

---

# JURNAL WIDYA GANECWARA

---

## ANALISIS SISTEM ANTRIAN TIKETING SEBAGAI PENENTU TINGKAT OPTIMALISASI PELAYANAN PADA PERUSAHAAN UMUM DAERAH TAMAN SATWA TARU JURUG (TSTJ) SURAKARTA

**Candra Adi Saputra S<sup>1</sup>**

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

**Laksono Sumarto<sup>2</sup>**

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

**Agus Purwanto<sup>3</sup>**

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

---

### Info Artikel

#### Kata kunci:

Tingkat optimalisasi kedatangan pengunjung.

#### Keywords:

Optimization level of visitor arrival.

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui tingkat optimalisasi kedatangan pengunjung/ pelanggan dengan jumlah fasilitas yang ada. (2) Untuk mengetahui waktu pelayanan dengan jumlah kedatangan pengunjung/ pelanggan

Penelitian ini dilakukan pada Perusahaan Umum Daerah Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) yang terletak di Kelurahan Jebres, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.

Dapat disimpulkan bahwa waktu tunggu yang terjadi masih dirasakan terlalu lama oleh para pengunjung. Waktu tunggu tersebut masih dapat diminimumkan dengan bantuan alat analisis yang tepat karena tingkat pelayanan yang diberikan oleh pihak perusahaan pada saat sekarang ini belum optimal, sehingga untuk mencapai tingkat pelayanan yang optimal ini salah satu alternatifnya adalah dengan menambah fasilitas pelayanan yang ada sebanyak 2 buah. Pada tingkat fasilitas sebanyak 4 buah ini tingkat pelayanan dalam keadaan yang optimal, karena terdapat penurunan waktu tunggu, penghematan biaya fasilitas, serta pihak TSTJ mempunyai prospek yang baik di masa yang akan datang karena dapat lebih banyak melayani para pelanggan dalam suatu periode operasi

### Abstract

The objectives of this study are: (1) To determine the level of optimization of visitor/customer arrivals with the number of existing facilities. (2) To determine the service time and the number of visitor / customer arrivals

This research was conducted at the Public Company of Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) which is located in Jebres Village, Jebres District, Surakarta City.

It can be concluded that the waiting time that occurred was felt too long by the visitors. The waiting time can still be minimized with the help of appropriate analytical tools because the level of service provided by the company at this time is not yet optimal, so to achieve this optimal level of service, one alternative is to add 2 existing service facilities. At the facility level as many as 4 units, the service level is in an optimal state, because there is a decrease in waiting time, savings on facility costs, and the TSTJ has good prospects in the future because it can serve more customers in an operating period.

---

✉Alamat korespondensi :

FEB UTP Surakarta

Jl. Walanda Maramis No.56, Nusukan,

Kec. Banjarsari, Kota Surakarta,

Jawa Tengah 57135

E-mail:

[Aguspurwanto.febutp@gmail.com](mailto:Aguspurwanto.febutp@gmail.com)<sup>1</sup>

## PENDAHULUAN

Memberi pelayanan yang baik merupakan sesuatu yang diharapkan oleh setiap pemberi pelayanan dan yang mendapat pelayanan. Hal ini merupakan hubungan timbal balik dimana pemberi pelayanan memberikan pelayanan yang baik, maka pelanggan akan menjadi pelanggan yang baik pula. Hubungan ini akan selalu terjadi pada setiap perusahaan, terutama pada perusahaan yang mempunyai orientasi pada sektor jasa.

Namun hampir semua sistem ekonomi dan dunia bisnis, operasinya berhubungan dengan sumber daya yang relatif terbatas sehingga sering terjadi adanya antrian di mana konsumen atau pelanggan harus menunggu yang cukup lama untuk mendapatkan pelayanan.

Pelayanan antara perusahaan yang satu dengan perusahaan yang lainnya bervariasi. Pelayanan yang baik akan besar pengaruhnya terhadap peningkatan pelanggan, akan tetapi pelayanan yang kurang baik mengakibatkan sebagian masyarakat yang menjadi pelanggannya menjadi malas, sehingga loyalitas dari pelanggan akan dapat terganggu, di mana pelanggan akan dapat meninggalkan perusahaan tersebut dan berpindah pada perusahaan yang lain. Hal ini diakibatkan adanya persaingan yang ketat di dalam dunia bisnis sekarang ini. Apalagi kalau hal tersebut menyangkut perusahaan jasa, di mana perusahaan tersebut menjual jasa kepada masyarakat, maka perusahaan-perusahaan jasa akan lebih berpacu dalam persaingan memikat para konsumen dengan cara memberikan tingkat kepuasan yang maksimal.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas maka penulis mencoba untuk meneliti keadaan tersebut dengan

mengambil data dari Perusahaan Umum Derah Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) Surakarta. Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) merupakan salah satu objek wisata yang menjadi daya tarik wisatawan di Kota Surakarta yang terletak di Kelurahan Jebres, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. TSTJ memiliki konsep edukasi, konservasi, dan rekreasi. Konsep ini memadukan antara wisata alam dan wisata buatan. TSTJ dengan luas lahan lebih kurang 13,9 Ha yang di dalamnya terdapat jumlah satwa 64 jenis dengan 325 satwa dan berbagai jenis flora dengan jumlah 149 jenis pohon, seperti; pohon Johor, pohon Cemara, pohon Asam, pohon Beringin, dan jenis pohon tropis lainnya. Selain itu terdapat telaga buatan dimana pengunjung dapat memancing dengan menyewa peralatan pancing yang telah disediakan dan juga dapat menikmati Telaga dengan menyewa perahu yang telah disediakan sehingga pengunjung dapat bersuka cita berkeliling telaga.

TSTJ dituntut untuk terus meningkatkan kualitas layanan jasa layanan pariwisata kepada para pelanggannya. TSTJ harus mampu membuat para pelanggan merasa puas dan loyal.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat optimalisasi kedatangan nasabah dengan jumlah fasilitas yang ada, dan untuk mengetahui waktu pelayanan dengan jumlah kedatangan nasabah.

## TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

### a. Tinjauan Pustaka

#### 1. Penentuan Luas Produksi Dalam Mengalokasikan Faktor-Faktor Produksi

Suatu perusahaan harus memperhatikan dengan cermat mengenai luas produksi, agar memperoleh laba yang maksimal

dengan cara mengalokasikan faktor-faktor produksi yang dimilikinya secara efisien. Luas produksi menurut Sukanto Reksohadiprodjo adalah : luas produksi merupakan jumlah atau volume hasil produksi yang seharusnya diproduksi oleh suatu perusahaan dalam suatu periode tertentu (Soekanto, 2009: 49). Penentuan luas produksi harus direncanakan atau ditentukan dengan cermat, karena bila luas produksi tidak direncanakan maka akan mengakibatkan jumlah yang di produksi menjadi terlalu besar atau terlalu kecil.

Luas produksi yang terlalu besar akan mengakibatkan biaya produksi yang terlalu besar dan memerlukan modal yang besar pula. Selain itu volume produk yang berlebihan dapat mengakibatkan merosotnya harga jual. Walaupun barang-barang dapat di simpan dalam gudang tetapi bila produk terlalu tinggi maka akan menambah pula biaya pergudangan dan pemeliharaan barang tersebut.

Apabila luas produksi terlalu kecil mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pasar, sehingga langganan lari atau pindah ke perusahaan lain. Dampak lain adalah harga pokok produksi menjadi tinggi, karena biaya tetap hanya ditanggung oleh volume produksi yang kecil sehingga biaya tetap persatuan menjadi tinggi.

Dengan penentuan luas produksi yang tepat akan menjadikan alokasi faktor-faktor produksi lebih efisien, sehingga pemborosan bahan baku, bahan penolong dan faktor-faktor produksi yang lain dapat dihindari. Setiap perusahaan membutuhkan faktor produksi dalam jumlah dan jenis yang berbeda tergantung dari jumlah dan jenis barang yang dihasilkan oleh masing-masing perusahaan.

Jenis serta jumlah faktor produksi yang ada itu sangat terbatas sehingga untuk mencapai hasil yang optimal diperlukan perencanaan yang teliti. Menurut Sukanto Reksohadiprodjo di dalam menentukan luas produksi perlu dibutuhkan beberapa faktor yang membatasi dan mempengaruhi luas produksi. Faktor-faktor tersebut adalah :

a. faktor bahan baku.

Jumlah bahan baku yang tersedia menunjukkan besarnya luas produksi. Produksi tidak akan dapat dilaksanakan melebihi jumlah bahan baku yang tersedia. Oleh karena itu dalam penyediaan bahan baku perlu adanya perencanaan, sehingga tidak terjadi kelebihan atau kekurangan bahan baku. Kelebihan dan kekurangan bahan baku akan mengakibatkan adanya biaya-biaya tambahan yang akan merugikan perusahaan.

b. faktor kapasitas mesin.

Kapasitas mesin merupakan batasan didalam memproduksi barang. Perusahaan tidak akan memproduksi barang dengan jumlah melebihi kemampuan mesin-mesin yang dimilikinya dalam memenuhi kebutuhan, tetapi apabila jumlah permintaan produk melebihi kapasitas mesin yang dimiliki maka perusahaan tidak akan dapat memenuhi permintaan produksi tersebut.

c. faktor modal atau dana.

Sumber modal yang dimiliki oleh perusahaan ada dua macam yakni modal sendiri dan modal asing. Menurut Bambang Rianto yang dimaksud dengan: modal sendiri atau sering disebut modal badan usaha adalah modal yang berasal dari perusahaan itu sendiri (cadangan, laba) atau berasal dari pengambilan bagian, peserta atau

pemilik (modal saham, modal peserta dan lain-lain), sedangkan modal asing atau sering juga disebut modal kreditur adalah modal yang berasal dari kreditur, yang ini merupakan hutang bagi perusahaan yang bersangkutan (Bambang Riyanto, 2013: 12).

d. faktor permintaan.

Permintaan pasar merupakan pembatas dalam menentukan kombinasi produk. Apabila perusahaan memproduksi melebihi permintaan yang ada maka yang dihasilkan tidak habis dijual, sehingga perusahaan akan mengeluarkan tambahan biaya penyimpanan di gudang dan biaya pemeliharaan produk tersebut. Hal ini merugikan perusahaan karena biaya yang dikeluarkan bertambah besar.

## 2. Pengertian dan Karakteristik Antrian

a. Pengertian Antrian

Teori antrian atau sering disebut sebagai *Waiting Line Theory* atau *Queing theory* pertama kali dikembangkan oleh AK. Erlang, seorang ahli matematika dan insinyur berkebangsaan Denmark yang mengadakan penelitian untuk mempelajari kebutuhan kapasitas dan pelaksanaan sistem telepon *switching* otomatis. AK. Erlang mengembangkan model antrian untuk menentukan jumlah yang optimal dari fasilitas telepon *switching* yang digunakan untuk melayani permintaan yang ada. Pengembangan model ini selanjutnya dilakukan oleh Molina pada tahun 1927 dan Thorton D. Fry pada tahun 1928 dan mulai dikembangkan meluas sejak tahun 1950-an atau setelah

perang dunia ke-2, ketika para analisis mulai menerapkan pada masalah-masalah manajemen.

Model-model antrian didasarkan atas asumsi-asumsi probabilitas matematik tentang berapa banyak langganan yang membutuhkan untuk dilayani pada suatu fasilitas pelayanan. Model ini dirancang untuk memperkirakan berapa banyak langganan menunggu dalam suatu garis, kepanjangan garis tunggu, seberapa sibuk fasilitas-fasilitas pelayanan dan apa yang akan terjadi bila waktu pelayanan atau pola kedatangan berubah. Model antrian akan memberikan estimasi terhadap pertanyaan-pertanyaan seperti, berapa waktu tunggu rata-rata para langganan dalam suatu antrian maupun dalam suatu sistem, berapa jumlah orang (atau mesin, kertas kerja dan sebagainya) rata-rata akan menunggu, berapa lama waktu menganggur fasilitas-fasilitas pelayanan (mekanik, tempat tidur di rumah sakit, dan sebagainya).

Suatu antrian terjadi apabila suatu sumber input yang dapat terdiri dari orang-orang, barang-barang, komponen-komponen atau kertas kerja dan lain sebagainya yang merupakan pengguna pelayanan, sedang melayani yang lainnya. Sistem antrian ini akan terlihat pada berbagai situasi setiap harinya.

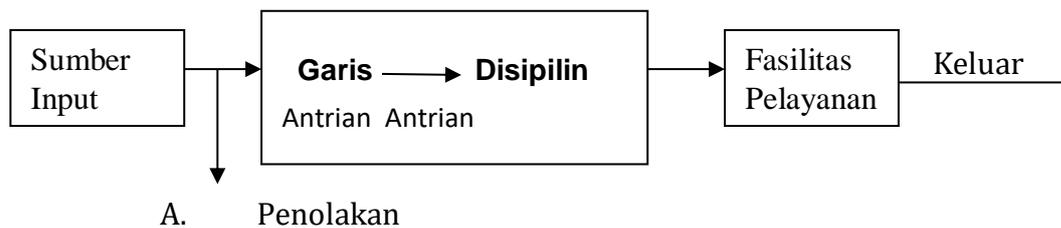
b. Karakteristik Antrian

Suatu sistem antrian yang dikemukakan oleh Vincent Gaspersz (2012: 312-313). Secara umum terdiri dari komponen utama yaitu antrian yang terjadi dalam fasilitas pelayanan.

Kapasitas dari fasilitas pelayanan itu biasanya terbatas, maka akan ada beberapa pelanggan yang harus menunggu sebelum dilayani. Suatu populasi akan segera mendapatkan pelayanan bila sistem dalam keadaan kosong atau fasilitas dalam keadaan menganggur, tetapi bila ada yang mengisi fasilitas pelayanan maka populasi akan

menuju fasilitas pelayanan berdasarkan sistem pelayanan yang berlaku.

Setelah selesai mendapatkan pelayanan, maka populasi akan keluar dari sistem dan selanjutnya akan menjadi suatu populasi kembali, secara skematis menurut Vincent Gaspersz proses dasar antrian dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 1**

### Elemen Dasar Masalah Antrian

#### c. Sumber Input

Sumber masukan dari suatu sistem antrian dapat terdiri dari suatu populasi orang, barang, komponen, atau kertas kerja yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal itu merupakan besaran yang tak terbatas (Pangestu Subagyo, et. al., 2013: 257 – 258).

Anggapan ini adalah hampir umum karena perumusan sumber masukan yang tak terbatas lebih sederhana daripada sumber yang terbatas. Suatu populasi dinyatakan “besar” bila populasi besar dibanding dengan kapasitas sistem pelayanan. Sebagai contoh, suatu masyarakat kecil yang terdiri dari 10.000 orang mungkin akan menjadi suatu populasi yang tak terbatas bagi sebuah pengecer tetapi mungkin tidak cukup besar bagi 100 *shopping center* yang ada.

#### d. Karakteristik Datangnya Permintaan Pelayanan

Individu-individu dari suatu populasi yang datang memasuki sistem merupakan suatu pola kedatangan. Kedatangan individu-individu tersebut mungkin datang dengan tingkat kedatangan yang konstan ataupun acak/random dan datang secara berkelompok ataupun secara individual.

Kedatangan individu yang bersifat konstan berarti kedatangan setiap interval waktu tertentu adalah sama/tetap, bila dalam 1 jam pertama datang 51 individu, 1 jam yang akan datang lagi 51 individu, maka akan berlanjut demikian seterusnya. Sedang kedatangan individu yang bersifat acak/random yaitu jumlah kedatangan individu setiap interval waktu tertentu adalah tidak sama (acak). Kedatangan para individu yang satu tidak saling mempengaruhi dengan kedatangan individu yang lain, misalnya 1 jam pertama akan

datang 5 individu maka 1 jam berikutnya mungkin lebih sedikit atau lebih banyak dari kedatangan sebelumnya. Kedatangan yang secara acak/random diasumsikan akan mengikuti distribusi probabilitas poisson, karena distribusi poisson menggambarkan jumlah kedatangan per unit waktu bila sejumlah besar variabel-variabel random mempengaruhi tingkat kedatangan.

Bila pola kedatangan individu mengikuti suatu distribusi Poisson, kemudian waktu antar kedatangan atau *inter arrival time* yaitu waktu antara kedatangan setiap individu suatu distribusi eksponensial (*exponential distributions*), dimana waktu antar kedatangan individu yang satu dengan yang lainnya tidak sama atau tetap.

Pola kedatangan daripada datangnya permintaan pelayanan ini ada yang dapat dikendalikan dan ada yang tidak dapat dikendalikan atau *uncontrollable*. Keadaan yang dapat dikendalikan (*controllable*) merupakan keadaan dimana kedatangan populasi dapat diketahui dan ditetapkan berdasarkan kebutuhannya, misalnya toko-toko yang membuka tokonya hanya pada jam-jam tertentu saja, sedangkan yang *uncontrollable* merupakan keadaan yang tidak dapat diketahui dengan pasti kedatangannya, karena setiap saat bisa saja individu datang pada suatu sistem, misalnya para individu yang menggunakan jasa telepon tidak dapat diketahui kapan mereka akan menggunakannya, karena setiap saat bisa saja terjadi.

Setiap individu dalam suatu populasi mempunyai perilaku yang tidak sama dalam sistem antrian. Pelanggan dalam situasi antrian dapat sabar atau tidak sabar. Seorang pelanggan yang sabar adalah orang yang masuk dalam sistem dan tetap disana sampai dilayani, sebagai contoh sopir-sopir mobil datang pada gerbang tol karena tidak ada tempat lain lagi bagi mereka. Demikian pula mesin yang memerlukan reparasi dalam suatu sistem produksi akan menunggu dengan sabar dalam antrian untuk dilayani oleh tim pemeliharaan. Pelanggan yang tidak sabar adalah orang yang menilai waktu tunggu terlalu lama dan memutuskan untuk tidak memasuki sistem (*balking/penolakan*) dan memasuki antrian tetapi meninggalkan sistem sebelum dilayani (*reneging/pemboikotan*) sehingga dengan adanya *balking* dan *reneging* ini perusahaan tidak jadi menerima keuntungan yang seharusnya diterima.

#### e. Disiplin Antrian

Disiplin antrian menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu-individu yang memasuki antrian untuk dilayani terlebih dahulu (*prioritas*). Disiplin antrian yang paling umum adalah pedoman *first come, first service* (FCFS), yang pertama kali datang pertama kali dilayani. Tetapi bagaimanapun juga ada beberapa tipe disiplin antrian lainnya yang dapat termasuk dalam model-model matematis antrian. Beberapa disiplin antrian lainnya ialah pedoman-pedoman *shortest - operating - time* (SOT), *last come - first served* (LCFS),

*longest – operating – time (LOT)*, dan *sevice in random order (SIRO)*. Dalam rumah sakit-rumah sakit dan fasilitas-fasilitas kesehatan lainnya mungkin mempunyai pedoman-pedoman yang berbeda, seperti *emergency first* atau *critical condition first*.

1) Pola Pelayanan

Waktu yang digunakan untuk melayani individu-individu dalam suatu sistem disebut waktu pelayanan. Waktu ini mungkin konstan/*uniform*, artinya setiap pelayanan memerlukan waktu yang sama/tetap, tetapi ada pula waktu pelayanan yang acak/*random*, yang berarti waktu pelayanan akan mengikuti distribusi *poisson*/pelayanan tidak konstan/tidak *uniform*.

2) Keluar (*exit*)

Individu-individu yang telah selesai mendapatkan pelayanan maka individu-individu tersebut akan keluar dari sistem. Pada saat keluar, individu-individu tersebut mungkin akan bergabung menjadi satu di antara 2 kategori populasi. Kemungkinan pertama adalah individu bergabung pada populasi asal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki sistem kembali atau kemungkinan kedua dimana akan bergabung dengan populasi lain yang mempunyai probabilitas yang tidak sama dengan probabilitas sebelumnya.

Secara ringkas karakteristik penting dari teori antrian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

Karakteristik Antrian	Aumsi-asumsi
- Sumber populasi	- tak terbatas, terbatas
- Pola kedatangan	- TKT kedatangan poisson
- Kepanjangan antrian	- Tak terbatas, terbatas
- Disiplin antrian	- FCFS
- Pola pelayanan	- Tingkat pelayanan poisson
- Keluar	- Langsung kembali ke populasi

3) Sistem dan Struktur Teori Antrian

Dalam masyarakat yang semakin kompleks, banyak perbedaan sistem dan struktur antrian, perbedaan-perbedaan dalam jumlah antrian, fasilitas pelayanan dan hubungan yang terjadi dapat menghasilkan bentuk/susunan yang bervariasi.

f. Sistem Antrian

Pada umumnya sistem antrian dapat diklasifikasi, karena teori antrian dan simulasi sering diterapkan secara luas. Menurut Hillier dan Lieberman ( 2010: 406-407) mengklasifikasikan sistem antrian ke dalam:

- a. Sistem pelayanan komersial  
Merupakan aplikasi yang kompleks dalam model antrian-antrian seperti restoran, cafetaria, dan supermarket.
- b. Sistem lini produksi bisnis industri

Mencakup lini produksi, sistem *materian handling*, sistem pergudangan dan sistem informasi komputer.

- c. Sistem pelayanan transportasi  
Mencakup lini pelayanan jasa transportasi, seperti kereta api, pesawat udara, bus dan kendaraan darat.

- 4) Sistem pelayanan sosial  
Merupakan sistem pelayanan yang dikelola oleh kantor-kantor dan jawatan lokal/nasional yang meliputi kantor tenaga kerja, kantor pos dan rumah sakit.

- g. Struktur Antrian  
Berdasarkan sifat proses pelayanannya fasilitas pelayanan dapat diklasifikasikan ke dalam susunan saluran/*channel* (*Single/Multiple*) dan *phase* (*Single/Multiple*) yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda. Istilah saluran/*channel* menunjukkan jumlah jalur untuk memasuki pelayanan, juga jumlah fasilitas pelayanan. Istilah *phase* berarti stasiun-stasiun pelayanan di mana para pelanggan harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap.

Ada beberapa macam model struktur antrian yang sering terjadi dalam sistem antrian, diantaranya :

- *Single channel-Single Phase*
- *Single channel-Multiple*
- *Multiple channel-Single Phase*
- *Multi channel-Multi Phase*

Untuk lebih jelasnya di bawah ini diterangkan mengenai sistem-sistem antrian tersebut di atas :

#### *Single channel – Single Phase*

Sistem ini adalah sistem yang sederhana, *single channel* berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem

pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. Setelah menerima pelayanan, individu keluar dari sistem. Contoh untuk model struktur ini adalah : Pembelian tiket kereta api antar kota kecil yang dilayani oleh satu loket dan seorang pelayan toko.

#### *Single channel – Multiphase*

Istilah *multiphase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan. Sebagai contoh, lini produksi masa, pencucian mobil, tukang cat mobil.

#### *Multi channel – Single Phase*

Sistem *multichannel - single phase* terjadi apabila dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal. Sebagai contoh model ini adalah pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket.

#### *Multi channel – Multi Phase*

Dalam model ini setiap sistem mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani sewaktu-waktu. Pada umumnya jaringan antrian ini terlalu kompleks untuk dianalisa dengan teori antrian, mungkin simulasi lebih sering digunakan untuk menganalisa sistem ini. Sebagai contoh *heregrestasi* para mahasiswa di Universitas, pelayanan pasien di rumah sakit dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan sampai pembayaran.

Selain empat model struktur antrian di atas sering terjadi struktur campuran (*mixed arrangements*) yang merupakan campuran dari dua atau lebih struktur antrian di atas. Susunan ini mungkin yang paling umum dan kompleks.

Dalam situasi ini tiap pelanggan mempunyai suatu rute antara fasilitas pelayanan yang spesifik dan konsekwensinya pelayanan tidak dapat dijabarkan dalam phase-phase.

Antrian dapat terjadi di depan setiap fasilitas. Waktu kedatangan pada tiap fasilitas adalah fungsi komplek dari variasi-variasi dalam waktu proses dan waktu gerak antar fasilitas atau waktu perpindahan dan juga disiplin antrian dan kapasitas dari fasilitas-fasilitas lain.

### 3. Variabel Keputusan

Dalam menganalisa masalah antrian akan menyangkut pengambilan keputusan dalam bidang-bidang sebagai berikut:

#### a. Tingkat Kedatangan

Sering tingkat kedatangan pelanggan dapat dipengaruhi oleh manajemen, *advertising*, atau penetapan harga yang berbeda sehingga tingkat kedatangan yang terjadi sama untuk setiap perusahaan.

#### b. Jumlah Fasilitas Pelayanan

Dalam hal ini harus ditentukan apakah beberapa fasilitas dalam satu phase harus menyajikan suatu set pelayanan khusus. Keputusan ini berhubungan dengan jumlah fasilitas dalam phase tertentu dari sistem pelayanan dan konsekwensinya adalah pada kapasitas sistem.

#### c. Jumlah phase

Keputusan ini meliputi alokasi dari tugas-tugas pelayanan ke dalam phase dari susunan fasilitas. Dalam beberapa hal dua rangkaian fasilitas pelayanan mungkin lebih efisien daripada satu, akan tetapi dalam dua rangkaian fasilitas harus

menambah jumlah daripada pekerja dan penugasan sejumlah elemen pekerjaan pada masing-masing pekerja sebagai tambahan dari pengaruh terhadap susunan fasilitas. Keputusan ini juga mempengaruhi tingkat pelayanan ( $\mu$ ) dari tiap fasilitas dan kapasitas sistem.

d) Jumlah Pelayanan per Fasilitas  
Kadang-kadang sebuah fasilitas pelayanan dioperasikan lebih dari satu orang, hal ini merupakan kasus bilamana sebuah fasilitas tunggal didefinisikan sebagai satu tim pekerja atau kelompok pekerja, sebagaimana jumlah pekerja yang ditugaskan untuk menjadi tim reparasi jalur telepon. Keputusan ini direfleksikan dalam tingkat pelayanan ( $\mu$ ) dari fasilitas pelayanan.

#### e) Efisiensi Pelayanan

Dengan menyesuaikan rasio modal terhadap tenaga kerja, merencanakan pengembangan metode kerja atau mengadakan program intensif, manajemen dapat mempengaruhi efisiensi pelayanan yang ditugaskan pada suatu fasilitas pelayanan. Keputusan dalam bidang ini direfleksikan dalam ( $\mu$ ), tingkat pelayanan dari fasilitas pelayanan.

### 4. Karakteristik Operasi

Model antrian memungkinkan analisis untuk mempelajari pengaruh dari pemanipulasian variabel keputusan pada karakteristik yang ada dari sistem pelayanan. Beberapa karakteristik yang umum adalah:

#### a. Panjang Antrian

Jumlah pelanggan dalam antrian menggambarkan suatu kondisi antrian. Yang pendek dapat

- diartikan pelayanan pelanggan yang baik atau kapasitas yang berlebihan. Sejalan dengan itu antrian yang panjang dapat diidentifikasi efisiensi pelayanan yang rendah atau memerlukan kebutuhan peningkatan kapasitas.
- b. Jumlah Pelanggan Dalam Sistem  
Jumlah pelanggan dalam antrian dan yang sedang dilayani berhubungan dengan efisiensi dan kapasitas pelayanan. Nilai yang besar menyatakan secara tidak langsung kemacetan, ketidakpuasan konsumen potensial, dan kebutuhan tambahan kapasitas.
  - c. Waktu Tunggu Dalam Antrian  
Panjang jalur tidak merefleksikan lama waktu tunggu, jika tingkat pelayanan cepat. Namun demikian bila waktu tunggu dirasakan lama oleh pelanggan, mereka akan menganggap bahwa kualitas pelayanan buruk. Lamanya waktu tunggu mungkin mengidentifikasi adanya kebutuhan untuk menyesuaikan dengan tingkat pelayanan dari sistem atau merubah tingkat kedatangan pelanggan.
  - d. Waktu Total Dalam Sistem  
Total waktu yang terlalu dari saat masuk dalam sistem sampai keluar dari sistem menunjukkan masalah-masalah dengan pelanggan sehubungan dengan efisiensi pelayanan. Jika beberapa pelanggan membuang terlalu banyak waktu dalam sistem pelayanan maka perusahaan perlu untuk merubah disiplin antrian, atau meningkatkan produktivitas disesuaikan dengan tingkat kapasitas perusahaan.
  - e. Penggunaan Fasilitas Pelayanan  
Pemanfaatan kolektif fasilitas pelayanan merefleksikan

persentase waktu kesibukan dari fasilitas. Jika waktu kedatangan dari pelanggan lebih besar daripada jumlah fasilitas pelayanan, maka kesibukan pada tempat fasilitas tersebut meningkat. Oleh karena itu maka manajemen haruslah dapat memperkirakan antara jumlah pelanggan dan kapasitas dari sistem pelayanan, agar dapat mencapai produktivitas tinggi.

#### 5. Model Teori Antrian

Model-model antrian teori antrian dikelompokkan menjadi beberapa macam. Pengelompokkan tersebut dimaksudkan untuk menganalisis atau memperbaiki *performance* variabel-variabel sistem yaitu  $P_n$ ,  $P_o$ ,  $L_q$ ,  $W_q$ ,  $W$  dan penentuan sensitivitas dari *performance* variabel-variabel dalam menghadapi kendala-kendala rancangan sistem  $T$ ,  $\mu$ ,  $S$ ,  $c$ ,  $N$ . Pengelompokkan standar mengikuti notasi Kendall-Lee, yaitu:

$(a/b/c) : (d/e/f)$ , dimana :

$a$  = distribusi kedatangan

$b$  = distribusi waktu pelayanan

$c$  = jumlah fasilitas pelayanan

( $c = 1,2,3,\dots, c_n$ )

$d$  = distribusi pelayanan

$e$  = kepanjangan antrian

$f$  = sumber populasi

Simbol-simbol yang dipergunakan untuk menggantikan notasi Kendall-Lee tersebut adalah (Hamdy A. Taha, 2012: 595)

$M$  = Distribusi kedatangan dan pelayanan poisson

$D$  = Waktu antar kedatangan atau pelayanan deterministik

$E_k$  = Distribusi Erlang dari waktu antara kedatangan dan pelayanan

$I$  = Sumber populasi atau kepanjangan antrian tidak terbatas (*infinite*)

Notasi standar tersebut ditemukan oleh D. G. Kendall pada tahun 1953 dalam bentuk  $(a/b/c)$  yang akhirnya dikenal dengan nama notasi Kendall-Lee, untuk memperlengkap notasi tersebut sering ditambahkan simbol  $f$  yang melambangkan sumber populasi. Notasi Kendall-Lee sering digunakan karena notasi tersebut merupakan alat yang efisien untuk mengidentifikasi tidak hanya model-model antrian tetapi model-model lain.

Model-model antrian yang ada sekarang banyak sekali karena adanya berbagai situasi dan kondisi yang berbeda, sehingga dituntut untuk diciptakan model yang paling sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Dalam penerapan teori antrian, harus diperhatikan apakah model yang akan dipilih tersebut sudah sesuai dengan situasi dan kondisi dari perusahaan yang bersangkutan. Kesalahan dalam pemilihan model antrian akan mengakibatkan kesalahan-kesalahan dalam pengambilan keputusan/kebijaksanaan.

Penggolongan model-model antrian yang ada banyak macamnya, yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi dari antrian. Salah satu model antrian atau dikemukakan oleh J. Krajewski (2017: 212). Model antrian yang dikemukakan terutama ada 3 macam model, dimana setiap model mewakili dari berbagai macam model yaitu *single server*, model *multiple server*, untuk sumber populasi tak terbatas, dan *Finite Source* model untuk sumber populasi yang tak terbatas.

Model-model yang dikemukakan oleh Krajewski (2017: 6) tersebut adalah:

a. Model Pelayanan Tunggal (*Single Server Model*)

Model pelayanan ini terutama ditujukan untuk struktur yang memenuhi asumsi sebagai berikut:

- Sumber input terbatas
  - Mengikuti distribusi kedatangan poisson, dengan tingkat kedatangan rata-rata
  - Distribusi pelayanan eksponensial, dengan waktu pelayanan rata-rata  $1/\mu$
  - Panjang antrian tidak terbatas, satu jalur
  - Disiplin antrian FCFS
  - Jumlah fasilitas pelayanan = 1
  - Jumlah phase pelayanan = 1
- b. Model Pelayanan Jamak (*Multiple-server model*)  
Pada model ini juga berlaku asumsi-asumsi yang harus dipenuhi yang sama dengan model pelayanan tunggal diatas, perbedaannya hanya pada jumlah fasilitas pelayanan, dimana pada model ini mempunyai banyak fasilitas pelayanan ( $S$ ).
- c. Model Sumber Terbatas (*Finite Source Model*)  
Dalam model ini asumsi-asumsi yang harus dipenuhi oleh situasi dan kondisi antrian yaitu:
- Sumber input terbatas, sebanyak  $N$  pelanggan
  - Tingkat kedatangan mengikuti waktu antar kedatangan eksponensial dengan waktu pelayanan =  $1/\mu$
  - Kepanjangan antrian tidak melebihi  $N-1$ , jalur tunggal
  - Disiplin antrian pelayanan = 1
  - Jumlah fasilitas pelayanan = 1
- 4) Biaya Relevan Sistem Antrian  
Penggunaan teori antrian untuk memecahkan masalah manajemen telah berkembang cukup pesat dan luas. Salah satu cara mengatasi masalah antrian adalah menambah jumlah fasilitas pelayanan. Penambahan fasilitas sering

dilakukan tanpa membandingkan manfaat yang akan diperoleh dengan pengorbanan yang harus dikeluarkan, akibatnya dapat menimbulkan investasi yang kurang, sehingga hal ini akan dapat merugikan perusahaan baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka waktu yang lama. Oleh karena itu yang menjadi masalah adalah bagaimana meminimalkan biaya yang sering terjadi dalam masalah antrian yaitu biaya fasilitas dan biaya tunggu.

5) Pengujian Hipotesa K rata-rata ( $K > 2$ )

Dalam melakukan pengujian hipotesa tentang K rata-rata didasarkan pada hasil penelitian untuk lebih dari dua puluh buah sampel. Sebagai gambaran misalnya akan kita selidiki apakah perbedaan rata-rata diri sampel pertama, dengan dari sampel kedua, ketiga dan seterusnya disebabkan faktor kebetulan saja (chance) atau faktor-faktor yang lain yang benar-benar significant.

Hipotesa nihil atau  $H_0$  yang akan diuji mengatakan bahwa rata-rata dari dua populasi normal adalah sama. Asumsinya adalah bahwa variance (deviasi standart kuadrat) dari populasi-populasi itu adalah sama (Pangestu Subagyo, (2014: 243).

## METODE PENELITIAN

### A. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Perusahaan Umum Daerah Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) yang terletak di Kelurahan Jebres, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.

### B. Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilakukan pada Perusahaan Umum Daerah Taman Satwa

Taru Jurug di Surakarta, dikarenakan pada objek wisata Taman Satwa Taru Jurug terdapat anggota populasi yang tidak terbatas, maka dalam penelitian dan analisis ini dibatasi pada survei sampel. Sampel disini yaitu sebagian populasi yang karakteristiknya hendak diselidiki dan dianggap bisa mewakili keseluruhan populasi. Dalam hal ini penulis mengambil sampel 40 orang pengunjung/ pelanggan. Adapun cara pengambilan sampelnya atau sampling dengan metode *random sampling* yaitu dimana setiap pengunjung/ pelanggan memiliki kesempatan yang sama untuk dijadikan sampel.

### C. Jenis dan Sumber Data

#### 1. Jenis Data

##### a. Data primer

Yaitu data yang secara langsung diambil dari objek yang diteliti. Disini penulis menggunakan data primer yang berupa:

- 1) Tanggapan dari pelanggan mengenai pelayanan yang diberikan oleh objek wisata TSTJ Surakarta.
- 2) Tingkat kedatangan rata-rata para pengunjung/ pelanggan.
- 3) Tingkat pelayanan rata-rata per waktu
- 4) Tingkat waktu pelayanan tiap pengunjung/ pelanggan.
- 5) Data lain yang ada kaitannya dengan penelitian ini.

##### b. Data sekunder

Yaitu data yang diperoleh melalui studi kepustakaan dengan mempelajari buku-buku yang erat hubungannya dengan masalah ini.

#### 2. Sumber Data

Untuk mendapatkan suatu data harus diketahui dari mana sumber datanya. Hal ini bertujuan untuk memudahkan peneliti dalam mendapatkan data yang dibutuhkan.

Sumber data dalam penelitian ini adalah:

a. Sumber Data Lapangan

yaitu sumber data yang diperoleh dalam penelitian, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam hal ini terdiri dari manusia dan non manusia.

1) Manusia

- a) Pengunjung/ pelanggan TSTJ
- b) Petugas/ karyawan TSTJ

2) Non Manusia

- a) Buku-buku dan bacaan-bacaan yang sesuai dengan pembahasan.
- b) Dokumen-dokumen dan sebagainya.

b. Sumber Data Literature

Yaitu sumber data yang diperoleh peneliti dari buku-buku yang sesuai dengan masalah yang diteliti, termasuk dalam hal ini karya ilmiah dan buku-buku panduan yang berkaitan dengan pelaksanaan sistem tiket di TSTJ.

#### D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara:

1. Observasi

Menurut Sugiyono (2015: 204) observasi merupakan kegiatan pemuatan penelitian terhadap suatu objek. Apabila dilihat pada proses pelaksanaan pengumpulan data, observasi dibedakan menjadi partisipan dan non-partisipan. Jenis observasi yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi non-partisipan. Dalam melakukan observasi, peneliti memilih hal-hal yang diamati dan mencatat hal-hal yang berkaitan dengan penelitian..

2. Wawancara

Teknik wawancara dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara bebas terpimpin. Arikunto (2013: 199) menjelaskan

bahwa wawancara bebas terpimpin adalah wawancara yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara bebas namun masih tetap berada pada pedoman wawancara yang sudah dibuat. Pertanyaan akan berkembang pada saat melakukan wawancara. Penulis mengadakan tanya jawab langsung kepada yang berkepentingan di Kantor objek wisata TSTJ dan para pengunjung/pelanggan untuk memperoleh data yang diperlukan.

3. Dokumentasi

Dokumentasi menurut Sugiyono (2015: 329) adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian. Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data kemudian ditelaah.

#### E. Teknik Analisis Data

Asumsi-asumsi yang terdapat dapat dalam jasa pelayanan objek wisata TSTJ:

1. Sumber input / populasi tidak terbatas.
2. Pola kedatangannya mempunyai tingkat kedatangan random atau acak.
3. Panjang antrian tidak terbatas, satu garis (*single phase*).
4. Disiplin antrian mengikuti pedoman *first come first served* (FCFS)
5. Pola pelayanan mempunyai waktu yang berbeda antara yang satu dengan yang lain.
6. Struktur antriannya mempunyai jalur pelayanan yang bersifat *multiple channel*.

Maka berdasarkan data yang diperoleh akan dilakukan analisis dengan tahap sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pola/tingkat kedatangan pengunjung/

pelanggan untuk mencari rata-rata kedatangan pengunjung/pelanggan untuk mencari rata-rata per waktu.

2) Mengetahui rata-rata pelayanan per waktu.

3) Melakukan perhitungan dengan menggunakan formula teori antrian yang terpilih berdasarkan asumsi pelayanan menggunakan model *multiple served* yaitu: (T. Hani Handoko 2016: 178) :

$$\text{Utilisasi Sistem Pelayanan (P)} = \frac{\lambda}{s\mu}$$

Peluang Tidak Ada Unit Dalam Sistem :

$$P_0 = \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda / \mu)^s}{s!} \left( \frac{1}{1 - p} \right) \right]^{-1}$$

Jumlah Rata-Rata Input dalam Antrian:

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda / \mu)^s p}{s! (1 - p)^2}$$

Rata-Rata Waktu Menunggu dalam Antrian:

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

Waktu Tunggu Rata-Rata Input Dalam Sistem:

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$L = \lambda W$$

4) Mengetahui tambahan biaya yang terjadi karena adanya penambahan pelayanan (*cost of facility*) dan biaya yang terjadi karena menunggu untuk dilayani (*Cost of waiting*).

bantuan alat analisis yang tepat karena setelah diadakan suatu analisis tingkat pelayanan yang diberikan oleh pihak perusahaan pada saat sekarang ini belum optimal.

Sehingga untuk mencapai tingkat pelayanan yang optimal ini salah satu alternatifnya adalah dengan menambah fasilitas pelayanan yang ada sebanyak 2 buah. Pada tingkat fasilitas sebanyak 4 buah ini tingkat pelayanan dalam keadaan yang optimal, karena terdapat penurunan waktu tunggu, penghematan biaya fasilitas, serta pihak TSTJ mempunyai prospek yang baik di masa yang akan datang karena

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Setelah diadakan suatu analisis berantai untuk membuktikan hipotesis yang diajukan, maka dapat disimpulkan bahwa waktu tunggu yang terjadi masih dirasakan terlalu lama oleh para pengunjung. Waktu tunggu tersebut masih dapat diminimumkan dengan

dapat lebih banyak melayani para pelanggan dalam suatu periode operasi. Pembuktian dari kesimpulan di atas adalah sebagai berikut :

1. Dengan tingkat pelayanan rata-rata 2,4 per unit waktu dan tingkat kedatangan 6,75 per jam, mengakibatkan pengunjung rata-rata harus menunggu dalam sistem selama 58 menit sebelum menerima pelayanan dan menunggu dalam antrian selama 22 menit 57 detik.
2. Penambahan fasilitas pelayanan menjadi empat buah akan mengurangi waktu menunggu dalam sistem dari 42 menit 6 detik dan waktu tunggu dalam antrian dari 40 menit 13 detik dengan rata-rata 0,3827 pengunjung yang menunggu dalam antrian dan 6,3963 pengunjung yang menunggu dalam sistem, di mana sebelumnya adalah 6,6894 pengunjung dalam antrian dan 5,396 pengunjung dalam sistem.
3. Pada tingkat fasilitas pelayanan sebanyak 4 buah merupakan tingkat fasilitas pelayanan dengan total biaya yang diharapkan paling optimal karena total biayanya paling kecil, yaitu sebesar Rp. 149.556,98 sedangkan pada tingkat fasilitas pelayanan 2 buah total biaya yang diharapkan sebesar Rp. 16.528,42.
4. Penambahan menjadi 4 buah jalur pelayanan ini akan meningkatkan efisiensi pelayanan yang diberikan oleh pihak TSTJ, karena waktu tunggu yang terjadi pada tingkat kemungkinan rata-rata kedatangan/jam/hari sebanyak 6,75 orang pengunjung akan berkurang atau menurun pada tingkat pelayanan yang optimal ini. Hal ini dapat dikatakan jika tingkat kedatangan pelanggan kurang dari tingkat kedatangan tersebut

pelayanan dapat diberikan lebih cepat, berarti waktu tunggu yang terjadi akan berkurang.

## B. Saran-saran

1. Sebaiknya Perusahaan Umum Daerah Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) Surakarta. memberi perhatian khusus terhadap masalah antrian yang terjadi, hal ini dikarenakan akan menyangkut kredibilitas perusahaan dan loyalitas dari para pengunjungnya.
2. Untuk mengatasi masalah antrian, perusahaan perlu menambah fasilitas jalur pelayanan, karena perusahaan pada saat ini belum mencapai tingkat yang optimal.
3. Hendaknya pihak perusahaan tetap mempertahankan kualitas, dikarenakan berdasarkan hasil pengamatan kualitas merupakan tujuan utama pengunjung untuk datang menikmati panorama Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) Surakarta. Adapun caranya yaitu dengan mendatangkan satwa-satwa langka dan aneka macam hiburan rakyat.
4. Hendaknya Perusahaan Umum Daerah Taman Satwa Taru Jurug (TSTJ) Surakarta.menerapkan sistem pemberian insentif kepada tenaga kerja, khususnya tenaga kerja bagian depan untuk mendorong produktivitas dan semangat kerjanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agoestanto, Arief, , Nur Karomah Dwidayati, Hetty Oktaviyanty, (2018), dalam penelitian yang berjudul: Optimasi Sistem Antrian Pada Pelayanan Servis Sepeda Motor Berdasarkan Model Tingkat Aspirasi Studi Kasus Bengkel Ahass Handayani Motor

- (1706) Semarang. *UNNES Journal of Mathematics* 7(2) (2018).
- Bambang Riyanto, (2013). *Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan*, Edisi Keempat, Cetakan Ketujuh, Yogyakarta : BPFE UGM.
- Diana Khairani Sofyan, dan, Sri Meutia (2017). Penerapan Metode Antrian Dalam Menentukan Fasilitas Yang Optimal Pada SPBU Mawaddah. *Jurnal Optimalisasi*, Vol 3 Nomor 5 Oktober, hal 77-88.
- Hamdy A. Taha, (2012) *Operation Research dan Introduction*, Edisi ketiga, New York : Mac Milan Publising Co, Incol.
- H. Malayu S.P. Hasibuan, (2015). *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Edisi Revisi, Cetakan Ketujuh, Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Hiller dan Lieberman, (2010) *Introduction to Operations Research*, Terjemahan, New York : Mac Graw – Hill International Editions Bussiness Questitative Sevis
- Kartika Botutihe, Jacky S B Sumarauw, Merlyn M Karuntu, (2018). Analisis Sistem Antrian Teller Guna Optimalisasi Pelayanan Pada PT. Bank Negara Indonesia (Bni) 46 Cabang Unit Kampus Manado. *Jurnal EMBA*, Vol.6 No.3 Juli 2018, Hal. 1388 – 1397.
- Krajewski J. Lee and Howard E. Thompson, (2017) *Manajemen Science Quantitative Methodes Incontext*, Canada : John Welley and Company, Inc.,
- Pangestu Subagyo, et. al., (2013) *Dasar-dasar Operation Research*, Edisi Kedua, Cetakan Ketigabelas, Yogyakarta : BPFE-UGM.
- Pangestu Subagyo, (2014) *Statistik Induktif*, Edisi Revisi, Yogyakarta : BPFE-UGM-UGM
- Siti Anisah, Sugito, Suparti, (2015). Analisis Antrian Dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan. *JURNAL GAUSSIAN*, Volume 4, Nomor 3, Tahun 2015, Halaman 669-677.
- Sofjan Assauri, (2017) *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta : Lembaga Penelitian Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Sukanto Reksohadiprodjo, dan Indriyo Gitosudarmo, (2015), *Manajemen Produksi*, Edisi 4, Yogyakarta : BPFE UGM.
- Sukanto Reksohadiprodjo, (2009) *Manajemen Produksi Dan Operasi*, Yogyakarta : BPFE-UGM.
- R. Rasmini, Hisyam Ihsan, Maya Sari Wahyuni (2019) Analisis Antrian Pelayanan Tiket Bioskop di Makassar. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*. Vol 2, No 2, hal. 99-107.
- T. Hani Handoko, (2016) *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi 1, Cetakan keenam, Yogyakarta : BPFE - UGM.
- Vincent Gaspersz, (2012) *Analisa Sistem Terapan*, Bandung : Tarsito.