

Analisis Kebijakan Operasi Kereta Api: Studi Kasus pada Lintas Bandung-Cicalengka

Yunanda Raharjanto^{*,1,2}, Bram Hertasning^{1,3}, dan Shaula Fidilia³

¹Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Kec. Ciputat Tim, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15419, Indonesia

²Pusat Pengembangan SDMP Darat, Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Jl. Raya Setu No. 89, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, 17520, Indonesia

³Pusat Kebijakan Lalu Lintas & Angkutan Transportasi, Badan Kebijakan Transportasi

Jl. Medan Merdeka Tim, No. 5, Gambir, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10110, Indonesia

*E-mail: yunanda.r@ptdisttd.ac.id

Diterima: 6 Februari 2024, direvisi: 15 Oktober 2024, disetujui: 23 Juni 2025,
tersedia daring: 26 Juni 2025, diterbitkan: 30 Juni 2025

Abstrak

Pembangunan jalur ganda (*double track*) dan revitalisasi stasiun pada segmen Kiaracondong–Cicalengka di lintas Bandung–Cicalengka diproyeksikan akan membawa dampak signifikan terhadap pola operasi dan kapasitas layanan kereta api di wilayah tersebut. Untuk menilai dampak tersebut, dilakukan kajian terhadap kapasitas lintas pasca-pembangunan dengan menggunakan empat acuan utama, yaitu: SK Direktur Jenderal Perhubungan Darat (Ditjen Darat) No. KA.407/AJ.401/DRJD/2018 tentang pedoman teknis pengendalian lalu lintas di lokasi potensi kecelakaan di perlintasan sebidang dengan kereta api, SK Ditjen Darat No. KP.770 Tahun 2005 tentang pedoman teknis perlintasan sebidang antara jalan dan jalur kereta api, UIC Code 406 mengenai metode untuk analisis dan estimasi kapasitas jalur kereta api, dan SNI 03-6795-2002 mengenai metode pengujian untuk menentukan tanah ekspansif. Keempat pedoman ini memberikan pendekatan yang berbeda namun saling melengkapi dalam pengukuran kapasitas jalur dan evaluasi kinerja operasi kereta api. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh petak jalan pada lintas Bandung–Cicalengka, termasuk segmen yang sedang ditingkatkan, belum mengalami kejenuhan kapasitas. Indikator-indikator utama seperti waktu okupansi (*occupancy time*), tingkat kejenuhan (*saturation level*), grafik kompresi perjalanan, dan evaluasi *headway*, semuanya menunjukkan bahwa lintas ini masih memiliki kapasitas cadangan yang cukup besar. Artinya, secara teknis, masih dimungkinkan untuk menambah jumlah perjalanan kereta api baik untuk layanan komuter maupun antarkota. Kesimpulan ini menjadi dasar penting dalam perencanaan pengembangan layanan, terutama dalam menjawab pertumbuhan permintaan transportasi di wilayah Bandung Raya. Dengan kapasitas yang memadai, Pemerintah dan operator kereta api dapat merancang peningkatan frekuensi layanan secara bertahap, disertai dengan manajemen operasi yang lebih efisien guna mendukung mobilitas masyarakat dan integrasi transportasi perkotaan.

Kata kunci: grafik perjalanan kereta api, kapasitas lintas, kepuasan penumpang, pola operasi kereta api.

Abstract

Analysis of Train Operation Policy: Case Study on the Bandung-Cicalengka Line: The construction of the double track and the revitalization of stations along the Kiaracondong–Cicalengka segment of the Bandung–Cicalengka line are projected to have a significant impact on the operational patterns and service capacity of railways in the area. To assess this impact, a study on line capacity after the development was conducted using four main references: the Decree of the Director General of Land Transportation (Ditjen Darat) No. KA.407/AJ.401/DRJD/2018 on technical guidelines for traffic control at potential accident-prone level crossings with railways, the Decree of the Director General of Land Transportation No. KP.770/2005 on technical guidelines for level crossings between roads and railway tracks; UIC Code 406 concerning the method for railway line capacity analysis and estimation; and SNI 03-6795-2002 on testing methods for determining expansive soil. These four guidelines provide different but complementary approaches in measuring line capacity and evaluating railway operational performance. The analysis' results indicate that all track sections on the Bandung–Cicalengka line, including the segment currently being upgraded, have not yet reached the capacity saturation. Key indicators such as occupancy time, saturation level, compressed train path diagram, and headway evaluation all show that this line still has considerable reserve capacity. This means that, technically, it remains feasible to increase the number of train services, both for commuter and intercity operations. This conclusion provides an important basis for service development planning, particularly in addressing the growing demand for transportation in the Greater Bandung area. With adequate capacity, the Government and railway operators can design a gradual increase in service frequency, accompanied by more efficient operational management to support community mobility and urban transport integration.

Keywords: passenger satisfaction, traffic capacity, train operation patterns, train travel graph.

1. Pendahuluan

Transportasi sebagai tulang punggung pembangunan menentukan pertumbuhan ekonomi suatu negara dan kereta api merupakan moda transportasi yang harus dikembangkan [1]. Namun, perkembangan perkeretaapian di Indonesia sampai tahun 1990 masih terasa lambat, karena selama

Tabel 1. Perkembangan kapasitas kereta api nasional tahun 2018-2022.

Tahun	Panjang Jalur Operasi (km)	Kapasitas Lintas (Jml KA/hari)	Volume Perjalanan KA (Jml KA/hari)	Tingkat Pemanfaatan Kapasitas (%)
2018	5.048	2.190	1.632	74,5%
2019	5.093	2.250	1.740	77,3%
2020	5.138	2.280	1.210	53,0% (<i>pandemi</i>)
2021	5.186	2.340	1.365	58,3%
2022	5.256	2.450	1.897	77,4%

Sumber: [5]

Tabel 2. Perkembangan jumlah penumpang tahun 2018-2022.

Tahun	Jumlah Penumpang (Juta Orang)	Pertumbuhan Tahunan (%)	Keterangan
2018	423,9	-	<i>Tahun normal sebelum pandemi, volume sangat tinggi</i>
2019	429,3	+1,3%	<i>Puncak volume penumpang prapandem</i>
2020	186,8	-56,5%	<i>Pandemi Covid</i>
2021	154,5	-17,3%	<i>Pandemi Covid</i>
2022	214	+38,5%	<i>Pemulihan</i>

Sumber: [5]

lebih dari 70 tahun terdapat kecenderungan terjadinya penurunan pada bidang prasarana jalan kereta api yang dioperasikan tanpa perbaikan [2] dan juga permasalahan lain seperti ketepatan waktu kereta api di Indonesia masih relatif rendah [3] serta perkembangan prasarana sarana (Tabel 1) dan jumlah penumpang (Tabel 2) yang relatif minim. Kemudian, yang paling penting ialah perkembangan sumber daya manusia, dan berbagai metode yang berkaitan dengan perencanaan, perancangan, dan pengoperasian kereta api yang belum mendapat perhatian penting [4]. Di antara metode yang krusial dan memerlukan perbaikan segera adalah kebijakan dan implementasi metode untuk menentukan kapasitas jalur kereta api yang akan mempengaruhi pelayanan terhadap pengguna kereta api.

Untuk dapat menyediakan pelayanan yang baik, maka pemerintah telah merancang infrastruktur sesuai dengan kebutuhan kapasitas masa depan [6]. Sampai saat ini metode kapasitas jalur kereta api masih menggunakan metode dari luar negeri yang dimodifikasi secara sederhana. Selain itu, variabel yang mempengaruhi kapasitas jalur kereta api adalah *headway*. Besaran *headway* sudah ditentukan berdasarkan Grafik Perjalanan Kereta Api (Gapeka) dan dalam pelaksanaannya masih terdapat *delay* perjalanan kereta api akibat dari berbagai faktor, sehingga kapasitas riil umumnya lebih rendah dari yang direncanakan [7]. Kapasitas jalur kereta api yang tidak sesuai dengan rencana menyebabkan ketidaksesuaian dalam langkah perencanaan perjalanan kereta api.

Lintas Bandung–Cicalengka merupakan koridor kereta api strategis di Jawa Barat yang melayani puluhan perjalanan KA lokal per hari, belum memperhitungkan tambahan KA jarak jauh dan kereta barang. Di sisi lain, koridor jalan raya paralel seperti Jalan Soekarno-Hatta dan Jalan Bandung-Garut sudah mengalami kepadatan tinggi, mendorong masyarakat beralih ke kereta api sebagai moda transportasi utama. Tekanan ini menciptakan kebutuhan untuk memastikan kualitas layanan kereta tetap optimal dengan frekuensi tinggi namun tetap aman dan andal.

Meskipun segmen Kiaracondong-Cicalengka telah mendapatkan *double track* dan revitalisasi stasiun, masih terdapat kendala teknis seperti penggunaan sistem perambuan yang belum optimal, keberadaan perlintasan sebidang, serta keterbatasan fasilitas rute penyusulan. Kondisi ini memicu potensi *bottleneck*, di mana peningkatan frekuensi KA dapat justru memperburuk operasi bila tidak didukung dengan manajemen dan kebijakan kapasitas yang matang. Hal ini memperjelas urgensi analisis menggunakan empat pedoman resmi untuk memastikan prasarana dan layanan dapat beradaptasi.

Pedoman pertama, SK Ditjen Perhubungan Darat No. KP.770/KA.401/DRJD/2005 tentang pedoman teknis pengendalian lalu lintas di lokasi potensi kecelakaan di perlintasan sebidang dengan kereta api. Pedoman kedua, SK Ditjen Perhubungan Darat No. KA.407/AJ.401/DRJD/2018 Tahun 2018 fokus pada

pedoman teknis perlintasan sebidang antara jalan dan jalur kereta api. Sementara itu, Peraturan Menteri Perhubungan No. 36 Tahun 2011 mengatur aspek teknis perlintasan sebidang demi keselamatan dan kelancaran lintas dan PM No. 94 Tahun 2018 semakin memperkuat regulasi terkait keamanan di perlintasan sebidang [2][3].

Penggunaan keempat pedoman tersebut penting karena menawarkan pendekatan yang beragam namun saling melengkapi. SK 407 dan 770 menghitung kapasitas teknis perlintasan sebidang KA, sedangkan PM 36 dan 94 memberikan kerangka keselamatan dan pelayanan publik. Pendekatan multidimensi ini memastikan bahwa peningkatan frekuensi perjalanan bukan hanya aman dari sisi teknis, tetapi juga memenuhi standar pelayanan minimum (SPM) dan regulasi keselamatan publik.

Karena itu, penelitian ini dilakukan guna menilai kapasitas lintas Bandung-Cicalengka secara komprehensif, dengan mempertimbangkan lalu lintas jalan yang padat, frekuensi perjalanan yang tinggi, dan potensi faktor penghambat operasional. Hasil kajian diharapkan menghasilkan rekomendasi kebijakan yang holistik dan tepat guna seperti penyesuaian *headway*, optimalisasi grafik perjalanan, serta peningkatan keamanan perlintasan sehingga layanan kereta api di wilayah ini dapat berkelanjutan, efisien, dan sesuai kebutuhan pengguna.

Dalam dua dasawarsa ini pemerintah telah menyadari bahwa angkutan kereta api adalah moda angkutan terpenting dalam transportasi darat yang memiliki kelebihan pada kecepatan, kapasitas angkut, dan bebas dari kemacetan, sehingga angkutan berbasis jalan rel perlu dikembangkan untuk mendukung perekonomian angkutan orang dan barang. Kementerian Perhubungan sedang melakukan pembangunan *double track*, dan renovasi stasiun untuk menunjang kebutuhan penumpang. Pada wilayah Operasi Bandung, jalur yang dikembangkan ialah dari jalur Bandung ke Cicalengka dengan membangun *double track* dan pembangunan lima stasiun di Gedebage, Cimekar, Rancaekek, dan Haurpugur, dan Cicalengka. Untuk mempelajari hasil dari pembangunan tersebut, maka studi ini difokuskan pada analisis kapasitas lintas pada jalur Bandung ke Cicalengka tersebut. Tujuan penelitian yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah analisis kapasitas lintas pada jalur kereta api Bandung-Cicalengka segmen Kiaracondong-Cicalengka.

2. Metodologi

2.1. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk menganalisis kapasitas lintas serta mengevaluasi kebijakan operasional pada segmen Kiaracondong-Cicalengka, lintas Bandung-Cicalengka. Data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data sekunder dikumpulkan melalui studi dokumentasi terhadap sumber-sumber resmi dari PT Kereta Api Indonesia (Persero) sebagai operator dan Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan sebagai regulator. Dokumen tersebut mencakup Gapeka, data jumlah perjalanan harian, *headway*, sistem persinyalan, jenis operasi, serta jenis dan volume kereta api yang melintas serta satuan maksimum perjalanan kereta api (SMPK) yang merupakan jumlah maksimum perjalanan kereta api yang dapat dilayani oleh suatu lintas atau petak jalan dalam periode waktu tertentu (biasanya 1 hari) dalam kondisi operasi normal, dengan memperhitungkan faktor teknis dan operasional sebagai faktor utama.

Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan yang dilakukan pada beberapa titik representatif di lintas penelitian. Lokasi observasi ditentukan berdasarkan kombinasi antara jalur tunggal dan jalur ganda guna mencerminkan kondisi aktual infrastruktur. Fasilitas yang diamati meliputi jenis sinyal, jumlah wesel, panjang petak, stasiun pertemuan, jalur belok, serta jenis persinyalan yang digunakan. Data ini dicatat dalam tabel inventarisasi fasilitas jalur untuk memudahkan klasifikasi dan analisis lebih lanjut.

2.2. Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan melalui analisis perbandingan antara kapasitas rencana (Gapeka) dan kapasitas aktual jalur berdasarkan observasi lapangan. Perhitungan kapasitas aktual dilakukan dengan mengacu pada berbagai pedoman perkeretaapian, yaitu SK Ditjen Perhubungan Darat No. KA.407, SK KP.770/KA.401/DRJD/2005, PM 36 Tahun 2011 dan PM 94 Tahun 2018. Perhitungan menggunakan

parameter SMPK sebagai indikator utama kapasitas, yang dihitung dengan mempertimbangkan panjang petak, waktu tempuh kereta api terpanjang, waktu antara (*headway*), waktu jaga (*buffer time*), dan waktu pergerakan kereta di stasiun dengan nilai hasil SMPK inilah yang akan dibandingkan dengan jumlah perjalanan aktual di lapangan.

Selanjutnya dilakukan analisis komparatif antara hasil perhitungan kapasitas berdasarkan masing-masing pedoman dengan data aktual hasil pengamatan di lapangan. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai konsistensi serta kesesuaian implementasi operasional dengan ketentuan regulatif yang ada. Analisis ini juga mempertimbangkan faktor kepadatan lalu lintas jalan raya di sekitar jalur kereta api dan tingginya frekuensi perjalanan kereta api yang semakin meningkat terutama di segmen perkotaan.

2.3. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggambarkan hasil observasi, kalkulasi, dan evaluasi terhadap kapasitas lintas dari berbagai pendekatan tersebut. Temuan akan disajikan dalam bentuk tabel kapasitas, grafik perbandingan, serta uraian naratif interpretatif. Hasil ini diharapkan memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi peningkatan efisiensi operasional dan perencanaan penambahan perjalanan kereta api di masa mendatang.

Metodologi penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif deskriptif. Bahan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder dilakukan dengan cara menginventarisasi data-data yang sudah ada baik pada PT Kereta Api (persero) selaku operator maupun pada pemerintah dalam hal ini Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan selaku regulator. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan survei langsung pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan lokasi yang dapat mewakili dua kondisi jalur kereta api yaitu jalur tunggal dan jalur ganda. Berdasarkan pertimbangan ini maka ditetapkan lokasi penelitian yaitu lintas Bandung-Cicalengka segmen Kiaracondong-Cicalengka. Data primer digunakan untuk menganalisis data primer menggunakan rumus kapasitas dan melakukan perbandingan nilai kapasitas jalur kereta api antara kapasitas rencana sesuai 'Gapeka' dan kapasitas sesungguhnya berdasarkan data primer.

3. Hasil dan Pembahasan

Seiring dengan meningkatnya jumlah transportasi, kapasitas di beberapa tempat infrastruktur perkeretaapian menjadi tidak mencukupi. Biasanya penambahan jumlah *track* di seluruh atau sebagian jalur yang kelebihan beban tampaknya merupakan solusi yang paling sederhana dan jelas. Namun, investasi pada infrastruktur sangat besar dan perluasan infrastruktur di wilayah padat penduduk mungkin tidak mungkin dilakukan [8]. Oleh karena itu, segala cara yang memungkinkan pembatasan atau penghindaran pembangunan infrastruktur atau rekonstruksi harus didiskusikan. Parameter utama yang mempengaruhi kapasitas jalur kereta api adalah perbedaan kecepatan kereta api [9][10]. Meningkatnya selisih antara kecepatan kereta tertinggi dan terendah, kapasitas jalur yang layak berkurang [11]. Pengurangan perbedaan kecepatan kereta api memungkinkan peningkatan kapasitas jalur kereta api tanpa mengubah infrastruktur [12]. Sebuah penelitian yang memperkirakan variabel-variabel yang menentukan kecepatan kereta api komersial dan kepentingannya disajikan dalam artikel [13][14].

Kecepatan komersial kereta api bergantung pada traksi sarana perkeretaapian dan karakteristik sistem pemutusan, durasi halaman berhenti dan beberapa kondisi pengendalian lalu lintas [7][15]. Untuk mengurangi selisih kecepatan kereta api, kecepatan kereta api yang paling lambat harus ditingkatkan tetapi kecepatan kereta api kecepatan tinggi tidak boleh dikurangi. Kereta barang dan kereta penumpang yang berhenti di stasiun perantara seringkali merupakan kereta paling lambat di jalur kereta lalu lintas campuran. Pengaruh berbagai variabel dievaluasi menggunakan analisis sensitivitas sehingga memperkirakan potensi peningkatan kapasitas. Dampak infrastruktur terhadap kecepatan kereta dan menghasilkan saran tindakan untuk meningkatkan kapasitas kabupaten, tanpa mengubah parameter infrastruktur [16]. Metodologi ini mengasumsikan bahwa sistem perkeretaapian terdiri dari tiga komponen utama: infrastruktur, sarana perkeretaapian dan sarana pengatur lalu lintas organisasi. Dalam mengoptimalkan sistem transportasi kereta api, interaksi ketiga komponen tersebut harus dipertimbangkan [8].

3.1. Formula Perhitungan Kapasitas Jalur Kereta Api

Formula perhitungan kapasitas jalur kereta api di Indonesia saat ini menggunakan persamaan (1).

$$K = H \times \eta \quad (1)$$

untuk jalur ganda menggunakan persamaan (2)

$$K = H \times 2 \times \eta \quad (2)$$

dimana K adalah kapasitas pada petak jalan yang dihitung atau kapasitas lintas apabila nilainya K nya diambil yang terendah, 1440 adalah total waktu selama 24 jam (24×60), H adalah faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu untuk perawatan dan waktu karena pola operasi perjalanan kereta api, 60% untuk jalur tunggal dan 70 % untuk jalur ganda, H adalah *headway* (menit), t_a - b waktu tempuh kereta api antara stasiun A dengan stasiun B (menit), t_p adalah waktu perjalanan dari sebelum sinyal muka stasiun A bagi kereta api kedua (jarak 3 km) (menit), C adalah waktu pelayanan blok dan sinyal (menit)

Untuk jalur tunggal 1440 kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *scheduling*, jumlah jalur, panjang *track*, jarak sinyal, pemberhentian dan *maintenance* sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh faktor - faktor tersebut terhadap kapasitas guna pengembangan model perhitungan kapasitas yang digunakan saat ini [17][18].

Faktor efisiensi merupakan faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu untuk perawatan dan waktu karena pola perjalanan kereta api. Pada jalur tunggal kapasitas lintas 60% (dikurangi 40%), dengan perincian pengurangan sebagai berikut: 20% untuk perawatan dan 20% untuk waktu hilang karena sulit atau jarang sekali dapat meminimalkan waktu, baik dalam *headway* minimum untuk dua kereta api atau lebih kereta api searah, dan sulit meminimalkan waktu untuk menunggu persilangan dan atau penyusulan [17][18].

Kecepatan rata-rata di jalur tunggal sangat rendah, semakin banyak kereta api, maka semakin sering persilangan dan atau penyusulan, dan akan semakin menurunkan kecepatan rata-rata, atau, akibatnya waktu perjalanan rata-rata akan semakin lama [9][19]. Apabila kecepatan rata-rata atau waktu perjalanan sudah melebihi 30%, sebaiknya harus dijadikan jalur kembar atau ganda [20][21]. Pada jalur ganda, kapasitas lintas 70% (dikurangi 30%) dengan perincian pengurangan sebagai berikut: 20% untuk perawatan dan 10% waktu hilang, karena tidak bisa meminimalkan waktu dalam *headway* minimum untuk dua kereta api atau lebih kereta api searah [22].

Dari persamaan di atas, diketahui bahwa terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas, yaitu *headway*, jumlah jalur, dan nilai efisiensi. Nilai efisiensi ditentukan untuk jalur tunggal sebesar 60% dan jalur ganda sebesar 70% digunakan untuk mengakomodir perawatan dan waktu yang hilang [23][24]. Namun, berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui berbagai faktor yang mempengaruhi besaran kapasitas jalur kereta api, yaitu: jumlah kereta, heterogenitas, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, Panjang *Headway* minimum dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sistem jalur yang dilewati oleh kereta api baik jalur tunggal maupun jalur ganda, dan sistem hubungan blok yang digunakan [19]. Untuk menghitung *headway* secara teoritis dapat digunakan rumus (3), rumus (4), rumus (5).

- Hubungan blok manual

$$H = \frac{60(SAB+3)}{v} + 1 \quad (3)$$

- Hubungan blok otomatis tertutup

$$H = \frac{60(SAB+3)}{v} + 0,25 \quad (4)$$

- Hubungan blok otomatis terbuka

$$H = \frac{60(SAB+1)}{v} + 0,25 \quad (5)$$

Tabel 3. Kapasitas jalur kereta api lintas Bandung- Cicalengka.

Lintas	Petak Jalan (KM)	Perjalanan KA	Kapasitas Lintas Uned	Kapasitas Lintas Metode 2 (KA)	Kapasitas Lintas Gapeka 2023
Bd-Cth	2,638	76	450	477	296
Cth-Kac	2,352	76	473	502	296
Kac-Gdb	5,208	76	108	135	131
Gdb-Cmk	2,798	76	441	465	314
Cmk-Rck	4,847	76	331	344	314
Rck-Hrp	5,173	76	318	330	314
Hrp-Ccl	4,121	76	131	161	121

Sumber: [1][3][11][12]

Tabel 4. *Idle* Kapasitas di lintas Bandung-Cicalengka.

Lintas	Petak Jalan (KM)	Perjalanan KA	Kapasitas Lintas Gapeka 2023	<i>Idle</i> Kapasitas Lintas Gapeka 2023
Bd-Cth	2,638	76	296	220
Cth-Kac	2,352	76	296	220
Kac-Gdb	5,208	76	131	54
Gdb-Cmk	2,798	76	314	238
Cmk-Rck	4,847	76	314	238
Rck-Hrp	5,173	76	314	238
Hrp-Ccl	4,121	76	121	45

Sumber: [1][3][11][12]

Idle: ruang cadangan atau slot perjalanan kereta yang masih bisa dimanfaatkan tanpa menyebabkan kejenuhan lintas

dimana H adalah *headway* (menit), SAB adalah Jarak terpanjang antara dua stasiun di lintas yang bersangkutan (km), B adalah Jarak antara dua sinyal blok berurutan (km), V adalah kecepatan rata-rata grafis (km per jam), 1 atau $0,25$ adalah waktu pelayanan blok.

Berdasarkan hasil analisis terhadap data Gapeka tahun 2023 dan data hasil survei dapat diketahui kapasitas jalur kereta api, kecepatan, dan waktu *delay* lintas Bandung-Cicalengka ditunjukkan pada Tabel 3, dimana menggunakan rumus persamaan Uned [17] guna menghitung kapasitas lintas jalur tunggal dan jalur ganda.

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 diketahui jenis jalur, jarak antar stasiun, kecepatan, kapasitas dan *delay* sebagai berikut:

3.1.1 Jenis Jalur

Terdapat 2 (dua) jenis jalur pada lintas Bandung-Cicalengka yaitu jalur tunggal (*single track*) lintas Kiaracandong-Gedebage, Haurpugur-Cicalengka dan jalur ganda (*double track*) lintas Bandung-Kiaracandong, Gedebage-Haurpugur.

3.1.2 Jarak Antar Stasiun

Pada lintas Bandung-Cicalengka terdapat 8 stasiun kereta api. Jarak terpendek antar stasiun adalah antara Stasiun Cikudapateuh ke Stasiun Kiaracandong berjarak 2,352 km dan jarak terjauh antara Stasiun Kiaracandong ke Stasiun Gedebage berjarak 5,208 km.

3.1.3 Kecepatan Rata-Rata

Pada jalur tunggal, kecepatan rata-rata saat itu (survei) 75 km per jam, sedangkan jalur ganda kecepatan rata-rata saat itu (survei) 80 km per jam.

3.1.4 Kapasitas

Pada jalur tunggal, kapasitas rata-rata 77 kereta api perhari dari yang direncanakan di Gapeka sebesar 130 kereta api perhari. Pada jalur ganda, kapasitas rata-rata saat survei 77 kereta api perhari dari yang direncanakan di Gapeka 2023 sebesar 296 kereta api perhari.

3.2. Analisis Volume dan Kapasitas Lintas kereta api

Berdasarkan hasil pengolahan data diketahui bahwa volume kereta api pada lintas Bandung-Cicalengka sebesar 77 kereta api per hari, masih terdapat *idle* kapasitas lintas ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa realisasi kecepatan bervariasi dan jauh lebih rendah dari yang direncanakan. Deviasi kecepatan antara realisasi dan rencana pada jalur tunggal lebih besar dibandingkan jalur ganda. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan perjalanan untuk stabilitas perjalanan pada jalur tunggal lebih sulit dibandingkan dengan jalur ganda. Hal ini disebabkan pada jalur tunggal lintas digunakan secara bergantian dari dua arah sedangkan pada jalur ganda jalur digunakan searah atau masing-masing kecuali terjadi kecelakaan atau gangguan.

Temuan penelitian ini dapat diketahui dari Tabel 3 yaitu: a) Kapasitas di jalur tunggal lebih rendah dibandingkan jalur ganda; b) Realisasi kapasitas di jalur ganda mendekati yang direncanakan Gapeka 2023, hal ini menunjukkan bahwa menjaga stabilitas di jalur ganda lebih mudah dibandingkan di jalur tunggal; c) Kecenderungan realisasi kapasitas menurun pada lintas mendekati stasiun besar, hal ini dimungkinkan akibat antrian menunggu sebelum memasuki stasiun yang merupakan stasiun naik-turun penumpang terkait dengan kapasitas stasiun (jumlah emplasemen); d) Pemanfaatan kapasitas masih rendah baik di jalur tunggal maupun jalur ganda yaitu volume 77 kereta api per hari untuk lintas Bandung-Cicalengka; dan d) bahwa kapasitas lintas yang ada belum digunakan secara maksimal dan masih dapat ditambahkan perjalanan jika dibutuhkan pada masa yang akan datang yaitu sebanyak 45 perjalanan kereta api per hari maksimal yang dapat ditambahkan sesuai *idle* kapasitas yang ada.

Sebagai pengayaan studi stasiun kereta api di masa datang, situasi ini merekomendasikan analisis penambahan stasiun kereta api dapat mengikuti model yang telah dikembangkan oleh Kasraian, Maat, and Wee (2016) yang berlokasi di Belanda memberikan hasil bahwa penambahan model logit binomial untuk memprediksi kemungkinan dibangunnya stasiun baru berdasarkan jumlah kawasan terbangun sebelumnya dan selanjutnya serta jumlah kawasan terbangun [25]. Adanya stasiun baru memungkinkan dorongan pertumbuhan lebih lanjut. Hasilnya menunjukkan bahwa pada masa-masa awal stasiun mengikuti pola urbanisasi yang ada.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kapasitas jalur kereta api dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jumlah kereta yang beroperasi, tingkat *heterogenitas* dan stabilitas perjalanan, kecepatan operasional, kondisi infrastruktur, pola pengoperasian, panjang rangkaian, waktu keterlambatan (*delay*), keberadaan simpang rel (*junction*), jumlah sinyal antara (*intermediate signals*), ketersediaan sumber daya, keakuratan jadwal (*scheduling*), jumlah jalur (*track*), panjang lintasan, jarak antar sinyal, frekuensi pemberhentian, serta kebutuhan perawatan (*maintenance*). Kompleksitas dari berbagai faktor ini menunjukkan bahwa pendekatan satu dimensi dalam menghitung kapasitas sudah tidak memadai, sehingga dibutuhkan penelitian lanjutan yang mampu mengkaji pengaruh masing-masing variabel tersebut terhadap kapasitas jalur. Tujuannya adalah untuk mengembangkan model perhitungan kapasitas yang lebih akurat dan kontekstual bagi kondisi perkeretaapian di Indonesia. Kesimpulan dari studi ini menegaskan bahwa formula perhitungan kapasitas jalur kereta api di Indonesia umumnya mengacu pada tiga komponen utama, yaitu nilai *headway* antar kereta, jumlah jalur yang tersedia (*single/double track*), serta faktor efisiensi operasional yang mengakomodasi waktu perawatan dan waktu tidak produktif lainnya. Namun, hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas lintas saat ini belum digunakan secara optimal. Dari perbandingan antara kapasitas terpasang dan jumlah perjalanan aktual, masih terdapat ruang untuk penambahan perjalanan harian. Secara teoritis, jalur yang diamati masih mampu menampung tambahan hingga 45 perjalanan kereta api per hari. Secara lebih spesifik, pada jalur tunggal, kapasitas rencana berdasarkan Gapeka 2023 sebesar 130 kereta api per hari, sementara hasil observasi menunjukkan pemanfaatan aktual rata-rata hanya 77 perjalanan per hari atau sekitar 59%. Sedangkan pada jalur ganda, kapasitas yang tersedia mencapai 296 perjalanan per hari, namun saat survei hanya terisi rata-rata 77 perjalanan atau sekitar 26% dari kapasitas rencana. Rendahnya tingkat utilisasi kapasitas ini menunjukkan adanya potensi besar untuk optimalisasi lintas, baik melalui penyesuaian jadwal, pengaturan pola operasi, maupun peningkatan efisiensi infrastruktur dan pengendalian lalu lintas kereta api. Dengan demikian, temuan penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran mengenai kondisi aktual pemanfaatan kapasitas, namun juga membuka ruang bagi diskursus ilmiah yang lebih mendalam mengenai metode penghitungan kapasitas yang ideal. Studi ini merekomendasikan perlunya pengembangan formula kapasitas yang lebih dinamis dan multivariat, dengan mempertimbangkan faktor-

faktor lapangan yang mempengaruhi kelancaran dan efisiensi operasional lintas. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam perumusan kebijakan peningkatan kapasitas dan pelayanan kereta api di masa mendatang

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan artikel ini. Secara khusus, ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Badan Kebijakan Transportasi, PT Kereta Api Indonesia (Persero) Daop 2 Bandung, dan Balai Teknik Perkeretaapian Bandung serta Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD yang telah memberikan data dan informasi yang relevan dalam kajian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan sejawat yang telah memberikan masukan dan saran konstruktif dalam proses penulisan. Apresiasi kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas doa dan dukungannya. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan kebijakan dan operasional perkeretaapian, khususnya di lintas Bandung–Cicalengka.

Daftar Pustaka

- [1] V. A. Profillidis, *Railway Engineering*. Ashgate, 2000.
- [2] Kementerian Perhubungan, *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 35 Tahun 2011 Tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api*. Jakarta, 2011.
- [3] Kementerian Perhubungan, “Rencana Induk Perkeretaapian Nasional,” Jakarta, 2011.
- [4] S. Malkhamah, “Pendidikan Tinggi Teknis Bidang Perkeretaapian,” in *Workshop Training Need Assessment Program Studi Akademi Perkeretaapian*, Jakarta: Kementerian Perhubungan, 2012.
- [5] B. P. Statistik, *Statistik Indonesia 2023*. Jakarta, 2023.
- [6] Association of American Railroads (AAR), “National Rail Freight Infrastructure Capacity and Investment Study,” Cambridge Systematics, Inc., Massachusetts, 2020.
- [7] B. Rahardjo, I. Mochtar, H. Widyastuti, and G. Taylor, “The effect of level crossing on the railroad line capacity,” *Civ. Eng. Archit.*, vol. 10, pp. 2491–2499, 2022, doi: 10.13189/cea.2022.100620.
- [8] R. L. Burdett and E. Kozan, “Techniques for absolute capacity determination in railways,” *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 40, no. 8, pp. 616–632, 2016.
- [9] A. Landex, “Evaluation of Railway Capacity,” in *Proc. Annual Transport Conference at Aalborg University*, Denmark, 2016.
- [10] A. Kavička, R. Diviš, and P. Veselý, “Railway station capacity assessment utilizing simulation-based techniques and the UIC406 method,” *32nd Eur. Model. Simul. Symp. EMSS 2020*, pp. 41–49, 2020, doi: 10.46354/i3m.2020.emss.007.
- [11] Z. Liao, H. Li, J. Miao, and L. Meng, “Estimating the Railway Network Capacity Utilization with Mixed Train Routes and Stopping Patterns: A Multiobjective Optimization Approach,” *J. Adv. Transp.*, vol. 2024, 2024, doi: 10.1155/2024/5467767.
- [12] Q. Zhong, S. Ni, S. Li, and C. Xu, “Railway Infrastructure Capacity Utilization Description through Data Integration in Blocking Time Theory,” 2019. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:210905139>
- [13] Q. Zhong, C. Xu, R. Yang, and Q. Zhong, “Equivalences between analytical railway capacity methods,” *J. Rail Transp. Plan. Manag.*, vol. 25, p. 100367, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100367>.
- [14] D. Asenso-Gyambibi, N. Lamkai, E. Larbi, M. S. Peprah, B. Asamoah, and P. F. Okantey, “Optimal route selection of the Trans-ECOWAS line based on Ghana railway development – An integrated approach using entropy, TOPSIS and least cost path analysis,” *Int. J. Earth Sci.*, vol. 4, pp. 449–465, 2022.
- [15] E. Kozan and R. Burdett, “A railway capacity determination model and rail access charging methodologies,” *Transp. Plan. Technol.*, vol. 28, 2015, doi: 10.1080/0308106052000340378.
- [16] I. Daba\vsinskienė, L. Railways, and L. Gele\szinkelai, “Raida, Architektūra Ir Urbanistiniai Ypatumai,” 2018. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55150497>
- [17] U. Supriyadi, *Kapasitas Lintas dan Permasalahannya*. Bandung, 2008.
- [18] U. Supriyadi, *Perencanaan Perjalanan Kereta Api dan Pelaksanaannya*. Bandung, 2008.
- [19] Y. Hou, C. Wen, P. Huang, L. Fu, and C. Jiang, “Delay recovery model for high-speed trains with compressed train dwell time and running time,” *Railw. Eng. Sci.*, vol. 28, pp. 424–434, 2020, doi: 10.1007/s40534-020-00225-8.
- [20] M. Abril, F. Barber, L. Ingolotti, M. Salido, M. Tormos, and A. Lova, “An assessment of railway capacity,” *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 44, pp. 774–806, 2006, doi: 10.1016/j.tre.2007.04.001.
- [21] L. Akwetteh, C. Xu, M. D. P. W. Putri, and L. Okoe, “The current railway development and its influencing factors in Ghana,” *Open J. Soc. Sci.*, vol. 9, pp. 228–244, 2021, doi: 10.4236/jss.2021.93015.
- [22] E. A. G. Weits, “Railway Capacity and Timetable Complexity,” in *Proc. 7th Int. Workshop on Project Management and Scheduling*, Osnabrück, Germany, 2000.
- [23] Y. Raharjanto, *Sistem Persinyalan di Indonesia*. CV Cakrawala Milenia Jaya, 2022.
- [24] M. Luethi, A. La-sadri, J. Cordeau, and M. Hallowell, “Increasing railway capacity and reliability through integrated real time rescheduling,” in *Proc. 11th World Conf. on Transport Research*, Berkeley, 2007.
- [25] D. Kasraian, K. Maat, and B. Wee, “Development of rail infrastructure and its impact on urbanization in the Randstad, the Netherlands,” *J. Transp. Land Use*, vol. 9, 2016, doi: 10.5198/jtlu.2015.665.