

TUGAS MATA KULIAH
SIMULASI SISTEM ANTRIAN
MODEL M/M/1

Dosen Pengampu:
Shaifudin Zuhdi, M.Cs.



Disusun oleh:
Bagus Muhammad Razan Wahyudi
(L0224015)

PROGRAM STUDI SAINS DATA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS DATA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2025

1 Pendahuluan

Sistem antrian merupakan permasalahan yang sering dijumpai dalam kegiatan pelayanan sehari-hari, salah satunya pada kasir minimarket. Jumlah pelanggan yang datang tidak selalu sebanding dengan kemampuan kasir dalam melayani, sehingga dapat menyebabkan terjadinya antrian dan peningkatan waktu tunggu.

Pada tugas responsi ini, sistem kasir minimarket dimodelkan menggunakan model antrian M/M/1 sebagai penerapan konsep sistem antrian. Melalui simulasi, diharapkan mahasiswa dapat memahami pengaruh laju kedatangan dan laju pelayanan terhadap kinerja sistem secara menyeluruh.

1.1 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan tugas responsi ini adalah:

- Menerapkan model antrian M/M/1 pada studi kasus kasir minimarket
- Mengimplementasikan simulasi event-driven sistem antrian
- Membandingkan hasil simulasi dengan perhitungan teoritis
- Menganalisis pengaruh jam sibuk terhadap kinerja sistem antrian

2 Dasar Teori

2.1 Model Antrian M/M/1

Model antrian M/M/1 merupakan salah satu model dasar dalam teori antrian yang banyak digunakan untuk menggambarkan sistem pelayanan dengan satu pelayan. Meskipun sederhana, model ini mampu merepresentasikan karakteristik sistem pelayanan nyata secara cukup baik.

Karakteristik utama model M/M/1 meliputi:

- Kedatangan pelanggan mengikuti distribusi Poisson
- Waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- Terdapat satu pelayan (single server)
- Disiplin pelayanan bersifat FIFO (First In First Out)

2.2 Parameter Sistem

Parameter yang digunakan dalam model antrian M/M/1 adalah sebagai berikut:

- λ : laju kedatangan pelanggan per satuan waktu
- μ : laju pelayanan pelanggan per satuan waktu
- $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$: tingkat utilisasi pelayan

Sistem antrian M/M/1 dikatakan stabil apabila memenuhi kondisi: [$\lambda < \mu$]

2.3 Ukuran Kinerja Sistem

Ukuran kinerja digunakan untuk mengevaluasi performa sistem antrian. Dua ukuran utama yang digunakan pada model M/M/1 adalah rata-rata waktu tunggu dalam antrian dan rata-rata waktu dalam sistem, yang secara teoritis dirumuskan sebagai berikut:

$$W_q = \frac{\rho}{\mu - \lambda} W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (1)$$

3 Metodologi Simulasi

3.1 Studi Kasus

Studi kasus pada tugas responsi ini adalah sistem pelayanan kasir minimarket dengan satu kasir aktif. Pelanggan yang datang akan dilayani satu per satu sesuai dengan urutan kedatangan.

3.2 Metode Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan pendekatan event-driven, yaitu simulasi yang didasarkan pada perubahan keadaan sistem akibat terjadinya suatu peristiwa tertentu. Tahapan simulasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan waktu antar kedatangan pelanggan secara acak
2. Menghasilkan waktu pelayanan pelanggan secara acak
3. Menentukan waktu mulai dan waktu selesai pelayanan
4. Menghitung waktu tunggu dan waktu dalam sistem setiap pelanggan

3.3 Parameter Simulasi

Simulasi dilakukan pada dua kondisi waktu, yaitu:

- Jam normal, dengan laju kedatangan pelanggan relatif kecil
- Jam sibuk, dengan laju kedatangan pelanggan meningkat signifikan
- Laju pelayanan (μ) diasumsikan konstan

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Perbandingan Teori dan Simulasi M/M/1

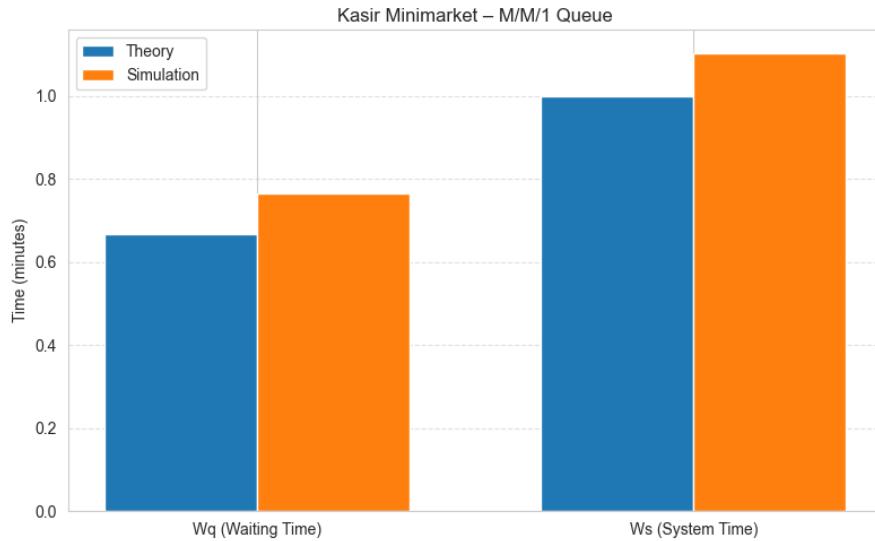


Figure 1: Perbandingan Waktu Tunggu dan Waktu Sistem antara Teori dan Simulasi

Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil simulasi memiliki nilai yang sedikit lebih besar dibandingkan hasil perhitungan teoritis. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya unsur keacakan pada simulasi, baik pada waktu kedatangan maupun waktu pelayanan. Namun demikian, selisih yang terjadi relatif kecil sehingga simulasi dapat dikatakan telah sesuai dengan teori M/M/1.

4.2 Perbandingan Jam Normal dan Jam Sibuk

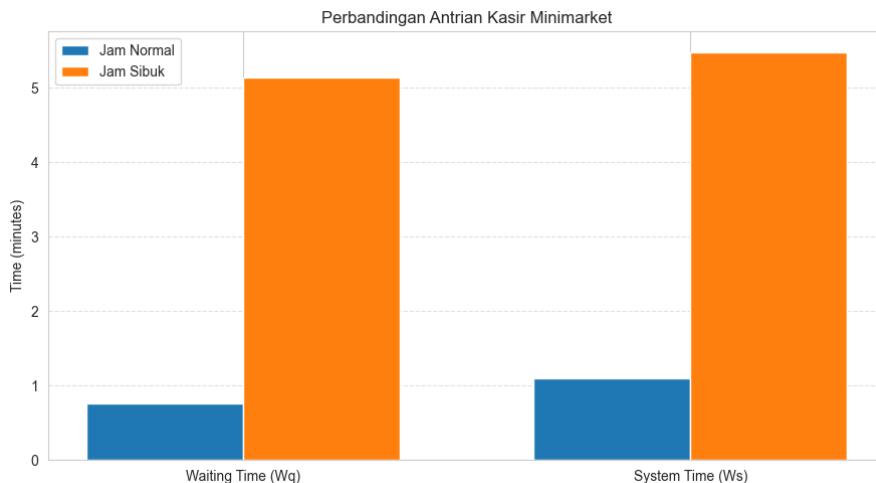


Figure 2: Perbandingan Kinerja Sistem pada Jam Normal dan Jam Sibuk

Berdasarkan gambar tersebut, terlihat bahwa pada jam sibuk terjadi peningkatan yang signifikan pada nilai rata-rata waktu tunggu (W_q) dan waktu dalam sistem (W_s). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan laju kedatangan pelanggan menyebabkan tingkat utilisasi pelayan mendekati satu, sehingga sistem menjadi lebih padat dan waktu tunggu pelanggan meningkat.

4.3 Distribusi Waktu Tunggu

Distribusi waktu tunggu memberikan gambaran yang lebih detail mengenai kondisi sistem antrian. Pada jam normal, distribusi waktu tunggu cenderung sempit dan terpusat pada nilai kecil, yang menunjukkan bahwa sebagian besar pelanggan dapat dilayani dengan cepat. Sebaliknya, pada jam sibuk distribusi waktu tunggu menjadi lebih lebar dengan ekor panjang, yang menandakan adanya pelanggan yang harus menunggu dalam waktu relatif lama.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengajaran tugas responsi simulasi sistem antrian M/M/1, dapat disimpulkan bahwa:

- Model antrian M/M/1 dapat digunakan untuk memodelkan sistem pelayanan kasir minimarket.
- Hasil simulasi menunjukkan kesesuaian dengan perhitungan teoritis model M/M/1.
- Peningkatan laju kedatangan pelanggan pada jam sibuk berdampak signifikan terhadap waktu tunggu dan waktu dalam sistem.