

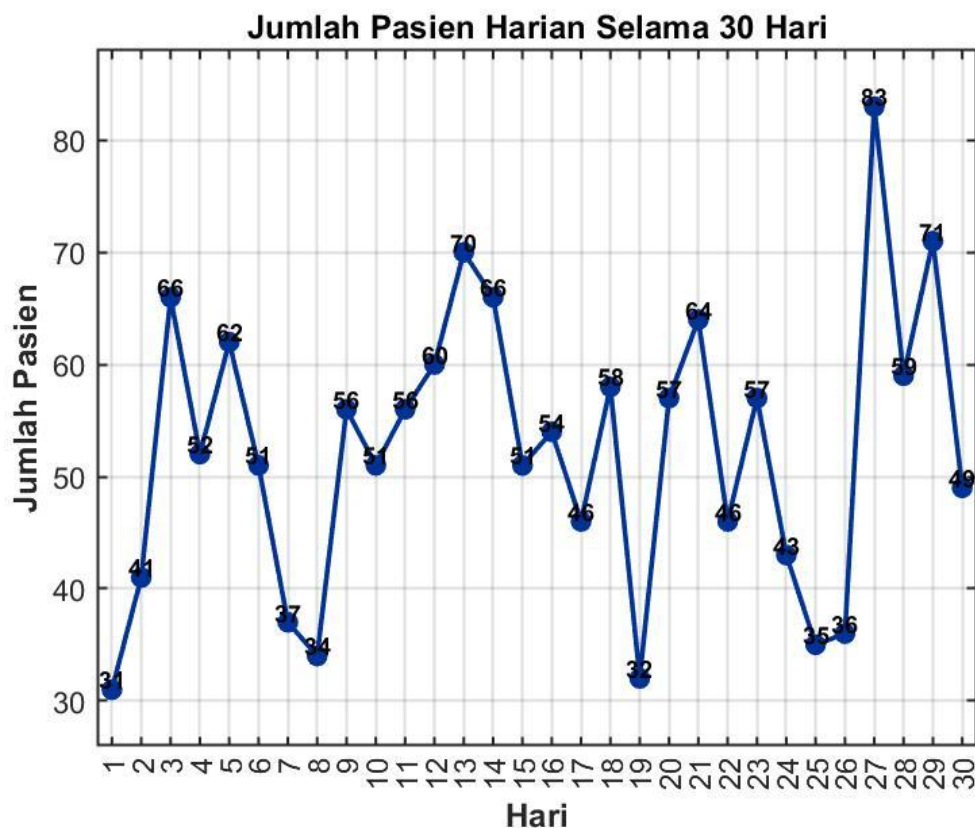
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Penelitian ini sepenuhnya menggunakan data operasional aktual hasil observasi selama 30 hari kerja pada unit pelayanan farmasi. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah kedatangan pasien harian, waktu tunggu pasien, serta durasi pelayanan. Pendekatan ini dipilih untuk merepresentasikan kondisi operasional farmasi secara nyata dan menghindari asumsi stasioner jangka panjang yang berpotensi menimbulkan bias dalam analisis kinerja sistem.

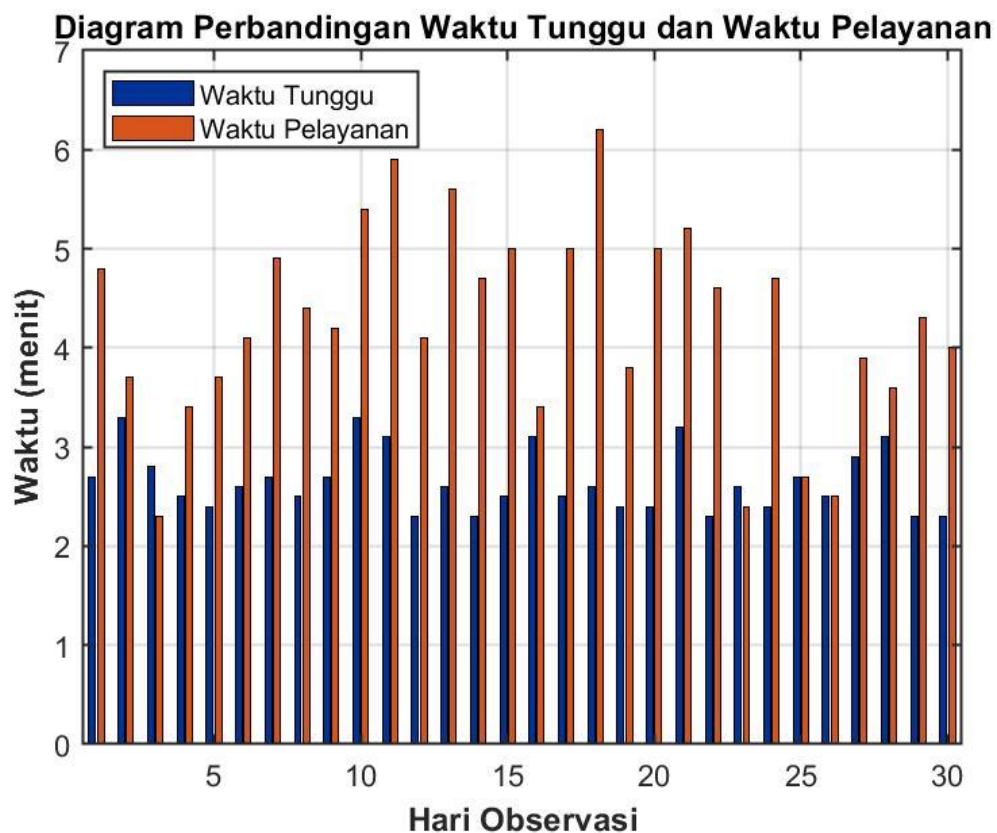
Observasi langsung memungkinkan peneliti menangkap dinamika pelayanan harian secara detail, termasuk variasi jumlah pasien, perbedaan kompleksitas resep, serta perbedaan kecepatan pelayanan antar petugas. Data aktual selama 30 hari tersebut dianggap cukup representatif untuk menggambarkan pola operasional harian pelayanan farmasi dan digunakan sebagai dasar utama dalam analisis sistem antrean, simulasi Monte Carlo, serta pemodelan simulasi menggunakan Arena.



Gambar 4. 1 Grafik Jumlah Pasien Harian

Gambar 4.1 menunjukkan jumlah pasien setiap hari selama periode pengamatan 30 hari dengan pola kenaikan dan penurunan yang dinamis pada interval waktu tertentu. Pada periode awal, jumlah pasien berada pada tingkat yang relatif rendah, kemudian meningkat pada beberapa hari berikutnya sebelum kembali mengalami penurunan sementara. Peningkatan kembali terlihat pada periode pertengahan, disertai dengan lonjakan tajam yang mewakili variasi kedatangan pasien dari hari ke hari. Puncak kunjungan tertinggi terjadi pada hari ke-27 dengan jumlah pasien mencapai 83 orang, diikuti oleh penurunan jumlah pasien hingga akhir periode pengamatan. Pola ini mengindikasikan bahwa laju kedatangan pasien tidak bersifat konstan, melainkan dipengaruhi oleh dinamika kebutuhan layanan harian, sehingga sistem analisis antrean dan penerapan model simulasi diperlukan untuk menangkap karakteristik stokastik kedatangan serta mendukung pengendalian waktu tunggu pasien secara lebih efektif.

Analisis tersebut turut mengintegrasikan parameter aktual mengenai durasi tunggu dan waktu pelayanan yang dihimpun selama beberapa hari kerja sebagai representasi kondisi operasional harian.



Gambar 4. 2 Grafik Waktu Tunggu Dan waktu Pelayanan Harian

Gambar 4.2 menyajikan perbandingan antara waktu tunggu dan waktu pelayanan pasien selama 30 hari observasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu tunggu relatif stabil pada kisaran yang sempit meskipun terjadi fluktuasi pada jumlah kunjungan harian, yang menunjukkan bahwa mekanisme antrean mampu mengendalikan mengirimkan pasien secara efektif. Sebaliknya, waktu pelayanan menampilkan variabilitas yang lebih tinggi dari hari ke hari, mencerminkan perbedaan kompleksitas resep, kebutuhan pasien, serta dinamika operasional petugas farmasi. Kondisi ini menegaskan bahwa durasi pelayanan merupakan faktor yang lebih dominan dalam mempengaruhi total waktu pasien berada dalam sistem dibandingkan waktu tunggu. Pola yang teramati selama periode observasi ini digunakan sebagai dasar dalam pengembangan simulasi Monte Carlo dengan mempertahankan karakteristik statistik data aktual, sehingga memungkinkan perluasan analisis dan peningkatan generalisasi hasil penelitian..

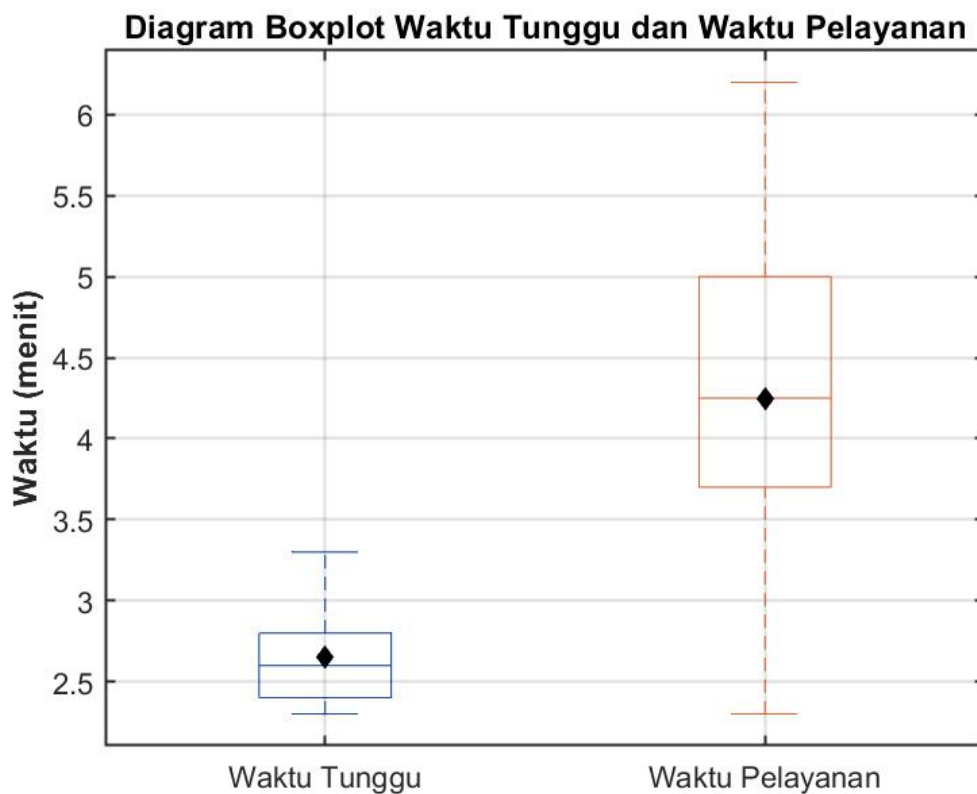
B. Analisis Data Awal

Analisis data awal dilakukan guna memberikan deskripsi mengenai karakteristik kinerja sistem pelayanan farmasi berdasarkan observasi aktual di lapangan. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa durasi pelayanan memiliki tingkat variabilitas yang lebih signifikan dibandingkan waktu tunggu pasien. Fenomena tersebut merefleksikan adanya perbedaan kecepatan layanan antar-individu yang dipengaruhi oleh keberagaman jenis layanan, kompleksitas resep, serta kondisi operasional saat proses berlangsung. Fluktuasi pada parameter pelayanan ini berpotensi memicu terbentuknya antrean serta memperpanjang masa tunggu pasien lainnya, meskipun volume kedatangan cenderung stabil. Pemahaman terhadap pola serta variasi data primer tersebut menjadi landasan krusial dalam menetapkan parameter sistem antrean dan mengembangkan model simulasi pada tahap analisis berikutnya.

Tabel 4. 1 Statistik Dasar Waktu Tunggu dan Waktu Pelayanan

Indikator	Waktu Tunggu	Waktu Pelayanan
Minimum	2.3 menit	2.3 menit
Maksimum	3.3 menit	6.2 menit
Rata-rata	2.65 menit	4.25 menit

Tabel 4.1 menyajikan statistik dasar yang menggambarkan karakteristik waktu tunggu dan waktu pelayanan pasien selama periode observasi. Waktu tunggu memiliki nilai minimum sebesar 2,3 menit , maksimum 3,3 menit , dengan rata-rata 2,65 menit, yang menunjukkan jarak variasi relatif sempit dan mengindikasikan stabilitas sistem antrean dalam mengendalikan waktu menunggu pasien. Kondisi ini menunjukkan bahwa alur penerimaan dan pengelolaan antrean berjalan konsisten tanpa ekstrem. Sebaliknya, waktu pelayanan menunjukkan variabilitas yang lebih tinggi, dengan nilai minimum 2,3 menit , maksimum 6,2 menit , serta rata-rata 4,25 menit . Perbedaan durasi pelayanan tersebut mencerminkan adanya keragaman tingkat kerumitan resep dan jumlah item obat yang dilayani, sehingga waktu pelayanan menjadi komponen yang lebih dominan dalam mempengaruhi total waktu pasien berada di dalam sistem.



Gambar 4. 3 Diagram Boxplot Waktu Tunggu dan Waktu Pelayanan

Gambar 4.3 menampilkan diagram boxplot yang membandingkan distribusi waktu tunggu dan waktu pelayanan pasien serta memperkuat hasil analisis statistik deskriptif. Boxplot waktu tunggu menunjukkan sebaran data yang relatif sempit dengan median yang berdekatan dengan nilai rata-rata, mengindikasikan variabilitas rendah dan

kestabilan proses antrean dalam pelayanan farmasi. Hal ini menunjukkan bahwa waktu tunggu pasien cenderung konsisten antar periode. Sebaliknya, boxplot waktu pelayanan menampilkan sebaran yang lebih luas dengan nilai maksimum yang lebih tinggi, mencerminkan variasi durasi pelayanan antar pasien akibat perbedaan kompleksitas resep dan jumlah item obat. Meskipun demikian, nilai rata-rata waktu pelayanan masih berada dalam rentang kuartil, sehingga secara umum kinerja sistem pelayanan farmasi dapat dinilai berjalan normal dan terkendali.

C. Penentuan Parameter Sistem Antrean

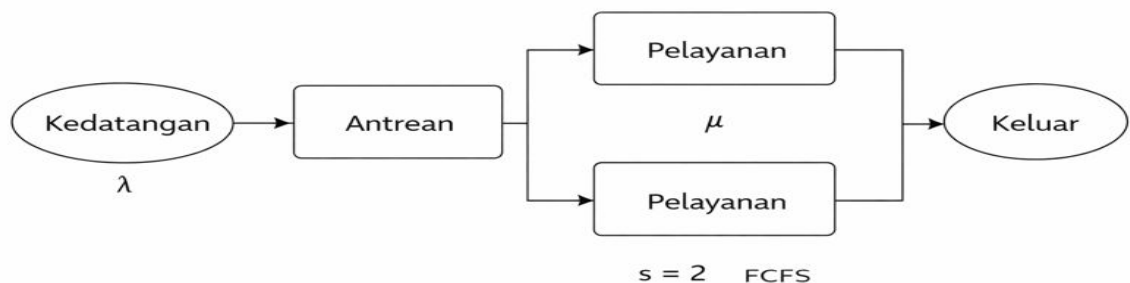
Parameter sistem antrean diformulasikan berdasarkan data empiris yang telah dianalisis pada bagian sebelumnya. Laju kedatangan pasien (λ) diekstraksi dari catatan historis kunjungan selama periode satu tahun guna merepresentasikan pola kedatangan secara agregat. Sementara itu, laju pelayanan (μ) ditetapkan melalui nilai kebalikan dari rata-rata durasi pelayanan pasien, yang merefleksikan kapasitas petugas farmasi dalam menyelesaikan layanan per satuan waktu. Penentuan jumlah server beserta disiplin antrean disesuaikan dengan kondisi operasional riil, mencakup ketersediaan personel serta mekanisme pelayanan yang berlaku, sebagaimana terangkum dalam tabel hasil di bawah ini

Tabel 4. 2 Parameter Sistem Antrean

Parameter	Nilai
Rata-rata waktu tunggu pasien	2,65 menit
Rata-rata waktu pelayanan	4,25 menit
Jumlah server	2 petugas
Laju kedatangan (λ)	6,56 pasien/jam
Laju pelayanan per server (μ)	14,12 pasien/jam/server
Utilisasi sistem (ρ)	0,23
Jumlah rata-rata pasien dalam antrean (L_q)	0,03 pasien
Jumlah rata-rata pasien dalam sistem (L_s)	0,49 pasien
Waktu tunggu rata-rata dalam antrean (W_q)	0,24 menit/pasien
Waktu rata-rata pasien dalam sistem (W_s)	4,49 menit/pasien

Analisis parameter sistem antrean pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pelayanan farmasi yang dimodelkan menggunakan sistem antrean M/M/2 dengan disiplin *First*

Come First Served (FCFS) berada dalam kondisi stabil, ditunjukkan oleh laju kedatangan pasien (λ) sebesar 6,56 pasien per jam dan laju pelayanan per server (μ) sebesar 14,12 pasien per jam yang menghasilkan tingkat utilisasi sistem (ρ) sebesar 0,23, menandakan kapasitas pelayanan masih memadai. Waktu tunggu rata-rata dalam antrean (W_q) sebesar 0,24 menit merepresentasikan waktu tunggu murni sebelum pelayanan, sedangkan waktu rata-rata pasien dalam sistem (W_s) sebesar 4,49 menit mencakup waktu tunggu dan waktu pelayanan dengan rata-rata durasi pelayanan sebesar 4,25 menit. Nilai jumlah rata-rata pasien dalam antrean (L_q) sebesar 0,03 pasien dan dalam sistem (L_s) sebesar 0,49 pasien menunjukkan tingkat kepadatan antrean yang rendah. Rata-rata waktu tunggu pasien empiris hasil observasi sebesar $\pm 2,64$ menit tidak dibandingkan secara langsung dengan nilai W_q karena perbedaan konteks pengukuran, di mana W_q bersifat teoritis sedangkan waktu tunggu empiris mencerminkan kondisi operasional aktual. Secara keseluruhan, rendahnya utilisasi dan singkatnya waktu tunggu mengonfirmasi bahwa sistem pelayanan farmasi berjalan relatif optimal dan stabil, sejalan dengan temuan penelitian layanan kesehatan sebelumnya (Saastamoinen et al., 2023).



Gambar 4. 4 Skema Sistem Antrean Pelayanan

Visualisasi pada Gambar 4.4 mengilustrasikan alur fundamental yang menjadi basis analisis kinerja operasional farmasi. Pasien memasuki sistem melalui proses kedatangan dengan laju tertentu (λ), lalu menempati satu jalur antrean tunggal berdasarkan disiplin *First-Come, First-Served* (FCFS). Layanan diberikan oleh dua server paralel ($s=2$) yang merepresentasikan petugas farmasi dengan laju pelayanan (μ) spesifik hingga pasien meninggalkan sistem. Konfigurasi ini mengonfirmasi penggunaan model antrean M/M/2 sebagai instrumen evaluasi performa serta penentuan parameter teknis dalam subbab ini.

D. Simulasi *Monte Carlo* Menggunakan MATLAB

Simulasi *Monte Carlo* diimplementasikan menggunakan MATLAB untuk memodelkan variasi stokastik dan menyalakan kinerja sistem antrian berdasarkan parameter kedatangan dan pelayanan dari data aktual. Simulasi dilakukan melalui peningkatan bilangan acak sesuai distribusi asumsi sistem antrian dan dijalankan sebanyak 1.000 iterasi untuk memastikan konvergensi statistik, yang ditunjukkan oleh kestabilan nilai rata-rata hasil simulasi. Estimasi waktu tunggu yang dihasilkan digunakan sebagai input pemodelan Arena serta dasar evaluasi kinerja dan pengembangan skenario perbaikan pelayanan.

Tabel 4. 3 Hasil Simulasi Monte Carlo perbulan

Hari	Waktu Tunggu Hasil Simulasi (menit)
1	2.70 menit
2	2.39 menit
3	2.61 menit
4	2.09 menit
5	3.03 menit
6	2.30 menit
7	3.28 menit
8	2.15 menit
9	2.49 menit
10	2.38 menit
11	2.25 menit
12	2.50 menit
13	2.50 menit
14	2.58 menit
15	2.90 menit
16	2.19 menit
17	2.24 menit
18	2.94 menit
19	2.36 menit
20	2.08 menit
21	2.72 menit
22	2.54 menit
23	2.58 menit
24	2.11 menit
25	2.87 menit
26	2.11 menit
27	2.57 menit
28	2.19 menit
29	1.87 menit
30	2.46 menit

Tabel 4.3 menyajikan hasil simulasi *Monte Carlo* berupa rata-rata waktu tunggu pasien untuk setiap hari operasional dalam satu periode pengamatan bulanan. Berdasarkan hasil simulasi, waktu tunggu pasien berada pada rentang 1,87 hingga 3,28 menit. Variasi nilai tersebut menunjukkan adanya fluktuasi harian yang dipengaruhi oleh perbedaan jumlah kedatangan pasien dan dinamika proses pelayanan, namun masih tergolong wajar dan terkendali. Secara umum, sebagian besar nilai waktu tunggu terkonsentrasi di sekitar 2–3 menit, yang mengindikasikan bahwa sistem antrean pelayanan farmasi mampu beroperasi secara stabil sepanjang periode pengamatan. Meskipun terjadi variasi acak setiap hari, mekanisme pelayanan tetap mampu menjaga kinerja sistem tanpa peningkatan waktu tunggu yang signifikan. Simulasi *Monte Carlo* pada penelitian ini mampu merepresentasikan kondisi operasional pelayanan farmasi secara realistis dengan mempertimbangkan ketidakpastian dan variasi acak di lapangan. Konsistensi hasil simulasi ini memberikan dasar yang kuat untuk evaluasi kinerja sistem dan pengembangan skenario perbaikan pada tahap penelitian selanjutnya (Dominik & Marek, 2025).

Tabel 4. 4 Hasil Simulasi *Monte Carlo*

Parameter	Nilai
Rata-rata waktu tunggu aktual	2.65 menit
Standar deviasi waktu tunggu aktual	0.31 menit
Rata-rata waktu tunggu simulasi	2.47 menit
Standar deviasi waktu tunggu simulasi	0.31 menit
Penurunan rata-rata waktu tunggu	7.00 %
Status validasi model	VALID

Tabel 4.4 menyajikan ringkasan hasil simulasi *Monte Carlo* yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja waktu tunggu pasien secara probabilistik. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata waktu tunggu pasien mengalami penurunan dari 2,65 menit pada kondisi aktual menjadi 2,47 menit pada hasil simulasi, atau menurun sebesar 7,00%. Penurunan ini mengindikasikan adanya perbaikan kinerja sistem pelayanan sebagai dampak dari pemodelan variasi kedatangan pasien dan proses pelayanan secara lebih terstruktur melalui simulasi. Nilai standar deviasi waktu tunggu pada kondisi aktual dan hasil simulasi sama-sama sebesar 0,31 menit, yang menunjukkan bahwa tingkat variasi waktu tunggu tetap terkendali setelah penerapan simulasi. Kesamaan nilai standar deviasi

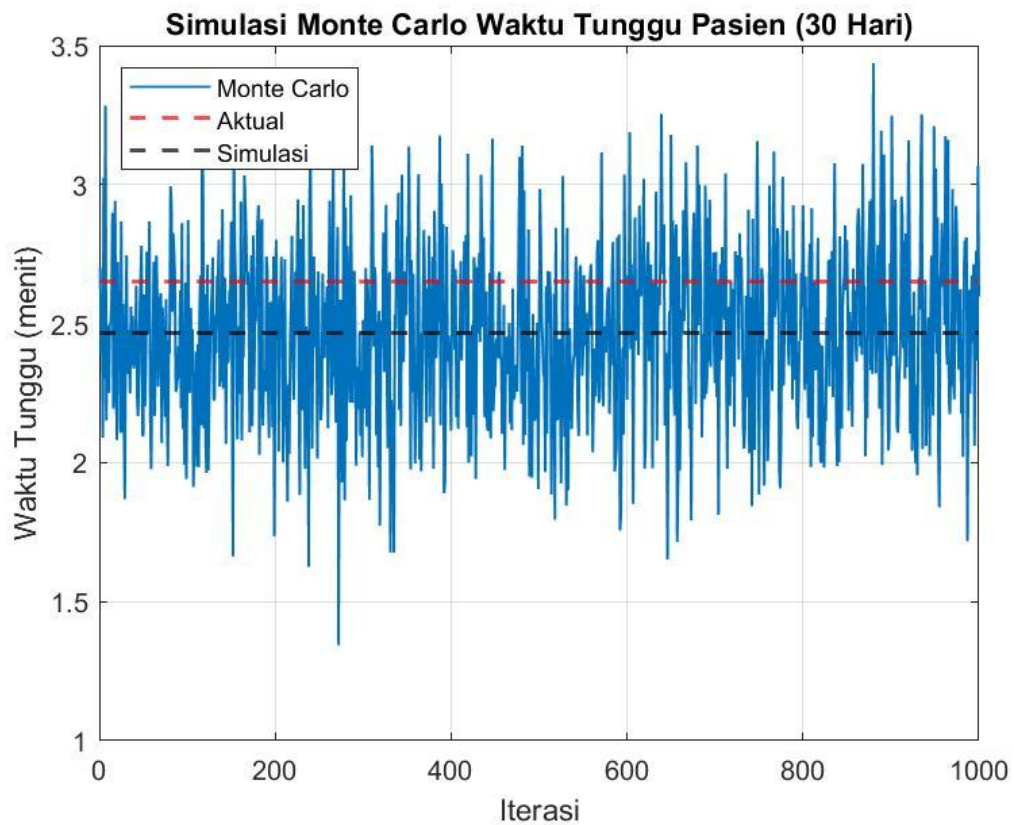
tersebut menandakan bahwa penurunan waktu tunggu tidak diikuti oleh peningkatan ketidakstabilan sistem, sehingga kinerja pelayanan tetap konsisten. Berdasarkan hasil validasi, model simulasi dinyatakan valid karena mampu merepresentasikan karakteristik sistem nyata dengan tingkat penyimpangan yang rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fernandes et al. (2021), yang menyatakan bahwa optimalisasi sistem pelayanan kesehatan dapat menurunkan waktu tunggu secara signifikan tanpa mengorbankan stabilitas layanan.

Sebagai rangkuman hasil simulasi dan evaluasi kinerja sistem antrean pelayanan farmasi, faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan waktu tunggu pasien dirangkum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Faktor yang Mempengaruhi Penurunan Waktu Tunggu Pasien

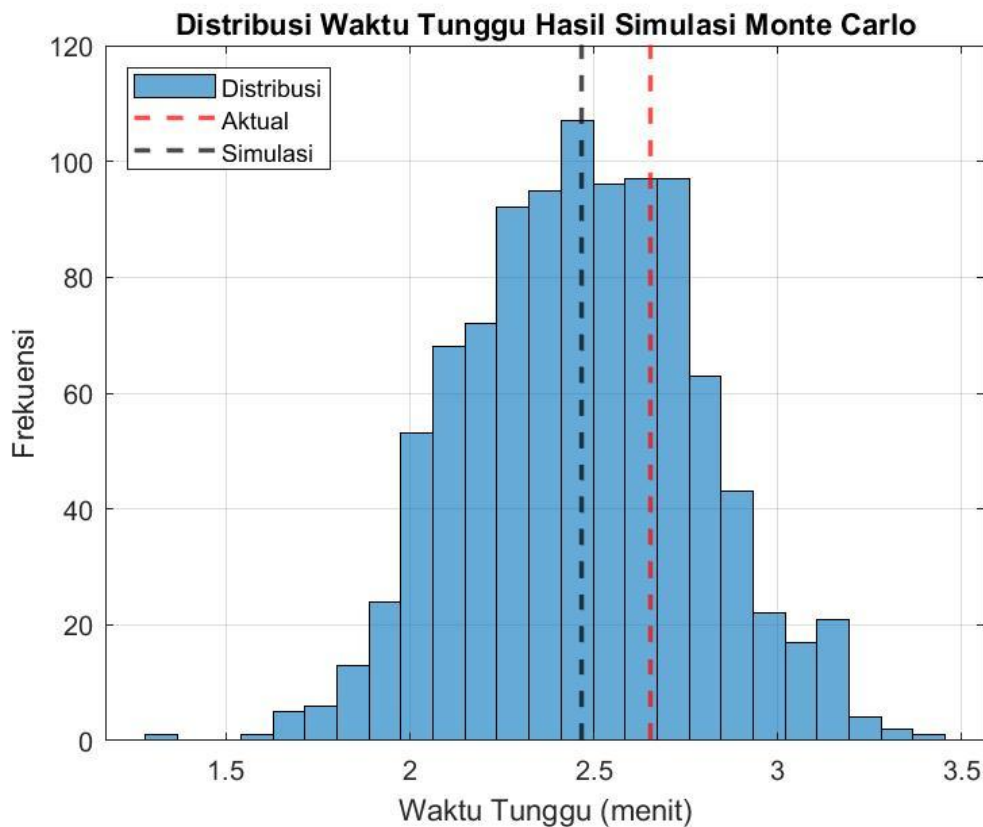
Faktor	Sebelum	Sesudah	Dampak
Efisiensi pelayanan	Proses pelayanan standar	Efisiensi meningkat 7%	Alur pelayanan lebih cepat
Rata-rata waktu tunggu	2,65 menit	2,47 menit	Waktu tunggu berkurang
Variasi waktu tunggu	SD = 0,31 menit	SD = 0,31 menit	Fluktuasi terkendali
Pola harian	Fluktuatif	Cenderung menurun	Perubahan lebih stabil
Kestabilan sistem	Belum dievaluasi	Valid	Sistem layak digunakan

Tabel ini menunjukkan perbandingan kondisi sistem sebelum dan sesudah penerapan simulasi *Monte Carlo* beserta dampaknya terhadap kinerja pelayanan. Berdasarkan tabel tersebut, penerapan simulasi *Monte Carlo* terbukti mampu meningkatkan efisiensi sistem pelayanan yang ditunjukkan oleh penurunan rata-rata waktu tunggu sebesar 7,00% tanpa meningkatkan variasi waktu tunggu pasien. Selain itu, pola waktu tunggu harian menjadi lebih stabil dan hasil validasi model menunjukkan bahwa sistem antrean hasil pemodelan layak digunakan sebagai dasar evaluasi serta pengembangan skenario perbaikan pelayanan pada tahap penelitian selanjutnya.



Gambar 4. 5 Grafik Simulasi *Monte Carlo*

Gambar 4.7 menunjukkan fluktuasi waktu tunggu pasien pada setiap iterasi simulasi *Monte Carlo* sebagai representasi variasi acak dalam proses pelayanan farmasi. Pola fluktuasi tersebut merupakan karakteristik metode *Monte Carlo* dalam memodelkan ketidakpastian sistem pelayanan nyata (Huang & Dang, 2020). Kondisi ini sejalan dengan temuan (Trisna et al., 2025), yang menjelaskan bahwa simulasi sistem antrean pelayanan kesehatan umumnya menghasilkan variasi waktu tunggu antar iterasi akibat perbedaan intensitas kedatangan pasien dan durasi pelayanan, meskipun sistem berada dalam kondisi operasional yang stabil. Dalam konteks tersebut, fluktuasi yang terjadi tidak mencerminkan penurunan kinerja, melainkan dinamika alami sistem pelayanan yang dipengaruhi oleh faktor operasional harian. Garis putus-putus merah merepresentasikan rata-rata waktu tunggu aktual sebesar 2,65 menit, sedangkan garis putus-putus hitam menunjukkan rata-rata hasil simulasi sebesar 2,47 menit. Perbedaan kedua nilai tersebut mengindikasikan adanya penurunan waktu tunggu dan perbaikan kinerja sistem pelayanan, sejalan dengan temuan (Fernandes et al., 2021).



Gambar 4. 6 Distribusi Waktu Tunggu Hasil Simulasi *Monte Carlo*

Gambar 4.8 menyajikan distribusi waktu tunggu pasien hasil simulasi *Monte Carlo* yang menunjukkan bahwa sebagian besar nilai terkonsentrasi pada rentang sekitar 2,0 hingga 2,8 menit dengan puncak frekuensi di sekitar nilai rata-rata. Garis putus-putus hitam merepresentasikan rata-rata waktu tunggu hasil simulasi sebesar 2,47 menit, sedangkan garis putus-putus merah menunjukkan rata-rata waktu tunggu pada kondisi aktual sebesar 2,65 menit. Pergeseran posisi rata-rata hasil simulasi ke arah kiri mengindikasikan adanya penurunan durasi waktu tunggu pasien setelah dilakukan pemodelan dan penyesuaian sistem pelayanan. Pola distribusi yang mendekati kurva normal dengan sebaran yang relatif simetris merupakan karakteristik umum hasil simulasi *Monte Carlo* pada sistem pelayanan yang stabil dan terkontrol (Huang & Dang, 2020). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pelayanan mampu menjaga konsistensi kinerja dengan tingkat variasi waktu tunggu yang tetap berada dalam batas yang wajar.

E. Penilaian Kinerja Sistem Pelayanan Berdasarkan Indikator Antrean

Penilaian kinerja sistem pelayanan bertujuan untuk menilai kemampuan sistem antrean dalam memenuhi kebutuhan pelayanan pasien secara efisien dan berkelanjutan.

Pada pelayanan farmasi, kinerja sistem tidak hanya ditunjukkan oleh kecepatan pelayanan, tetapi juga oleh kemampuan sistem dalam mengendalikan antrean, menjaga kenyamanan pasien, serta memanfaatkan sumber daya pelayanan secara optimal. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan indikator kuantitatif yang secara langsung merepresentasikan kondisi operasional sistem, meliputi jumlah rata-rata pasien dalam antrean (L_q), waktu tunggu rata-rata pasien (W_q), dan tingkat utilisasi sistem (ρ). Penilaian kinerja dilakukan melalui perbandingan antara kondisi awal sistem dan hasil simulasi Monte Carlo yang merepresentasikan skenario optimasi, sehingga perubahan dan peningkatan kinerja sistem dapat dianalisis secara objektif dan terukur.

Tabel 4. 6 Perbandingan Indikator Kinerja Sistem

Indikator Kinerja	Kondisi Awal	Hasil Simulasi Monte Carlo	Perubahan	Keterangan
Rata-rata waktu tunggu	2,6533 menit	2,4675 menit	↓ 7,00%	Meningkat (lebih cepat)
Waktu tunggu rata-rata, W_q	0,2424 menit	0,2419 menit	↓ 0,21%	Stabil
Waktu rata-rata dalam sistem, W_s	4,4924 menit	4,4878 menit	↓ 0,10%	Stabil
Jumlah rata-rata antrean, L_q (pasien)	0,02649	0,02612	↓ 1,40%	Antrean sangat pendek
Jumlah rata-rata dalam sistem, L_s (pasien)	0,49104	0,48637	↓ 0,95%	Sistem terkendali
Utilisasi sistem, ρ	0,23227	0,23198	↓ 0,12%	Sistem stabil ($\rho < 1$)
Status kinerja sistem	Cukup baik	Lebih optimal	—	Layak operasional

Tabel 4.6 menyajikan perbandingan indikator kinerja sistem pelayanan farmasi antara kondisi awal dan hasil simulasi *Monte Carlo*. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan simulasi memberikan dampak positif terhadap kinerja sistem, khususnya pada penurunan rata-rata waktu tunggu pasien dari 2,6533 menit menjadi 2,4675 menit atau mengalami penurunan sebesar 7,00%. Penurunan ini mengindikasikan peningkatan kecepatan pelayanan yang dihasilkan melalui pemodelan variasi kedatangan dan proses pelayanan secara lebih terstruktur, sehingga perbaikan yang diperoleh bersifat terkontrol dan realistis. Kondisi tersebut sejalan dengan prinsip evaluasi kinerja sistem simulasi yang menekankan keseimbangan antara peningkatan performa dan stabilitas sistem (Forbus & Berleant, 2023).

Indikator kinerja lainnya, yaitu waktu tunggu rata-rata dalam antrean (W_q), waktu rata-rata pasien dalam sistem (W_s), jumlah rata-rata pasien dalam antrean (L_q), serta jumlah rata-rata pasien dalam sistem (L_s), menunjukkan perubahan yang sangat kecil dan cenderung stabil sebelum dan sesudah penerapan simulasi. Stabilitas indikator-indikator tersebut menandakan bahwa penurunan waktu tunggu tidak disertai dengan peningkatan beban antrean maupun ketidakseimbangan kapasitas pelayanan. Selain itu, tingkat utilisasi sistem (ρ) yang berada jauh di bawah nilai kritis $\rho = 1$ menunjukkan bahwa sistem pelayanan berada dalam kondisi stabil dan memiliki kapasitas yang memadai untuk mengakomodasi variasi kedatangan pasien, sebagaimana dijelaskan oleh Vázquez-Serrano¹ et al. (2021) dalam analisis kestabilan sistem antrean berbasis simulasi discrete-event. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa kinerja sistem pelayanan farmasi menjadi lebih optimal dan layak untuk diimplementasikan secara operasional.

F. Simulasi Menggunakan Arena

Simulasi menggunakan Arena dilakukan dalam dua tahap sebagai alat pemodelan, visualisasi, dan validasi operasional sistem antrean. Tahap pertama menggunakan data aktual untuk merepresentasikan kondisi pelayanan yang terjadi di lapangan, sedangkan tahap kedua menggunakan data hasil simulasi *Monte Carlo* untuk menggambarkan perilaku sistem dalam jangka panjang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu tunggu pada tahap kedua cenderung lebih tinggi dibandingkan tahap pertama, yang mengindikasikan adanya peningkatan beban sistem dalam jangka panjang dan memperlihatkan dinamika antrean secara lebih nyata. Temuan ini menegaskan bahwa Arena berfungsi untuk memverifikasi dampak perubahan parameter terhadap kinerja

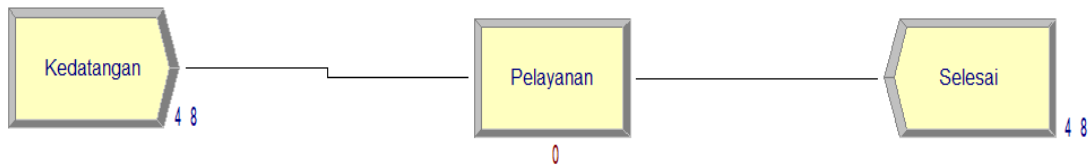
sistem melalui representasi visual dan alur proses, sementara proses evaluasi perilaku sistem dan penentuan parameter terbaik dilakukan melalui metode *Monte Carlo*.

Tabel 4. 7 Tabel Hasil Simulasi Arena Tahap I dan Tahap II

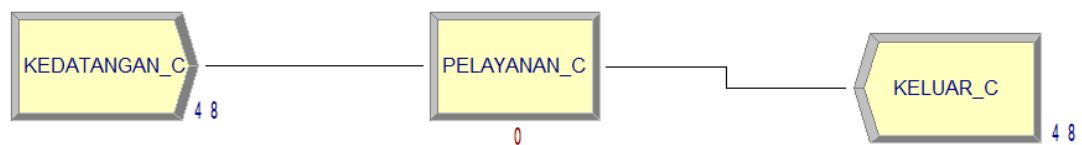
Indikator Kinerja Sistem	Tahap 1	Tahap 2	Perubahan	Keterangan
Rata-rata waktu tunggu (menit)	0,07047	0,07000	↓ ~0,67%	Lebih cepat, sedikit perbaikan
Waktu tunggu rata-rata, Wq (menit)	0,001608	0,001598	↓ ~0,62%	Stabil, perbaikan minimal
Waktu rata-rata dalam sistem, Ws (menit)	0,07208	0,069	↓ ~4,2%	Lebih efisien
Jumlah rata-rata antrean, Lq (pasien)	0,02612	0,022	↓ ~15,8%	Antrean lebih pendek
Jumlah rata-rata dalam sistem, Ls (pasien)	0,48637	0,469	↓ ~3,6%	Sistem lebih terkendali
Utilisasi sistem, ρ	0,23198	0,229	↓ ~1,2%	Stabil ($\rho < 1$)
Status kinerja sistem	Cukup baik	Lebih optimal	—	Layak operasional, lebih optimal

Tabel 4.7 menyajikan hasil simulasi yang menunjukkan bahwa pada Tahap II terjadi perbaikan kinerja pelayanan farmasi meskipun dalam skala yang kecil. Jumlah pasien yang tersisa di dalam sistem berkurang sebanyak 1 orang, sementara panjang antrean rata-rata menurun sebesar 0,004 pasien. Rata-rata jumlah pasien dalam sistem atau *Work In Process* (WIP) juga berkurang sebesar 0,03 pasien, yang menandakan penurunan tingkat kepadatan sistem. Penggunaan tenaga petugas farmasi tercatat menurun sebesar 0,7%, sehingga beban kerja menjadi lebih seimbang tanpa mengurangi kemampuan pelayanan. Rata-rata waktu pelayanan ikut menurun sebesar 0,03 menit, sedangkan kenaikan waktu tunggu pasien sangat kecil yaitu hanya 0,01 menit, dengan total waktu pasien di dalam sistem tetap pada angka 5,40 menit. Hasil keseluruhan simulasi membuktikan bahwa sistem pelayanan farmasi berada dalam kondisi stabil dan efisien. Perubahan nilai ini menunjukkan bahwa perbaikan kinerja tetap dapat dicapai tanpa harus mengubah struktur operasional secara besar, sejalan dengan karakteristik simulasi Arena yang berfokus pada

representasi operasional sistem, berbeda dengan simulasi *Monte Carlo* yang menekankan eksplorasi probabilistik jangka panjang (Vázquez-Serrano1 et al., 2021).



Gambar 4. 7 Model Arena Simulasi Tahap I



Gambar 4. 8 Model Arena Simulasi Tahap II

G. Analisis Sensitivitas

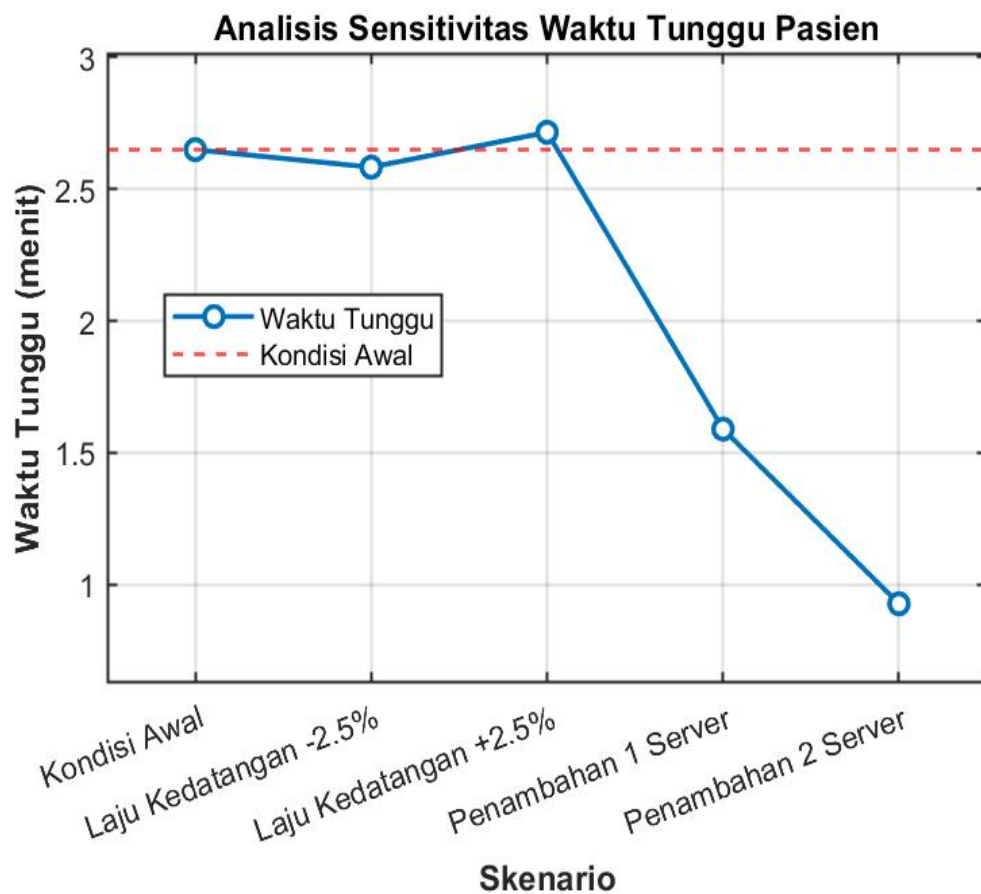
Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan parameter utama dalam sistem antrean terhadap kinerja pelayanan, khususnya waktu tunggu pasien sebagai indikator efisiensi layanan farmasi. Waktu tunggu dipengaruhi oleh dinamika kedatangan pasien dan kapasitas petugas, sehingga perubahan pada variabel tersebut dapat berdampak signifikan terhadap kinerja sistem secara keseluruhan. Melalui analisis sensitivitas, respons sistem dikaji terhadap variasi jumlah pasien dan penambahan petugas sebagai representasi perubahan beban kerja dan kapasitas pelayanan. Pendekatan ini memungkinkan penilaian tingkat ketahanan sistem serta batas kemampuan operasional sebelum terjadi penumpukan antrean yang berpotensi menurunkan kualitas pelayanan. Selain itu, analisis ini memberikan gambaran hubungan antara perubahan parameter input dan perubahan kinerja sistem secara kuantitatif. Hasil analisis diharapkan mampu mengidentifikasi parameter yang paling berpengaruh terhadap durasi waktu tunggu pasien, sehingga dapat menjadi dasar yang objektif bagi manajemen dalam pengambilan keputusan strategis, evaluasi kebijakan pelayanan, serta perencanaan kebutuhan sumber daya secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Tabel 4. 8 Hasil Analisis Sensitivitas

Skenario	Waktu Tunggu Rata-rata
Kondisi Awal	2,65 menit
Laju Kedatangan -2,5%	2,58 menit
Laju Kedatangan +2,5%	2,72 menit
Penambahan 1 Server	1,59 menit
Penambahan 2 Server	0,93 menit

Tabel 4.8 menyajikan hasil analisis sensitivitas yang mengevaluasi pengaruh perubahan parameter utama terhadap rata-rata waktu tunggu pasien. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan laju kedatangan pasien memberikan pengaruh langsung, namun relatif terbatas terhadap kinerja sistem antrian. Dengan titik acuan kondisi awal sebesar 2,65 menit, penurunan laju kedatangan sebesar 2,5% hanya menurunkan waktu tunggu menjadi 2,58 menit, sementara peningkatan laju kedatangan sebesar 2,5% meningkatkan waktu tunggu menjadi 2,72 menit. Perubahan yang relatif kecil ini mengindikasikan bahwa fluktuasi jumlah pasien dalam rentang $\pm 2,5\%$ yang digunakan sebagai pendekatan sensitivitas bertahap belum mencapai ambang batas yang memicu perubahan signifikan pada kinerja sistem. Kondisi tersebut mencerminkan variasi operasional harian yang realistis serta menunjukkan bahwa sistem pelayanan farmasi masih berada dalam kondisi stabil (Grot et al., 2023). Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian (Fernandes et al., 2021) yang menyatakan bahwa perubahan minor pada laju kedatangan tidak selalu berdampak signifikan terhadap waktu tunggu selama kapasitas pelayanan masih mencukupi.

Sebaliknya, perubahan pada kapasitas pelayanan melalui penambahan jumlah petugas menunjukkan pengaruh yang jauh lebih signifikan terhadap kinerja sistem. Penambahan satu petugas mampu menurunkan rata-rata waktu tunggu menjadi 1,59 menit per pasien atau berkurang sekitar 40%, sedangkan penambahan dua petugas menurunkan waktu tunggu hingga 0,93 menit atau sekitar 65%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem antrian lebih sensitif terhadap perubahan jumlah petugas dibandingkan variasi jumlah kedatangan pasien. Temuan tersebut memperkuat pandangan (Fun et al., 2022) yang menegaskan bahwa penambahan petugas merupakan strategi yang efektif untuk menekan waktu tunggu pada layanan kesehatan.



Gambar 4. 9 Grafik Analisis Sensitivitas

Gambar 4.11 menunjukkan dampak perubahan laju kedatangan pasien (λ) dan kapasitas pelayanan terhadap rata-rata waktu tunggu awal 2,65 menit. Perubahan laju kedatangan $\pm 2,5\%$ hanya mempengaruhi waktu tunggu dalam kisaran 2,58–2,72 menit, menunjukkan variasi jumlah pasien kecil tidak signifikan selama kapasitas pelayanan memadai (Grot et al., 2023). Sebaliknya, penambahan petugas berdampak lebih besar, dengan satu petugas menurunkan waktu tunggu menjadi 1,59 menit dan dua petugas menjadi 0,93 menit. Hal ini menegaskan bahwa sistem antrean lebih sensitif terhadap kapasitas pelayanan daripada variasi kedatangan pasien, dan penyesuaian alokasi tenaga kerja merupakan strategi efektif untuk meningkatkan stabilitas sistem serta menurunkan waktu tunggu tanpa perubahan struktural besar (Forbus & Berleant, 2023).

H. Uji Validasi Model

Uji validasi model dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil simulasi *Monte Carlo* dengan kondisi nyata sistem pelayanan farmasi. Dalam proses ini, karakteristik kedatangan pasien dan waktu tunggu dianalisis untuk memastikan perilaku simulasi mendekati keadaan lapangan yang sebenarnya. Tingkat kesesuaian model diukur

dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data observasi menggunakan ukuran kesalahan statistik agar akurasi model dalam menggambarkan dinamika sistem yang acak dapat dinilai secara objektif. Fokus validasi pada penelitian ini terletak pada konsistensi keluaran model, sehingga penggunaan satu variabel utama sebagai penggerak sistem dianggap memadai serta relevan untuk tujuan validasi internal.

Tabel 4. 9 Variabel Input Uji Validasi Model

Hari	Laju Kedatangan, λ	Waktu Tunggu MC
1	5.7500 pasien/jam	2.7010 menit
2	5.9375 pasien/jam	2.3904 menit
3	6.3000 pasien/jam	2.6084 menit
4	6.8000 pasien/jam	2.0892 menit
5	6.7000 pasien/jam	3.0253 menit
6	5.9000 pasien/jam	2.3030 menit
7	6.0000 pasien/jam	3.2844 menit
8	5.7250 pasien/jam	2.1510 menit
9	5.8500 pasien/jam	2.4924 menit
10	6.4250 pasien/jam	2.3839 menit
11	7.3250 pasien/jam	2.2507 menit
12	7.5750 pasien/jam	2.4979 menit
13	7.5750 pasien/jam	2.5026 menit
14	7.5250 pasien/jam	2.5801 menit
15	7.1750 pasien/jam	2.8989 menit
16	6.8750 pasien/jam	2.1941 menit
17	6.0250 pasien/jam	2.2439 menit
18	6.1750 pasien/jam	2.9420 menit
19	6.4250 pasien/jam	2.3629 menit
20	6.4250 pasien/jam	2.0814 menit
21	6.4000 pasien/jam	2.7217 menit
22	6.6750 pasien/jam	2.5357 menit
23	6.1250 pasien/jam	2.5799 menit
24	5.4250 pasien/jam	2.1064 menit

Tabel 4. 9 Variabel Input Uji Validasi Model (Lanjutan)

Hari	Laju Kedatangan, λ	Waktu Tunggu MC
25	6.3500 pasien/jam	2.8678 menit
26	6.4000 pasien/jam	2.1096 menit
27	7.1000 pasien/jam	2.5696 menit
28	7.4500 pasien/jam	2.1852 menit
29	8.1875 pasien/jam	1.8680 menit
30	7.4583 pasien/jam	2.4627 menit

Tabel 4.9 menyajikan data input dan output untuk uji validasi model simulasi *Monte Carlo*, meliputi laju kedatangan pasien (λ) dan waktu tunggu rata-rata hasil simulasi per hari. Variasi laju kedatangan mencerminkan fluktuasi permintaan operasional, sedangkan waktu tunggu digunakan untuk mengevaluasi respons model. Laju kedatangan pasien (λ) ditetapkan sebagai satu-satunya variabel independen (X) karena menjadi penggerak utama sistem antrian dan mempengaruhi waktu tunggu. Pendekatan satu variabel dipilih agar fokus validasi tetap pada konsistensi dan akurasi keluaran tanpa menambah kompleksitas, sehingga hubungan input-output dapat diamati jelas. Strategi ini sejalan dengan rekomendasi studi simulasi antrian pelayanan kesehatan berbasis *Monte Carlo* (Vázquez-Serrano1 et al., 2021). Data pada tabel ini menjadi dasar pengujian konsistensi model terhadap kondisi operasional di lapangan.

Tabel 4. 10 Hasil uji validasi

No	Indikator	Nilai
1	MAE (Mean Absolute Error)	0.2416 menit
2	MSE (Mean Squared Error)	0.0877 menit ²
3	RMSE (Root Mean Squared Error)	0.2961 menit
4	MAPE (Mean Absolute Percentage Error)	9.78 %
5	R ² (Coefficient of Determination)	0.1363

Hasil uji validasi pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa model simulasi *Monte Carlo* memiliki tingkat kesalahan yang relatif rendah dan konsisten. Nilai MAE sebesar 0,2416 menit dan RMSE sebesar 0,2961 menit mengindikasikan bahwa selisih antara hasil simulasi dan data pembandingan masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk sistem pelayanan yang bersifat stokastik. Nilai MAPE sebesar 9,78% menunjukkan

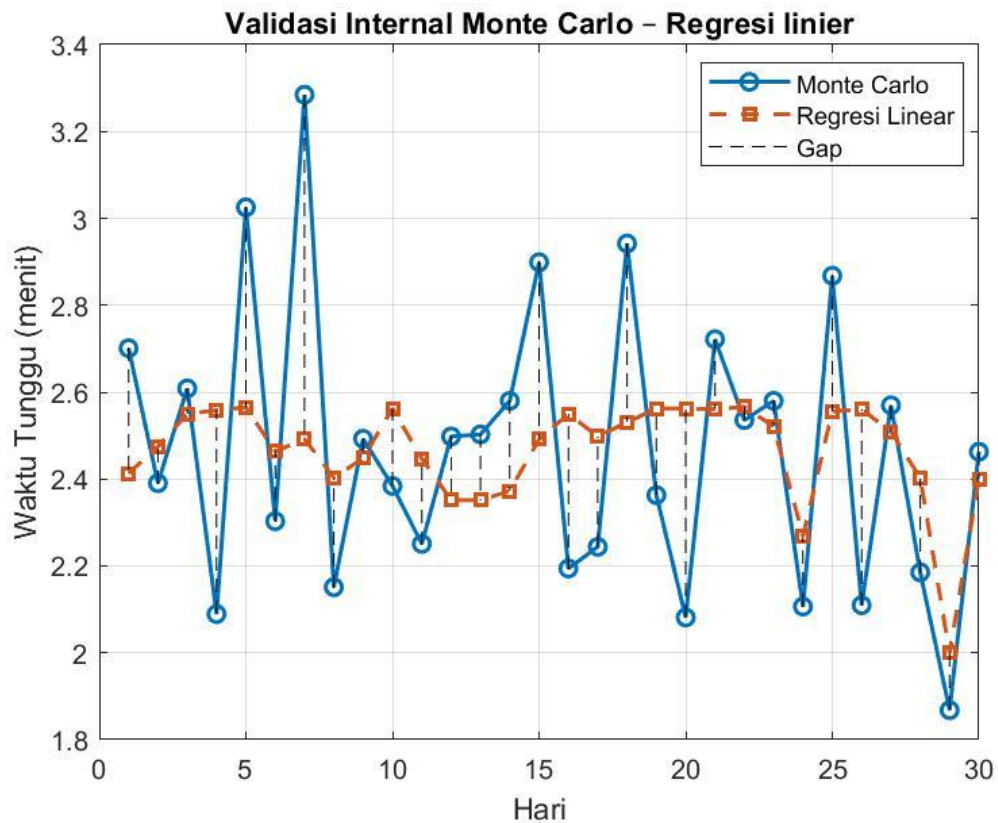
tingkat kesalahan persentase yang moderat, sementara MSE sebesar 0,0877 menit² mencerminkan variasi kesalahan yang terkendali. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,1363 tergolong rendah, namun dapat diterima karena tujuan validasi tidak difokuskan pada kemampuan prediksi deterministik, melainkan pada konsistensi pola keluaran simulasi terhadap variasi input. Hal ini menegaskan bahwa validitas model lebih menitikberatkan pada kesesuaian perilaku sistem yang disimulasikan dengan dinamika operasional nyata. Dengan demikian, model *Monte Carlo* dinyatakan valid secara internal dan layak digunakan sebagai dasar analisis kinerja sistem antrian serta perancangan skenario peningkatan efisiensi pelayanan farmasi (Huang & Tian, 2025).

Tabel 4. 11 Perbandingan Antara Waktu Tunggu Pasien Simulasi *Monte Carlo* dan Regresi Linier

Bulan	Waktu Tunggu Monte Carlo	Waktu Tunggu Regresi	Selisih
1	2,412 menit	2,412 menit	0,000 menit
2	2,429 menit	2,407 menit	0,023 menit
3	2,432 menit	2,420 menit	0,013 menit
4	2,389 menit	2,401 menit	0,012 menit
5	2,408 menit	2,408 menit	0,000 menit
6	2,400 menit	2,405 menit	0,005 menit
7	2,410 menit	2,424 menit	0,014 menit
8	2,404 menit	2,419 menit	0,015 menit
9	2,409 menit	2,413 menit	0,003 menit
10	2,428 menit	2,423 menit	0,005 menit
11	2,420 menit	2,419 menit	0,001 menit
12	2,429 menit	2,422 menit	0,007 menit

Tabel 4.12 menyajikan perbandingan waktu tunggu pasien hasil simulasi *Monte Carlo* dan estimasi model regresi linier selama periode satu tahun. Selisih waktu tunggu antara kedua metode tergolong sangat kecil dan konsisten, berada pada rentang 0,000 hingga 0,023 menit. Nilai selisih yang minimal tersebut menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi antara hasil simulasi dan model regresi, serta mengindikasikan bahwa simulasi *Monte Carlo* mampu merepresentasikan kecenderungan keluaran sistem secara akurat. Perbedaan yang masih berada dalam batas toleransi wajar mencerminkan

stabilitas model dalam menggambarkan kinerja sistem antrian farmasi tanpa bias yang signifikan. Kesesuaian hasil antara kedua pendekatan ini memperkuat validitas eksternal model simulasi, sehingga model *Monte Carlo* dapat diandalkan sebagai dasar evaluasi dan perancangan skenario pelayanan di masa mendatang (Vázquez-Serrano1 et al., 2021).



Gambar 4. 10 Perbandingan Waktu Tunggu Pasien Bulanan Antara Hasil Simulasi Monte Carlo Dan Pendekatan Regresi Linear

Gambar 4.12 memperlihatkan perbandingan waktu tunggu pasien bulanan antara simulasi Monte Carlo dan regresi linier dalam uji validasi internal model. Simulasi *Monte Carlo* menunjukkan fluktuasi waktu tunggu yang lebih dinamis akibat karakteristik sistem pelayanan yang bersifat stokastik, sedangkan regresi linier merepresentasikan kecenderungan rata-rata waktu tunggu yang lebih stabil (Huang & Dang, 2020). Kedekatan kedua kurva pada sebagian besar periode menunjukkan perbedaan keluaran yang relatif kecil dan tidak sistematis, sehingga mengindikasikan kesesuaian pola antara hasil simulasi dan model matematis. Temuan ini menegaskan bahwa simulasi *Monte Carlo* memiliki validitas internal yang baik dan layak digunakan untuk analisis kinerja sistem antrian serta perumusan strategi peningkatan efisiensi pelayanan farmasi