

EVALUASI KEBUTUHAN *TAP GATE* DALAM RANGKA MENGURANGI ANTREAN PENUMPANG PADA PERON DI STASIUN CIBINONG

EVALUATION OF THE NEED FOR TAP GATES IN ORDER TO REDUCE PASSENGER QUEUES ON THE PLATFORM AT CIBINONG STATION

Savera Tri Yuni Wibowo^{1*}, Gadang Endrayanto², Edi Nur Salam³

^{1,2,3} Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

Email: saverawibowo24@gmail.com

*Corresponding Author

Diterima 14 Juli 2024, Direvisi 17 Juli 2024, Disetujui 27 Juli 2024, Diterbitkan Juli 2024

ABSTRAK

Fasilitas pelayanan pembelian tiket pada KRL saat ini menggunakan metode *Tap Card* sebagai akses masuk stasiun dalam melakukan perjalanan Kereta Rel Listrik (KRL). Pada Stasiun Cibinong, fasilitas pelayanan *gate* ini memiliki antrean penumpang keluar yang sangat menumpuk saat memasuki jam sibuk sore. Sehingga ketersediaan *gate* di Stasiun Cibinong diprioritaskan untuk penumpang yang keluar sementara penumpang masuk menunggu di hall stasiun. Stasiun Cibinong adalah stasiun kecil yang memiliki volume penumpang masuk dan keluar terbanyak di lintasnya dengan pertumbuhan persentase penumpang sebesar 65%. Sehingga diperlukan evaluasi kebutuhan *tap gate* yang optimal di Stasiun Cibinong untuk mengurangi antrean penumpang yang terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis peramalan penumpang untuk mengetahui peningkatan penumpang khususnya saat jam sibuk yang terjadi pada 5 tahun mendatang. Kemudian menggunakan teori antrian dengan *software QM Windows* untuk mendapatkan jumlah *gate* yang optimal. Berdasarkan hasil analisis, ketersediaan perangkat *tap gate* di Stasiun Cibinong saat ini belum dapat melayani dengan baik antrian yang terjadi. Maka diperlukan penambahan perangkat *tap gate* sebanyak 5 perangkat di tahun 2029 sehingga antrean penumpang yang terjadi di Stasiun Cibinong dapat berkurang.

Kata kunci : KRL, *Tap Gate*, Antrian, *Software QM Windows*, Peramalan.

ABSTRACT

The ticket purchasing facility on KRL currently uses the *Tap Card* method as access to enter stations when traveling on Electric Rail Trains (KRL services). At Cibinong Station, the *gate* of this service facility has a very large queue of exiting passengers when entering the afternoon rush hour. So the availability of *gates* at Cibinong Station is prioritized for outgoing passengers while incoming passengers wait in the station hall. Cibinong Station is a small station that has the highest volume of incoming and outgoing passengers on its route with a passenger percentage growth of 65%. So it is necessary to evaluate optimal *tap gate* needs at Cibinong Station to reduce passenger queues that occur. The method used in this research uses passenger forecast analysis to determine the increase in passengers, especially during peak hours in the next 5 years. Then use queuing theory with *Windows QM* software to get the optimal number of *gates*. Based on the results of the analysis, the current availability of *tap gate* devices at Cibinong Station cannot serve the queues well. So it is necessary to add 5 *tap gate* devices by 2029 so that passenger queues at Cibinong Station can be reduced.

Keywords: KRL, *Tap Gate*, Queue, *QM Windows*, Forecasting.

I. PENDAHULUAN

Kereta api merupakan transportasi rel yang saat ini menjadi salah satu transportasi yang paling banyak diminati masyarakat. Kereta

api merupakan bentuk transportasi rel yang terdiri dari serangkaian kendaraan yang ditarik sepanjang jalur kereta api untuk mengangkut barang atau penumpang dalam

jumlah banyak. Perkembangan transportasi rel ini sangat pesat di Indonesia bahkan dalam dunia transportasi. Kereta api memiliki kelebihan yang tidak dimiliki kendaraan darat lainnya. Kereta api dapat mengangkut orang dan atau barang dalam jumlah yang sangat besar sehingga jauh lebih efisien dibanding kendaraan darat lainnya. Kereta api juga memiliki faktor keselamatan yang tinggi karena bergerak pada jalurnya sendiri sehingga lalu lintas tidak terganggu.

Berdasarkan Undang-Undang (UU) Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian bahwa kereta api dikategorikan dalam 2 (dua) jenis yaitu kereta api perkotaan dan kereta api antar kota. Kereta api perkotaan merupakan kereta api yang hanya melayani suatu wilayah perkotaan yang mana dapat melampaui satu provinsi, satu kabupaten/kota dan berada dalam satu kabupaten/kota. Kereta api perkotaan merupakan alternatif untuk mengurangi kepadatan lalu lintas dalam satu wilayah perkotaan salah satunya yaitu Kereta Rel Listrik (KRL) sebagai angkutan penumpang di wilayah tersebut.

Layanan pembelian tiket pada KRL saat ini menggunakan metode *Tap In* dan *Tap Out* yakni penumpang harus melakukan *tap card* atau *scan barcode* aplikasi tertentu untuk dapat masuk menggunakan layanan Kereta Rel Listrik (KRL) di suatu stasiun salah satunya di Stasiun Cibinong. Stasiun Cibinong merupakan stasiun yang terletak di Kecamatan Cibinong yang termasuk lokasi strategis karena berada dekat dengan kawasan industri dan perumahan penduduk. Stasiun Cibinong merupakan stasiun dengan volume penumpang terbanyak kedua di lintasnya dengan jumlah rata-rata harian penumpang naik mencapai 2.740 sedangkan penumpang turun 2.539. Selain itu berdasarkan data historis tahun 2021 sampai dengan 2023 terdapat pertumbuhan volume penumpang masuk dan keluar di Stasiun Cibinong mencapai 42%.

Kemudian di Stasiun Cibinong, salah satu layanan fasilitas untuk penumpang adalah *tap gate* yang digunakan untuk akses penumpang

memasuki dan atau keluar dari stasiun. Berdasarkan kondisi di lapangan, terjadi antrean penumpang keluar yang menumpuk hingga ke peron stasiun. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 29 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun Kereta Api, peron hanya digunakan sebagai tempat naik atau turun penumpang dari kereta api sedangkan kondisi dilapangan digunakan juga untuk tempat antre penumpang saat keluar yang menyebabkan terhambatnya penumpang yang ingin masuk ke dalam kereta api. Pada saat jam sibuk sore terjadi penumpukan antrean penumpang saat penumpang keluar yang menyebabkan semua *gate* dioperasikan hanya untuk penumpang keluar sedangkan penumpang yang ingin memasuki *gate*, harus menunggu antrean penumpang keluar berkurang hingga selesai. Hal ini berpengaruh terhadap ketidakefektifan alur pengoperasian *gate* untuk penumpang masuk dan keluar saat jam sibuk sore. Oleh sebab itu, ketersediaan *tap gate* dirasa kurang memadai karena terjadinya antrean penumpang yang panjang hingga ke peron stasiun. Maka diperlukan evaluasi untuk mengetahui berapakah jumlah *tap gate* yang optimal untuk mengurangi panjang antrean penumpang yang terjadi saat ini.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Stasiun Cibinong pada wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Jakarta, Daerah Operasional 1 Jakarta. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan saat kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan Magang terhitung mulai tanggal 5 Februari s.d 31 Mei 2024.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam peneliian ini yaitu dengan mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dari pihak UPT Stasiun Cibinong terkait kondisi di lapangan, melakukan wawancara kepada pihak UPT Stasiun Cibinong dan juga

mengumpulkan data primer yang diperoleh dengan melakukan survey ke lokasi penelitian.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah semua data terkumpul baik itu data sekunder ataupun data primer yang selanjutnya dilakukan analisis dengan perhitungan peramalan penumpang, kondisi antrian dan kebutuhan gate yang optimal. Dimana terdapat beberapa parameter yang digunakan yakni volume penumpang per hari dan saat jam sibuk, jumlah ketersediaan gate dan ukuran setiap gate seperti Panjang, tinggi lebar dan jarak antar gate, waktu pelayanan gate dan antrian penumpang terhadap pelayanan gate di Stasiun Cibinong, dan juga panjang antrian yang terjadi. Kemudian setelah semua data diperoleh dan dilakukan analisis data maka dihasilkan Kesimpulan dan saran dari setiap permasalahan yang ada.

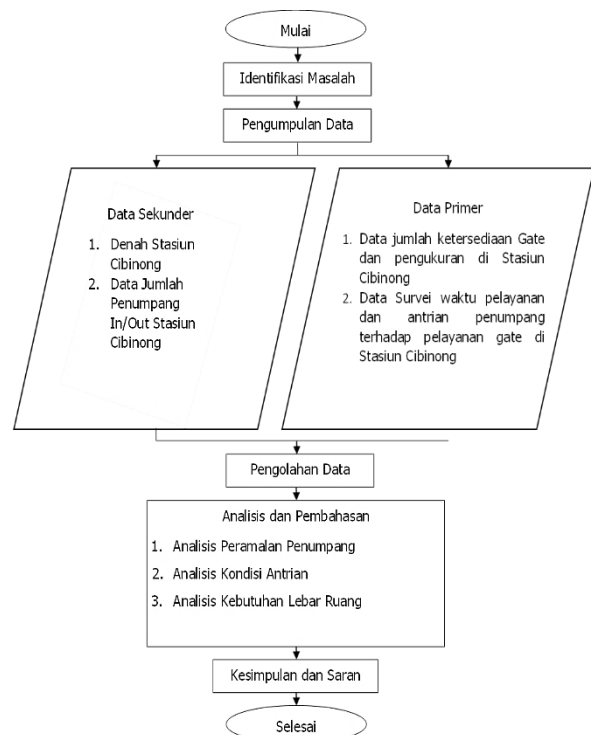
D. Analisis Data

1. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan proses sistematis untuk mencari dan menyusun data yang sudah diperoleh di lapangan sebagai bentuk pemecahan masalah yang terjadi. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis peramalan jumlah penumpang menggunakan metode *Least Square* yang bertujuan untuk mengetahui volume penumpang Stasiun Cibinong dalam 5 (lima) tahun kedepan. Selanjutnya menggunakan analisis teori antrian untuk mengetahui karakteristik antrian yang terjadi di Stasiun Cibinong yang dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti waktu tunggu, jumlah entitas yang mengantri dan efisiensi pelayanan yang diberikan. Kemudian analisis kebutuhan ruang untuk mengidentifikasi lebar ruang yang dibutuhkan jika ditambahkan *gate*.

2. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dalam penelitian yang menunjukkan alur kerja atau proses dalam bentuk symbol grafis yang dihubungkan dengan anak panah yang digambarkan sebagai berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2024

Gambar II.1 Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Peramalan Penumpang

Pertumbuhan penumpang Stasiun Cibinong dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2023 sebesar 42% dimana setiap tahunnya volume penumpang mengalami peningkatan. Maka dari itu untuk memprediksi kebutuhan gate di tahun berikutnya maka dibutuhkan peramalan penumpang yang bertujuan untuk memprediksi jumlah penumpang di Stasiun Cibinong di masa mendatang. Menurut Fazira, Mulyani, dan rahayu (2023) peramalan adalah Teknik analisis perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan kuantitatif ataupun kualitatif untuk memperkirakan kejadian di masa mendatang dengan menggunakan referensi data-data di masa lalu untuk meminimumkan pengaruh ketidakpastian. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *Least Square* yang merupakan salah satu metode berupa data deret berkala atau *time series* yang membutuhkan data di masa lalu untuk meramalkan masa depan sehingga dapat ditentukan hasilnya. Metode *Least Square* adalah metode peramalan yang paling luas

digunakan untuk melihat trend dari data data deret waktu dan menghasilkan perhitungan yang lebih teliti dan memberikan akurasi yang cukup baik pada hasil prediksi dengan komponen yang lebih banyak. Berikut merupakan rumus dari Metode *Least Square* adalah:

$$Y_n = a + (b.X)$$

Keterangan:

Y_n : Peramalan yang akan datang (peramalan)

a : Bilangan Konstanta

b : Slope atau koefisien kecondongan garis trend

X : jangka waktu atau selisih tahun ($x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$)

Sedangkan untuk menghitung nilai a dan b digunakan rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

Keterangan:

$\sum XY$: Jumlah kumulatif waktu dikalikan data historis

$\sum X^2$: Jumlah rata-rata jangka waktu di kuadratkan

$\sum Y$: Jumlah rata-rata pendistribusian air banyaknya periode waktu (tahun)

n : banyaknya periode waktu (tahun)

Selanjutnya untuk mengidentifikasi ukuran kesalahan dalam melakukan peramalan harus menggunakan teknik analisis data yang bertujuan untuk memperoleh hasil peramalan yang dapat meminimalisir kesalahan atau ketidakpastian data. Salah satu Teknik analisis data adalah *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) yang merupakan perhitungan perbedaan antara data yang asli dengan data hasil peramalan untuk mengetahui keakuratan peramalan yang dilakukan.

Semakin kecil nilai presentasi kesalahan (*percentage error*) pada *MAPE* maka

semakin akurat hasil peramalan tersebut.

Rumus *MAPE* adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} 100$$

Keterangan:

X_t : Data aktual pada periode ke t

F_t : Nilai ramalan pada periode ke t

n : Banyaknya periode waktu

Berikut merupakan hasil peramalan penumpang masuk di Stasiun Cibinong.

Tabel III.1 Perhitungan Peramalan Penumpang Masuk Stasiun Cibinong

No	Tahun	Jumlah Penumpang (y)	x	xy	x ²
1	2021	502.290	-1	-502.290	1
2	2022	789.473	0	0	0
3	2023	1.000.119	1	1.000.119	1
$\sum Y$		2.291.882		497.829	2

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Perhitungan Nilai a , diperoleh:

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

$$a = \frac{2.291.882}{3}$$

$$a = 763.961$$

Sedangkan perhitungan Nilai b , diperoleh:

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$b = \frac{497.829}{2}$$

$$b = 248.915$$

Sehingga didapatkan nilai persamaan peramalan penumpang Stasiun Cibinong adalah sebagai berikut:

$$Y = a + (b.X)$$

$$Y = 763.961 + (248.915. X)$$

Kemudian, dari persamaan tersebut dilakukan analisis untuk mengetahui Tingkat kesesuaian atau akurasi peramalan dengan metode *MAPE*.

Tabel III.2 Akurasi Peramalan Penumpang Masuk Stasiun Cibinong

Tahun	Jumlah Penumpang Aktual	Hasil Peramalan Penumpang	Error	Nilai Absolut Error	Nilai Absolut Error dibagi dengan nilai Aktual
t	Xt	Ft	Xt-Ft	Xt-Ft	(Xt-Ft)/At
2021	502.290	515.046	-12.756	12756,17	0,02539602
2022	789.473	763.961	25.512	25512,33	0,03231565
2023	1.000.119	1.012.875	-12.756	12756,17	0,012754649
Total					0,070466319
n					3
MAPE					2,35

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan tabel tersebut, didapatkan bahwa nilai akurasi peramalan penumpang di Stasiun Cibinong yang menggunakan metode MAPE diperoleh nilai 2,35% yang menunjukkan bahwa nilai tersebut dibawah 10% yang artinya akurasi peramalan yang dilakukan sangat baik. Berikut merupakan hasil analisis peramalan Stasiun Cibinong untuk 5 tahun mendatang.

Tabel III.3 Hasil Peramalan Penumpang Masuk Stasiun Cibinong

No	Tahun	Penumpang Masuk	Ket	Hasil Peramalan	Rata-Rata Penumpang (Hasil peramalan)
1	2021	502.290	Data Sekunder	515.046	1411
2	2022	789.473	Data Sekunder	763.961	2093
3	2023	1.000.119	Data Sekunder	1.012.875	2775
4	2024			1.261.790	3457
5	2025			1.510.704	4139
6	2026			1.759.619	4821
7	2027			2.008.533	5503
8	2028			2.257.448	6185
9	2029			2.506.362	6867

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Dari hasil analisis peramalan jumlah penumpang masuk terdapat peningkatan jumlah penumpang dan pada tahun 2029, jumlah penumpang Stasiun Cibinong diperkirakan mencapai 2.506.362 penumpang dengan rata-rata penumpang harian mencapai 6.867 penumpang. Selanjutnya adalah hasil peramalan penumpang keluar di Stasiun Cibinong.

Tabel III.4 Hasil Peramalan Penumpang Masuk Stasiun Cibinong

No	Tahun	Jumlah Penumpang (y)	x	xy	x ²
1	2021	492.583	-1	-492.583	1
2	2022	617.931	0	0	0
3	2023	927.064	1	927.064	1
$\sum Y$		2.037.578		434.481	2

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Perhitungan Nilai a, diperoleh:

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$
$$a = \frac{2.037.578}{3}$$
$$a = 679.193$$

Sedangkan perhitungan Nilai b, diperoleh:

$$b = \frac{\sum X Y}{\sum X^2}$$
$$b = \frac{434.481}{2}$$
$$b = 217.241$$

Sehingga didapatkan nilai persamaan peramalan penumpang Stasiun Cibinong adalah sebagai berikut:

$$Y = a + (b \cdot X)$$
$$Y = 679.193 + (217.241 \cdot X)$$

Kemudian, dari persamaan tersebut dilakukan analisis untuk mengetahui Tingkat kesesuaian atau akurasi peramalan dengan metode MAPE.

Tabel III.5 Akurasi Peramalan Penumpang Keluar Stasiun Cibinong

Tahun	Jumlah Penumpang Aktual	Hasil Peramalan Penumpang	Error	Nilai Absolut Error	Nilai Absolut Error dibagi dengan nilai Aktual
t	Xt	Ft	Xt-Ft	Xt-Ft	(Xt-Ft)/At
2021	492.583	461.952	30.631	30630,83	0,062184106
2022	617.931	679.193	-61.262	61261,67	0,099139979
2023	927.064	896.433	30.631	30630,83	0,033040689
Total					0,194364774
n					3
MAPE					6,48

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan tabel tersebut, didapatkan bahwa nilai akurasi peramalan penumpang di Stasiun Cibinong yang menggunakan metode MAPE diperoleh nilai 6,48% yang menunjukkan bahwa nilai tersebut dibawah 10% yang artinya akurasi peramalan yang dilakukan sangat baik. Berikut merupakan hasil analisis peramalan penumpang keluar Stasiun Cibinong untuk 5 tahun mendatang.

Tabel III.6 Hasil Peramalan Penumpang Keluar Stasiun Cibinong

Tahun	Penumpang Keluar	Ket	Hasil Peramalan	Rata-Rata Penumpang (Hasil Peramalan)
2021	492.583	Data Sekunder	461.952	1266
2022	617.931	Data Sekunder	679.193	1861
2023	927.064	Data Sekunder	896.433	2456
2024			1.113.674	3051
2025			1.330.914	3646
2026			1.548.155	4242
2027			1.765.395	4837
2028			1.982.636	5432
2029			2.199.876	6027

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Dari hasil analisis peramalan jumlah penumpang masuk terdapat peningkatan jumlah penumpang dan pada tahun 2029, jumlah penumpang Stasiun Cibinong diperkirakan mencapai 2.199.876 penumpang dengan rata-rata penumpang harian mencapai 6.027 penumpang.

Berdasarkan hasil analisis peramalan jumlah penumpang masuk dan penumpang keluar di Stasiun Cibinong, diketahui bahwa jumlah penumpang masuk di Stasiun Cibinong diperkirakan mencapai 6.867 penumpang sedangkan penumpang keluar diperkirakan mencapai 6.584 penumpang.

B. Perhitungan Penumpang Jam Sibuk

Menurut Piers Connor (2010), untuk dapat menghitung penumpang pada jam sibuk diperoleh dari 10%-15% dari penumpang harian. Berikut merupakan hasil perhitungan penumpang jam sibuk masuk dan keluar berdasarkan data hasil peramalan dan data sekunder

Tabel III.7 Peramalan Penumpang Masuk Jam Sibuk Pagi

No	Tahun	Rata-rata Penumpang Harian	Penumpang Jam Sibuk
1	2021	1411	212
2	2022	2093	314
3	2023	2775	416
4	2024	3457	519
5	2025	4139	621
6	2026	4821	723
7	2027	5503	825
8	2028	6185	928
9	2029	6867	1030

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Tabel III.8 Peramalan Penumpang Keluar Jam Sibuk Sore

o	Tahun	Rata-rata Penumpang Harian	Penumpang Jam Sibuk
1	2021	1266	190
2	2022	1861	279
3	2023	2456	368
4	2024	3051	458
5	2025	3646	547
6	2026	4242	636
7	2027	4837	726
8	2028	5432	815
9	2029	6027	904

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Tabel III.9 Perhitungan Penumpang Masuk Jam Sibuk Pagi

Hari/Tanggal	Rata-rata Penumpang Harian	Penumpang Jam Sibuk
Senin, 13 Mei 2024	4128	619
Selasa, 14 Mei 2024	3816	572
Rabu, 15 Mei 2024	3775	566
Kamis, 16 Mei 2024	3739	561
Jumat, 17 Mei 2024	3594	539
Sabtu, 18 Mei 2024	3142	471
Minggu, 19 Mei 2024	2873	431

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Tabel III.10 Perhitungan Penumpang Keluar Jam Sibuk Sore

Hari/Tanggal	Rata-rata Penumpang Harian	Penumpang Jam Sibuk
Senin, 13 Mei 2024	3547	532
Selasa, 14 Mei 2024	3390	509
Rabu, 15 Mei 2024	3384	508
Kamis, 16 Mei 2024	3411	512
Jumat, 17 Mei 2024	3545	532
Sabtu, 18 Mei 2024	2908	436
Minggu, 19 Mei 2024	2821	423

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan **Tabel III.7 dan III.8** bahwa pada tahun 2029 diprediksi akan ada 1.030 penumpang yang masuk di Stasiun Cibinong saat jam sibuk pagi sementara untuk penumpang keluar mencapai 904 penumpang saat jam sibuk sore. Sedangkan berdasarkan **Tabel III.9 dan III.10** terdapat 619 penumpang masuk saat jam sibuk pagi yang mana terjadi pada hari senin sementara untuk penumpang keluar sebanyak 532 penumpang saat jam sibuk sore.

C. Analisis Karakteristik Sistem Antrian Penumpang di Stasiun Cibinong

Karakteristik antrian penumpang ditentukan oleh karakteristik kedatangan penumpang, disiplin antrian penumpang dan karakteristik pelayanan yang didapatkan. Pada Stasiun Cibinong memiliki karakteristik sistem antrian sebagai berikut:

1. Karakteristik Kedatangan

Sumber kedatangan penumpang Stasiun Cibinong termasuk kedalam ukuran populasi yang tidak terbatas dikarenakan jumlah penumpang Stasiun Cibinong pada satu waktu tertentu hanya sebagian kecil dari jumlah penumpang dari jumlah kedatangan potensial. Dengan kata lain, jumlah kedatangan penumpang yang tidak

terbatas sehingga dapat datang dalam jumlah berapapun. Selain itu pola kedatangan bersifat eksponensial atau kedatangan dengan waktu yang tidak tetap. Sedangkan perilaku penumpang di Stasiun Cibinong termasuk pada perilaku penumpang yang sabar karena penumpang tetap berada dalam garis antrian sampai mendapatkan pelayanan.

2. Disiplin Antrian

Disiplin antrian yang terjadi di Stasiun Cibinong termasuk kedalam jenis disiplin antrian First Come First Served (FCFS) atau First in First Out (FIFO) yang artinya penumpang yang datang pertama akan dilayani pertama dengan kata lain penumpang akan dilayani sesuai dengan urutan kedatangannya.

3. Karakteristik Pelayanan

Karakteristik pelayanan yang terjadi di Stasiun Cibinong merupakan karakteristik Multi Channel-Single Phase. Karakteristik sistem antrian ini memiliki lebih dari satu jalur pelayanan atau fasilitas pelayanan sedangkan sistem pelayanannya hanya ada satu phase, dimana pada Stasiun Cibinong terdapat beberapa fasilitas pelayanan yakni 4 (empat) gate dan pelayanannya dialiri oleh antrian tunggal.

Dalam proses pelayanan gate terdapat waktu pelayanan yang dibutuhkan saat penumpang dilayani pada mesin tap gate. Waktu pelayanan setiap penumpang memiliki waktu pelayanan yang berbeda-beda sehingga dikatakan dalam sistem antrian yang terjadi memiliki waktu pelayanan yang acak terhadap pelayanan penumpang dalam mesin tap gate.

D. Analisis Model Antrian Penumpang di Stasiun Cibinong

Berdasarkan model antrian penumpang di Stasiun Cibinong diketahui bahwa Stasiun Cibinong memiliki jumlah pelayanan yang lebih dari satu tetapi dalam setiap pelayanannya dialiri dengan antrian tunggal dan jumlah tahapan pelayanan yang juga tunggal. Kemudian pola tingkat kedatangan

yang terjadi bersifat poisson dengan waktu pelayanan yang eksponensial atau tidak tetap. Sementara untuk ukuran populasi antrian yang terjadi di Stasiun Cibirong tidak terbatas dengan aturan antrian First In First Out (FIFO) atau First Come First Served (FCFS). Dalam hal ini maka dapat dikatakan model antrian yang sesuai untuk karakteristik antrian pada Stasiun Cibirong adalah model antrian jalur berganda (M/M/S) karena menggunakan lebih dari 1 jalur pelayanan yakni terdapat 4 jalur pelayanan yang digunakan penumpang. Berikut merupakan analisis perhitungan sebagai berikut:

1. Tingkat Intensitas Fasilitas Pelayanan/ Ukuran Steady State (ρ)

Perhitungan tingkat intensitas fasilitas pelayanan ini digunakan untuk mengetahui fasilitas pelayanan terpenuhi atau tidak. Perhitungan nilai ukuran kinerja sistem antrian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi Steady State terpenuhi atau tidak. Kondisi Steady State terpenuhi jika nilai tingkat kegunaan ($\rho < 1$) artinya rata-rata jumlah kedatangan penumpang di jalur tersebut lebih kecil dari rata-rata pelayanan penumpang (Arum, Sugito, and Wilandari 2014). Hal ini juga dapat diartikan suatu kondisi dimana jumlah penumpang yang datang masih mampu dilayani secara efektif dan sebaliknya bila laju kedatangan penumpang terlalu banyak sehingga sistem tidak mampu melayani semuanya maka akan terjadi penumpukan antrean penumpang. Untuk menghitung nilai ρ tersebut perlu diketahui nilai rata-rata kedatangan dan rata-rata pelayanan.

$$\rho = \lambda / c\mu$$

Keterangan:

ρ = Tingkat intensitas pelayanan

λ = Tingkat kedatangan penumpang per satuan waktu

$c\mu$ = Penumpang yang dapat dilayani per satuan waktu

Berdasarkan data yang ada, dapat dilakukan perhitungan terhadap data penumpang jam

sibuk berdasarkan hasil peramalan penumpang dan berdasarkan data sekunder yang diperoleh.

1. Penumpang Masuk

a. Penumpang Masuk Berdasarkan Data Peramalan

- 1) Jalur pelayanan saat ini (M atau c) = 4 jalur
- 2) Penumpang yang datang per jam (λ) = 1.030 penumpang/jam (Hasil peramalan penumpang saat jam sibuk)
- 3) Penumpang yang dilayani per jam (μ) = 116 penumpang/jam

$$\rho = \lambda / c\mu$$

$$\rho = 1.030 / (4 \times 116)$$

$$\rho = 2,21$$

b. Penumpang Masuk Berdasarkan Data Sekunder

- 1) Jalur pelayanan saat ini (M atau c) = 4 jalur
- 2) Penumpang yang datang per jam (λ) = 619 penumpang/jam (Data Sekunder penumpang saat jam sibuk)
- 3) Penumpang yang dilayani per jam (μ) = 116 penumpang/jam

$$\rho = \lambda / c\mu$$

$$\rho = 619 / (4 \times 116)$$

$$\rho = 1,33$$

Berdasarkan perhitungan Steady State bahwa nilai tingkat intensitas pelayanan menunjukkan bahwa Tingkat intensitas pelayanan gate saat penumpang masuk melebihi nilai 1 ($\rho > 1$) yakni $2,21 > 1$ dan $1,33 > 1$, artinya tingkat laju kedatangan penumpang masuk lebih besar daripada tingkat rata rata penumpang yang dapat dilayani. Kondisi Steady State yang ada tidak baik sehingga menyebabkan penumpukan antrean penumpang. Dalam kondisi ini maka tidak bisa dilakukan perhitungan kinerja sistem pelayanan gate.

2. Penumpang Keluar

a. Penumpang Keluar Berdasarkan Data Peramalan

- 1) Jalur pelayanan saat ini (M atau c) = 4 jalur

- 2) Penumpang yang datang per jam (λ) = 904 penumpang/ jam (Hasil peramalan penumpang saat jam sibuk)
- 3) Penumpang yang dilayani per jam (μ) = 116 penumpang/jam
 $\rho = \lambda/c\mu$
 $\rho = 904/(4 \times 116)$
 $\rho=1,94$

b. Penumpang Keluar Berdasarkan Data Sekunder

- 1) Jalur pelayanan saat ini (M atau c) = 4 jalur
- 2) Penumpang yang datang per jam (λ) = 532 penumpang/ jam (Data Sekunder penumpang saat jam sibuk)
- 3) Penumpang yang dilayani per jam (μ) = 116 penumpang/jam
 $\rho = \lambda/c\mu$
 $\rho = 532/(4 \times 116)$
 $\rho=1,14$

Berdasarkan perhitungan Steady State bahwa nilai tingkat intensitas pelayanan menunjukkan bahwa tingkat intensitas pelayanan gate saat penumpang masuk melebihi nilai 1 ($\rho > 1$) yakni $1,94 > 1$ dan $1,14 > 1$, artinya tingkat laju kedatangan penumpang keluar lebih besar daripada tingkat rata rata penumpang yang dapat dilayani. Kondisi Steady State yang ada tidak baik sehingga menyebabkan penumpukan antrean penumpang. Dalam kondisi ini maka tidak bisa dilakukan perhitungan kinerja sistem pelayanan gate.

2. Simulasi Perhitungan Penambahan Jalur Pada System Antrian

Tabel III.11 Kondisi Steady State Sistem Pelayanan Gate Tahun 2024

Penumpang (2024)			
Penumpang Masuk		Penumpang Keluar	
Jumlah Gate	Nilai ρ	Jumlah Gate	Nilai ρ
4	1,33	4	1,14
5	1,06	5	0,91
6	0,88		

Tabel III.11 Kondisi Steady State Sistem Pelayanan Gate Tahun 2029

Penumpang (2029)			
Penumpang Masuk		Penumpang Keluar	
Jumlah Gate	Nilai ρ	Jumlah Gate	Nilai ρ
4	2,21	4	1,94
5	1,77	5	1,55
6	1,47	6	1,29
7	1,26	7	1,11
8	1,1	8	0,97
9	0,98		

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Dari tabel tersebut, diperoleh hasil bahwa kondisi Steady State penumpang jam sibuk untuk tahun 2024 dapat tercapai jika jalur pada sistem antrian ada 6 jalur sedangkan untuk tahun 2029 menggunakan 9 jalur. Dengan nilai $\rho = 0,88$ pada tahun 2024 dan nilai $\rho = 0,98$ pada tahun 2029 atau $\rho < 1$, yang berarti bahwa kondisi Steady State yang sudah ada baik dan dapat dilakukan perhitungan kinerja sistem antrian.

3. Perhitungan Kinerja Sistem Antrian Menggunakan Software QM For Windows

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi antrean yang terbentuk sesuai dengan perhitungan kondisi Steady State yang sudah perhitungkan dengan data yang sudah diperoleh yaitu sebagai berikut:

Tabel III.13 Perhitungan QM Windows

No	Parameter	Tahun 2024		Tahun 2029	
		6 Gate	5 Gate	9 Gate	8 Gate
1	ρ	0,89	0,92	0,99	0,97
2	Lq	5,74	8,88	70,2	34,57
3	Ls	11,08	13,47	79,08	42,36
4	Wq	0.01	0,02	0,07	0,04
5	Ws	0.02	0,03	0,08	0,05

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan tabel tersebut, bahwa berdasarkan data yang diperoleh penumpang masuk jam sibuk pada tahun 2024 adalah 619 penumpang maka gate yang paling optimal untuk penumpang masuk adalah dengan 6 gate/jalur dengan tingkat intensitas pelayanan 0,89. Dalam hasil perhitungan ini, jika dioperasikan 6 gate untuk penumpang masuk memiliki rata-rata jumlah penumpang dalam sistem adalah 11 penumpang dengan menghabiskan waktu dalam sistem sekitar 0,02 jam atau 1,2 menit. Rata-rata jumlah penumpang yang menunggu didalam antrian adalah 5 orang dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan penumpang dalam system antrian adalah 0,01 jam atau 0,6 menit. Sedangkan untuk penumpang masuk di tahun 2029 adalah 1.030 penumpang maka gate yang paling optimal adalah dengan 9 gate/jalur dengan tingkat intensitas pelayanan 0,99. Dalam hasil perhitungan ini, jika dioperasikan 9 gate untuk penumpang masuk memiliki rata-rata jumlah penumpang dalam sistem adalah 79 penumpang dengan menghabiskan waktu dalam sistem adalah 0,07 jam atau 4,2 menit yang menunjukkan bahwa penumpang menghabiskan waktu sekitar 4 menit 12 detik dalam sistem. Rata-rata jumlah penumpang yang menunggu didalam antrian adalah 70 orang dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan penumpang dalam sistem antrian adalah 0,08 jam atau 4,8 menit.

Kemudian untuk penumpang keluar pada tahun 2024 terdapat 532 penumpang saat jam sibuk maka gate yang paling optimal adalah dengan 5 gate/jalur dengan tingkat intensitas pelayanan 0,92. Dalam hasil perhitungan ini, jika dioperasikan 5 gate untuk penumpang keluar memiliki rata-rata jumlah penumpang dalam sistem adalah 13 penumpang dengan menghabiskan waktu dalam system adalah 0,03 jam atau 1,8 menit. Rata-rata jumlah penumpang yang menunggu didalam antrian adalah 8 orang dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan penumpang dalam system antrian adalah

0,02 jam atau 1,2 menit. Sedangkan untuk penumpang keluar di tahun 2029 diprediksi akan mencapai 904 penumpang maka gate yang paling optimal adalah dengan 8 gate/jalur dengan tingkat intensitas pelayanan 0,97. Dalam hasil perhitungan ini, jika dioperasikan 8 gate untuk penumpang keluar memiliki rata-rata jumlah penumpang dalam sistem adalah 42 penumpang dengan menghabiskan waktu dalam sistem adalah 0,05 jam atau 3 menit. Rata-rata jumlah penumpang yang menunggu didalam antrian adalah 34 orang dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan penumpang dalam sistem antrian adalah 0,04 jam atau 2,4 menit.

E. Analisis Kebutuhan Ruang untuk Penambahan Jumlah Gate

Berdasarkan hasil peramalan 5 tahun kedepan, bahwa pada tahun 2029 diprediksi membutuhkan 9 gate untuk penumpang masuk dan 8 gate untuk penumpang keluar. Sehingga berdasarkan hasil perhitungan tersebut , maka kebutuhan lebar ruangan terhadap penambahan gate adalah sebagai berikut:

Kebutuhan Ruang (Gate)

= jumlah Gate x (lebar gate+jarak antar gate)

= 9 x (26+63)

= 801 cm

= 8,01 meter

Jadi, untuk menambahkan gate di Stasiun Cibinong membutuhkan lebar ruang sekitar 8 meter untuk 9 gate. Kemudian dari perhitungan gate tersebut, dibutuhkan juga perhitungan untuk kebutuhan pintu darurat yang biasanya digunakan untuk akses penumpang disabilitas yaitu sebagai berikut:

Kebutuhan Lebar Ruang

= Kebutuhan ruang (gate)+Lebar Pintu Darurat

= 8,01 meter+ 0,9 meter

= 8,91 meter

Sehingga untuk kebutuhan lebar ruangan yang diperlukan di Stasiun Cibinong untuk perencanaan 5 tahun kedepan yaitu sebesar 8,91 meter.

Kemudian berdasarkan data yang diperoleh dan kondisi dilapangan bahwa untuk gate yang dibutuhkan saat ini adalah 6 gate untuk penumpang masuk dan 5 gate untuk penumpang keluar. Sehingga diperoleh perhitungan kebutuhan lebar ruang terhadap penambahan gate adalah sebagai berikut:

Kebutuhan Ruang (Gate)

= jumlah Gate x (lebar gate+jarak antar gate)

= 6 x (26+63)

= 534 cm

= 5,3 meter

Jadi, untuk menambahkan gate di Stasiun Cibinong membutuhkan lebar ruang sekitar 5,3 meter untuk 6 gate. Kemudian dari perhitungan gate tersebut, dibutuhkan juga perhitungan untuk kebutuhan pintu darurat yang biasanya digunakan untuk akses penumpang disabilitas yaitu sebagai berikut:

Kebutuhan Lebar Ruang

= Kebutuhan ruang (gate)+Lebar Pintu Darurat

= 5,3 meter+ 0,9 meter

= 6,2 meter

Sehingga untuk kebutuhan lebar ruangan yang diperlukan di Stasiun Cibinong untuk perencanaan tahun 2024 ini yaitu sebesar 6,2 meter.

Berdasarkan hasil analisis bahwa Stasiun Cibinong belum memiliki lebar ruang yang cukup untuk dilakukan penambahan gate karena saat ini, lebar ruang yang tersedia untuk ketersediaan gate yaitu 560 cm atau 5,6 meter. Sementara untuk perencanaan penambahan gate membutuhkan lebar ruang 6,2 meter untuk tahun 2024 dan 8,91 meter untuk tahun 2029. Sehingga diperlukan penambahan lebar ruangan untuk mendukung perencanaan penambahan gate di Stasiun Cibinong sekitar 0,6 meter untuk tahun 2024 dan 3,31 meter untuk perencanaan penambahan gate tahun 2029..

F. Usulan Jumlah Gate dan Alur Pengoperasian Gate di Stasiun Cibinong

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh jumlah *gate* yang optimal untuk tahun 2024 adalah sebanyak 6 *gate* untuk penumpang masuk dan 5 *gate* untuk penumpang keluar dengan diperoleh alur pengoperasian *gate* yang efektif pada sore hari 5 perangkat *gate* untuk penumpang masuk dan 1 perangkat *gate* untuk penumpang keluar. Sedangkan untuk 5 tahun kedepan yakni tahun 2029, kebutuhan *gate* yang optimal adalah sebanyak 9 *gate* untuk penumpang masuk dan 8 *gate* untuk penumpang keluar dengan alur pengoperasian *gate* yakni 8 *gate* untuk penumpang keluar dan 1 *gate* untuk penumpang masuk. Kemudian saat pengoperasian saat jam sibuk sore , alur pengoprasian *gate* dan sirkulasi penumpang yang efektif dapat diterapkan setelah penambahan jumlah gate di Stasiun Cibinong dengan mengoperasikan 5 (lima) gate untuk penumpang yang keluar dan menggunakan 1 (satu) gate untuk penumpang yang ingin masuk. Sehingga alur penumpang yang keluar dan penumpang masuk dapat terlayani dan penumpang masuk tidak perlu menunggu penumpang keluar untuk memasuki gate. Kemudian untuk tahun 2029 diperoleh jumlah penambahan gate sebanyak 9 gate sehingga dapat diterapkan alur pengoperasian *gate* dan sirkulasi penumpang masuk dan keluar yang efektif pada saat jam sibuk sore adalah dengan mengoperasikan 8 gate untuk penumpang keluar dan 1 gate untuk penumpang masuk. Usulan pengoperasian gate tersebut dapat dikatakan akan lebih efektif jika dibandingkan kondisi yang terjadi saat ini. Bahwa saat ini pengoperasian gate di Stasiun Cibinong masih belum terlalu efektif untuk penumpang yang masuk dan keluar karena saat jam sibuk sore, volume penumpang yang keluar sangat tinggi menyebabkan semua gate yang tersedia digunakan untuk penumpang yang keluar terlebih dahulu sedangkan penumpang yang masuk tertahan oleh penumpang keluar. Kemudian setelah penumpang keluar telah dilayani seluruhnya maka penumpang yang ingin masuk baru dapat dilayani atau memasuki gate. Alur

pengoperasian gate saat ini yang terjadi di Stasiun Cibinong dapat dikatakan masih belum efektif sehingga perlunya alur pengoperasian gate atau sirkulasi penumpang masuk dan keluar yang efektif untuk semua penumpang mendapatkan pelayanan gate.

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil peramalan penumpang, bahwa pada tahun 2029 penumpang masuk di Stasiun Cibinong mencapai 2.506.362 penumpang dengan rata-rata penumpang harian mencapai 6.867 penumpang dan penumpang keluar mencapai 2.199.876 penumpang dengan rata-rata penumpang harian mencapai 6.027 penumpang.
2. Berdasarkan kondisi eksisting Stasiun Cibinong saat ini bahwasanya pelayanan gate pada Stasiun Cibinong belum dapat memenuhi kondisi kinerja system antrian yang baik pada saat jam sibuk tertinggi yakni pada pukul 08.00 s.d 09.00 dan 18.00 s.d 19.00 dengan nilai $\rho > 1$ yang artinya dalam kondisi saat ini dengan 4 gate belum dapat mengatasi atau melayani antrian yang terjadi. Sehingga pada tahun 2024 dibutuhkan perangkat gate sebanyak 6 gate untuk penumpang masuk dan 5 gate untuk penumpang keluar yang membutuhkan lebar ruang sekitar 6,2 meter sedangkan untuk tahun 2029 dibutuhkan perangkat gate sebanyak 9 gate untuk penumpang masuk dan 8 gate untuk penumpang keluar yang membutuhkan lebar ruang sekitar 9,81 meter.
3. Berdasarkan kondisi dilapangan bahwa alur pengoperasian gate dan sirkulasi penumpang pada jam sibuk sore di Stasiun Cibinong masih belum efektif yakni seluruh gate dioperasikan hanya untuk penumpang keluar sehingga penumpang yang ingin masuk tertahan.

V. SARAN

1. Diperlukan koordinasi antara pihak operator yakni PT. KAI atau Unit

Pelaksana Teknis (UPT) Stasiun Cibinong dengan pihak regulator yakni Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Jakarta ataupun pihak terkait perencanaan penambahan jumlah perangkat gate yang akan berpengaruh juga terhadap kebutuhan lebar ruang di Stasiun Cibinong. Hal ini dilakukan agar intensitas pelayanan gate di Stasiun Cibinong dapat memenuhi kondisi kinerja sistem antrian yang baik khususnya pada saat jam sibuk tertinggi sehingga dapat mengatasi atau melayani antrian yang terjadi.

2. Diperlukan penerapan alur pengoperasian gate dan sirkulasi penumpang yang efektif di Stasiun Cibinong khususnya saat jam sibuk sore oleh pihak operator yakni PT Kereta Api Indonesia atau UPT Stasiun Cibinong agar sirkulasi penumpang masuk dan keluar di stasiun tersebut lebih kondusif dan seluruh penumpang dalam antrian gate dapat dilayani dengan baik.
3. Kepada peneliti selanjutnya, diharapkan dapat meneliti lebih lanjut dan detail terkait peningkatan penumpang di Stasiun Cibinong dengan menggunakan metode peramalan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Perhubungan. 2007. Undang-Undang (UU) Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. 2011. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 29 Tahun 2011 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun Kereta Api. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia
- Kementerian Perhubungan. 2022. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2022 Tentang Organisasi Dan Tata Kerja Balai Teknik Perkeretaapian.

- Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. 2019. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 63 Tahun 2019 Tentang Standar Pelayanan Minimum Angkutan Orang Dengan Kereta Api. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia .
- Kementerian Perhubungan, 2021. Revisi Rencana Strategis Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Arum, Prizka Rismawati, Sugito Sugito, and Yuciana Wilandari. 2014. "Analisis Sistem Antrian Pelayanan Nasabah Bank X Kantor Wilayah Semarang." *Jurnal Gaussian* 3 (4): 791–800.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. Kecamatan Cibinong Dalam Angka 2023. Katalog BPS, ISSN 2597-8136
- Bataona, Benediktus L V, Antonio E L Nyoko, and Ni Putu Nursiani. 2020. "Analisis Sistem Antrian Dalam Optimalisasi Layanan Di Supermarket Hyperstore." *Journal of Management: Small and Medium Enterprises (SMEs)* 12 (2): 225–37.
- Connors Piers. 2011. "Metro Operations Planning." *Jurnal Railway Technical Web Pages*. Infopaper, No.4
- Fazira, Dinda Nuri, Neni Mulyani, and Elly Rahayu. 2023. "Prediksi Kebutuhan Bahan Baku Kedelai Di Pabrik Tahu Buk Iyem Menggunakan Metode Least Square." *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi* 3 (2): 341–51.
- Hariri, Fajar Rohman, Waskita Sari, and Chamdan Mashuri. 2021. "Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Simple Moving Average Pada Kasus Peramalan Penjualan." *Teknologi: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi* 11 (2): 93–100.
- Listiyani, Rika, Lilik Linawati, and Leopoldus Ricky Sasongko. 2019. "Analisis Proses Produksi Menggunakan Teori Antrian Secara Analitik Dan Simulasi." *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 8 (1): 9–18.
- Rambe, Aida Zahrah Hasanati Br, Fatimah Zahra Rambe, Jihan Azzahra, Lidia Sartika Gultom, And Putri Chairunnisa. "Analisis Model Antrian Multi Channel-Single Phase Pada Doorsmeer Mobil Dengan Menggunakan Software POM-QM For Windows." *Indo-Mathedu Intellectuals Journal* 5, No. 1 (2024): 602-611.
- Rian Histiari, Aprisa, and Isti Fardila Said. 2019. "Analisis Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Jumlah Permintaan Produk Teh 2M (Studi Kasus : Cv. Harum Manis Sorong)." *Metode Jurnal Teknik Industri*. Vol. 5.
- Septiani, Winnie, Pudji Astuti, And Fitria Helmanila. "Simulasi Diskrit Untuk Pengaturan Jumlah Gate Pada Commuter Line Jabodetabek Rute Perjalanan Bogor-Jakarta Kota." In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri*.
- Sunarya, Rido, and Marisi Aritonang. 2015. "Analisis Penerapan Sistem Antrian Model M/M/S Pada PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. Kantor Cabang Pontianak (Studi Kasus Pada BNI Sultan Abdurrahman)." *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya* 4 (2).
- <https://centergateindo.com/>. Tripod Turnstile. Senin, 24 Juni 2024
- <https://dqlab.id/>. Kriteria Jenis Teknik Analisis Data dalam Forecasting. Sabtu, 13 Juni 2024