Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa
Volume 3, Nomor 2, Maret 2025
e-ISSN: 3046-5427; p-ISSN: 3032-6230, Hal. 20-34
DOI: https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i2.431
Available Online at: https://journal.arimsi.or.id/index.php/Algoritma

Analisis Sistem Antrian dengan Model M/M/C dalam Meningkatkan Efektivitas Kinerja Sistem

Novita Ibrahim[1], Salmun K. Nasib[2*], Agusyarif Rezka Nuha[3], Muh Rifai Katili[4], Nurwan[5], Djihad Wungguli[6]
[1]Program Studi Matematika Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
[2]Program Studi Statistika Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
[3]Program Studi Matematika Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
[4]Program Studi Sistem Informasi Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
[5]Program Studi Matematika Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
[6]Program Studi Matematika Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
**Email:* noovitaibrahim18@gmail.com[1], salmun@ung.ac.id[2], agusyarif@ung.ac.id[3], mrifaikatili@ung.ac.id[4], nurwan@ung.ac.id[5], djihad@ung.ac.id[6]

Alamat: Jln. Prof. Ing. B.J. Habibie, Kec. Tilongkabila, Bone Bolango, Gorontalo
Korespondensi penulis: salmun@ung.ac.id

Abstract. *Study This aim For analyze system queue at the Population and Registration Service Civil (Disdukcapil) Bone Bolango Regency as well as apply the M/M/C (Multi Channel Single Phase) queuing model optimizing performance system and upgrade effectiveness service to public . Arrival data visitors and time service collected for 5 days through observation . Analysis results show system applied queue moment This is the model (M/M/4): (FIFO/∞/∞) with level arrival visitors Poisson distribution , time service distribute Exponential , 4 counters service , discipline first-come first-served (FCFS) queues , as well source arrival and capacity queue No limited . Size performance the system in existing conditions shows time wait for the average visitor in system amounting to 26.4 minutes and time Wait in queue amounting to 44.4 minutes . For optimizing performance , research recommend application of the model (M/M/7) : (FIFO/∞/∞) with add amount counter service into 7 counters . In this model , level utility system (ρ) is below 50 % ie about 41%, which is considered effective Because enter in range level utility low (5%-10%). Application of the queuing model with 7 counters projected can shorten time wait for the average visitor in system to 18.42 minutes and time Wait in queue to 18 minutes . Findings This expected can increase effectiveness service and satisfaction public to service Disdukcapil Bone Bolango Regency.*

Keywords: *system, queue, M/M/C, model, effectiveness*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem antrian di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kabupaten Bone Bolango serta menerapkan model antrian M/M/C (Multi Channel Single Phase) guna mengoptimalkan kinerja sistem dan meningkatkan efektivitas pelayanan kepada masyarakat. Data kedatangan pengunjung dan waktu pelayanan dikumpulkan selama 5 hari melalui observasi. Hasil analisis menunjukkan sistem antrian yang diterapkan saat ini adalah model (M/M/4):(FIFO/∞/∞) dengan tingkat kedatangan pengunjung berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi Eksponensial, 4 loket pelayanan, disiplin antrian first-in first-out (FIFO), serta sumber kedatangan dan kapasitas antrian tidak terbatas. Ukuran kinerja sistem pada kondisi existing menunjukkan waktu tunggu rata-rata pengunjung dalam sistem sebesar 26,4 menit dan waktu tunggu dalam antrian sebesar 44,4 menit. Untuk mengoptimalkan kinerja, penelitian merekomendasikan penerapan model (M/M/7) : (FIFO/∞/∞) dengan menambah jumlah loket pelayanan menjadi 7 loket. Pada model ini, tingkat kegunaan sistem (ρ) berada di bawah 50% yaitu sekitar 41%, yang dianggap efektif karena masuk dalam rentang tingkat kegunaan rendah (5%-10%). Penerapan model antrian dengan 7 loket diproyeksikan dapat mempersingkat waktu tunggu rata-rata pengunjung dalam sistem menjadi 18,42 menit dan waktu tunggu dalam antrian menjadi 18 menit. Temuan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pelayanan dan kepuasan masyarakat terhadap layanan Disdukcapil Kabupaten Bone Bolango.

Kata kunci: sistem, antrian, model, M/M/C, efektivitas.

Received Februari 04, 2025; Revised Februari 18, 2025; Accepted Maret 10, 2025; Published Maret 13, 2025

1. LATAR BELAKANG

Kualitas pelayanan sangat penting dalam menciptakan hubungan positif antara penyedia layanan dengan penerima layanan. Pemerintah harus memberikan kualitas pelayanan yang baik melalui aparaturnya, tanpa mencari keuntungan, tetapi sesuai dengan harapan dan kebutuhan masyarakat. Semakin baik kualitas pelayanan maka semakin sedikit waktu tunggupengunjung dalam mendapatkan layanan.

Menurut [1] mengatakan bahwa rasa puas orang yang memerlukan layanan dapat diukur dengan membandingkan bagaimana pandangan orang lain diterima dengan harapan pelayanan yang diharapkan [2]. Kualitas pelayanan dapat dipengaruhi oleh banyak hal, termasuk kecepatan, daya tanggap, kejelasan informasi, keramahan, dan kemampuan memecahkan masalah [3]. Suatu hal terpenting untuk mengelola pelayanan dengan baik agar kebutuhan dan harapan pemohon terpenuhi, untuk memperoleh hasil yang optimal dibutuhkan kinerja yang maksimal [4].

Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kab. Bone Bolango adalah salah satu lembaga yang memberikan layanan kepadamasyarakat, Organisasi ini bertanggung jawab atas administrasi kependudukan dan pencatatan sipil yang mencakup fasilitasi layanan serta pengelolaan dan pemanfaatan informasi [5]. Mengetahui apa yang harus dilakukan agar masyarakat merasa puas adalah hal utama yang harus diprioritaskan oleh lembaga pemerintah guna membahagiakan masyarakat [6]. Untuk mengatasi barisan penunggu yang terus bertambah maka dapat mempertimbangkan untuk mengubah laju pelayanan atau menambahkan lebih banyak fasilitas tempat untuk layanan [7].

Model yang bisa digunakan pada sistem ini adalalah *Multi Channel Single Phase* , yaitu menggambarkan antrian dengan saluran ganda yang terjadi jika terdapat lebih dari dua jalur pelayanan yang disediakan untuk menangani kebutuhan pemohon, dalam hal ini pemohon yang menunggu pelayanan akan membentuk satu jalur untuk mendapatkan layanan yang tersedia [8]. Model ini bisa digunakan untuk menganalisis seberapa baik kinerja sistem dapat menanggung beban kerja yang diterima oleh petugas loket di Disdukcapil Kab. Bone Bolango. Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Menganalisis kondisi existing sistem antrian di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Bone Bolango.
2. Menerapkan model antrian M/M/C untuk mengoptimalkan kinerja sistem antrian di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Bone Bolango.
3. Mengevaluasi ukuran kinerja sistem antrian seperti tingkat kegunaan fasilitas, dan waktu tunggu rata-rata setelah penerapan model M/M/C.

2. KAJIAN TEORITIS

Antrian

Antrian adalah fenomena dimana entitas atau objek berada dalam situasi menunggu untuk mendapatkan layanan atau akses ke suatu sumber daya tertentu [9]. Antrian terjadi ketika objek atau entitas datang ke suatu sistem lebih cepat dari pada sistem tersebut dapat menanganinya.

Sistem Antrian

Menurut [10] sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan yang menunggu untuk dilayani. Sistem antrian yang mengatur dan mengelola aliran pelanggan atau entitas lainnya untuk menerima layanan atau proses tertentu. Sistem antrian umumnya digunakan pada layanan publik, bisnis ritel, rumah sakit, bandara, dan organisasi lainnya yang melayani sejumlah pelanggan. Pelanggan yang baru tiba tetapi pelayan sedang sibuk harus menunggu di garis tunggu untuk mendapatkan pelayanan selanjutnya [11]. Tujuan utama dari sistem antrian adalah untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu tunggu, dan memberikan pelayanan yang lebih optimal kepada pelanggan.

Disiplin antrian

Sistem atau kebijakan yang digunakan untuk menentukan urutan pelayanan, apakah menggunakan system antrian berbasis nomor antrian atau system dengan prioritas tertentu [12].

1. *First Come First Served (FCFS) atau First In First Out (FIFO)*

   Konsep ini menentukan bahwa entitas pertama yang masuk ke sistem akan dilayani pertama. FCFS sederhana dan mudah dipahami, tetapi tidak selalu memberikan solusi yang optimal terutama jika entitas yang datang pertama kali memerlukan waktu pelayanan yang lama.

2. *Come First Served (LCFS) atau Last In First Out (LIFO)*

   Berkebalikan dengan FCFS, LCFS menentukan bahwa entitas terakhir datang bakal dilayani pertama kali.

3. *Shortest Operation Times (SOT)*

   Prinsip ini memberikan prioritas kepada entitas dengan waktu pelayanan yang paling pendek. SOT bertujuan untuk meminimalkan waktu tunggu total dalam sistem dan meningkatkan efisiensi.

4. Priority Queue

Setiap entitas diberikan prioritas berdasarkan kriteria tertentu, dan yang memiliki prioritas tertinggi dilayani terlebih dahulu. Prioritas dapat ditentukan oleh jenis layanan, tingkat keanggotaan, atau faktor lainnya.

Struktur Antrian

1. *Single Channel single Phase*

   Sistem ini hanya mempunyai satu jalur dalam memasuki sistem pelayanan atau satu pelayanan, orang yang menerima pelayanan dapat keluar dari sistem antrian secara langsung. Sistem ini sering ditemukan pada banyak bisnis, seperti restoran, supermarket, dan loket tiket [13].

2. *Single Channel Multi Phase*

   Sistem atrian mempunyai dua atau lebih layanan yang dapat dilakukan secara berurutan dalam beberapa tahapan, Proses pencucian mobil adalah salah satu contohnya.

3. *Multi Channel Single Phase*

   Sistem antrian terjadi ketika satu jalur tunggal melayani dua atau lebih fasilitas pelayanan. Misalnya, pembelian tiket dapat dilakukan di beberapa loket, dan layanan pelanggan bank.

4. *Multi Channel Multi Phase*

   Pada sistem ini pelanggan atau entitas yang masuk melalui serangkaian tahap atau server untuk menerima pelayanan. setiap tahap atau server menyediakan jenis pelayanan tertentu, dan pelanggan harus melewati setiap tahap tersebut secara berurutan sebelum menerima layanan lengkap.

Model Antrian

Pada model antrian ini pengunjung tiba dengan tingkat kedatangan rata-rata adalah λ dan kecepatan pelayanan konstan μ, serta c adalah maksimum pemohon yang bisa dilayani secara bersamaan [14]. Parameter λ dan μ mengikuti distribusi Poisson atau distribusi Eksponensial. Pelayanan dilakukan berdasarkan pengunjung yang pertama datang pertama dilayani.

1. Peluang sedang tidak melayani pengunjung (P0)

$$P0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{c-1}\frac{1}{0!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{0}\right]+\frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c}\left(\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right)} \quad (1)$$

2. Rata-rata pengunjung dalam sistem yang sedang dilayani (Ls)

$$Ls = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c}}{(c-1)!(c\mu-\lambda)^{2}}P_0 + \frac{\lambda}{\mu} \quad (2)$$

3. Rata-rata pengunjung dalam antrian yang sedang dilayani (Lq)

$$Lq = Ls + \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

4. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pengunjung dalam sistem (Ws)

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda} \quad (5)$$

5. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pengunjung dalam antrian (Ws)

$$Wq = Ws + \frac{1}{\mu} \quad (6)$$

Keterangan:

λ : Jumlah Rata rata pengunjung yang datang per satuan waktu

μ : Jumlah rata rata pengunjung yang dilayani per satuan waktu

ρ : Tngkat Kesibukan Sistem

Lq : Rata rata Jumlah pengunjung dalam antrian

Ls : Rata rata Jumlah pengunjung dalam sistem

Wq : Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pengunjung dalam antrian

Ws : Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pengunjung dalam sistem

c : Jumlah fasilita sistem

n : Jumlah pelanggan dalam system

Ukuran Steady State

Dalam sistem antrian, beberapa parameter penting yang diamati setelah sistem mencapai keadaan stabil atau keseimbangan jangka panjang disebut sebagai ukuran steady state atau keseimbangan [15]. hal ini mencakup Rata rata tingkat kedatangan pada sebuah sistem (λ), sedangkan (μ) yaitu rata rata tingkat pelayanan yang dilayani dalam waktu tertentu. (ρ) diperoleh dari hasil perbanding antra (λ) dan (μ) pada waktu tertentu, kemudian untuk jumlah server yang dinyatakan oleh C, ini dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} < 1 \quad (7)$$

Jika $\rho < 1$ untuk rata-rata tingkat kedatangan tidak melebihi rata rata tingkat pelayanan maka kondisi steady stae terpenuhi berarti $\lambda < \mu$ [16]. namun jika > 1 maka terjadi kecepatan kedatangan dibandingkan dengan pelayanan berarti bahwa steady state tidak terpenuhi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan objek penelitian adalah sistem antrian di loket pencatatan Disdukcapil Kab. Bone Bolango, yang beralamat di Jl. Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Moutong, pada bulan Juni 2024. Jenis data pada penelitian ini ialah data primer yaitu berupa data kedatangan pengunjung Disdukcapil Kab. Bone Bolango tanggal 10-14 Juni 2024 pada loket pencatatan yang diambil menggunakan metode observasi dimana peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap perilaku sistem antrian. Adapun populasi dan sampel yang digunakan tertuju pada seluruh pengunjung yang datang ke Disdukcapil Kab. Bone Bolango selama 5 hari kerja.

Langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan analisis dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Melakukan pengamatan dengan mengumpulkan data berupa Waktu kedatangan, Waktu dilayani, Waktu selesai dilayani, Lama waktu pelayanan, Jumlah pengunjung[17].
2. Memeriksa ukuran Steady State untuk mengetahui apakah sudah steady state dengan melihat perbandingan antara kecepatan kedatangan pengunjung (λ) dengan kecepatan pelayanan (μ). Ukuran steady state pada kinerja sistem diperoleh dari data rata rata jumlah kedatangan dan rata rata waktu pelayanan di Disdukcapil Kab. Bone Bolango. Kondisi steady state terpenuhi jika [18]:
   a) $\lambda < \mu$ (Kecepatan kedatangan lebih kecil dari kecepatan pelayanan)
   b) $\rho < 1$, dengan nilai,

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} < 1$$

3. Melakukan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah kedatangan pengunjung berdistribusi poisson dan pelayanan berdistribusii eksponensial. Pengujian menggunakan rumus Kolmogorov Smirnov yang membandingkan nilai taraf α. jika nilai signifikasi lebih besar dari nilai signifikasi yang telah ditentukan ($\alpha = 0, 05$) maka hipotesis bisa diterima[19]. namun apabila kurang dari nilai ($\alpha = 0, 05$) maka hipotesis ditolak.

4. Menentukan model antrian dan ukuran kinerja yaitu jumlah pemohon yang diperkirakan dalam sistem (Ls), jumlah pemohon yang diperkirakan dalam antrian (Lq), waktu menunggu dalam antrian (Wq), dan waktu menunggu pemohon dalam sistem (Ws).
5. Pengambilan keputusan dari hasil analisis yang dilakukan Pengambilan keputusan dilakukan untuk menentukan apakah model antrian pada loket pencatatan dengan pengambilan keputusan tingkat aspirasi. Suatu sistem antrian dikatakan optimal berdasarkan jumlah server yang mempengaruhi nilai pada W (waktu yang dibutuhkan pengunjung untuk menunggu dalam sistem) dan nilai ρ (waktu sibuk server). Ketentuan sistem antrian dikatakan optimal yaitu sebagai berikut[20].
    a. Untuk nilai W (waktu menunggu dalam sistem.) Dilakukan uji 4 server, 5 server, 6 server, 7 server untuk memperoleh nilai W dan ρ. Dicari model optimal pada server dengan nilai penurunan W signifikan. Misalkan nilai W untuk server berjumlah 4 orang menuju 5 orang paling signifikan. Maka dikatakan model optimal dengan server sebanyak 5 orang.
    b. Untuk nilai ρ (Masa sibuk server) Tingkat pengukuran dikatakan rendah (kurang efektif) apabila pelayanan mempunyai nilai ρ (5%-10%).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengamatan

Kedatangan pengunjung ke Kantor Disdukcapil Kabupaten Bone Bolango terlebih dahulu melakukan pendaftaran yang dibuka dari pukul 08.00 WITA sampai dengan Pukul 12.00 WITA tetapi untuk pelayanan dibuka hingga pukul 16.00 WITA. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan selama lima (5) hari pada tanggal 10-14 Juni 2024 diperoleh jumlah kedatangan pengunjung pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Jumat masing masing sebanyak 63 pengunjung, 59 pengunjung, 64 pengunjung, 69 pengunjung, dan 42 pengunjung.

Tabel 1. Jumlah kedatangan pengunjung

Waktu pelaksanaan	**Jumlah kedatangan**	**Waktu pelayanan**	**Rata rata (menit)**
Senin, 10 Juni 2024	63	1036	16,44
Selasa, 11 Juni 2024	59	750	17,71
Rabu, 12 Juni 2024	64	890	13,90
Kamis, 13 Juni 2024	69	1773	25,69
Jumat, 14 Juni 2024	42	1010	24,04
Total	**297**	**5459**	**18,38**

Berdasarkan **Tabel 1.** banyaknya pengunjung yang datang selama lima hari pada bagian loket Pencatatan yaitu 297 pengunjung dengan waktu pelayanan sebanyak 5459 menit. Kemudian, untuk rata rata waktu pelayanan pada setiap pengunjung adalah 18,38 atau 0,306 jam.

Pengukuran *Steady State*

Dalam melakukan perhitungan ukuran steady state diperlukan rata-rata tingkat kedatangan (λ) dan rata-rata tingkat pelayanan (μ). Rata rata tingkat kedatangan pengunjung (λ) dari pukul 08.00 WITA sampai dengan pukul 16.00 WITA yaitu 9,28 pengunjung untuk setiap 60 menit. Rata rata pengunjung yang dapat dilayani perloket (μ) dari pukul 08.00 WITA sampai dengan pukul 16.00 WITA yaitu 3,26 pengunjung untuk setiap 60 menit. Kemudian terdapat 4 loket yang dapat melayani Pengunjung (c).

Ukuran Steady state merupakan keadaan dimana tingkat kesibukan system $\rho = \lambda \mu < 1$. steady state terpenuhi Jika, $\lambda < \mu$ artinya $\rho < 1$ menunjukkan tingkat Kedatangan lebih kecil dari tingkat pelayanan. Namun apabila $\rho > 1$ atau $\rho = 1$ perlu dilakukan penambahan jumlah server atau mempercepat pelayanan. Ukuran steady state dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) yaitu :

$$\rho = \frac{9{,}28}{4(3{,}26} = \ 0{,}71 < \ 1$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh tingkat kesibukan sistem yaitu 0.71 kurang dari 1. Hal ini menunjukan bahwa penggunanaan fasilitas sistem telah digunakan secara maksimal sehingga keadaan steady state terpenuhi.

Uji Kecocokan Distribusi

Pada penelitian ini dilakukan yaitu uji distribusi poisson dan uji distribusI eksponensial dimana untuk mengetahui kinerja sistem antrian yang diterapkan pada loket pencatatan di Disdukcapil. Pola tingkat pelayanan yang diterapkan tersebut diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial. Sedangkan tingkat kedatangan pengunjung bersifat acak (random) diasumsikan berdistribusi Poisson.

a. Pengujian Kecocockan Distribusi Data Jumlah Kedatangan

1) Hipotesis

H0 : Data jumlah kedatangan pengunjung berdistribusi Poisson

H1 : Data jumlah kedatangan pengunjung tidak berdistribusi Poisson

2) Taraf Signifikansi yang digunakan yaitu (α) = 5%

3) Statistik Uji D = sup|S(x)-F0(x)|

4) Kriteria Uji

Tabel 2. Uji distribusi poiison

Jumlah Kedatangan	Frekuensi	Frek: Kumulatif	S(x)	F(x)	Difference
42	1	1	0.2	0.023	0.177
59	1	2	0.4	0.637	0.237
63	1	3	0.6	0.807	0.207
64	1	4	0.8	0.84	0.04
69	1	5	1	0.948	0.052

Menolak H0 pada taraf signifikansi α apabila nilai D > nilai D∗(α = 0, 05) yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov uji dua sisi, yaitu 0,563.

5) Keputusan Berdasarkan **tabel 4.2** diperoleh nilai D sebagai nilai tertinggi dari |S(x) − F(x)| yaitu 0,237 kemudian nilai taraf nyata D ∗ (α = 0.05) dari tabel Kolmogorov Smirnov adalah 0.563. Jika dilakukan perbandingan dapat dilihat bahwa nilai D lebih kecil dari nilai taraf nyata yaitu 0,237 < 0,563 maka diperoleh keputusan gagal tolak H0 dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% hipotesis diterima. Hal ini menunjukkan bahwa kedatangan pengunjung pada loket pencatatan di Disdukcapil Kab. Bone Bolango berdistribusi poisson.

b. Pengujian Kecocockan Distribusi Data Waktu Pelayanan

1) Hipotesis

H0 : Data waktu pelayanan pengunjung berdistribusi Eksponensial

H1 : Data waktu pelayanan pengunjung tidak berdistribusi Eksponensial

2) Taraf Signifikansi yang digunakan yaitu (α) = 5%

3) Statistik Uji D = sup|S(x)-F0(x)

Tabel 3. Uji distribusi poisson

Waktu Pelayanan	Frekuensi	Frek: Kumulatif	S(x)	F(x)	Difference
13	1	1	0.2	0.131	0.069
14	1	2	0.4	0.178	0.222
16	1	3	0.6	0.301	0.299
24	1	4	0.8	0.86	0.06
26	1	5	1	0.931	0.069

4) Kriteria Uji Menolak H0 pada taraf signifikansi α apabila nilai D > nilai D(α = 0, 05) yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov.

5) Keputusan Berdasarkan nilai tertinggi dari |S(x) − F(x)| yaitu 0,299 kemudian nilai taraf nyata D ∗ (α = 0.05) dari tabel Kolmogorov Smirnov adalah 0.563. Jika dilakukan perbandingan dapat dilihat nilai D lebih kecil dari nilai taraf nyata yaitu 0,299 < 0,563 maka diperoleh keputusan gagal tolak H0 dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pelayanan pada loket pencatatan di Disdukcapil Kab. Bone Bolango berdistribusi Eksponensial.

Penentual Model Antrian

Penentuan Model Antrian Pelayanan pada loket pencatatan Disdukcapil Kabupaten Bone Bolango terdiri atas 4 loket yang tersedia dengan 4 orang petugas sebagai operator untuk melayani pengunjung yang datang dengan keperluannya masing masing. Hasil analisis data sebelumnya menunjukkan keadaan sistem antrian yang ada di Kantor Disdukcapil Kabupaten Bone Bolango. Distribusi kedatangan pengunjung pada loket pencatatan berdistribusi Poisson, dan distribusi waktu pelayanan pengunjung berdistribusi Eksponensial.

Disdukcapil Kabupaten Bone Bolango menggunakan sistem antrian *Multi Channel Single Phase* di loket pencatatan. Struktur ini memiliki beberapa server yang dapat melayani pengunjung secara bersamaan, tetapi hanya memerlukan satu tahapan dengan waktu yang acak untuk setiap server. Kapasitas sistem sumber kedatangan pengunjung tidak terbatas, disiplin pelayanan FCFS (First Come First Server) berlaku pada sistem antrian tersebut, di mana pengunjung yang pertama datang adalah pengunjung yang paling pertama dilayani.

Analisis Kinerja Sistem

Pada tahap ini, model antrian menggunakan Multi Channel-Single Phase, di mana empat server melayani pengunjung dengan satu tahap yang dilewati pengunjung hanya sekali. Model antrian antrian yang digunakan pada loket pencatatan adalah (M/M/4) : (F CF S/∞/∞). Nilai λ dan μ, telah diperoleh sebelumnya yang diperlukan untuk mengukur kinerja sistem antrian. Selanjutnya menghitung peluang pelayanan tidak melayani pengunjung P0 akan dicari, jumlah rata-rata pengunjung dalam antrian Lq, jumlah rata-rata pengunjung dalam sistem Ls, dan waktu menunggu rata-rata pengunjung dalam antrian Wq dan sistem Ws, yang akan dihitung sebagai berikut:

1. Peluang sedang tidak melayani pengunjung (P0)

$$P0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{0!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{0}\right] + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c}\left(\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right)} = 0{,}020$$

2. Rata-rata pengunjung dalam sistem yang sedang dilayani (Ls)

$$Ls = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c}}{(c-1)!\,(c\mu-\lambda)^{2}} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} = 3{,}315$$

3. Rata-rata pengunjung dalam antrian yang sedang dilayani (Lq)

$$Lq = Ls + \frac{\lambda}{\mu} = 6{,}161$$

4. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pengunjung dalam sistem (Ws)

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda} = 0{,}357$$

5. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pengunjung dalam antrian (Ws)

$$Wq = Ws + \frac{1}{\mu} = 0{,}663$$

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan model antrian Multi Channel-Single Phase yaitu (M/M/4 : F CF S : ∞/∞) diperoleh rata rata tingkat kedatangan pengunjung setiap jam yaitu sebanyak 9,28 atau 9 orang dan rata rata tingkat pelayanan sebanyak 3,26 orang atau 3 orang pengunjung. Data diambil dari mulainya nomor antrian pengunjung hingga mendapatkan pelayanan yang dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Ukuran kinerja system

Kinerja Sistem antrian	**Analisis Hasil**
Tingkat kedatangan λ	9,28 orang atau 9 orang perjam
Tingkat pelayanan μ	3,26 orang atau 3 orang perjam
Tingkat kegunaan sistem ρ	0,71 atau 71 %
Peluang tidak ada pengunjung P0	0,02 atau 2 %
Pengunjung dalam sistem Ls	3,315 atau 3 orang dalam sistem
Pengunjung dalam antrian Lq	6,161 atau 6 orang dalam antrian
Waktu yang dihabiskan pengunjung dalam sistem Ws	0,357 jam atau 21,42 menit
Waktu yang dihabiskan pengunjung dalam antrian Wq	0,66 jam atau 39,7 menit

Setelah dilakukan perhitungan ukuran kinerja sistem antrian diperoleh probabilitias tidak adanya pengunjung dalam sistem (P0) yaitu 0.02, jumlah rata-rata pengunjung dalam sistem (Ls) yaitu 3,315, waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pengunjung pada sistem (Ws) yaitu 0,357 jumlah rata-rata pengunjung dalam antrian Lq yaitu 6,161 pengunjung dan waktu rata-rata pengunjung dalam antrian Wq yaitu 0.66 jam. Berdasarkan pembahasan dapat disimpulkan Model antrian yang diterapkan di Disdukcapil Kabupaten Bone Bolango yaitu (M/M/4) : (F IF O/∞/∞) yang berarti tingkat kedatangan nasabah berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi Eksponensial, jumlah saluran dalam sistem ganda, jumlah satuan pelayanan waktu adalah first in first out (FIFO) yaitu pengunjung yang terlebih dahulu datang maka dilayani terlebih dahulu. Jumlah pengunjung yang boleh masuk tidak berhingga dalam sistem antrian dan ukuran populasi pada sumber masukan yaitu tidak berhingga.

Tabel 5. Tingkat aspirasi model

Loket	***Ws***	***ρ***
4	21,6	71%
5	18,9	56%
6	18,5	47%
7	18,4	40%

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.3 tingkat aspirasi model antrian pada loket pencatatan, menunjukkan model antrian yang optimal yaitu 7 server dengan nilai 40%, dengan ρ rentang rendah antara 5% - 10%. Dengan demikian, pelayanan dengan tujuh loket yaitu 40% dapat dianggap efektif dalam meningkatkan pelayanan.

5. KESIMPULAN

Saat ini, sistem antrian yang diterapkan di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Bone Bolango adalah model Multi Channel Single Phase dengan notasi (M/M/4):(FIFO/∞/∞), yang menggambarkan tingkat kedatangan pengunjung berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi Eksponensial, dengan 4 loket pelayanan, disiplin antrian first-come first-served (FCFS), serta sumber kedatangan dan kapasitas antrian yang tidak terbatas. Namun, untuk mengoptimalkan kinerja sistem antrian, direkomendasikan penerapan model antrian M/M/c dengan menambah jumlah loket pelayanan menjadi 7 loket, atau notasi (M/M/7):(FCFS/∞/∞). Dengan model ini, tingkat kegunaan sistem (ρ) diperkirakan berada di bawah 50%, sekitar 41%, yang dianggap efektif karena berada dalam rentang tingkat kegunaan rendah (5%-10%). Evaluasi kinerja sistem antrian menunjukkan bahwa dengan model (M/M/7), waktu tunggu rata-rata pengunjung dalam sistem dapat berkurang menjadi sekitar 18,42 menit, sementara waktu tunggu dalam antrian sekitar 18 menit. Selain itu, tingkat kegunaan fasilitas pelayanan juga menurun menjadi 41%, yang lebih optimal dibandingkan dengan kondisi saat ini. Oleh karena itu, penerapan model antrian dengan 7 loket pelayanan direkomendasikan untuk meningkatkan efektivitas pelayanan, mempersingkat waktu tunggu pengunjung, dan meningkatkan kepuasan masyarakat terhadap layanan yang diberikan oleh Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Bone Bolango.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapkan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak prodi matematika UNG atas kontribusi dalam penyusunan karya ilmiah.

DAFTAR REFERENSI

Abidin, Y., Rum Alim, M., & Lestari, R. (2020). Analisis optimalisasi waktu layanan potong rambut pada Takilish Barber Shop dengan model antrian. Oikonomia: Jurnal Manajemen, 15(2), 1–17. https://doi.org/10.47313/oikonomia.v15i2.744

Arini, R. W., & Nanih, S. (2022). Analisis sistem antrian Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan: Studi kasus Puskesmas Margadadi. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik, 1(1), 23–37. https://doi.org/10.55606/jurritek.v1i1.104

Ary, M. (2019). Analisis model sistem antrian pada pelayanan administrasi. Jurnal Tekno Insentif, 13(1), 9–15. https://doi.org/10.36787/jti.v13i1.102

Aseha, P., Rahmi, D., Yuniati, S., Kurniati, A., Tarbiah, F., & Keguruan, S. (2023). Analisis sistem antrian untuk meningkatkan efektivitas pelayanan pada Rumah Sakit Pekanbaru. Matematika Sains, 1(2), 35–43.

Azizi, B., & Manaor Hara Pardede, A. (2022). Simulasi antrian pelayanan masyarakat dengan metode gamma studi kasus Dinas Sosial Kota Binjai. Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK), 6(2), 485–494.

Azumah, S. M., Addor, J. A., Twenefour, F. B. K., & Baah, E. M. (2021). Stochastic model of waiting time: A case of two selected banks in the Sekondi-Takoradi metropolis. Open Journal of Statistics, 11(05), 906–924. https://doi.org/10.4236/ojs.2021.115053

Bataona, B. L. V., Nyoko, A. E. L., & Nursiani, N. P. (2020). Analisis sistem antrian dalam optimalisasi layanan di supermarket Hyperstore. Journal of Management: Small and Medium Enterprises (SMEs), 12(2), 225–237. https://doi.org/10.35508/jom.v12i2.2695

Budiman, R., Hatidja, D., Paendong, M. S., Kunci, K., & Berganda, A. J. (2020). Analisis sistem antrian di PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. Kantor Cabang Manado. Jurnal Matematika dan Aplikasi, 9(1), 8–15.

Emilia, K. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pelayanan publik di Kantor Kecamatan Cintapuri Kabupaten Banjar. Ilmu Administrasi Publik, 2(1), 1–79.

Hanggara, F. D., & Putra, R. D. E. (2020). Analisis sistem antrian pelanggan SPBU dengan pendekatan simulasi Arena. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 6(2), 155–162. https://doi.org/10.30656/intech.v6i2.2543

Hariputra, R. P., Defit, S., & Sumijan. (2022). Analisis sistem antrian dalam meningkatkan efektivitas pelayanan menggunakan metode accidental sampling. Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi, 4(2), 70–75. https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v4i2.127

Harpeni, S. (2020). Analisis sistem antrian dalam pelayanan administrasi pada pasien rawat jalan di Rumah Sakit Permata Bunda Yogyakarta. Jurnal Permata Indonesia, 11(1), 44–48.

Hasanuddin, H., Wolok, E., Giu, J. D., & Sugianto, N. (2023). Analisis sistem antrian pembelian tiket di Pelabuhan Penyeberangan Gorontalo menggunakan aplikasi Promodel. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 5(1), 55–64. https://doi.org/10.37905/jjeee.v5i1.17040

Hawadini, A. (2020). Analisis sistem antrian dan optimalisasi layanan teller untuk meningkatkan kepuasan nasabah dalam perspektif lembaga keuangan Islam (Studi pada Bank Pembiayaan Rakyat Syariah Tanggamus). Skripsi, Universitas Islam Negeri, 21.

Khoirunnisa, G., & Martini, N. (2021). Analisis sistem antrian di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Karawang. Jurnal Ilmiah Ekonomi Global Masa Kini, 12(01), 42–50.

Listiyani, R., Linawati, L., & Sasongko, L. R. (2019). Analisis proses produksi menggunakan teori antrian secara analitik dan simulasi. Jurnal Rekayasa Sistem Industri, 8(1), 9–18. https://doi.org/10.26593/Jrsi.V8i1.3154.9-18

Lumunon, L. N., Kindangen, P., & Tumewu, F. (2022). Efektivitas sistem antrian dalam mengoptimalkan pelayanan pada PT Bank Sulutgo Cabang Airmadidi. Jurnal EMBA, 10(1), 1749–1757.

Mufassaroh, M. L., Murwaningsih, T., & Subarno, A. (2023). Faktor-faktor yang menghambat pelaksanaan pelayanan publik di Kantor Kecamatan Widodaren Kabupaten Ngawi. JIKAP (Jurnal Informasi dan Komunikasi Administrasi Perkantoran), 7(4), 298. https://doi.org/10.20961/jikap.v7i4.64355

Permatasari, E. (2020). Analisis sistem antrian multiphase pada fasilitas pelayanan masyarakat bidang pendaftaran penduduk di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Madiun. Jurnal Statistika Industri dan Komputasi, 5(1), 41–53.

Purnomo, B. H., Suryadharma, B., & Ekasari, N. Y. (2021). Model sistem antrian pada pelayanan restoran cepat saji (Studi kasus di KFC Gajah Mada Kabupaten Jember). Jurnal Agroteknologi, 15(01), 40. https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i01.19929