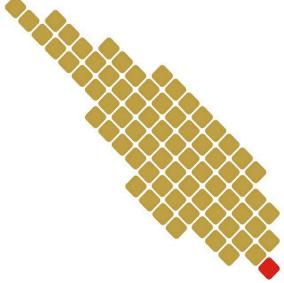


**Analisis Sistem Antrian pada Layanan ATM BRI di Kampus Institut  
Teknologi Sumatera**

**Pemodelan Stokastik**



**ITERA**

**Disusun Oleh:**

Kelompok 6

**Anggota Kelompok:**

Vita Anggraini 122450046

Mutiara Dian Pitaloka 122450047

Irhamna Mahdi 122450049

Nisrina Nur Affifah 122450052

**PROGRAM STUDI SAINS DATA  
FAKULTAS SAINS  
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA  
2024/2025**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB I</b>	
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>3</b>
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II</b>	
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Proses Poisson.....	5
2.2 Distribusi Eksponensial.....	5
2.3 Sistem Antrain.....	5
2.4 Model Antrian M/M/1 ( <i>Single Channel - Single Phase</i> ).....	6
<b>BAB III</b>	
<b>METODOLOGI.....</b>	<b>7</b>
3.1 Jenis Data.....	7
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	7
3.3 Variabel yang Diamati.....	7
3.2 Diagram Alir.....	8
<b>BAB IV</b>	
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>9</b>
4.1 Deskripsi Data.....	9
4.2 Hasil Perhitungan.....	9
4.3 Interpretasi Hasil.....	10
4.4 Distribusi Poisson Kedatangan Nasabah.....	11
4.5 Distribusi Eksponensial Pelayanan Sistem ATM BRI.....	12
4.6 Diskusi.....	13
<b>BAB V</b>	
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>14</b>
5.1 Kesimpulan.....	14
5.2 Saran.....	14
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>15</b>

## ABSTRAK

Dengan meningkatnya permintaan layanan perbankan di perguruan tinggi, diperlukan ketersediaan fasilitas transaksi yang dapat mengatasi perubahan permintaan pelanggan. Dengan intensitas transaksi yang meningkat pada jam-jam puncak aktivitas akademik, ATM BRI di Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) menjadi salah satu fasilitas utama yang digunakan oleh mahasiswa dan staf akademik. Antrian panjang dan waktu tunggu yang tidak optimal dapat terjadi jika tingkat kedatangan pelanggan tidak seimbang dengan kapasitas layanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem antrian ATM BRI yang menggunakan model M/M/1. Data primer dikumpulkan selama 2,5 jam dengan interval pencatatan 15 menit. Fokus penelitian adalah jumlah kedatangan ( $\lambda$ ) dan jumlah pelayanan ( $\mu$ ). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa utilitas sistem ( $p$ ) pada seluruh hari pengamatan bernilai lebih dari 1, yang menunjukkan bahwa laju kedatangan secara konsisten melebihi kapasitas pelayanan mesin ATM. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem berada di luar keadaan steady-state, sehingga ukuran performa antrian seperti  $L_q$ ,  $L_s$ ,  $W_q$ , dan  $W_s$  tidak dapat dihitung dengan benar menggunakan formulasi model M/M/1. Analisis distribusi menunjukkan bahwa pola kedatangan sesuai dengan Hasil menunjukkan bahwa kapasitas ATM BRI Kampus ITERA belum mencukupi untuk memenuhi permintaan transaksi. Untuk mencapai sistem yang stabil dan meningkatkan efisiensi layanan, diperlukan penambahan lebih banyak unit ATM atau pengoptimalan proses pelayanan.

**Kata kunci:** ATM BRI, Distribusi Eksponensial, Distribusi Poisson, Efisiensi Pelayanan, ITERA, M/M/1, Sistem Antrian, Utilitas Sistem

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### **1.1 Latar Belakang**

Kualitas layanan perbankan sangat dipengaruhi oleh kemampuan fasilitas pelayanan dalam mengelola permintaan nasabah yang datang secara dinamis. Mesin ATM (*Automated Teller Machine*) adalah salah satu fasilitas perbankan yang sering digunakan oleh masyarakat untuk transaksi cepat seperti penarikan uang, transfer, pembayaran dan pengecekan saldo [1]. Mobilitas transaksi yang tinggi terutama pada lingkungan kampus, dimana jumlah pengguna meningkat secara signifikan pada waktu tertentu. Ketidakseimbangan antara laju kedatangan nasabah dan kapasitas pelayanan mesin ATM sering memicu terjadinya antrian yang panjang dan waktu tunggu yang kurang efisien.

Antrian merupakan suatu kondisi ketika permintaan layanan lebih banyak daripada kemampuan fasilitas dalam melayani, sehingga pengguna harus menunggu dalam barisan sebelum memperoleh pelayanan [2]. Dalam teori antrian, fenomena ini dijelaskan melalui proses kedatangan, proses pelayanan, serta aturan antrian seperti *First In First Out* (FIFO). Antrian yang tidak dikelola dengan baik dapat menurunkan kenyamanan, memperpanjang waktu tunggu, dan mengganggu kelancaran aktivitas pengguna. Pada layanan perbankan seperti ATM, ketidakseimbangan antara laju kedatangan nasabah dan kapasitas mesin dalam memproses transaksi seringkali memicu penumpukan antrian, yang mempengaruhi persepsi pengguna terhadap efisiensi kualitas pelayanan [3].

Fenomena antrian pada layanan ATM umumnya mengikuti pola tertentu yang dapat dimodelkan secara matematis menggunakan teori antrian. Penelitian oleh Jamhary et al. menunjukkan bahwa pola kedatangan nasabah cenderung mengikuti distribusi Poisson, sedangkan waktu pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial. Kedua karakteristik tersebut menjadikan model antrian M/M/1 atau sistem *single channel-single phase* relevan dalam menganalisis perfroma layanan ATM, termasuk estimasi waktu tunggu, tingkat pelayanan, serta tingkat pemanfaatan fasilitas [4].

Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) mempunyai populasi mahasiswa dan staf yang besar sehingga kebutuhan transaksi keuangan melalui ATM sangat tinggi. Pada periode tertentu, seperti menjelang waktu perkuliahan atau akhir pekan, permintaan terhadap layanan ATM BRI meningkat drastis dan berpotensi menimbulkan penumpukan antrian. Jika kondisi tersebut tidak dianalisis dan dikelola secara sistematis, pengguna layanan akan terus mengalami waktu tunggu yang panjang, yang akhirnya dapat mempengaruhi aktivitas akademik dan operasional kampus. Oleh karena itu, analisis sistem antrian pada ATM BRI Kampus ITERA menjadi suatu isu untuk diteliti untuk mengevaluasi efisiensi pelayanan, memahami karakteristik kedatangan nasabah, serta mengukur kemampuan ATM dalam menangani beban transaksi harian. Hasil analisis ini diharapkan mampu memberikan gambaran objektif mengenai kinerja layanan serta rekomendasi strategis untuk meningkatkan kualitas pelayanan perbankan di lingkungan kampus.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana waktu tunggu nasabah pada layanan mesin ATM BRI Kampus ITERA ?
2. Berapa tingkat pelayanan yang diberikan oleh mesin ATM BRI Kampus ITERA ?
3. Berapa waktu proses transaksi serta tingkat pemanfaatan mesin ATM BRI Kampus ITERA yang diperoleh melalui model antrian M/M/1 ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung waktu tunggu nasabah yang melakukan transaksi pada ATM BRI Kampus ITERA.
2. Mengetahui dan menghitung tingkat pelayanan mesin ATM BRI berdasarkan waktu transaksi selama pengamatan.
3. Mengukur waktu proses transaksi dalam serta tingkat pemanfaatan sistem menggunakan model M/M/1 sebagai dasar evaluasi efektivitas layanan ATM BRI Kampus ITERA.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis
  - Mengembangkan kajian teori antrian berbasis pemodelan stokastik, khususnya penerapan model M/M/1 pada sistem layanan perbankan di lingkungan kampus.
  - Menambah referensi ilmiah terkait analisis performa layanan ATM menggunakan distribusi Poisson dan Eksponensial sehingga dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya.
  - Memberikan contoh penerapan nyata teori stokastik terhadap data empiris sehingga memperkuat pemahaman terkait dinamika kedatangan dan pelayanan dalam sistem antrian.
2. Manfaat Praktis
  - Memberikan evaluasi objektif mengenai efisiensi ATM BRI Kampus ITERA, mencakup waktu tunggu, tingkat pelayanan, dan tingkat pemanfaatan mesin.
  - Menyediakan dasar rekomendasi bagi pihak bank atau pengelola fasilitas untuk meningkatkan kualitas layanan, seperti penambahan unit ATM dan perbaikan konfigurasi layanan.
  - Membantu nasabah untuk memahami pola keramaian ATM, sehingga dapat memilih waktu transaksi yang lebih efisien untuk meminimalkan waktu tunggu.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proses Poisson

Proses Poisson merupakan salah satu dasar penting dalam teori antrian, karena menggambarkan pola kedatangan pengguna secara acak dalam rentang waktu tertentu. Kedatangan nasabah pada fasilitas pelayanan seperti ATM umumnya bersifat *random*, tidak saling bergantung, dan terjadi dengan tingkat kedatangan rata-rata tertentu ( $\lambda$ ). Kedatangan nasabah ATM cenderung mengikuti distribusi Poisson karena pengguna datang secara spontan tanpa koordinasi satu sama lain serta memiliki variasi waktu kedatangan yang tidak teratur [4].

Rumus Proses Poisson:

$$P(n, t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!}$$

Keterangan:

- $P(n, t)$  : probabilitas terdapat n kedatangan dalam waktu t
- $\lambda$  : tingkat kedatangan per satuan waktu
- n : jumlah kedatangan

#### 2.2 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial digunakan untuk memodelkan durasi waktu pelayanan (service time) dalam teori antrian. Distribusi ini menyatakan bahwa waktu pelayanan bersifat acak tetapi memiliki rata-rata yang konstan ( $\mu$ ). Waktu pelayanan ATM terbukti mengikuti distribusi eksponensial, yang ditunjukkan oleh kestabilan waktu proses transaksi rata-rata dan karakteristik transaksi yang relatif singkat dan serupa antar pengguna [5].

Rumus Distribusi Eksponensial:

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}$$

Keterangan:

- $\mu$  : tingkat pelayanan per satuan waktu
- t : waktu pelayanan

#### 2.3 Sistem Antrian

Sistem antrian adalah mekanisme yang menggambarkan proses kedatangan, menunggu, hingga pelayanan oleh suatu fasilitas. Komponen utama sistem antrian meliputi:

1. Kedatangan (*arrival process*): Biasanya mengikuti proses poisson.
2. Disiplin antrian: Seperti *First In First Out* (FIFO).
3. Fasilitas pelayanan (*server*): Jumlah mesin atau petugas yang melayani.
4. Waktu pelayanan: biasanya mengikuti distribusi eksponensial.

Antrian terjadi ketika tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) melebihi atau mendekati tingkat pelayanan ( $\mu$ ), sehingga pengguna harus menunggu untuk dilayani. Jika kondisi tersebut berlangsung lama,

kualitas pelayanan akan menurun karena waktu tunggu membesar dan tingkat kepuasan menurun [3].

#### **2.4 Model Antrian M/M/1 (*Single Channel - Single Phase*)**

Model M/M/1 adalah model antrian dasar yang digunakan ketika terdapat satu jalur antrian dan satu server. Model ini mengasumsikan bahwa kedatangan mengikuti distribusi Poisson dan waktu. Model ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Kedatangan mengikuti distribusi Poisson (M).
2. Waktu pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial (M).
3. Terdapat satu jalur antrian dan satu server.

Model M/M/1 dalam menganalisis antrian ATM di Kampus Sari Mulia dan menghasilkan ukuran kinerja seperti waktu tunggu ( $W_q$ ), waktu dalam sistem ( $W_s$ ), jumlah nasabah dalam antrian ( $L_q$ ), serta tingkat pemanfaatan server ( $\rho$ ). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model M/M/1 mampu menggambarkan kondisi operasional ATM secara akurat karena karakteristik kedatangan dan pelayanan sesuai dengan asumsi model [6].

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Jenis Data**

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas antrian pada ATM BRI Kampus ITERA. Data primer dipilih karena mampu menggambarkan kondisi operasional ATM secara nyata dan sesuai dengan pola penggunaan fasilitas oleh mahasiswa maupun tenaga kependidikan. Data yang dicatat mencakup jumlah kedatangan nasabah pada setiap interval waktu serta jumlah layanan nasabah yang berhasil dilayani. Seluruh data ini digunakan sebagai dasar dalam menghitung parameter antrian seperti tingkat kedatangan ( $\lambda$ ), tingkat pelayanan ( $\mu$ ), waktu tunggu ( $Wq$ ), dan jumlah nasabah dalam sistem ( $Ls$ ).

#### **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung pada ATM BRI Kampus ITERA. Pengamatan dilakukan selama 2,5 jam, mulai pukul 15:00 hingga 17:30 dengan interval pencatatan setiap 15 menit. Pada setiap interval, peneliti mencatat jumlah nasabah yang datang dan jumlah nasabah yang berhasil dilayani oleh mesin ATM. Pencatat waktu dilakukan secara manual untuk memastikan ketelitian dalam merekam seluruh aktivitas antrian. Metode ini memberikan gambaran yang rinci mengenai aliran kedatangan dan pelayanan pada periode waktu yang padat aktivitas.

#### **3.3 Variabel yang Diamati**

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Jumlah kedatangan nasabah ( $\lambda$ ) : Jumlah nasabah yang datang pada setiap interval 15 menit.

$$\lambda = \frac{\text{Total Nasabah}}{\text{Waktu Pengamatan}}$$

2. Jumlah nasabah yang dilayani ( $\mu$ ) : Jumlah nasabah yang menyelesaikan transaksi pada setiap interval 15 menit.

$$\mu = \frac{\text{Total Pelayanan}}{\text{Waktu Pengamatan}}$$

3. Waktu tunggu nasabah ( $Wq$ ) : Perkiraan waktu yang dibutuhkan nasabah untuk menunggu sebelum dilayani yang dihitung berdasarkan model M/M/1.

$$Wq = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

4. Waktu dalam Sistem ( $Ws$ ) : Waktu total sejak nasabah datang hingga transaksi selesai.

$$Ws = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

5. Panjang antrian ( $Lq$ ) : Rata-rata jumlah nasabah yang sedang menunggu layanan.

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

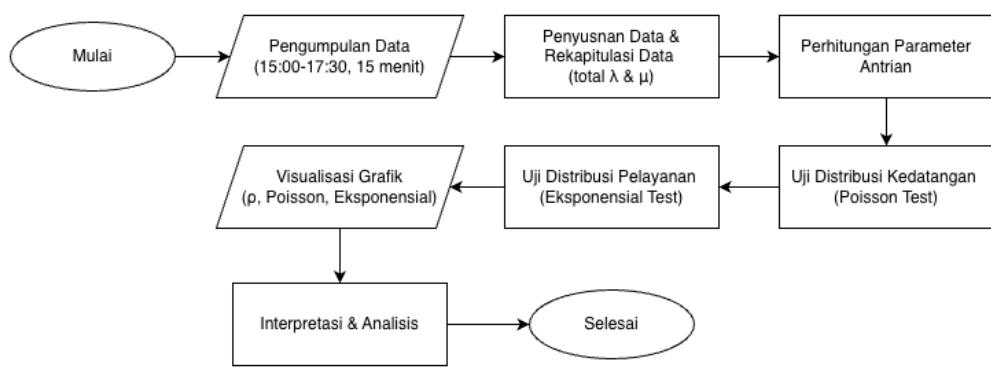
6. Jumlah nasabah dalam sistem ( $L_s$ ) : Rata-rata jumlah nasabah yang menunggu dan sedang dilayani.

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

7. Utilitas sistem ( $\rho$ ) : Tingkat kesibukan mesin ATM yang dihitung dari perbandingan  $\lambda$  dan  $\mu$ .

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

### 3.2 Diagram Alir



**Gambar 1. Diagram Alir**

Proses dimulai dengan mengumpulkan data melalui observasi lapangan selama 15 menit setiap hari dari jam 15:00 hingga 17:30 untuk menghitung jumlah kedatangan nasabah dan pelayanan yang diberikan oleh mesin ATM. Data yang dikumpulkan kemudian dimasukkan ke tahap penyusunan dan rekapitulasi, di mana parameter dasar model adalah total kedatangan ( $\lambda$ ) dan total pelayanan ( $\lambda$ ). Selanjutnya, perhitungan parameter antrian dilakukan, yang menentukan jumlah total nasabah yang datang dan pelayanan yang diberikan oleh mesin ATM. Untuk memberikan gambaran empiris tentang pola data, hasil perhitungan dan uji distribusi divisualisasikan melalui grafik yang menggambarkan utilitas sistem, distribusi Poisson, dan distribusi eksponensial. Interpretasi dan analisis adalah tahapan akhir, yang dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas sistem, kesesuaian model, dan dampak terhadap kinerja layanan ATM. Akhir dari proses ini adalah kesimpulan yang menggabungkan semua hasil penelitian.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Deskripsi Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh melalui proses observasi langsung pada layanan ATM BRI yang berada di Institut Teknologi Sumatera (ITERA). Pengamatan dilakukan selama 2,5 menit, yang dimulai pukul 15.00 hingga 17.30, dengan selang pencatatan setiap 15 menit. Pada setiap selang waktu tersebut, peneliti mencatat dua jenis informasi, yaitu :

1. Jumlah nasabah yang datang ( $\lambda$ )

Pencatatan dilakukan untuk mengetahui banyaknya nasabah yang tiba dan bergabung ke dalam antrian pada setiap interval waktu. Data kedatangan ini digunakan untuk menghitung tingkat kedatangan rata-rata ( $\lambda$ ) yang menjadi parameter utama dalam model antrian M/M/1.

2. Jumlah nasabah yang dilayani ( $\mu$ )

Pada setiap interval 15 menit, peneliti juga mencatat berapa banyak nasabah yang berhasil menyelesaikan transaksi di mesin ATM. Informasi ini diperlukan untuk menentukan tingkat pelayanan atau service rate ( $\mu$ ) dari fasilitas ATM.

Data yang dikumpulkan merupakan kondisi operasional ATM BRI saat aktivitas mahasiswa sudah selesai, sehingga menggambarkan situasi antrian yang realistik pada lingkungan kampus. Variabel tambahan yang kemudian dianalisis berdasarkan data tersebut mencakup:

1. Waktu tunggu rata-rata ( $W_q$ )
2. Waktu total dalam sistem ( $W_s$ )
3. Jumlah rata-rata nasabah dalam antrian ( $L_q$ )
4. Jumlah rata-rata nasabah dalam sistem ( $L_s$ )
5. Utilitas mesin ATM ( $\rho$ ) yaitu tingkat kesibukan server
6. Probabilitas sistem kosong ( $P_0$ )
7. Probabilitas memiliki  $\geq 2$  pelanggan ( $P_{n \geq 2}$ )

#### **4.2 Hasil Perhitungan**

Berdasarkan data observasi yang dilakukan selama 2,5 jam per hari. Parameter dasar yang dihitung adalah laju kedatangan rata-rata ( $\lambda$ , dalam orang/jam) dan laju pelayanan rata-rata ( $\mu$ , dalam orang/jam). Dari kedua parameter ini dihitung utilitas sistem ( $\rho$ ) serta indikator beban sistem yang memberikan gambaran tekanan antrian pada ATM BRI.

**Tabel 1. Hasil Perhitungan Parameter Antrian per Hari**

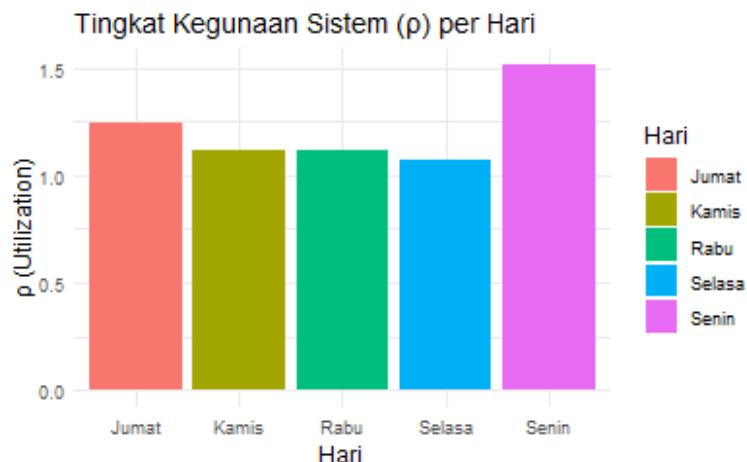
Hari	$\lambda$	$\mu$	$\rho$	$L_q$	$L_s$	$W_s$ (Menit)	$W_q$ (Menit)	$P_0$	$P_{n \geq 2}$
Senin	56,8	37,6	1,511	4,468	2,958	4,720	3.125	0,510	3,447
Selasa	41,6	38,8	1,072	15,929	14,857	22,974	21,428	0,072	1,232

Rabu	34,4	30,8	1,117	10,672	9,555	18,614	16,666	0,116	1,393
Kamis	44,8	40,0	1,120	10,453	9,333	14,000	12,500	0,120	1,404
Jumat	42,8	34,4	1,244	6,339	5,095	8,887	7,142	0,244	1,925

Dari seluruh hari pengamatan, nilai  $\rho$  (utilitas sistem) selalu lebih dari 1. Hal ini berarti tingkat kedatangan nasabah selalu lebih besar dibandingkan kemampuan mesin ATM dalam memberikan pelayanan. Secara teoritis, model antrian M/M/1 hanya dapat dihitung nilai  $W_q$ ,  $W_s$ ,  $L_q$ , dan  $L_s$  apabila  $\rho < 1$ . Karena pada hasil perhitungan didapati bahwa  $\rho \geq 1$ , maka sistem tidak berada dalam kondisi *steady-state*. Dengan demikian, nilai-nilai ukuran kinerja antrian pada model M/M/1 tidak dapat dihitung dengan rumus steady-state karena secara matematis hasilnya menjadi tak terhingga (divergen).

#### 4.3 Interpretasi Hasil

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat kedatangan nasabah pada ATM BRI Kampus ITERA lebih tinggi dibandingkan kemampuan mesin ATM dalam menyelesaikan transaksi. Kondisi ini ditunjukkan oleh nilai utilitas sistem ( $\rho$ ) yang selalu berada di atas angka 1 pada setiap hari pengamatan.



Gambar 2. Tingkat Kegunaan Sistem ( $\rho$ ) per Hari

Nilai  $\rho > 1$  mengindikasikan bahwa kapasitas pelayanan ATM tidak mampu mengimbangi jumlah nasabah yang datang, sehingga antrian akan terus bertambah dari waktu ke waktu. Dalam konteks model M/M/1, keadaan ini dikategorikan sebagai sistem yang tidak stabil, sehingga ukuran performa seperti panjang antrian rata-rata ( $L_q$ ), jumlah pelanggan dalam sistem ( $L_s$ ), waktu tunggu rata-rata ( $W_q$ ), dan waktu total dalam sistem ( $W_s$ ) tidak dapat dihitung menggunakan rumus steady-state. Pada kondisi ini, terutama waktu tunggu ( $W_q$  dan  $W_s$ ) menjadi tidak valid karena rumus hanya berlaku ketika nilai  $\rho$  berada di bawah 1.

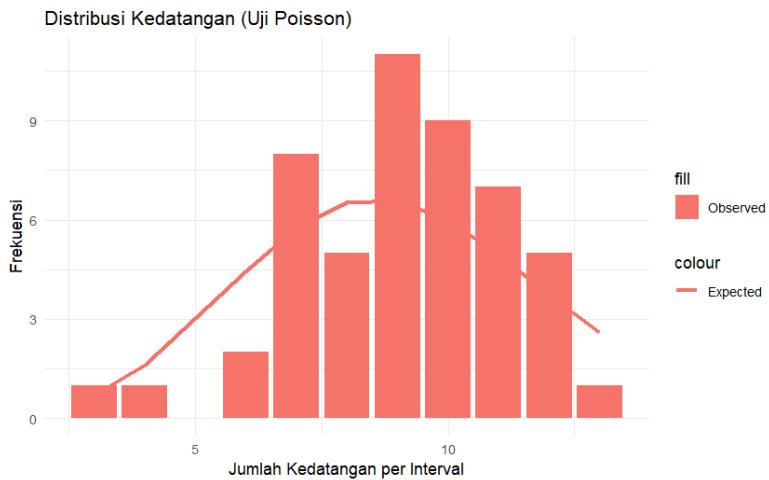
Secara operasional, kondisi ini berarti bahwa:

1. Mesin ATM beroperasi melebihi kapasitas idealnya, sehingga nasabah harus menunggu lebih lama terutama pada jam-jam sibuk.

2. Peningkatan jumlah pengguna di lingkungan kampus tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas pelayanan perbankan.
3. Apabila kondisi seperti ini berlangsung secara terus-menerus, maka antrian yang terbentuk berpotensi semakin panjang dan berdampak pada ketidaknyamanan pengguna.

Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan perlunya peningkatan kapasitas pelayanan, seperti penambahan unit ATM atau peningkatan efisiensi sistem pelayanan, agar tingkat kedatangan dapat diimbangi dan nilai  $\rho$  dapat diturunkan hingga berada di bawah 1 sehingga sistem dapat mencapai kondisi stabil sesuai model antrian M/M/1.

#### 4.4 Distribusi Poisson Kedatangan Nasabah



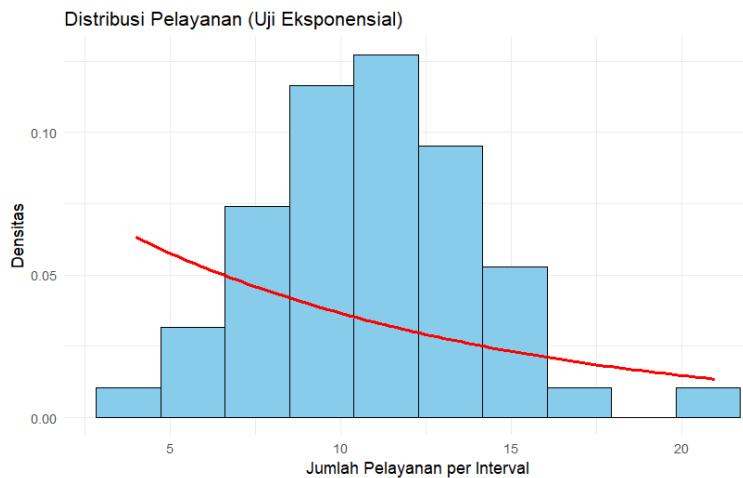
**Gambar 3. Distribusi Poisson Kedatangan Nasabah**

Perbandingan antara distribusi empiris (ditemukan) dan distribusi teoritis (diharapkan) dari jumlah kedatangan pelanggan pada sistem antrian selama 15 menit interval. Dalam situasi di mana kejadian bersifat acak, saling bebas, dan memiliki laju kedatangan yang konstan, distribusi Poisson digunakan untuk mensimulasikan jumlah kejadian dalam interval waktu tertentu. Histogram dengan warna merah menunjukkan frekuensi kedatangan aktual berdasarkan data observasi lapangan, sedangkan garis kurva yang terbentuk di atas batang histogram menunjukkan frekuensi yang diharapkan menurut distribusi Poisson.

Secara visual, histogram menunjukkan bentuk yang hampir simetris moderat, dengan puncak pada nilai kedatangan sekitar 8 hingga 10 klien per interval. Hal ini konsisten dengan asumsi tentang proses kedatangan acak yang digambarkan oleh model Poisson. Kurva distribusi yang diharapkan, juga dikenal sebagai kurva Poisson yang diharapkan, tampaknya mengikuti pola distribusi empiris dengan deviasi yang relatif kecil, yang menunjukkan bahwa ada korelasi yang baik antara data aktual dan model teoritis. Kesesuaian pola ini menunjukkan bahwa proses kedatangan klien ke sistem cenderung acak dan mengikuti karakteristik model Poisson. Jumlah kedatangan per interval waktu dapat diprediksi dengan menggunakan rata-rata kedatangan ( $\lambda$ ) tanpa ketergantungan antar kejadian.

Hasil ini menegaskan bahwa data kedatangan memenuhi asumsi dasar model antrian M/M/1. Dalam model ini, komponen kedatangan diikuti oleh distribusi Poisson, dan proses pelayanan diikuti oleh distribusi eksponensial. Kesimpulan statistik formal dari uji chi-square sebelumnya didukung oleh visualisasi ini. Jika nilai p-value dari uji chi-square lebih besar dari 0.05, maka tidak ada alasan untuk menolak hipotesis bahwa data mengikuti distribusi Poisson. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa model Poisson adalah metode yang valid untuk menunjukkan dinamika kedatangan klien pada sistem antrian yang dianalisis dalam penelitian ini.

#### 4.5 Distribusi Eksponensial Pelayanan Sistem ATM BRI



**Gambar 4. Distribusi Eksponensial Pelayanan Sistem ATM BRI**

Hasil dari analisis distribusi waktu pelayanan yang dilakukan dengan menggunakan metode distribusi eksponensial. Histogram berwarna biru menunjukkan distribusi empiris dari jumlah pelayanan yang dapat diselesaikan dalam setiap interval 15 menit berdasarkan data observasi, dan kurva merah di atas histogram menunjukkan bentuk distribusi eksponensial teoritis yang diperoleh dari data aktual. Pada kondisi di mana pelayanan berlangsung secara acak, independen, dan tidak bergantung pada waktu sebelumnya, model distribusi eksponensial biasanya digunakan untuk menunjukkan waktu antar pelayanan pada sistem antrian.

Secara visual, pola penurunan densitas pada kurva eksponensial terlihat menurun secara monoton. Ini sesuai dengan sifat memoryless distribusi eksponensial. Namun, histogram empiris menunjukkan bahwa pola penurunan eksponensial murni tidak sepenuhnya mengikuti frekuensi pelayanan pada interval tertentu. Nilai pelayanan pada interval 8-12 per 15 menit lebih besar dari nilai yang diprediksi model eksponensial. Meskipun demikian, bentuk histogram yang paling umum masih menunjukkan kecenderungan ke arah pola distribusi eksponensial, terutama pada ekor distribusi yang menurun seiring meningkatnya jumlah pelayanan yang diberikan.

Pemahaman ini diperkuat dengan interpretasi statistik dari uji Kolmogorov-Smirnov (K-S test) yang dilakukan bersamaan dengan visualisasi ini. Tidak ada bukti yang mendukung hipotesis nol bahwa distribusi eksponensial ditemukan dalam data pelayanan; hasil uji K-S menunjukkan

p-value yang lebih besar dari 0,05. Ini menunjukkan bahwa model eksponensial dapat digunakan secara efektif untuk mensimulasikan proses pelayanan pada sistem antrian yang dikaji. Dalam sistem antrian M/M/1, kesesuaian data pelayanan dengan distribusi eksponensial sangat penting. Hal ini disebabkan oleh model teoritis yang mengasumsikan bahwa waktu pelayanan bersifat acak dan mengikuti sifat memori bebas, yang berarti bahwa kemungkinan waktu selesai pelayanan berikutnya tidak bergantung pada seberapa lama pelayanan telah berlangsung.

#### 4.6 Diskusi

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, terlihat bahwa nilai  $\rho$  pada seluruh hari pengamatan berada di atas 1. Kondisi ini menunjukkan bahwa laju kedatangan nasabah lebih tinggi dibandingkan kapasitas layanan mesin ATM. Akibatnya, sistem tidak berada pada kondisi steady-state dan tidak dapat dianalisis menggunakan rumus lengkap model M/M/1. Nilai  $L_q$  dan  $L_s$  yang diperoleh hanya dapat dijadikan gambaran mengenai besarnya tekanan beban pada sistem, sedangkan waktu tunggu ( $W_q$  dan  $W_s$ ) tidak valid karena rumus waktu tunggu hanya berlaku ketika  $\rho < 1$ .

Secara operasional, kondisi ini menandakan bahwa mesin ATM bekerja melebihi kapasitas idealnya. Ketika jumlah nasabah yang datang lebih cepat daripada kemampuan mesin dalam menyelesaikan transaksi, antrian akan terus meningkat dari waktu ke waktu, terutama pada periode sibuk seperti jam pulang kuliah atau menjelang akhir aktivitas kampus. Situasi ini dapat menghambat kenyamanan pengguna dan menimbulkan persepsi bahwa layanan perbankan tidak berjalan secara efisien.

Hasil analisis ini juga mengindikasikan perlunya penyesuaian kapasitas layanan agar sistem dapat mencapai kondisi stabil. Alternatif solusi yang dapat dilakukan antara lain penambahan unit ATM sehingga beban pelayanan dapat terbagi, atau peningkatan efisiensi sistem transaksi untuk mempercepat waktu pelayanan. Dengan meningkatnya kapasitas pelayanan, nilai  $\rho$  dapat ditekan hingga di bawah 1 sehingga model M/M/1 dapat diterapkan secara optimal dan waktu tunggu nasabah dapat diminimalkan. Upaya ini penting dilakukan sebagai bentuk peningkatan kualitas layanan perbankan di lingkungan kampus.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dalam hal waktu tunggu nasabah, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai utilitas sistem ( $\rho$ ) pada seluruh hari pengamatan berada di atas 1, yang menunjukkan bahwa tingkat kedatangan nasabah lebih tinggi daripada kemampuan ATM untuk melakukan transaksi. Akibatnya, karena sistem tidak berada dalam kondisi steady-state, waktu tunggu rata-rata ( $W_q$ ) dan waktu total nasabah dalam sistem ( $W_s$ ) tidak dapat dihitung secara valid dengan menggunakan rumus model M/M/1. Secara operasional, rumus ini menunjukkan bahwa nasabah mungkin mengalami waktu tunggu yang cukup lama, terutama pada jam-jam sibuk seperti ketika aktivitas perkuliahan selesai.

Dalam hal tingkat pelayanan ATM, hasil observasi menunjukkan bahwa mesin ATM memiliki kemampuan untuk menerima sejumlah transaksi dalam jangka waktu tertentu. Namun, tingkat pelayanan aktual ( $\mu$ ) selalu lebih rendah daripada tingkat kedatangan nasabah ( $\lambda$ ), yang menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan ATM BRI Kampus ITERA tidak mencukupi untuk mengimbangi beban permintaan transaksi selama periode yang diamati.

Untuk setiap hari pengamatan, nilai  $\rho > 1$  menurut perhitungan utilitas ( $\rho = \lambda/\mu$ ) mengenai waktu proses transaksi dan tingkat pemanfaatan sistem. Nilai utilitas ATM di atas 1 menunjukkan bahwa mesin ATM bekerja dalam kondisi overload, yaitu ketika banyak orang menggunakan mesin ATM lebih dari kapasitasnya. Kondisi ini menyebabkan model M/M/1 tidak dapat digunakan untuk menghasilkan ukuran performa steady-state seperti  $L_q$ ,  $L_s$ ,  $W_q$ , dan  $W_s$ . Dengan kata lain, berdasarkan parameter yang dihitung, mesin ATM tidak dapat mencapai kondisi stabil. Akibatnya, penggunaan model M/M/1 secara formal tidak dapat dilakukan untuk mengukur kinerja antrian.

#### **5.2 Saran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kedatangan pelanggan lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas ATM BRI Kampus ITERA, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas layanan untuk memastikan kondisi sistem yang stabil dan mengurangi waktu tunggu pelanggan. Kedua, peningkatan laju pelayanan ( $\mu$ ) dan pengurangan tekanan pada sistem dapat dicapai dengan meningkatkan efisiensi waktu pelayanan melalui pembaruan perangkat lunak, peningkatan kualitas jaringan, atau penggantian mesin yang lebih baru. Pertama, penambahan unit ATM di lingkungan kampus adalah langkah yang sangat penting agar beban pelayanan dapat dibagi dan tingkat utilitas mesin dapat berada di bawah satu, sehingga model antrian M/M/1 dapat diterapkan secara optimal. Ketiga, baik pengelola kampus maupun bank harus memantau penggunaan ATM secara teratur. Mereka juga harus mengajarkan siswa cara menggunakan layanan perbankan digital untuk mengurangi beban kedatangan pelanggan. Langkah-langkah ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja ATM BRI di Kampus ITERA sehingga dapat memberikan pengalaman transaksi yang lebih cepat, efisien, dan sesuai kebutuhan pengguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Alimuddin and M. Ahsan, “Analisis Sistem Antrian dan Optimalisasi Layanan pada UPTD Puskesmas Lakessi Parepare,” *Journal of Mathematics Learning Innovation (JMLI)*, vol. 1, no. 2, pp. 163–175, Sep. 2022.
- [2] Wulandari, “Pengaruh Fasilitas Unit Mesin Anjungan Tunai Mandiri (ATM) Terhadap Minat Masyarakat Kabupaten Kuantan Singingi Menabung di Bank BRI Syariah KCP. Kuansing Ahmad Yani,” *JUHANPERAK*, vol. 2, no. 3, pp. 854–867, Oct. 2021.
- [3] U. Hasanah, D. S. Firmayasari, M. R. Nisardi, and Harianto, “Analisis Teori Antrian Multi Channel Single Phase pada Pelayanan Teller PT Bank Negara Indonesia,” *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 6, no. 2, pp. 329–335, 2023, doi: 10.30605/proximal.v5i2.2932.
- [4] A. Jamhary, A. H. U. Tumanggor, and I. R. Triyanto, “Analisis Antrian Pada ATM Kampus Sari Mulia,” *Manajemen dan Rekayasa Industri*, vol. 1, no. 1, 2024.
- [5] O. V. H. Siahaan and A. Mansyur, “Analisis Sistem Antrian Pada PT. Bank Susmut Kantor Pusat Medan Menggunakan Model Antrian Multi Channel Single Phase,” *Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 2, no. 2, 2023.
- [6] N. Ibrahim, S. K. Nasib, A. R. Nuha, M. R. Katili, N. Nurwan, and D. Wungguli, “Analisis Sistem Antrian dengan Model M/M/C dalam Meningkatkan Efektivitas Kinerja Sistem,” *Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa*, vol. 3, no. 2, 2025.
- [7] F. Imansuri, “Perancangan Model Simulasi dan Perbankan Sistem: Studi Kasus Pelayanan Perbankan,” *Journal of Industrial & Quality Engineering*, vol. 10, no. 1, 2022.