

PENENTUAN JUMLAH SERVER UNTUK MENGURAI ANTRIAN STUDI KASUS BANK XYZ

Ardianto Risqi Barata^{*1}, Bekti Nugrahadi², Yunita Primasanti³

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

ardiantorisky11@gmail.com^{*1} , bekti.nugrahadi@usahid.ac.id² , yunitaprimasanti@usahid.ac.id³

ABSTRACT

This study aimed to optimize the number of servers (Tellers and Customer Service) to address the problem of long queues at Bank XYZ, thereby reducing customer inconvenience and operational inefficiency. Using the M/M/s queuing theory approach and simulations assisted by WinQSB software, this study analyzed operational data for three months (April-June 2025), including customer arrival rate, service time, and server utilization. The analysis showed a fluctuating utilization pattern in April, with Customer Service reaching optimal utilization of 77.33%, while Teller utilization was only 19.85% (underutilized). May showed the opposite condition, with Teller utilization at 82% (optimal), but Customer Service utilization dropped drastically to 36.62%. In June, both servers experienced overload, with utilization exceeding 93%. This simulation recommends dynamic adjustments to the number of servers: April (3 CS and 1 Teller), May (2 CS and 3 Tellers), and June (6 CS and 5 Tellers). The research implications include the implementation of an adaptive server management system based on real-time data, supported by dynamic scheduling strategies and multi-role servers. This approach not only improves operational efficiency but also enhances customer experience by significantly reducing wait times.

Keywords : Queue Theory, Number of Servers, WinQSB, Utilization, Bank Queue, Customer Experience, M/M/s

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan jumlah server (Teller dan Customer Service) dalam mengatasi masalah antrian panjang di Bank XYZ yang berdampak pada ketidaknyamanan nasabah dan tidak efisien dari sisi operasional. Menggunakan pendekatan teori antrian model M/M/s dan simulasi berbantuan software WinQSB, penelitian menganalisis data operasional selama tiga bulan (April-Juni 2025) yang mencakup tingkat kedatangan nasabah (arrival rate), waktu pelayanan (service rate), dan utilisasi server. Hasil analisis menunjukkan pola utilisasi yang fluktuatif: pada April, Customer Service mencapai utilisasi optimal 77,33% sementara Teller hanya 19,85% (underutilized); Mei menunjukkan kondisi sebaliknya dengan Teller 82% (optimal) tetapi Customer Service turun drastis ke 36,62%; sedangkan di Juni kedua server mengalami overload dengan utilisasi melebihi 93%. Berdasarkan simulasi, direkomendasikan penyesuaian dinamis jumlah server: April (3 CS dan 1 Teller), Mei (2 CS dan 3 Teller), serta Juni (6 CS dan 5 Teller). Implikasi penelitian merekomendasikan penerapan sistem manajemen server yang adaptif berbasis data real-time, didukung strategi penjadwalan dinamis dan multi-role server. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mampu meningkatkan customer experience melalui pengurangan waktu tunggu yang signifikan.

Kata Kunci : Teori Antrian, Jumlah Server, WinQSB, Utilisasi, Antrian Bank, Customer Experience, M/M/s.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri perbankan di Indonesia menuntut setiap lembaga keuangan untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada nasabah. Salah satu faktor yang memengaruhi kualitas layanan adalah efektivitas sistem antrian. Antrian yang panjang dapat menurunkan kepuasan nasabah, memperburuk citra perusahaan, serta berdampak pada menurunnya loyalitas pelanggan. Fenomena antrian merupakan permasalahan universal yang kerap dijumpai dalam aktivitas pelayanan sehari-hari, dimana ketidakseimbangan antara tingkat permintaan layanan dengan kapasitas pelayanan yang tersedia menjadi akar permasalahan utama [1]. Sebaliknya, jumlah server yang berlebih dapat menyebabkan inefisiensi dan meningkatkan biaya operasional. Oleh karena itu, penentuan jumlah server yang optimal menjadi aspek penting dalam manajemen operasional perbankan.



Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ketidakseimbangan fundamental antara volume nasabah yang memerlukan pelayanan dengan jumlah fasilitas server yang tersedia mengakibatkan degradasi mutu layanan perbankan [2]. Kondisi ini semakin diperparah dengan meningkatnya jumlah nasabah yang signifikan, sebagaimana terjadi pada Bank BRI yang mengalami pertumbuhan profit sebesar 67% dari tahun 2021 ke 2022, yang berimplikasi pada peningkatan volume antrian di kantor pelayanan [2].

Teori antrian merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk menganalisis sistem layanan. Model antrian, khususnya M/M/s, dapat digunakan untuk mengukur performa layanan melalui indikator seperti rata-rata waktu tunggu, panjang antrian, dan tingkat pemanfaatan server. Implementasi sistem antrian Multi Channel Single Phase telah terbukti efektif dalam mengoptimalkan pelayanan teller dengan menerapkan disiplin First Come First Served (FCFS), dimana setiap jenis layanan dilayani oleh server yang terpisah namun tetap terkoordinasi dalam satu sistem pelayanan [1]. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi sistem antrian sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara tingkat kedatangan nasabah dan kapasitas pelayanan yang tersedia. Studi empiris mengindikasikan bahwa penerapan simulasi dengan peningkatan jumlah server dari 4 menjadi 5 server mampu meningkatkan efektivitas pelayanan dengan penurunan tingkat inefisiensi berkisar antara 0,025% hingga 16,882% [2].

Namun, pada praktiknya, masih sering ditemukan kondisi di mana server bekerja kurang optimal, baik karena beban kerja yang berlebihan maupun karena waktu menganggur yang terlalu tinggi. Fenomena idle time pada server telah diidentifikasi sebagai indikator ketidakefisiuran operasional, seperti yang terjadi pada Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Kawasan Industri Medan dengan tingkat probabilitas server menganggur mencapai 40,25% yang dapat dikurangi menjadi 39,97% melalui optimalisasi jumlah server [3]. Permasalahan serupa juga ditemukan dalam konteks pelayanan non-perbankan, dimana ketidakseimbangan rasio antara volume kendaraan yang memerlukan layanan pencucian dengan kapasitas stall yang tersedia mengakibatkan tingkat ketidakpuasan konsumen mencapai 3,6%, jauh melampaui target maksimal 1% [4].

Dalam konteks penelitian ini, fokus diarahkan pada analisis kebutuhan jumlah server di Bank XYZ dengan menggunakan teori antrian dan perangkat lunak WinQSB. Pemanfaatan software simulasi seperti Arena dan WinQSB telah membuktikan efektivitasnya dalam menganalisis model antrian perbankan, memungkinkan identifikasi skenario perbaikan optimal melalui penambahan stasiun pelayanan yang menghasilkan proses layanan yang lebih pendek dan efisien [5]. Perangkat lunak tersebut dipilih karena mampu melakukan simulasi dan optimasi matematis dengan cepat serta mudah diaplikasikan. Perkembangan teknologi digital juga membuka peluang inovasi dalam pengelolaan antrian melalui implementasi sistem antrian online berbasis web, yang memungkinkan nasabah mengambil nomor antrian secara digital sehingga meminimalkan waktu tunggu dan meningkatkan efektivitas pengelolaan antrian [6].

Penelitian ini berupaya memberikan rekomendasi jumlah server yang optimal, sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan, menekan waktu tunggu nasabah, serta menjaga efisiensi operasional bank. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan strategi manajemen pelayanan perbankan, khususnya dalam pengelolaan sistem antrian yang lebih efektif dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan fokus pada analisis sistem antrian di Bank XYZ. Model yang digunakan adalah antrian multi-channel single phase (M/M/s), dengan tujuan menentukan jumlah server optimal yang dapat meningkatkan efisiensi layanan. Pendekatan metodologi kuantitatif dalam analisis sistem antrian perbankan telah terbukti efektif dalam mengoptimalkan performa layanan melalui pengembangan model antrian yang mempertimbangkan variabel-variabel kinerja seperti waktu tunggu, tingkat utilisasi server, dan kualitas pelayanan yang dipersepsikan nasabah [7].



Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada unit kerja Bank BRI Cabang Solo Slamet Riyadi dengan objek penelitian berupa sistem antrian teller dan customer service. Formasi server yang diamati meliputi dua teller dan tiga customer service pada bulan April, serta empat customer service dan tiga teller pada bulan Mei dan Juni.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui Observasi langsung, yaitu pengamatan sistematis terhadap jumlah kedatangan nasabah, waktu tunggu, dan kapasitas server yang tersedia. Dokumentasi, berupa catatan internal bank terkait data antrian, jumlah transaksi harian, serta durasi pelayanan. Metodologi pengumpulan data observasional dalam konteks analisis sistem antrian memerlukan pendekatan sistematis yang mengintegrasikan teknik wawancara dengan para ahli dan analisis literatur untuk memahami status awal sistem perbankan secara komprehensif, sehingga memungkinkan identifikasi parameter kritis yang mempengaruhi performa sistem layanan [8].

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa jumlah kedatangan nasabah, rata-rata waktu pelayanan, serta jumlah server aktif. Data diambil selama periode April–Juni 2025 untuk dianalisis lebih lanjut.

Service Rate

Pola pelayanan diidentifikasi oleh waktu pelayanan yang dilakukan oleh server. Dalam hal ini adalah waktu yang dibutuhkan oleh server untuk melakukan pelayanan terhadap satu nasabah, hal ini menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mu = \frac{\text{Jumlah Transaksi}}{\text{Total Waktu Pelayan Dalam Menit}}$$

Tingkat Utilitas

Adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar tingkat pemanfaatan server dibandingkan dengan kapasitas pelayanannya. Dengan kata lain, utilitas menunjukkan proporsi waktu server sibuk melayani pelanggan dibandingkan waktu total yang tersedia. Hal ini menggunakan rumus sebagai berikut :

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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Antrian

Antrian yang terjadi pada bulan (April-Juni 2025) menunjukkan adanya kenaikan di setiap bulan terutama di awal bulan. Data tersebut disajikan oleh tabel berikut :

Tabel 1 Data Jumlah Antrian Bulan April

Tanggal	Customer Service	Teller	Total /hari
08 Apr 2025	119	133	252
09 Apr 2025	65	53	118
10 Apr 2025	49	76	125



11 Apr 2025	40	58	98
14 Apr 2025	49	60	109
15 Apr 2025	32	63	95
16 Apr 2025	48	50	98
17 Apr 2025	45	67	112
21 Apr 2025	55	28	83
22 Apr 2025	33	23	56
23 Apr 2025	41	25	66
24 Apr 2025	23	50	73
25 Apr 2025	31	59	90
28 Apr 2025	45	70	115
Total /Bulan	675	815	1490

Sumber : PT Bank Rakyat Indonesia

Pada bulan april dijelaskan oleh tabel 1 bahwa kedatangan antrian untuk server CS mencapai 675 nasabah sedangkan teller mencapai 815 nasabah pada bulan april. Dari tabel tersebut bisa didapatkan bahwa antrian padat terjadi pada awal bulan dan cenderung menurun pada tanggal setelahnya.

Tabel 2 Data Jumlah Antrian Bulan Mei

Tanggal	Customer Service	Teller	Total/hari
02 May 2025	93	109	202
05 May 2025	72	56	128
06 May 2025	43	55	98
07 May 2025	48	48	96
08 May 2025	47	50	97
09 May 2025	41	47	88
14 May 2025	73	21	94
15 May 2025	50	26	76
16 May 2025	43	52	95
19 May 2025	45	46	91
20 May 2025	55	48	103
21 May 2025	36	35	71
22 May 2025	35	45	80
23 May 2025	33	59	92
26 May 2025	38	49	87
27 May 2025	36	50	86
28 May 2025	53	58	111
Total /Bulan	841	854	1695

Sumber : PT Bank Rakyat Indonesia

Penelitian ini menganalisis data antrian di Bank XYZ selama tiga bulan (April–Juni 2025) dengan tujuan mengevaluasi tingkat optimasi server pada unit teller dan customer service (CS). Hasil pengolahan data dengan teori antrian M/M/s serta bantuan perangkat lunak WinQSB menunjukkan dinamika utilisasi server yang bervariasi setiap bulan :

- April 2025



- Customer Service memiliki tingkat optimasi **77,33%**, yang berarti berada pada kisaran optimal (60%–85%) dan menunjukkan efisiensi kerja yang baik.
- Teller justru menunjukkan utilisasi rendah, hanya **19,85%**, yang mengindikasikan adanya idle time tinggi dan pemborosan sumber daya.
- **Mei 2025**
 - Teller mengalami peningkatan signifikan hingga **82%**, yang berarti berada pada kondisi optimal.
 - Sebaliknya, Customer Service hanya **36,62%**, yang menandakan ketidakseimbangan distribusi beban kerja dan menurunnya efisiensi.
- **Juni 2025**
 - Baik CS maupun Teller mencapai utilisasi di atas **93%**, melebihi batas optimal. Hal ini menunjukkan bahwa server bekerja terlalu berat sehingga berpotensi meningkatkan waktu tunggu nasabah secara signifikan.

Hasil ini memperlihatkan bahwa sistem antrian tidak selalu stabil, melainkan sangat dipengaruhi oleh fluktuasi kedatangan nasabah, terutama pada awal bulan dan saat adanya program pemerintah seperti pencairan BSU.

Interpretasi Teoritis

Berdasarkan teori antrian, efisiensi sistem dicapai bila utilisasi berada dalam rentang **60%–85%**. Angka di bawah 60% menandakan pemborosan sumber daya karena server banyak menganggur, sedangkan angka di atas 85% menunjukkan beban berlebih yang menurunkan kualitas layanan.

Dengan demikian:

- Bulan April menampilkan distribusi beban yang tidak seimbang antara teller dan CS.
- Bulan Mei menunjukkan kondisi sebaliknya, di mana teller optimal tetapi CS underutilized.
- Bulan Juni memperlihatkan sistem yang overload sehingga nasabah harus menunggu lebih lama, yang dapat menurunkan *customer experience* dan citra bank.
-

Simulasi dan Evaluasi Performa Sistem

Simulasi dengan **WinQSB** menunjukkan bahwa perubahan jumlah server sangat memengaruhi performa layanan:

- Penambahan dua server pada CS di bulan Juni mampu menurunkan tingkat utilitas ke rentang optimal sehingga waktu tunggu nasabah berkurang.
- Pengurangan satu server pada teller di bulan April dapat meningkatkan efisiensi karena idle time yang sangat tinggi.

Hasil ini mengindikasikan perlunya strategi dinamis dalam penentuan jumlah server, bukan keputusan statis.

Evaluasi Performa Berdasarkan Simulasi WinQSB

Implementasi simulasi menggunakan perangkat lunak WinQSB memungkinkan analisis komprehensif terhadap dinamika sistem antrian perbankan dengan pendekatan kuantitatif yang terukur. Evaluasi performa menunjukkan bahwa variabilitas tingkat utilisasi server mengikuti pola yang tidak konsisten, mencerminkan ketidakstabilan fundamental dalam distribusi beban kerja operasional.

Analisis simulasi mengindikasikan bahwa penambahan kapasitas server pada periode Juni mampu menurunkan tingkat utilisasi dari kondisi overload menuju rentang optimal.

07-10-2025	Performance Measure	Result
1	System: M/M/6	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per MINUTES =	0.2210
3	Service rate per server (μ) per MINUTES =	0.0500
4	Overall system effective arrival rate per MINUTES =	0.2210
5	Overall system effective service rate per MINUTES =	0.2210
6	Overall system utilization =	73.6667 %
7	Average number of customers in the system (L) =	5.5328
8	Average number of customers in the queue (L_q) =	1.1128
9	Average number of customers in the queue for a busy system (L_b) =	2.7975
10	Average time customer spends in the system (W) =	25.0351 MINUTESs
11	Average time customer spends in the queue (W_q) =	5.0351 MINUTESs
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (W_b) =	12.6582 MINUTESs
13	The probability that all servers are idle (P_o) =	1.0114 %
14	The probability an arriving customer waits (P_w) or system is busy (P_b) =	39.7775 %
15	Average number of customers being balked per MINUTES =	0
16	Total cost of busy server per MINUTES =	\$0
17	Total cost of idle server per MINUTES =	\$0
18	Total cost of customer waiting per MINUTES =	\$0
19	Total cost of customer being served per MINUTES =	\$0
20	Total cost of customer being balked per MINUTES =	\$0
21	Total queue space cost per MINUTES =	\$0
22	Total system cost per MINUTES =	\$0

Gambar 1 Simulasi Rekomendasi CS Bulan Juni Formasi 6 Server

Gambar 1 mendemonstrasikan bahwa konfigurasi 6 Customer Service menghasilkan tingkat optimasi 73,66%, menandakan perbaikan signifikan dari kondisi awal yang mencapai 93,97%. Kondisi serupa teridentifikasi pada unit Teller, dimana gambar 2 dibawah memperlihatkan bahwa formasi 5 server menghasilkan utilisasi 74,5%, turun dari kondisi kritis 93,18%.

07-10-2025	Performance Measure	Result
1	System: M/M/5	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per MINUTES =	0.1490
3	Service rate per server (μ) per MINUTES =	0.0400
4	Overall system effective arrival rate per MINUTES =	0.1490
5	Overall system effective service rate per MINUTES =	0.1490
6	Overall system utilization =	74.5000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	5.0485
8	Average number of customers in the queue (L_q) =	1.3235
9	Average number of customers in the queue for a busy system (L_b) =	2.9216
10	Average time customer spends in the system (W) =	33.8826 MINUTESs
11	Average time customer spends in the queue (W_q) =	8.8826 MINUTESs
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (W_b) =	19.6078 MINUTESs
13	The probability that all servers are idle (P_o) =	1.9329 %
14	The probability an arriving customer waits (P_w) or system is busy (P_b) =	45.3012 %
15	Average number of customers being balked per MINUTES =	0
16	Total cost of busy server per MINUTES =	\$0
17	Total cost of idle server per MINUTES =	\$0
18	Total cost of customer waiting per MINUTES =	\$0
19	Total cost of customer being served per MINUTES =	\$0
20	Total cost of customer being balked per MINUTES =	\$0
21	Total queue space cost per MINUTES =	\$0
22	Total system cost per MINUTES =	\$0

Gambar 2 Simulasi Rekomendasi Jumlah Teller Bulan Juni Formasi 5 Server

Evaluasi sensitivitas menunjukkan bahwa manipulasi jumlah server memiliki dampak langsung terhadap indikator performa operasional, termasuk rata-rata waktu tunggu dan probabilitas idle server.



Tabel 3 Hasil Perhitungan WinQSB

Bulan	Tingkat Optimasi	
	Customer Service	Teller
April	77.33%	19.85%
Mei	36.62%	82%
Juni	93.97%	93.18%

Tabel 3 menyajikan ringkasan komprehensif tingkat optimasi yang menunjukkan disparitas ekstrem antar periode observasi, dengan rentang utilisasi Customer Service dari 36,62% hingga 93,97% dan Teller dari 19,85% hingga 93,18%. Disparitas ini mengkonfirmasi kebutuhan akan strategi manajemen adaptif yang responsif terhadap fluktuasi operasional temporal.

Rekomendasi Jumlah Server Ideal

Berdasarkan analisis komputasional dan simulasi Monte Carlo, rekomendasi konfigurasi server optimal mengadopsi pendekatan dinamis yang merefleksikan variabilitas musiman dan faktor eksternal. Pendekatan statis konvensional terbukti tidak memadai mengingat amplitudo fluktuasi yang signifikan dalam pola kedatangan nasabah.

Tabel 4 Rekomendasi Jumlah Server

Bulan	CS Aktif	Saran CS	Teller Aktif	Saran Teller
April	3	3	2	1
Mei	4	2	3	3
Juni	4	6	3	5

Tabel 4 menyajikan matriks rekomendasi server yang didasarkan pada optimasi tingkat utilisasi untuk setiap periode observasi. Konfigurasi April mempertahankan 3 Customer Service dengan pengurangan Teller menjadi 1 unit, mengatasi kondisi underutilized yang mencapai 19,85%. Periode Mei memerlukan redistribusi dengan 2 Customer Service dan 3 Teller, mencerminkan pergeseran pola permintaan layanan. Juni menuntut eskalasi kapasitas signifikan dengan 6 Customer Service dan 5 Teller untuk mengakomodasi volume antrian ekstrem.

Implementasi strategi multi-role server direkomendasikan sebagai mekanisme fleksibilitas operasional.

Item Performance Summary for hitung		
07-10-2025	Performance Measure	Result
1	System: M/M/4	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per MINUTES =	0.1230
3	Service rate per server (μ) per MINUTES =	0.0500
4	Overall system effective arrival rate per MINUTES =	0.1230
5	Overall system effective service rate per MINUTES =	0.1230
6	Overall system utilization =	61.5000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	2.9496
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.4896
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	1.5974
10	Average time customer spends in the system (W) =	23.9808 MINUTESs
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	3.9808 MINUTESs
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	12.9870 MINUTESs
13	The probability that all servers are idle (P0) =	7.7337 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	30.6519 %
15	Average number of customers being balked per MINUTES =	0
16	Total cost of busy server per MINUTES =	\$0
17	Total cost of idle server per MINUTES =	\$0
18	Total cost of customer waiting per MINUTES =	\$0
19	Total cost of customer being served per MINUTES =	\$0
20	Total cost of customer being balked per MINUTES =	\$0
21	Total queue space cost per MINUTES =	\$0
22	Total system cost per MINUTES =	\$0

Gambar 3 Simulasi Rekomendasi Teller Bulan Mei

System Performance Summary for hitung		
07-10-2025	Performance Measure	Result
1	System: M/M/2	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per MINUTES =	0.1140
3	Service rate per server (mu) per MINUTES =	0.0800
4	Overall system effective arrival rate per MINUTES =	0.1140
5	Overall system effective service rate per MINUTES =	0.1140
6	Overall system utilization =	71.2500 %
7	Average number of customers in the system (L) =	2.8943
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	1.4693
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	2.4783
10	Average time customer spends in the system (W) =	25.3888 MINUTESs
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	12.8888 MINUTESs
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	21.7391 MINUTESs
13	The probability that all servers are idle (Po) =	16.7883 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	59.2883 %
15	Average number of customers being balked per MINUTES =	0
16	Total cost of busy server per MINUTES =	\$0
17	Total cost of idle server per MINUTES =	\$0
18	Total cost of customer waiting per MINUTES =	\$0
19	Total cost of customer being served per MINUTES =	\$0
20	Total cost of customer being balked per MINUTES =	\$0
21	Total queue space cost per MINUTES =	\$0
22	Total system cost per MINUTES =	\$0

Gambar 4 Simulasi Rekomendasi CS Bulan Mei

Gambar 3 dan Gambar 4 mengindikasikan bahwa konfigurasi optimal Mei dapat dicapai melalui realokasi personel tanpa penambahan headcount, dengan utilisasi Teller 82% dan Customer Service 71,25%. Pendekatan ini memfasilitasi responsivitas terhadap fluktuasi permintaan sambil mempertahankan efisiensi biaya operasional. Strategi penjadwalan adaptif berbasis data real-time direkomendasikan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya dinamis. Sistem ini memungkinkan redistribusi server berdasarkan prediksi pola antrian, mengintegrasikan variabel eksternal seperti program pemerintah dan kalender operasional perbankan.

Pengujian Batas Maksimal Kenaikan Antrian

Analisis stress testing terhadap kapasitas sistem menggunakan simulasi incremental arrival rate menghasilkan profil ketahanan operasional yang diferensial antara unit Customer Service dan Teller. Metodologi pengujian menerapkan peningkatan bertahap 10% untuk mengidentifikasi threshold kritis sebelum degradasi performa sistem.

System Performance Summary for hitung		
07-12-2025	Performance Measure	Result
1	System: M/M/4	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per minute =	0.1740
3	Service rate per server (mu) per minute =	0.0500
4	Overall system effective arrival rate per minute =	0.1740
5	Overall system effective service rate per minute =	0.1740
6	Overall system utilization =	87.0000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	8.3523
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	4.8723
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	6.6923
10	Average time customer spends in the system (W) =	48.0016 minutes
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	28.0016 minutes
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	38.4615 minutes
13	The probability that all servers are idle (Po) =	1.5488 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	72.8043 %
15	Average number of customers being balked per minute =	0
16	Total cost of busy server per minute =	\$0
17	Total cost of idle server per minute =	\$0
18	Total cost of customer waiting per minute =	\$0
19	Total cost of customer being served per minute =	\$0
20	Total cost of customer being balked per minute =	\$0
21	Total queue space cost per minute =	\$0
22	Total system cost per minute =	\$0

Gambar 5 Perhitungan Simulasi Kenaikan 50% CS

Hasil simulasi gambar 5 menunjukkan bahwa sistem Customer Service mencapai batas optimal pada peningkatan arrival rate 40%, dengan tingkat utilisasi 81,2% yang masih berada dalam rentang acceptable. Peningkatan 50% menghasilkan utilisasi 87% yang melampaui threshold optimal, mengindikasikan onset kondisi overload dengan rata-rata waktu tunggu mencapai 30 menit.

Sebaliknya, perhitungan simulasi kenaikan 170% teller mendemonstrasikan resiliensi superior unit Teller yang mampu mempertahankan utilisasi optimal hingga peningkatan arrival rate 170%, mencapai tingkat utilisasi 85,68%. Disparitas kapasitas ketahanan ini mencerminkan perbedaan fundamental dalam kompleksitas layanan dan durasi rata-rata transaksi antara kedua unit operasional.

Ketahanan sistem terhadap kenaikan arrival rate menyajikan matriks ketahanan sistem terhadap variasi arrival rate, mengindikasikan bahwa Customer Service memiliki toleransi maksimal 40% sedangkan Teller dapat mengakomodasi hingga 170% peningkatan volume. Temuan ini memiliki implikasi strategis untuk perencanaan kapasitas jangka panjang dan antisipasi pertumbuhan volume transaksi. Analisis ketahanan ini mengkonfirmasi bahwa sistem antrian perbankan memerlukan strategi diferensial dalam manajemen kapasitas, dengan fokus prioritas pada penguatan infrastruktur Customer Service yang menunjukkan keterbatasan kapasitas relatif. Implementasi sistem early warning berbasis threshold utilisasi direkomendasikan untuk memfasilitasi intervensi proaktif sebelum tercapainya kondisi kritis operasional [9].

Pembahasan

Hasil penelitian ini mengkonfirmasi temuan empiris sebelumnya mengenai dinamika sistem antrian perbankan yang ditandai dengan fluktuasi utilisasi signifikan. Penelitian ini mengidentifikasi bahwa penambahan server dari 4 menjadi 5 unit mampu menurunkan tingkat inefisiensi hingga 16,882%, sejalan dengan temuan penelitian ini yang menunjukkan perbaikan utilisasi dari 93,97% menjadi 73,66% pada Customer Service melalui peningkatan kapasitas server [10]. Namun, penelitian ini mengungkap kompleksitas tambahan berupa variabilitas temporal yang tidak dibahas dalam studi [2] Kontras dengan temuan yang mengidentifikasi probabilitas idle time 40,25% pada BNI Medan, penelitian ini menemukan disparitas ekstrem dengan idle time Teller mencapai 80,15% pada April namun turun drastis menjadi 6,82% pada Juni [11]. Disparitas ini mengindikasikan bahwa faktor eksternal seperti program pemerintah memiliki dampak lebih signifikan terhadap pola antrian dibanding yang dilaporkan dalam literatur sebelumnya [12].

[13] menekankan efektivitas sistem Multi Channel Single Phase dengan disiplin FCFS, namun penelitian ini mengidentifikasi keterbatasan pendekatan statis tersebut dalam menghadapi volatilitas operasional. Temuan menunjukkan bahwa sistem adaptif dengan konfigurasi dinamis lebih superior dalam mempertahankan utilisasi optimal, berbeda dengan rekomendasi konfigurasi tetap dalam studi sebelumnya [14]. Penelitian ini melaporkan korelasi antara pertumbuhan profit 67% dengan peningkatan volume antrian, sejalan dengan temuan peningkatan 44,8% volume antrian dari April ke Juni yang berkorelasi dengan program BSU. Namun, penelitian ini mengungkap bahwa peningkatan volume tidak selalu berkorelasi linear dengan degradasi performa jika didukung strategi manajemen adaptif., menyarankan implementasi sistem antrian digital untuk meminimalkan waktu tunggu, namun penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi jumlah server fisik tetap menjadi faktor determinan utama dalam mencapai utilisasi optimal, dengan rata-rata waktu tunggu dapat diturunkan dari 85,66 menit menjadi dibawah 10 menit melalui penyesuaian kapasitas server yang tepat [15].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis empiris menggunakan model antrian M/M/s dan simulasi WinQSB terhadap data operasional Bank XYZ selama periode April-Juni 2025, penelitian ini mengidentifikasi disparitas signifikan dalam pola utilisasi server yang menunjukkan ketidakstabilan fundamental sistem pelayanan perbankan. Temuan menunjukkan bahwa tingkat utilisasi Customer Service mengalami fluktuasi ekstrem dari kondisi optimal 77,33% di bulan April, menurun drastis menjadi underutilized 36,62% di



bulan Mei, kemudian melonjak ke kondisi overload 93,97% di bulan Juni. Sebaliknya, unit Teller menunjukkan pola terbalik dengan utilisasi terendah 19,85% di April, mencapai optimal 82% di Mei, dan overload 93,18% di Juni. Variabilitas temporal ini mengkonfirmasi bahwa pendekatan manajemen server konvensional dengan konfigurasi statis tidak memadai untuk mengakomodasi dinamika operasional perbankan modern. Implementasi strategi adaptif dengan konfigurasi dinamis terbukti mampu mempertahankan efisiensi optimal melalui realokasi sumber daya responsif, dimana rekomendasi konfigurasi April (3 CS, 1 Teller), Mei (2 CS, 3 Teller), dan Juni (6 CS, 5 Teller) berhasil menurunkan tingkat utilisasi dari kondisi kritis menuju rentang optimal 60-85%.

Implikasi strategis penelitian ini menekankan urgensi transformasi paradigma manajemen operasional perbankan dari sistem reaktif menuju sistem prediktif berbasis data real-time yang mengintegrasikan variabel eksternal seperti program pemerintah dan kalender operasional. Hasil stress testing mengungkap bahwa kapasitas ketahanan sistem Customer Service terbatas pada peningkatan arrival rate maksimal 40%, sedangkan unit Teller menunjukkan resiliensi superior hingga 170%, mengindikasikan perlunya strategi diferensial dalam perencanaan kapasitas jangka panjang. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan framework manajemen antrian perbankan yang lebih sophisticated melalui implementasi sistem multi-role server, strategi penjadwalan dinamis, dan mekanisme early warning berbasis threshold utilisasi. Adopsi pendekatan holistik ini tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi operasional dengan pengurangan rata-rata waktu tunggu dari 85,66 menit menjadi di bawah 10 menit, tetapi juga memberikan dampak strategis terhadap peningkatan customer experience dan competitive advantage dalam industri perbankan yang semakin kompetitif, sekaligus menjadi referensi metodologis untuk penelitian lanjutan dalam optimasi sistem pelayanan sektor keuangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Okta Via Herawati Siahaan and Abil Mansyur, “Analisis Sistem Antrian Pada Pt. Bank Susmut Kantor Pusat Medan Menggunakan Model Antrian Multi Channel Single Phase,” *J. Ris. Rumpun Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 2, no. 2, pp. 104–119, 2023, doi: 10.55606/jurrimipa.v2i2.1495.
- [2] J. A. Pradana, K. S. Yunastrian, and M. F. Abdullah, “Integrasi Waiting Line dan Fishbone Diagram Sebagai Optimasi Jumlah Fasilitas Antrian Migrasi Rekening Bank,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 8, no. 1, pp. 17–22, 2022, doi: 10.30656/intech.v8i1.4151.
- [3] P. R. Sirait and P. Gultom, “Analisis Sistem Antrian pada Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Kawasan Industri Medan,” *EduMatSains J. Pendidikan, Mat. dan Sains*, vol. 7, no. 2, pp. 292–304, 2023, doi: 10.33541/edumatsains.v7i2.4283.
- [4] R. Pardiyono, G. Puspawardhani, H. D. Puspita, O. Patra, and J. Sastradiharja, “Penentuan Jumlah Server pada Bagian Pencucian Kendaraan Setelah Servis untuk Mengurangi Waktu Menunggu Di PT. XYZ Bandung,” *Infomatek*, vol. 24, no. 2, pp. 71–80, 2022, doi: 10.23969/infomatek.v24i2.5739.
- [5] G. S. Janottama and B. I. Pradana, “Optimalisasi Layanan Customer Service Pada Kantor Perbankan Menggunakan Teori Antrean,” vol. 3, no. 3, pp. 814–823, 2024.
- [6] P. M. Husania, R. Chantika, and M. Furqan, “Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Analisis dan Perancangan Prototype Sistem Antrian Online Berbasis Web untuk Layanan Bank,” 2025.
- [7] M. K. Mollah and R. Prabowo, “Penentuan Produksi Optimal Untuk Pembuatan Panci Aluminium Tradisional Dengan Pendekatan Sistem Antrian (Studi Kasus: Home Industry Ngingas-Waru Sidoarjo),” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, pp. 1–7, 2022.
- [8] Y. L. Dairu, R. P. C. Fanggidae, R. F. Makatita, and M. Bunga, “Analisis Sistem Antrian Dan Optimalisasi Layanan Teller Pada Koperasi Kredit Swasti Sari Kupang,” *GLORY J. Ekon. dan Ilmu Sos.*, vol. 4, no. 3, pp. 761–769, 2023, doi: 10.35508/glory.v4i3.10491.
- [9] Sarfin, A. Sani, Herdi Budiman, Agusrawati, Ruslan, and Program, “Analisis Sistem Antrian (Queuing System) Pelanggan Bank Sultra Kas Pulau Binongko Menggunakan Model Singel



- Chanel - Single Phase," *Jurnla Matemaitrka Dan Statiska*, vol. 4, pp. 704–709, 2024.
- [10] S. E. . M. Prof. Dr. Iskandar AA and Penny Anggraini, "Analisis Penerapan Sistem Antrian Model Multiple Channel Query SystemAtau M/M/S (Studi Kasus Pada PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk Kanca Teluk Betung Bandar Lampung dan PT Bank Syariah Mandiri (BSM) Kcp Teluk Teluk Betung Bandar Lampung)," *J. Manaj. dan Bisnis*, vol. 12, no. 1, pp. 193–205, 2021.
- [11] U. Shobihah, "Analisis Sistem Antrian Pelayanan Di Loket Pendaftaran Pasien Bpjs Dengan Model Antrian Multi Channel Single Phase (Studi Kasus: RSUD DR. Soegiri Lamongan)," 2020.
- [12] Meryuni and M. Siddik, "Perancangan Sistem Antrian Booking Servis Menggunakan Multiple Channel Model Berbasis Web," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 2, no. 3, pp. 134–138, 2021.
- [13] Imansuri Febriza, "Perancangan Model Simulasi Dan Perbaikan Sistem : Studi Kasus Pelayanan Perbankan," *J. Ind. & Quality Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- [14] L. Alhazami, "Peningkatan Kecepatan Pelayanan Menggunakan Metode Queuing Theory Dalam Mengurangi Antrian Di Masa Pandemic Covid-19," *J. Ekon. dan Bisnis*, vol. 9, no. 2, pp. 289–295, 2022.
- [15] E. F. Aqidawati and I. Nugraha, "Simulasi Usulan Perbaikan Sistem Antrian di Bank XYZ," *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 16, no. 1, pp. 591–600, 2023, doi: 10.33005/wj.v16i1.53.