

**Analisis Sistem Antrean Untuk Optimalisasi Jumlah Server Menggunakan Model Keputusan Tingkat Aspirasi
(Studi Kasus : Restoran Cepat Saji di Samarinda Central Plaza)**

*The Queueing System Analysis For Optimizing The Number Of Servers Using Aspirational Decision Making Models
(Case Study : Fast Food Restaurant at Samarinda Central Plaza)*

Novia Felysia¹, Sri Wahyuningsih², Yuki Novia Nasution³

^{1,2}Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

³Laboratorium Matematika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

E-mail: felysianovia@gmail.com

Abstract

This research aims to obtain information on the number of cashiers with optimal performance in the fast food restaurant at Samarinda Central Plaza queue system using R Studio software. The queue model applied in this research is $(M_1/M_2/c):(FCFS/\infty/\infty)$ with First Come First Served (FCFS) queue discipline. The optimal number of cashiers are determined by using the aspiration level decision model. The results of the analysis showed that the optimal number of cashiers was 3 cashiers with an average number of customers in the queue as many as 1 customer every 15 minutes, the average number of customers in the queue system as many as 2 customers every 15 minutes, the average waiting time for customers in the queue for 1.2 minutes, the average waiting time of customers in the queue system for 6 minutes, and the percentage of idle time is 2.26% that is about 20.34 seconds.

Keywords: Queue, aspiration level decision model, $(M_1/M_2/c):(FCFS/\infty/\infty)$

Pendahuluan

Sistem ekonomi dalam dunia usaha beroperasi dengan sumber daya yang terbatas. Keterbatasan ini menyebabkan orang-orang atau barang-barang harus menunggu untuk mendapatkan jasa pelayanan, garis tunggu ini disebut antrean. Antrean timbul disebabkan oleh fasilitas pelayanan (*server*) relatif mahal untuk memenuhi permintaan pelayanan dan kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan. Dengan demikian pengguna fasilitas yang datang tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan layanan.

Teori antrean merupakan suatu studi matematika dari peristiwa garis tunggu suatu antrean. Teori antrean memberikan informasi yang dapat membantu pengambilan keputusan dalam merancang fasilitas pelayanan antrean untuk mengatasi permintaan pelayanan yang fluktuatif secara acak dan dapat menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu. Sistem antrean merupakan suatu himpunan pelanggan, fasilitas pelayanan, dan suatu aturan yang mengatur kedatangan pelanggan dan pelayanan yang akan didapatkannya. Sistem antrean memiliki enam komponen dasar yaitu sumber (populasi), kedatangan pelanggan, barisan antrean, disiplin pelayanan, mekanisme pelayanan, dan kepergian pelanggan (Kakiay, 2004).

Dengan mempelajari teori antrean, penyedia fasilitas pelayanan dapat mengusahakan agar dapat melayani pelanggannya dengan baik dan

tanpa harus menunggu terlalu lama. Salah satu cara agar pelayanan maksimal adalah dengan menambah jumlah *server*, namun perlu dilakukan analisis untuk mendapatkan jumlah *server* yang optimal yaitu menggunakan model keputusan tingkat aspirasi. Pada model keputusan tingkat aspirasi, jumlah *server* optimal merupakan jumlah *server* yang menghasilkan kinerja antrean yang sesuai dengan tingkat aspirasi tertentu. Penerapan model keputusan tingkat aspirasi di ilustrasikan pada model antrean dengan *server* lebih dari satu, tujuannya adalah untuk menetapkan jumlah *server* yang dapat diterima. Ukuran yang digunakan dalam model tingkat aspirasi, yaitu waktu tunggu yang diharapkan di dalam sistem dan persentase mengganggu dari *server*.

Restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza merupakan salah satu restoran cepat saji yang dikenal terutama karena ayam gorengnya, yang biasa disajikan dalam *bucket* dari kertas karton. Proses antrean pelayanan restoran cepat saji ini dimulai dari konsumen datang dan berdiri menunggu untuk dilayani berdasarkan urutan waktu kedatangan konsumen. Permasalahan yang terjadi pada restoran cepat saji yaitu banyaknya antrean pada kasir yang tidak sebanding dengan jumlah kasir yang tersedia, dengan kondisi ini menyebabkan lamanya waktu tunggu pelanggan untuk dilayani dan banyaknya pelanggan yang enggan untuk mengantri kemudian mencari restoran lain sehingga jumlah pelanggan yang datang menjadi berkurang.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis tertarik untuk melakukan analisis antrean pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza dengan tujuan untuk meminimalkan waktu mengantri dengan mencari jumlah kasir yang optimal.

Metode

Tinjauan Referensi

Penelitian sebelumnya tentang aplikasi teori antrean dilakukan oleh Ramadhan (2017) menggunakan metode *Multiple Channel Single Phase* dengan studi kasus antrean pada Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Pembantu Universitas Mulawarman Samarinda dengan hasil rekomendasi yang diberikan oleh peneliti yaitu menggunakan 3 *teller* karena total rata-rata waktu pelayanan dari 2 *teller* ke 3 *teller* mengalami penurunan secara drastis. Penelitian lain dilakukan oleh Ratnasari (2018) pada konsumen Gerai MCD Solo Grand Mall diperoleh bahwa untuk mengurangi dan mempercepat waktu tunggu perlu dilakukan penambahan kasir pelayanan menjadi 2 kasir, serta penelitian yang dilakukan oleh Anwar (2017) untuk menentukan jumlah gardu keluar yang optimal pada gerbang tol Tanjung Mulia menghasilkan bahwa gardu akan beroperasi secara optimal jika dilakukan penambahan gardu keluar tol menjadi 4 gardu dengan memanfaatkan satu gardu masuk gerbang tol Tanjung Mulia.

Metode Analisis

Teori Antrean

Teori antrean pertama kali diperkenalkan oleh Erlang (1913) yang mempelajari fluktuasi permintaan fasilitas telepon dan keterlambatan pelayanannya. Saat ini analisis antrean banyak diterapkan di bidang bisnis (bank dan swalayan), industri (pelayanan mesin otomatis), transportasi (pelabuhan udara, pelabuhan laut, jasa-jasa pos), dan lain-lain. Menurut Heizer dan Render (2005) antrean adalah barisan orang atau barang yang sedang menunggu untuk dilayani. Kejadian garis tunggu timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kapasitas fasilitas pelayanan yang ada, sehingga nasabah tidak segera mendapatkan pelayanan. Teori Antrean merupakan suatu studi matematikal dari gejala garis tunggu tersebut (Siagian, 1987).

Dasar Model Antrean

1. Fasilitas Pelayanan

Fasilitas pelayanan berkaitan erat dengan baris antrean yang akan dibentuk. Desain fasilitas pelayanan ini dapat dibagi dalam tiga bentuk, yaitu:

- a. Bentuk *series*, dalam satu garis lurus ataupun garis melingkar.

- b. Bentuk *paralel*, dalam beberapa garis lurus yang antara satu dengan lainnya paralel.
- c. Bentuk *network station*, yang dapat didesain secara *series* dengan pelayan lebih dari satu pada setiap stasiun. Bentuk ini dapat juga dilakukan secara *paralel* dengan stasiun yang berbeda-beda.

2. Sumber Masukan (*Input*)

Sumber masukan dari suatu sistem antrean dapat terdiri atas populasi orang, barang, komponen atau kertas kerja yang datang pada sistem untuk dilayani.

3. Pola Kedatangan

Pola kedatangan adalah cara individu dari populasi memasuki sistem. Individu-individu datang dengan tingkat kedatangan (*arrival rate*) yang konstan ataupun acak (banyak individu per periode waktu)

Distribusi probabilitas Poisson adalah salah satu dari pola kedatangan yang paling umum bila kedatangan didistribusikan secara acak. Hal ini terjadi karena distribusi Poisson menggambarkan jumlah kedatangan per unit waktu jika sejumlah besar variabel acak mempengaruhi tingkat kedatangan. Rumus umum distribusi probabilitas Poisson adalah

$$P(X = x) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, & x = 0, 1, 2, \dots \\ 0, & x \text{ lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

dengan:

- x : banyaknya kedatangan
- $P(X = x)$: probabilitas kedatangan adalah x
- λ : tingkat kedatangan rata-rata atau laju kedatangan
- e : bilangan Euler, yaitu 2,71828
- $x!$: $x(x-1)(x-2) \dots (2)(1)$

Apabila pola kedatangan individu mengikuti suatu distribusi Poisson, maka waktu antara kedatangan atau *interval time* (waktu antara kedatangan setiap individu) adalah acak dan mengikuti suatu distribusi eksponensial (*exponential distribution*) (Rangkuti, 2013).

4. Disiplin Antrean

Disiplin antrean adalah aturan dalam mana para pelanggan dilayani, atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pelanggan menerima layanan. Aturan pelayanan menurut urutan kedatangan ini dapat didasarkan pada :

a. *First In First Out* (FIFO)

FIFO merupakan suatu peraturan di mana yang akan dilayani terlebih dahulu adalah pelanggan yang datang terlebih dahulu. FIFO ini sering juga disebut *First Come First Served* (FCFS). Contohnya dapat dilihat pada antrean di loket-loket penjualan karcis kereta api.

b. *Last In First Out* (LIFO)

LIFO merupakan antrean di mana yang datang paling akhir adalah yang dilayani paling awal atau paling dahulu, yang sering dikenal dengan *Last Come First Served* (LCFS). Contohnya adalah pada sistem bongkar muat barang di dalam truk, di mana barang yang masuk terakhir justru akan keluar terlebih dahulu.

- c. *Service In Random Order* (SIRO)
SIRO di mana pelayanan dilakukan secara acak. Sering juga dikenal dengan *Random Selection For Service* (RSS). Contohnya adalah pada arisan, di mana pelayanan atau service dilakukan berdasarkan undian (*acak*).
- d. Pelayanan Berdasarkan Prioritas (PRI), di mana pelayanan didasarkan prioritas khusus. Misalnya, dalam suatu pesta di mana tamu-tamu yang dikategorikan VIP akan dilayani lebih dahulu (Kakiay, 2004).

5. Panjang Antrean

Banyak sistem antrean dapat menampung jumlah individu yang relatif besar, tetapi ada beberapa sistem yang mempunyai kapasitas terbatas. Bila kapasitas antrean menjadi faktor pembatas besarnya jumlah individu yang dapat dilayani dalam sistem secara nyata, maka sistem mempunyai panjang antrean yang terbatas, dan model antrean terbatas harus digunakan untuk menganalisis sistem tersebut. Sebagai contoh sistem yang mungkin mempunyai antrean yang terbatas adalah jumlah tempat parkir, jumlah pompa bensin, dan jumlah tempat tidur di rumah sakit dan jumlah pelayanan di swalayan.

6. Tingkat Pelayanan

Waktu pelayanan (*service time*) yaitu waktu yang digunakan untuk melayani individu dalam sistem. Waktu ini mungkin konstan, tetapi juga sering acak. Bila waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial atau distribusinya acak, maka tingkat pelayanannya (unit/jam) akan mengikuti distribusi Poisson. Rumus umum fungsi probabilitas eksponensial adalah

$$f(t) = \begin{cases} \mu e^{-\mu t}, & 0 < t < \infty \\ 0, & t \text{ lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

dengan :

μ : laju pelayanan

t : waktu pelayanan

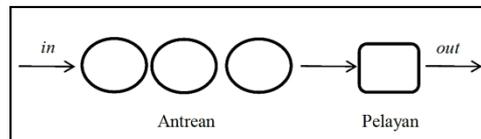
Struktur Antrean

Terdapat empat struktur dasar antrean yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrean:

1. *Single Channel – Single Phase*

Model *single channel – single phase* pada Gambar 1 merupakan model yang paling sederhana. *Single channel* berarti bahwa hanya

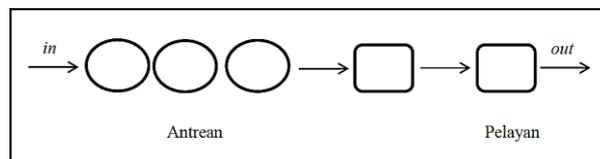
ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan. Setelah menerima pelayanan, individu keluar dari sistem.



Gambar 1 Model *single channel-single phase*

2. *Single Channel – Multiple Phase*

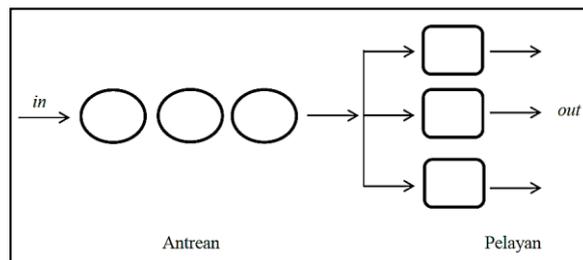
Model *single channel – multiple phase* ditunjukkan dalam Gambar 2, istilah *multiple phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam fase-fase).



Gambar 2 Model *single channel-multiple phase*

3. *Multiple Channel – Single Phase*

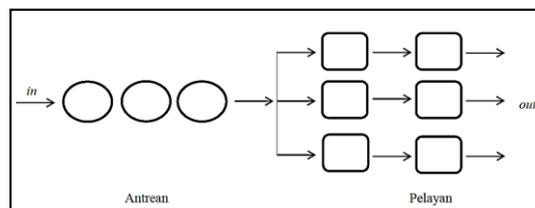
Model *multiple channel – single phase* pada Gambar 3 terjadi kapan saja dan terdiri atas dua atau lebih fasilitas pelayanan yang berasal dari antrean tunggal.



Gambar 3 Model *multiple channel-single phase*

4. *Multiple Channel – Multiple Phase*

Model *multiple channel – multiple phase* pada Gambar 4 mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu.



Gambar 4 Model *multiple channel-multiple phase*

Kondisi Steady State

Pada kondisi *Steady state* diasumsikan bahwa sistem mencapai keadaan keseimbangan. Ini berarti ciri-ciri operasi seperti panjang antrean dan rata-rata waktu menunggu akan memiliki nilai konstan setelah sistem berjalan selama suatu periode waktu. Asumsi *steady state* akan terpenuhi bila $\lambda < c \cdot \mu$ sehingga,

$$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu} \tag{3}$$

di mana

$$\lambda = \frac{\text{jumlah kedatangan pelanggan}}{\text{jumlah interval waktu kedatangan}} \tag{4}$$

$$\mu = \frac{\text{interval waktu pelayanan}}{\text{rata-rata waktu pelayanan}} \tag{5}$$

Nilai λ merupakan laju kedatangan pelanggan, sedangkan nilai μ merupakan laju pelayanan, dan ρ merupakan rata-rata kedatangan dibagi dengan rata-rata pelayanan (Taha, 1997).

Menurut Ahse (2014), *steady state* menunjukkan daya guna pada fasilitas pelayanan (kasir). Nilai *steady state* yang baik adalah mendekati 1. Apabila nilai *steady state* mendekati 0, maka dapat dikatakan fasilitas pelayanan tersebut dalam kondisi yang belum optimal dengan banyak waktu menanggung.

Model Antrean (M₁/M₂/c) : (FCFS/∞/∞)

Menurut (Taha, 1997) model antrean (M₁/M₂/c) : (FCFS/∞/∞) merupakan model antrean di mana laju kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson dan laju pelayanan berdistribusi Eksponensial. Laju kedatangan pelanggan disimbolkan dengan λ , laju pelayanan disimbolkan dengan μ , dan banyaknya fasilitas pelayanan disimbolkan dengan c .

peluang menganggunya semua pelayan atau peluang ada tidaknya nasabah dalam sistem antrean (P_0), jumlah rata-rata nasabah dalam antrean (L_q), jumlah nasabah dalam sistem (L_s), waktu menunggu rata-rata dalam antrean (W_q), dan waktu menunggu rata-rata nasabah dalam sistem (W_s) dengan formula sebagai berikut:

1. Peluang tidak adanya nasabah dalam sistem atau peluang menganggunya semua pelayan dalam sistem (P_0).

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!(1-\frac{\rho}{c})} \right\}^{-1} \tag{6}$$

2. Jumlah rata-rata nasabah dalam antrean (L_q).

$$L_q = \left(\frac{c\rho}{(c-\rho)^2} \right) P_0 \tag{7}$$

3. Jumlah rata-rata nasabah dalam sistem (L_s).

$$L_s = L_q + \rho \tag{8}$$

4. Waktu menunggu rata-rata nasabah dalam antrean (W_q).

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{9}$$

5. Waktu menunggu rata-rata nasabah dalam sistem (W_s).

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \tag{10}$$

Pengujian Kecocokan Distribusi

Dalam proses antrean distribusi Poisson dan distribusi Eksponensial sering digunakan untuk menggambarkan distribusi kedatangan dan pelayanan pelanggan. Untuk memeriksa apakah kedatangan dan pelayanan nasabah mengikuti distribusi tertentu perlu dilakukan uji kecocokan distribusi.

Menurut Daniel (1989) uji kecocokan distribusi digunakan untuk menentukan sampai seberapa jauh data sampel yang ditarik dari populasi yang tidak diketahui cocok dengan model tertentu yang ditawarkan. Uji yang umum digunakan untuk pengujian kecocokan distribusi adalah uji Kolmogorov-Smirnov. Prosedur Uji Kolmogorov Smirnov adalah sebagai berikut :

1. Menentukan hipotesis
 H_0 : Data mengikuti distribusi yang ditetapkan
 H_1 : Data tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan
2. Menentukan taraf signifikansi
 $\alpha = 5\%$
3. Statistik uji

$$D = \text{Sup } |F_s(n) - F_0(n)| \tag{11}$$

di mana:

$F_s(n)$: fungsi distribusi kumulatif dari sampel

$F_0(n)$: fungsi distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan

4. Kriteria uji
Menolak H_0 jika nilai $D >$ nilai D_α atau jika nilai $p\text{-value} <$ nilai α . Nilai D_α adalah nilai kritis yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov.

Model Keputusan Tingkat Aspirasi

Pada model keputusan tingkat aspirasi, jumlah server optimal merupakan jumlah server yang menghasilkan kinerja antrean yang sesuai dengan tingkat aspirasi tertentu. Penerapan model keputusan tingkat aspirasi di ilustrasikan pada model antrean multi server atau server lebih dari satu. Tujuannya adalah untuk menetapkan jumlah server yang dapat diterima (c).

Dalam model pelayanan berganda di mana kita perlu menentukan jumlah pelayan c yang optimum, Ukuran yang mencerminkan aspirasi pelanggan dan $server$ (pelayan) yaitu:

1. Waktu tunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_s)
2. Persentase waktu menganggur dari $server$ (X)

Kedua ukuran ini bersifat berlawanan, yang terlihat pada saat dilakukan penambahan $server$. Penambahan jumlah $server$ akan menyebabkan pengurangan waktu tunggu dalam sistem, tetapi persentase waktu menganggur $server$ akan meningkat.

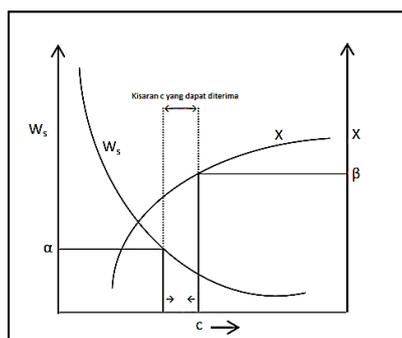
Nilai persentase waktu menganggur dari fasilitas pelayanan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$X = \left(1 - \frac{\lambda}{c \cdot \mu}\right) \times 100\% \quad (12)$$

Kedua ukuran W_s dan X mencerminkan aspirasi pelanggan dan pelayan. Misalkan Nilai W_s dan X diketahui α dan β . Tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara matematis sebagai berikut:

$$W_s \leq \alpha \text{ dan } X \leq \beta \quad (13)$$

Dengan menempatkan α dan β dalam grafik, kita dapat menentukan kisaran c yang dapat diterima dan memenuhi kedua batasan yang bersangkutan. Grafik model keputusan tingkat aspirasi dapat dilihat pada Gambar 5 (Taha, 1997).



Gambar 5 Grafik model keputusan tingkat aspirasi

Restoran Cepat Saji

Restoran cepat saji adalah restoran yang menghadirkan makanan dan minuman dalam waktu relatif singkat dari pemesanan sampai penyajian kepada pelanggan dan dikenal terutama karena ayam gorengnya, yang biasa disajikan dalam timba (*bucket*) dari kertas karton.

Kesuksesan *outlet* ini terus diraih sehingga menjadikan restoan cepat saji sebagai bisnis waralaba cepat saji yang dikenal luas dan dominan di Indonesia yang kemudian diikuti dengan pembukaan *outlet-outlet* di beberapa kota termasuk di kota Samarinda. Pada tahun 2019 jumlah *outlet* cepat saji di Samarinda yaitu

sebanyak 6 *outlet* bertempat di Mall Lembuswana, Plaza Mulia, Jl. Hasan Basri, Samarinda Central Plaza, Jl. Mulawarman, dan Big Mall. Proses antrean pada restoran cepat saji cukup sederhana yaitu dimulai dari konsumen datang dan berdiri menunggu untuk dilayani berdasarkan urutan waktu kedatangan konsumen.

Data Penelitian

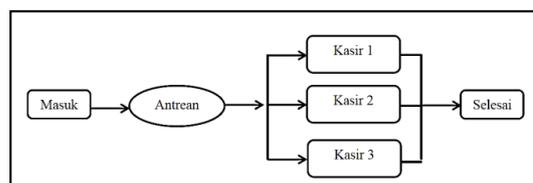
Dalam penelitian ini, data diambil melalui pengamatan langsung melalui objek yang ada di lapangan. Data yang dikumpulkan berupa waktu kedatangan dan lama pelayanan pada restoran cepat saji Samarinda Central Plaza. Data waktu kedatangan diperoleh melalui pencatatan waktu pelanggan pertama kali memasuki sistem antrean, dan waktu pelayanan diperoleh dengan cara mengurangi waktu pelanggan selesai dilayani dengan waktu pelanggan mulai dilayani.

Hasil dan Pembahasan Proses Pelayanan

Proses pelayanan restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Terdapat 3 kasir yang melayani pelanggan.
2. Kapasitas pelanggan tidak dibatasi.
3. Sistem antrean menggunakan disiplin antrean *First Come First Served (FCFS)*.
4. Pelanggan yang datang langsung memasuki antrean. Pada tahap ini dilakukan perhitungan waktu kedatangan pelanggan pada saat memasuki antrean.
5. Tahap selanjutnya setelah pelanggan mengantre adalah mendapatkan pelayanan, kasir menanyakan kepada pelanggan menu yang akan dipesan kemudian menyiapkan menu tersebut dan diberikan kepada pelanggan, kemudian pelanggan melakukan pembayaran kepada kasir lalu meninggalkan antrean. Pada tahap ini dilakukan perhitungan waktu lama pelanggan dilayani dengan perhitungan waktu awal pelanggan dilayani yaitu pada saat kasir bertanya pada pelanggan dan waktu selesai dilayani yaitu pada saat pelanggan meninggalkan meja kasir atau sistem antrean.

Secara umum, alur dari proses pelayanan pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut:



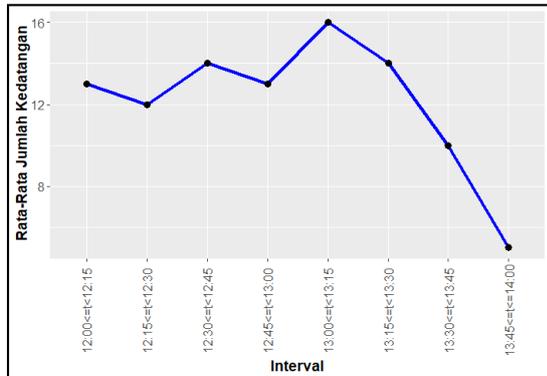
Gambar 6 Sistem antrean restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza

Statistika Deskriptif

Pada tahap ini dilakukan penyajian data rata-rata jumlah kedatangan pelanggan dan rata-rata jumlah keberangkatan pelanggan dalam bentuk grafik untuk mendapatkan gambaran terhadap data.

1. Kedatangan Pelanggan

Gambar 7 menunjukkan grafik rata-rata jumlah kedatangan pelanggan pada setiap interval waktu 15 menit selama 7 hari yaitu hari Senin sampai dengan Minggu.

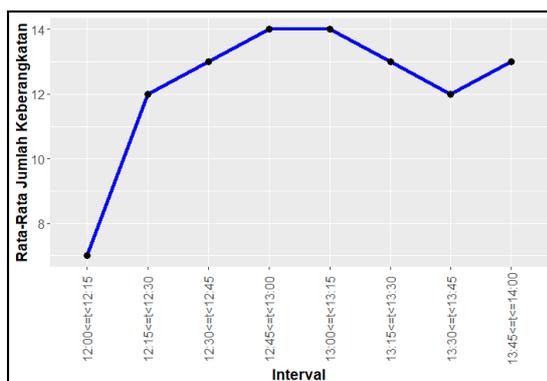


Gambar 7 Grafik rata-rata jumlah kedatangan pelanggan pada interval waktu 15 menit

Berdasarkan Gambar 7, rata-rata jumlah kedatangan pelanggan pada setiap interval waktu 15 menit dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah kedatangan pelanggan terbanyak terdapat pada interval waktu jam $13:00 \leq t < 13:15$ yaitu sebanyak 16 pelanggan, sedangkan kedatangan pelanggan paling sedikit terdapat pada interval waktu jam $13:45 \leq t \leq 14:00$ yaitu sebanyak 5 pelanggan pada hari Senin sampai dengan hari Minggu.

2. Keberangkatan Pelanggan

Gambar 8 merupakan grafik rata-rata rata-rata jumlah keberangkatan pelanggan pada setiap interval waktu 15 menit selama 7 hari yaitu hari Senin sampai dengan Minggu.



Gambar 8 Grafik rata-rata jumlah keberangkatan pelanggan pada interval waktu 15 menit

Berdasarkan Gambar 8, rata-rata jumlah keberangkatan pelanggan pada setiap interval waktu 15 menit dapat dilihat bahwa keberangkatan pelanggan terbanyak terdapat pada interval waktu jam $12:45 \leq t < 13:00$ dan jam $13:00 \leq t < 13:15$ yaitu sebanyak 14 orang pelanggan. Keberangkatan pelanggan paling sedikit terdapat pada interval waktu jam $12:00 \leq t < 12:15$ yaitu sebanyak 7 pelanggan pada hari Senin sampai dengan hari Minggu.

Pengujian Kecocokan Distribusi

Pengujian yang dilakukana adalah uji kecocokan distribusi kedatangan yang diasumsikan berdistribusi Poisson dan uji kecocokan distribusi waktu pelayanan yang diasumsikan berdistribusi eksponensial.

Tabel 1 Pengujian Kecocokan Distribusi

Distribusi	D	P-Value	Keputusan
Poisson	0,23	0,85	H ₀ gagal ditolak
Eksponensial	0,54	0,07	H ₀ gagal ditolak

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa data tingkat kedatangan pelanggan pada restoran cepat saji Samarinda Central Plaza berdistribusi Poisson dan data rata-rata waktu pelayanan pelanggan pada restoran cepat saji Samarinda Central Plaza berdistribusi eksponensial.

Analisis Perhitungan Model Antrean

Berdasarkan hasil pengujian kecocokan distribusi dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov pada data jumlah kedatangan dan waktu pelayanan restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza, dengan disiplin antrean FCFS yaitu pelanggan yang datang pertama akan pertama dilayani oleh kasir yang berjumlah 3 kasir serta kapasitas sistem dan jumlah pelanggan yang tidak dibatasi, maka diperoleh jumlah kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson. Selain itu, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Dengan demikian sistem antreannya mengikuti model $(M_1/M_2/c) : (FCFS/\infty/\infty)$. Perhitungan model antrean dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai Ukuran Kinerja Sistem

Variabel Pengukuran	Hasil Pengukuran
λ	48,52
μ	16,56
ρ	0,97
P_0	0,37
L_q (Pelanggan)	0,26
L_s (Pelanggan)	1,23
W_q (Jam)	0,01
W_s (Jam)	0,07

Melalui Tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah kedatangan pelanggan selama satu jam adalah sebanyak 48,52 pelanggan atau dalam interval waktu 15 menit adalah λ sebanyak 12,13 pelanggan, dibulatkan menjadi 13 orang pelanggan. Rata-rata pelayanan pelanggan pada setiap kasir selama satu jam adalah sebanyak 16,56 pelanggan atau dalam interval waktu 15 menit adalah μ sebanyak 4,14 pelanggan, dibulatkan menjadi 5 orang pelanggan.

Nilai *steady state* melayani sebesar $\rho = 0,97$, artinya tingkat kesibukan pelayanan (kasir) dalam melayani pelanggan sebesar 97% dari waktu pelayanan. Nilai *steady state* yang diperoleh adalah $0,97 < 1$, maka sistem telah mencapai keadaan keseimbangan. Dengan demikian fasilitas pelayanan (kasir) telah mampu melayani kedatangan pelanggan dengan baik, dengan jumlah pelanggan yang datang pada interval waktu 15 menit dapat dilayani semua oleh kasir dan dengan tingkat kesibukan kasir sebesar 0,97 yang artinya tingkat menganggur kasir sebesar 0,03 yang mana kasir dapat melayani pelanggan secara maksimal namun masih memiliki waktu untuk beristirahat.

Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrean (L_q) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza yaitu banyaknya pelanggan yang berada dalam garis tunggu mulai dari kedatangan hingga mulai dilayani oleh kasir. Rata-rata pelanggan dalam antrean pada hari Senin sampai dengan Minggu selama 2 jam pada interval waktu 15 menit adalah sebanyak 0,26 pelanggan dibulatkan menjadi 1 orang pelanggan pada setiap kasir.

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem antrean (L_s) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza yaitu banyaknya pelanggan yang berada dalam garis tunggu mulai dari kedatangan hingga selesai dilayani oleh kasir. Rata-rata pelanggan dalam sistem antrean pada hari Senin sampai dengan Minggu selama 2 jam pada interval waktu 15 menit adalah sebanyak 1,23 pelanggan dibulatkan menjadi 2 orang pelanggan pada setiap kasir.

Waktu menunggu rata-rata pelanggan dalam antrean (W_q) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza yaitu waktu ketika pelanggan berada dalam garis tunggu mulai dari kedatangan hingga mulai dilayani oleh kasir. Waktu tunggu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam antrean adalah selama 0,01 jam atau 0,6 menit pada setiap kasir.

Waktu menunggu rata-rata pelanggan dalam sistem antrean (W_s) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza yaitu waktu ketika pelanggan berada dalam garis tunggu mulai dari kedatangan hingga selesai dilayani oleh kasir. Waktu tunggu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam sistem antrean adalah selama 0,07 jam atau 4,2 menit pada setiap kasir.

Analisis Model Keputusan Tingkat Aspirasi

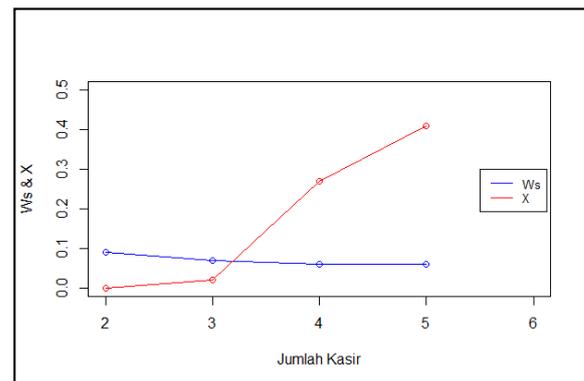
Analisis model keputusan tingkat aspirasi digunakan untuk menentukan jumlah *server* optimal dengan menggunakan pertemuan antara waktu tunggu dalam sistem (W_s) dengan persentase waktu menganggur dari kasir (X). Pada penelitian ini jumlah kasir yang disimulasikan adalah sebanyak 2, 3, 4, dan 5 kasir. Hasil simulasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Model Keputusan Tingkat Aspirasi

Variabel Pengukuran	Jumlah Kasir			
	2	3	4	5
λ	48,52	48,52	48,52	48,52
μ	33,12	49,68	66,24	82,80
W_s (Jam)	0,09	0,07	0,06	0,06
X (%)	0	2,33	26,75	41,40
X (Detik)	0	20,97	240,75	372,69

Perhitungan menggunakan model keputusan tingkat aspirasi apabila jumlah kasir dikurangkan maka akan menyebabkan waktu tunggu dalam sistem bertambah dan persentase waktu menganggur kasir menurun, sebaliknya jika jumlah kasir ditambah maka akan menyebabkan waktu tunggu dalam sistem berkurang dan persentase waktu menganggur kasir akan meningkat.

Untuk menentukan jumlah kasir optimal dilihat dari pertemuan nilai dari W_s dan X yang saling memotong. Grafik model keputusan tingkat aspirasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik model keputusan tingkat aspirasi restoran cepat saji Samarinda Central Plaza

Jumlah kasir optimal yang diperoleh pada Gambar 9 yaitu perpotongan nilai W_s dan nilai X lebih dekat pada jumlah kasir sebanyak 3 kasir. Dengan demikian jumlah kasir yang optimal yang perlu disediakan oleh restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza untuk melayani pelanggan adalah sebanyak 3 kasir dengan kinerja pelayanan dapat dilihat pada Tabel 2 yang artinya jumlah kasir yang ada pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza pada saat ini telah optimal dan mencapai keadaan keseimbangan

yaitu fasilitas pelayanan (kasir) telah mampu melayani kedatangan pelanggan dengan baik dengan persentase waktu menganggur kasir yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar 2,33% yang artinya waktu menganggur dari kasir selama interval waktu 15 menit (900 detik) sebesar 2,33% yaitu selama 20,97 detik dan ukuran *steady state* mendekati nilai 1 yaitu sebesar $\rho = 0,97$, artinya tingkat kesibukan pelayanan (kasir) dalam melayani pelanggan sebesar 97% yaitu selama 873 detik atau selama 14,55 menit per interval waktu 15 menit.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis model antrian $(M_1/M_2/c):(FCFS/\infty/\infty)$ dan menggunakan model keputusan tingkat aspirasi pada data jumlah kedatangan dan waktu pelayanan restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah kasir optimal yang diperoleh yaitu sebanyak 3 kasir, artinya jumlah kasir yang ada pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza pada saat ini telah optimal dan mencapai keadaan keseimbangan yaitu fasilitas pelayanan (kasir) telah mampu melayani kedatangan pelanggan dengan baik.
2. Kinerja optimal sistem antrian restoran cepat saji di Samarinda Central plaza sebagai berikut:
 - a. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza yaitu sebanyak 0,26 pelanggan dibulatkan menjadi 1 orang pelanggan per 15 menit pada setiap kasir.
 - b. Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem antrian (L_s) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza adalah sebanyak 1,23 pelanggan dibulatkan menjadi 2 orang pelanggan per 15 menit pada setiap kasir.
 - c. Waktu tunggu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam antrian (W_q) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza adalah 0,01 jam atau 0,6 menit pada setiap kasir.
 - d. Waktu menunggu rata-rata pelanggan dalam sistem antrian (W_s) pada restoran cepat saji di Samarinda Central Plaza yaitu waktu ketika pelanggan berada dalam garis tunggu mulai dari kedatangan hingga selesai dilayani oleh kasir adalah 0,07 jam atau 4,2 menit pada setiap kasir.

Daftar Pustaka

- Ahse, N. S, Deoranto. P, & Dania. W. A. P. (2014). "Analisis Sistem Antrian Untuk Menentukan Tingkat Pelayanan Yang Optimal Pada Kasir (Server) Rumah Makan Kober Mie Setan Malang Dengan Metode Simulasi". *Jurnal Teknologi Industri Pertanian Universitas Brawijaya*, PP. 946-952.
- Anwar. 2017. Analisis Sistem Antrian Untuk Menentukan Jumlah Gardu Keluar Yang Optimal Pada Gerbang Tol Tanjung Mulia. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Universitas Malikussaleh*, ISSN 2338-7122.
- Daniel, W.W. 1989. *Statistik Nonparametrik Terapan*. Jakarta : PT.Gramedia.
- Heizer, J. dan Render, B. 2005. *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kakiay, T. J. 2004. 2004. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi.
- Ramadhan, J. D. 2017. Simulasi Sistem Antrian Dengan Metode Multiple Channel Single Phase. *Jurnal Ilmu Komputer Universitas Mulawarman*, ISSN 2540-7902.
- Rangkuti, A. 2013. *7 Model Riset Operasi dan Aplikasinya*. Surabaya: Brilian Internasional.
- Ratnasari, S. 2018. Pemodelan dan Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Konsumen Gerai MCD Solo Grand Mall Dengan Arena. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sebelas Maret*, ISSN 2579-6429.
- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Taha, H. A. 1997. "Riset Operasi". *Edisi Kelima Jilid 2*. Jakarta: Binarupa Aksara