

M/M/1/FCFS/~ /~ QUEUE MODEL SIMULATION WITH EXCEL

Nasrulloh Tegar Pratama ^{*1}, Aditia Sovia P²

^{1,2}Logistics, Vocational School, University Logistic and Bussines International
Email: ¹tegarpratama026@gmail.com, ²aditiasovia@ulbi.ac.id

(Article received: 17-05-2024; Revision: 22-05-2024; published: 02-06-2024)

Abstract

Queuing Theory is a conceptual framework used to analyze and optimize the queuing or waiting process in the context of a service system. In queuing theory, customers arrive at the service server from a source, where they can immediately start service or wait in a queue if the server is busy. Once service is complete, the server automatically serves the next customer in the queue. In queuing analysis, customer arrival time is represented by the inter-arrival interval while service is measured by service time per customer. Even though queuing theory is a simple method, it can become complex if done manually because it requires high accuracy. Using Microsoft Excel is the right tool because it makes it easier to carry out calculations accurately. Excel displays the calculation results in spreadsheet form so that the calculation stages can be more easily understood..

Keywords: Ms Excel, queue theory, simulation

SIMULASI ANTRIAN MODEL M/M/1/FCFS/~ /~ DENGAN EXCEL

Abstrak

Teori Antrian merupakan kerangka konseptual yang digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan proses antrian atau penantian dalam konteks sistem layanan. Dalam teori antrian, pelanggan tiba di server layanan dari suatu sumber, di mana mereka dapat langsung memulai layanan atau menunggu dalam antrian jika server sedang sibuk. Setelah layanan selesai, server secara otomatis melayani pelanggan berikutnya dalam antrian. Dalam analisis antrian, waktu kedatangan pelanggan diwakili oleh interval antar kedatangan sedangkan layanan diukur oleh waktu layanan per pelanggan. Walaupun teori antrian merupakan metode yang sederhana, namun dapat menjadi kompleks apabila dikerjakan secara manual karena membutuhkan keakuratan yang tinggi. Penggunaan microsoft excel merupakan *tools* yang tepat karena dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan secara akurat, *excel* menampilkan hasil perhitungan dalam bentuk *spreadsheet* sehingga tahapan-tahapan perhitungan dapat lebih mudah dipahami

Kata kunci: Ms excel, teori antrian, simulasi

1. Pendahuluan

Teori Antrian merupakan kerangka konseptual yang digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan proses antrian atau penantian dalam konteks sistem layanan. Fenomena ini menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, baik dalam interaksi manusia dengan layanan maupun dalam operasi mesin atau kendaraan. Tujuan utama dari teori antrian adalah mencapai keseimbangan antara biaya penyediaan layanan dan biaya penantian yang dialami oleh pelanggan.

Dalam teori antrian, pelanggan tiba di server layanan dari suatu sumber, di mana mereka dapat langsung memulai layanan atau menunggu dalam antrian jika server

sedang sibuk. Setelah layanan selesai, server secara otomatis melayani pelanggan berikutnya dalam antrian. Dalam analisis antrian, waktu kedatangan pelanggan diwakili oleh interval antar kedatangan sedangkan layanan diukur oleh waktu layanan per pelanggan

Sebagai contoh jika terdapat 10 orang yang datang ke bank dan hanya ada 2 teller, maka teori antrian dapat menganalisa apakah sistem tersebut sudah optimal dalam memberikan kepuasan pelanggan

Teori antrian memiliki beberapa model tergantung konteksnya, berikut merupakan model teori antrian

1. Single Channel Single Phase
Sarana pelayanan memiliki satu pelayan dan proses pelayanan diselesaikan dalam satu kali proses pelayanan.
2. Single Channel Multi Phase
Sarana pelayanan memiliki satu pelayan dan proses pelayanan belum terselesaikan hanya dalam satu kali proses pelayanan.
3. Multi Channel Single Phase
Sarana pelayanan memiliki lebih dari satu pelayan dan proses pelayanan diselesaikan dalam satu kali proses pelayanan.
4. Multi Channel Multi Phase
Sarana pelayanan memiliki lebih dari satu pelayan dan proses pelayanan belum terselesaikan hanya dalam satu kali proses pelayanan.

Teori antrian dinyatakan dengan konotasi Kendall-Lee yang terdiri dari 6 digit 1/2/3/4/5/6

- a. Digit 1 menyatakan distribusi kedatangan.
- b. Digit 2 menyatakan distribusi pelayanan.
- c. Digit 3 menyatakan jumlah pelayan.
- d. Digit 4 menyatakan mekanisme pelayanan.
- e. Digit 5 menyatakan kapasitas sistem.
- f. Digit 6 menyatakan ukuran populasi sumber.

Teori antrian dengan Model M/M/1/FCFS/~ /~ berarti sebuah sistem antrian yang memiliki 1 pelayan dengan mekanisme pelayanan *first in first out* yang memiliki kapasitas sistem dan populasi sumbernya tak terbatas

Walaupun teori antrian merupakan metode yang sederhana, namun dapat menjadi kompleks apabila dikerjakan secara manual karena membutuhkan keakuratan yang tinggi, oleh karena itu diperlukan *tools* yang mampu melakukan perhitungan secara cepat dan akurat

Penggunaan microsoft excel merupakan *tools* yang tepat karena dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan secara akurat, *excel* menampilkan hasil perhitungan dalam bentuk *spreadsheet* sehingga tahapan-tahapan perhitungan dapat lebih mudah dipahami. Rumus rumus dalam excel seperti *if* dan *countif* dapat

membantu melakukan analisa dalam teori antrian secara akurat

Dengan memanfaatkan kemampuan excel yang dapat melakukan perhitungan dengan cepat dan akurat, maka dalam tulisan ini akan dibahas mengenai “Simulasi Antrian Model M/M/1/FCFS/~ /~ Dengan Excel “

2. Metode

Secara garis besar langkah langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

2.1. Melakukan observasi

Observasi dilakukan secara langsung dilapangan dengan mencatat waktu kedatangan pelanggan dan waktu selesai pelanggan

2.2. Melakukan Uji Kolmogorv Smirnov

Uji Kolmogorov-Smirnov adalah metode statistik yang digunakan untuk mengevaluasi apakah sebuah set data mengikuti distribusi normal, poisson, exponential atau tidak. Nilai kritis untuk uji Kolmogorov-Smirnov bervariasi tergantung pada ukuran sampel (n) dan tingkat signifikansi (α) yang dipilih Berikut merupakan langkah langkahnya

- a. Mengurutkan sampel data
- b. Menentukan frekuensi masing masing sampel data
- c. Menentukan frekuensi relatif
- d. Menentukan frekuensi relatif
- e. Menentukan nilai CDF
- f. Menentukan nilai D kritis
- g. Menentukan nilai D max

2.3. Pembangkit Bilangan Random

Berikut langkah langkah yang dilakukan untuk menentukan waktu kedatangan pelanggan berdistribusi poisson

- a. Menentukan nilai λ dan μ
- b. Menentukan nilai U bilangan random dari 0 – 1
- c. Menentukan nilai X dengan rumus

Gambar 1 Rumus X

$$X = -\mu * \text{LN}(U)$$

2.4. Melakukan Simulasi Teori Antrian

Simulasi dilakukan menggunakan template excel yang berisi waktu kedatangan, waktu mulai dilayani, waktu selesai dilayani, waktu menunggu, dan waktu server mengganggu

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Observasi

Pada artikel ini penulis melakukan observasi pada sebuah minimarket yang memiliki 1 jumlah kasir pada Desa X mulai dari pukul 08.00 – 17.00. Penulis melakukan pencatatan waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan masing masing pelanggan. Berikut merupakan data yang diperoleh penulis

Tabel 1 Waktu Kedatangan

No	Jam Kedatangan	Menit Kedatangan	Detik Kedatangan
0	8	0	0
1	8	0	33
2	8	14	22
3	8	19	48
4	8	21	42
..
..
86	16	49	41
87	16	51	1
88	16	56	23

Tabel 2 Waktu Selesai

No	Jam Selesai	Menit Selesai	Detik Selesai
1	8	0	0
2	8	1	49
3	8	16	3
4	8	21	47
..
..
86	17	6	30
87	17	7	9
88	17	8	56

3.2. Uji Kolmogorv Smirnov

a. Jumlah kedatangan berdistribusi poisson

Berikut merupakan hasil rekap jumlah kedatangan pelanggan berdasarkan waktu (jam)

Tabel 3 Jumlah Kedatangan Perjam

Periode (Jam)	Jml Org
8 - 9	5
9 - 10	8
10 - 11	11

11	-	12	12
12	-	13	8
13	-	14	10
14	-	15	10
15	-	16	11
16	-	17	13

Berdasarkan data tersebut diperoleh nilai λ 9,7 orang/jam dan nilai μ 0,102 orang/jam. Kemudian penulis mengurutkan data serta menghilangkan duplikat dan dilakukan uji kolmogorov smirnov

Tabel 4 Uji Distribusi Poisson

Jml Orang	Frekuensi	Frek. Relatif	Frek. Rel. Kum	CDF (X)	D
5	1	0,11111111	0,11111111	0,075974	0,035137
8	2	0,22222222	0,33333333	0,358389	0,025056
10	2	0,22222222	0,55555556	0,610819	0,055263
11	2	0,22222222	0,77777778	0,721749	0,056028
12	1	0,11111111	0,88888889	0,812137	0,076752
13	1	0,11111111	1	0,880121	0,119879
Total	9				

Nilai α (alpha) yang digunakan adalah 0,05 dan jumlah sampel adalah 9 maka nilai D Kritisnya adalah 0,43. Data diatas dapat dikatakan berdistribusi poisson karena nilai D Max (0,119879) lebih kecil daripada nilai D kritis

b. Waktu Pelayanan berdistribusi exponential

Waktu pelayanan diperoleh berdasarkan waktu selesai dilayani dikurangi dengan waktu mulai dilayani. Berikut merupakan waktu pelayanan masing masing pelanggan

Tabel 5 Waktu Pelayanan

No	Waktu Pelayanan (Jam)
1	0,021111111
2	0,028055556
3	0,033055556
4	0,015277778
..	..
..	..
87	0,1083333
88	0,2972222

Berdasarkan data tersebut diperoleh nilai λ 0,086 orang/jam dan μ 11,6 orang/jam . Kemudian penulis mengurutkan data serta menghilangkan duplikat dan dilakukan uji kolmogorov smirnov

Tabel 6 Uji Distribusi Exponential

Wkt Pel (Jam)	Frekuensi	Frek. Relatif	Frek. Rel. Kum	CDF (X)	D
0,000833333	1	0,01136364	0,011363636	0,009622319	0,001741
0,002777778	2	0,02272727	0,034090909	0,031715868	0,002375
0,005	1	0,01136364	0,045454545	0,056362771	0,010908
0,006388889	1	0,01136364	0,056818182	0,071447478	0,014629
0,007777778	1	0,01136364	0,068181818	0,086291045	0,018109
..
..
0,381944444	1	0,01136364	0,988636364	0,988104381	0,000532
0,650555556	1	0,01136364	1	0,999472941	0,000527
Total	88				

Nilai α (alpha) yang digunakan adalah 0,05 dan jumlah sampel adalah 88 maka nilai D Kritisnya adalah 0,143. Data diatas dapat dikatakan berdistribusi exponential karena nilai D Max (0,057) lebih kecil daripada nilai D kritis

3.3. Pembangkit Bilangan Random

a. Waktu Antar Kedatangan

Oberservasi penulis menyatakan bahwa nilai λ 9,7 orang/jam dan nilai μ 0,102 orang/jam berdistribusi poisson. Maka dibuatlah pembangkit bilangan random berdasarkan nilai μ

Tabel 7 Pembangkit Bilangan Random Waktu Antar Kedatangan

No	U	X (Jam)
1	0,975468	0,00254
2	0,436694	0,084735
3	0,526002	0,065705
4	0,621456	0,04865
..
..
89	0,806178	0,022035
90	0,011298	0,458505

b. Waktu Pelayanan

Oberservasi penulis menyatakan bahwa nilai λ 0,86 orang/jam berdistribusi exponential. Maka dibuatlah pembangkit bilangan random berdasarkan nilai λ

Tabel 8 Pembangkit Bilangan Random Waktu Pelayanan

No	U	X (Jam)
1	0,232204	0,125845
2	0,446462	0,069501
3	0,351519	0,090108
4	0,177877	0,148816
..
..
89	0,618136	0,04146
90	0,908591	0,008262

3.4. Simulasi

Berdasarkan data bilangan random penulis melakukan simulasi teori antrian sebagai berikut

Tabel 9 Simulasi Waktu Kedatangan Pelanggan

No	Wkt Ant Ked (Jam)	Wkt Ant Ked (Det)	Wkt Ked (Det)	Jam Ked	Men Ked	Det Ked
0	0	0	28800	8	0	0
1	0,002540204	9	28809	8	0	9
2	0,084735194	305	29114	8	5	14
3	0,065705065	237	29351	8	9	11
4	0,04865009	175	29526	8	12	6
..
..
89	0,02203471	79	61692	17	8	12
90	0,458505354	1651	63343	17	35	43

Tabel 10 Jumlah Antrian, Jumlah Pelayanan, Jumlah di Sistem

No	In Queue (Unit)	In Service (Unit)	In System (Unit)
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	1	1
3	0	1	1
4	0	1	1
..
..
89	0	1	1
90	0	0	0

Tabel 11 Waktu Mulai Dilayani dan Waktu Tunggu

No	Wkt Mul Dilay (Det)	Jam Mul Dilay	Men Mul Dilay	Det Mul Dilay	Waiting (Det)
0	28800	8	0	0	0
1	28809	8	0	9	0
2	29262	8	7	42	148
3	29512	8	11	52	161
4	29836	8	17	16	310
..
..
88	62020	17	13	40	328
89	63343	17	35	43	0

Tabel 12 Waktu Pelayanan dan Waktu Selesai Dilayani

No	Wkt Pel (Jam)	Wkt Pel (Det)	Wkt Sel Dilay (Det)	Jam Sel Dilay	Men Sel Dilay	Det Sel Dilay
0	0	0	28800	8	0	0
1	0,125844683	453	29262	8	7	42
2	0,069501102	250	29512	8	11	52
3	0,09010765	324	29836	8	17	16
4	0,148815542	536	30372	8	26	12
..
..
89	0,041459885	149	62169	17	16	9
90	0,008261922	30	63373	17	36	13

Tabel 13 Waktu Dalam Sistem dan Waktu Mengganggu Server

No	In System (Det)	Idle (Det)
0	0	0
1	453	9
2	398	0
3	485	0
4	846	0
..
..
89	477	0
90	30	1174

4. Diskusi

Penggunaan microsoft excel dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan secara akurat, *excel* menampilkan hasil perhitungan sistematis sehingga tahapan-tahapan perhitungan dapat lebih mudah dipahami

Rumus pada microsoft excel mampu menganalisa waktu kedatangan pelanggan, waktu menunggu pelanggan, waktu mulai dilayani, waktu selesai dilayani, waktu dan mengganggu server

5. Kesimpulan

Penyelesaian metode teori antrian akan menjadi kompleks apabila dikerjakan secara manual karena membutuhkan keakuratan yang tinggi. Dengan adanya microsoft excel ini dapat memberikan kemudahan dalam memahami langkah langkah pengerjaan serta melakukan perhitungan secara otomatis dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Andini, "Penerapan Teori Antrian Bongkar uat Pada Docking Kapal Tanker," 2021.
- [2] R. Ballou, "Business Logistics Management : Planning, Organizing And Controlling The Supply Chain," 2004.
- [3] R. Jain, "Introducing To Queque Theory," 2017.
- [4] Kelton, "Simulation With Area," 2015.
- [5] Kusuma, "Analisis Teori Antrian Dan Optimalisasi Pelayanan Pada Alfamart Perum Cengkong Menggunakan Model Single Channel-Single Phase," 2023.
- [6] Pellondou, "Analisis Teori Antrian Pada Jalur Sepeda Motor Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Oebobo," 2021.
- [7] Pradina, "Dampak Peningkatan Bisnis E-Commerce Dalam Pengembangan Mutu Transportasi Logistik Graha Trans," 2023.
- [8] Sanggala, Mulyati and Desta, "Analisis Sistem Antrian Untuk Menentukan Jumlah Operator Angkut Yang Optimum Dengan Metode Teori Antrian Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Pengiriman Kantong Surat Dan Barang Prioritas Di PT. Pos Indonesia (Persero) Kantor Mail Processing Center(MPC)," 2019.
- [9] Sanggala and Rahma, "Pengembangan Aplikasi Berbasis Octave Dan Vba Excel Untuk Media Pembelajaran Penyelesaian Tsp Dengan Nearest Neighbour," 2022.
- [10] Sinaga, Widyastuti and Nu, "Perancangan Estimasi Jumlah Teller Menggunakan Pendekatan Teori Antrian Pada Bank X Kantor Cabang Pembantu Pematang Siantar," 2021.
- [11] Taha, "Operation Research: An Introduction," 2017.
- [12] Katz, "Beginning Microsoft Excel 2010," 2006.