

## ANALISIS ANTRIAN DALAM OPTIMALISASI SISTEM PELAYANAN KERETA API DI STASIUN PURWOSARI DAN SOLO BALAPAN

Siti Anisah<sup>1</sup>, Sugito<sup>2</sup>, Suparti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

<sup>2,3</sup>Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

[sitianisahnisa@gmail.com](mailto:sitianisahnisa@gmail.com)<sup>1</sup>, [sugitozafi@undip.ac.id](mailto:sugitozafi@undip.ac.id)<sup>2</sup>, [supartisudargo@yahoo.co.id](mailto:supartisudargo@yahoo.co.id)<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Train is one of mass transportation's mode in great demand by the people of Indonesia. Purwosari and Solo Balapan stations are place which often visited by the public to travel long distances by using the train from economy class, business and executive. With so many types of trains that pass through the station, so the queuing analysis needs to be done to find out how the train service system at the station. From the results obtained, the queuing model at the Purwosari station is  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$  for model lanes of 1 and 4 and lanes of 2 and 3. For the queuing model from lanes of 1 and 5 in the Solo Balapan station obtained models  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$ . Later models of queuing lanes of 2,3, and 4 at the station Solo Balapan is  $(M/M/3):(GD/\infty/\infty)$ , while lane of 6 is  $(M/M/1):(GD/\infty/\infty)$ .

**Keywords:** Train, Purwosari and Solo Balapan Stations, Queuing models.

### 1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan pastinya membutuhkan manajemen operasional dalam menjalankan kegiatan usahanya. Hal ini diperlukan untuk memperbaiki kinerja produktivitasnya di mata pelanggannya. Perusahaan yang bergerak di bidang jasa seperti PT. Kereta Api Indonesia sangat membutuhkan manajemen operasional untuk membuat sistem yang lebih baik dari sistem sebelumnya.

Masalah antrian merupakan salah satu masalah yang sangat perlu diperhatikan. Fenomena antrian tampak ditemukan dalam fasilitas-fasilitas pelayanan umum, salah satunya terlihat pada antrian kereta api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan. Dengan jenis dan jumlah kereta api yang ada di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan yang begitu banyak menyebabkan terjadinya antrian panjang pada kereta api yang akan datang atau pergi dari stasiun tersebut. Adanya antrian kereta api tersebut maka penumpang yang menunggu pemberangkatan dari stasiun semakin bertambah banyak.

Dalam banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Persoalan yang selalu timbul adalah apakah cukup memadai (ekonomis) antara perbaikan sistem baru (misalnya, penambahan pelayanan; memperbarui alat-alat dan sebagainya) dibandingkan dengan keadaan pada sistem sebelumnya. Biaya yang dikeluarkan akibat memberikan pelayanan tambahan, akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Salah satu cara untuk memperbaiki fasilitas pelayanan dapat direncanakan dengan suatu metode. Metode yang digunakan adalah analisa antrian. Dengan analisa antrian, dapat diketahui apakah sistem pelayanan yang ada sudah mencapai suatu keadaan yang optimal atau belum.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Konsep Dasar Antrian

Teori antrian dikemukakan dan dikembangkan oleh AK. Erlang, seorang insinyur Denmark, pada tahun 1910. Proses antrian sendiri merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu

dalam baris antrian jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani.

Menurut Kakiay (2004), terdapat beberapa faktor penting yang terkait erat dengan sistem antrian yaitu:

1. Distribusi Kedatangan
2. Distribusi Waktu Pelayanan
3. Fasilitas Pelayanan
4. Disiplin Pelayanan
5. Ukuran dalam Antrian
6. Sumber Pemanggilan

## 2.2. Notasi Kendall

Menurut Taha (1996), notasi kendall digunakan untuk merinci ciri dari suatu antrian. Notasi yang sesuai untuk meringkaskan karakteristik utama dari antrian paralel telah secara universal dibakukan dalam format berikut:

$$( a / b / c ) : ( d / e / f )$$

- a : Distribusi kedatangan
- b : Distribusi waktu pelayanan
- c : Fasilitas pelayanan atau banyaknya tempat servis (stasiun serial)
- d : Disiplin pelayanan (FCFS, LCFS, SIRO) dan prioritas pelayanan
- e : Ukuran sistem dalam antrian (terhingga atau tak terhingga)
- f : Sumber pemanggilan (terhingga atau tak terhingga)

## 2.3. Ukuran Steady-state

Menurut Taha (1996), probabilitas *steady-state* dalam sistem yang ditentukan yaitu  $\lambda < \mu$ , dimana  $\lambda$  adalah rata-rata laju kedatangan dan  $\mu$  adalah rata-rata laju pelayanan, maka  $\rho$  dapat ditulis sebagai berikut:  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$ .

## 2.4. Proses Poisson dan Distribusi Eksponensial

Menurut Gross dan Harris (1998), umumnya proses antrian diasumsikan bahwa waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial, atau sama dengan jumlah kedatangan dan jumlah pelayanannya mengikuti distribusi Poisson.

Menurut Praptono (1986), proses Poisson adalah proses cacah yang mempunyai batasan tertentu, yaitu diantaranya  $N(t)$  mengikuti distribusi Poisson dengan rata-rata  $\lambda t$  dimana  $\lambda$  suatu konstanta, sehingga pada distribusi Poisson harga rata-ratanya bergantung pada  $t$  atau merupakan fungsi  $t$ . Beberapa asumsi untuk proses Poisson yaitu:

1. Independen  
N(t) merupakan banyaknya kejadian dimana peristiwa E terjadi selama waktu t, sejak awal proses, atau selama interval waktu (0,t). N(t) independen terhadap banyaknya kejadian peristiwa E yang terjadi di dalam selang waktu yang lalu artinya N(t) tak tergantung pada pengalaman yang lalu.
2. Homogenitas dalam waktu  
Yang dimaksud dengan homogenitas dalam waktu ialah  $P_n(t)$  hanya tergantung pada panjang t atau panjang selang waktu tetapi tidak tergantung dimana selang waktu berada.  
 $P_n(t)$  = probabilitas banyaknya kejadian peristiwa E terjadi selama waktu t atau dalam selang waktu  $(t_1, t+t_1)$ , untuk setiap harga  $t_1$ .

### 3. Regularitas

Di dalam suatu interval kecil  $\Delta t$ , probabilitas bahwa tepat satu kejadian terjadi adalah  $\lambda\Delta t + o(\Delta t)$  dan probabilitas bahwa banyaknya kejadian terjadi lebih dari sekali adalah  $o(\Delta t)$  dalam interval  $\Delta t$ , sedangkan simbol  $o(\Delta t)$  digunakan untuk menyatakan fungsi  $\Delta t$  yang mendekati 0 lebih cepat dari  $\Delta t$  sendiri mendekati 0, dinotasikan :

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} = 0$$

## 2.5. Uji Kecocokan Distribusi

Menurut Kakiy (2004), pengujian *Kolmogorov-Smirnov* merupakan salah satu uji perbandingan dalam statistik non-parametrik. Pengujian ini dapat dinyatakan sebagai suatu cara untuk menguji “apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara observasi distribusi frekuensi dengan teoritis distribusi frekuensi”.

Menurut Daniel (1989), langkah-langkah uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu:

#### 1. Menentukan hipotesis:

$H_0$ : Sampel yang diambil berasal dari populasi berdistribusi A

$H_1$ : Sampel yang diambil tidak berasal dari populasi berdistribusi A

#### 2. Menentukan taraf signifikansi

#### 3. Statistik Uji:

$$D = \sup |S(x) - F_0(x)|$$

Dengan  $S(x)$  : fungsi distribusi empiris

$F_0(x)$  : fungsi distribusi yang dihipotesiskan

#### 4. Kriteria Uji:

Tolak  $H_0$  jika  $D > D^*(\frac{\alpha}{2}; N)$  dengan  $D^*(\frac{\alpha}{2}; N)$  adalah nilai kritis dari tabel *Kolmogorov-Smirnov*.

## 2.6. Model (M/M/1) : (GD/ $\infty/\infty$ )

Model antrian (M/M/1):(GD/ $\infty/\infty$ ) adalah model antrian dengan pola kedatangan berdistribusi Poisson/Ekspensial, pola pelayanan berdistribusi Poisson/Ekspensial dengan jumlah pelayan adalah satu. Disiplin antrian yang digunakan pada model ini adalah umum FCFS (*First Come First Served*), kapasitas maksimum yang diperbolehkan dalam sistem adalah  $\infty$ .

Ukuran kinerja sistem untuk model (M/M/1):(GD/ $\infty/\infty$ ) sebagai berikut:

#### 1. Jumlah rata-rata pelanggan yang diperkirakan dalam sistem

$$L_s = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

#### 2. Jumlah rata-rata pelanggan yang diperkirakan dalam antrian

$$L_q = L_s - \rho = \frac{\rho}{1 - \rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

#### 3. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam sistem

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{1}{\mu(1 - \rho)}$$

#### 4. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

## 2.7. Model (M/M/c):(GD/∞/∞)

Model antrian (M/M/c):(GD/∞/∞) adalah model antrian dengan pola kedatangan berdistribusi Poisson/Ekspensial, pola pelayanan berdistribusi Poisson/Ekspensial dengan jumlah pelayan adalah c. Disiplin antrian yang digunakan pada model ini adalah umum FCFS (*First Come First Served*), dan ∞ menyatakan bahwa kapasitas sistem dan sumber pemanggilannya tidak terbatas.

Menurut Gross dan Harris (1998), dengan memisalkan  $r = \lambda/\mu$  dan  $\rho = r/c = \lambda/c\mu$ , diperoleh probabilitas pelayanan ketika tidak ada pelanggan yang datang dapat ditulis:

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(r)^n}{n!} + \frac{(r)^c}{c!(1-\rho)} \right\}^{-1}$$

Sedangkan probabilitas untuk n pelanggan dapat ditulis:

$$P_n = \frac{P_0}{c! c^{n-c}} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n = \frac{r^n}{c! c^{n-c}} P_0$$

Dengan demikian diperoleh ukuran kinerja sistem untuk model (M/M/c):(GD/∞/∞) sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata pelanggan yang diperkirakan dalam antrian

$$L_q = \left(\frac{r^c \rho}{c!(1-\rho)^2}\right) P_0$$

2. Jumlah rata-rata pelanggan yang diperkirakan dalam sistem

$$\begin{aligned} L_s &= L_q + r \\ &= \left(\frac{r^c \rho}{c!(1-\rho)^2}\right) P_0 + r \end{aligned}$$

3. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam antrian

$$\begin{aligned} W_q &= \frac{L_q}{\lambda} \\ &= \left(\frac{r^c}{c!(c\mu)(1-\rho)^2}\right) P_0 \end{aligned}$$

4. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam sistem

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{1}{\mu} + W_q \\ &= \frac{1}{\mu} + \left(\frac{r^c}{c!(c\mu)(1-\rho)^2}\right) P_0 \end{aligned}$$

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer tersebut meliputi data jumlah kedatangan dan jumlah pelayanan kereta api, waktu antar kedatangan kereta api, dan waktu pelayanan kereta api di stasiun. Asumsi yang digunakan bahwa proses kedatangan dan pelayanan setiap harinya dianggap dapat mewakili populasi hari-hari lainnya.

### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada unit pelayanan kedatangan dan keberangkatan kereta di stasiun Purwosari dan Solo Balapan dengan waktu pelaksanaan pada tanggal 19 Januari - 16 Februari 2015.

### 3.3. Alat Analisis

Alat yang digunakan dalam pengolahan dan analisis data pada penelitian ini menggunakan software Ms. Excel, SPSS, dan WinQSB.

### 3.4. Langkah-langkah Analisis

Adapun langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian dan analisis data adalah sebagai berikut:

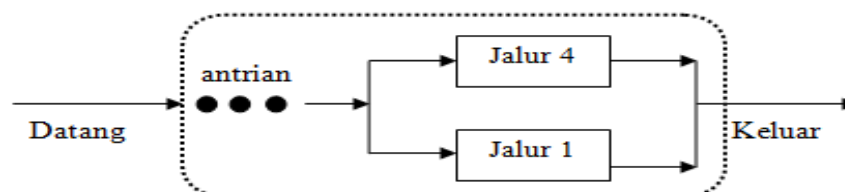
1. Menentukan topik yang akan diangkat, selanjutnya menentukan tempat penelitian dan metode penelitian yang akan digunakan.
2. Melakukan penelitian secara langsung untuk mendapatkan data kedatangan pelanggan dan data waktu pelayanan dalam satuan waktu yang ditentukan.
3. Melakukan pengecekan *steady-state*. Data yang sudah didapat harus memenuhi *steady-state* ( $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$ ), dimana  $\lambda$  adalah rata-rata kedatangan dan  $\mu$  adalah rata-rata pelayanan. Jika belum memenuhi *steady-state* maka harus ditambah jumlah pelayanan atau panjang intervalnya sesuai dengan kondisi dan situasi dari tempat penelitian. Hal ini dapat memberikan perbaikan bagi sistem pelayanan yang sudah ada.
4. Menguji kecocokan distribusi untuk pola kedatangan dan pola pelayanan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, jika hipotesa diterima maka dapat disimpulkan bahwa data mengikuti distribusi Poisson/Eksponensial, jika hipotesa ditolak maka data mengikuti distribusi umum (*general*).
5. Menentukan model antrian yang sesuai dengan data.
6. Menentukan ukuran kinerja dari sistem antrian, yaitu jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem ( $L_s$ ), jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian ( $L_q$ ), waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem ( $W_s$ ) dan waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian ( $W_q$ ).
7. Menentukan hasil dan pembahasan yang dapat diperoleh dari ukuran kinerja sistem antrian.
8. Pengambilan kesimpulan tentang sistem pelayanan kereta api di stasiun Purwosari dan Solo Balapan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Stasiun Purwosari dan Solo Balapan, jalur kereta api menuju dari arah barat dan atau arah timur. Untuk arah barat, jalur rel kereta api menuju arah Jakarta, Bandung, Cirebon, Purwokerto, dan Yogyakarta, sedangkan untuk arah timur jalur rel kereta api menuju arah Madiun, Malang, Jember dan Surabaya.

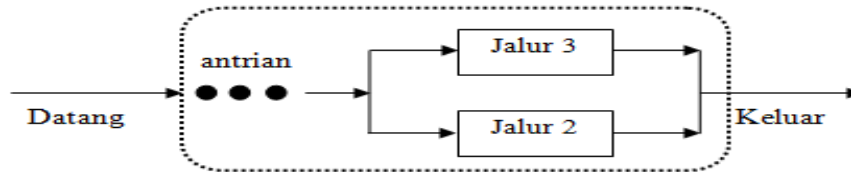
Stasiun Purwosari memiliki 4 buah jalur utama, dimana jalur 1 dan 4 lebih sering digunakan untuk menaikkan penumpang kereta yang berasal dari Stasiun Purwosari. Sedangkan jalur 2 dan 3 merupakan jalur lurus yang digunakan untuk efisiensi waktu dan merupakan jalur kereta langsung ataupun transit.

Sistem antrian kereta api untuk pelayanan jalur 1 dan 4 di Stasiun Purwosari dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 1 dan 4 di Stasiun Purwosari

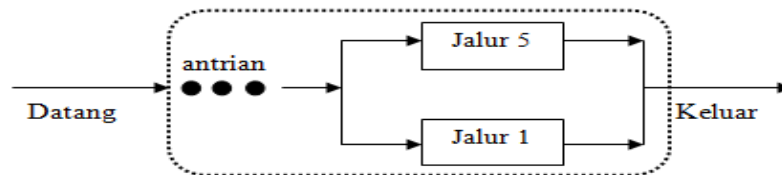
Sedangkan sistem antrian kereta api untuk pelayanan jalur 2 dan 3 di Stasiun Purwosari dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 2 dan 3 di Stasiun Purwosari

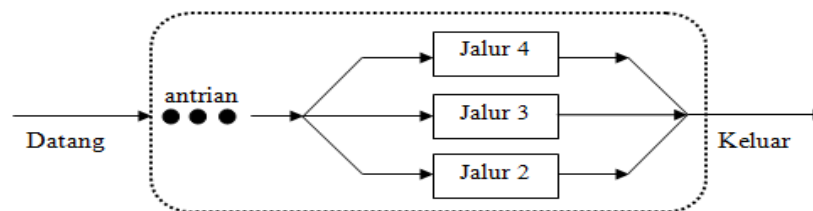
Stasiun Solo Balapan memiliki 6 buah jalur utama untuk pelayanan penumpang. Jalur 1 dan 5 terdapat peron yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalur lainnya. Jalur ini digunakan untuk kedatangan dan keberangkatan kereta jarak jauh arah Jakarta maupun Surabaya dan Malang. Jalur 2, 3, dan 4 merupakan jalur yang digunakan untuk kedatangan dan keberangkatan kereta lokal seperti kereta Prameks dan Sriwedari. Jalur 6 merupakan jalur kedatangan dan keberangkatan kereta lokal tambahan yaitu kereta Joglo Express dan kereta Sidomukti serta keberangkatan kereta Senja Utama Solo dan Lodaya.

Sistem antrian kereta api untuk pelayanan jalur 1 dan 5 di Stasiun Solo Balapan dapat digambarkan sebagai berikut:



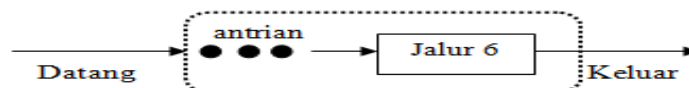
Gambar 3. Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 1 dan 5 di Stasiun Solo Balapan

Sistem antrian kereta api untuk pelayanan jalur 2, 3 dan 4 di Stasiun Solo Balapan yaitu:



Gambar 4. Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 2, 3 dan 4 di Stasiun Solo Balapan

Sedangkan sistem antrian kereta api untuk pelayanan jalur 6 di Stasiun Solo Balapan yaitu:



Gambar 5. Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 6 di Stasiun Solo Balapan

#### 4.1. Ukuran *Steady state*

Kondisi *steady state* terpenuhi jika nilai tingkat kegunaan ( $\rho$ )  $< 1$  artinya rata-rata jumlah kedatangan kereta di jalur tersebut lebih kecil dari rata-rata laju pelayanan. Hal ini

juga dapat diartikan suatu kondisi dimana jumlah kereta yang datang masih mampu dilayani secara efektif sebaliknya bila laju kedatangan kereta terlalu banyak sehingga *server* tidak mampu melayani semuanya maka akan terjadi penumpukan antrian kereta. Untuk menghitung nilai  $\rho$  tersebut perlu diketahui nilai rata-rata kedatangan dan rata-rata pelayanan. Dari data penelitian diperoleh nilai  $\rho$  sebagai berikut:

Tabel 1. Ukuran *Steady state*

Stasiun	Jalur	$c$	$\lambda$	$\mu$	$\rho = \frac{\lambda}{c \times \mu}$
Purwosari	1 dan 4	2	1,4571	1,4571	0,5
	2 dan 3	2	3,0893	3,0893	0,5
Solo Balapan	1 dan 5	2	3,3571	3,3571	0,5
	2,3, dan 4	3	1,8775	1,8775	0,3333
	6	1	1,4643	10,7190	0,1366

Berdasarkan Tabel 1. didapatkan hasil bahwa nilai tingkat kegunaan kurang dari satu yang berarti kondisi *steady state* terpenuhi sehingga sistem pelayanan kereta api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan sudah baik dan hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan ukuran kinerja sistem.

#### 4.2. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi yang digunakan untuk menguji data kedatangan dan pelayanan kereta adalah uji Kolmogorov Smirnov dengan taraf signifikansi 5%.

Tabel 2. Uji Kecocokan Distribusi Jalur 1 dan 4

Data	D	D <sub>tabel</sub>	Nilai Sig.	Keputusan
Jumlah Kedatangan	0,123	0,224	0,661	H <sub>0</sub> diterima
Jumlah Pelayanan	0,123	0,224	0,661	H <sub>0</sub> diterima

Tabel 3. Uji Kecocokan Distribusi Jalur 2 dan 3

Data	D	D <sub>tabel</sub>	Nilai Sig.	Keputusan
Jumlah Kedatangan	0,037	0,105	0,973	H <sub>0</sub> diterima
Jumlah Pelayanan	0,034	0,105	0,991	H <sub>0</sub> diterima

Tabel 4. Uji Kecocokan Distribusi Jalur 1 dan 5

Data	D	D <sub>tabel</sub>	Nilai Sig.	Keputusan
Jumlah Kedatangan	0,112	0,148	0,241	H <sub>0</sub> diterima
Jumlah Pelayanan	0,112	0,148	0,241	H <sub>0</sub> diterima

Tabel 5. Uji Kecocokan Distribusi Jalur 2,3, dan 4

Data	D	D <sub>tabel</sub>	Nilai Sig.	Keputusan
Jumlah Kedatangan	0,153	0,194	0,202	H <sub>0</sub> diterima
Jumlah Pelayanan	0,153	0,194	0,202	H <sub>0</sub> diterima

Tabel 6. Uji Kecocokan Distribusi Jalur 6

Data	D	D <sub>tabel</sub>	Nilai Sig.	Keputusan
Jumlah Kedatangan	0,196	0,250	0,235	H <sub>0</sub> diterima
Waktu Pelayanan	0,136	0,212	0,434	H <sub>0</sub> diterima

Berdasarkan Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, didapatkan keputusan bahwa H<sub>0</sub> diterima yang berarti data tersebut tidak mengikuti distribusi umum (*general*).

### 4.3. Analisis Stasiun Purwosari

#### 4.3.1 Jalur 1 dan 4

Berdasarkan hasil analisis *steady-state* serta uji kecocokan distribusi jumlah kedatangan dan jumlah pelayanan kereta dapat ditentukan bahwa model sistem antrian untuk jalur 1 dan 4 adalah  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$ . Model tersebut adalah model sistem antrian dengan distribusi jumlah kedatangan dan jumlah pelayanan kereta berdistribusi Poisson, dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak 2 jalur, disiplin antrian yang digunakan adalah yang pertama datang yang pertama dilayani (FCFS), serta jumlah kapasitas pelanggan yang datang dan sumber pemanggilan tidak terbatas. Interval waktu yang digunakan adalah 4 jam.

#### 4.3.2 Jalur 2 dan 3

Berdasarkan hasil analisis *steady-state* serta uji kecocokan distribusi jumlah kedatangan dan jumlah pelayanan kereta dapat ditentukan bahwa model sistem antrian untuk jalur 2 dan 3 adalah  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$ . Model tersebut adalah model sistem antrian dengan distribusi jumlah kedatangan dan jumlah pelayanan kereta berdistribusi Poisson, dengan jumlah pelayanan sebanyak 2 jalur, disiplin antrian yang digunakan adalah yang pertama datang yang pertama dilayani (FCFS), serta jumlah kapasitas pelanggan yang datang dan sumber pemanggilan tidak terbatas. Interval waktu yang digunakan adalah 1 jam.

### 4.4. Analisis Stasiun Solo Balapan

#### 4.4.1 Jalur 1 dan 5

Model antrian pada jalur 1 dan 5 di stasiun Solo Balapan adalah  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$ . Model tersebut menunjukkan bahwa jumlah kedatangan dan pelayanan kereta setiap interval 2 jam berdistribusi Poisson, dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak 2 jalur, disiplin antrian yang digunakan adalah yang pertama datang yang pertama dilayani (FCFS), serta jumlah kapasitas pelanggan yang datang dan sumber pemanggilan tidak terbatas.

#### 4.4.2 Jalur 2,3, dan 4

Model antrian pada jalur 2, 3 dan 4 di stasiun Solo Balapan adalah  $(M/M/3):(GD/\infty/\infty)$ . Model tersebut menunjukkan bahwa jumlah kedatangan dan pelayanan kereta setiap interval 2,5 jam berdistribusi Poisson, dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak 3 jalur, disiplin antrian yang digunakan adalah yang pertama datang yang pertama dilayani (FCFS), serta jumlah kapasitas pelanggan yang datang dan sumber pemanggilan tidak terbatas.

#### 4.4.3 Jalur 6

Model antrian pada jalur 6 di stasiun Solo Balapan adalah  $(M/M/1):(GD/\infty/\infty)$ . Model tersebut menunjukkan bahwa jumlah kedatangan dengan interval waktu setiap 4 jam berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan kereta berdistribusi Eksponensial, dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak 1 jalur, disiplin antrian yang digunakan adalah yang pertama datang yang pertama dilayani (FCFS), serta jumlah kapasitas pelanggan yang datang dan sumber pemanggilan tidak terbatas.

Stasiun	Purwosari		Solo Balapan		
	Jalur 1 dan 4	2 dan 3	1 dan 5	2,3, dan 4	6
c	2	2	2	3	1
$\lambda$	1,4571	3,0893	3,3571	1,8775	1,4643
$\mu$	1,4571	3,0893	3,3571	1,8775	10,7190
$L_s$	1,3333	1,3333	1,3333	1,0455	0,1582
$L_q$	0,3333	0,3333	0,3333	0,0455	0,0216



$W_s$	0,9151	0,4316	0,3972	0,5568	0,1081
$W_q$	0,2288	0,1079	0,0993	0,0242	0,0148
$P_0$	0,3333	0,3333	0,3333	0,3636	0,863392

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data penelitian yang dilakukan di stasiun Purwosari dan Solo Balapan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model antrian pada jalur 1 dan 4 di stasiun Purwosari adalah (M/M/2):(GD/∞/∞).
2. Model antrian pada jalur 2 dan 3 di stasiun Purwosari adalah (M/M/2):(GD/∞/∞).
3. Model antrian pada jalur 1 dan 5 di stasiun Solo Balapan adalah (M/M/2):(GD/∞/∞).
4. Model antrian pada jalur 2, 3 dan 4 di stasiun Solo Balapan adalah (M/M/3):(GD/∞/∞).
5. Model antrian pada jalur 6 di stasiun Solo Balapan adalah (M/M/1):(GD/∞/∞).
6. Berdasarkan nilai ukuran kinerja-kinerja sistemnya dapat disimpulkan bahwa sistem pelayanan kereta api di stasiun Purwosari dan Solo Balapan sudah cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W.W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Diterjemahkan oleh: Alex Tri Kantjono W. Jakarta: Gramedia.
- Gross, D and Harris, C.M. 1998. *Fundamental of Queueing Theory Third Edition*, John Wiley and Sons, INC., New York.
- Gupta and Kapoor, K. 1982. *Mathematical Statistics*, New Delhi. Daryaganj.
- Kakiay, T.J. 2004. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi.
- Praptono. 1986. *Pengantar Proses Stokastik I*. Jakarta : Karunika.
- PT KAI (Persero). 2015. "Profil PT KAI (Persero)".  
(<http://www.kereta-api.co.id>). Diakses pada tanggal 15 Januari 2015.
- Taha, H.A. 1996. *Riset Operasi Jilid 2*. Diterjemahkan oleh: Daniel Wirajaya. Jakarta: Binarupa Aksara.