

**ANALISIS SISTEM ANTRIAN *MULTIPHASE* PADA FASILITAS
PELAYANAN MASYARAKAT BIDANG PENDAFTARAN PENDUDUK DI
DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL KABUPATEN
MADIUN**

Etika Permatasari¹, Kris Suryowati²

Jurusan Statistika, Fakultas Sains Terapan, IST AKPRIND Yogyakarta

Jl. Bima Sakti No. 3, Pengok, Yogyakarta

Email : etikapermata18@gmail.com

ABSTRAK

Mengantri merupakan hal yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Antrian terjadi karena ketidak seimbangan antara pengunjung yang datang dengan penyedia pelayanan dalam waktu tertentu sehingga banyak pengunjung yang harus menunggu. Pelayanan merupakan salah satu ujung tombak dari upaya pemuasan pelanggan. Dispendukcapil Kabupaten Madiun merupakan salah satu penyedia pelayanan masyarakat bidang pendaftaran penduduk. Jumlah fasilitas pelayanan tidak sebanding dengan banyaknya pengunjung yang datang untuk mengurus dokumen mengakibatkan penumpukan berkas untuk di proses pada sistem pelayanan. Sehingga menyebabkan antrian dokumen. Metode penelitian yang digunakan yaitu antrian *multichanel-multiphase*. Data yang digunakan dalam metode ini adalah jumlah dan waktu kedatangan pelanggan, waktu pelayanan pelanggan mulai dan selesai dilayani. Penelitian dilakukan untuk mengukur kinerja sistem antrian dan simulasi model antrian sehingga diperoleh hasil optimal dari pelayanan. Sehingga dapat meningkatkan pelayanan menjadi lebih baik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh model awal antrian loket pendaftaran (M/M/2): (GD/∞/∞), loket proses data (M/M/5): (GD/∞/∞) dan loket pengambilan berkas (M/M/2): (GD/∞/∞). Pada hasil simulasi model antrian diperoleh hasil optimal yaitu loket pendaftaran (M/M/3): (GD/∞/∞), loket proses data (M/M/6): (GD/∞/∞) dan loket pengambilan berkas (M/M/3): (GD/∞/∞).

Kata kunci : bidang pendaftaran penduduk, kedatangan, waktu pelayanan, antrian *multiphase*.

1. Pendahuluan

Identitas merupakan suatu hal yang sangat melekat pada tiap individu salah satunya sebagai identitas diri, pendayagunaan pelayanan public dan pembangunan di sektor lain. Identitas memiliki bentuk fisik berupa dokumen kependudukan. Dokumen kependudukan ini hanya di terbitkan dibawah naungan pemerintah dalam negeri melalui Dinas Kependudukan dan pencatatan Sipil.

Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun merupakan salah satu pusat pelayanan masyarakat di bidang kependudukan dan pencatatan sipil. Pencatatan sipil berupa akta kelahiran, kematian, perkawinan dan perceraian. Bidang pendaftaran penduduk berupa KIA (Kartu Identitas Anak), KTP, Kartu Keluarga dan SKPWNI (Surat Keterangan Pindah Warga Negara Indonesia). Setiap harinya banyak Masyarakat yang datang ke Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun untuk mengurus dokumen kependudukan. Pada Bidang Pendaftaran Penduduk seorang pelanggan yang datang harus melewati tiga tahapan pelayanan.

Pertama adalah loket pendaftaran yang mana pelanggan harus menyerahkan dokumen untuk di proses ke pelayanan berikutnya. Loket pendaftaran ini memiliki dua fasilitas pelayanan, pada loket pendaftaran juga dilakukan pengecekan untuk kelengkapan berkas setelah berkas lengkap maka berkas akan lanjut ke pelayanan berikutnya. Pelayanan kedua adalah loket proses data, pada tahapan ini berkas yang sudah mengantri akan diproses sesuai kebutuhan yang diinginkan. Loket proses data memiliki lima fasilitas pelayanan. Kemudian yang terakhir adalah loket pengambilan berkas, pada tahapan ini berkas yang sudah diproses dikembalikan kembali pada pemiliknya. Loket pengambilan berkas memiliki dua fasilitas pelayanan. Setelah melewati ketiga proses maka kepengurusan dokumen kependudukan dinyatakan telah berakhir dan pelanggan dapat meninggalkan tempat.

Pada hari Senin hingga Kamis merupakan waktu sibuk karena hari tersebut merupakan hari yang efektif bagi masyarakat untuk mengurus dokumen kependudukan. Sehingga pada hari tersebut terjadi penumpukan berkas. Hal ini dikarenakan jumlah fasilitas pelayanan tidak sebanding dengan jumlah pelanggan yang datang. Sementara rata-rata waktu pelayanan tetap sehingga menimbulkan garis tunggu atau antrian berupa penumpukan berkas yang padat. Ini menunjukkan kualitas pelayanan kurang maksimal terutama pada jam sibuk, yang menyebabkan pelayanan Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun jauh dari harapan sehingga memerlukan manajemen yang khusus untuk meningkatkan kualitas pelayanan.

Penelitian mengenai model antrian sudah diterbitkan pada beberapa jurnal antara lain, [5] membahas model antrian yang terbentuk pada tiap divisi pelayanan dengan model antrian *multichannel-singlephase*, [8] yang membahas optimalisasi pada pelayanan *multichannel* untuk loket penjualan tiket dan loket *check in* tiket serta *self service* pada pelayanan cetak tiket mandiri. [4] membahas tentang model antrian Rumah Sakit berbasis web, dan [12] membahas pelayanan antrian model *multiphase* pada pembuatan SIM.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini dibahas model awal antrian yaitu *multichannel-multiphase* untuk pelayanan Bidang Pendaftaran Penduduk. Dan membahas bagaimana deskriptif antrian, rata-rata pelanggan menunggu dalam sistem (L_s), rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian (L_q), rata-rata waktu menunggu pelanggan dalam sistem (W_s) dan rata-rata waktu menunggu pelanggan dalam antrian (W_q). Untuk menentukan model optimal agar menghasilkan kualitas pelayanan yang baik digunakan simulasi model.

2. Metode

Antrian merupakan keadaan menunggu seseorang untuk mendapatkan pelayanan. Pelanggan (*customer*) yang memerlukan pelayanan merupakan suatu sumber masukan dengan memasuki sistem antrian dan bergabung dalam antrian (*waiting line*) kemudian pelanggan dipilih berdasarkan aturan-aturan tertentu yang disebut dengan disiplin pelayanan untuk dilayani kemudian meninggalkan sistem setelah mendapatkan pelayanan.

Teori antrian membahas perilaku sistem pelayanan dengan kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Tiga komponen dasar sistem antrian yaitu kedatangan, pelayanan dan antrian. Pelanggan yang datang sebagai sumber masukan dapat berupa orang, kendaraan atau benda lainnya. Pelayanan dapat berupa customer service, stasiun kerja, mekanik dan lainnya bertugas sebagai penyedia pelayanan bagi pelanggan

yang datang. Sedangkan sistem antrian merupakan suatu mekanisme yang mengatur alur dari proses antrian.

Disiplin Antrian

- a) FIFO (*First in First Out*) yaitu pelanggan yang datang dahulu akan dilayani terlebih dahulu.
- b) FCFS (*First Come First Service*) yaitu pelanggan yang datang terakhir mendapatkan pelayanan dahulu.
- c) SIRO (*Service in Random Order*) yaitu Pelayanan ini dilakukan secara acak atau disebut dengan RSS (*Random Selection for Service*) tidak bergantung pada siapa yang datang terlebih dahulu.
- d) PS (*Priority Service*) yaitu layanan didasarkan oleh prioritas khusus, misalnya pelanggan yang dikategorikan sebagai VIP akan dilayani terlebih dahulu

Notasi Antrian

Notasi Kendall merupakan notasi yang digunakan dalam teori antrian untuk mengelompokkan model-model antrian yang berbeda-beda. Notasi baku ini digambarkan dengan serangkaian simbol dan garis miring seperti $a / b / c /$. Menurut Taha dalam Mentari (2015) namun, A.M. Lee menambahkan simbol d dan e sehingga menjadi $a / b / c / d / e$ yang disebut notasi Kendall – Lee. Dimana simbol notasi a menunjukkan distribusi kedatangan, b menunjukkan distribusi waktu pelayanan, c menunjukkan jumlah *server*, d menunjukkan kapasitas sistem dan e disiplin antriana).

Model Antrian Majemuk dengan Populasi Tidak Terbatas

Model sistem antrian dengan populasi tidak terbatas dan pelayanan majemuk atau multichanel, didasarkan asumsi pola kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson dan rata-rata waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. . Pola kedatangan tidak bergantung pada keadaan sistem jadi $\lambda_n = \lambda$ untuk semua n . Waktu pelayanan yang berkaitan dengan tiap pelayanan juga tidak bergantung pada keadaan.

Jika $\frac{1}{\mu}$ adalah waktu pelayanan rata-rata bagi penyedia pelayanan untuk menangani satu pelanggan, maka laju rata-rata untuk menyelesaikan pelayanan apabila terdapat n pelayan pada sistem adalah :

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu, & (n=0,1,\dots,s) \\ s\mu, & (n=s+1,s+2,\dots) \end{cases}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{s \cdot \mu} < 1$$

Menghitung P_n (Probabilitas terdapat n pelanggan dalam sistem) untuk $n \leq s$, diperoleh :

$$P_n = \frac{\lambda^n}{\mu (2\mu) (3\mu) \dots (n\mu)} P_0 = \frac{s^n \lambda^n}{s^n \cdot n! \mu^n} P_0 = \frac{s^n \lambda^n}{n! (s\mu)^n} P_0$$

$$= \frac{s^n \lambda^n}{n!} P_0 = \left(\frac{(s\mu)^n}{n!} \right) P_0$$

Dan untuk $n \geq s$, diperoleh

$$P_n = \frac{\lambda^n}{\mu (2\mu) \dots (s-1)\mu (s\mu) (s\mu) \dots (s\mu)} P_0 = \frac{\lambda^n}{s! s^{n-s} \mu^n} P_0$$

$$= \frac{\lambda^n}{s! s^n s^{-s} \mu^n} P_0 = \frac{s^s \lambda^n}{s! (s\mu^n)} P_0$$

$$= \frac{s^s \rho^n}{s!} P_0$$

jadi,

$$P_n = \begin{cases} \frac{(s\rho)^n}{n!} P_0 & (n=0, \dots, s) \\ \frac{s^s \rho^n}{s!} P_0, & (n=s+1, s+2, \dots) \end{cases}$$

Probabilitas terdapat 0 pelanggan dalam sistem (keadaan menganggur unit pelayanan)

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{(s\mu)^n}{n!} \right) P_0 + \sum_{n=s+1}^{\infty} \left(\frac{s^s \rho^n}{s!} \right) P_0 = 1$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{(s\rho)^n}{n!} \right) + \sum_{n=s+1}^{\infty} \left(\frac{s^s \rho^n}{s!} \right) \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{(s\rho)^n}{n!} \right) + \frac{s^s}{s!} \sum_{n=s+1}^{\infty} \rho^n \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{(s\rho)^n}{n!} \right) + \frac{s^s \rho^{s+1}}{s!(1-\rho)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \frac{s\mu}{s\mu - \lambda}}$$

1. Ekspetasi jumlah pelanggan dalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)! (s\mu - \lambda)^2} \cdot P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

2. Ekspetasi jumlah pelanggan dalam sistem

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

3. Ekspetasi waktu tunggu pelanggan dalam sistem

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

4. Ekspetasi waktu tunggu pelanggan dalam antrian

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

5. Probabilitas pelanggan dalam sistem harus menunggu untuk dilayani

$$P_s = \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \cdot \frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \cdot P_0$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data primer dengan observasi secara langsung pada pelayanan Bidang Pendaftaran Penduduk Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun. Pengambilan data dilakukan pada waktu sibuk yaitu hari Senin, 6 Mei 2019 sampai Kamis, 9 Mei 2019. Data yang diambil adalah waktu kedatangan pelanggan dengan tabulasi sebagai berikut :

no	Waktu Kedatangan Pelanggan	Selisih (WAK)
----	----------------------------	---------------

	Jam	Menit	

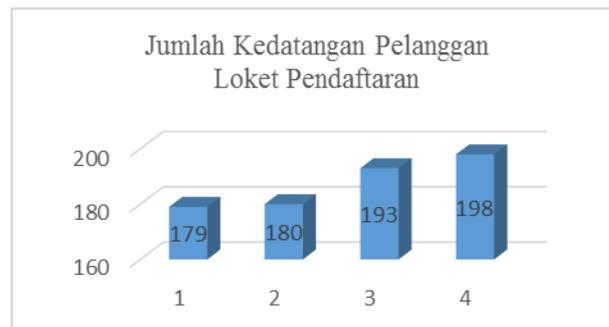
Selain waktu kedatangan data yang diambil adalah waktu pelayanan yaitu waktu mulai dilayani hingga waktu selesai dilayani dengan mengamati jam, menit dan detik. Berikut tabulasi data pelayanan pelanggan:

No	Mulai Dilayani			Selesai Dilayani			Selisih
	H	M	S	H	M	S	

Setelah melakukan pengambilan data selanjutnya menganalisis pola kedatangan dan pelayanan pada masing-masing loket pelayanan, kemudian pembentukan model awal antrian, selanjutnya membuat simulasi model antrian sehingga menghasilkan model optimal pelayanan.

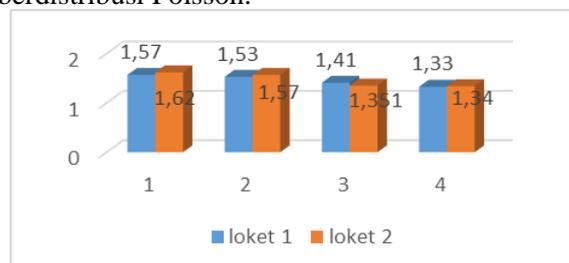
Penelitian ini membahas tentang sistem pelayanan pada Bidang Pendaftaran Penduduk Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun yang memiliki beberapa tahapan pelayanan antara lain loket pendaftaran, loket proses data dan loket pengambilan berkas. Kemudian dianalisis berdasarkan kedatangan pelanggan per satuan waktu dan rata-rata waktu pelayanan.

1. Analisis pada loket pendaftaran



Gambar 4.1 Jumlah Kedatangan Pelanggan

Gambar 4.1 diatas menunjukkan kedatangan pelanggan loket pendaftaran selama 4 hari kerja. Berdasarkan data kedatangan pelanggan untuk loket pendaftaran diperoleh rata-rata kedatangan pelanggan sebesar 58 pelanggan per jam. Uji distribusi rata-rata kedatangan pelanggan perjam menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan perhitungan menggunakan software SPSS dan diperoleh nilai signifikansi = 0,756 > $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 tidak ditolak itu berarti rata-rata kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson.



Gambar 4.2 Rata-rata Pelayanan Loker Pendaftaran

Pada loket pendaftaran terdapat dua fasilitas pelayanan. Gambar 4.2 menunjukkan rata-rata waktu pelayanan kedua loket yang tersedia di loket pendaftaran. Berdasarkan statistik deskriptif rata-rata waktu pelayanan pelanggan (μ) adalah 1,465 menit/pelanggan atau 41 pelanggan/jam. Uji distribusi rata-rata waktu pelayanan menggunakan uji K-S memperoleh nilai sig. = 0,240 > α = 0,05 sehingga H_0 tidak ditolak itu berarti rata-rata waktu pelayanan berdistribusi eksponensial.

Berdasarkan asumsi dan hasil perhitungan analisis data pada pelayanan loket pendaftaran diperoleh rata-rata kedatangan per unit waktu berdistribusi Poisson dan rata-rata waktu pelayanan per pelanggan berdistribusi eksponensial dengan $\lambda = 58$ pelanggan/jam dan $\mu = 41$ pelanggan/jam sehingga diperoleh model antrian (M/M/2) : (GD/ ∞/∞). Perhitungan kinerja sistem antrian sebagai berikut :

$$1) \text{ Kondisi steady state } \rho = \frac{\lambda}{s \cdot \mu} = \frac{58}{2 \cdot 41} = 0,71$$

Artinya kondisi sibuk suatu sistem sebesar $0,71 < 1$ atau 71%.

2) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan yaitu

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!(1-\lambda/\mu s)} \right]}$$

$$= \frac{1}{\left[\frac{(58/41)^0}{0!} + \frac{(58/41)^1}{1!} + \frac{(58/41)^2}{2!(1-58/41 \cdot 2)} \right]} = 0,17$$

3) Rata-rata pelanggan menunggu dalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \cdot \mu \cdot (\lambda/\mu)^s}{(s-1)! (s \cdot \mu - \lambda)^2} \cdot P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= \frac{58 \cdot 41 \cdot (58/41)^2}{(2-1)! (2 \cdot 41 - 58)^2} \cdot 0,17 + \frac{58}{41} = 2,83$$

Artinya jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu pada sistem adalah 3 pelanggan.

4) Rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian $L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 2,83 - 1,41 = 1,42$

Artinya jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian adalah 2 pelanggan.

5) Rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian $W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{1,42}{58} = 0,024$

Artinya waktu yang diharapkan pelanggan menunggu dalam antrian adalah 0,024 jam/pelanggan atau 1 menit 28 detik.

6) Rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam sistem $W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{2,83}{58} = 0,048$.

Artinya waktu yang diharapkan pelanggan menunggu dalam sistem adalah 0,048 jam/pelanggan atau 2 menit 56 detik.

2. Analisis pada Loker Proses Data

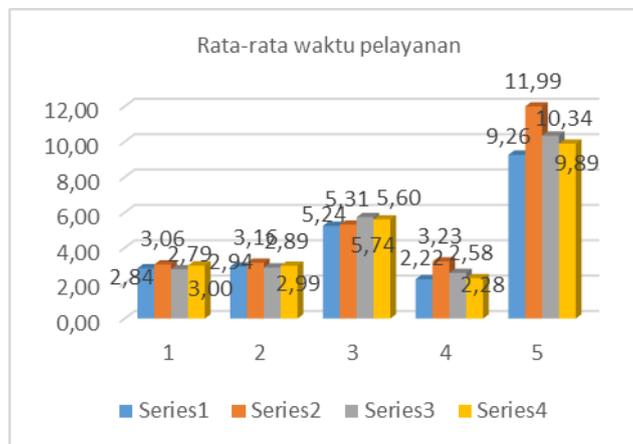
Pada tahapan ini dokumen akan diproses sesuai kebutuhan yang diinginkan pelanggan.

Terdapat 5 fasilitas pelayanan dengan data kedatangan sebagai berikut :



Gambar 4.3 Jumlah Kedatangan Pelanggan Loker Proses Data

Gambar 4.3 diatas menunjukkan kedatangan pelanggan loket proses data selama 4 hari kerja. Berdasarkan data kedatangan pelanggan diperoleh rata-rata kedatangan pelanggan sebesar 57 pelanggan per jam. Uji distribusi rata-rata kedatangan pelanggan perjam menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan perhitungan menggunakan software SPSS dan diperoleh nilai signifikansi = 0,128 > $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 tidak ditolak itu berarti rata-rata kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson.



Gambar 4.4 Rata-rata waktu pelayanan Loker Proses Data

Gambar 4.4 menunjukkan rata-rata waktu pelayanan loket yang tersedia di loket proses data. Berdasarkan statistik deskriptif rata-rata waktu pelayanan pelanggan loket 1,2,3 dan 4 dianggap memiliki rata-rata yang sama sehingga nilai (μ) adalah 19 pelanggan/jam dan pada loket 5 memiliki nilai $\mu = 6$ pelanggan/jam. Uji distribusi rata-rata waktu pelayanan menggunakan uji K-S memperoleh nilai sig. = 0,785 > $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 tidak ditolak itu berarti rata-rata waktu pelayanan berdistribusi eksponensial.

Berdasarkan asumsi dan hasil perhitungan analisis data pada pelayanan loket proses data diperoleh rata-rata kedatangan per unit waktu berdistribusi Poisson dan rata-rata waktu pelayanan per pelanggan berdistribusi eksponensial sehingga diperoleh model antrian (M/M/5) : (GD/ ∞/∞). Perhitungan kinerja sistem antrian sebagai berikut :

$$1) \text{ Kondisi steady state } \rho = \frac{\lambda}{(s \cdot \mu_1) + \mu_2} = \frac{57}{(4 \cdot 19) + 6} = 0,695$$

Artinya kondisi sibuk suatu sistem sebesar $0,695 < 1$ atau 69,5%.

2) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan yaitu

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!(1-\lambda/\mu s)} \right]} = 0,094$$

- 3) Rata-rata pelanggan menunggu dalam sistem

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\lambda \cdot \mu \cdot (\lambda/\mu)^s}{(s-1)! (s \cdot \mu - \lambda)^2} \cdot P_0 + \frac{\lambda}{\mu} \\ &= \frac{57 \cdot (19+6) \cdot (57/19+6)^5}{(4-1)! (5(19+6)-57)^2} \cdot 0,094 + \frac{57}{19+6} \\ &= 2,354 \end{aligned}$$

Artinya jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu pada sistem adalah 3 pelanggan.

- 4) Rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian $L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 2,354 - 2,28 = 0,074$

Artinya hampir tidak ada pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian.

- 5) Rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian $W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{0,074}{57} = 0,00129$

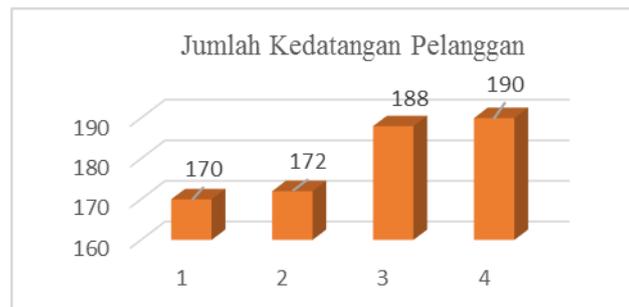
Artinya waktu yang diharapkan pelanggan menunggu dalam antrian adalah 5 detik.

- 6) Rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam sistem $W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{2,354}{57} = 0,0413$

Artinya waktu yang diharapkan pelanggan menunggu dalam sistem adalah 0,0413 jam/pelanggan atau 2 menit 29 detik.

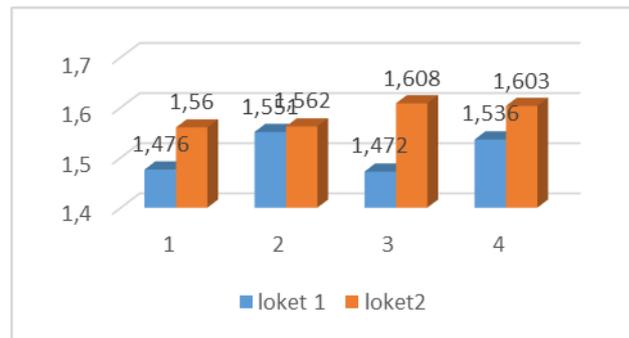
3. Analisis Loker Pengambilan Berkas

Pada loket pengambilan berkas memiliki 2 fasilitas pelayanan.



Gambar 4.5 Jumlah Kedatangan Loker Pengambilan Berkas

Gambar 4.5 diatas menunjukkan kedatangan pelanggan loket pengambilan berkas selama 4 hari kerja. Berdasarkan data kedatangan pelanggan diperoleh rata-rata kedatangan pelanggan sebesar 51 pelanggan per jam. Uji distribusi rata-rata kedatangan pelanggan perjam menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan perhitungan menggunakan software SPSS dan diperoleh nilai signifikansi = 0,17 > $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 tidak ditolak itu berarti rata-rata kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson.



Gambar 4.6 Waktu Pelayanan Loket Pengambilan Berkas

Pada loket pendaftaran terdapat dua fasilitas pelayanan. Gambar 4.6 menunjukkan rata-rata waktu pelayanan kedua loket yang tersedia di loket pengambilan berkas. Berdasarkan statistik deskriptif rata-rata waktu pelayanan pelanggan (μ) adalah 39 pelanggan/jam. Uji distribusi rata-rata waktu pelayanan menggunakan uji K-S memperoleh nilai sig. = 0,063 > α = 0,05 sehingga H_0 tidak ditolak itu berarti rata-rata waktu pelayanan berdistribusi eksponensial.

Berdasarkan asumsi dan hasil perhitungan analisis data pada pelayanan loket pengambilan berkas diperoleh rata-rata kedatangan per unit waktu berdistribusi Poisson dan rata-rata waktu pelayanan per pelanggan berdistribusi eksponensial sehingga diperoleh model antrian (M/M/2) : (GD/ ∞/∞). Perhitungan kinerja sistem antrian sebagai berikut :

1) Kondisi *steady state* $\rho = \frac{\lambda}{s \cdot \mu} = \frac{51}{2 \cdot 39} = 0,65$

Artinya kondisi sibuk suatu sistem sebesar $0,65 < 1$ atau 65%.

2) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan yaitu

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!(1-\lambda/\mu \cdot s)} \right]}$$

$$= \frac{1}{\left[\left(\frac{(51/39)^0}{0!} + \frac{(51/39)^1}{1!} \right) + \frac{(51/39)^2}{2!(1-51/39 \cdot 2)} \right]} = 0,209$$

3) Rata-rata pelanggan menunggu dalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \cdot \mu (\lambda/\mu)^s}{(s-1)! (s \cdot \mu - \lambda)^2} \cdot P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= \frac{51 \cdot 39 (51/39)^2}{(2-1)! (2 \cdot 39 - 51)^2} \cdot 0,209 + \frac{51}{39} = 2,282$$

Artinya jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu pada sistem adalah 3 pelanggan.

4) Rata-rata pelanggan menunggu dalam antrian $L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 2,282 - \frac{48}{39} = 0,975$

Artinya jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian adalah 1 pelanggan.

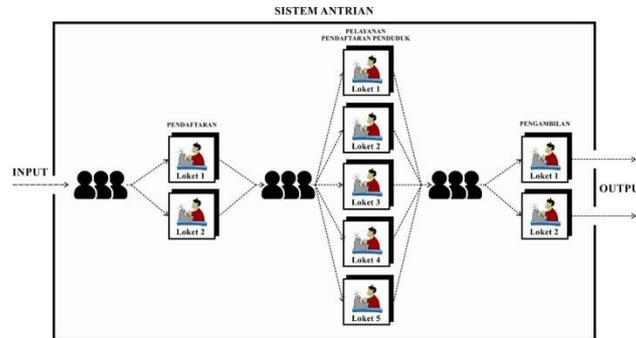
5) Rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian $W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{0,975}{51} = 0,0191$

Artinya waktu yang diharapkan pelanggan menunggu dalam antrian adalah 0,0191 jam/pelanggan atau 1 menit 9 detik.

6) Rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam sistem $W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{2,282}{51} = 0,0412$.

Artinya waktu yang diharapkan pelanggan menunggu dalam sistem adalah 0,0412 jam/pelanggan atau 2 menit 41 detik.

Berdasarkan analisis sistem antrian diperoleh model pelayanan Bidang Pendaftaran Penduduk sebagai berikut :



Gambr 4.7 Model Antrian Bidang Pendaftaran Penduduk

4. Simulasi Model Antrian

1) Loket Pendaftaran

Simulasi model dengan penambahan/ pengurangan fasilitas pelayanan. Pada loket pendaftaran misalkan menambahkan jumlah loket menjadi 3 dengan rata-rata kedatangan dan rata-rata pelayanan tetap sehingga model yang dibentuk (M/M/3):(GD/∞/∞). Hasil Perhitungan menunjukkan :

Tabel 4.1 Hasil Simulasi Model (M/M/3):(GD/∞/∞).

Parameter	Hsl	Parameter	Nilai	Mnt	Dtk
		ρ	0,47		
λ	58	P_0	0,23		
μ	41	Lq	0,18		
s	3	Ls	1,6		
		Wq	0,004375	0	11
		Ws	0,03	1	40

Hasil simulasi menunjukkan, dengan 3 loket maka lebih efektif karena *steady state* = 47%, Lq= 0,18 atau 1 pelanggan, Ls =1,6 atau 2 pelanggan yang diharapkan pada sistem, Wq = 11 detik waktu yang diharapkan seorang pelanggan menunggu dalam antrian dan Ws= 1 menit 40 detik waktu yang diharapkan seorang pelanggan menunggu dalam sistem, sehingga tidak perlu membutuhkan waktu lama untuk pelayanan.

1) Loket Proses Data

Simulasi misalkan dengan 6 fasilitas pelayanan dengan rata-rata kedatangan dan rata-rata pelayanan tetap diperoleh hasil perhitungan kinerja antrian sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil Simulasi Model (M/M/6):(GD/∞/∞).

Parameter	Hsl	Parameter	Nilai	Mnt	Dtk
-----------	-----	-----------	-------	-----	-----

		ρ	0,564		
λ	57	P_0	0,1		
μ_1	19	Lq	0,019		
μ_2	6	Ls	2,29		
S	6	Wq	0,00033	1	
		Ws	0,04	2	24

Hasil simulasi menunjukkan, dengan 6 loket maka lebih efektif karena *steady state* = 56%, Lq= 0,019 atau hampir tidak ada pelanggan yang menunggu dalam antrian, Ls =2,29 atau 3 pelanggan yang diharapkan pada sistem, Wq = 1 detik waktu yang diharapkan seorang pelanggan menunggu dalam antrian dan Ws= 2 menit 24 detik waktu yang diharapkan seorang pelanggan menunggu dalam sistem, sehingga tidak perlu membutuhkan waktu lama untuk pelayanan

2) Loket Pengambilan Berkas

Simulasi model dengan penambahan/ pengurangan fasilitas pelayanan. Pada loket pendaftaran misalkan menambahkan jumlah loket menjadi 3 dengan rata-rata kedatangan dan rata-rata pelayanan tetap sehingga model yang dibentuk (M/M/3):(GD/∞/∞). Hasil Perhitungan menunjukkan :

Tabel 4.3 Hasil Simulasi Model (M/M/3):(GD/∞/∞).

Parameter	Hsl	Parameter	Nilai	Mnt	Dtk
		ρ	0,435		
λ	51	P_0	0,261		
μ	39	Lq	0,133		
S	3	Ls	1,44		
		Wq	0,0026		9
		Ws	0,028	1	41

Hasil simulasi menunjukkan, dengan 3 loket maka lebih efektif karena *steady state* = 43%, Lq= 0,133 atau 1 pelanggan, Ls =1,44 atau 2 pelanggan yang diharapkan pada sistem, Wq = 9 detik waktu yang diharapkan seorang pelanggan

menunggu dalam antrian dan Ws= 1 menit 41 detik waktu yang diharapkan seorang pelanggan menunggu dalam sistem, sehingga tidak perlu membutuhkan waktu lama untuk pelayanan

5. Model Optimal

Tabel 4.4 Hasil Optimal Simulasi Model

	Loket Pendaftaran	Loket Proses Data	Loket Pengambilan Berkas
Model Antrian	(M/M/3) : (GD/∞/∞)	(M/M/6) : (GD/∞/∞)	(M/M/3) : (GD/∞/∞)
(ρ)	47%	56%	43%
(P_0)	0,23	0,1	0,261
(Lq)	1	0,019	1
(Ls)	2	3	2

(Wq)	0,0043	0,000333	0,0026
(Ws)	0,03	0,04	0,028

Berdasarkan hasil perhitungan analisis kinerja antrian diperoleh hasil simulasi model antrian optimal yaitu loket pendaftaran (M/M/3): (GD/∞/∞), loket proses data (M/M/6): (GD/∞/∞) dan loket pengambilan berkas (M/M/3): (GD/∞/∞).

Perhitungan model awal antrian diperoleh nilai ekspektasi waktu tunggu seorang pelanggan dalam keseluruhan proses pelayanan adalah 0,136 jam/pelanggan atau 8 menit 10 detik. Setelah dilakukan simulasi model didapatkan hasil pelayanan yang optimal sehingga diperoleh waktu tunggu yang diharapkan seorang pelanggan dalam sistem yaitu lama seseorang menunggu dari awal pelayanan loket hingga keluar dari seluruh sistem tahapan pelayanan. Rata-rata waktu tunggu optimal yang diharapkan seseorang dalam sistem sebesar 0,098 jam/pelanggan atau 5 menit 53 detik.

V. KESIMPULAN

Pelayanan pada Bidang Pendaftaran Penduduk Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun sudah memadai tetapi pada kondisi sibuk perlu meningkatkan pelayanan dengan penambahan loket pelayanan. Sistem pelayanan pada loket pendaftaran rata-rata kedatangan berdistribusi Poisson dengan nilai $\lambda = 58$ pelanggan/jam, rata-rata kedatangan berdistribusi eksponensial dengan $\mu = 41$ pelanggan/jam bentuk model antrian adalah (M/M/3):(GD/∞/∞) dan hasil simulasi menunjukkan model optimal (M/M/5):(GD/∞/∞).

Pada loket proses data rata-rata kedatangan berdistribusi Poisson dengan nilai $\lambda = 57$ pelanggan/jam, rata-rata kedatangan berdistribusi eksponensial dengan $\mu = 19$ pelanggan/jam dan 6 pelanggan/jam bentuk model antrian adalah (M/M/5):(GD/∞/∞) dan hasil simulasi menunjukkan model optimal (M/M/6):(GD/∞/∞).

Pada loket pengambilan berkas rata-rata kedatangan berdistribusi Poisson dengan nilai $\lambda = 51$ pelanggan/jam, rata-rata kedatangan berdistribusi eksponensial dengan $\mu = 39$ pelanggan/jam bentuk model antrian adalah (M/M/2):(GD/∞/∞) dan hasil simulasi menunjukkan model optimal (M/M/3):(GD/∞/∞).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dimiyati T dan Ahmad D, 2010, *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*, Sinar Baru Algenso, Bandung.
- [2] Haming M dan Imanudin, 2017, *Teknik Pengambilan Keputusan Optimal*, Bumi Aksara, Jakarta.
- [3] Kakay T, 2004, *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [4] Kurniawati R dan Jaroji, 2018, *Sistem Antrian Multi Channel Rumah Sakit Berbasis Web*, jurnal Inovtex Polbeng vol.3 No.2, Malang.

- [5] Pracendi F, Sugito dan Wuryandari T, 2015, *Analisis Sistem Antrian Pengunjung dan kinerja Sistem Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Semarang*, Jurnal Gaussian Vol.4 No.4, Semarang.
- [6] Puji R, 2015, *Analisis Antrin Seri pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan dan Optimalisasinya* dalam jurnal Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [7] Sinaga R dan Sari D, 2015, *Analisis Sistem Antrian Di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Bandung studi pada Loker Pelayanan Pencatatan dan Penerbitan Akta Kelahiran Bayi berumur 0-60 hari*, Jurnal Bina Ekonomi Vol. 19 No. 2, Bandung
- [8] Suryowati K, Titah MJP dan Permatasari, 2018, *Aplikasi Model Antrian Pada Optimalisasi Pelayanan PT. KAI Stasiun Yogyakarta*, Matematika Murni dan Terapan “epsilon” vol. 12 No.1 Hal 11-20, Yogyakarta.
- [9] Taha H, 2007, *Operations research:an introduction*, Pearson Education Inc, Amerika.
- [10] Verdika Y, 2016, *Model Antrian Multi Chanel Dengan Pola Kedatangan Poisson*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- [11] Wahyudi G, Sahmanbanta S dan Fachrosi F, 2012, *Perancangan Simulasi Antrian Kendaraan Bermotor Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan Distribusi eksponensial*, jurnal Elektronik Ilmu Komputer Vol.1 No.2, Bali.