhitungan *Track Quality Index* (TQI) didapatkan dengan menjumlahkan standar deviasi tiap parameter TQI. Berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai parameter TQI.

Tabel 6. Perhitungan Nilai Standar Deviasi Tiap Parameter TQI

Tahun	Lintas	TQI (mm)	Pert. (mm)	Angk (mm)	Listr (mm)	Lb Spr (mm)
2020	Rangkasbitung-Parungpanjang	24,74	6,58	5,58	11,44	1,1
	Parungpanjang - Tanah Abang	27,84	7,48	7,34	12,08	0,92
	Serpong- Tanah Abang	27,96	7,6	8,1	11,3	0,92
	Rangkasbitung - Tanah Abang	26,3	7,04	6,48	11,74	1,02
	Parungpanjang-Serpong	25,8	7,24	4,96	12,7	0,88
	Maja-Parungpanjang	22,92	6,14	5,28	10,7	0,8
	Maja-Tanah Abang	25,6	6,98	6,6	11,56	0,88
2021	Rangkasbitung - Parungpanjang	27,34	8,54	13,34	4,82	0,6
	Parungpanjang–Tanah Abang	28,84	9,64	13,22	5,26	0,72
	Serpong - Tanah Abang	26	7,94	11,88	5,44	0,72
	Rangkasbitung - Tanah Abang	28,1	9,08	13,28	5,04	0,66
	Parungpanjang - Serpong	32,72	12,5	15,4	4,16	0,62
	Rangkasbitung - Serpong	28,92	9,6	13,88	4,8	0,6
	Tigaraksa- Tanah Abang	28,12	9,22	13,12	5,08	0,88
2022	Rangkasbitung -Parungpanjang	27,78	8,76	11,06	7,14	0,8
	Parungpanjang - Tanah Abang	30,72	11,44	10,94	7,56	0,68
	Serpong - Tanah Abang	30,96	11,7	10,96	7,6	0,66
	Rangkasbitung - TanahAbang	29,26	10	11,14	7,32	0,74
	Parungpanjang - Serpong	29,12	10,28	11,46	6,66	0,7
	Rangkasbitung - Serpong	28,2	9,12	11,2	7,08	0,78

Tahun	Lintas	TQI (mm)	Pert. (mm)	Angk (mm)	Listr (mm)	Lb Spr (mm)
	Tigaraksa - Tanah Abang	30	10,62	11,06	7,62	0,72

Pada **tabel 6** menunjukkan hasil *Track Quality Index* (TQI) yang diperoleh dari perhitungan standar deviasi pada setiap lintas. Nilai parameter TQI terdiri dari pertinggian, angkatan, listringan, dan lebar sepur. Lalu nilai TQI diperoleh dari penjumlahan tiap parameter yaitu pertinggian, angkatan, listringan, dan lebar sepur. TQI merupakan nilai untuk memberikan gambaran umum tentang seluruh kualitas lintas yang dihitung tiap parameter *Track Quality Index*. Nilai TQI pada tabel diatas diperoleh dengan menjumlahkan keempat parameter pengukuran sehingga didapatkan nilai yang menggambarkan kerusakan pada setiap lintas.

5. Uji Asumsi Klasik

a. Uji Normalitas

Untuk menguji kenormalan data digunakan analisis Kolmogorov-Smirnov. Data yang akan diuji pada uji normalitas meliputi data frekuensi perjalanan, daya angkut lintas, dan kecepatan operasi yang merupakan variabel bebas pada penelitian ini. Hasil dari uji normalitas sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas

Hasil Uji Normalitas	
	Unstandardized Residual
Test Statistic	.164
Asymp. Sig. (2-tailed)	.200 ^{c,d}

Hasil uji menunjukkan bahwa keseluruhan variabel memiliki nilai signifikansi $0,2 > 0,05$ sehingga keseluruhan data berdistribusi normal dan dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

b. Uji Multikolinearitas

Gejala multikolinieritas dapat dilihat pada nilai VIF. Data tidak mengalami gejala multikolinearitas apabila memiliki nilai VIF diantara 1-10, dan nilai tolerance $< 0,10$.

Tabel 8. Hasil Uji Multikolinearitas

Model	Statistik Kolinearitas	
	Tolerance	VIF
Frekuensi	.834	1.199
Daya Angkut	.580	1.726
Kecepatan	.566	1.766

Data tersebut tidak menunjukkan gejala multikolinearitas dan dapat digunakan untuk perhitungan lebih lanjut karena nilai masing-masing $VIF < 10$ dan nilai tolerance < 10 .

c. Uji Heteroskedastisitas

Dalam pengujian ini digunakan uji Glejser. Data tidak menunjukkan tanda-tanda varians variabel jika memiliki kriteria $sig > 0,05$. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $sig > 0,05$ yang berarti bahwa masing-masing variabel yaitu frekuensi, daya angkut, dan kecepatan tidak memiliki tanda variansi dan dapat digunakan untuk perhtiungan berikutnya.

Tabel 9. Hasil Uji Heteroskedastisitas

Hasil Uji Heteroskedastisitas					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
	B	Std. Error	Coefficients Beta		
(Constant)	29.540	20.606		1.434	.182
Frekuensi	1.040	.824	.301	1.262	.236
Daya Angkut	-.045	.037	-.353	-1.233	.246
Kecepatan	-9.638	7.487	-.373	-1.287	.227

d. Uji Autokorelasi

Pengujian ini menggunakan Durbin Watson dengan kriteria penilaian bilamana nilai dari Durbin Watson ada dalam rentang $du < dw < 4 - du$

Tabel 10. Hasil Uji Autokorelasi

Hasil Uji Autokorelasi				
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
.815 ^a	0,664	0,563	0,92251	1,965

Tabel di atas menunjukkan jumlah sampel 14 dan jumlah variabel bebas 3 ($k=3$), nilai Durbin Watson dari hasil uji autokorelasi adalah 1,965. Kemudian dengan melihat nilai DU pada tabel Durbin Watson diperoleh nilai 1,778. Sehingga nilai DW berada pada kisaran ($1,778 < 1,965 < 2,221$). Dapat disimpulkan bahwa model regresi linier berganda tidak memiliki autokorelasi.

6. Regresi Linear Berganda

Untuk memperoleh persamaan pada tiap parameter TQI yang akan digunakan untuk memprediksi nilai parameter, maka dilakukan analisis menggunakan regresi linear berganda untuk mencari pengaruh antara variabel frekuensi (X_1), daya angkut lintas (X_2), kecepatan operasi (X_3) dengan nilai tiap parameter TQI (Y). Berikut ini merupakan hasil analisis regresi pada tiap parameter TQI:

a. Peninggian**Tabel 11.** Hasil Analisis Regresi Linear Berganda Parameter Peninggian

Hasil Regresi Linear Berganda Parameter Peninggian			
Variabel Penelitian	Koefisien	Std. Error	Sig.
(Constant)	-19.286	14.180	.204
Frekuensi	-.001	.000	.002
Daya Angkut	2.455E-6	.000	.002
Kecepatan	.156	.200	.455

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan menggunakan SPSS terlihat nilai konstan sebesar -19,286 sedangkan nilai koefisien frekuensi -0,001 nilai koefisien daya angkut sebesar $2,455 \times 10^{-6}$ lalu nilai koefisien kecepatan adalah 0,156 sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{\text{peningkatan}} = -19,286 - 0,001X_1 + 2,455 \times 10^{-6}X_2 + 0,156X_3 \quad (1)$$

Dengan X_1 adalah frekuensi perjalanan, X_2 adalah daya angkut lintas, dan X_3 adalah kecepatan operasional.

b. Angkatan

Tabel 12. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda Parameter Angkatan

Hasil Regresi Linear Berganda Parameter Angkatan			
Variabel Penelitian	Koefisien	Std. Error	Sig.
(Constant)	-53.190	13.899	.003
Frekuensi	-.002	.000	.000
Daya Angkut	6.861E-6	.000	.000
Kecepatan	.214	.196	.301

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan menggunakan SPSS terlihat nilai constant sebesar -53,190 sedangkan nilai koefisien frekuensi -0,002 nilai koefisien daya angkut sebesar $6,861^{-6}$ lalu nilai koefisien kecepatan adalah -0,027, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{angkutan} = -53.190 - 0,002X_1 + 6,861^{-6}X_2 + 0,214X_3 \quad (2)$$

Dengan X1 adalah frekuensi perjalanan, X2 adalah daya angkut lintas, dan X3 adalah kecepatan operasional.

c. Listringan

Tabel 13. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda Parameter Listringan

Hasil Regresi Linear Berganda Parameter Angkatan			
Variabel Penelitian	Koefisien	Std. Error	Sig.
(Constant)	53.302	6.868	.000
Frekuensi	.002	.000	.000
Daya Angkut	-6.478E-6	.000	.000
Kecepatan	.011	.097	.912

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan menggunakan SPSS terlihat nilai konstan sebesar 53,302 sedangkan nilai koefisien frekuensi 0,002 nilai koefisien daya angkut sebesar $-6,478^{-6}$ lalu nilai koefisien kecepatan adalah 0,011, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{listringan} = 53.302 + 0,002X_1 - 6,478^{-6}X_2 + 0,011X_3 \quad (3)$$

Dengan X1 adalah frekuensi perjalanan, X2 adalah daya angkut lintas, dan X3 adalah kecepatan operasional.

d. Lebar Sepur

Tabel 14. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda Parameter Lebar Sepur

Hasil Regresi Linear Berganda Parameter Angkatan			
Variabel Penelitian	Koefisien	Std. Error	Sig.
(Constant)	.651	1.197	.599
Frekuensi	7.142E-5	.000	.001
Daya Angkut	-2.329E-7	.000	.001
Kecepatan	.027	.017	.140

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan menggunakan SPSS terlihat nilai konstan sebesar 0,651 sedangkan nilai koefisien frekuensi $7,142^{-5}$ nilai koefisien daya angkut sebesar $-2,329^{-7}$ lalu nilai koefisien kecepatan adalah 0,027, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{lebar\ sepur} = 0,651 + 7,142^{-5}X_1 - 2,329^{-7}X_2 + 0,027X_3 \quad (4)$$

Dengan X1 adalah frekuensi perjalanan, X2 adalah daya angkut lintas, dan X3 adalah kecepatan operasional.

7. Uji Hipotesis

a. Uji t

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat (Wardani dan Permatasari, 2022). Kriteria pada tahap ini yaitu nilai signifikan < 0,05 maka H_0 ditolak yang berarti terdapat pengaruh antara variabel bebas dengan variabel terikat.

Tabel 15. Hasil Uji t Parameter TQI

Hasil Uji t Parameter TQI				
Model	Pert.	Angkt	Listr	Lb. Spr
(Constant)	.204	.003	.000	.599
Frekuensi	.002	.000	.000	.001
Daya Angkut	.002	.000	.000	.001
Kecepatan	.455	.301	.912	.140

Berdasarkan hasil uji untuk setiap parameter TQI diketahui bahwa variabel frekuensi (X1), dan daya angkut lintas (X2) memiliki $\text{sig} < 0,05$ yang berarti terdapat pengaruh antara frekuensi dan daya angkut terhadap nilai parameter TQI. Sedangkan variabel kecepatan (X3) memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ yang berarti bahwa variabel kecepatan tidak berpengaruh terhadap tiap nilai parameter TQI.

b. Uji F

Langkah berikutnya adalah melakukan uji terhadap keseluruhan variabel bebas apakah terdapat pengaruh secara simultan terhadap variabel terikat (Ghozali, 2018). Kriteria dalam pengujian ini dengan nilai signifikan $< 0,05$ maka H_0 ditolak sehingga terdapat pengaruh antara keseluruhan variabel bebas dengan variabel terikat.

Tabel 16. Hasil Uji F Parameter TQI

Uji F Parameter TQI	
Pertinggian	.015 ^b
Angkatan	.000 ^b
Listringan	.000 ^b
Lebar Sepur	.004 ^b

Dari pengujian didapatkan nilai signifikansi $< 0,05$ yang berarti bahwa frekuensi (X1), daya angkut lintas (X2), dan kecepatan (X3) secara bersama-sama memiliki pengaruh terhadap tiap parameter TQI.

c. Uji Koefisien Determinasi

Menurut Ghozali, 2018 tahap uji berikutnya memiliki fungsi untuk mengukur kemampuan model dalam regresi linear berganda apakah dapat menjelaskan variabel terikat pada penelitian dengan kriteria nilai koefisien determinasi adalah 0 sampai 1 apabila nilai hasil uji mendekati angka 1 maka seluruh variabel dapat membagikan hampir semua informasi untuk memprediksi variabel terikat yaitu parameter *Track Quality Index* (TQI).

Tabel 17. Hasil Uji Koefisien Determinasi Parameter TQI

Uji R Parameter TQI	
Pertinggian	.524
Angkatan	.914
Listringan	.975
Lebar Sepur	.631

Dari pengujian tersebut diperoleh nilai adjusted R^2 sebesar:

1. Nilai pertinggian 0,524 atau 52,4% yang berarti bahwa nilai pertinggian dapat dijelaskan sebesar 52,4% oleh variabel bebas (independen) yaitu frekuensi, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional. Sedangkan 47,6% nilai pertinggian dapat dijelaskan oleh variabel/faktor lain.
2. Nilai angkatan 0,914 atau 91,4% yang berarti bahwa nilai angkatan dapat dijelaskan sebesar 91,4% oleh variabel bebas (independen) yaitu frekuensi, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional. Sedangkan 9,6% nilai angkatan dapat dijelaskan oleh variabel/faktor lain.
3. Nilai angkatan 0,975 atau 97,5% yang berarti bahwa nilai angkatan dapat dijelaskan sebesar 97,5% oleh variabel bebas (independen) yaitu frekuensi, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional. Sedangkan 2,5% nilai angkatan dapat dijelaskan oleh variabel/faktor lain.

4. Nilai lebar sepur 0,631 atau 63,1% yang berarti bahwa nilai lebar sepur dapat dijelaskan sebesar 63,1% oleh variabel bebas (independen) yaitu frekuensi, daya angkut lintas, dan kecepatan operasional. Sedangkan 36,9% nilai lebar sepur dapat dijelaskan oleh variabel/faktor lain.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang Kajian Anjlokkan Kereta Api Lintas Rangkasbitung-Tanah Abang Berdasarkan *Track Quality Index* (TQI) maka dapat ditarik kesimpulan variabel frekuensi, dan daya angkut lintas memiliki nilai $\text{sig} < 0,05$ yang berarti bahwa variabel bebas memberikan pengaruh yang signifikan secara positif terhadap variabel terikat yaitu parameter TQI. Pengaruh tersebut dapat menyebabkan meningkatnya angka TQI sehingga berdampak pada anjlokkan kereta api pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Sedangkan untuk variabel kecepatan memiliki nilai $\text{sig} > 0,05$ yang berarti variabel kecepatan tidak berpengaruh terhadap nilai parameter TQI dan tidak menyebabkan peningkatan nilai TQI yang tidak berpengaruh terhadap penurunan kualitas lintas sebagai sebab dari anjlokkan kereta api pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Nilai TQI dapat memberikan gambaran tentang kualitas lintas pada lintas Rangkasbitung-Tanah Abang. Keterbatasan jumlah kereta ukur maka diberikan alternatif solusi untuk mempermudah perhitungan. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, didapatkan beberapa persamaan untuk memprediksi nilai parameter TQI. Persamaan tersebut dapat digunakan sebagai nilai prediksi TQI tanpa harus mengoperasikan kereta ukur.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Danielli, R. A., & Muthohar, I. (2021). Analisis Track Quality Index (TQI) Pada Periode Sebelum dan Sesudah Pembangunan Jalur Ganda (Studi Kasus: Lintas Kroya - Kutoarjo). Yogyakarta. Direktorat Jenderal Perkeretaapian. (2011). Faktor Manusia Masih Mendominasi Kecelakaan KA. Fistcar, W. A., Widyastuti, H., Iranata, D., & Prastyanto, C. A. (2020). Pengaruh Parameter Track Quality Indeks (TQI) Terhadap Perilaku Bantalan Beton (Studi kasus : Track Quality Indeks (TQI) penyimpangan geometri 25 mm-40 mm). Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 131-138. Erdiana, F.Y., Zhafirah, A., (2023). Penilaian Track Quality Index Jalan Rel Rancaekek – Haurpugur. Jurnal Konstruksi, 55-60. Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Hamid, & Gross. (1981). Track Quality Indices and Track-Degradation For Maintenance Of Way Planning. Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board, vol. 802, pp. 2–8, 198. Kementerian Perhubungan. (2019). Terdapat 168 Unit Sarana Kereta Api Milik Negara Yang Dirawat Pemerintah, Apa Saja? <https://dephub.go.id>. Kurniawan, W. (2015). Tinjauan Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Indeks(TQI) (Studi kasus: Lintas Manggarai-Bogor). Munawaroh, B., & Cholissodin, I. (2016). Klasifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Rel Kereta Api Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) (Studi Kasus: Jalan Rel 8.16 Malang). Prihatanto, R., Nurfaizin, B., Puspitasari, A., Riyanta, W., (2023). Penentuan Prioritas Perawatan Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI) Jalur Kereta Api Antara Stasiun Semarang Poncol – Stasiun Alastua. Media Ilmiah Teknik Sipil, Vol 11 No. 11. Rencana Induk Perkeretaapian Nasional. (2018). Review Rencana Induk Perkeretaapian Nasional. Jakarta: Kementerian Perhubungan RI. Wantana, A. H., Widyastuti, H., & Prastyanto, C. A. (2020). Prediksi Nilai Track Quality Index (TQI) Berdasarkan Data Frekuensi dan Beban Lalu Lintas Untuk Lebar Sepur 1067. Jurnal Penelitian Transportasi Darat, 131-142. Wardani, S., & Permatasari, R. I. (2022). Pengaruh Pengembangan Karier Dan Disiplin Kerja Terhadap Prestasi Kerja Pegawai Negeri Sipil (PNS) Staf Umum Bagian Pergudangan Penerbangan Angkatan Darat Di Tangerang. Jurnal Ilmiah M-Progress, 13-25.