

Optimasi Sistem Antrian Pada Medical Center Its Dengan Simulasi Discrete Event Dan Response Surface Methodology

Shindi Shella May Wara^{1,*}, Muhammad Nasrudin², Andri Fauzan Adziima³, Alfian Rizaldy Pratama⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: ^{1,*}shindi.shella.fasilkom@upnjatim.ac.id, ²nasrudin.fasilkom@upnjatim.ac.id, ³andri.fauzan.fasilkom@upnjatim.ac.id,

⁴alfan.fasilkom@upnjatim.ac.id

(* Email Corresponding Author: shindi.shella.fasilkom@upnjatim.ac.id)

Received: 26 Juni 2025 | Revision: 29 Juni 2025 | Accepted: 30 Juni 2025

Abstrak

Medical Center ITS merupakan unit layanan rawat jalan yang memberikan pelayanan kesehatan kepada civitas academica ITS dan masyarakat umum. Namun, sistem antrean yang diterapkan seringkali mengalami penumpukan pasien, yang berdampak pada meningkatnya waktu tunggu dan menurunnya efisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem antrean tersebut melalui pendekatan simulasi kejadian diskrit (Discrete Event Simulation). Data diperoleh dari observasi langsung terhadap 83 pasien selama 5,5 jam, dengan mencatat waktu antar kedatangan dan durasi pelayanan di setiap titik layanan, meliputi resepsionis, poli umum, poli gigi, pelayanan resep, dan pengambilan obat. Model simulasi dikembangkan untuk merepresentasikan alur pelayanan secara menyeluruh dan akurat berdasarkan data empiris. Sembilan skenario jumlah server dianalisis menggunakan Response Surface Methodology (RSM) guna menentukan konfigurasi optimal. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan server pada poli gigi menjadi empat, dengan tetap satu server di poli umum, mampu secara signifikan menurunkan waktu tunggu dan meningkatkan utilisasi sumber daya. Simulasi ini berhasil mengidentifikasi bottleneck utama dan memberikan rekomendasi berbasis data untuk peningkatan layanan. Penelitian ini menegaskan bahwa simulasi diskrit dapat menjadi alat bantu yang efektif dalam pengambilan keputusan strategis guna meningkatkan kualitas dan efisiensi pelayanan di fasilitas kesehatan seperti Medical Center ITS.

Kata Kunci: Medical Center, Pelayanan Kesehatan, Respons Surface, Simulasi Kejadian Diskrit, Sistem Antrian

Abstract

Medical Center ITS is an outpatient service unit that provides healthcare services to the ITS academic community and the general public. However, the implemented queuing system often experiences patient congestion, resulting in increased waiting times and decreased operational efficiency. This study aims to optimize the queuing system using a Discrete Event Simulation (DES) approach. Data were obtained from direct observations of 83 patients over a 5.5-hour period, recording inter-arrival times and service durations at each service point, including reception, general polyclinic, dental polyclinic, prescription handling, and medication dispensing. The simulation model was developed to accurately represent the entire service flow based on empirical data. Nine server configuration scenarios were analyzed using Response Surface Methodology (RSM) to determine the optimal setup. The results indicate that increasing the number of servers at the dental polyclinic to four, while maintaining one server at the general polyclinic, significantly reduces patient waiting times and improves resource utilization. This simulation successfully identified key bottlenecks and provided data-driven recommendations for service improvement. The study confirms that discrete-event simulation is an effective decision-support tool for enhancing the quality and efficiency of healthcare services in facilities such as Medical Center ITS.

Keywords: Medical Center, Response Surface, Healthcare Services, Queueing System, Discrete Event Simulation

1. PENDAHULUAN

Sistem pelayanan kesehatan memiliki peranan krusial dalam kesejahteraan masyarakat, dan efisiensi operasional menjadi faktor penentu kualitas layanan yang diberikan. Medical Center ITS, sebagai unit rawat jalan yang melayani civitas academica dan masyarakat umum, sering dihadapkan pada masalah antrean pasien yang panjang. Fenomena ini tidak hanya berdampak negatif pada pengalaman pasien, mengakibatkan waktu tunggu yang berlebihan dan potensi penurunan kepuasan [1], tetapi juga mengurangi efisiensi pemanfaatan sumber daya internal seperti dokter, perawat, dan fasilitas [2].

Permasalahan antrean dalam layanan kesehatan telah lama menjadi fokus perhatian berbagai penelitian [3]. Antrean yang tidak terkontrol dapat menyebabkan keterlambatan diagnosis dan perawatan, memicu ketidaknyamanan, dan bahkan berpotensi mengurangi kualitas layanan medis yang diberikan [4]. Pada fasilitas publik seperti Medical Center ITS, menjaga keseimbangan antara efisiensi operasional dan kualitas pelayanan menjadi tantangan yang kompleks. Optimalisasi sistem antrean menjadi kunci untuk mencapai keseimbangan ini [5]. Hal tersebut menjadi penting untuk menentukan berapa jumlah staf dapat berkontribusi signifikan dalam menurunkan waktu tunggu pasien sehingga meningkatkan efisiensi sistem secara menyeluruh.

Metode simulasi kejadian diskrit (discrete-event simulation) merupakan pendekatan yang efektif untuk menganalisis sistem antrian kompleks tanpa mengganggu operasional layanan yang berjalan [6][7]. Melalui simulasi, pola kedatangan pasien, waktu pelayanan di setiap tahapan (pendaftaran, poli, farmasi), dan pemanfaatan sumber daya dapat dimodelkan secara realistis. Hal ini memungkinkan identifikasi bottleneck atau titik-titik kemacetan dalam alur pelayanan dan evaluasi

dampak potensial dari intervensi seperti penambahan jumlah staf, perubahan alur proses, atau implementasi teknologi baru [8]. Di sisi lain, agar strategi optimasi lebih terarah dan efisien, pendekatan Response Surface Methodology (RSM) digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara kombinasi jumlah server dan kinerja sistem secara statistik. RSM memungkinkan pemodelan permukaan respon dari hasil simulasi dan membantu mengidentifikasi konfigurasi terbaik dengan cara yang sistematis dan efisien [9].

Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan gabungan metode simulasi kejadian diskrit dan Response Surface Methodology untuk mengevaluasi serta mengoptimalkan sistem antrian di Medical Center ITS. Fokus utama diarahkan pada analisis dampak perubahan operasional terhadap waktu tunggu pasien dan utilisasi sumber daya. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi berbasis data yang aplikatif dan efektif sebagai dasar pengambilan keputusan dalam peningkatan mutu pelayanan kesehatan di lingkungan Medical Center ITS.

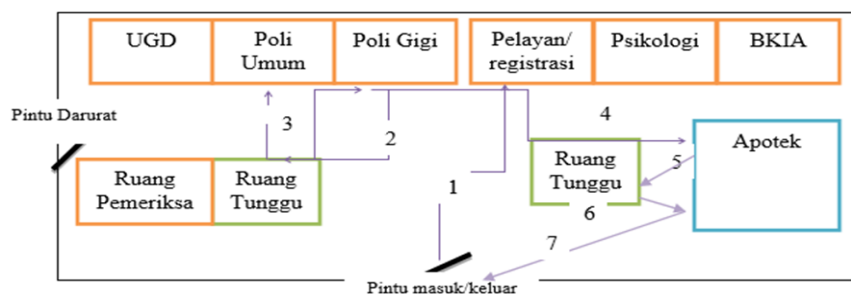
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Data dan Variabel Penelitian

Sumber data yang digunakan dalam pengamatan ini adalah diperoleh secara primer dengan melakukan pengamatan langsung mengenai waktu antar kedatangan dan lama pelayanan dari sistem antrian yang terjadi di Medical Center ITS Surabaya. Pengamatan akan dilakukan pada hari Senin tanggal 12 Mei 2025 pukul 09.00 sampai dengan pukul 14.30 WIB. Selama periode 5,5 jam tersebut, diamati sebanyak 83 pasien yang datang dan melalui seluruh tahapan pelayanan. Pengumpulan data dilakukan dengan mencatat waktu antar kedatangan dan durasi pelayanan di setiap titik layanan secara manual menggunakan stopwatch dan lembar observasi. Variabel penelitian yang digunakan dalam pembuatan simulator antrian ini adalah .

1. Waktu antar kedatangan
2. Pelayanan resepsionis
3. Pelayanan poli umum
4. Pelayanan poli gigi
5. Pelayanan pembayaran
6. Pelayanan resep obat
7. Pelayanan ambil obat

Model simulasi sistem antrian dibangun menggunakan perangkat lunak Extend Simulator, yang memungkinkan pemodelan kejadian diskrit secara visual dan interaktif. Setiap entitas (pasien) dimodelkan bergerak dari satu proses ke proses lain sesuai dengan alur sistem yang sebenarnya. Adapun gambar tata letak fasilitas unit-unit pelayanan di medical centre ITS sebagai berikut :

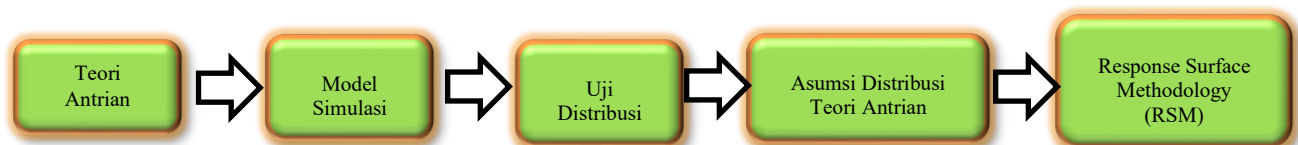


Gambar 1. Tata Letak Medical Center ITS

Model ini dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa sistem bekerja secara FIFO (First-In-First-Out), tanpa prioritas khusus, dan tanpa pembatalan layanan, sesuai dengan pengamatan yang dilakukan. Hasil pengamatan dan simulasi akan digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik kemacetan dan mengevaluasi skenario perbaikan yang potensial, seperti penambahan staf pada titik layanan tertentu.

2.2 Landasan Teori

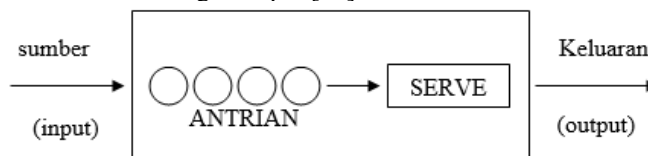
Landasan teori pada penelitian ini meliputi, teori antrian, model simulasi diskrit, Uji distribusi data, dan asumsi distribusi teori antrian. Adapun rincian dari teori yang dianut sebagai berikut.



Gambar 2. Kerangka Teori

A. Teori Antrian

Struktur dasar sistem antrian diasumsikan bahwa sistem antrian mengikuti Pelanggan yang datang memerlukan jasa pelayanan yang disebut sebagai input atau sumber. Pelanggan-pelanggan tersebut masuk sistem antrian dan bergabung dengan pelanggan-pelanggan yang lain yang sedang menunggu untuk dilayani, dimana pada waktu tertentu pelanggan-pelanggan yang sedang menunggu tersebut dipilih untuk dilayani, cara memilih pelanggan untuk dilayani ini disebut dengan disiplin antrian, sedangkan yang melayani pelanggan disebut sebagai pelayan atau server. Setelah pelanggan selesai dilayani, maka pelanggan keluar dari sistem dan disebut sebagai output [10].



Gambar 3. Sistem Antrian

Sistem antrian dimodelkan dalam simulasi diskrit dengan memodelkan suatu sistem yang berevolusi terhadap waktu sedemikian sehingga variabel state sistem hanya berubah nilai pada waktu-waktu tertentu yang banyaknya dapat dihitung. Waktu-waktu tertentu itu adalah waktu suatu event terjadi, dimana suatu event didefinisikan sebagai kejadian yang seketika itu juga mungkin merubah state suatu sistem.

B. Model Simulasi Diskrit

Dari sistem yang diamati dilakukan simulasi. Metode simulasi adalah proses perancangan model dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model yang bertujuan memahami tingkah laku sistem atau untuk menyusun strategi (dalam suatu batas yang ditentukan oleh sebuah atau beberapa kriteria) sehubungan dengan operasi sistem tersebut. Dalam penelitian ini melakukan model simulasi diskrit, yakni model sistem dimana peubah sistem berubah –ubah dalam waktu tertentu. Jika peubah sistem berubah terus menerus dalam skala waktu maka modelnya adalah kontinu [11].

C. Uji Distribusi Data

Pembuatan model perlu dilakukan pengujian data empiris yang digunakan sebagai data input. Pengujian data empiris dilakukan menggunakan uji kolmogorov smirnov yang membandingkan fungsi distribusi (CDF) empiris dengan fungsi hipotesis dugaan. Prosedur ini dibutuhkan untuk mengetahui apakah hasil survey (data asli) memiliki distribusi yang sama atau tidak dengan hasil simulasi. Berikut merupakan fungsi hipotesis [12].

H_0 : data dari sampel asli (data survey) berdistribusi sama dengan data hasil simulasi

H_1 : data dari sampel asli tidak berdistribusi sama dengan distribusi data hasil simulasi.

Statistik Uji

$$D = \text{Sup} | S_{n_1}(x) - S_{n_2}(x) | \quad (1)$$

Dimana daerah penolakan yaitu jika nilai D bernilai lebih dari D_{tabel} atau $p\text{-value}$ kurang dari 0,05.

D. Asumsi Distribusi Teori Antrian

Teori antrian dikembangkan dengan membuat sejumlah asumsi tentang beberapa distribusi yang dipakai pada waktu antar kedatangan maupun waktu pelayanan di tahap-tahap di pelayanan Medical center ITS. Berikut merupakan asumsi distribusi yang dipakai pada laporan ini.

a. Weibull

Rumus dari distribusi Weibull adalah sebagai berikut [13].

$$f(x) = \frac{e^{-\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)}}{\sigma \left[1 + e^{-\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)} \right]^2} \quad (2)$$

b. Distribusi Log-logistic (3p)

Rumus dari distribusi Log-logistic (3p) adalah sebagai berikut [14].

$$f(x) = \frac{e^{\left(\frac{\ln(x-\lambda)-\mu}{\sigma}\right)}}{x\sigma \left[1 + e^{\left(\frac{\ln(x-\lambda)-\mu}{\sigma}\right)}\right]^2} \quad (3)$$

c. Distribusi Johnson SB

Rumus dari distribusi Johnson SB adalah sebagai berikut [15].

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi z(1-z)}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right) \quad (4)$$

d. Distribusi Pearson V

Rumus dari distribusi Pearson V adalah sebagai berikut [16].

$$f(x) = \frac{|s|^\alpha}{\Gamma(\alpha)} |x - \lambda|^{-\alpha-1} e^{-\frac{2}{x-\lambda}} \quad (5)$$

e. Distribusi Pearson VI

Rumus dari distribusi Pearson VI adalah sebagai berikut[16].

$$f(x) = \frac{\Gamma(a+b)}{|s|\Gamma(a)\Gamma(b)} \left(\frac{x-\lambda}{s}\right)^{a-1} \left(1 + \frac{x-\lambda}{s}\right)^{-a-b} \quad (5)$$

E. Response Surface Methodology (RSM)

Response Surface Methodology (RSM) adalah suatu pendekatan statistik dan matematis yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis permasalahan yang melibatkan beberapa variabel input yang memengaruhi satu atau lebih variabel output (respon). Tujuan utama RSM adalah mengoptimalkan respon yang diinginkan dengan memahami hubungan antara variabel input dan output. Dalam konteks sistem antrian, RSM dapat digunakan untuk mengevaluasi kombinasi berbagai faktor operasional—seperti jumlah server—yang berdampak pada performa sistem, misalnya waktu tunggu atau panjang antrian [17].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan analisis distribusi pada masing-masing variable penelitian. Distribusi yang diikuti oleh variabel penelitian ini akan digunakan sebagai input pada pembuatan program simulator. Variabel penelitian yang dianalisis ditribusinya adalah waktu antar kedatangan, pelayanan resepsionis, lama pelayanan poli umum, lama pelayanan poli gigi, lama pelayanan resep obat, lama pelayanan ambil obat.

Tabel 1. Distribusi Variabel Penelitian

Variabel	Distribusi	Parameter	P-Value
Waktu antar kedatangan	Pearson VI	$\lambda = 273,333$	0,878
Pelayanan resepsionis	Pearson V	$\alpha = 3,109 ; \beta = 25,708 ; \gamma = 4,029$	0,153
Pelayanan poli umum	Johnson SB	$\gamma = 0,215 ; \delta = 0,632 ; \lambda = 258,65 ; \xi = 98,946$	0,851
Pelayanan poli gigi	Johnson SB	$\gamma = -0,713 ; \delta = 0,920 ; \lambda = 1083 ; \xi = 111,7$	0,971
Pelayanan pembayaran	Pearson V	$\alpha = 51,657 ; \beta = 2,678 ; \gamma = 1$	0,988
Pelayanan Resep Obat	Log Logistik (3P)	$\alpha = 8,919 ; \beta = 16,679 ; \gamma = -7,102$	0,623
Pelayanan Ambil Obat	Weibull	$\alpha = 2,571 ; \beta = 20,002 ; \gamma = 0$	0,884

Merujuk pada Tabel 1, hasil fitting menunjukkan bahwa waktu antar kedatangan mengikuti distribusi Pearson VI, yang artinya pola kedatangan pasien tidak sepenuhnya acak, tetapi terjadi adanya pengelompokan pasien di jam-jam sibuk, sehingga kedatangan pasien tidak secara merata. Pelayanan resepsionis dan pembayaran mengikuti distribusi pearson V karena merepresentasikan pelayanan yang cepat, tapi terdapat beberapa kemungkinan beberapa kasus yang lama, (misalnya karena kendala teknis atau komunikasi. Pelayanan poli umum dan poli gigi memiliki asumsi distribusi Johnson SB karena adanya variasi pelayanan yang signifikan. Hal tersebut dipengaruhi oleh keragaman keluhan pasien, kompleksitas pemeriksaan serta gaya kerja tenaga medis.

Pelayanan resep obat merujuk pada distribusi Log Logistik 3 Parameter karena distribusi ini cocok untuk data positif yang mengalami lonjakan pada titik tertentu, kemudian turun perlahan. Hal tersebut karena sebagian pasien dilayani dalam waktu singkat, tetapi ada kasus membutuhkan waktu yang jauh lebih lama dikarenakan perlu konsultasi ulang dengan dokter dan obat tidak tersedia dan perlu diganti. Pelayanan ambil obat memiliki distribusi Weibull karena memberikan representasi realistis dari durasi pengambilan obat yang variatif namun tetap terukur. Setelah mengetahui hasil distribusi dari data empiris dari hasil pengamatan sebelumnya, dilakukan pembangunan model pada kondisi awal, yakni kondisi system yang belum optimum.



Gambar 4. Plotter Hasil Simulasi Kondisi Awal (Server Poli Gigi = 1 ; Server Poli Umum = 1)

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada pelayanan poli gigi (ditunjukkan dengan garis hijau) terjadi antrian yang cenderung semakin naik yang artinya pada tahap pelayanan poli gigi perlu dilakukan optimasi dengan menambah server ataupun tetap hanya 1 server. Hal ini berlawanan dengan pelayanan poli umum (ditunjukkan dengan garis merah) yang menunjukkan antrian cenderung mendekati nol, sehingga tidak perlu dioptimasi. Maka muncullah beberapa model berikut yang nantinya akan dilihat dan diuji optimasi sehingga menunjukkan banyak server yang optimum, sehingga bisa menjadi saran untuk menambah server atau tetap dengan server yang ada.

Langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan optimasi model antrean dengan mengembangkan sembilan kombinasi model simulasi berdasarkan variasi jumlah server pada poli gigi dan poli umum. Tujuannya adalah untuk mengetahui konfigurasi jumlah server yang dapat menghasilkan performa sistem terbaik, khususnya dalam hal menurunkan waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi pelayanan. Tabel 2 menunjukkan kombinasi jumlah server yang diuji, dengan jumlah server pada poli gigi bervariasi dari 1 hingga 4, dan pada poli umum dari 1 hingga 3.

Tabel 2. Kombinasi Optimasi Model

Pelayanan	Banyak server								
Poli Gigi	1	1	1	2	2	3	3	4	
Poli Umum	1	2	3	1	2	4	1	3	2

Setelah menjalankan simulasi untuk setiap kombinasi, dilakukan analisis statistik menggunakan *respon surface methodology* (RSM) untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terhadap waktu pelayanan sistem secara keseluruhan. Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 3. Koefisien regresi menunjukkan bahwa penambahan server pada poli gigi berdampak signifikan dalam menurunkan waktu pelayanan dengan nilai koefisien $-1519,06$. Sebaliknya, penambahan server pada poli umum justru memberikan efek negatif terhadap sistem, dengan koefisien positif sebesar $812,989$. Hal ini menunjukkan bahwa ketika jumlah server di poli umum meningkat, waktu antrean justru ikut bertambah, kemungkinan disebabkan oleh distribusi beban pasien yang tidak merata, overlap proses, atau idle time yang tidak efisien.

Tabel 3. Analisis *Respon Surface Methodology*

Variabel	Koefisien
Konstan	4002,06
Poli Gigi	-1519,06
Poli Umum	812,989

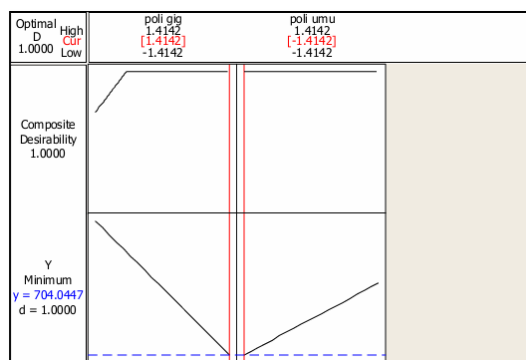
Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa optimasi sistem antrean lebih efektif dilakukan dengan menambah jumlah server di poli gigi, sedangkan untuk poli umum tidak perlu penambahan server dan justru lebih tepat dilakukan pengelolaan alur pelayanan secara efisien. Oleh karena itu, langkah pengkodean ulang sistem disusun dengan fokus pada perbaikan jumlah

server di poli gigi sambil mempertahankan struktur yang ada pada poli umum. Tahapan pengkodean tersebut akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

Tabel 4. Kode yang Menunjukkan Jumlah Server

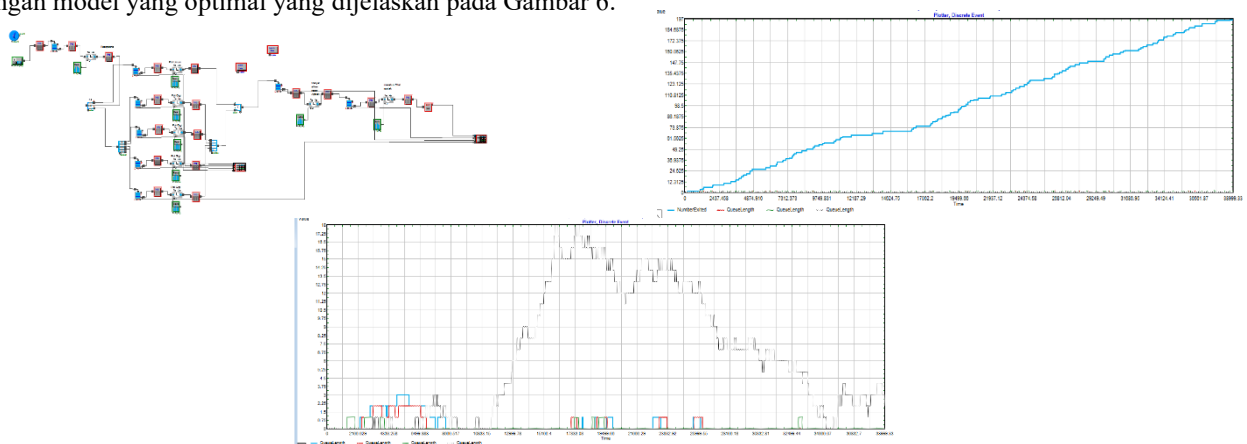
Kode	-1	0	1	1,4142	-1,4142
Banyak Server	1	2	3	4	1

Untuk keperluan analisis optimasi, jumlah server pada poli umum dan poli gigi terlebih dahulu dikodekan menjadi nilai numerik tertentu agar dapat diolah dalam model statistik. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, jumlah server yang berkisar antara 1 hingga 4 dikodekan menjadi nilai -1 , 0 , 1 , $1,4142$, dan $-1,4142$. Pengkodean ini mengikuti prinsip desain eksperimen berstandar, seperti pada response surface methodology (RSM), yang memudahkan pencarian titik optimum melalui pendekatan numerik. Untuk hasil analisis optimasi ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 5. Plot Optimasi

Dari plot optimasi pada Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa konfigurasi jumlah server yang paling optimal adalah dengan menambah jumlah server di poli gigi menjadi 4, sedangkan jumlah server di poli umum tetap dipertahankan sebanyak 1. Nilai optimum ini terlihat pada koordinat dengan nilai pengkodean $1,4142$ untuk poli gigi dan $-1,4142$ untuk poli umum, yang keduanya ditunjukkan dengan garis vertikal berwarna merah. Titik minimum pada grafik menunjukkan bahwa kombinasi tersebut memberikan hasil terbaik dalam menurunkan waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi pelayanan secara keseluruhan. Temuan ini menguatkan hasil sebelumnya dalam analisis regresi bahwa penambahan server pada poli umum justru tidak efektif dan dapat memperburuk kinerja sistem, sementara penambahan server pada poli gigi memberikan dampak signifikan dalam mempercepat pelayanan. Oleh karena itu, dalam pengambilan keputusan manajerial, alokasi sumber daya tambahan sebaiknya difokuskan pada poli gigi, bukan dibagi rata ke seluruh titik layanan. Selanjutnya dilakukan simulasi dengan model yang optimal yang dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Antrian Saat Model Optimum (Poli Gigi = 4 ; Poli Umum = 1)

Gambar 6 menyajikan hasil visualisasi dari simulasi sistem antrian pada konfigurasi model optimum, yaitu dengan jumlah server sebanyak 4 untuk poli gigi dan 1 untuk poli umum. Diagram pertama pada bagian atas adalah diagram proses simulasi yang dibangun menggunakan perangkat lunak simulasi diskrit, menggambarkan alur pasien dari kedatangan hingga

selesai memperoleh layanan di seluruh tahapan (resepsionis, poli, pembayaran, dan farmasi). Simulasi ini merepresentasikan kondisi nyata Medical Center ITS dalam bentuk model sistematis dan terstruktur.

Grafik kedua di bagian tengah menunjukkan akumulasi jumlah pasien yang datang dan dilayani seiring waktu selama periode simulasi. Garis yang konsisten naik tanpa adanya lonjakan drastis mengindikasikan bahwa sistem berjalan dalam kondisi relatif stabil dengan minimnya penumpukan antrean, khususnya pada titik-titik layanan yang sebelumnya menjadi bottleneck, seperti poli gigi.

Sementara itu, grafik ketiga di bagian bawah memperlihatkan jumlah pasien yang sedang berada dalam antrean di tiap titik layanan dari waktu ke waktu. Pada grafik ini terlihat bahwa jumlah antrean pada poli gigi secara signifikan berkurang dibanding model awal (tanpa penambahan server), menandakan keberhasilan skenario optimasi. Grafik antrean menunjukkan puncak antrean yang lebih rendah dan lebih cepat turun ke nol, yang mencerminkan penurunan waktu tunggu dan peningkatan kecepatan layanan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model optimum ini berhasil memperbaiki kinerja sistem antrean di Medical Center ITS. Simulasi ini tidak hanya mendukung hasil analisis regresi dan optimasi sebelumnya, tetapi juga memberikan representasi visual yang kuat mengenai dampak positif dari penambahan server pada poli gigi. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis throughput dari model simulasi yang sudah optimum. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah optimasi sistem pelayanan mampu mengoptimalkan sistem pelayanan. Berikut ini adalah hasil perhitungan throughput yang sudah optimum.

Tabel 5. *Throughput Optimum*

Block	Activity	Ave Wait	Ave Length	Utilization	Max Length	Max Wait
0	resepsionis	0.32359	0.0018305	0.089702	1	17.032
26	Poli Umum	545.96	1.4872	0.60392	6	2283.7
	Poli Gigi				1	1283.9
27	Server 2	227.71	0.16257	0.58389		
53	resep obat	3.458	0.018611	0.053325	2	26.670
	Poli Gigi				1	30.782
67	Server 3	3.0323	0.01632	0.57001		
79	Ambil Obat	102.54	0.07321	0.094756	1	780.74
	Poli Gigi				4	4798.8
136	Server 1	886.49	0.77682	0.5235		
	Poli Gigi				1	446.89
174	Server 4	47.602	0.033985	0.56154		

Tabel 5 menunjukkan 3 throughput yaitu rata-rata lama waktu tunggu setiap pelanggan (Ave Wait), rata-rata panjang antrian di depan server (Ave Length), rata-rata utilitas server (utilization), Maksimum panjang antrian (Max Length), Maksimum lama waktu menunggu (Max Wait).

Rata-rata waktu lama menunggu pada saat di resepsionis adalah 0.32359 detik setiap pelanggan. Hal ini menjelaskan bahwa jika terjadi antrian dalam system resepsionis, pelanggan hanya membutuhkan waktu tunggu selama 0.32359 detik. Rata-rata panjang antrian pada saat di resepsionis adalah 0.0018305 detik dengan panjang antrian maksimum hanya 1 orang. Maksimum lama waktu menunggu adalah untuk dilayani resepsionis adalah 7.032 detik dan utilitas server sebesar 8,97 %. Sedangkan pada saat aktivitas pelayanan di poli umum panjang antrian maksimum mencapai 6 orang dengan rata-rata waktu menunggu per orang adalah 545.96 detik. Hal ini menunjukkan jika ada antrian dalam system poli umum, pelanggan membutuhkan waktu tunggu selama 545.96 detik. Dan rata-rata panjang antrian di depan server adalah 1.4872 detik dengan utilitas server poli umum sebesar 60,4% dengan maksimum lama waktu menunggu pelanggan dalam system adalah sebesar 2283.7 detik

Rata-rata lama waktu menunggu pelanggan menunggu untuk dilayani poli gigi dengan 1 server yaitu dengan waktu menunggu sebesar 886.49 detik. Artinya jika terjadi antrian dalam system poli gigi server 1 maka rata-rata lama waktu menunggu setiap orang adalah 886.49detik, dengan utilitas server sebesar 52.35%. Panjang antrian maksimum adalah 4 orang dan maksimum lama waktu menunggu pelanggan sebesar 4978.8 detik dengan rata-rata panjang antrian pada saat pelayanan poli gigi sebesar 0.7782 detik. Pada pelayanan poli gigi yang optimum dengan penambahan server, yang awalnya hanya 1 dokter menjadi 4 dokter gigi. Optimasi ini dapat mengubah signifikan pada pelayanan pembayaran menjadi 1 pelanggan yang mengantri. Hal ini dapat mengoptimalkan utilitas server menjadi 56,15% dan rata-rata lama waktu tunggu pelanggan untuk dilayani poli gigi sebesar 47.602 detik. Rata-rata lama waktu menunggu pelanggan menunggu pada pelayanan ambil obat sebesar 102.54 detik. Artinya jika terjadi antrian dalam pelayanan poli gigi maka rata-rata lama waktu menunggu setiap

orang adalah 102.54 detik detik, dengan utilitas server sebesar 9,4%. Panjang antrian maksimum adalah 1 orang dan maksimum lama waktu menunggu pelanggan sebesar 780.74 detik dengan rata-rata panjang antrian pada saat pelayanan poli gigi sebesar 0.07321 detik.

Untuk pelayanan pada waktu menyerahkan resep ke dokter rata-rata lama waktu menunggu adalah sebesar 3.458 detik per pelanggan. Panjang antrian di depan server sebesar 0.018611 detik dan maksimum panjang antrian yang terjadi ketika menyerahkan resep ke apotik adalah 2 pelanggan dengan maksimum waktu menunggu adalah 26.670 detik dengan tingkat utilitas server sebesar 5,33%.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem antrian di Medical Center ITS menggunakan pendekatan simulasi kejadian diskrit. Berdasarkan data primer yang dikumpulkan dari 83 pasien selama 5,5 jam observasi, ditemukan bahwa sistem antrian pada kondisi awal belum optimal, khususnya pada layanan poli gigi yang menunjukkan antrian panjang dan waktu tunggu tinggi. Melalui pengujian distribusi, masing-masing variabel waktu pelayanan dan kedatangan pasien dipetakan ke dalam distribusi statistik yang sesuai sebagai input simulasi. Kemudian dilakukan pengembangan sembilan skenario kombinasi jumlah server pada poli umum dan poli gigi. Hasil simulasi dan analisis response surface menunjukkan bahwa penambahan server di poli gigi hingga empat unit mampu menurunkan waktu tunggu secara signifikan, sementara penambahan server di poli umum justru tidak memberikan perbaikan. Simulasi akhir dengan konfigurasi optimal (4 server poli gigi dan 1 server poli umum) menunjukkan penurunan waktu tunggu, pengurangan antrian, serta peningkatan efisiensi layanan. Oleh karena itu, pendekatan simulasi diskrit terbukti efektif sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam meningkatkan mutu pelayanan dan manajemen sumber daya di fasilitas kesehatan.

REFERENCES

- [1] F. Safitri, B. Murti, and B. Ichsan, "Effect of Waiting Time and Outpatient 's Satisfaction in Hospitals : Meta Analysis," vol. 09, pp. 187–196, 2024.
- [2] K. Miszczyńska and P. M. Miszczyński, "Measuring the efficiency of the healthcare sector in Poland – a window-DEA evaluation," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 71, no. 7, pp. 2743–2770, 2022, doi: 10.1108/IJPPM-06-2020-0276.
- [3] D. Digdarshinee, "Optimizing Patient Flow in Hospitals : Strategies for Reducing Wait Times and Improving Resource Utilization," vol. 12, no. 2, pp. 35–51, 2025.
- [4] A. Oluwaferanmi, "Queueing Theory and Patient Flow Optimization in Emergency Departments," no. April, 2025.
- [5] Toritsemogba Tosanbami Omaghomi, Opeoluwa Akomolafe, Chinyere Onwumere, Ifeoma Pamela Odilibe, and Oluwafunmi Adijat Elufioye, "Patient Experience and Satisfaction in Healthcare: a Focus on Managerial Approaches - a Review," *Int. Med. Sci. Res. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 194–209, 2024, doi: 10.51594/imsrj.v4i2.812.
- [6] J. I. Vázquez-Serrano, R. E. Peimbert-García, and L. E. Cárdenas-Barrón, "Discrete-event simulation modeling in healthcare: A comprehensive review," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 22, 2021, doi: 10.3390/ijerph182212262.
- [7] A. Alrabghi and A. Tameem, "Improving Patient Experience in Outpatient Clinics through Simulation: A Case Study," *Modelling*, vol. 5, no. 4, pp. 1505–1518, 2024, doi: 10.3390/modelling5040078.
- [8] D. D. Kim, "The role of simulation modelling in public health policy evaluation," *Lancet Public Heal.*, vol. 9, no. 3, pp. e150–e151, 2024, doi: 10.1016/S2468-2667(24)00027-6.
- [9] S. Rachuba, M. Reuter-Oppermann, and C. Thielen, *Integrated Planning in Hospitals: A Review*, vol. 2020, no. 0123456789. Springer Berlin Heidelberg, 2023. doi: 10.1007/s00291-024-00797-5.
- [10] Reza Arif Setiawan, Dwi Setiaji, and Sri Widiyanti, "Usulan Model Sistem Antrian pada Wisata Umbul Pelem dengan Pendekatan Teori Antrian dan Simulasi," *Jupiter Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 5, pp. 68–76, 2024, doi: 10.61132/jupiter.v2i5.520.
- [11] B. Gatot, M. A. Syahry, R. I. Rachmawan, L. A. Putri, M. F. Mustanir, and M. D. Amrullah, "Analisis Sistem Antrian dengan Metode Simulasi Menggunakan Software Arena 14 Pada Wizzmie Tunjungan," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan IV*, no. Senastitan Iv, pp. 1–6, 2024.
- [12] S. Hadija Difinubun, O. Domingus Nara, M. Abdin, J. Teknik, S. Politeknik, and N. Ambon, "Analisis Pengaruh Sumber Daya Manusia Terhadap Aspek Kinerja Pekerja Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Terpadu Pendukung Blok Masela Universitas Pattimura," *J. Agreg.*, vol. 2, no. 1, pp. 76–86, 2023.
- [13] C. Desriana, W. Somayasa, R. Ruslan, M. Kabil Djafar, H. Budiman, and R. Sahapati, "Estimasi Parameter Dari Distribusi Weibull Berdasarkan Sampel Tersensor Tipe Ii Dan Tipe I," *J. Mat. Komputasi dan Stat.*, vol. 2, no. 3, pp. 150–164, 2022, doi: 10.33772/jmks.v2i3.20.
- [14] P. Model and L. P. Hazard, "Penerapan Model Log-Logistik Proporsional Hazard Untuk," vol. 6, no. 2, pp. 172–185, 2024.
- [15] F. Reba and A. Sroyer, "Analisis Kumulatif Covid-19 Provinsi Papua Tahun 2020 Menggunakan Model Distribusi Johnson Sb," *Stat. J. Theor. Stat. Its Appl.*, vol. 21, no. 1, pp. 21–28, 2021, doi: 10.29313/jstat.v21i1.7820.
- [16] M. Carey, C. Genest, and J. O. Ramsay, "Sparse estimation within Pearson's system, with an application to financial market risk," *Can. J. Stat.*, vol. 51, no. 3, pp. 800–823, 2023, doi: 10.1002/cjs.11754.
- [17] M. A. Hadiyat, B. M. Sopha, and B. S. Wibowo, "Response Surface Methodology Using Observational Data: A Systematic Literature Review," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 20, 2022, doi: 10.3390/app122010663.