

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo - Mojokerto

Priyoga Permadi ^a, Dadang Supriyatno ^b

^a Program Studi Sarjana Terapan Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

^b Program Studi Sarjana Terapan Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^apriyoga_20025@mhs.unesa.ac.id, ^bdadangsupriyatno@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 18 Maret 2025

Revisi 19 Mei 2025

Diterima 22 Juli 2025

Online 28 Agustus 2025

Kata kunci:

Kapasitas Lintas, Kereta

Api, Uned Supriadi

ABSTRAK

Kereta api merupakan moda transportasi umum yang sudah menjadi bagian dari kehidupan mobilitas masyarakat Indonesia. Pengguna layanan kereta api terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Peningkatan jumlah pengguna tersebut harus diimbangi dengan peningkatan prasarana jalan relnya. Upaya peningkatan prasarana telah dilakukan di petak jalan Wonokromo – Mojokerto dengan dibangunnya jalur ganda. Oleh karena itu, perubahan jalur rel tersebut perlu untuk dilakukan analisis terkait kapasitas lintasnya baik dalam kondisi eksisting maupun kondisi *full double track*. Penelitian tugas akhir ini menggunakan metode analisis dari Uned Supriadi. Tahapan analisis yang dilakukan, yaitu mengumpulkan data primer dan sekunder, menganalisis *headway*, dan menganalisis kapasitas lintas. Analisis *headway* dan kapasitas lintas dihitung berdasarkan dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dan *full double track*. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata – rata *headway* dan kapasitas lintas kondisi eksisting lebih kecil dibandingkan kondisi *full double track*. *Headway* kondisi eksisting diperoleh nilai rata – rata 7,27 menit, sedangkan kondisi *full double track* 6,22 menit. Hasil analisis kapasitas lintas kondisi eksisting diperoleh nilai rata – rata 272 ka/hari, sedangkan kondisi *full double track* 346 ka/hari. Berdasarkan dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan jalur tunggal menjadi jalur ganda merupakan opsi yang sangat tepat karena dapat meningkatkan pelayanan perjalanan kereta api yang lebih optimal.

Capacity Analysis of the Wonokromo – Mojokerto Railway Section

ARTICLE INFO

Keywords:

Traffic Capacity, Railwa, Uned

Supriadi

ABSTRACT

Trains are a mode of public transportation that has become part of the mobility life of the Indonesian people. Railway service users continue to increase from year to year. The increase in the number of users must be balanced with an increase in railroad infrastructure. Efforts to improve infrastructure have been made on the Wonokromo - Mojokerto road plot

Permadi, P., & Supriyatno, D. (2025). Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo - Mojokerto. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3 (n2), 110 - 122.

with the construction of a double track. Therefore, the change in the rail line needs to be analyzed regarding its traffic capacity both in existing conditions and full double track conditions. This final project research uses the analysis method of Uned Supriadi. The stages of analysis are collecting primary and secondary data, analyzing headway, and analyzing traffic capacity. Analysis of headway and traffic capacity is calculated based on two conditions, namely existing conditions and full double track. The results of the analysis show that the average value of headway and traffic capacity in existing conditions is smaller than the full double track condition. Existing condition headway obtained an average value of 7.27 minutes, while the full double track condition is 6.22 minutes. The results of the cross capacity analysis of existing conditions obtained an average value of 272 ka/day, while the full double track condition is 346 ka/day. Based on the results of the analysis, it can be concluded that the change of single track to double track is a very appropriate option because it can improve more optimal train travel services.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Kereta api merupakan adalah moda transportasi darat massal yang sangat efektif, sehingga diberbagai belahan dunia banyak yang menggunakan dan berusaha untuk mengembangkannya secara maksimal sebagai moda transportasi dalam kota, antar kota, atau bahkan antar negara (Sriastuti, 2015). Salah satu negara yang menggunakan moda transportasi darat tersebut adalah Indonesia. Kereta api sudah menjadi bagian penting dalam mobilisasi masyarakat ataupun pengangkutan barang di Indonesia (Nurwijayanti, 2024).

Jumlah pengguna yang menggunakan sarana transportasi ini dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, data jumlah pengguna kereta api kurun waktu empat tahun terakhir khususnya di wilayah Pulau Jawa menurut (Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2024) adalah sebagai berikut, (1) tahun 2020 sejumlah 195.195.836 penumpang, (2) tahun 2021 sejumlah 158.397.914 penumpang, (3) tahun 2022 sejumlah 298.819.658 penumpang, dan (4) tahun 2024 sejumlah 416.507.560 penumpang.

Berdasarkan penjabaran data jumlah penumpang yang didapat dari Direktorat Jenderal Perkeretaapian menunjukkan bahwa jumlah pengguna kereta api di Pulau Jawa terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Tahun 2023 merupakan tahun dengan jumlah pengguna kereta api yang paling banyak dalam kurun waktu empat tahun terakhir.

Menurut data dari Direktorat Jenderal Perkeretaapian tersebut mengenai jumlah penumpang sejalan dengan prediksi di dalam Rencana Induk Perkeretaapian Indonesia (RIPNAS) Tahun 2030 yang memproyeksikan jumlah perjalanan penumpang dan barang untuk wilayah Jawa – Bali sebesar 858,5 juta penumpang/tahun untuk perjalanan penumpang, sedangkan untuk perjalanan barang sebesar 534 juta ton/tahun.

Peningkatan jumlah pengguna kereta api tersebut harus diimbangi dengan kondisi sarana dan prasarana yang memadai, karena kereta api merupakan moda transportasi yang mengandalkan ketepatan waktu perjalanan. Ketepatan waktu termasuk salah satu alasan utama bagi masyarakat untuk lebih cenderung menggunakan moda transportasi kereta api (Prabawa dkk., 2022).

Ketepatan waktu perjalan kereta api dapat ditunjang dengan menghitung aspek keandalan kapasitas lintas di petak jalan rel tersebut (Leliana dkk., 2020). Kapasitas lintas yang handal juga akan mengurangi risiko kecelakaan dan dapat memberikan peningkatan pelayanan bagi penumpang ataupun barang (Malkhamah dkk., 2014).

Peningkatan kinerja pelayanan dari moda transportasi kereta api salah satunya dengan cara membangun infrastruktur jalan rel ganda, seperti pada lintas Mojokerto – Surabaya. Pembangunan

jalan rel ganda pada lintas tersebut sudah masuk ke dalam program utama pengembangan jaringan kereta api di wilayah Jawa menurut Rencana Induk Perkeretaapian Indonesia (RIPNAS) Tahun 2030. Menurut data dari (PERHUBUNGAN, 2023), petak jalan rel Mojokerto – Surabaya masih belum menggunakan pelayanan jalur ganda secara utuh.

Jalan rel kereta api yang masih menggunakan tipe jalur tunggal untuk melayani perjalanan kereta api seperti pada petak jalan rel Wonokromo – Mojokerto tersebut di atas, maka masih akan menjumpai kondisi dimana kereta api yang melintas pada jalur tunggal akan mengalami kondisi silang dan susul. Persilangan atau *crossing* merupakan suatu kondisi dimana kereta api yang berlawanan arah lewat di jalur yang sama (Malkhamah dkk., 2014).

Persilangan atau *crossing* sebagaimana disebutkan di atas, masih dapat menimbulkan risiko kecelakaan dan kurang efektifnya pelayanan penumpang dan barang. Oleh karena itu, berdasarkan pada latar belakang di atas penelitian tentang “Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto” tersebut dilakukan karena untuk mengetahui nilai kapasitas lintas pada jalur tersebut baik pada jalur eksisting ataupun terhadap jalur ganda secara utuh.

2. *State of the Art*

Berikut di bawah ini merupakan studi literatur yang berkaitan dengan konteks pengerjaan penulisan artikel jurnal “Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto”.

2.1. Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas dapat diartikan sebagai kemampuan daya tampung sebuah lintas jalan rel untuk menampung perjalanan kereta api dalam periode atau kurun waktu tertentu, yaitu dalam waktu 24 jam (1440 menit) (Supriadi, 2008). Menurut Harald Kreuger dalam (Prihatanto dkk., 2016), kapasitas lintas dapat diartikan sebagai kemampuan untuk memindahkan lalu lintas sarana kereta api berdasarkan operasi yang telah ditentukan. Kapasitas lintas dalam pengertian lain dikemukakan oleh (Landex & Kaas, 2006), terdapat beberapa pengertian di dalamnya, diantaranya (1) kapasitas fasilitas infrastruktur merupakan salah satu kemampuan untuk mengoperasikan sarana kereta api sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan (2) kapasitas juga dapat diartikan sebagai kemampuan suatu infrastruktur untuk menangani satu atau lebih jadwal.

2.2. Jenis Kapasitas Lintas

Terdapat empat jenis kapasitas lintas menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh (Abril dkk., 2008), yaitu kapasitas lintas teoritis, kapasitas lintas praktis, kapasitas lintas terpakai, dan kapasitas lintas tersisa. Penjelasan dari keempat jenis kapasitas lintas tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kapasitas Lintas Teoritis (*Theoretical Capacity*) merupakan kapasitas sarana kereta api yang dapat melintas di jalur tersebut selama interval waktu tertentu, dengan jadwal yang ketat, dan dengan kecepatan konstan, serta *headway* yang minimum. Perhitungan kapasitas teoritis belum memperhitungkan waktu silang dan susul kereta api serta waktu perawatan prasarana jalur kereta api (*maintenance*) (Prihatanto dkk., 2016).
2. Kapasitas Lintas Praktis (*Practical Capacity*) merupakan kapasitas yang telah direncanakan dan telah memperhitungkan segi waktu silang dan susul sarana kereta api serta waktu perawatan jalur kereta api (Prihatanto dkk., 2016).
3. Kapasitas Lintas Terpakai (*Used Capacity*) merupakan kapasitas aktual atau asli yang terdapat di lapangan, biasanya nilai kapasitas terpakai lebih rendah dibandingkan dengan nilai kapasitas lintas praktis. Kapasitas lintas terpakai merupakan cerminan dari jumlah perjalanan kereta api yang melintas pada jalur tersebut sesuai dengan data yang ada pada GAPEKA (Grafik Perjalanan Kereta Api) (Prihatanto dkk., 2016).
4. Kapasitas Lintas Tersisa (*Available Capacity*) merupakan kapasitas yang tersedia untuk jalur kereta api tersebut. Nilai dari kapasitas lintas tersisa diperoleh dari hasil pengurangan antara kapasitas lintas praktis dengan kapasitas lintas terpakai (Prihatanto dkk., 2016).

2.3. Faktor Penentu Kapasitas Lintas Jalan Rel

Kapasitas lintas sifatnya tidak statis, melainkan bersifat dinamis dan terikat erat dengan elemen pembentuk prasarana jalan rel (Abril dkk., 2008). Sifat dinamis tersebut membuat kapasitas lintas bergantung kepada jenis sarana kereta api yang melintas pada jalur tersebut, selain itu kapasitas lintas

juga dipengaruhi oleh infrastruktur dan pola operasi dari sarana kereta api itu sendiri (Abril dkk., 2008).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka faktor penentu kapasitas lintas terbagi menjadi tiga bagian menurut hasil dari penelitian yang dilakukan oleh (Abril dkk., 2008; Kontaxi & Ricci, 2009), di antaranya yaitu :

1. Parameter Infrastruktur (*Infrastructure Parameters*)

Parameter infrastruktur ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu sistem persinyalan dan blok, jumlah jalur, jarak antar stasiun, serta kecepatan teoritis dan kecepatan operasi.

2. Parameter Lalu Lintas (*Traffic Parameters*)

Parameter lalu lintas ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu sarana (*rolling stock*), jadwal kereta api, dan prioritas. Prioritas merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam perhitungan kapasitas lintas jalan rel. Prioritas perjalanan kereta api dapat diartikan sebagai perbedaan tingkat atau kelas kereta api yang melintas pada petak jalan rel, dimana kereta api dengan tingkat prioritas lebih tinggi akan diberikan hak istimewa daripada kereta api dengan tingkat prioritas lebih rendah.

Jenis tingkat prioritas kereta api yang semakin banyak, maka akan dapat memengaruhi tingkat kapasitas lintas pada jalan rel tersebut (Abril dkk., 2008). Perkeretaapian di Indonesia sendiri membedakan tingkat prioritas kereta api kedalam beberapa tingkatan, yaitu kereta api penumpang, kereta api barang, kereta api khusus.

3. Parameter Operasi (*Operation Parameters*)

Parameter operasi terdiri dari beberapa bagian, yaitu kualitas pelayanan, keandalan, dan ketahanan, serta penundaan (*delay*). Penundaan di sini dapat diartikan sebagai peristiwa yang mengakibatkan kereta api tidak dapat tiba atau tidak dapat berangkat sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Penundaan dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa faktor sebagai penyebabnya. Adapun faktor penyebab penundaan menurut (Kontaxi & Ricci, 2009) adalah sebagai berikut :

- a. Perbedaan kecepatan antara sarana kereta api yang saling bersilang;
- b. Jarak minimum antar dua sarana kereta api;
- c. Jarak antara dua stasiun dan jumlah jalur yang tersedia untuk proses persilangan dan penyusulan;
- d. Aturan prioritas bagi kereta api yang akan melintas; dan
- e. Waktu tiba dan berangkat kereta api dari stasiun.

2.4. Headway, Frekuensi, dan Kerapatan

Headway, frekuensi, dan kerapatan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kapasitas lintas kereta api. Berikut penjelasan dari ketiga parameter tersebut menurut (Supriadi, 2008).

1. Headway

Headway adalah interval atau selang waktu antara saat bagian ujung depan dari kereta api pertama melalui satu titik di stasiun sampai dengan ujung bagian depan kereta api selanjutnya sampai di titik yang sama dalam satuan menit/ka.

2. Frekuensi

Frekuensi merupakan jumlah sarana kereta api yang dapat melintas pada petak blok/jalan per 60 menit atau 1 jam dengan satuan ka/jam.

3. Kerapatan

Kerapatan atau kepadatan adalah jumlah kereta api yang dapat dijalankan (sedang bergerak) pada lintas tertentu dan suatu saat tertentu untuk satu arah.

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

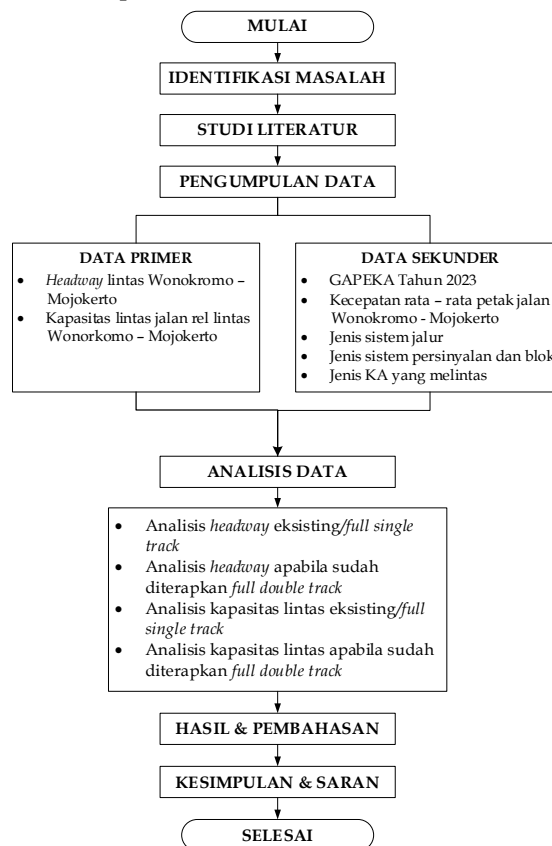
Lokasi penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto” dilakukan di wilayah kerja dari PT Kereta Api Indonesia DAOP 8 Surabaya yang dimulai dari Stasiun Wonokromo sampai dengan Stasiun Mojokerto.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

3.2. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan langkah – langkah dalam pengambilan keputusan suatu alur atau tahap proses kerja. Bagan alir dalam penelitian penting dibuat karena untuk mengetahui secara jelas tahap demi tahap yang akan dikerjakan oleh seorang peneliti. Gambar 2 di bawah adalah bagan alir dari penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto”.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis, yaitu menggunakan metode studi dokumen yang ada. Dokumen yang dibutuhkan berasal dari PT Kereta Api Indonesia DAOP 8 Surabaya. Berdasarkan pada bagan alir di atas, maka diperoleh data primer dan sekunder yang diperlukan untuk pengerjaan penelitian ini, antara lain yaitu :

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui kegiatan observasi di organisasi, instansi, atau kelompok, adapun data primer yang dicari oleh peneliti pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. *Headway* lintas Wonokromo – Mojokerto
- b. Kapasitas lintas Wonokromo - Mojokerto

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sekumpulan data yang didapat dari organisasi, instansi, atau kelompok, dimana informasi tersebut sudah tersedia berupa sebuah catatan, buku, atau dalam bentuk yang lainnya. Berikut adalah data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. GAPEKA Tahun 2023
- b. Kecepatan rata – rata lintas Wonokromo – Mojokerto
- c. Jenis sistem jalur
- d. Jenis sistem persinyalan dan blok
- e. Jenis kereta api yang melintas

3.4. Teknik Analisis Data

Data primer dan sekunder di atas yang telah diperoleh, maka selanjutnya akan dilakukan analisis untuk memperoleh hasil nilai kapasitas lintas pada petak jalan yang diteliti tersebut menggunakan metode dari Uned Supriadi dalam bukunya yang berjudul “Kapasitas Lintas dan Permasalahannya”. Berikut merupakan tahapan analisis yang akan dilakukan.

1. Menentukan petak jalan yang akan ditinjau

Petak jalan yang akan ditinjau dimulai dari Stasiun Wonokromo sampai dengan Stasiun Mojokerto. Petak jalan tersebut melintasi sebanyak 7 stasiun, yaitu Stasiun Wonokromo, Stasiun Sepanjang, Stasiun Boharan, Stasiun Krian, Stasiun Kedinding, Stasiun Tarik, dan Stasiun Mojokerto. Data panjang petak jalan diperlukan untuk membantu proses menganalisis kecepatan rata – rata dan *headway* tiap petak jalannya. Berikut merupakan rekapitulasi data panjang petak jalan Wonokromo – Mojokerto.

Tabel 1. Panjang Petak Jalan (PERHUBUNGAN, 2023)

Petak Jalan	Panjang Lintasan (meter)
Wonokromo - Sepanjang	6.806
Sepanjang - Boharan	9.700
Boharan - Krian	4.463
Krian - Kedinding	4.728
Kedinding - Tarik	4.599
Tarik - Mojokerto	9.701
Total Panjang Lintasan	39.997

2. Mengidentifikasi jenis sarana kereta api pada petak jalan yang ditinjau

Data jenis sarana kereta api yang melintas pada lintas Wonokromo – Mojokerto tersebut diperoleh berdasarkan dari informasi yang terdapat pada GAPEKA tahun 2023.

Menurut data dari GAPEKA tahun 2023, sarana kereta api yang melintas pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto terdapat beberapa kelas kereta, yaitu kereta barang hantaran, kereta BBM, kereta argo, kereta eksekutif, kereta ekonomi jarak jauh, kereta bisnis, kereta lokal ekonomi, KRD ekonomi.

3. Mengidentifikasi jenis sistem persinyalan dan sistem hubungan blok pada petak jalan yang ditinjau

Jenis persinyalan dan sistem blok yang sudah diketahui, maka peneliti selanjutnya dapat menentukan jenis rumus yang akan digunakan dalam menghitung nilai *headway* tiap petak jalan pada lintas Wonokromo – Mojokerto.

Berikut di bawah ini adalah rekapitulasi data sistem persinyalan dan hubungan blok yang digunakan pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto menurut data yang diperoleh dari PT Kereta Api Indonesia DAOP 8 Surabaya.

Tabel 2. Jenis Persinyalan dan Hubungan Blok (PERHUBUNGAN, 2023)

Petak Jalan	Sistem Persinyalan dan Hubungan Blok
Wonokromo - Sepanjang	Blok otomatis tertutup
Sepanjang - Boharan	Blok otomatis tertutup
Boharan - Krian	Blok otomatis tertutup
Krian - Kedinding	Blok otomatis tertutup
Kedinding - Tarik	Blok otomatis tertutup
Tarik - Mojokerto	Blok otomatis tertutup

4. Mengidentifikasi jumlah jalur pada petak jalan yang ditinjau

Jumlah jalur yang dimaksud di sini adalah tipe jalur yang digunakan pada lintas yang ditinjau, apakah menggunakan jalur tunggal (single track) atau jalur ganda (double track). Data jumlah jalur yang digunakan pada lintas tersebut sangat dibutuhkan karena mempengaruhi pemilihan rumus perhitungan headway dan kapasitas lintas.

Menurut data yang diperoleh dari PT Kereta Api Indonesia DAOP 8 Surabaya, menyatakan bahwa untuk petak jalan Wonokromo – Sepanjang masih menggunakan sistem jalur tunggal, sedangkan untuk petak jalan Sepanjang – Mojokerto telah menggunakan sistem jalur ganda. Berikut adalah rekapitulasi data sistem jalur yang digunakan pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto.

Tabel 3. Sistem Jalur (PERHUBUNGAN, 2023)

Petak Jalan	Sistem Jalur
Wonokromo - Sepanjang	Tunggal
Sepanjang - Boharan	Ganda
Boharan - Krian	Ganda
Krian - Kedinding	Ganda
Kedinding - Tarik	Ganda
Tarik - Mojokerto	Ganda

5. Mengidentifikasi waktu tempuh tiap petak jalan

Waktu tempuh diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan bagi sarana kereta api untuk melintas dari stasiun asal sampai dengan stasiun tujuan pada petak jalan yang dilewati. Data waktu tempuh merupakan salah satu variabel yang perlu diketahui nilainya untuk kemudian digunakan di dalam rumus mencari kecepatan rata – rata operasi ($V_{rata-rata}$) setiap petak jalan lintas Wonokromo – Mojokerto. Data waktu tempuh tersebut diambil berdasarkan dari data waktu tempuh yang ada pada GAPEKA tahun 2023.

6. Menghitung kecepatan rata – rata operasi ($V_{rata-rata}$) tiap petak jalan

Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan maksimal dan kecepatan operasi. Informasi mengenai kecepatan maksimal pada petak jalan di lintas Wonokromo – Mojokerto dapat dilihat di GAPEKA. Kecepatan operasi merupakan kecepatan rata - rata yang digunakan oleh sarana kereta api untuk menempuh petak jalan pada lintas Wonokromo – Mojokerto. Kecepatan operasi tiap petak jalan harus dicari terlebih dahulu untuk kemudian akan digunakan sebagai input atau masukan ke dalam rumus pencarian headway dari masing – masing petak jalan yang ditinjau.

Kecepatan rata – rata operasi tiap petak jalan pada lintas Wonokromo – Mojokerto dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{rata-rata} = \frac{60 \times S_{A-B}}{t_{A-B}} \quad (1)$$

Kecepatan rata – rata operasi sarana kereta api akan dicari berdasarkan dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dan kondisi full double track. Kecepatan rata – rata untuk kondisi full double track akan dicari menggunakan program bantu simulasi sederhana Railway Operation Simulator (ROS). Program bantu ini digunakan untuk memprediksi keadaan lintas apabila sudah menggunakan tipe

jalan rel ganda secara utuh. Data input yang digunakan pada program bantu ini merujuk kepada data GAPEKA tahun 2023.

7. Menghitung *headway* pada masing - masing petak jalan

Headway adalah interval atau selang waktu antara saat bagian ujung depan kereta api melalui satu titik di stasiun sampai dengan ujung bagian depan kereta api selanjutnya sampai di titik yang sama dalam satuan menit/ka (Supriadi, 2008).

Nilai *headway* perlu diketahui terlebih dahulu sebelum sampai pada tahap menghitung kapasitas lintas. Perhitungan *headway* pada lintas Wonokromo – Mojokerto pada penelitian ini menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Uned Supriadi. Penggunaan rumus *headway* Uned Supriadi ini ditentukan oleh jenis sistem jalur serta sistem persinyalan dan blok yang digunakan. Berikut ini adalah rumus umum untuk menghitung nilai *headway* :

a. Rumus *headway* untuk jalur tunggal

Rumus untuk mengetahui nilai *headway* berdasarkan sistem jalur tunggal adalah sebagai berikut :

1) Hubungan blok manual telegraf, elektro mekanik, dan elektrik

$$H = \frac{60 \times S_{A-B(km)} + 180}{V} + 1 \quad (2)$$

2) Hubungan blok otomatis tertutup

$$H = \frac{60 \times S_{A-B(km)} + 180}{V} + 1,5 \quad (3)$$

b. Rumus *headway* untuk jalur ganda

Rumus untuk mengetahui nilai *headway* berdasarkan sistem jalur ganda adalah sebagai berikut :

1) Hubungan blok manual telegraf, elektro mekanik, dan elektrik

$$H = \frac{60 \times S_{A-B(km)} + 180}{V} + 1 \quad (4)$$

2) Hubungan blok otomatis tertutup

a) Pelayanan sinyal terjauh terlebih dahulu

$$H = \frac{60 \times S_{A-B(km)} + 150}{V} + 0,25 \quad (5)$$

b) Pelayanan sinyal terdekat terlebih dahulu

$$H = \frac{60 \times S_{A-B(km)} + 90}{V} + 0,25 \quad (6)$$

3) Hubungan blok otomatis terbuka

a) Setiap kereta api dijamin 1 aspek hijau

$$H = \frac{120 \times B(km) + 60}{V} + 0,25 \quad (7)$$

b) Setiap kereta api dijamin 2 aspek hijau

$$H = \frac{180 \times B(km) + 60}{V} + 0,25 \quad (8)$$

8. Menentukan nilai faktor pengali (η) atau prosentase waktu perawatan dan waktu karena pola operasi

Faktor pengali (η) ditentukan berdasarkan jenis sistem jalur yang digunakan. Berikut ini adalah penentuan nilai faktor pengali berdasarkan jumlah jalur yang digunakan (Supriadi, 2008) :

a. Jalur Tunggal

Faktor pengali untuk jalur tunggal sebesar 60%, sehingga kapasitas lintasnya berkurang sebesar 40% dari yang semula 100%, adapun perincian pengurangan 40% adalah 20% untuk perawatan dan 20% lainnya akibat adanya pola operasi.

b. Jalur Ganda

Faktor pengali untuk jalur ganda sebesar 70%, sehingga kapasitas lintasnya berkurang sebesar 30% dari yang semula 100%, adapun perincian pengurangan 30% tersebut adalah 20% untuk perawatan dan 10% sisanya akibat pola operasi.

9. Menghitung kapasitas lintas

Kapasitas lintas merupakan kemampuan daya tampung dari lintas jalan kereta api untuk menampung perjalanan kereta api dalam periode atau waktu tertentu, yaitu dalam periode waktu 24 jam (1440 menit) (Supriadi, 2008).

Penelitian ini menggunakan rumus kapasitas lintas yang dikemukakan oleh Uned Supriadi. Penerapan rumus kapasitas lintas bergantung pada jumlah jalur yang digunakan, adapun rumus kapasitas lintas dari Uned Supriadi adalah sebagai berikut :

a. Jalur Tunggal

$$K = \frac{1440}{H} \times \eta \quad (9)$$

$$K = \frac{1440}{H} \times 0,6 \quad (10)$$

b. Jalur Ganda

$$K = \frac{1440}{H} \times 2 \times \eta \quad (11)$$

$$K = \frac{1440}{H} \times 2 \times 0,7 \quad (12)$$

atau berdasarkan headway rata - rata untuk dua arah

$$K = \frac{1440}{\frac{1}{2}H} \times \eta \quad (13)$$

$$K = \frac{1440}{\frac{1}{2}H} \times 0,7 \quad (14)$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Kecepatan Rata – Rata Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto

Kecepatan rata – rata merupakan kecepatan operasi sarana kereta api untuk menempuh petak jalan tertentu. Kecepatan rata – rata didapatkan dari hasil pembagian antara jarak petak jalan rel (S_{A-B}) dengan waktu tempuh sarana kereta api (t_{A-B}). Kecepatan rata – rata setiap petak jalan diperoleh berdasarkan hasil dari kecepatan rata – rata sarana kereta api yang melintas pada petak jalan tersebut dicari rata – ratanya.

Berikut adalah contoh perhitungan kecepatan rata - rata sarana kereta api Argo Wilis (5) yang melintas pada petak jalan Wonokromo – Sepanjang, diketahui waktu tempuh yang diperlukan sarana kereta api Argo Wilis (5) untuk melintas pada petak jalan tersebut sebesar 4 menit dan jarak petak jalan Wonokromo – Sepanjang sebesar 6,806 km, maka nilai kecepatan rata – rata sarana kereta api tersebut adalah sebagai berikut.

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{60 \times S_{A-B}}{t_{A-B}}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{60 \times 6,806}{4}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = 102,09 \text{ km/jam}$$

Berdasarkan contoh perhitungan kecepatan rata – rata sarana kereta api Argo Wilis di atas, maka didapat hasil untuk kecepatan rata – ratanya sebesar 102,09 km/jam. Rumus tersebut juga berlaku untuk mencari kecepatan sarana kereta api lainnya. Setelah besaran kecepatan rata – rata seluruh sarana kereta api diketahui, maka selanjutnya dapat dicari kecepatan rata – rata untuk petak jalan Wonokromo - Sepanjang. Cara tersebut juga berlaku untuk petak jalan selanjutnya. Berikut tabel 4 di bawah ini merupakan hasil perhitungan kecepatan rata – rata petak jalan Wonokromo – Mojokerto kondisi eksisting.

Tabel 4. Kecepatan Rata – Rata Kondisi Eksisting (Penulis, 2025)

Petak Jalan	Panjang Petak Jalan (meter)	Waktu Tempuh (menit)	Kecepatan Rata – Rata (km/jam)
Wonokromo - Sepanjang	6.806	6,33	68,90

Petak Jalan	Panjang Petak Jalan (meter)	Waktu Tempuh (menit)	Kecepatan Rata - Rata (km/jam)
Sepanjang - Boharan	9.700	7,94	77,87
Boharan - Krian	4.463	4,28	69,05
Krian - Kedinding	4.728	4,57	70,80
Kedinding - Tarik	4.599	4,32	69,75
Tarik - Mojokerto	9.701	9,36	63,66
Rata - Rata			70,00

Berdasarkan data pada tabel 4 di atas tentang hasil analisa kecepatan rata - rata pada petak jalan Wonokromo - Mojokerto diperoleh hasil untuk kecepatan rata - rata tertinggi terdapat pada petak jalan Sepanjang - Boharan yaitu 77,87 km/jam dengan panjang lintasan 9.700 m, sedangkan untuk nilai kecepatan rata - rata terendah terdapat pada petak jalan Tarik - Mojokerto sebesar 63,66 km/jam dengan panjang lintasan 9.701 m. Rata - rata kecepatan untuk petak jalan Wonokromo - Mojokerto dengan total panjang lintasan 39.997 m adalah 70 km/jam. Data nilai kecepatan rata - rata yang telah didapatkan tersebut akan digunakan untuk menghitung headway kondisi eksisting.

Kecepatan rata - rata untuk petak jalan Wonokromo - Mojokerto kondisi full double track diperoleh dari hasil simulasi sederhana yang dilakukan dengan menggunakan program bantu Railway Operation Simulator (ROS). Rumus yang digunakan untuk mencari kecepatan rata - rata full double track sama dengan rumus yang digunakan pada kecepatan rata - rata eksisting. Berikut adalah rekapitulasi hasil nilai kecepatan rata - rata full double track yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan program bantu ROS.

Tabel 5. Kecepatan Rata - Rata Kondisi *Full Double Track* (Penulis, 2025)

Petak Jalan	Panjang Petak Jalan (meter)	Waktu Tempuh (menit)	Kecepatan Rata - Rata (km/jam)
Wonokromo - Sepanjang	6.806	5,17	81,92
Sepanjang - Boharan	9.700	6,68	88,00
Boharan - Krian	4.463	3,42	79,80
Krian - Kedinding	4.728	3,49	82,97
Kedinding - Tarik	4.599	3,45	81,30
Tarik - Mojokerto	9.701	7,64	78,80
Rata - Rata			82,13

Berdasarkan data pada tabel 4.2 hasil analisa kecepatan rata - rata di atas, diperoleh nilai kecepatan rata - rata pada petak jalan Wonokromo - Mojokerto sebesar 82,13 km/jam, nilai tersebut diperoleh dari hasil simulasi sederhana yang dilakukan sebelumnya menggunakan program bantu ROS. Data nilai kecepatan rata - rata yang telah diperoleh tersebut digunakan untuk mencari nilai kapasitas lintas kondisi full double track.

4.2. Analisis *Headway* Petak Jalan Wonokromo - Mojokerto

Perhitungan headway nantinya berdasarkan data eksisting jalan rel petak jalan Wonokromo - Mojokerto pada GAPEKA tahun 2023. Perhitungan headway untuk petak jalan Wonokromo - Mojokerto nantinya dibagi menjadi dua kondisi, yaitu dalam kondisi eksisting dan kondisi *full double track*. Perhitungan headway untuk jalur tunggal akan menggunakan rumus 3, sedangkan untuk kondisi jalur ganda akan menggunakan rumus 6 seperti sub bab 3.4 di atas.

Perhitungan *headway* akan berdasarkan perhitungan teoritis dan praktis, hal tersebut disesuaikan dengan tipe kapasitas lintas yang akan dianalisa. Berikut adalah hasil perhitungan *headway* teoritis dan praktis kondisi eksisting dan *full double track* pada petak jalan Wonokromo - Mojokerto.

Tabel 6. *Headway* Teoritis dan Praktis Eksisting (Penulis, 2025)

Petak Jalan		<i>Headway</i> Teoritis (menit)	<i>Headway</i> Praktis (menit)
Wonokromo	- Sepanjang	5,21	7,48
Sepanjang	- Boharan	5,54	8,88
Boharan	- Krian	2,68	5,43
Krian	- Kedinding	2,83	5,53
Kedinding	- Tarik	2,76	5,50
Tarik	- Mojokerto	5,54	10,81
Rata - Rata		4,09	7,27

Berdasarkan data hasil perhitungan *headway* teoritis dan praktis pada tabel 6 di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai *headway* teoritis lebih kecil dibandingkan dengan *headway* praktis, hal tersebut terjadi karena pada *headway* teoritis tidak mempertimbangkan waktu akibat persilangan dan penyusulan dan pada perhitungan tersebut juga menggunakan kecepatan maksimal yang tercantum di dalam GAPEKA tahun 2023 untuk petak jalan Wonokromo – Mojokerto, sedangkan untuk *headway* praktis nilainya lebih besar karena pada perhitungan praktis ini masih mempertimbangkan adanya waktu akibat persilangan dan penyusulan. Nilai *headway* teoritis yang lebih kecil tersebut berdampak kepada waktu perjalanan sarana kerta api untuk menempuh stasiun awal sampai dengan stasiun tujuan sedikit lebih cepat dibandingkan dengan hasil perhitungan dari *headway* praktis.

Tabel 7. *Headway* Praktis Full Double Track (Penulis, 2025)

Petak Jalan		<i>Headway</i> Praktis (menit)
Wonokromo	- Sepanjang	6,33
Sepanjang	- Boharan	7,89
Boharan	- Krian	4,73
Krian	- Kedinding	4,76
Kedinding	- Tarik	4,75
Tarik	- Mojokerto	8,85
Rata - Rata		6,22

Berdasarkan data pada tabel 7 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai *headway* praktis pada kondisi *full double track* lebih kecil dibandingkan dengan nilai *headway* pada kondisi eksisting. Kondisi tersebut disebabkan oleh sudah beroperasinya jalur ganda secara utuh pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto, sehingga dengan nilai *headway* 6,22 menit tersebut berpengaruh kepada pola waktu perjalanan sarana kereta api yang melintas pada petak jalan tersebut sedikit lebih cepat dibandingkan dengan kondisi eksisting.

4.3. Analisis Kapasitas Lintas Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto

Perhitungan kapasitas lintas pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto nantinya akan juga berdasarkan pada dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dengan menggunakan data *headway* eksisting serta dalam kondisi *full double track* dengan menggunakan data *headway full double track*. Kapasitas lintas juga akan dihitung berdasarkan perhitungan teoritis, praktis, dan tersisa, hal tersebut sesuai dengan tipe atau jenis kapasitas lintas. Berikut adalah hasil dari perhitungan kapasitas lintas pada kondisi eksisting dan kondisi *full double track*.

Tabel 8. Kapasitas Lintas Eksisting (Penulis, 2025)

Petak Jalan	Kapasitas Teoritis	Kapasitas Terpakai	Kapasitas Praktis	Kapasitas Tersisa
	ka/hari	ka/hari	ka/hari	ka/hari
Wonokromo - Sepanjang	186	54	115	61
Sepanjang - Boharan	364	54	227	173

Petak Jalan		Kapasitas Teoritis	Kapasitas Terpakai	Kapasitas Praktis	Kapasitas Tersisa
		ka/hari	ka/hari	ka/hari	ka/hari
Boharan	- Krian	752	54	371	317
Krian	- Kedinding	712	54	365	311
Kedinding	- Tarik	730	54	366	312
Tarik	- Mojokerto	364	60	186	126
Rata - Rata		515	55	272	217

Berdasarkan data pada tabel 8 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitas lintas praktis pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto kondisi eksisting lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas lintas teoritis, hal tersebut dikarenakan pada perhitungan kapasitas lintas praktis masih mempertimbangkan faktor persilangan dan penyusulan serta waktu perawatan jalan rel.

Tabel 9. Headway Praktis Full Double Track (Penulis, 2025)

Petak Jalan	Kapasitas Terpakai	Kapasitas Praktis	Kapasitas Tersisa
	ka/hari	ka/hari	ka/hari
Wonokromo - Sepanjang	54	318	264
Sepanjang - Boharan	54	255	201
Boharan - Krian	54	426	372
Krian - Kedinding	54	423	369
Kedinding - Tarik	54	424	370
Tarik - Mojokerto	60	228	168
Rata - Rata	55	346	291

Berdasarkan data pada tabel 9 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitas lintas praktis pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto kondisi *full double track* memiliki rata – rata sebesar 346 ka/hari, sedangkan untuk kapasitas tersisa diperoleh rata – rata sebesar 291 ka/hari.

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel Petak Jalan Wonokromo – Mojokerto” di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Hasil analisis *headway* kondisi jalur eksisting pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh nilai rata – rata 4,09 menit untuk *headway* teoritis, sedangkan untuk *headway* praktis pada petak jalan tersebut bernilai 7,27 menit.
2. Hasil analisis *headway* kondisi apabila sudah dibangun dan dioperasikan jalur ganda secara utuh pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto diperoleh rata – rata 6,22 menit untuk *headway* praktis.
3. Hasil analisis kapasitas lintas kondisi eksisting pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto berdasarkan perhitungan kapasitas teoritis diperoleh rata – rata sebesar 515 ka/hari, kapasitas praktis diperoleh rata – rata sebesar 272 ka/hari, rata – rata kapasitas terpakai sebesar 55 ka/hari, dan rata – rata kapasitas tersisa pada petak jalan tersebut diperoleh angka sebesar 217 ka/hari.
4. Hasil analisis kapasitas lintas kondisi apabila dibangun dan dioperasikan jalur ganda secara utuh pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto berdasarkan perhitungan kapasitas praktis diperoleh rata – rata sebesar 346 ka/hari, rata – rata kapasitas terpakai sebesar 55 ka/hari, dan rata – rata kapasitas tersisa sebesar 291 ka/hari.
5. Perubahan sistem jalur tunggal menjadi jalur ganda pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto akan memberikan dampak yang signifikan untuk perjalanan penumpang dan barang, hal tersebut dibuktikan dengan perubahan nilai *headway* dan kapasitas lintas pada petak jalan Wonokromo – Mojokerto dari kondisi eksisting ke kondisi *full double track*.

6. Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan ucapan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan dalam mengerjakan penelitian ini dan juga tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu baik dari dosen pembimbing, rekan – rekan D4 Transportasi angkatan 2020, PT KAI DAOP 8 Surabaya, serta kepada Bapak dan Ibu tersayang yang telah memberikan segenap rasa kepercayaan dan motivasi kepada penulis agar dapat segera menyelesaikan tanggung jawab penyelesaian penelitian ini.

7. Referensi

- Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M. A., Tormos, P., & Lova, A. (2008). An assessment of railway capacity. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(5), 774–806. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2007.04.001>
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian. (2024). *Statistik Jumlah Penumpang Kereta Api Pulau Jawa*. <https://djka.dephub.go.id/statistik>
- Kontaxi, E., & Ricci, S. (2009). Techniques and methodologies for railway capacity analysis: comparative studies and integration perspectives. *Ingegneria Ferroviaria, Dicembre*(12), 1051–1080. http://www.ivt.ethz.ch/news/railzurich2009/Presentations/b1_kontaxi.pdf
- Landex, A., & Kaas, A. H. (2006). Evaluation of railway capacity. *Annual Transport Conference at Aalborg University 2006*, 1–22.
- Leliana, A., Oktaviastuti, B., & Sa'dillah, M. (2020). Analisis Kinerja dan Jumlah Armada Terhadap Demand Penumpang Kereta Commuter Indonesia Lintas Manggarai-Bogor. ... (Seminar Nasional Teknologi ..., 3, 1–7. <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/213%0Ahttps://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/download/213/142>
- Malkhamah, S., Muthohar, I., Murwono, D., & Wiarco, Y. (2014). Analisis kapasitas jalur dan kecelakaan kereta api. *The 17th FSTPT International Symposium, Jember University*, 1282–1290.
- Nurwijayanti, U. (2024). Daya Tarik Penumpang terhadap Transportasi Kereta Cepat Whoosh. *Jurnal UT*, 1(1), 1–10.
- PERHUBUNGAN, K. (2023). Grafik Perjalanan Kereta Api Jaringan Jalur Kereta Api Nasional Di Jawa. *Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perkeretaapian*, 1887.
- Prabawa, H. I., Maryunani, W. P., & Puspitasari, E. (2022). Evaluasi Kinerja Jalur Ganda Kereta Api Solobalapan - Yogyakarta. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 8(2), 178. <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v8i2.433>
- Prihatanto, R., Wicaksono, A., & Djakfar, L. (2016). Evaluasi Kinerja Operasional Jalur Ganda Kereta Api Antara Bojonegoro –Surabaya Pasar Turi. *Rekayasa Sipil*, 10(2), 127–136.
- Sriastuti, D. A. N. (2015). Kereta Api Pilihan Utama Sebagai Moda Alternatif Angkutan Umum Massal. *Paduraksa*, 4(1), 26–34. <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa/article/view/255>
- Supriadi, U. (2008). Kapasitas Lintas dan Permasalahannya. Dalam *Bandung: PT. Kereta Api (Persero)*.