



ANALISIS MODEL SISTEM ANTREAN PADA PELAYANAN RESTORAN MI CEPAT SAJI di KABUPATEN JEMBER

Bambang Herry Purnomo*, Yuli Wibowo, Geby Yogita Aditya

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Article history

Diterima:

21 April 2021

Diperbaiki:

8 Mei 2021

Disetujui:

17 Juni 2021

Keyword

queuing system; queuing theory; simulation; fast food noodle restaurant; ARENA.

ABSTRACT

Fast food noodle restaurant is one of the restaurant businesses that are very popular with all levels of society. XYZ Restaurant is one of the famous noodle restaurants in Jember Regency. This restaurant has very long customer queues, especially during peak hours. To overcome these problems, it is necessary to evaluate and optimize the queuing system in its services. The purpose of this research was to determine and analyze the queuing system model applied in that restaurant to formulate recommendations for queuing system improvements that can reduce queue length and minimize queuing costs. The method used is a calculation with queuing theory and simulation using ARENA. The results show that the queuing system model in the current condition is Single Channel Multi-Phase. The number of facilities at the cashier is 1 facility with 2 employees and the kitchen facility is 1 facility with 6 employees. Queue discipline used is First In First Out (FIFO). The level of the arrival of customers with Poisson distribution and customer service time with Exponential distribution. Based on the results of several improvement scenarios, the most optimal scenario is by adding 1 cashier facility and 1 kitchen employee. Recommended queue models suitable for cashier facilities are $(M/M/2)$; $(FIFO/\infty/\infty)$ and kitchen facilities are $(M/M/1)$; $(FIFO/\infty/\infty)$, with a Multi Channel-Multi Phase queuing system. Costs incurred for the addition of facilities based on selected scenarios are Rp249,833,- per hour which is the most minimal cost.

This is open access article under the CC-BY-SA license

* Penulis korespondensi

Email : bhp17@unej.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v15i4.10452

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari biasa terjadi peristiwa yang berkaitan dengan antrean, seperti antrean pada *teller* di bank, antrean di kasir restoran, antrean pemesanan tiket bioskop, antrean *check-in* tiket di stasiun kereta api, dan sebagainya. Antrean adalah item-item atau orang-orang dalam suatu baris yang menunggu dilayani (Heizer dan Render, 2013). Pada dasarnya teori antrean berkenaan dengan seluruh aspek dari situasi dimana pelanggan harus antre untuk mendapatkan suatu layanan. Antrean terjadi karena kebutuhan suatu pelayanan melebihi kemampuan fasilitas pelayanan sehingga pelanggan yang datang tidak segera memperoleh pelayanan dimana pelanggan harus menunggu terlebih dahulu untuk mendapatkan pelayanan (Silaban dan Sulvin, 2015).

Komponen dalam sebuah sistem antrean terdiri dari tiga karakteristik, yaitu kedatangan atau masukan sistem, disiplin antrean, dan fasilitas pelayanan. Sementara itu, faktor penting yang menentukan kompleksitas sistem antrean, baik antrean orang atau barang adalah tingkat kedatangan orang atau unit ke dalam antrean dan tingkat pelayanan pelayanan (Heizer dan Render, 2013).

Model sistem antrean dapat bermacam-macam. Setiap perusahaan mungkin mempunyai model yang berbeda tergantung dari situasi yang terjadi di perusahaan tersebut. Namun, secara umum model yang ada merupakan pengembangan dari empat model dasar sistem antrean (Manalu dan Palandeng, 2019). Empat model dasar antrean berdasarkan fasilitas pelayanan adalah (1) satu saluran satu tahap (*single-channel single-phase*); (2) sbanyak saluran satu tahap (*multiple-channel single-phase*); (3) satu saluran banyak tahap (*single-channel multiple-phase*); dan (4) banyak saluran banyak tahap (*multiple-channel multiple-phase*) (Rasmini *et al.*, 2019).

Restoran XYZ merupakan salah satu restoran mi cepat saji yang sangat terkenal di Kabupaten Jember. Restoran ini pada awalnya berdiri di Kota Malang dan begitu terkenal di berbagai kalangan mulai dari mahasiswa hingga masyarakat umum karena memiliki ciri khas produknya. Produk mi yang dijual oleh restoran ini sangat beragam dengan level rasa pedas yang bervariasi untuk semua produknya misalnya produk mi (angel, setan, dan iblis), udang rambutan, *dimsum*, dan

lain-lain. Selain itu restoran ini juga menyediakan berbagai minuman dengan nama yang unik misalnya es tuyul, es sundel bolong, es kuntilanak, dan lain sebagainya.

Restoran XYZ mempunyai model antrean jalur tunggal dua tahap dengan satu pelayanan pada setiap fasilitas (*Single Channel Multi Phase*). Pada saat jam sibuk yang umumnya terjadi pada jam 19.00 – 20.30 WIB tingkat kedatangan pelanggannya mencapai 58 – 60 orang per jam, sedangkan fasilitas pelayanannya hanya mampu melayani sekitar 40 – 45 per jam. Hal ini menyebabkan terjadinya antrean sekitar 15 – 20 orang per jam. Untuk meningkatkan kinerja pelayanannya, maka restoran ini perlu melakukan evaluasi terhadap fasilitas pelayanannya agar jumlah pelanggan yang antre dan waktu tunggu dapat dikurangi.

Jumlah fasilitas pelayanan yang terbatas mengakibatkan tingkat pelayanan menjadi lebih rendah sehingga menimbulkan antrean yang panjang dan waktu mengantre semakin lama. Apabila antrean yang terjadi cukup panjang, maka dapat mengurangi kepuasan pelanggan yang membutuhkan pelayanan cepat (Septiani *et al.*, 2017).

Antrean pada restoran XYZ yang terlampau panjang dan waktu menunggu yang terlalu lama dapat mengakibatkan kerugian baik dari pihak pelanggan maupun perusahaan. Pelanggan yang menjadi tidak sabar dapat mengakibatkan perusahaan kehilangan pelanggan. Hal ini terjadi karena adanya penurunan tingkat kepuasan dan loyalitas pelanggan, sehingga membuat pelanggan beralih ke kompetitor yang memiliki sistem antrean yang lebih baik.

Tingkat kedatangan pelanggan yang tinggi memengaruhi panjangnya antrean yang timbul sehingga terjadi penumpukan pelanggan pada fasilitas pelayanan. Banyaknya jumlah pesanan oleh tiap-tiap pelanggan juga dapat mempengaruhi waktu pelayanan dari setiap fasilitas pelayanan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu adanya analisis untuk mengidentifikasi dan mengukur antrean serta diperlukan optimasi terhadap suatu antrean yang kurang optimal dalam pelayanannya. Perbaikan sistem pelayanan dan optimalisasi jumlah fasilitas pelayanan diperlukan untuk mengurangi panjang antrean dan waktu menunggu sehingga durasi mengantre tidak terlalu lama (Irzani dan Astuti, 2012).

Perbaikan ukuran kinerja pada fasilitas pelayanan dilakukan dengan penambahan jumlah pelayanan pada setiap tahap untuk mengurangi waktu menunggu dalam antrean, biaya yang ditimbulkan akibat menunggu, dan meminimalkan biaya penambahan fasilitas pelayanan. Kinerja dari setiap fasilitas pelayanan akan menjadi lebih optimal dan mampu bersaing dengan kompetitor lain dari segi sistem antrean untuk meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan (Hasugian *et al.*, 2020).

Analisis dilakukan pada saat jam sibuk karena pada waktu inilah terjadi antrean pelanggan yang sangat panjang. Analisis sistem antrean dilakukan dengan cara manual, yaitu menerapkan formula-formula pada teori antrean dilanjutkan dengan memodelkan sistem tersebut menggunakan ARENA. Simulasi model ini akan memberikan gambaran perilaku sistem antrean dari waktu ke waktu. Hasil simulasi dapat digunakan oleh pengambil keputusan untuk membangun skenario terbaik yang mampu meminimalkan biaya antrean (Lim dan Nor, 2016).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis model sistem antrean yang diterapkan di restoran mi cepat saji XYZ di Kabupaten Jember dan merumuskan rekomendasi perbaikan sistem antrean sehingga dapat mengurangi panjang antrean dan meminimumkan biayanya.

METODE

Kerangka Pemikiran

Peningkatan pelayanan pada restoran mi cepat saji XYZ dapat dilakukan dengan mengurangi biaya antrean. Biaya antrean merupakan *resultante* dari dua jenis biaya, yaitu biaya pelayanan dan biaya ketidakpuasan pelanggan karena harus menunggu dalam antrean (*waiting lines*). Nilai dari kedua biaya tersebut tergantung dari jumlah fasilitas pelayanan dan individu yang mengantre. Waktu pelayanan dan waktu kedatangan pelanggan yang bersifat acak menyebabkan antrean ini seringkali tidak dapat dihindari sehingga merugikan perusahaan dan pelanggan. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah mengurangi panjang antrean pelanggan dan meminimumkan biaya antrean. Penelitian diawali dengan melakukan analisis

sistem antrean di restoran XYZ, kemudian dilakukan perbaikan sistem pelayanan sehingga diperoleh biaya antrean yang paling minimum. Simulasi ARENA digunakan untuk merancang model pelayanan yang dapat meminimumkan biaya antrean.

Perbaikan sistem pelayanan di restoran XYZ dapat dilakukan dengan menambahkan satu atau lebih fasilitas pelayanan sehingga dapat mengurangi penumpukan antrean pelanggan. Adanya perbaikan sistem antrean diharapkan dapat meningkatkan performa sistem pelayanan sehingga mampu menjaga loyalitas dan kepuasan pelanggan.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan (Gambar 1). Tahap pertama adalah melakukan survei lapang dan studi pustaka guna mendapatkan data-data awal sistem pelayanan di restoran XYZ.

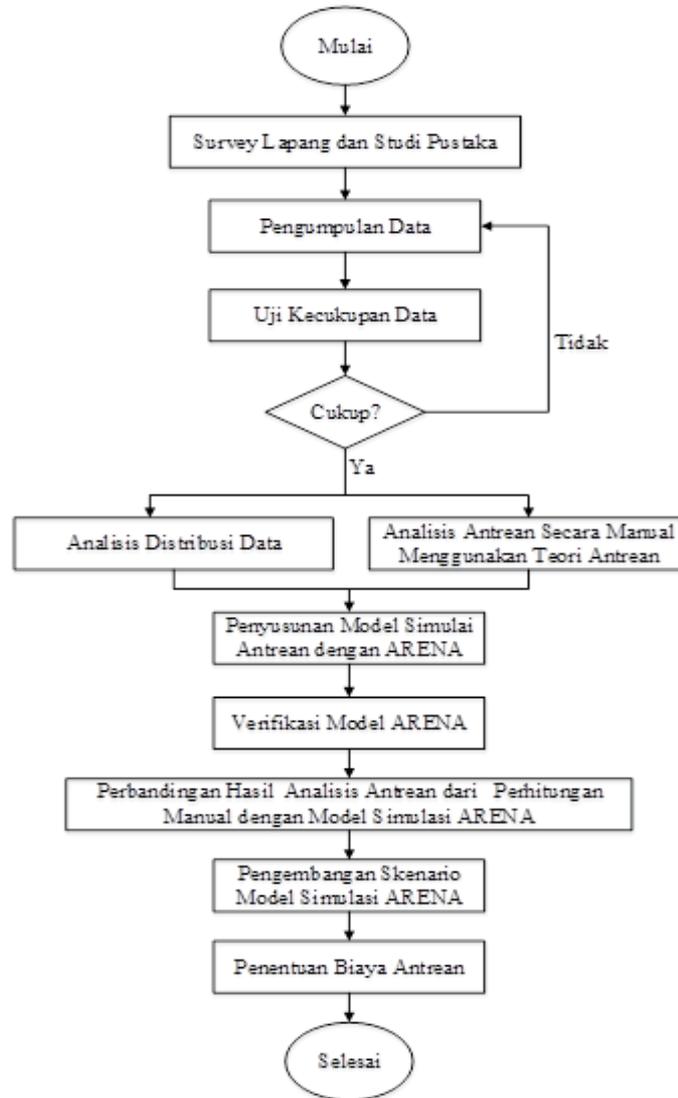
Tahap kedua adalah melakukan uji kecukupan data. Pengujian ini berguna untuk menentukan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian. Sebelum melakukan uji ini terlebih dahulu ditentukan tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan. Derajat ketelitian mampu menunjukkan penyimpangan maksimum dari waktu penyelesaian. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan seberapa besar keyakinan suatu pengukuran terhadap ketelitian data waktu yang dikumpulkan dan kemudian diamati. Rumus perhitungan uji kecukupan data adalah:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- K = tingkat keyakinan (96 - 99% = 3, 69 - 95% = 2, 0 - 68% = 1)
- S = derajat ketelitian (1%, 5%, dst.)
- N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan
- N' = jumlah pengamatan teoritis
- x = data pengamatan

Jika $N' \leq N$, maka data dianggap cukup, namun jika $N' > N$, maka data tidak cukup dan perlu dilakukan penambahan pengambilan data.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian yang ketiga adalah menentukan jenis distribusi data. Pengujian sebaran data dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-smirnov (Sujarweni, 2015). Pada uji ini berlaku hipotesis sebagai berikut.

Waktu kedatangan pelanggan (kasir)

H_0 : data mengikuti distribusi poisson

H_1 : data tidak mengikuti distribusi poisson

Waktu kedatangan pelanggan (dapur)

H_0 : data mengikuti distribusi poisson

H_1 : data tidak mengikuti distribusi poisson

Waktu pelayanan pelanggan (kasir)

H_0 : data mengikuti distribusi eksponensial

H_1 : data tidak mengikuti distribusi eksponensial

Waktu pelayanan pelanggan (dapur)

H_0 : data mengikuti distribusi eksponensial

H_1 : data tidak mengikuti distribusi eksponensial

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D = \sup |S(x) - F_0(x)|$$

keterangan:

D : nilai supremum untuk semua x dari nilai mutlak beda $S(x) - F_0(x)$

- S(x) : fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel
- F₀(x) : fungsi distribusi kumulatif dari distribusi tertentu

Pada tahap ketiga dilakukan juga analisis system antrean di restoran XYZ dengan secara manual menggunakan teori antrean. Tahapan analisis antrean secara manual adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung tingkat kedatangan pelanggan dan tingkat pelayanan pelanggan menggunakan rumus teori antrean (Heizer dan Render, 2013),
 - Tingkat kedatangan pelanggan

$$\lambda = \frac{\text{jumlah pelanggan}}{\text{total waktu kedatangan (menit)}} \dots\dots\dots (2)$$

- Tingkat pelayanan pelanggan

$$\mu = \frac{\text{jumlah pelanggan}}{\text{total waktu pelayanan (menit)}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- λ = rata-rata kedatangan (banyaknya kedatangan pelanggan per satuan waktu)
- μ = rata-rata pelayanan (banyaknya pelanggan yang dilayani per satuan waktu)

- b. Menghitung ukuran kinerja dari sistem antrean (Heizer *et al.*, 2016), terdiri dari:

Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem (Ls)

$$Ls = \frac{\rho}{1-\rho} \dots\dots\dots (4)$$

Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem (Ws)

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda} \dots\dots\dots (5)$$

Jumlah unit rata-rata yang menunggu dalam antrean (Lq)

$$Lq = Ls - \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (6)$$

Waktu rata-rata yang dihabiskan untuk menunggu dalam antrean (Wq)

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \dots\dots\dots (7)$$

Faktor utilisasi sistem (ρ)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (8)$$

Probabilitas terdapat 0 unit dalam sistem (P₀)

$$P_0 = 1 - \rho \dots\dots\dots (9)$$

Tahapan yang keempat adalah Menyusun model simulasi antrean dengan ARENA. Penyusunan model dimulai dengan membangun model konseptual, selanjutnya memasukkan *module* dan *input* kemudian dilakukan *running* model untuk mengetahui hasil simulasi (Kim *et al.*, 2018).

Tahapan yang kelima adalah melakukan verifikasi model ARENA yang dilakukan dengan melakukan pengecekan ada tidaknya *error* selama simulasi model. Pengecekan dilakukan terhadap parameter model dan pengaturan simulasi, serta menelusuri struktur dan perilaku model apakah telah sesuai dengan mekanisme sistem nyata.

Tahapan yang keenam adalah membandingkan hasil analisis antrean dari perhitungan manual dengan simulasi model ARENA. Tahap ini juga disebut tahap validasi model, yaitu tahapan yang diperlukan untuk mengetahui apakah hasil sistem simulasi dapat merepresentasikan hasil perhitungan manual atau tidak. Apabila hasil menunjukkan selisih yang kecil atau sama dengan nol maka hasil simulasi dapat merepresentasikan perhitungan manual.

Tahapan yang ketujuh adalah mengembangkan skenario model agar diperoleh kinerja sistem antrean yang paling optimal. Skenario dikembangkan melalui penambahan karyawan pada fasilitas pelayanan, baik di kasir maupun bagian dapur, kemudian dilihat dampaknya terhadap biaya antrean yang timbul. Alternatif skenario yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Skenario pertama atau current state di restoran XYZ, yaitu terdapat hanya satu kasir dan enam karyawan dapur.
2. Skenario kedua, yaitu melakukan penambahan satu fasilitas kasir dan satu karyawan dapur, sehingga terdapat dua fasilitas kasir dan tujuh karyawan dapur pada sistem antrean.
3. Skenario ketiga, yaitu melakukan penambahan dua fasilitas kasir dan dua karyawan dapur, sehingga terdapat tiga

fasilitas kasir dan delapan karyawan dapur pada sistem antrean.

4. Skenario keempat, yaitu melakukan penambahan tiga fasilitas kasir dan tiga karyawan dapur, sehingga terdapat empat kasir dan sembilan karyawan dapur.

Dari keempat skenario tersebut dipilih skenario terbaik, yaitu skenario yang dapat meminimumkan biaya.

Tahapan terakhir adalah menghitung biaya antrean. Fasilitas pelayanan dapat dirancang dengan memperhatikan total biaya antrean yang diharapkan (Irzani dan Astuti, 2012). Total biaya antrean merupakan penjumlahan dari total biaya pelayanan per jam (C_s) dengan biaya menunggu pelanggan per jam (C_w) seperti ditunjukkan pada Gambar 2 (Heizer dan Render, 2013). Total biaya antrean atau $E(C_t)$ dirumuskan sebagai berikut.

$$E(C_t) = E(C_s) + E(C_w) = S \cdot c_s + n_t \cdot c_w \dots \dots \dots (10)$$

keterangan:

$E(C_s)$	=	total biaya pelayanan
S	=	jumlah fasilitas pelayanan
C_s	=	biaya per periode waktu per fasilitas pelayanan
$E(C_w)$	=	total biaya menunggu per periode
n_t	=	jumlah rata-rata individu dalam sistem
C_w	=	biaya untuk menunggu per satuan waktu per individu

Kurva total biaya antrean tersebut menunjukkan bahwa biaya pelayanan meningkat seiring dengan usaha dalam memperbaiki tingkat pelayanan. Bersamaan dengan meningkatnya tingkat pelayanan, maka biaya yang diperlukan untuk menunggu dalam antrean akan menurun. Kedua biaya ini membentuk kurva total biaya antrean dengan tingkat pelayanan yang harus dipertahankan adalah tingkat dimana kurva total biaya mencapai titik minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sistem Antrean

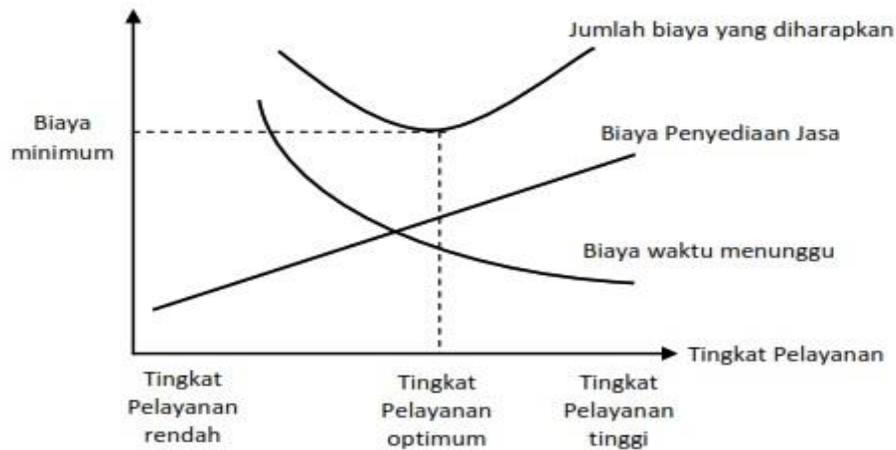
Restoran mi cepat saji XYZ mempunyai mekanisme pelayanan yang relatif sederhana.

Pelanggan yang datang akan masuk ke dalam antrean pelayanan pemesanan menu dan pembayaran (kasir). Setelah dilayani kasir, pelanggan akan masuk ke antrean kedua, yaitu menunggu hingga menerima pesannya dari bagian dapur. Proses pemesanan dan pembayaran dilayani oleh 1 fasilitas pelayanan yang terdiri dari 2 orang karyawan yang terdiri dari 1 karyawan operator dan 1 karyawan keuangan. Fasilitas dapur terdiri dari 6 orang karyawan yang bertugas memproses pesanan pelanggan. Karyawan bagian dapur akan mulai memproses pesanan ketika telah mendapatkan tanda dari kasir.

Distribusi kedatangan pelanggan restoran XYZ pada awalnya diasumsikan mengikuti distribusi poisson yaitu kedatangan pelanggan akan terjadi secara acak pada interval waktu tertentu, sedangkan untuk fasilitas pelayanan mengikuti distribusi eksponensial. Hal ini digunakan untuk mempermudah identifikasi awal model antrean. Berdasarkan asumsi tersebut digunakan notasi model antrean pada bagian kasir maupun dapur pada restoran XYZ adalah (M/M/1):(FIFO/ ∞/∞), yaitu model antrean yang menyatakan kedatangan pelanggan berdistribusi secara poisson dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial dengan pelayanan adalah satu jalur, disiplin antrean yang digunakan adalah *First In, First Out* (FIFO), ukuran sistem dalam antrean tidak terhingga dan jumlah pelanggan yang masuk juga tidak terhingga. Kedatangan tidak terikat pada kedatangan sebelumnya, dan datang dari suatu populasi yang tidak terbatas. Waktu pelayanan antar pelanggan beragam dan tidak memiliki keterikatan satu sama lain (Rasmini *et al.*, 2019).

Analisis Model Antrean

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah pengukuran atau jumlah data sampel yang digunakan dalam perhitungan sudah mencukupi atau belum. Data sampel dikatakan telah cukup apabila jumlahnya lebih dari atau sama dengan jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan. Dalam penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%, artinya sekurang-kurangnya 95 dari 100 nilai rata-rata dari waktu yang diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5% (Fajarusman *et al.*, 2017).



Gambar 2 Kurva Total Biaya Antrean

Tabel 1 Hasil Uji Kecukupan Data

No	Jenis data	N	N'	Keputusan
1	Waktu kedatangan (kasir)	30	2,16	Data mencukupi
2	Waktu pelayanan (kasir)	30	3,42	Data mencukupi
3	Waktu kedatangan (dapur)	30	6,61	Data mencukupi
4	Waktu pelayanan (dapur)	30	9,95	Data mencukupi

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 2 Hasil Uji Distribusi Data

Data	D maksimal	D tabel	Keputusan
Waktu kedatangan (kasir)	0,224	0,242	Data berdistribusi poisson
Waktu kedatangan (dapur)	0,135	0,242	Data berdistribusi poisson
Waktu pelayanan (kasir)	0,219	0,242	Data berdistribusi eksponensial
Waktu pelayanan (dapur)	0,197	0,242	Data berdistribusi eksponensial

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 3 Hasil Perhitungan Kinerja Sistem Antrean

No	Fasilitas	λ	μ	ρ	Keputusan
1	Kasir	0,925	0,971	0,952	Kondisi <i>steady-state</i> terpenuhi
2	Dapur	0,928	0,974	0,954	Kondisi <i>steady-state</i> terpenuhi

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 1 menunjukkan bahwa masing-masing data memiliki nilai N lebih besar daripada N', artinya jumlah pengambilan data yang telah dilakukan lebih besar daripada batas minimum data yang seharusnya diambil. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah data atau sampel telah mencukupi (Utami, 2013).

Setelah menguji jumlah sampel, langkah berikutnya adalah melakukan penetapan jenis distribusi kedatangan dan pelayanan pelanggan. Pengujian dilakukan terhadap data kedatangan apakah berjenis distribusi poisson atau tidak. Demikian pula, waktu pelayanan diuji apakah mengikuti distribusi eksponensial atau tidak.

Pengujian dilakukan dengan uji Kolmogorov-smirnov dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil perhitungan menggunakan uji Kolmogorov-smirnov diketahui bahwa waktu kedatangan baik pada fasilitas kasir maupun dapur memiliki D maksimal lebih kecil daripada D tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa H₀ diterima dan H₁ ditolak, maka data berdistribusi poisson. Untuk waktu pelayanan pada fasilitas kasir dan dapur juga memiliki D maksimal yang lebih kecil daripada D tabel sehingga H₀ diterima dan H₁ ditolak sehingga data tersebut mengikuti distribusi eksponensial.

Untuk menghitung variabel kinerja sistem harus diketahui terlebih dahulu tingkat

kedatangan, tingkat pelayanan, dan tingkat utilitas sistem masing-masing fasilitas pelayanan untuk memberikan keputusan *steady-state* pada data tersebut. Data tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan kasir dan dapur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat kedatangan pelanggan pada fasilitas kasir sebesar 0,925 pelanggan per menit dan tingkat pelayanan pelanggan pada fasilitas kasir sebesar 0,971 pelanggan per menit. Sementara itu, tingkat kedatangan pelanggan pada fasilitas dapur sebesar 0,928 pelanggan per menit dan tingkat pelayanan pelanggan pada fasilitas dapur sebesar 0,974 pelanggan per menit. Untuk tingkat utilitas pada bagian kasir sebesar 0,952 (95,2%) dan bagian dapur sebesar 0,954 (95,4%). Fasilitas kasir dan dapur memiliki nilai λ lebih kecil daripada μ sehingga menghasilkan nilai $\rho < 1$. Oleh karena itu kedua fasilitas memenuhi kondisi *steady-state*. Dari hasil perhitungan variabel kinerja pada fasilitas kasir diperoleh data seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa tingkat utilitas sistem (ρ) sebesar 95% dan probabilitas tidak ada pelanggan (P_0) sebesar 5%. Semakin besar nilai ρ dan semakin rendah nilai P_0 , maka fasilitas pelayanan menjadi semakin sibuk. Oleh karena nilai $\rho < 1$, maka kondisi *steady-state* terpenuhi sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata kedatangan pelanggan tidak melampaui rata-rata pelanggan

yang dapat dilayani sehingga jumlah pelanggan yang datang masih mampu dilayani oleh *server*. Hal ini berarti sistem pelayanan bagian kasir di restoran XYZ dapat digunakan untuk menentukan ukuran kinerja sistem pelayanan. Untuk mengantisipasi antrean yang amat panjang dilakukan penambahan fasilitas kasir. Sementara itu, hasil analisis pada fasilitas dapur dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa tingkat utilitas sistem (ρ) sebesar 95,4% dan probabilitas tidak ada pelanggan (P_0) sebesar 4,6%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa bagian dapur cukup sibuk. Namun, karena nilai $\rho < 1$, maka kondisi *steady-state* terpenuhi sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata kedatangan pelanggan tidak melampaui rata-rata pelanggan yang dapat dilayani sehingga jumlah pelanggan yang datang masih mampu dilayani oleh *server*. Hal ini berarti sistem pelayanan bagian dapur restoran XYZ dapat digunakan untuk menentukan ukuran kinerja sistem pelayanan. Pada kondisi ini fasilitas dapur sangat sibuk sehingga karyawan dapur harus dapat menyesuaikan kecepatan pelayanannya dengan jumlah pesanan pelanggan yang semakin bertambah seiring waktu. Hal ini dilakukan agar jumlah pesanan pelanggan tidak semakin menumpuk. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi penumpukan jumlah pesanan maka dilakukan penambahan jumlah karyawan dapur.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Menggunakan Teori Antrean (Bagian Kasir)

Jumlah Fasilitas	ρ	Ls (orang)	Lq (orang)	Ws (menit)	Wq (menit)	P_0
1 Kasir	0,952	19,801	18,810	21,601	20,423	0,048

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 5 Hasil Perhitungan Menggunakan Teori Antrean (Bagian Dapur)

Jumlah Fasilitas	ρ	Ls (orang)	Lq (orang)	Ws (menit)	Wq (menit)	P_0
6 Karyawan	0,954	20,713	19,720	22,208	21	0,046

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 6 Distribusi Data dan *Expression* dari Simulasi Model

No.	Jenis Data	Distribusi Data	Expression pada Arena
1	Waktu kedatangan pelanggan	POIS	POIS(1,081)
2	Waktu pelayanan pelanggan (kasir)	EXPO	EXPO(1,029)
3	Waktu pelayanan pelanggan dapur	EXPO	EXPO(1,027)
4	Waktu makan	EXPO	EXPO(1,067)

(Sumber: data diolah, 2020)

Simulasi Model Antrean Menggunakan ARENA 14.0

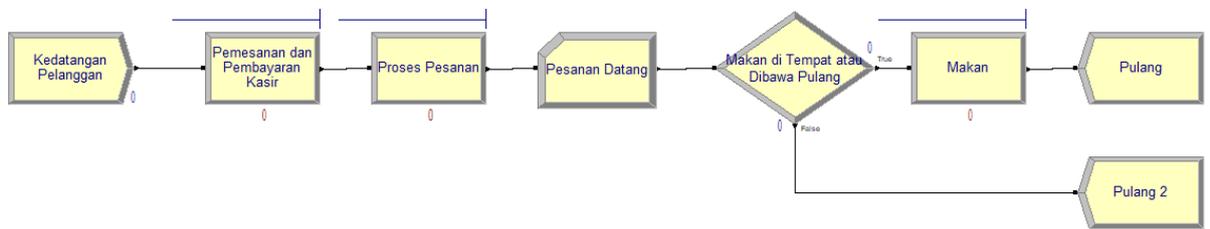
Hasil uji distribusi data interval waktu kedatangan dan pelayanan pelanggan di bagian kasir, serta waktu kedatangan dan pelayanan pelanggan di bagian dapur berikut parameter modelnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Jenis distribusi diekspresikan dengan notasi tertentu pada *software* arena yang selanjutnya disebut sebagai parameter. Nilai parameter ini nantinya dimasukkan ke dalam menu *expression* pada tiap-tiap *module* yang berguna untuk mencatat distribusi waktu kedatangan dan waktu pelayanan.

Langkah berikutnya adalah membangun struktur model konseptual. Model konseptual dibangun berdasarkan kondisi pelayanan saat ini. Gambar 3 menunjukkan model konseptual pelayanan di restoran XYZ saat ini (*current state*) yang dibuat menggunakan *software* arena.

Sebelum melakukan simulasi, terlebih dahulu dilakukan pengaturan pada menu *run setup* menggunakan *number of replications* sebanyak satu kali, *replication length* selama 15 jam, dan *hours per day* selama satu jam. Hasil simulasi model awal dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa fasilitas kasir dan dapur memiliki tingkat kesibukan yang tinggi dengan nilai utilitas mendekati satu. Nilai L_q dan W_q juga cenderung tinggi sehingga sistem layanan di Restoran XYZ perlu diperbaiki dengan menambah fasilitas kasir dan karyawan dapur. Sebelum menggunakan model arena tersebut untuk memperbaiki sistem layanan saat ini, maka perlu dilakukan validasi model terlebih dahulu. Validasi dilakukan dengan melakukan perbandingan antara hasil perhitungan manual yang telah diperoleh sebelumnya (Tabel 5) dengan hasil simulasi arena. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 8.



Gambar 3 Struktur Model Antrean Pada Kondisi Awal

Tabel 7 Hasil Simulasi Model

No	Fasilitas	ρ	L_q (orang)	W_q (menit)
1	Kasir	0,978	21,601	22,302
2	Dapur	0,948	18,110	19,303

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 8 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Simulasi

Fasilitas	Variabel	Manual	Simulasi
Kasir	P	0,952	0,978
	L_q (orang)	18,801	21,601
	W_q (menit)	20,402	22,303
Dapur	P	0,954	0,948
	L_q (orang)	19,700	18,100
	W_q (menit)	21	19,321

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 9 Perbandingan Tingkat Utilitas Masing-Masing Fasilitas Berdasarkan Skenario

Skenario	Manual		Simulasi	
	Kasir	Dapur	Kasir	Dapur
1	0,952	0,978	0,954	0,948
2	0,476	0,818	0,489	0,821
3	0,317	0,716	0,334	0,700
4	0,238	0,636	0,251	0,653

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 10 Perbandingan Jumlah Pelanggan Mengantre Dan Waktu Menunggu

Skenario	Manual		Simulasi	
	Lq (orang)	Wq (menit)	Lq (orang)	Wq (menit)
1	38,501	41,403	39,701	41,601
2	4,001	3,910	3,700	4,500
3	1,840	1,901	1,712	2,101
4	1,111	1,210	1,301	1,711

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 11 Komponen Biaya Fasilitas Pelayanan

No.	Komponen biaya	Biaya per unit (Rp)	Periode (tahun)
1	Perangkat Komputer	6.250.000	8
2	Booth Kasir	7.000.000	10
3	Peralatan Masak	675.000	5
4	Meja Masak	500.000	10

(Sumber: data diolah, 2020)

Hasil perbandingan untuk masing-masing variabel (P, Lq, dan Wq) memberikan nilai selisih yang cukup kecil. Hal ini menunjukkan bahwa model arena telah dapat merepresentasikan sistem layanan saat ini.

Rekomendasi Perbaikan Layanan

Hasil simulasi arena menunjukkan bahwa sistem layanan saat ini sangat sibuk dengan waktu antre sekitar 20 menit pada fasilitas kasir dan dapur. Oleh karena itu, kinerja sistem layanan diperbaiki dengan menerapkan skenario yang telah dikembangkan. Simulasi skenario bertujuan untuk mendapatkan perbedaan utilitas layanan (Oktaviyanty et al., 2018).

Dalam banyak hal, penambahan jumlah layanan dapat dipenuhi untuk mengurangi antrean yang terlalu panjang atau menghindari antrean yang terus membesar (Putra dan Hasan, 2011). Hasil simulasi nilai utilitas layanan dari berbagai skenario berikut penghitungan secara manual dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan bahwa tingkat utilitas pada bagian kasir mengalami penurunan secara signifikan dibandingkan bagian dapur. Hal ini karena karena pada penambahan kasir dilakukan

perubahan jalur dimana pada awalnya merupakan *single-channel* menjadi *multi-channel*, sedangkan pada bagian dapur hanya dilakukan penambahan karyawan yang tidak mengubah jumlah jalur sehingga fasilitas dapur tetap menggunakan *single-channel*. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui semakin banyak penambahan fasilitas menyebabkan pengurangan nilai utilitas sehingga apabila digunakan terlalu banyak fasilitas akan mengakibatkan tingkat fasilitas menganggur dan biaya pelayanan menjadi semakin besar.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa secara umum, skenario yang diterapkan telah berhasil mengurangi jumlah antrean dan waktu tunggu menjadi lebih singkat, walaupun sedikit menurunkan nilai utilitas dari *resource* atau *server*. Penurunan nilai utilitas yang besar menyebabkan pemanfaatan dari setiap *resource* tersebut tidak optimal (Putra dan Hasan, 2011). Dari hasil perhitungan dan simulasi berdasarkan skenario di atas didapat *output* Lq dan Wq dari keseluruhan fasilitas baik kasir dan dapur (Tabel 10).

Tabel 10 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan jumlah fasilitas, jumlah pelanggan dalam antrean dan waktu menunggu

dalam antrean menjadi semakin kecil. Selain itu kapasitas pelayanan juga semakin rendah yang mengindikasikan bahwa pelayanan semakin baik.

Untuk memilih skenario terbaik, maka dilakukan penghitungan biaya antrean. Pendekatan dalam menghitung komponen biaya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung biaya pelayanan

Biaya pelayanan mencakup biaya karyawan dan biaya fasilitas pelayanan. Asumsi yang digunakan dalam menghitung biaya pelayanan adalah:

- satu bulan terdapat 20 hari kerja
- satu hari kerja selama 6 jam per *shift*
- nilai dari rata-rata gaji karyawan kasir maupun dapur diperoleh dari nilai UMK (Upah Minimum Kabupaten) Jember tahun 2019 sebesar Rp2.170.917,-.

Perhitungan biaya karyawan dapat dilihat di bawah ini.

$$Cs = \frac{\text{Gaji karyawan}}{\text{jam kerja} \times \text{hari kerja}}$$

$$Cs (\text{Karyawan}) = \frac{\text{Rp}2.170.917}{6 \times 20}$$

$$Cs (\text{Karyawan}) = \text{Rp}18.091/\text{jam}$$

Sementara itu, biaya fasilitas pelayanan dapat ditentukan setelah menentukan komponen biaya pelayanan seperti ditunjukkan pada Tabel 11.

Perhitungan biaya fasilitas pelayanan menggunakan persamaan:

$$Cs = \frac{\text{Biaya fasilitas}}{\text{Periode} \times \text{bulan} \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}}$$

Hasil perhitungan biaya fasilitas pelayanan pada masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 12.

Pada Tabel 12 ditunjukkan bahwa nilai Cs semakin meningkat bersamaan dengan penambahan jumlah fasilitas kasir dan karyawan dapur.

Tabel 12 Biaya Fasilitas Pelayanan Per Jam Berdasarkan Skenario

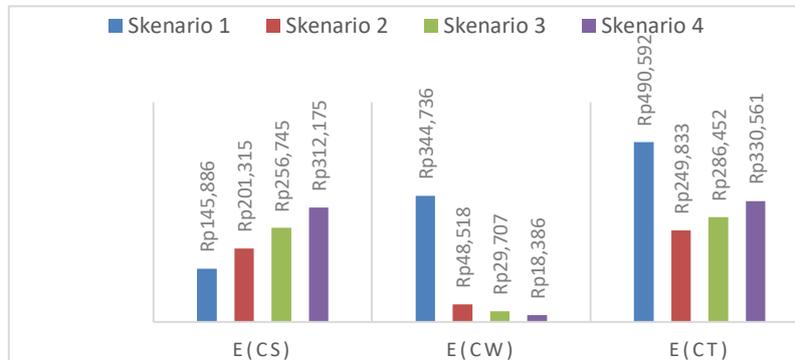
Skenario	Komponen Biaya	Jumlah	Biaya per unit (Rp)	Total biaya (Rp)	Total biaya per jam (Rp)
1	Perangkat Komputer	1	6.250.000	6.250.000	543
	Booth Kasir	1	7.000.000	7.000.000	486
	Peralatan Masak	1	675.000	675.000	94
	Meja Masak	1	500.000	500.000	35
	Total				1.158
2	Perangkat Komputer	2	6.250.000	12.500.000	1.085
	Booth Kasir	2	7.000.000	14.000.000	972
	Peralatan Masak	2	675.000	1.350.000	188
	Meja Masak	2	500.000	1.000.000	69
	Total				2.314
3	Perangkat Komputer	3	6.250.000	18.750.000	1.628
	Booth Kasir	3	7.000.000	21.000.000	1.458
	Peralatan Masak	3	675.000	2.025.000	281
	Meja Masak	3	500.000	1.500.000	104
	Total				3.471
4	Perangkat Komputer	4	6.250.000	25.000.000	2.170
	Booth Kasir	4	7.000.000	28.000.000	1.944
	Peralatan Masak	4	675.000	2.700.000	375
	Meja Masak	4	500.000	2.000.000	139
	Total				4.628

(Sumber: data diolah, 2020)

Tabel 13 Total Biaya Menunggu

Skenario	Cw dalam rupiah	Ls (orang)	E(Cw) dalam rupiah
1	8.512	40,501	344.736
2	8.512	5,710	48.518
3	8.512	3,490	29.707
4	8.512	2,160	18.386

(Sumber: data diolah, 2020)



Gambar 4 Total Biaya Antrean Berdasarkan Skenario

2. Menghitung biaya menunggu

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan biaya menunggu antara lain:

- satu bulan terdapat 20 hari kerja
- satu hari kerja selama 6 jam
- Nilai rata-rata pendapatan pelanggan per bulan diperoleh dari nilai rata-rata pada pengisian kuesioner penelitian sebesar Rp1.021.438,00

$$Cw = \frac{\text{Pendapatan pelanggan}}{\text{jam kerja} \times \text{hari kerja}}$$

$$Cw = \frac{\text{Rp1.021.438}}{6 \times 20}$$

$$Cw = \text{Rp8.512/jam}$$

Nilai total biaya menunggu untuk masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13 menunjukkan bahwa ketika jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem berkurang akibat adanya penambahan fasilitas pelayanan, maka total biaya menunggu yang diperlukan menjadi semakin kecil. Akibatnya biaya menunggu menjadi lebih rendah.

3. Menghitung total biaya antrean

Total biaya antrean diperoleh dari penjumlahan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu. Biaya antrean untuk masing-masing skenario ditunjukkan pada Gambar 4.

Total biaya skenario pertama adalah yang terbesar dibandingkan skenario lainnya, yaitu Rp

490,59 ribu. Komponen terbesar disumbang oleh biaya menunggu pelanggan sebesar Rp. 344,73 ribu. Sementara itu, total biaya terbesar berikutnya berturut-turut adalah skenario 2, 3 dan yang terkecil skenario 4.

Grafik E(Cs) dan E(Ct) menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan fasilitas pelayanan, akan menambah biaya fasilitas dan biaya total. Grafik E(Cs) cenderung menurun seiring banyaknya penambahan fasilitas pelayanan yang menunjukkan bahwa semakin banyak fasilitas yang ditambahkan akan mengurangi biaya dan waktu menunggu, tetapi juga akan membuat biaya yang lain semakin besar.

Hasil ini menunjukkan skenario terbaik untuk dioperasikan dan dijadikan rekomendasi perbaikan adalah skenario dengan biaya total paling rendah, yaitu skenario kedua dengan jumlah fasilitas kasir sebanyak dua buah dan fasilitas dapur dengan tujuh orang karyawan. Dengan demikian diperlukan penambahan jumlah fasilitas kasir sebanyak dua buah dan jumlah karyawan dapur sebanyak tujuh orang supaya tercipta pelayanan yang optimal dan notasi model antrean yang terbentuk pada bagian kasir adalah M/M/2:FIFO/∞/∞ dan bagian dapur tetap, yaitu M/M/1:FIFO/∞/∞.

KESIMPULAN

Tingkat pelayanan restoran mi XYZ saat ini belum optimal karena masih terjadi antrean

sebanyak 20 orang setiap jam dengan waktu tunggu sekitar 20 menit. Fasilitas kasir dan dapur juga sangat sibuk dengan tingkat utilitas mencapai 95%.

Perbaikan kinerja pelayanan dapat dilakukan dengan menambahkan satu fasilitas kasir dan seorang karyawan dapur. Variabel kinerja pada skenario tersebut menjadi lebih baik dibandingkan kondisi sebelumnya, yaitu penggunaan fasilitas (ρ) kasir 47,6% dan ρ dapur 81,8%, total orang menunggu dalam antrean (L_q) menjadi empat orang, dan total waktu menunggunya (W_q) 3,9 menit. Biaya yang dikeluarkan untuk penambahan fasilitas berdasarkan skenario yang terpilih adalah sebesar Rp 249,83 ribu per jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Jember atas dukungan biaya penelitian dan publikasi

DAFTAR PUSTAKA

- Fajarusman, H.D., Puspitasari, D., Bahctiar, A., 2017. Usulan perbaikan untuk mereduksi defect pada produk *totem coat and hat stand* dengan pendekatan *lean manufacturing* dan metode *fault tree analysis* (studi kasus di PT. Barali Citramandiri). *Industrial Engineering Online Journal*. 6 (2), 1–15.
- Hasugian, Andika, I., Fernando, Supriadi, 2020. Simulation of queuing system for customer service improvement: A case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 851, The 2020 International Conference on Information Technology and Engineering Management (ITEM 2020), Batam, Indonesia, 2-4 April, 2020.
doi.org/10.1088/1757-899X/851/1/012030
- Heizer, J., Render, B., 2013. *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*, 11th ed. Pearson.
- Heizer, J., Render, B., Munson, C., 2016. *Principles of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*, Student Value Edition, 10th ed. Pearson.
- Irzani, I., Astuti, A.M., 2012. Optimalisasi kualitas layanan melalui analisis antrean pada pusat pelayanan mahasiswa di Fakultas Tarbiyah IAIN Mataram. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*. 5 (2), 124–28.
- Kim, D., Jie, M.S., Choi, W.H., 2018. Airport simulation based on queuing model using ARENA. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 115, 125–34.
doi.org/ 10.14257/ijast.2018.115.12.
- Lim, J., Nor, N.A.M., 2016. Simulation by queuing system at immigration department article information. *International Academic Research Journal of Social Science*. 2 (1), 112 - 119.
- Manalu, C., Palandeng, I., 2019. Analisis Sistem Antrean Sepeda Motor Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 74.951.02 Malalayang. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*. 7 (1), 551–60.
doi.org/ 10.35794/emba.v7i1.22444.
- Oktaviyanty, H., Dwidayati, K.N., Agoestanto, A., 2018. Optimasi sistem antrean pada pelayanan service sepeda motor berdasarkan model tingkat aspirasi: studi kasus bengkel Ahas Handayani Motor (1706) Semarang. *Unnes Journal of Mathematics*. 7 (2), 82 - 91.
- Putra, A.K., Hasan, D.B., 2011. Simulasi pelayanan pengisian bahan bakar di SPBU Gunung Panglun. *Jurnal Teknik Industri Andalas*. 2 (1), 43–50.
- Rasmini, R., Ihsan, H., Wahyuni, M.S., 2019. Analisis antrean pelayanan tiket bioskop di Makassar. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*. 2 (2), 99 - 107.
doi.org/10.35580/jmathcos.v2i2.13787.
- Septiani, A., Wigati, P., Fatmasari, E., 2017. Gambaran sistem antrean pasien dalam optimasi pelayanan di loket pendaftaran instalasi rawat jalan Rumah Sakit Umum Pusat Fatmawati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*. 5 (4), 1–14.
- Silaban, D.C., Sulvin, M., 2015. Analisis kinerja sistem antrean M/M/C.” *Jurnal Singuda Ensikom*. 7 (3), 165–170.
- Sujarweni, V.W., 2015. *Statistik untuk Bisnis dan Ekonomi*. Pustaka, Yogyakarta.
- Utami, A.S., 2013. Simulasi antrean satu channel dengan tipe kedatangan berkelompok. *Jurnal Generic*. 4 (1), 49–56.