

Analisis Kapasitas Lintas Pada Jalur Single Track Menjadi Double Track Antara Stasiun Wonokromo – Stasiun Sepanjang Lintas Wonokromo – Mojokerto

Gadang Endrayanto¹, Tri Mulyani², Yanuar Dwi H³

¹²³Politeknik Transportasi Darat Indonesia

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

Email: gadang.endrayanto@ptdisttd.ac.id

ABSTRAK

Pada lintas Wonokromo – Mojokerto terdapat jalur yang masih single track, yaitu petak jalan Wonokromo – Sepanjang dengan kapasitas lintas 149 KA/hari. Petak jalan yang sudah double track mampu dilewati sebanyak 230 KA/hari. Metode perhitungan yang digunakan adalah pendekatan teoritis dengan rumus Uned dan rumus Scott. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas lintas sebelum double track (GAPEKA 2023), setelah double track pada lintas Sepanjang Mojokerto (GAPEKA 2025), setelah double track 100% dengan menggunakan perhitungan teoritis rumus Uned dan rumus Scott, serta perubahan Grafik Perjalanan Kereta Api setelah pembangunan double track pada petak jalan Wonokromo – Sepanjang.

Kata kunci: Kapasitas lintas, Single Track, Double Track, Rumus Uned, Rumus Scott, GAPEKA

ABSTRACT

The Wonokromo–Mojokerto railway line includes a section that remains single track, namely the Wonokromo–Sepanjang segment, with a line capacity of 149 trains per day. In contrast, segments that have been upgraded to double track can accommodate up to 230 trains per day. This study uses a theoretical approach with the Uned and Scott formulas to analyze line capacity under different scenarios: before double tracking (based on GAPEKA 2023), after partial double tracking on the Sepanjang–Mojokerto segment (based on GAPEKA 2025), and after full double tracking using theoretical calculations.

Keywords: Line capacity, single track, double track, Uned formula, Scott formula, GAPEKA

Pendahuluan

Transportasi kereta api di Indonesia, khususnya di wilayah Jawa Timur, telah menjadi tulang punggung mobilitas masyarakat. Koridor Wonokromo hingga Mojokerto merupakan salah satu lintas paling sibuk yang menghubungkan pusat ekonomi Surabaya dengan daerah penyangga dan kota-kota di pedalaman. Seiring dengan meningkatnya aktivitas urbanisasi dan kebutuhan akan transportasi yang bebas macet, kereta api menjadi pilihan utama. Namun, efektivitas moda ini sangat bergantung pada infrastruktur prasarana, terutama kapasitas lintas yang tersedia.

Kapasitas lintas didefinisikan sebagai kemampuan suatu petak jalan untuk dilewati oleh sejumlah perjalanan kereta api dalam jangka waktu tertentu (biasanya 24 jam) dengan menjamin keselamatan dan ketepatan waktu. Lintas Wonokromo – Sepanjang selama bertahun-tahun beroperasi dengan sistem jalur tunggal (*single track*). Sistem ini memiliki kelemahan inherent, yaitu keharusan kereta api untuk bersilang atau menunggu di stasiun tertentu, yang secara langsung membatasi jumlah perjalanan kereta api yang dapat dioperasikan setiap harinya.

Salah satu pendorong utama perlunya transformasi infrastruktur adalah dinamika jumlah penumpang. Berdasarkan tren historis dan analisis demografi, jumlah pengguna jasa kereta api pada lintas Wonokromo – Mojokerto menunjukkan konsistensi yang luar biasa. Analisis proyeksi untuk kurun waktu 2025 hingga 2030 menunjukkan bahwa tidak ada penurunan jumlah penumpang; sebaliknya, terjadi kenaikan secara konsisten. Pertumbuhan ini dipicu oleh integrasi transportasi antarmoda dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan efisiensi energi. Jika kapasitas lintas tetap dipertahankan pada kondisi *single track*, maka

akan terjadi titik jenuh (*bottleneck*) yang mengakibatkan penurunan kualitas pelayanan, keterlambatan massal, dan ketidakmampuan menampung permintaan pasar.

Pemerintah melalui Kementerian Perhubungan telah mengambil langkah strategis dengan merealisasikan pembangunan jalur ganda (*double track*) pada petak Wonokromo – Sepanjang. Transformasi ini bukan sekadar penambahan rel fisik, melainkan sebuah restrukturisasi sistem operasi perjalanan kereta api. Dengan jalur ganda, pergerakan kereta dari arah berlawanan dapat dilakukan secara simultan tanpa harus melakukan persilangan di stasiun. Hal ini secara teoritis akan meledakkan angka kapasitas lintas dan mereduksi waktu tunggu yang selama ini menjadi kendala utama dalam Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara kuantitatif sejauh mana peningkatan kapasitas lintas yang dihasilkan dari transformasi ini dengan membandingkan kondisi pada GAPEKA 2023 dan proyeksi GAPEKA 2025, serta menggunakan metode perhitungan kapasitas teoritis menurut rumus Uned dan Scott. Pembangunan *double track* Wonokromo - Mojokerto menyisakan 1 petak jalan yang masih *single track*, menyebabkan adanya perbedaan kapasitas yang signifikan antara Wonokromo- Sepanjang dengan petak jalan setelahnya. Serta adanya peningkatan kecepatan pada GAPEKA 2025 pada lintas Wonokromo - Mojokerto. Meskipun peningkatan kecepatan dapat memperpendek waktu tempuh, hal itu tidak sebanding dengan peningkatan risiko keselamatan apabila jalur masih berupa *single track*, dan waktu tempuh tidak bisa optimal karena persilangan masih terjadi. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap kapasitas lintas serta potensi optimalisasi dengan pembangunan *double track* secara penuh untuk menunjang kebutuhan penumpang yang meningkat setiap tahunnya.

Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian menunjukkan tempat dan waktu dalam penyelenggaraan penelitian laporan Kertas Kerja Wajib ini. Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan mulai dari Januari – April 2025 bersamaan dengan kegiatan Praktek Kerja Lapangan di Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Surabaya. Lokasi penelitian dilakukan pada jalur kereta api lintas Wonokromo – Mojokerto.

Metode Pengumpulan Data

Data primer diperoleh dari lapangan secara langsung dengan melakukan observasi kondisi eksisting. Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang di peroleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain).

Pengolahan Data

Pengolahan data dengan kuantitatif melibatkan perhitungan peramalan jumlah penumpang dan perhitungan kapasitas lintas guna membandingkan sebelum dan sesudah Pembangunan *double track*.

Analisis Data

Analisis Kapasitas Lintas Analisis kapasitas lintas digunakan untuk menggambarkan kondisi kepadatan pada suatu lintas. Analisis ini membandingkan kepadatan sebelum dan setelah Pembangunan *double track*. Analisis ini menggunakan metode kuantitatif dengan rumus Uned dan rumus Scott.

Hasil Dan Diskusi

Kapasitas lintas adalah kemampuan suatu lintas kereta api untuk dilewati rangkaian kereta api dalam kurun waktu 24 jam. Atau jumlah maksimum perjalanan kereta api perhari yang mampu dilayani oleh suatu lintas. Sedangkan *headway* menurut Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api adalah jarak waktu antarkereta api, jarak antara stasiun dan perhentian, selang waktu antara dua kereta api berurutan yang melintasi petak jalan yang sama.

Berikut adalah rumus Uned yang digunakan untuk menghitung kapasitas lintas:

1) Jalur Tunggal

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,6$$

Sumber: Uned Supriadi, 2008

2) Jalur Ganda

$$C = \frac{1440}{H} \times 2 \times 0,7$$

Sumber: Uned Supriadi, 2008

Keterangan

C = Kapasitas Lintas (KA/hari)

1440 = Jumlah menit dalam satu hari

H = Headway (menit)

0,6 = untuk jalur tunggal

2 = Dua arah (jalur hulu dan hilir)

0,7 = untuk jalur ganda

Gambar 1. Rumus Uned

Rumus kapasitas lintas menggunakan rumus *Scott* sebagai berikut:

$$N = \frac{1440 \times \eta}{T + C1 + C2} \text{ KA/hari}$$

$$T \text{ Penumpang} = \frac{\text{jarak antar stasiun} \times 60 \text{ menit}}{V_{\text{maks KA penumpang}} \text{ (km/jam)}} \text{ menit}$$

$$T = \frac{\text{jumlah KA per jam} \times \text{jumlah KA per jam} \times 60 \text{ menit}}{\text{jumlah total KA}}$$

Sumber: Dian Setiawan, 2017

Keterangan:

N = Frekuensi KA (Jumlah KA/hari)

T = Waktu tempuh rata-rata KA (menit)

C1 = Waktu pelayanan blok (menit)

3)5 menit untuk blok telegraph

3 menit untuk blok token

2 menit untuk blok manual

0.25 menit untuk blok otomatis

C2 = Waktu pelayanan perangkat sinyal (menit), 2.5 menit untuk perangkat sinyal mekanik, 0.5 menit untuk perangkat sinyal elektrik

η = Faktor efisiensi (0.5-0.75) digunakan nilai 0.6 (untuk jalur tunggal) dan 0.7 (untuk jalur ganda)

1440 = 60 x 24 (menit) = Jumlah menit dalam 1 hari.

Gambar 2. Rumus Scott

Kondisi Single Track

Tabel 1. Kondisi Single Track

NO	Petak Jalan	Headway Teoritis (menit)	Kapasitas Lintas GAPEKA 2023 (KA/hari)	Kapasitas Lintas Rumus Uned (KA/hari)	Kapasitas Lintas Rumus Scott (KA/hari)
1.	Wonokromo – Sepanjang	7,98	93	108	164
2.	Sepanjang –Boharan	9,9	93	87	120
3.	Boharan –Krian	6,43	93	134	232
4.	Krian –Kedinding	6,6	93	131	223
5.	Kedinding -Tarik	6,52	93	132	262
6.	Tarik –Mojokerto	9,91	91	87	119
Rata – rata			93	113	187

Rumus Uned jika digunakan untuk menghitung kapasitas lintas jalur tunggal hasilnya mendekati dengan kapasitas lintas berdasarkan GAPEKA.

Kondisi Eksisting

Tabel 2. Kondisi Eksisting

NO	Petak Jalan	Headway Teoritis (menit)	Kapasitas Lintas GAPEKA 2025 (KA/hari)	Kapasitas Lintas Rumus Uned (KA/hari)	Kapasitas Lintas Rumus Scott (KA/hari)

1.	Wonokromo– Sepanjang	7,5	149	115	174
2.	Sepanjang –Boharan	7,28	230	277	157
3.	Boharan –Krian	4,27	230	472	301
4.	Krian –Kedinding	4,42	230	456	279
5.	Kedinding -Tarik	4,34	230	464	292
6.	Tarik –Mojokerto	7,3	228	276	156
Rata - Rata			216	343	226

Rumus Scott jika jalur ganda tidak dikali 2 melainkan hanya efisiensinya saja yang meningkat menjadi 0,7. Sehingga dapat disimpulkan, untuk menghitung kapasitas teoritis *single track* lebih disarankan menggunakan rumus uned. Rumus uned mengansumsikan bahwa jika menggunakan *double track*, jalur hulu dan hilir dipisah sepenuhnya, dan kondisi lintas tanpa gangguan.

Kondisi 100% Double Track

Table 3
Kondisi 100% Double Track

NO	Petak Jalan	Jarak	Rumus Uned	Rumus Scott	Kapasitas Lintas GAPEKA 2025 (KA/hari)
1.	Wonokromo –Sepanjang	6,806	359	213	149
2.	Sepanjang –Boharan	9,700	277	157	230
3.	Boharan –Krian	4,463	472	301	230
4.	Krian –Kedinding	4,728	456	279	230
5.	Kedinding -Tarik	4,599	464	292	230
6.	Tarik –Mojokerto	9,701	276	156	228
Rata – Rata			384	233	216

Dengan menggunakan rumus uned didapatkan kapasitas lintas setelah pembangunan double track petak jalan Wonokromo – Sepanjang sebesar 359 KA/hari, dengan kenaikan sebesar 140%. Sedangkan dengan menggunakan rumus scott didapatkan sebesar 213 KA/hari, dengan kenaikan sebesar 43% setelah pembangunan. Rumus scott lebih baik digunakan untuk menghitung kapasitas lintas pada jalur ganda, sebagai rencana operasi kereta api. dikarenakan jumlahnya tidak jauh dari kapasitas lintas GAPEKA 2025.

Simpulan

Pada kondisi single track, kapasitas lintas rata-rata berdasarkan GAPEKA 2023 adalah 93 KA/hari, sementara kapasitas teoritis berdasarkan rumus Uned dan Scott masing- masing sebesar 113 KA/hari dan 187 KA/hari. Pada GAPEKA 2025, kapasitas meningkat menjadi 216 KA/hari, sedangkan kapasitas teoritis menurut rumus Uned dan Scott mencapai 343 KA/hari dan 226 KA/hari. Setelah dibangunnya double track petak jalan Wonokromo– Sepanjang rata – rata kapasitas lintas bertambah, dengan perhitungan rumus uned didapatkan 384 KA/hari dan dengan rumus scott didapatkan 233 KA/hari. Dengan dibangunnya double track antara Stasiun Wonokromo dan Stasiun Sepanjang, mampu mengurangi waktu tunggu stasiun. Jumlah penumpang setiap tahunnya terus meningkat, grafik kenaikan secara konsisten dan tidak ada penurunan dalam kurun waktu 2025 – 2030.

Daftar Pustaka

- [1] Budhi, Wahyu Satyaning. (2020). Analisa Kapasitas Lintas Jalan Rel Metode Indonesia dan Metode UIC Code 405 Segmen Surabaya – Madiun. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan. Firmansyah, Muhammad Rafly. (2024). Kajian Dampak Perubahan Jalur Tunggal Menjadi Jalur Ganda Lintas Surabaya–Malang terhadap Grafik Perjalanan Kereta Api. Madiun: Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.

- [2] Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. Bali: Manajemen Sistem Informasi dan Komputer Pasca Sarjana Universitas Udayana.
- [3] Prabawa, H. I., Maryunani, W. P., & Puspitasari, E. (2021). Evaluasi Kinerja Jalur Ganda Kereta Api Solobalapan–Yogyakarta. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik.
- [4] Purnama, Agustinus Indra. (2023). Analisis Kapasitas Lintas pada Lintas Bandung– Cicalengka terhadap Pembangunan Double Track. Bekasi: Politeknik Transportasi Darat – STTD.
- [5] Rosyidi, Baharudin Afif. (2020). Analisis Headway, Kapasitas Lintas, Waktu Tempuh dan Tingkat Kepuasan Penumpang Kereta Rel Diesel Kertosono (Kertosono–Surabaya). Madiun: Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- [6] Setiawan, Dian M. (2016). Pembatasan Kecepatan Maksimum dan Kaitannya terhadap Kapasitas Lintas Jalur Kereta Api Muara Enim–Lahat Sumatera Selatan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, Fakultas Teknik.
- [7] Supriadi, Uned. (2008). Kapasitas Lintas dan Permasalahannya. Bandung
- [8] Al-Emran, M., Malik, SI, & Al-Kabi, MN (2020). A systematic review of cloud computing in education: Opportunities and challenges. *Journal of Interactive Learning Research* , 31 (2), 129–158.
- [9] Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- [10] Denzin, N.K., & Lincoln, Y.S. (Eds.). (2017). *The Sage handbook of qualitative research* (5th ed.). Sage Publications.
- [11] Gupta, R., & Quamara, S. (2020). An overview of Internet of Things (IoT): Architectural aspects, challenges, and protocols. *Concurrency and Computation: Practice and Experience* , 32 (21), e5846.<https://doi.org/10.1002/cpe.5846>
- [12] Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Sage Publications.
- [13] Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- [14] Ministry of Education, Culture, Research, and Technology of Indonesia. (2024). *Digital transformation roadmap for Indonesia Emas 2045* . Kemendikbudristek Press.
- [15] Mishra, S., Sharma, R. C., & Singh, A. (2023). *Internet of Things (IoT) in education: Concepts and applications* . Springer Nature.<https://doi.org/10.1007/978-3-031-23347-0>
- [16] OECD. (2023). *Education at a Glance 2023: OECD Indicators* . OECD Publishing.<https://doi.org/10.1787/e13bef19-en>
- [17] Sethi, P., & Sarangi, S.R. (2022). Internet of Things: Architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering* , 2022 , 1–25.<https://doi.org/10.1155/2022/9324035>
- [18] Tarafdar, M., Cooper, C.L., & Stich, J.F. (2019). The technostress trifecta: Techno-eustress, techno-distress and design: Theoretical directions and an agenda for research. *Information Systems Journal* , 29 (1), 6–42.<https://doi.org/10.1111/isj.12169>
- [19] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly* , 27 (3), 425–478.<https://doi.org/10.2307/30036540>