

## FORECASTING JUMLAH PERJALANAN KRL LINTAS JAKARTA KOTA- BOGOR TERHADAP DEMAND PENUMPANG MENGGUNAKAN ARIMA BOX-JENKINS

Arinda Leliana<sup>1</sup>, Shalsabila Diast Ferlianne<sup>2</sup>, Muhardjito<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Manajemen Transportasi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Jl. Tirta Raya Kota Madiun, Jawa Timur

Email: [arinda@ppi.ac.id](mailto:arinda@ppi.ac.id)

Email: [shalsabila.mtp1977@taruna.ppi.ac.id](mailto:shalsabila.mtp1977@taruna.ppi.ac.id)

Email: [muhardjito@pengajar.ppi.ac.id](mailto:muhardjito@pengajar.ppi.ac.id)

### ABSTRAK

Banyaknya minat masyarakat menggunakan KRL menyebabkan permintaan terhadap kebutuhan perjalanan KRL terus meningkat. Lintas Jakarta Kota-Bogor menjadi lintas KRL yang cukup padat karena rute ini termasuk dalam kategori rute tersibuk dengan perjalanan maksimal 15 menit setiap harinya. Sehingga diperlukan kajian terkait optimasi perhitungan jumlah perjalanan yang dibutuhkan berdasarkan demand penumpang dengan mempertimbangkan ketersediaan kapasitas lintas dan headway yang masih tersedia. Metode ARIMA diaplikasikan untuk mengetahui jumlah penumpang 5 tahun yang akan datang apakah naik atau turun. Selanjutnya, perhitungan terhadap headway dan kapasitas lintas yang digunakan sebagai pertimbangan dalam penentuan jumlah perjalanan yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan, terdapat peningkatan jumlah penumpang dari tahun 2022 hingga 2026 sebesar 0,83% dengan ketersediaan kapasitas lintas 134 perjalanan dan headway 2-4 menit. Jumlah perjalanan yang dibutuhkan selama 2022 sebesar 134 perjalanan, tahun 2023 sebesar 140 perjalanan, 144 perjalanan pada tahun 2024, tahun 2025 sebesar 145 perjalanan dan tahun 2026 dengan total 146 perjalanan. Diperlukan penambahan perjalanan pada tahun 2022 sebanyak 30 perjalanan, tahun 2023 dibutuhkan penambahan sebanyak 36 perjalanan, tahun 2024 dibutuhkan penambahan sebanyak 40 perjalanan, tahun 2025 dibutuhkan penambahan sebanyak 41 perjalanan hingga pada tahun 2026 dibutuhkan pertambahan jumlah perjalanan sebanyak 42 perjalanan. Dengan jumlah stamformasi tiap rangkaian 12 trainset dan jumlah kapasitas angkut sebanyak 1.800 orang.

**Kata kunci:** KRL, demand, headway, kapasitas lintas, kebutuhan perjalanan

### 1. PENDAHULUAN

Provinsi DKI Jakarta memiliki jumlah penduduk dengan kepadatan tertinggi di Indonesia dan akan terus meningkat tiap tahunnya (BPS DKI Jakarta, 2021). Dalam waktu 10 tahun terakhir laju pertumbuhan penduduk meningkat sebesar 0,92 persen untuk setiap tahunnya. Seiring dengan banyaknya penduduk di DKI Jakarta, pengguna kendaraan pribadi juga meningkat sehingga menyebabkan masalah kemacetan yang cukup krusial. Maka dari itu, pemerintah menyelenggarakan sistem transportasi massal untuk menghindari kemacetan seperti KRL Jabodetabek (BPS DKI Jakarta, 2021). Banyaknya minat masyarakat menggunakan KRL menyebabkan permintaan terhadap kebutuhan perjalanan meningkat. Moda transportasi KRL tersebut menjadi pilihan masyarakat karena dapat mengangkut dan membawa penumpang dalam jumlah besar dengan jarak yang dekat, sedang maupun jauh. Biaya perjalanan KRL pun terjangkau dan terhindar dari kemacetan membuat KRL Jabodetabek dijadikan pilihan bagi warga DKI Jakarta dan sekitarnya sebagai alat transportasi mereka (Erlangga et al., 2020). Kebutuhan perjalanan merupakan suatu peramalan perjalanan yang dibutuhkan pada masa depan melalui perhitungan hasil jumlah penumpang dan jumlah kapasitas angkut sarana (Khisty dan Lail, 2008). Sedangkan demand penumpang merupakan peramalan permintaan berupa langkah awal yang dilakukan pada saat membuat keputusan dan menentukan keputusan dalam pengadaan bahan, stok, hingga permintaan pemesanan pelanggan (Chopra dan Meindl, 2007). KRL Jabodetabek merupakan transportasi massal berbasis kereta rel listrik komuter yang dioperasikan oleh PT Kereta Commuter Indonesia atau biasa disebut dengan PT KCI. Pelayanan perjalanan KRL menghubungkan wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Cikarang, Maja, dan Rangkasbitung (Erlangga et al., 2020).

Jumlah perjalanan KRL untuk lintas Jakarta Kota-Bogor saat ini terdapat 104 perjalanan dalam sehari (PT KCI, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah perjalanan yang disediakan oleh PT KCI sudah cukup banyak, tetapi yang menjadi masalah adalah masih terdapat penumpukan penumpang pada jam sibuk yang disebabkan oleh berbagai faktor. Dilihat dari banyaknya penumpang yang seiring waktu semakin meningkat maka perjalanan KRL yang pada saat ini beroperasi akan terus disesuaikan dengan tingginya permintaan masyarakat terhadap rute perjalanan KRL di lintas yang dibutuhkan. Terutama pada lintas Jakarta Kota-Bogor karena rute ini termasuk dalam kategori rute tersibuk dengan perjalanan maksimal 15 menit setiap harinya (Astari, 2017). Untuk memperhitungkan ketepatan waktu agar sesuai dengan grafik perjalanan kereta, diperlukan analisis kapasitas lintas dan analisis headway di setiap lintas tersebut (Pangestu, 2021). Dalam dokumen Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 9 Tahun 2014, disebutkan bahwa kapasitas lintas atau juga disebut kapasitas jalur merupakan kemampuan maksimum sebuah jalur kereta api dalam waktu 24 jam atau periode tertentu yang dapat dilewati kereta api. Headway merupakan waktu antara dua atau lebih sarana angkutan untuk melewati titik pemberhentian atau tempat pemberhentian (Judiantono, 2017). Menurut (Nangi et al., 2018) peramalan atau forecasting merupakan kegiatan yang bertujuan mencari sesuatu yang berlangsung di masa depan dengan menggunakan data pada masa lampau dan dilakukan pengujian. Analisis dugaan atau forecasting dengan menggunakan metode kuantitatif telah memiliki sifat, keakuratan dan biaya yang berbeda.

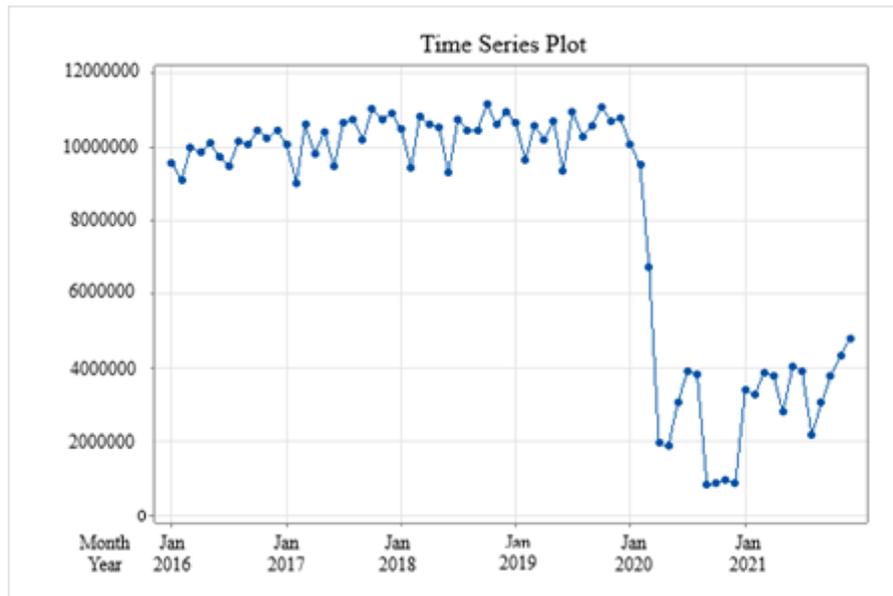
Kondisi pagi hari di Stasiun Jakarta Kota tidak terdapat penumpukan penumpang, sedangkan kondisi pagi hari di Stasiun Bogor mengalami penumpukan penumpang. Untuk kondisi sore hari di Stasiun Jakarta Kota terdapat penumpukan penumpang, sedangkan kondisi sore hari di Stasiun Bogor tidak terdapat penumpukan penumpang. Dikarenakan Stasiun Jakarta Kota dan Bogor merupakan stasiun awal pemberangkatan, maka pihak PT KCI melakukan pembatasan penumpang dengan jumlah 120 orang untuk tiap rangkaian kereta dengan 10 trainset dan 140 orang untuk tiap rangkaian kereta dengan 12 trainset. Pada lintas Jakarta Kota-Bogor sering terjadi penumpukan penumpang di jam sibuk sehingga memerlukan analisis lebih lanjut terhadap berapa kapasitas lintas, headway dan jumlah armada KRL yang tersedia untuk mengoptimalkan jumlah perjalanan KRL. Meramalkan jumlah penumpang KRL lintas Jakarta Kota-Bogor pada 5 tahun yang akan datang. Menghitung banyaknya jumlah perjalanan yang dibutuhkan untuk memenuhi demand penumpang pada lintas Jakarta Kota-Bogor pada saat ini hingga 5 tahun yang akan datang.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Data sekunder yang meliputi jumlah penumpang KRL lintas Jakarta Kota-Bogor mulai tahun 2016 hingga tahun 2021, spesifikasi sarana KRL, jumlah perjalanan KRL, Gapeka 2021, serta buku penomoran KA digunakan untuk mendukung proses analisis penelitian ini. Metode ARIMA dimanfaatkan untuk forecasting jumlah penumpang, didukung dengan data sekunder yaitu data jumlah penumpang KRL mulai tahun 2016 hingga tahun 2021, serta melakukan perhitungan kapasitas lintas dan headway, yang selanjutnya dilakukan analisis terhadap jumlah perjalanan yang dibutuhkan. Tahapan metode ARIMA yang pertama yaitu identifikasi data dimana langkah pertama dalam menghitung peramalan jumlah penumpang yaitu dengan mengidentifikasi data yang telah stasioner atas variansi (varians) dan rata-rata (mean). Stasioneritas data harus memenuhi stasioner terhadap variansi dan stasioner terhadap rata-rata. Jika belum memenuhi standar stasioner atas variansi, maka perlu dilaksanakan transformasi. Sedangkan, jika data belum memenuhi stasioner atas rata-rata maka dilaksanakan differencing. Fungsi *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dapat dimanfaatkan untuk melihat kestasioneritasan. Syarat stasioner dalam ARIMA yaitu memiliki rata-rata serta variansi yang konstan. Estimasi uji signifikansi parameter dalam model ini menggunakan *Conditional Least Square* (CLS). Cara meminimalkan total kuadrat error atau SSE. Sebagai contoh, untuk model AR (1), maka least square estimation AR (1). Uji asumsi residual dilakukan pada model ARIMA menggunakan distribusi normal serta *white noise*. Hasil akhir akan diperoleh model ARIMA terbaik. Perhitungan terhadap kapasitas lintas dan headway untuk mengetahui kapasitas yang masih tersedia. Melakukan perhitungan jumlah perjalanan berdasarkan hasil peramalan jumlah penumpang dengan mempertimbangkan ketersediaan kapasitas lintas dan headway.

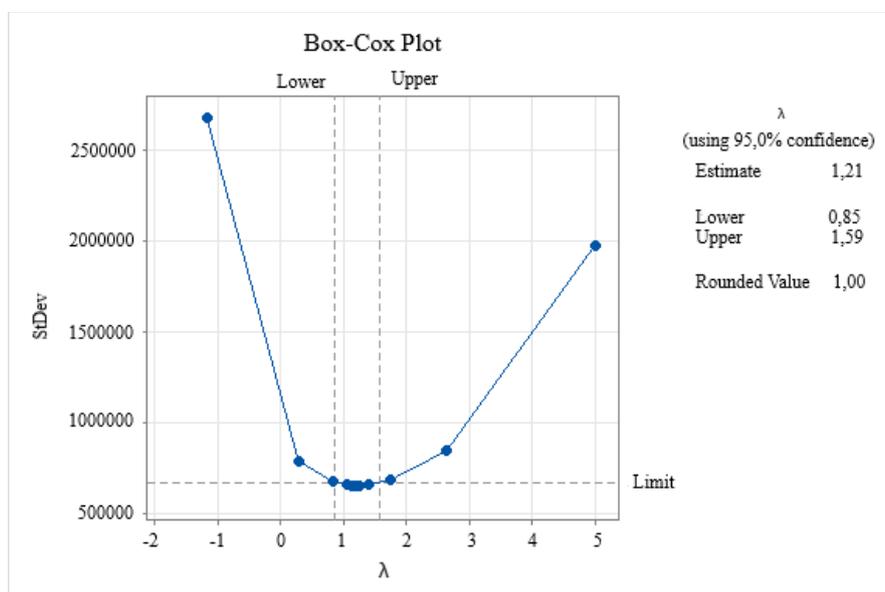
## 3. DATA DAN ANALISA

Analisis data jumlah penumpang KRL lintas Jakarta Kota-Bogor dari Januari 2016 hingga Desember 2021. ARIMA merupakan metode runtun waktu dengan menggunakan data pada masa lalu dan saat ini dari variabel dependen untuk mendapatkan peramalan yang akurat. Untuk identifikasi dapat dilakukan dengan melihat pola *time series plot* data. Berikut identifikasi data melalui bentuk *Time Series Plot* dan *Boxplot*.



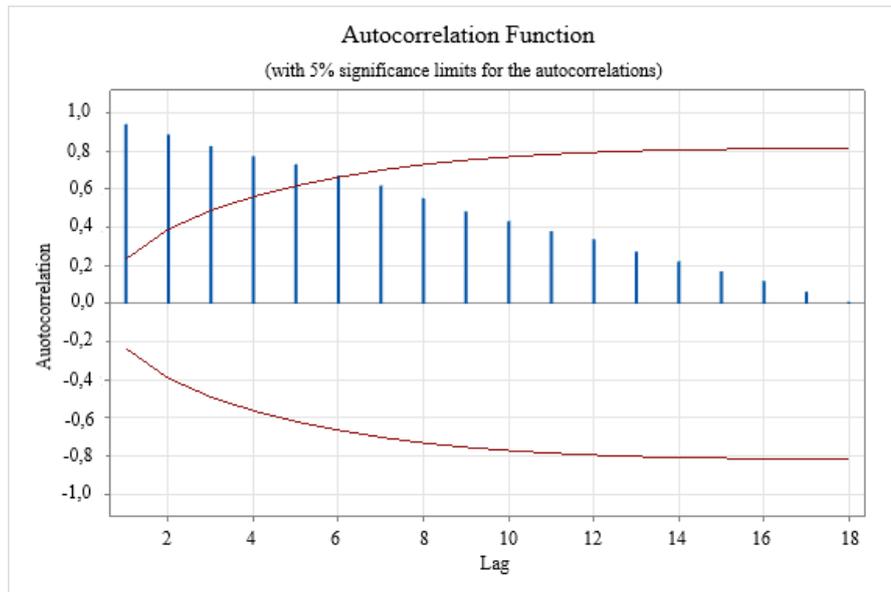
**Gambar 1.** Time Series Plot Jumlah Penumpang KRL

Grafik tersebut menggambarkan Time Series Plot total pengguna KRL lintas Jakarta Kota-Bogor pada bulan Januari 2016 hingga bulan Desember 2021. Dapat dilihat bahwa jumlah penumpang tersebut cenderung fluktuatif dan mengalami penurunan yang sangat drastis pada tahun 2020. Hal ini dikarenakan pada bulan Februari 2020 terdapat masa pandemi yang menyebabkan adanya pembatasan penumpang berskala besar sehingga jumlah penumpang pada masa tersebut menurun secara drastis. Fluktuasi dari data diatas, mengindikasikan bahwa data tidak stasioner. Maka dilakukan pemeriksaan stasioneritas variansi menggunakan *Box-cox*. Data dikatakan stasioner apabila tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Kestasioneritasan data dapat diperhatikan melalui nilai perubahan dalam rata-rata (mean) dan variansi data yang konstan (Ketaren, 2017).



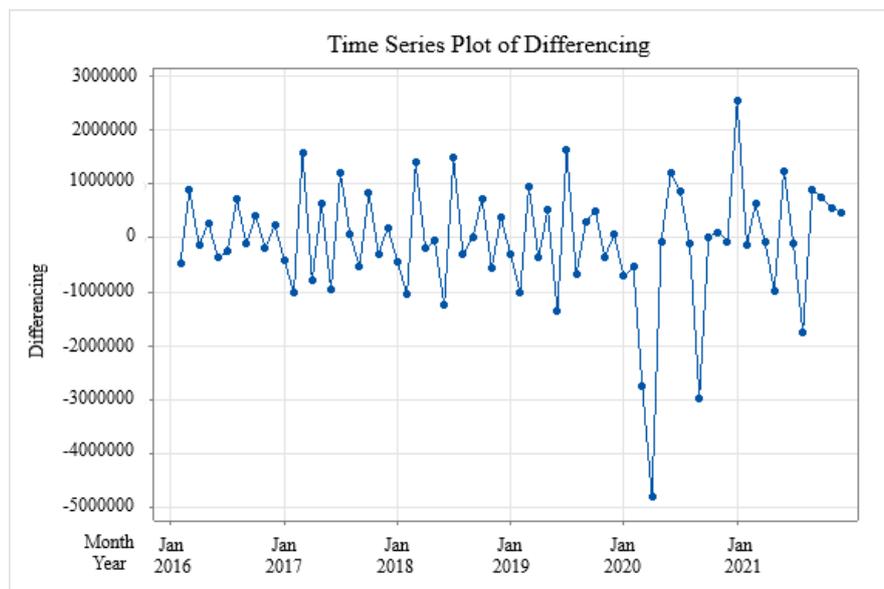
**Gambar 2.** Box-Cox Jumlah Penumpang KRL

Pada Box-Cox jumlah penumpang KRL Lintas Jakarta Kota-Bogor tersebut, dapat diketahui bahwa nilai *rounded value* ( $\lambda$ ) menghasilkan standar deviasi yaitu 1,00 dengan batas bawah (*Lower*) 0,85 dan batas atas (*Upper*) 1,59. Dapat disimpulkan bahwa dari pemeriksaan *Box-Cox* tersebut data sudah stasioner dalam variansi. Untuk memeriksa data apakah sudah stasioner terhadap rata-rata (mean) atau belum, dapat diperiksa melalui hasil plot *Autocorrelation Function* (ACF).



**Gambar 3.** Plot ACF Jumlah Penumpang KRL

Plot ACF diatas menunjukkan bahwa jumlah penumpang KRL lintas Jakarta Kota-Bogor belum stasioner terhadap rata-rata (mean). Hal ini ditunjukkan pada lag-lag plot ACF semakin menurun serta terdapat 5 lag berada diluar wilayah confident interval. Maka dari itu, perlu dilanjutkan dengan proses differencing.



**Gambar 4.** Time Series Setelah Differencing

Setelah dilakukan pemeriksaan stasioner pada variansi dan rata-rata, dapat diperoleh hasil bahwa data jumlah penumpang KRL lintas Jakarta Kota-Bogor bulan Januari 2016-Desember 2021 sudah stasioner dalam variansi dan dalam rata-rata (mean). Ramalan yang dihasilkan menurut plot ACF serta PACF setelah differencing 1 adalah ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), serta ARIMA (1,1,1). Hasil dari tiga model tersebut berasal dari jumlah lag pada orde AR, jumlah differencing, dan jumlah lag pada orde MA. Dikarenakan tidak ada lag yang keluar dari wilayah white noise, maka digunakan nilai tentative yaitu 1.

Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	
AR 1	0,9468	0,0410	23,07	0,000	
MA 1	0,9732	0,0297	32,82	0,000	

**Gambar 5.** Estimasi Parameter Model (1, 1, 1)

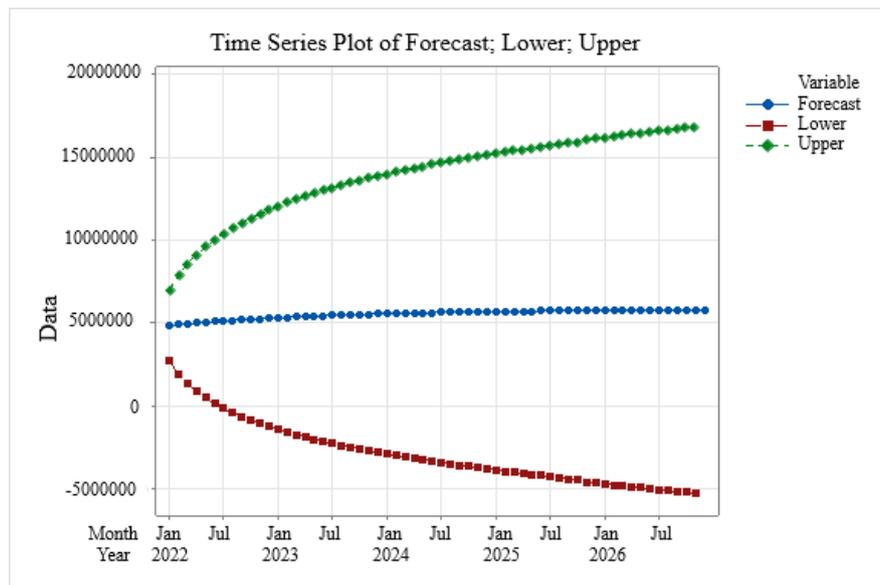
Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter. Orde AR dan MA pada model ARIMA (1, 1, 1) bernilai P-Value berturut-turut sebesar 0,000 dan 0,000 yang menandakan bahwa kedua parameter tersebut sudah signifikan. Sehingga model ARIMA (1, 1, 1) bentuk yang sangat cocok dan tepat digunakan.

Residual Sums of Squares		
DF	SS	MS
69	8,23893E+13	1,19405E+12

*back forecast excluded*

Gambar 6. Asumsi Residual Model (1, 1, 1)

Dari hasil pengujian asumsi residual, menghasilkan model ARIMA (1, 1, 1) bernilai square error sebesar 1,19. Pemilihan model ARIMA terbaik paling cocok adalah model (1, 1, 1). Pemilihan model terbaik merupakan hasil estimasi pengujian parameter signifikansi dan hasil uji asumsi residual. Model yang paling baik yaitu model yang memiliki nilai tingkat signifikansi tolak  $H_0$ . Serta harus memenuhi asumsi residual *white noise* serta berdistribusi normal. Model yang memenuhi parameter signifikansi serta memenuhi asumsi residual pada perhitungan ini adalah model ARIMA (1, 1, 1). Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (1, 1, 1) dengan taraf signifikansi 5%.



Gambar 7. Plot Time Series Ramalan

Plot dengan warna biru menunjukkan nilai peramalan jumlah penumpang pada tahun 2022-2026. Untuk plot dengan warna merah, menunjukkan batas bawah yang merupakan kemungkinan paling sedikit peramalan jumlah penumpang pada tahun 2022-2026. Sedangkan, untuk plot dengan warna hijau, menunjukkan batas atas yang merupakan kemungkinan paling banyak peramalan jumlah penumpang pada tahun 2022-2026. Dari hasil perhitungan ramalan dan bentuk plot time series, dapat diketahui bahwa peramalan jumlah penumpang KRL lintas Jakarta Kota-Bogor memiliki pola data yang cenderung meningkat. Peningkatan secara konstan dengan persentase peningkatan sebesar 0,83%. Pertumbuhan jumlah penumpang sebanyak 940.490 orang dengan siklus peningkatan yang konstan tiap bulannya. Apabila mencapai batas atas, maka jumlah pertumbuhan penumpang mencapai 16.159.298 orang.

### Kapasitas Lintas dan Headway

Pada lintas Jakarta Kota-Bogor menggunakan sinyal blok otomatis terbuka. Dari hasil perhitungan kapasitas lintas dan headway yang tersedia, dapat diketahui besar headway yang telah dihitung yaitu 2 sampai 4 menit. Sedangkan dalam perhitungan kapasitas lintas, diketahui bahwa masih terdapat ketersediaan kapasitas lintas yang dilewati. Dengan jumlah kapasitas lintas terbanyak berada di lintas Lentengagung-Universitas Pancasila dengan jumlah kapasitas lintas sebanyak 829 perjalanan dan jumlah kapasitas lintas paling sedikit berada di

lintas Cilebut-Bogor yaitu sejumlah 456 perjalanan. Dari selisih kapasitas lintas yang tersedia, dapat diketahui ketersediaan kapasitas lintas untuk KRL paling banyak berada pada lintas Universitas Indonesia-Pondok Cina dengan jumlah 363 perjalanan, dan kapasitas lintas paling sedikit berada pada lintas Depok-Citayam yaitu dengan kapasitas lintas 134 perjalanan. Dari ketersediaan kapasitas lintas ini, jumlah yang dapat digunakan untuk menambah jumlah perjalanan lintas Jakarta Kota-Bogor adalah jumlah yang paling sedikit, yaitu 134 pada lintas Depok-Citayam.

### **Kebutuhan Perjalanan**

Jumlah kebutuhan sarana dapat diketahui melalui hasil peramalan jumlah penumpang per hari dengan mempertimbangkan kapasitas angkut sarana dan kapasitas lintas. Untuk perhitungan jumlah penumpang perhari didapatkan dari jumlah penumpang per bulan dibagi jumlah hari pada saat jam kerja (senin hingga jumat) yaitu 22 hari. Kapasitas angkut sarana dihitung berdasarkan jumlah rata-rata kapasitas per kereta yaitu 150 orang dikalikan dengan jumlah stamformasi. Stamformasi yang digunakan pada lintas Jakarta Kota-Bogor adalah 12 rangkaian. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui jumlah sarana yang dibutuhkan yaitu dengan cara jumlah penumpang per hari dibagi dengan kapasitas angkut sarana. Kebutuhan perjalanan KRL lintas Jakarta Kota- Bogor berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah perjalanan yang dibutuhkan pada tahun 2022 adalah sejumlah 123 hingga 134 perjalanan, pada tahun 2023 sejumlah 135 hingga 140 perjalanan, tahun 2024 sejumlah 141 hingga 144 perjalanan, tahun 2025 sejumlah 144 hingga 145 perjalanan, dan untuk tahun 2026 sejumlah 146 perjalanan. Dari hasil perhitungan peramalan jumlah penumpang, perhitungan kapasitas lintas dan headway, serta analisis kebutuhan sarana dan perjalanan, dapat diketahui bahwa jumlah perjalanan yang dibutuhkan terhadap demand penumpang pada 5 tahun yang akan datang dengan melihat jumlah perjalanan yang ada saat ini memerlukan penambahan jumlah perjalanan yaitu pada tahun 2022 perlu penambahan 30 perjalanan, tahun 2023 perlu penambahan 36 perjalanan, tahun 2024 perlu penambahan 40 perjalanan, tahun 2025 perlu penambahan 41 perjalanan dan tahun 2026 perlu penambahan jumlah perjalanan sebanyak 42 perjalanan. Hal ini disebabkan oleh permintaan jumlah penumpang tiap tahunnya terus mengalami kenaikan.

### **4. KESIMPULAN**

Dari data jumlah penumpang dapat diketahui Tingkat pertumbuhan penumpang berdasarkan hasil peramalan dari tahun 2022 hingga pada tahun 2026 yaitu sebesar 0,83%. Jumlah ketersediaan kapasitas lintas yaitu sebanyak 134 perjalanan. Sedangkan untuk headway yang didapatkan berdasarkan perhitungan yaitu 2-4 menit. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah perjalanan, jumlah kebutuhan perjalanan pada tahun 2022 sebesar 134 perjalanan, pada tahun 2023 sebesar 140 perjalanan, kemudian tahun 2024 berjumlah 144 perjalanan, 145 perjalanan pada tahun 2025 dan tahun 2026 sebesar 146 perjalanan.

### **5. DAFTAR PUSTAKA (DAN PENULISAN PUSTAKA)**

- Astari, D. E. (2017). Keberadaan Transportasi Kereta Rel Listrik dan Dampaknya Terhadap Pedagang Asongan Studi Kasus Rute Jakarta Kota-Bogor 1998-2013. *Penerapan Embellishment Sebagai Unsur Dekoratif Pada Busana Modestwear*, d(2017), 1–15.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Provinsi DKI Dalam Angka.
- Chopra S, Meindl P. 2007. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. United States of America (US): Pearson Prentice Hall.
- Erlangga, A. W., Istiantara, D. T., & Nugroho, I. (2020). Analisis Load Factor Perjalanan Krl Commuter Line Berdasarkan Titik Jenuh Lintas ( Studi Kasus Lintas Bogor – Manggarai ). *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 4(2), 80–86. <https://doi.org/10.37367/jpi.v4i2.99>
- Hartati, H. (2017). Penggunaan Metode Arima Dalam Meramal Pergerakan Inflasi. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.33830/jmst.v18i1.163.2017>.
- Judiantono, T. (2017). Evaluasi Pelayanan Angkutan Pedesaan (Studi Kasus Trakyek Pasar Simpang – Terminal Wanayasa Kabupaten Purwakarta). *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota, Vol.15 No.1 EVALUASI*, 15(1), 1–3.
- Ketaren, C. J. (2017). Prediksi Kebutuhan Bbm Menggunakan Metode ARIMA Di Pertamina Upms-1 Medan. *SKRIPSI Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara*, 1–82.
- Khisty, C. J., & Lail, B. K. (2008). *Transportation Engineering an Introduction 3rd Edition Terj. Fidel Miro*.

- Nangi, J., Indrianti, S. H., Pramono, B., Informatika, J. T., Teknik, F., Oleo, U. H., Smoothing, T. E., & Obat, P. (2018). *Peramalan Persediaan Obat Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing (Tes) (Studi Kasus : Instalasi Farmasi Rsud Kab. Muna)*. 4(1), 135–142.
- Pangestu, Y. R. (2021). *Potensi Penambahan Jumlah Perjalanan KRL Pada Lintas Angke-Nambo Ditinjau Dari Jumlah Pengguna Jasa*. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM. 9 Tahun 2014 *Tentang Tata Cara Penetapan Jaringan Pelayanan Dan Lintas Pelayanan Perkeretaapian*, 2011 (2014).
- PT KCI. (2022). *Jumlah Perjalanan KRL*.