

BAB V

ANALISA DAN INTERPRETASI HASIL

5.1 Analisis Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan terhadap sistem pelayanan panggilan dalam tiga bulan berturut-turut (September, Oktober, dan November), ditemukan beberapa perubahan signifikan dalam parameter sistem antrean. Berikut adalah analisis terhadap hasil yang diperoleh:

Tabel 5. 1 Hasil Simulasi Antrian

Parameter	September	Oktober	November	Perubahan
<i>Arrival Rate</i> (λ)	14 panggilan/jam	15 panggilan/jam	16 panggilan/jam	Peningkatan
<i>Service Rate</i> (μ)	12 panggilan/jam	12 panggilan/jam	12 panggilan/jam	Tetap
Jumlah Agen (s)	3	3	3	Tetap
Utilisasi Server (ρ)	0.39 (39%)	0.42 (42%)	0.44 (44%)	Meningkat
Jumlah rata- rata dalam antrean (L_q)	0.08 panggilan	0.11 panggilan	0.14 panggilan	Meningkat
Jumlah rata- rata dalam sistem (L)	1.25 panggilan	1.36 panggilan	1.48 panggilan	Meningkat
Waktu tunggu rata- rata dalam antrean (W_q)	0.36 detik	0.44 detik	0.54 detik	Meningkat
Waktu rata- rata dalam sistem (W)	5.36 detik	5.44 detik	5.54 detik	Meningkat

Probabilitas sistem kosong (P_0)	30%	28%	25%	Menurun
--------------------------------------	-----	-----	-----	---------

5.1.1 Analisis *Arrival Rate*

Jumlah panggilan masuk mengalami peningkatan dari 14 panggilan/jam pada bulan September menjadi 16 panggilan/jam pada bulan November.

- Penyebab peningkatan ini:
 1. Adanya promo liburan akhir tahun yang mendorong lebih banyak pelanggan untuk melakukan reservasi dan menghubungi layanan pelanggan.
 2. Peningkatan tren penggunaan layanan berbasis digital yang memicu lebih banyak pertanyaan dari pelanggan.
 3. Potensi adanya permasalahan teknis atau kebijakan baru yang menyebabkan pelanggan membutuhkan klarifikasi tambahan.
- Dampak peningkatan *arrival rate*:
 1. Meningkatnya antrean pelanggan, menyebabkan waktu tunggu lebih lama.
 2. Beban kerja agen meningkat karena jumlah agen tetap tidak bertambah.
 3. Potensi peningkatan jumlah panggilan yang tidak terjawab.
- Perubahan yang perlu dilakukan:
 1. Menambah jumlah agen layanan untuk menyeimbangkan peningkatan jumlah panggilan
 2. Dapat juga melakukan penambahan karyawan sementara yang ditugaskan untuk momen-momen perayaan hari raya serta liburan.

5.1.2 Analisis Waktu Tunggu

Analisis Waktu Tunggu dan Utilisasi *Server*. Waktu tunggu rata-rata dalam antrean meningkat dari 0.36 detik menjadi 0.54 detik dalam tiga bulan.

- Penyebab utama peningkatan ini:
 1. Peningkatan *arrival rate* tanpa adanya penyesuaian jumlah agen.
 2. Kapasitas layanan yang tetap menyebabkan antrean bertambah panjang.
 3. Utilisasi *server* meningkat dari 39% menjadi 44%, yang menandakan agen bekerja lebih banyak tanpa waktu *idle* yang cukup.
- Dampak dari peningkatan waktu tunggu:
 1. Pelanggan yang harus menunggu lebih lama berpotensi merasa tidak puas dan menutup panggilan sebelum mendapatkan layanan.
 2. Agen layanan semakin kelelahan, yang bisa menurunkan kualitas pelayanan.
 3. Efektivitas sistem FIFO (*First In, First Out*) tetap terjaga, tetapi dengan konsekuensi waktu tunggu yang lebih lama.
- Perubahan yang perlu dilakukan:
 1. Penambahan jumlah agen atau penggunaan *shift* tambahan agar agen tidak terlalu terbebani.
 2. Implementasi sistem prioritas untuk menangani pelanggan dengan masalah lebih mendesak terlebih dahulu.
 3. Optimalisasi sistem otomatis seperti *chatbot* atau IVR untuk mengurangi jumlah panggilan yang perlu ditangani langsung oleh agen.

5.1.3 Analisis Probabilitas Sistem Kosong

Probabilitas sistem kosong menurun dari 30% menjadi 25%, yang menunjukkan agen semakin sibuk menangani panggilan.

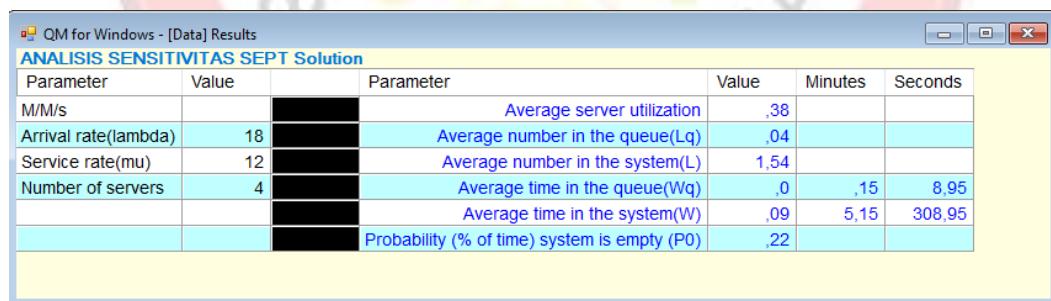
- Penyebab penurunan ini:
 1. Peningkatan jumlah panggilan tanpa perubahan jumlah agen menyebabkan lebih sedikit waktu *idle* bagi agen.
 2. Sistem antrean yang semakin padat membuat agen terus bekerja tanpa jeda yang cukup.
- Dampak dari penurunan probabilitas sistem kosong:

1. Agen menjadi lebih terbebani, yang berpotensi menurunkan kualitas layanan.
 2. Jika tren ini terus berlanjut, ada risiko lebih banyak panggilan tidak terjawab karena kapasitas agen telah maksimal.
- Perubahan yang perlu dilakukan:
 1. Menyediakan tenaga kerja fleksibel atau *shift* tambahan untuk mengurangi beban kerja agen.
 2. Melakukan analisis efektivitas kerja agen dan memberikan pelatihan tambahan jika diperlukan.

5.1.4 Analisis sensitivitas

Dalam sistem antrian, analisis sensitivitas digunakan untuk memahami bagaimana perubahan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan dapat mempengaruhi efisiensi sistem. Model antrian yang sering digunakan dalam analisis ini adalah model M/M/s, yang merupakan model antrian dengan s *server*, waktu kedatangan dan waktu pelayanan yang mengikuti distribusi eksponensial. Berikut adalah hasil dari analisis sensitivitas:

Penambahan *arrival rate* dan *server* (Beban Tinggi)



Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	.38		
Arrival rate(lambda)	18	Average number in the queue(Lq)	.04		
Service rate(mu)	12	Average number in the system(L)	1.54		
Number of servers	4	Average time in the queue(Wq)	.0, 15, 8.95		
		Average time in the system(W)	.09, 5.15, 308.95		
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.22		

Gambar 5. 1 Analisis sensitivitas september beban tinggi

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	,33		
Arrival rate(lambda)	20	Average number in the queue(Lq)	,02		
Service rate(mu)	12	Average number in the system(L)	1,68		
Number of servers	5	Average time in the queue(Wq)	0	,05	2,72
		Average time in the system(W)	,08	5,05	302,72
		Probability (% of time) system is empty (P0)	,19		

Gambar 5. 2 Analisis sensitivitas november beban tinggi

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	,31		
Arrival rate(lambda)	15	Average number in the queue(Lq)	,02		
Service rate(mu)	12	Average number in the system(L)	1,27		
Number of servers	4	Average time in the queue(Wq)	,0	,08	4,61
		Average time in the system(W)	,08	5,08	304,61
		Probability (% of time) system is empty (P0)	,29		

Gambar 5. 3 Analisis sensitivitas november beban tinggi

Analisis sensitivitas beban tinggi dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana sistem antrean merespons peningkatan jumlah panggilan masuk dengan menyesuaikan jumlah agen layanan. Dalam skenario ini, dilakukan simulasi dengan berbagai jumlah agen untuk mengukur dampaknya terhadap utilisasi server, panjang antrean, waktu tunggu pelanggan, serta probabilitas sistem kosong. Dengan hasil analisis ini, dapat ditentukan jumlah agen yang optimal guna menjaga efisiensi operasional tanpa mengorbankan kualitas layanan pelanggan. Berikut adalah hasil rangkuman dari analisis sensitivitas pada kondisi beban tinggi dapat dilihat pada Tabel 5.2:

Tabel 5. 2 Analisis sensitivitas beban tinggi

Bulan	Arrival Rate (λ)	Jumlah Server (s)	Utilisasi Server (ρ)	Lq (Antrean)	Wq (Waktu Tunggu dalam Antrean)	P0 (Sistem Kosong)
September	18 panggilan/jam	4 server	38%	0.04 panggilan	15 detik	22%

Oktober	20 panggilan/jam	5 <i>server</i>	33%	0.02 panggilan	5 detik	19%
November	15 panggilan/jam	4 <i>server</i>	31%	0.02 panggilan	8 detik	29%

Kesimpulan Akhir

- Ketika *arrival rate* meningkat, menambah server mengurangi antrean dan waktu tunggu pelanggan.
- Namun, menambah *server* terlalu banyak bisa menyebabkan *server* kurang dimanfaatkan, seperti yang terlihat di bulan Oktober (utilisasi turun ke 33% dan P0 naik ke 19%).
- Jumlah server optimal berdasarkan analisis ini adalah 4 *server* untuk *arrival rate* 15-18 panggilan/jam, dan 5 *server* jika *arrival rate* meningkat hingga 20 panggilan/jam.
- Jika *arrival rate* tetap di 15 panggilan/jam atau kurang, tidak perlu menambah *server* karena sistem sudah berjalan optimal.

Rekomendasi:

- Jika ada potensi peningkatan panggilan di masa depan, disarankan untuk menyiapkan tambahan *server* (misalnya menjadi 5 *server*) agar tidak terjadi kepadatan mendadak.
- Namun, jika arrival rate tetap stabil di sekitar 15-18 panggilan/jam, jumlah 4 server sudah cukup optimal untuk menjaga efisiensi sistem.

Pengurangan *arrival rate* dan *server* (Beban Rendah)

ANALISIS SENSITIVITAS SEPT 1 Solution						
Parameter	Value		Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s			Average server utilization	,33		
Arrival rate(lambda)	8		Average number in the queue(Lq)	,08		
Service rate(mu)	12		Average number in the system(L)	,75		
Number of servers	2		Average time in the queue(Wq)	,01	,63	37,5
			Average time in the system(W)	,09	5,63	337,5
			Probability (% of time) system is empty (P0)	,5		

Gambar 5. 4 Analisis sensitivitas bulan september beban rendah

ANALISIS SENSITIVITAS OKT 1 Solution						
Parameter	Value		Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s			Average server utilization	,28		
Arrival rate(lambda)	10		Average number in the queue(Lq)	,02		
Service rate(mu)	12		Average number in the system(L)	,86		
Number of servers	3		Average time in the queue(Wq)	,0	,13	8
			Average time in the system(W)	,09	5,13	308
			Probability (% of time) system is empty (P0)	,43		

Gambar 5. 5 Analisis sensitivitas bulan oktober beban rendah

ANALISIS SENSITIVITAS NOV 1 Solution						
Parameter	Value		Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s			Average server utilization	,29		
Arrival rate(lambda)	7		Average number in the queue(Lq)	,05		
Service rate(mu)	12		Average number in the system(L)	,64		
Number of servers	2		Average time in the queue(Wq)	,01	,46	27,89
			Average time in the system(W)	,09	5,46	327,89
			Probability (% of time) system is empty (P0)	,55		

Gambar 5. 6 Analisis sensitivitas bulan november beban rendah

Analisis sensitivitas beban rendah dilakukan untuk memahami bagaimana sistem antrean beroperasi ketika jumlah panggilan masuk menurun. Dalam skenario ini, simulasi dilakukan dengan berbagai jumlah agen untuk mengidentifikasi dampaknya terhadap utilisasi server, panjang antrean, waktu tunggu pelanggan, dan probabilitas sistem kosong. Hasil analisis ini bertujuan untuk menentukan jumlah agen yang optimal dalam kondisi beban rendah, sehingga efisiensi operasional tetap

terjaga tanpa adanya sumber daya yang terbuang. Berikut adalah rangkuman dari analisis sensitivitas pada kondisi beban rendah dapat dilihat pada Tabel 5.3:

Tabel 5. 3 Analisis sensitivitas beban rendah

Bulan	<i>Arrival Rate</i> (λ)	Jumlah Server (s)	Utilisasi Server (ρ)	Lq (Antrean)	Wq (Waktu Tunggu dalam Antrean)	P0 (Sistem Kosong)
September	8 panggilan/jam	2 server	33%	0.08 panggilan	37 detik	50%
Oktober	10 panggilan/jam	3 server	28%	0.02 panggilan	8 detik	43%
November	7 panggilan/jam	2 server	29%	0.05 panggilan	28 detik	55%

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas untuk beban rendah (7-10 panggilan/jam) selama September, Oktober, dan November, adalah:

- Dengan 2 *server*, sistem dapat berjalan dengan efisien, menjaga antrean tetap pendek dan waktu tunggu rendah.
- Waktu tunggu dalam antrean tetap sangat rendah di semua bulan (maksimum 37 detik di September, dan minimum 8 detik di Oktober).

- Sistem memiliki probabilitas kosong yang cukup tinggi, terutama di November (55%) dan September (50%), yang berarti *server* sering *idle*.
- Ini menunjukkan bahwa jumlah *server* saat ini cukup untuk menangani beban rendah tanpa perubahan besar.

Rekomendasi:

- Gunakan 2 *server* untuk kondisi beban rendah (7-10 panggilan/jam), karena memberikan keseimbangan antara efisiensi operasional dan kualitas pelayanan.
- Tidak perlu menambah server menjadi 3 untuk beban rendah, karena akan menyebabkan utilisasi rendah dan server tidak digunakan secara optimal.

5.2 Implikasi dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, sistem antrian dapat bekerja lebih efisien jika jumlah agen atau *server* disesuaikan dengan tingkat kedatangan pelanggan. Ketika jumlah panggilan tinggi, antrean menjadi lebih panjang dan waktu tunggu pelanggan meningkat. Sebaliknya, jika panggilan lebih sedikit tetapi jumlah agen terlalu banyak, maka sumber daya tidak digunakan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk menyesuaikan jumlah agen dengan kondisi sebenarnya. Untuk kondisi beban tinggi (banyak panggilan masuk), jumlah agen perlu ditambah agar pelanggan tidak menunggu terlalu lama. Sedangkan pada beban rendah (sedikit panggilan masuk), sistem tetap berjalan lancar meskipun dengan jumlah agen yang lebih sedikit. Dengan penyesuaian ini, perusahaan dapat memberikan layanan lebih cepat dan efisien tanpa membuang sumber daya.

Agar sistem lebih efektif, berikut beberapa langkah yang dapat dilakukan:

1. Menyesuaikan Jumlah Agen Secara Fleksibel
 - Saat panggilan rendah (7-10 panggilan per jam), cukup 2 agen yang bertugas.

- Untuk kondisi normal (10-14 panggilan per jam), 3 agen sudah cukup.
- Jika panggilan meningkat di atas 14 panggilan per jam, disarankan menambah agen menjadi 4 atau 5 orang agar antrean tidak menumpuk.

2. Memantau Pola Kedatangan Pelanggan

- Menggunakan data sebelumnya untuk melihat kapan waktu sibuk dan kapan waktu sepi.
- Jika diketahui bahwa panggilan meningkat pada jam tertentu, bisa ditambah agen pada jam tersebut.

3. Mengatur Jadwal Agen Secara Efisien

- Jika ada lonjakan panggilan pada jam tertentu, perusahaan bisa menambah agen sementara.
- Di waktu sepi, jumlah agen bisa dikurangi agar tidak ada tenaga kerja yang tidak digunakan secara optimal.

4. Meningkatkan Kecepatan Layanan

- Selain menambah agen, perusahaan juga bisa melatih agen agar lebih cepat dalam menangani panggilan.
- Menggunakan teknologi atau sistem otomatisasi agar pelanggan tidak harus menunggu terlalu lama.