

ANALISIS SISTEM ANTRIAN KERETA API DI STASIUN BESAR CIREBON DAN STASIUN CIREBON PRUJAKAN

Sugito¹, Marissa Fauzia²

¹ Staf Pengajar Program Studi Statistika FMIPA UNDIP

² Alumni Program Studi Matematika FMIPA UNDIP

Abstract

Queue system is a group of customer, service, and some rules to regulate arrival customers. Queue happened if a customers which need a serve more than service capacity. Phenomenon queue will find easily in public facility. One of is train queue at Cirebon Main Train Station and Cirebon Prujakan Train Station. Queue happened from train awaiting to be ridden away and from train which would to go to station, so that makes sometimes inappropriate arrival and departure the train of schedule resulting cumulative of train passenger candidate. To analyse problems of train queue happened in station Cirebon can be applied the application of the queue theory. The steps must to do is by to create the examination where the queue happened. Based on those analysis can be known queue model and performance measure of queue system. And from data analysis can get two best kind of model for service system at Cirebon Main Train Station, that is $(M/M/1):(GD/\infty/\infty)$ and $(G/G/3):(GD/\infty/\infty)$. And two model service system at Cirebon Prujakan Train station, that is $(M/G/2):(GD/\infty/\infty)$ and $(M/G/1):(GD/\infty/\infty)$.

Keywords : Queue System, The Cirebon Station, Queue Model

1. Pendahuluan

Antrian terbentuk jika banyaknya pelanggan yang akan dilayani melebihi kapasitas layanan yang tersedia, sehingga terjadi situasi dimana pelanggan harus antri untuk mendapatkan suatu layanan^[1]. Fenomena antrian tampak ditemukan dalam fasilitas-fasilitas pelayanan umum, salah satunya terlihat pada antrian kereta api di Stasiun Cirebon.. Dengan banyaknya jenis dan jumlah kereta api yang ada di stasiun Cirebon, menyebabkan terjadinya antrian panjang pada kereta api yang akan datang atau pergi dari stasiun. Adanya antrian kereta api tersebut maka penumpang yang menunggu pemberangkatan dari stasiun semakin bertambah banyak. Berdasarkan keadaan ini timbulah masalah bagaimana mengusahakan waktu tunggu atau antrian itu sekecil mungkin. Salah satu cara untuk mengurangi masalah yang terjadi pada suatu antrian adalah dengan menerapkan teori antrian pada sistem pelayanan di stasiun tersebut. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah dengan mengadakan suatu penelitian dimana antrian tersebut terjadi. Pada Stasiun Besar Cirebon ini terdapat dua prioritas yang akan dikelompokkan antara jalur kereta api Cirebon Ekspres dan kereta api umum lainnya, yang terdiri dari kereta api penumpang dan kereta api barang. Sedangkan pada Stasiun Prujakan akan dikelompokkan menurut kereta api kelas ekonomi, kereta api non ekonomi dan kereta api barang. Dalam tulisan ini akan dibahas:

1. Bagaimana menentukan model antrian di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan dengan model antrian.
2. Bagaimana meningkatkan pelayanan kereta api di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan dengan menentukan ukuran kinerja sistem.

Permasalahan antrian kereta api yang berada di Stasiun Besar Cirebon dan stasiun Cirebon Prujakan, yaitu semua kereta api yang masuk stasiun sebagai pelanggan dan Stasiun Cirebon sebagai fasilitas pelayanan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Gambaran Umum Stasiun Cirebon

Kereta api merupakan sarana transportasi darat yang menghubungkan satu kota dengan kota lainnya, terutama kota-kota di Pulau Jawa, yang mempunyai jalur sendiri dalam pengoperasiannya, di mana antara satu stasiun dengan stasiun yang lain saling berhubungan. Stasiun kereta api adalah tempat kereta api berhenti, bersilang, menyusul, atau disusul yang dipimpin oleh seorang kepala yang bertanggung jawab penuh atas urusan perjalanan kereta api yang diperlengkapi dengan pesawat telegraf. Pesawat telegraf ini adalah suatu sistem yang digunakan untuk lintasan cabang pesawat telepon. Stasiun kereta api adalah tempat di mana para penumpang kereta api dapat naik dan turun dalam memakai sarana transportasi kereta api. Stasiun kereta api umumnya terdiri atas tempat penjualan tiket, peron atau ruang tunggu, ruang kepala stasiun, dan ruang PPKA (Pengatur Perjalanan Kereta Api) beserta peralatannya, seperti sinyal, wesel (alat pemindah jalur), telepon, telegraf, dan lain sebagainya^[7].

Stasiun Cirebon yang terdiri dari stasiun besar Cirebon dan stasiun Prujakan Cirebon merupakan salah satu cabang perusahaan transportasi darat yang ada di Indonesia yang tergabung dalam PT. Kereta Api (Persero) Indonesia. PT Kereta Api (Persero) Indonesia mempunyai sembilan Daerah Operasi yang tersebar di Pulau Jawa, yaitu Jakarta, Bandung, Cirebon, Semarang, Purwokerto, Yogyakarta, Madiun, Surabaya, dan Jember dan satu Divisi Regional yang berada di Pulau Sumatera, yaitu Tanjung Karang. Stasiun Cirebon ini berada pada wilayah PT. KAI Daop III Cirebon.

2.2. Unsur Dasar Antrian

Menurut Kakiay, T. J.(2004), dalam proses antrian terdapat enam unsur penting yang terkait erat dengan sistem antrian tersebut, yaitu:

1. Distribusi kedatangan pelanggan
2. Distribusi Waktu pelayanan
3. Fasilitas pelayanan
4. Disiplin pelayanan
5. Ukuran sistem antrian
6. Sumber pemanggilan

2.3. Notasi Kendall

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 service (stasiun serial paralel atau jaringan)
- d : Disiplin pelayanan (FIFO, LIFO, SIRO) dan prioritas pelayanan
- e : Ukuran sistem dalam antrian (terhingga atau tak terhingga)
- f : Sumber pemanggilan (terhingga atau tak terhingga)^[6]

2.3.1. Gambaran Umum Model (M/G/1) : (GD/∞/∞)

Model (M/G/1):(GD/∞/∞) adalah model antrian pada situasi pelayanan tunggal yang memenuhi tiga asumsi berikut^[3]:

1. Kedatangan Poisson dengan rata-rata kedatangan λ

2. Distribusi waktu pelayanan umum atau general dengan ekspektasi rata-rata pelayanan $E[t] = \frac{1}{\mu}$ dan varian $\text{var}[t]$
3. Keadaan steady state dipenuhi, jika $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$.

2.3.2. Model (M/G/c) : (GD/∞/∞)

Model (M/G/c) : (GD/∞/∞), model ini adalah model antrian dengan pelayanan ganda, distribusi kedatangan Poisson dan distribusi pelayanan umum^[2]. Probabilitas dari waktu tunggu dalam sistem yang diberikan pada persamaan:

$$L_s = \lambda W_s$$

Dan untuk waktu tunggu dalam antrian model (M/G/c) didapat dari persamaan:

$$\pi_n^q = \Pr\{n \text{ dalam antrian setelah keberangkatan}\} = \frac{1}{n!} \int_0^\infty (\lambda t)^n e^{-\lambda t} dW_q(t)$$

dengan panjang antrian rata-rata pada titik waktu kedatangan, yaitu L_q adalah:

$$L_q = \sum_{n=1}^{\infty} n \pi_n^q = \int_0^\infty \lambda t dW_q(t) = \lambda W_q$$

Dari Ross, S. M. (1997), W_q dapat dicari dengan:

$$W_q = \frac{\lambda^c E[t^2] (E[t])^{c-1}}{2(c-1)! (c - \lambda E[t])^2 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda E[t])^n}{n!} + \frac{(\lambda E[t])^c}{(c-1)! (c - \lambda E[t])} \right]}$$

2.3.3. Model Antrian (G/G/c):(GD/∞/∞)

Model antrian (G/G/c):(GD/∞/∞) adalah model antrian dengan pola kedatangan berdistribusi umum (General), pola pelayanan berdistribusi umum (General), dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak c pelayanan. Disiplin antrian yang digunakan pada model ini adalah umum yaitu FIFO (First In First Out), kapasitas maksimum yang diperbolehkan dalam sistem adalah ∞, dan memiliki sumber pemanggilan ∞^[2].

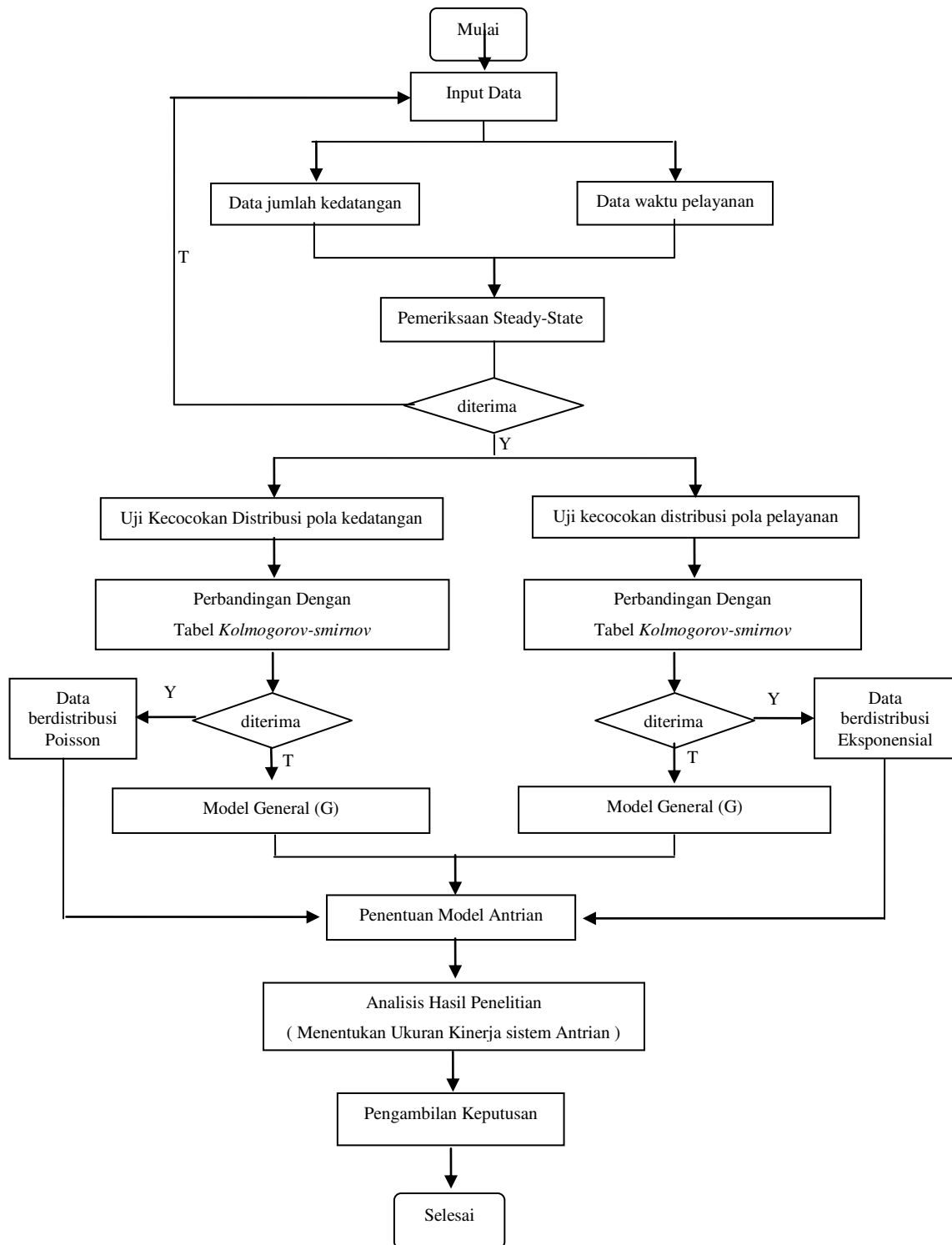
Ukuran-ukuran kinerja sistem pada model General ini mengikuti ukuran kinerja pada model M/M/c, terkecuali untuk perhitungan Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian (L_q) adalah sebagai berikut^[4]:

$$L_q = L_{q_{M/M/c}} \frac{\mu^2 + v(t) + v(t')\lambda^2}{2}$$

3. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel data selama satu minggu sesuai dengan jadwal kereta api dari pukul 00.00 sampai dengan 23.59. Penelitian dilakukan di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan pada tanggal 21 Juli 2008 hingga 28 Agustus 2008. Waktu pengamatan di stasiun dilakukan selama 24 jam nonstop dari pukul 00.01-24.00 WIB. Observasi dilakukan untuk mendapatkan data jumlah kedatangan kereta api, waktu kedatangan kereta api, dan waktu pelayanan kereta api di stasiun.

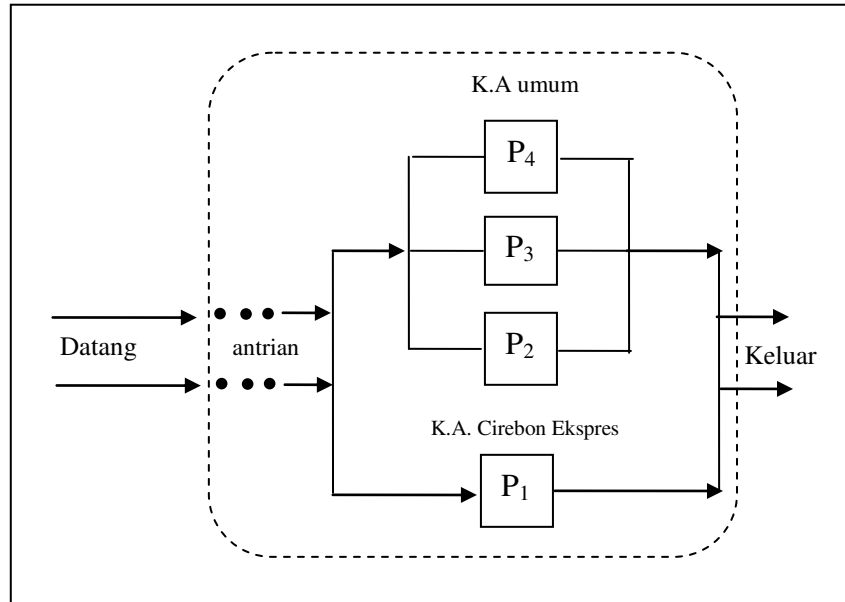
Adapun alur pembahasannya, disajikan pada Gambar 1 berikut:



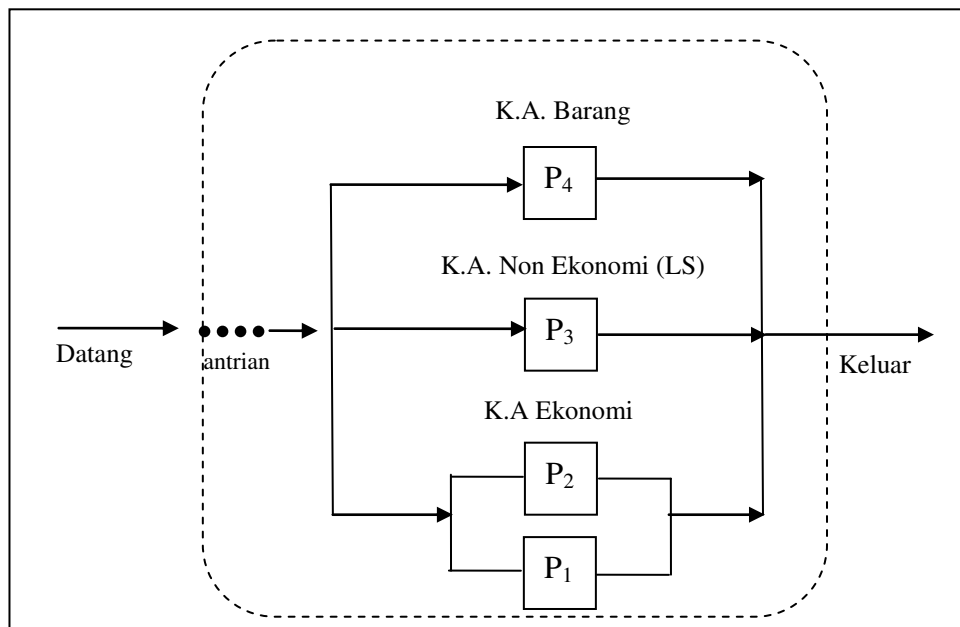
Gambar 1. Alur Pembahasan

4. Hasil dan Pembahasan

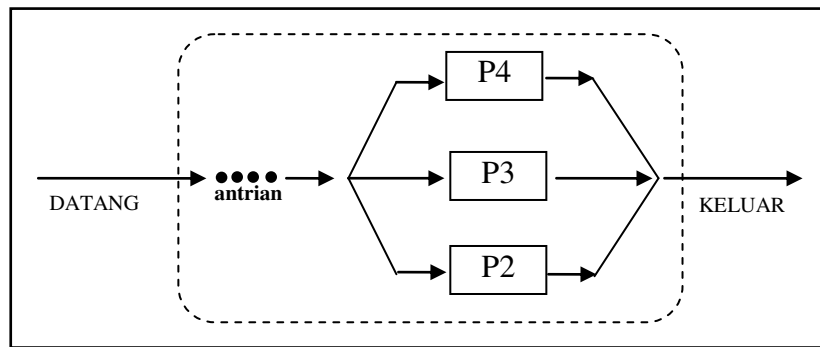
Pada stasiun Cirebon jalur kereta api menuju dan atau dari arah utara dan arah selatan. Untuk arah utara jalur rel kereta api menuju arah Jatibarang, Bandung dan Jakarta, sedangkan untuk arah selatan jalur rel kereta api menuju arah Purwokerto, Yogyakarta dan Surabaya. Sistem antrian kereta api di Stasiun Cirebon adalah sebagai berikut:



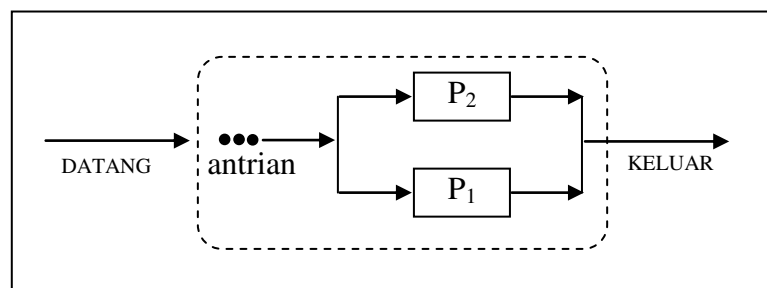
Gambar 2. Sistem Antrian Kereta Api di Stasiun Besar Cirebon



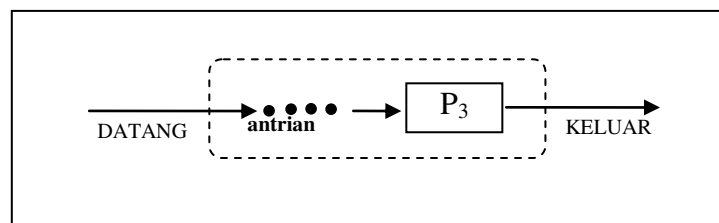
Gambar 3. Sistem antrian Kereta Api di Stasiun Cirebon Prujakan



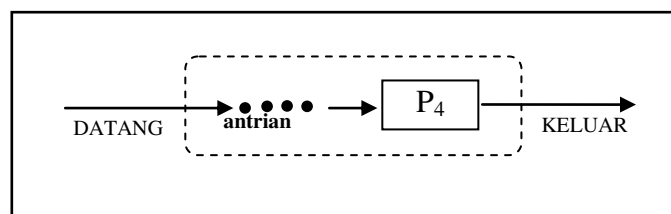
Gambar 4. Sistem antrian Kereta Api untuk pelayanan Jalur 2, 3, dan 4 pada Stasiun Besar Cirebon



Gambar 5. Sistem antrian Kereta Api untuk pelayanan Jalur 1 dan 2 pada Stasiun Cirebon Prujakan



Gambar 6. Sistem antrian Kereta Api untuk pelayanan Jalur 3 pada Stasiun Cirebon Prujakan



Gambar 7. Sistem antrian Kereta Api untuk pelayanan Jalur 4 pada Stasiun Cirebon Prujakan

4.1. Pengukuran *Steady-State*

Analisis data awal akan dimulai dengan menghitung faktor utilisasi (ρ) untuk tiap-tiap pelayanan per jalur pada tiap stasiun. Ukuran *steady-state* dari kinerja sistem

pelayanan dapat di peroleh dari data jumlah kedatangan pada obyek penelitian dan data waktu pelayanan dengan menghitung probabilitas dari sistem pelayanan. Kondisi *steady-state* harus terpenuhi sehingga dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah pelanggan yang datang lebih kecil dari rata-rata laju pelayanan agar sistem pelayanan mencapai stabilitas. Kemudian akan digunakan analisis teori antrian untuk memecahkan masalah yang ada secara khusus dan akan dihitung nilai ρ . Berdasarkan perhitungan faktor utilisasi (ρ) untuk tiap-tiap pelayanan perjalur dapat dirangkum dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1. *Steady-State* Antrian

Stasiun	jalur	keterangan	Λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$
Besar Cirebon/ Kjaksan	1	khusus K.A Cireks	0.29167	1.4707	0.1983
	2	K.A umum	3.0952	7.6602	0.4041
	3	K.A umum			
	4	K.A umum			
Cirebon Prujakan	1	K.A Ekonomi	0.4881	5.5593	0.0877
	2	K.A Ekonomi	0.9345	84.9670	0.0109
	3	K.A Non Ekonomi LS			
	4	K.A Barang	0.1250	10.3279	0.012103

Berdasarkan Tabel 1 nilai (ρ) yang didapat per pelayanan adalah < 1 , artinya rata-rata kedatangan pelanggan tidak melebihi kapasitas kecepatan pelayanan sehingga memenuhi kondisi *steady-state*.

4.2. Analisis Stasiun Besar Cirebon / Stasiun Kjaksan

4.2.1. Jalur 1 (khusus Kereta Api Cirebon Ekspres)

Jalur 1 pada stasiun Besar Cirebon ini khusus digunakan hanya untuk kereta api Cirebon ekspres. Analisis *steady-state* dari kinerja sistem pelayanan dan uji kecocokan distribusi kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan telah diketahui bahwa waktu kedatangan kereta api mengikuti distribusi poisson dan waktu pelayanan kereta api mengikuti distribusi eksponensial. Model antrian yang digunakan adalah model antrian saluran tunggal dalam interval waktu 1 jam. Dengan demikian dapat dikatakan sistem antrian pada jalur 1 khusus kereta api Cirebon ekspres mengikuti model (M/M/1) : (GD/ ∞/∞), dengan disiplin antrian FIFO (First In First Out) dimana kereta api yang pertama datang, pertama dilayani.

4.2.2. Jalur 2, 3, dan 4 (Kereta Api Umum)

Jalur 2, 3, dan 4 pada stasiun Besar Cirebon / Stasiun Kjaksan ini dapat digunakan untuk kereta api umum baik penumpang maupun barang. Analisis *steady-state* dari kinerja sistem pelayanan dan uji kecocokan distribusi kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diketahui bahwa waktu kedatangan kereta api mengikuti distribusi umum dan waktu pelayanan kereta api mengikuti distribusi umum. Model antrian yang digunakan adalah model antrian saluran ganda dalam interval waktu 1 jam. Dengan demikian dapat dikatakan sistem antrian pada jalur 2, 3, dan 4 untuk kereta api umum

mengikuti model $(G/G/3) : (GD/\infty/\infty)$, dengan disiplin antrian FIFO (First In First Out) dimana kereta api yang pertama datang, pertama dilayani.

Tabel 2. Hasil Cirebon Ekspres

11-18-2008	Performance Measure	Result
1	System: M/M/1	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per 1hour =	0.2917
3	Service rate per server (μ) per 1hour =	1.4707
4	Overall system effective arrival rate per 1hour =	0.2917
5	Overall system effective service rate per 1hour =	0.2917
6	Overall system utilization =	19.8341 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.2474
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0491
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.2474
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.8482 1hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.1682 1hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.8482 1hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	80.1659 %

Tabel 3. Hasil Kereta Api Umum

09-24-2008	Performance Measure	Result
1	System: G/G/3	From Approximation
2	Customer arrival rate (λ) per hour =	3.0952
3	Service rate per server (μ) per hour =	7.6602
4	Overall system effective arrival rate per hour =	3.0952
5	Overall system effective service rate per hour =	3.0952
6	Overall system utilization =	13.4688 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.4428
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0387
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	4.5685
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.1431 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0125 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	1.4760 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	66.7377 %

4.3. Analisis Stasiun Cirebon Prujakan

4.3.1. Jalur 1 dan 2 khusus untuk Kereta Api Ekonomi

Jalur 1 dan 2 pada stasiun Cirebon Prujakan digunakan khusus kereta api jenis ekonomi. Berdasarkan uji kecocokan distribusi kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan distribusi sebelumnya telah diketahui bahwa waktu kedatangan kereta api mengikuti distribusi poisson dan waktu pelayanan kereta api mengikuti distribusi umum. Model antrian yang digunakan adalah model antrian saluran ganda dalam interval waktu 1 jam. Dengan demikian dapat dikatakan sistem antrian pada jalur 1 dan 2 pada stasiun Cirebon Prujakan ini mengikuti model $(M/G/2) : (GD/\infty/\infty)$, dengan disiplin antrian FIFO (First In First Out) dimana kereta api yang pertama datang, pertama dilayani.

4.3.2. Jalur 3 khusus Untuk Kereta Api Non Ekonomi Langsung

Jalur 3 pada stasiun Cirebon Prujakan ini digunakan untuk kereta api non ekonomi. Uji kecocokan distribusi kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diperoleh waktu kedatangan kereta api mengikuti distribusi poisson dan waktu pelayanan kereta api mengikuti distribusi umum. Model antrian yang digunakan adalah model antrian saluran tunggal dalam interval waktu 1 jam. Dengan demikian dapat dikatakan sistem antrian pada jalur 3 khusus kereta api non ekonomi langsung di stasiun Cirebon Prujakan ini mengikuti model $(M/G/1) : (GD/\infty/\infty)$, dengan disiplin antrian FIFO (First In First Out) dimana kereta api yang pertama datang, pertama dilayani.

4.3.3. Jalur 4 Khusus Untuk Kereta Api Barang

Jalur 4 pada stasiun Cirebon Prujakan ini digunakan untuk kereta api barang. Model antrian yang digunakan adalah model antrian saluran tunggal, dalam interval waktu 1 jam. Berdasarkan uji kecocokan distribusi kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diketahui bahwa waktu kedatangan kereta api mengikuti distribusi poisson dan waktu pelayanan kereta api mengikuti distribusi umum. Dengan demikian dapat dikatakan sistem antrian pada jalur 4 khusus kereta api barang mengikuti model $(M/G/1) : (GD/\infty/\infty)$, dengan disiplin antrian FIFO (First In First Out) dimana kereta api yang pertama datang yang pertama dilayani.

Tabel 4. Hasil Kereta Api Ekonomi

09-23-2008	Performance Measure	Result
1	System: M/G/2	From Approximation
2	Customer arrival rate (λ) per hour =	0.4881
3	Service rate per server (μ) per hour =	5.5593
4	Overall system effective arrival rate per hour =	0.4881
5	Overall system effective service rate per hour =	0.4881
6	Overall system utilization =	4.3893 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.0879
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0001
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.0290
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.1801 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0002 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.0595 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	91.5894 %

Tabel 5. Hasil Kereta Api Non

11-18-2008	Performance Measure	Result
1	System: M/G/1	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per 1 hour =	0.9345
3	Service rate per server (μ) per 1 hour =	84.9670
4	Overall system effective arrival rate per 1 hour =	0.9345
5	Overall system effective service rate per 1 hour =	0.9345
6	Overall system utilization =	1.0993 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.0111
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0001
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.0059
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.0118 1hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0001 1hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.0063 1hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	98.9001 %

Tabel 6. Hasil Kereta Api Barang

11-18-2008	Performance Measure	Result
1	System: M/G/1	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per 1 hour =	0.1250
3	Service rate per server (μ) per 1 hour =	10.3279
4	Overall system effective arrival rate per 1 hour =	0.1250
5	Overall system effective service rate per 1 hour =	0.1250
6	Overall system utilization =	1.2103 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.0123
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0002
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.0148
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.0983 1hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0014 1hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.1188 1hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	98.7897 %

Tabel 7. Hasil Analisis Ukuran Kinerja Sistem Antrian

Stasiun	Besar Cirebon / Stasiun Kijaksan		Cirebon Prujakan		
	Jalur	1	2,3,dan 4	1 dan 2	3
K.A	Cirebon Ekspres	Umum	Ekonomi	Non ekonomi	Barang
Λ	0.2917	3.0952	0.4881	0.9345	0.1250
M	1.4707	7.6602	5.5593	84.9670	10.3280
P	0.1983	0.4041	0.0878	0.0109	0.0121
C	1	3	2	1	1
Ls	0.2474	0.4428	0.0879	0.0111	0.0123
Lq	0.0491	0.0387	0.0001	0.0001	0.0002
Ws	50.892	8.586	10.806	0.708	5.898
Wq	10.092	0.75	0.0002	0.0001	0.084

5. Penutup

Pada Stasiun Besar Cirebon: Model antrian yang ada pada Jalur 1 khusus Kereta api Cirebon Ekspres adalah model $(M/M/1) : (FIFO/\infty/\infty)$. Model antrian yang ada pada jalur 2,3,dan 4 untuk kereta api umum adalah model $(G/G/3) : (FIFO/\infty/\infty)$.

Pada Stasiun Cirebon Prujakan adalah: Model antrian yang ada pada Jalur 1 dan 2 untuk kereta api ekonomi adalah model $(M/G/2) : (FIFO)$. Model antrian yang ada pada Jalur 3 untuk kereta api non ekonomi adalah model $(M/G/1) : (FIFO/\infty/\infty)$. Model antrian yang ada pada Jalur 4 untuk kereta api barang adalah $(M/G/1) : (FIFO/\infty/\infty)$.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bronson, R., *Teori dan Soal-Soal Operation Reserch*, PT Gelora Aksara Pratama, 1991.
2. Gross, D and Harris, C. M., *Fundamental of Queueing Theory Third Edition*, John Wiley and Sons, INC., New York, 1998.
3. Kakiay, T.J., *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
4. Natarajan, A.M and Tamilarasi, A., *Probability Random Processes And Queueing Theory*, New Age International Publisher, New Delhi, 2003.
5. Ross, S.M., *Stochastic Proseses*, John Wiley and Sons, INC., New York, 1997.
6. Taha, H.A., *Riset Operasi Jilid 2*, Binarupa Aksara, Jakarta, 1996.
7. _____, <http://www.wikipedia-indonesia.co.id,Stasiun Kereta Api>.