

Aplikasi Model Teori Antrian Pada Pelayanan Jasa Pegadaian

Nurdam Buhaerah

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi YPUP Makassar

nbuhaerah@gmail.com



©2018 –Bongaya Journal of Research in Management STIEM Bongaya. Ini adalah artikel dengan akses terbuka dibawah licenci CC BY-NC-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Abstract : *This study aims to determine and analyze the number and average time customers queue to receive service, as well as to calculate the number of counters needed to handle the number and average time customers wait in line. The methodology used is a queuing theory formula developed based on the AK Erlang Formula (1909). The results of the study indicate that if the system only provides 3 counters, the system will experience: a. 69.10 customers queuing per unit of time, b. The system's busyness level is 51.61%. Therefore, customer service at PT Pegadaian Makassar is not yet effective. Effective service to carry out tasks requires additional counters to anticipate customers who often queue for long periods, which customers consider ineffective. Therefore, customers still demand excellent service so that each customer does not wait too long in the queuing system.*

Keywords: *Queue, queue discipline, arrival rate*

Abstrak : Studi ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis jumlah dan waktu rata-rata nasabah antri dalam mendapatkan pelayanan, serta untuk menghitung jumlah loket yang diperlukan dalam mengatasi jumlah dan waktu rata-rata nasabah yang menunggu dalam antrian. Metodologi yang digunakan adalah formula teori antrian yang dikembangkan berdasarkan Formula AK Erlang (1909). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika system hanya menyediakan 3 buah loket maka di dalam sistem akan terjadi: a. Pelanggan yang antri per kesatuan waktu 69.10 orang, b. Tingkat kesibukan sistem 51.61 %, Jadi dalam pelayanan nasabah pada PT Pegadaian Makassar belum efektif. Pelayanan secara efektif untuk melaksanakan tugas, maka diperlukan tambahan loket untuk mengantisipasi nasabah yang sering antrian berkepanjangan, yang dinilai nasabah tidak efektif. Sehingga nasabah masih menuntut pelayanan yang prima agar setiap nasabah tidak terlalu lama menunggu pada sistem antrian.

Kata kunci: Antrian, disiplin antrian, tingkat kedatangan

PENDAHULUAN

Pada masyarakat yang sedang membangun, pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu tolak ukur bagi keberhasilan upaya peningkatan akselerasi pembangunan. Namun pertumbuhan ekonomi itu sendiri tidaklah mungkin berkembang terus menerus karena banyak faktor yang mempengaruhinya, seperti struktur ekonomi daerah, potensi alamiah dengan jumlah penduduk yang bersangkutan. Berkaitan dengan hal tersebut, pemerintah terus berupaya memberikan dukungan bagi pertumbuhan ekonomi melalui berbagai program yang telah dicanangkan, mulai dari penyediaan sarana dan prasarana sampai dengan penyediaan modal usaha. Salah satu bentuk penyediaan modal atau dana kepada masyarakat adalah penyaluran kredit dilakukan berdasarkan perjanjian gadai oleh Perusahaan Jasa Gadai PT Pegadaian.

Pada mulanya, kredit gadai ini di tujukan pada usaha membantu masyarakat golongan ekonomi lemah agar terhindar dari jeratan rentenir, ijon dan praktek gadai gelap lainnya yang berkembang pada kelompok masyarakat. Kemudian, dalam perkembangannya, Perusahaan Negara Pegadaian juga melayani permintaan dana masyarakat secara lebih luas, dengan meningkatnya laju kredit barang jaminan, sehingga nasabahnya pun banyak, diantaranya yang tergolong ekonomi menengah. Kendati pun demikian, Badan Usaha Milik Negara (BUMN)

yang bernaung dibawah Departemen Keuangan, Lembaga ini juga berfungsi sebagai *agent of development* yakni turut mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat secara keseluruhan.

Dibandingkan dengan lembaga perkreditan lainnya, pinjaman kredit yang disalurkan PT Pegadaian ini mempunyai cirri khas, oleh karena pemberian kreditnya didasarkan atas hak gadai, artinya untuk memperoleh kredit, calon nasabah diharuskan membawa barang Bergeraknya untuk dijadikan sebagai agunan kreditnya. Barang jaminan tersebut kemudian diberikan untuk ditaksir (perkiraan) harganya selanjutnya akan ditentukan berapa besar pinjaman yang akan diperoleh, dalam hal pemberian kredit. Semakin tinggi jumlah pinjaman yang akan diberikan, semakin tinggi pula nilai barang yang akan menjadi jaminan.

Besarnya peran jasa gadai pada saat ini, ketika masyarakat sangat membutuhkan uang kas secara cepat, maka dalam penelitian peranan PT Pegadaian Makassar untuk membantu masyarakat ekonomi lemah sangat signifikan. Namun di sisi lain, banyaknya usaha jasa yang serupa serta mobilitas masyarakat yang semakin membutuhkan kecepatan dalam beraktivitas membuat masalah waktu tunggu pelayanan juga semakin urgen menjadi kebutuhan yang melekat. Menyikapi hal tersebut, maka penggunaan sistem antrian untuk melayani masyarakat pengguna jasa gadai menjadi suatu kebutuhan sistem yang perlu dipertimbangkan.

Sistem Antrian sebagai aplikasi langsung Teori Antrian dapat memberi sumbangan berharga bagi manajemen dalam menyeimbangkan kebutuhan akan efektivitas dan efisiensi sistem dengan biaya yang timbul karena pelayanan yang lambat. Penelitian ini mencoba mendalami aplikasi langsung Teori Antrian pada pelayanan jasa gadai nasabah PT Pegadaian Makassar untuk memperoleh kredit di loket-loket yang telah ditentukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pelopor dan pencetus Teori Antrian adalah Agner Krarup Erlang (Chase, *at.all*, 2019) seorang ahli matematika yang berasal dari Denmark. Pada awal tahun 1909, ia telah mengadakan percobaan-percobaan untuk mengatasi masalah lalu lintas telepon di tempat ia bekerja. Ia mencoba meneliti dengan menggunakan teori antrian ini, terutama mengatasi fluktuasi permintaan terhadap fasilitas atau perlengkapan *switcher telephone*. Hingga sebelum berakhir Perang Dunia Kedua, penemuan tersebut makin berkembang dan dijelaskan pada berbagai masalah yang muncul yang berkaitan dengan antrian atau melewati garis tunggu.

Menurut Chase, *at.all* (2019), menjelaskan bahwa apabila ada beberapa kedatangan pada suatu fasilitas pelayanan yang memberikan pelayanan yang sama, maka pada saat itu muncul antrian. Antrian itu dapat diartikan bahwa harus sesuai dengan susunan kedatangan atau mengisi formulir, sehingga nasabah yang akan dilayani sesuai dengan urutan yang membutuhkan pinjaman kredit pada perusahaan.

Pada pengertian antrian terdapat aturan disiplin yang harus dipenuhi dalam meneruskan Teori Antrian. Assauri (2020), antara lain: (1)Tingkat kedatangan, (2) Distribusi kedatangan, (3) Pola kedatangan, (4) Ukuran kedatangan, (5) Tingkat kesabaran konsumen.

Tingkat kedatangan. Menunjukkan tingkat rata-rata di mana orang-orang datang ketempat fasilitas pelayanan untuk minta dilayani. Biasanya dinyatakan dalam suatu jumlah untuk periode waktu tertentu. Misalnya bagian penjualan tiket kapal laut mampu melayani 15 orang membeli tiket per jamnya. Rata-rata kedatangan dalam waktu tertentu dapat kita peroleh dengan membagi jumlah kedatangan yang bervariasi dengan jumlah waktu yang di perlukan untuk seluruh kedatangan. Tingkat kedatangan ini diberi notasi (tanda), misalnya sesuai tingkat kedatangan (x) ini dapat dinyatakan dalam satuan menit, jam, minggu, bulan dan sebagainya.

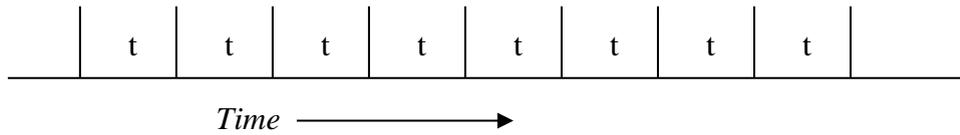
Distribusi kedatangan. Distribusi merupakan suatu rentabilitas distribusi yang menggambarkan jumlah konsumen dalam sistem pelayanan per unit waktu atau lamanya waktu antara kedatangan konsumen (*inter-arrival time*)

Bentuk-bentuk distribusi kedatangan ialah :

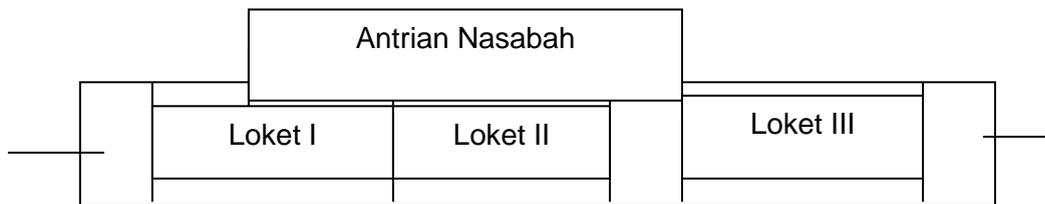
- a . Distribusi kedatangan yang bersifat konstan (*constant arrival distribution*), ialah suatu distribusi kedatangan dengan jarak atau interval waktu kedatangan yang satu dengan yang lainnya sama.

Gross dan Harris (2016) menjelaskan bahwa, hanya kedatangan yang mendekati waktu sama pada jarak tiap kedatangan, dapat disebut waktu kedatangan yang bersifat konstan. Selanjutnya Chase, *at.all* (2019) menggambarkan metode antrian sebagai berikut:

Gambar 1 . *Constant arrival pattern with time interval = t and variance = 0 (arrival rate (2) = a/t and arrow donote accurence of arrival)*



Kemungkinan lain yang terjadi ialah apabila interval waktu kedatangan tidak sama, akan tetapi pada periode tertentu jumlah kedatangannya sama, misalnya jumlah kedatangan rata-rata tiap jam adalah 15 konsumen, maka ini tidak berarti bahwa tiap empat menit datang seorang konsumen, tetapi dapat bervariasi, ada yang berjarak lima menit, tujuh menit dan sebagainya. Oleh Chase, *at.all* (2019) menggambarkan sebagai berikut :



Penjelasan tersebut, bahwa pada Loket I langkah pertama untuk pengetesan barang, Loket II adalah loket untuk penaksiran berapa nilai barang, dan Loket III penerimaan uang dari hasil penaksiran. Distribusi kedatangan yang bersifat acak-acakan (*random arrival distribution*) yaitu bentuk kedatangan konsumen yang sifatnya tidak tetap, umumnya kedatangan konsumen pada suatu system pelayanan kecenderungan tidak konstan. Apabila terjadi hal yang demikian maka pola kedatangannya akan mengikuti pola *distribution poisson*, tentang hal ini Jhala dan Bhathawala (2016) mengungkapkan bahwa apabila dalam suatu jarak waktu yang kecil (dibandingkan dengan waktu rata-rata Antar kedatangan. Maka probabilitas suatu kedatangan adalah sama. Sehingga kita akan memperoleh kedatangan yang bersifat random yaitu poisson. Selanjutnya pendapat lain Robert J. Thierauf dalam Nadya dan Permana (2019) dalam memberikan teori antrian untuk memperoleh pelayanan mengatakan bahwa distribusi poisson merupakan pegangan dari distribusi probabilitas yang meramalkan jumlah kedatangan pola suatu waktu tertentu.

Distribusi poisson meliputi probabilitas setiap kejadian kedatangan yang tidak tergantung atau dipengaruhi kejadian pada observasi terlebih dahulu. Sedangkan Husnan (2020) dalam teori antrian mengatakan secara umum, distribusi poisson menyatakan bahwa dalam jangka tertentu terus menerus terdapat probabilitas yang sangat kecil untuk suatu kejadian dari suatu percobaan di mana percobaan tersebut jumlahnya terbatas. Menurut Buffa (2016), bahwa fungsi ini menggambarkan tingkat kedatangan sesungguhnya. Mengingat fungsi ini berhubung dengan semua unit yang datang, maka tidak ada nilai pecahan atau negative untuk, orang produk maupun mesin. Selanjutnya, Husnan (2020) mengatakan bahwa distribusi exponential ditafsirkan sebagai distribusi yang mempunyai probabilitas yang lebih besar untuk mendapatkan waktu pelayan yang lebih pendek, meskipun kadang-kadang suatu pelayanan memerlukan waktu yang jauh lebih lama dari waktu rata-rata.

Pola kedatangan. Teori antrian mengedepankan dua bentuk atau pola kedatangan, sebagai berikut :

- a. Kedatangan terkontrol arrival, yaitu kedatangan yang telah diperkirakan sebelumnya artinya konsumen hanya datang pada waktu-waktu tertentu atau pada waktu yang telah ditentukan kemudian.

- b. Kedatangan tak terkontrol (*untuk controllable arrival*). Kedatangan ini ialah kedatangan yang tidak menentu atau tidak bias dipastikan atau diperkirakan sebelumnya.
Contohnya : Kedatangan pasien pada unit gawat darurat di suatu rumah sakit tidak menentu hingga polanya tidak pasti.

Ukuran kedatangan (*size of arrival*). Ada dua jenis kedatangan yang dikenal yaitu :

- a. Kedatangan tunggal atau kesatuan ialah permintaan servis tunggal atau kesatuan tertentu. Misalnya orang-orang berbelanja atau melakukan pembayaran di suatu pasar swalayan. Mereka datang di counter pembayaran secara sendiri-sendiri.
- b. Kedatangan jamak atau kelompok (*a Bulk arrival*), ialah jika kedatangan service datang tidak satu persatu, misalnya serombongan datang di suatu restaurant yang mengharapkan pelayanan dalam waktu yang bersamaan.

Tingkat Kesabaran Konsumen (*Customer Disposition*). Tingkat kesabaran konsumen merupakan gambaran tingkah laku konsumen, dalam teori antrian ini dibedakan atas dua jenis yaitu :

- a. Konsumen yang sabar (*patient arrive*) ialah orang-orang yang mengerti dan ia bersedia menunggu hingga ia dilayani.
- b. Konsumen yang tidak sabar (*impatient arrival*) ialah orang-orang yang cenderung tidak bersedia meneruskan antrian tersebut membutuhkan waktu cukup lama sampai pelayannya tiba.

Chase, *et.al* (2019), membedakan atas dua kategori, yaitu :

- *Balking arrivals* yaitu orang-orang datang ke tempat pelayanan, lalu melihat situasi, setelah menyadari antrian cukup panjang mereka kemudian memutuskan untuk pergi.
- *Reneging arrivals* yaitu orang-orang yang telah melihat situasi lalu mengikuti antrian, tetapi beberapa saat ia tidak sabar dan akhirnya pergi meninggalkan antrian.

Disiplin Antrian

Disiplin antrian juga mempunyai kedisiplinan merupakan suatu batasan prioritas dalam antrian yang ditetapkan untuk menentukan urutan pelayanan dalam antrian

Chase, *et.al* (2019), membagi disiplin antrian, sebagai berikut:

- a. *Score test Processing Time*, ialah pemberian prioritas berdasarkan waktu proses tercepat. pada umumnya terdapat pada tugas-tugas yang waktu penyelesaiannya telah dijadwalkan pada suatu daftar, cara ini mempunyai kebenaran yaitu konsumen yang membutuhkan waktu pelayanan agak lama akan tertunda-tunda terus akibat datangnya konsumen dengan waktu pelayanan lebih singkat.
- b. *First Come First Service (FCFS)*
Prioritas ini merupakan pemberian fasilitas yang dipakai. Disini yang diberikan kepada mereka yang datang lebih awal atau secara kronologis (perputaran)
- c. *Reservation First*
Prioritas ini diberikan bagi mereka yang telah memesan tempat (*booking*) terlebih dahulu.
- d. *Emergencial First*
Prioritas yang diberikan berdasarkan keadaan darurat yang tengah dihadapi oleh konsumen. Contoh pasien yang datang ke rumah sakit, untuk melahirkan atau membutuhkan pertolongan yang secepatnya.
- e. *Highest Profit*
Pemberian prioritas ini berada pada konsumen yang kira-kira akan mendatangkan keuntungan terbesar bagi pemberian service.
- f. *Largest Costumer First.*
Pada metode ini merupakan pemberian prioritas berdasarkan pesanan terbanyak
- g. *Best Customer First*
Prioritas yang diberikan merupakan pelayanan konsumen yang dianggap terbaik untuk dilayani pemberi service.
- h. *Largest Waiting Time In Line*
Pemberian prioritas kepada konsumen yang telah lebih lama menunggu pada antrian.

i. *Sconnest Promised Date.*

Prioritas pelayanan yang diberikan berdasarkan perjanjian terlebih dahulu antara konsumen dan pemberi service yaitu yang lebih cepat mengajukan tanggal perjanjian ini yang dilayani lebih dahulu

Fasilitas dan Struktur Pelayanan

Fasilitas pelayanan adalah sebagai perlengkapan atau peralatan yang diperlukan untuk memberikan pelayanan kepada konsumen atau pengguna jasa. Dapat berupa manusia (misalnya: petugas penjualan tiket), mesin (*computer*), maupun kombinasi keduanya misalnya operator dan mesin telex.

Struktur pelayanan yang merupakan kondisi yang pemilihannya tergantung kepada konsumen yang datang untuk dilayani, serta kepada kebutuhan memadai untuk pengadaannya. Macam – macam struktur fasilitas pelayanan menurut Chase, *at.all* (2019) adalah:

1) *Single Channel, Single Phase*

Single channels merupakan jenis fasilitas relevan yang paling sederhana. Rumus yang dapat secara langsung di gunakan untuk memecahkan masalah . Contoh bentuk ini antara lain pelayanan seorang dokter terhadap seorang pasien.

2) *Single Channels, Single Phase*

Disini fase atau tahapan merupakan pelayanan yang diberikan lebih dari satu contoh pabrik perakitan mobil, radio dan sebagainya.

3) *Multi Channels, Multi Phase*

Multi merupakan struktur pelayanan lebih dari satu fasilitas pelayanan dengan antrian tunggal. Contoh pelayanan penjualan tiket dengan beberapa loket penjualan (counter).

4) *Multi Channels, Multi Phase*

Multiphase merupakan struktur pelayanan yang mempunyai beberapa fasilitas pelayanan dengan fase pelayanan lebih dari satu. Contoh pesawat udara yang akan berangkat, arus melalui beberapa counter, dari mulai pemeriksaan tiket. Pemeriksaan barang hingga naik keatas pesawat. Struktur ini terlalu konteks ditelaah dalam teori antrian. Pada umumnya pemeriksaan masalah pada struktur ini menggunakan metode simulasi.

5) *Mixed* (campuran)

Mixed ialah campuran dari beberapa struktur yang telah diuraikan tersebut, sebagai berikut:

a. *Multi to single channel structures*, meliputi:

- *Multi single channel, single phase*

Contoh: pada toko serba ada (toserba) dengan beberapa pelayanan, tetapi hanya ada satu tempat pembayaran

- *Multi to single channel, multi phase*

Contoh: pada toko serba ada (toserba) dengan beberapa pelayanan pembayaran hanya pada satu orang kasir, lalu pengambilan barang pada tempat yang tertentu.

b. *Alternative path structures*, merupakan berbagai alternative dari struktur campuran atau merupakan struktur campuran yang lebih kompleks.

METODOLOGI

Untuk menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan teori antrian Berdasarkan formula distribusi frekuensi dan rata-rata kedatangan nasabah di loket kasir kredit, sebagai berikut :

a. $P_0 =$

$P_0 =$ peluang fasilitas penganggur

$R =$ Ratio pemakai fasilitas loket

$l_q =$ Rata-rata nasabah yang antri

$w_q =$ Rata-rata waktu yang digunakan garis antri

$w =$ Rata-rata waktu yang dibutuhkan nasabah

$p_w =$ Peluang fasilitas beroperasi

m = Jumlah saluran/fasilitas pelayanan (loket)

n = 0, 1, 2.

= Kecepatan pelayanan rata-rata dalam satu satuan waktu tertentu.

b. P_0 =

Dimana :

l_g = Rata-rata jumlah nasabah yang antri

L = $L_g + r$

HASIL PENELITIAN

Prosedur Pemberian Pelayanan

Pelayanan yang diberikan berupa kegiatan pinjaman kepada konsumen yang membutuhkan, dalam hal ini pemberian pinjaman kepada PT Pegadaian Makassar. Beberapa hal yang perlu diketahui dalam prosedur ini antara lain :

1) Produk jasa Pegadaian

Dalam melayani kebutuhan para nasabah, jasa yang diberikan meliputi :

a. Gadai

Merupakan kredit jangka pendek guna untuk memenuhi kebutuhan dana yang harus dipenuhi pada saat itu juga

b. Jasa Taksiran

Jasa ini diberikan kepada mereka yang ingin mengetahui kualitas perhiasan miliknya (emas, perak, dan berlian) yang akan menjadi jaminan.

c. Jasa Titipan

Pegadaian menyediakan jasa titipan untuk keamanan dan pemeliharaan barang/surat berharga milik anda. Barang –barang yang dapat dititipkan di pegadaian adalah, perhiasan, surat-surat berharga (sertifikat tanah, ijazah, sepeda motor, dan lain-lain sebagainya) dengan biaya murah dan aman.

d. Galleri 24 Toko Emas Pegadaian

Setiap perhiasan anda yang mempunyai daya beli akan dilampiri sertifikat jaminan. Dengan sertifikat ini anda akan merasa yakin bahwa perhiasan yang anda beli adalah asli dan berkualitas terjamin.

2) Prosedur Pelunasan Uang Jaminan

a. Setiap saat uang pinjaman dapat dilunasi tanpa harus menunggu habisnya jangka waktu.

b. Proses pengembalian kredit sampai penerimaan kembali barang jaminan, memakan ± 15 menit serta tidak dikenakan pungutan lain kecuali sewa modal dan biaya asuransi.

3) Perpanjangan Kredit

Apabila kredit belum dapat dikembalikan pada waktunya dapat diperpanjang dengan cara:

a. Dicicil

b. Gadai ulang

Dari kedua macam cara diatas, maka secara otomatis akan memperpanjang jangka waktu kredit.

4) Prosedur Pengembalian Uang Kelebihan

a. Uang kelebihan dapat diambil sesudah pelelangan

b. Tenggang waktu pengambilan uang kelebihan ditentukan selama 1 (satu) tahun setelah tanggal lelang

c. Apabila dalam waktu yang ditentukan tidak diambil maka uang kelebihan kadaluarsa dan akan menjadi milik perusahaan.

5) Pelaksanaan Lelang

Apabila sampai batas waktu kredit nasabah tidak melunasi, maka dapat membuat perjanjian akan mencicil atau memperpanjang kredit, barang jaminan akan dilelang pada bulan ke-5. Pelaksanaan pelelangan dilaksanakan oleh Pegadaian sendiri (*staatsblad* tahun 1920 no. 133). Tanggal lelang diumumkan melalui papan pengumuman dan media elektronik, dan atau media sosial.

- 6) Hak-hak Nasabah Setelah Barang Dilelang
Dalam hal barang jaminan telah dilelang, maka nasabah masih berhak untuk menerima uang kelebihan yaitu hasil penjualan dalam lelang setelah dikurangi uang pinjaman + sewa modal + biaya lelang.
- 7) Kegunaan / tujuan kredit
Kredit yang diperoleh oleh Pegadaian pada umumnya dipergunakan untuk menambah biaya produksi, modal kerja, biaya pendidikan, kebutuhan sehari-hari dan lain-lain.

Mekanisme Pelayanan dan Model Sistem

Pembahasan mengenai teori antrian pada PT Pegadaian Makassar dalam meningkatkan pelayanan nasabah / pelanggan yang tiba di sistem, pelanggan dilayani oleh petugas, petugas yang menyediakan jasa pelayanan dengan mengajukan beberapa pertanyaan dalam sistem pelayanan jasa.

Petugas / loket I yaitu memberikan kertas untuk diisi identitas yang akan mengajukan barang jaminan dengan membutuhkan kredit sesuai dengan barang jaminan dengan membutuhkan kredit sesuai dengan barang jaminan yang ia bawa ke PT Pegadaian Makassar. Jika petugas mengadakan ketelitian dan penafsiran Nilai barang jaminan akan diteruskan ke loket II untuk memperoleh slip pembayaran, nanti di loket III baru dibayar (keuangan).

Pelayanan pada loket III yaitu pembayaran sesuai kwitansi yang telah diperoleh dari loket II, jadi pada loket ini tidak ada lagi pemeriksaan atau mencocokkan sesuatu sisa pembayaran kepada nasabah / pelanggan.

Secara sepintas lalu tahapan pelayanan pada PT Pegadaian Makassar belum efisien, karena antri yang cukup lama dan pelayanan yang lambat, sehingga nasabah biasanya bosan menunggu, sehingga nasabah banyak yang beralih ke pelayanan jasa yang lain, pada hakikatnya pelayanan itu dapat dirangkum dengan mempergunakan beberapa loket supaya antrian yang cukup lama dapat dikurangi.

Secara sederhana dalam pengamatan, diperoleh kesan bahwa tingkat kesibukan terjadi pada 15 hari pertengahan bulan, dan antara jam 08. 00 sampai dengan jam 14.00 siang setiap hari kerja

Sistem menyediakan jasa pelanggan kepada pelanggannya akan menghadapi berbagai kemungkinan dalam memperlancar antrian yaitu :

- a. Pelanggan yang tiba minta dilayani sama jumlahnya dengan tingkat mampu layanan dari sistem.
- b. Pelanggan yang tiba meminta dilayani, jumlahnya lebih besar dari pada mampu layanan dari sistem.
- c. Pelanggan tiba meminta dilayani, jumlahnya lebih kecil dari pada tingkat mampu layanan dari sistem.

Tingkat Kedatangan

Prosedur pelayanan dalam pemberian kredit telah dijelaskan sebelumnya, maka tingkat kedatangan adalah tingkat rata-rata dimana-mana konsumen datang ketempat fasilitas pelayanan untuk minta dilayani. Tingkat kedatangan biasanya dinyatakan dalam suatu jumlah untuk periode tertentu misalnya, tingkat kedatangan pada tukang cukur adalah empat orang per jam.

Dalam penerapan teori antrian, maka Pembahasan tentang tingkat pelayanan digunakan distribusi poisson dan distribusi eksponensial. Kedua distribusi ini pada dasarnya mempunyai kaitan satu sama lain.

Pada pelayanan kedatangan nasabah yang dapat untuk dikatakan sebagai distribusi poisson dan eksponensial. Hal ini berarti terjadinya karena distribusi poisson dan eksponensial yang menggambarkan jumlah kedatangan mempengaruhi pada tingkat kedatangan. Bila pola tingkat kedatangan individu-individu mengikuti distribusi poisson maka, antara kedatangan atau *interarrival time* (yaitu waktu kedatangan setiap individu adalah random dan mengikuti suatu distribusi eksponensial).

Tingkat kedatangan pada PT Pegadaian Makassar untuk dilayani adalah sesuai dengan distribusi poisson karena : Jumlah populasi, Panjang antrian tidak terbatas, dan Kedatangan para konsumen tidak saling mempengaruhi satu sama lain.

Tingkat Pelayanan

Sebagaimana perbandingan yang harus dilakukan pada perhitungan tingkat pelayanan berdasarkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melayani tepat waktu seorang nasabah, yang terdiri atas beberapa tahap kegiatan, sebagai berikut :

1. Pemeriksaan identitas nasabah. Setiap nasabah harus dapat menunjukkan identitasnya atau kartu pengenal yang lain dan sah
2. Menunjukkan barang jaminan. Maka nasabah menaruh barang jaminannya di loket penaksir kemudian diperiksa keasliannya oleh penaksir, jadi nasabah menunggu di loket kasir, kemudian dapat menerima kredit beserta surat bukti kredit.

Pada pembahasan ini loket kasir kredit dimana pada loket II terjadi kegiatan membayar bunga dan melunasi kredit. Loket yang disediakan 2 buah maka model dari sistem yang diteliti adalah bersaluran ganda. Bertahap pelayanan tunggal, atau disebut *multi channel single phase*. Adapun cara membayar atau melunasi kredit nasabah secara langsung ke loket pengeluaran barang jaminan. Berdasarkan hasil penelitian kedatangan nasabah maka distribusi frekuensi dan rata-rata kedatangan nasabah di loket kasir kredit.

Analisis Keefektifan Sistem

Sebuah sistem yang menyerahkan jasa pelayanan kepada pelanggannya akan menghadapi berbagai kemungkinan sebagai berikut :

**Tabel 1. Tingkat Kedatangan Nasabah pada PT Pegadaian Makassar
Antara jam 08.00 – 12.00**

Tanggal	L o k e t a s i		
	Loket I	Loket II	Loket III
1	150 Orang	233 Orang	132 Orang
2	230 Orang	142 Orang	150 Orang
3	276 Orang	234 Orang	240 Orang
4	166 Orang	175 Orang	139 Orang
5	275 Orang	186 Orang	189 Orang
6	244 Orang	200 Orang	113 Orang
7	131 Orang	198 Orang	137 Orang
8	140 Orang	140 Orang	139 Orang
9	140 Orang	157 Orang	185 Orang
10	127 Orang	190 Orang	70 Orang
11	121 Orang	115 Orang	85 Orang
12	92 Orang	99 Orang	79 Orang
13	86 Orang	78 Orang	72 Orang
14	76 Orang	76 Orang	67 Orang
15	65 Orang	52 Orang	62 Orang
16	54 Orang	75 Orang	57 Orang
17	54 Orang	89 Orang	69 Orang
18	47 Orang	59 Orang	70 Orang
19	49 Orang	67 Orang	72 Orang
20	34 Orang	70 Orang	82 Orang
21	47 Orang	72 Orang	86 Orang
22	44 Orang	75 Orang	90 Orang
23	43 Orang	90 Orang	35 Orang
24	26 Orang	96 Orang	29 Orang
25	25 Orang	67 Orang	27 Orang
26	28 Orang	98 Orang	23 Orang
27	32 Orang	99 Orang	24 Orang
28	23 Orang	51 Orang	22 Orang
29	18 Orang	19 Orang	19 Orang
30	16 Orang	18 Orang	17 Orang

Sumber: Data Diolah, 2025

Data pada table 1. tersebut, akan dihitung tingkat kedatangan rata-rata pelanggan ke sistem guna mendapatkan pelayanan:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^k x_t \cdot t_t$$

$$X = \frac{1}{2862} (26876) = 9,39$$

$$X = \frac{1}{2065} (17447) = 8,45$$

$$X = \frac{1}{2076} (17460) = 8,41$$

$$\text{Jumlah} \qquad \qquad \qquad = 26,25$$

Hasil pengamatan lebih lanjut menunjukkan bahwa tingkat pelayanan (u) yang dicapai di Perum Pegadaian Makassar adalah 10 orang tiap 30 menit sehingga diperoleh :

$$u = \frac{60 \text{ menit}}{20 \text{ menit}} \times 10 \text{ orang} = 30 \text{ orang per jam}$$

Nasabah setelah menulis setoran dalam formulir tanda setoran. Menyertakan uangnya dalam buku kemudian menyerahkan ke petugas dan petugas menarik rekening tabungan bersangkutan dan mencatat setoran dengan memakai mesin komputer kemudian mengembalikan kwitansi yang bersangkutan dan mencatat setoran dengan memakai mesin komputer dan mengeluarkan kwitansi untuk dibayar pada loket II.

Pemakai waktu yang relatif lama hanya jika terdapat kelainan, seperti selisih antara nasabah yang antri pada loket yang telah disediakan belum memadai pelayanan nasabah pada PT Pegadaian Makassar.

Untuk menguji, apakah fenomena antrian di PT Pegadaian Makassar dievaluasi dengan metode antrian atau tidak. Maka dibawah ini disajikan hasil pengujian distribusi kedatangan nasabah apakah mengikuti atau tidak mengikuti distribusi poisson.

Pengujian dilakukan dengan memakai peralatan khi kuadrat (χ^2 kuadrat dengan formula sebagai berikut :

$$\chi^2 = \frac{(Q_1 - Q_2)}{E_1}$$

Q^1 = Distribusi kedatangan pelanggan sesuai hasil observasi.

Q^2 = Distribusi pelanggan menurut yang diharapkan dimana : $E_1 < 5$

Untuk mendapatkan nilai E ini terlebih dahulu dicari probabilitas yang menurut pola distribusi poisson untuk distribusi kedatangan nasabah yang bersangkutan. Kemudian nilai probabilitas (P_1) dikalikan dengan jumlah observasi (n). sehingga $E_1 = P_1 \times n$

Dalam hal ini nilai p_1 diperoleh dari table seperti tersebut pada lampiran, namun demikian perlu pula dikemukakan formulasi tersebut di bawah ini :

$$P_1 = (e^{-x} \cdot x^x / x!)$$

Dimana :

e = Bilangan alamiah. Nilai 2.71828

= Kedatangan rata-rata per loket, dalam hal ini beberapa orang per loket 20 menit

x = Pelanggan yang tiba dalam periode pengamatan tertentu.

Pengujian kesesuaian distribusi kedatangan dengan distribusi Poisson diuji dengan hipotesis dalam memecahkan masalah sebagai berikut :

H_0 = Sesuai dengan distribusi Poisson

H_1 = Tidak sesuai dengan distribusi Poisson

1. jika χ^2 hasil perhitungan lebih kecil atau sama dengan χ^2 tabel. Maka H_0 diterima, dengan demikian distribusi kedatangan memenuhi syarat sebagai distribusi Poisson.
2. Jika χ^2 hasil pertandingan lebih besar daripada Nilai χ^2 tabel, maka H_0 ditolak. Dengan demikian distribusi kedatangan tidak sama dengan distribusi Poisson.

Untuk menentukan Nilai χ^2 tabel dipakai pendekatan , sebagai berikut :

- Tingkat signifikasi untuk pengujian kebenaran adalah 95 % dan karena itu tabel tersebut yang akan dipakai ialah 0,05.
- Derajat bebas yang dapat ditentukan dari Nilai golongan data (k) setelah dikurangi dengan atau $df = k$

Eksistensi Sistem dan Usaha Peningkatan Efektifitas

Jika sistem yang diteliti dan diterangkan menurut keadaannya. Pada jam sibuk maka dapat dijelaskan bahwa kelihatan antrian itu cepat panjang. Terutama pada :

- Awal bulan (tanggal muda) dimana pada awal bulan tersebut terdapat banyak pelanggan yang baru saja menerima gaji sehingga terdapat kecenderungan adanya kenaikan nasabah yang datang ke loket I.
- Pada awal bulan tersebut terdapat pelanggan yang datang memberikan identitas pada petugas loket.

Antrian akan kelihatan normal setelah berada di bagian akhir, dan juga pada saat menjelang akhir jam kantor yaitu sesudah jam istirahat.

Hasil pengamatan lebih lanjut menunjukkan bahwa dengan maksud tersebut meningkatkan service kepada nasabah. Maka sebaiknya pada jam-jam sibuk terutama sebelum jam istirahat sebaiknya manajemen mempertimbangkan untuk memanfaatkan loket lain yang tersedia agar jumlah pelanggan yang antri dapat diperkecil, sekaligus memperpendek waktu yang dipakai oleh pelanggan dalam sistem.

Sehubungan dengan itu, dibawah ini akan diketengahkan bahasan mengenai keberadaan sistem dipergunakan 3 buah loket

Tabel 2. Distribusi Frekuensi dan Tingkat Kedatangan Nasabah di Loket 1

Pelanggan yang tiba X_1	Frekuensi F_1	$F_1 X_1$
1	150	150
2	230	460
3	276	828
4	166	664
5	275	1.375
6	264	1.584
7	481	1.267
8	145	1.160
9	140	1.260
10	121	1.270
11	110	1.270
12	92	1.104
13	86	1.118
14	74	1.036
15	68	1.020
16	34	864
17	47	799
18	49	882
19	34	646
20	42	940
21	31	651
22	43	946
23	28	664
24	23	552
25	34	650
26	28	728
27	22	594
28	17	476
29	14	406
30	13	390

Sumber: Data Diolah, 2025

Tabel 3. Distribusi Frekuensi dan Tingkat Kedatangan Nasabah di Loket 1

Pelanggan yang tiba (X_i)	Frekuensi (F_i)	$F_i X_i$
1	227	227
2	142	284
3	251	751
4	178	712
5	145	725
6	160	961
7	94	658
8	89	712
9	82	738
10	84	840
11	78	852
12	63	756
13	42	504
14	47	658
15	41	615
16	28	448
17	44	748
18	37	666
19	19	361
20	23	460
21	27	567
22	18	396
23	21	483
24	27	648
25	16	400
26	18	468
27	20	540
28	19	532
29	14	408
30	11	330

Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 4. Distribusi Frekuensi dan Tingkat Kedatangan Nasabah di Loket 1

Pelanggan yang tiba (X_i)	Frekuensi (F_i)	$F_i X_i$
1	132	132
2	154	308
3	260	780
4	189	756
5	112	760
6	137	822
7	185	1.295
8	90	720
9	85	765
10	79	790
11	72	792
12	67	804
13	62	806
14	89	826
15	42	830
16	39	624
17	32	544
18	44	792
19	28	532
20	24	480
21	21	441
22	19	418
23	22	506
24	18	432
25	12	300
26	17	442
27	11	297
28	14	392
29	16	464
30	17	510

Sumber: Data Diolah, 2025

Sehubungan dengan itu, untuk memahami situasi actual PT Pegadaian Makassar berikut ini akan dilakukan pengukuran dengan mempergunakan data kedatangan rata-rata dan tingkat mampu layanan rata-rata tersebut.

Untuk efisien yang diteliti ini, pengubah yang terdapat di dalam formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M &= 3. \text{ saluran/loket} \\ &= 78 \text{ orang} \\ p &= 30 \text{ sehingga } r = 78/30 = 2.6 \end{aligned}$$

Secara kuantitas, kenyataan tersebut akan disajikan di bawah ini dengan mengaplikasikan rumus yang telah dikemukakan sebelumnya.

Jadi peluang tidak ada pelanggan dalam sistem atau fasilitas menganggur adalah 40.39 %, akan tetapi 51.61 % akan selalu ada pelanggan yang datang meminta pelayanan. Data itu selalu membuktikan bahwa obyek yang diteliti ini memiliki kesibukan yang relatif tinggi.

Kedatangan yang antri menunggu giliran untuk dilayani (L_0) adalah :

$$L_0 = \frac{r^{M+1}}{(M-1)! (M-r)^2} P_0$$

Jadi peluang tidak ada pelanggaran dalam sistem atau fasilitas menganggur adalah 43.39 %, akan tetapi 51.61 % akan selalu ada pelanggan yang datang meminta pelayanan. Data itu selalu ada pelanggan yang datang meminta pelayanan. Data itu selain membuktikan bahwa obyek yang diteliti ini memiliki kesibukan yang relatif tinggi.

Pelanggan yang antri menunggu giliran untuk dilayani (L_0) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{r^{M+1}}{(M-1)! (M-r)^2} P_0 \\ &= \frac{(2,6)^4}{(3-1)! (3-2,6)^2} 48,39 \\ &= \frac{(2,6)^4}{2! (3-2,6)^2} 48,39 \\ &= 69,10 \end{aligned}$$

Jadi pelanggan yang antri rata-rata per kesatuan waktu adalah 69.10.

Jumlah pelanggan dalam system (L) adalah :

$$\begin{aligned} L &= L_0 + r \\ &= 69,10 + 2,6 \\ &= 71,1 \end{aligned}$$

Rata-rata waktu yang digunakan nasabah adalah garis antri sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_0 &= L_0 \\ &= 71/70 \\ &= 0,94 \text{ menit atau } 56,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

Rata-rata waktu yang dibutuhkan nasabah dalam antri sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W &= W_0 + 1/P \\ &= 0,91 + 1/30 \\ &= 0,91 + 0,33 \\ &= 0,94 \text{ menit atau } 56,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

Peluang fasilitas beroperasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_w &= r^m = \frac{P_0}{M! (1-M)} \\ &= \frac{48,39}{3! (1-3)} \\ &= 7,8 - \frac{48,39}{2! 3! (-2)} 48,39 \end{aligned}$$

$$= 15,865$$

$$= 7,8 \quad = \quad 8,065$$

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa :

- 1). Pelanggan yang antri menunggu pelayanan rata-rata sebanyak 69,10 orang per kesatuan waktu.
- 2). Waktu menunggu rata-rata dalam antrian 0,91 menit.
- 3). Rata-rata waktu dalam system 0,94 menit kelihatan waktu menunggu relatif singkat yaitu $W_o/W \times 100 \% - 0,91 \text{ menit}/0,94 \text{ menit} \times 100 \% - 0,97 \%$.
- 4). Pelanggan yang ada dalam system 71,7 orang per kesatuan waktu memiliki peluang untuk dilayani secara langsung adalah 48,39 % sistem mengalami kesibukan sekitar 51,61 %.

Jika sistem yang diteliti diterangkan menurut keadaannya pada jam sibuk maka dapat dijelaskan bahwa kelihatan antrian cepat tidak begitu panjang terutama pada :

- a. Awal bulan (tanggal muda) dimana pada awal bulan terjadi atau terdapat banyak pelanggan yang baru saja menerima gaji sehingga kecenderungan adanya kenaikan nasabah.
- b. Pada awal bulan ini terdapat pelanggan yang datang untuk membayar rekening telepon.

Keefektifan sistem:

- a. Ratio pemakaian waktu untuk menunggu yaitu : $W_o / W \times 100 \% = 54,6 / 56,4 \times 100 \% = 0,97 \%$
- b. Ratio pelanggan untuk menunggu yaitu : $Lo / L \times 100 \% = 69,10 / 71,7 \times 100 \% = 0,96 \%$

Perbandingan keadaan sistem pada waktu loket 3 buah dan 4 buah dapat dilihat pada sebagai berikut :

Perbandingan keefektifan system pada :

	M = 3	atau	M = 4
Karakteristik			
Operasional			
Sistem	M = 3		M = 4
- Peluang fasilitas mengganggu (Po) dalam %	48,39		23,22
- Pelanggan dalam antrian (Lo) dalam satuan orang	69,10		26,52
- Waktu yang dipakai menunggu dalam Sistem (Wo) satuan menit	0,91		23,22
- Waktu yang dipakai dalam sistem (W) satuan menit	0,94		0,37
- Peluang fasilitas beroperasi (PW) dalam satuan menit	15,87		11,37
Keefektifan sistem (Z) per waktu	M = 3		N = 4
a. Rasio waktu menunggu	0,91		0,94
b. Rasio pelanggan menunggu	0,91		0,91

Jadi jelaslah bahwa apabila sistem, menambah 1 loket menjadi 4 loket maka rasio efektifitas system menunggu per satuan waktu meningkat dari 0,91 % menjadi 0,97 % ratio pelanggan menunggu dari 0,91 % menjadi 0,96 % pelanggan yang antri akan berkurang yang sebelumnya 69,1 menjadi 26,52 % menunggu giliran pelayanan. Dengan perbaikan itu, waktu untuk menunggu rata-rata menjadi kurang 1 menit, maka tingkat kepuasan pelanggan meningkat. Dengan penambahan loket menjadi 4 buah yang ada dalam system $(Lo/L) \times 100 \%$ meningkat menjadi 0,97 % dan 0,96 % artinya loket tersedia lebih banyak daripada jumlah pelanggan rata-rata yang berada dalam sistem setiap saat. Apabila loket (M) melebihi jumlah pelanggan rata-rata (r) maka diharapkan dapat dihilangkan setidaknya diselesaikan ke tingkat minimum, sesuai dengan hipotesis yang sudah diuji kebenarannya, jadi yang diajukan diterima dan terbukti.

Tingkat Kedatangan Nasabah

Berdasarkan data tersebut, ada beberapa pola yang bisa diidentifikasi:

- Pola Kedatangan yang Tidak Merata: Jumlah kedatangan nasabah sangat fluktuatif. Pada awal bulan (tanggal 1 hingga 6), jumlah nasabah cenderung tinggi, bahkan melebihi 200 orang per loket. Hal ini sejalan dengan pernyataan dalam teks bahwa "tingkat kesibukan terjadi pada 15 hari pertengahan bulan." Namun, data pada tabel justru menunjukkan puncak kedatangan di awal bulan. Hal ini bisa terjadi karena adanya kebutuhan mendesak masyarakat untuk modal kerja atau biaya hidup setelah menerima gaji, yang umumnya diterima pada awal bulan.
- Penurunan Jumlah Nasabah: Terlihat jelas adanya tren penurunan jumlah nasabah seiring berjalannya waktu. Pada loket I, misalnya, jumlah nasabah menurun drastis dari 150 orang pada tanggal 1 menjadi hanya 16 orang pada tanggal 30. Pola yang sama juga terlihat pada loket II dan III. Ini mengindikasikan bahwa layanan Pegadaian lebih banyak dibutuhkan pada awal bulan.
- Perbedaan Beban Kerja antar Loket: Terdapat perbedaan signifikan dalam jumlah nasabah yang dilayani di setiap loket. Loket I (pendaftaran) menerima beban kerja yang paling tinggi, diikuti oleh Loket II dan Loket III (pembayaran). Hal ini konsisten dengan alur proses pelayanan gadai, di mana semua nasabah harus melalui loket pendaftaran terlebih dahulu, sementara tidak semua nasabah yang datang akan melakukan pembayaran atau pelunasan pada loket terakhir.

Analisis ini menunjukkan bahwa meskipun sistem memiliki tiga loket, beban kerjanya tidak terdistribusi secara merata. Ini dapat menyebabkan bottleneck atau penumpukan antrian di Loket I, meskipun Loket II dan III mungkin tidak terlalu sibuk.

Distribusi Frekuensi dan Tingkat Kedatangan Nasabah di Loket I

Tabel 2, 3, dan 4, meskipun memiliki judul yang hampir sama dengan Tabel 1, sebenarnya menyajikan data yang lebih spesifik, yaitu frekuensi pelanggan yang tiba (X_1) dalam periode waktu tertentu dan total kedatangan ($F_1(X_1)$). Namun, interpretasi data pada tabel ini memiliki beberapa kelemahan:

- Data yang Inkonsisten: Angka-angka pada tabel 2, 3, dan 4 tidak konsisten dengan data pada tabel 1. Misalnya, pada Tabel 1, tanggal 1 di Loket I memiliki 150 orang. Namun pada Tabel 2, angka yang tercantum adalah 150 orang.
- Tidak Adanya Konteks Waktu: Tabel ini tidak menyebutkan periode pengamatan yang jelas (misalnya, per jam, per 20 menit, atau per hari). Ini membuat data sulit diinterpretasikan dan dibandingkan dengan teori antrian yang relevan. Teori antrian, seperti distribusi Poisson yang disebutkan dalam artikel, sangat bergantung pada periode waktu yang spesifik.
- Kurangnya Analisis Statistik: Meskipun artikel menyebutkan akan menggunakan uji Chi-Square untuk melihat apakah data mengikuti distribusi Poisson, hasil pengujian tersebut tidak disajikan. Tanpa hasil pengujian ini, kita tidak bisa secara ilmiah membuktikan apakah pola kedatangan nasabah di Pegadaian Makassar bisa dijelaskan dengan teori antrian.

Secara teoritis, jika data ini menunjukkan bahwa tingkat kedatangan nasabah mengikuti distribusi Poisson dan waktu layanan mengikuti distribusi eksponensial, maka model antrian M/M/c (di mana M = Markovian atau acak, dan c = jumlah loket) bisa digunakan. Namun, tanpa bukti statistik yang jelas, semua ini hanya sebatas asumsi.

Kesimpulan

Sehubungan dengan pembahasan dapat disimpulkan bahwa

1. PT Pegadaian Makassar perlu mengadakan penambahan satu loket lagi akan dapat mengatasi masalah yang dihadapi PT Pegadaian Makassar, menghasilkan jumlah antrian yang semakin sedikit dan waktu tunggu dapat dipersingkat dan peluang untuk langsung dilayani meningkat.
2. Jika sistem hanya menyediakan 3 buah loket maka didalam sistem akan terjadi :
 - a. Pelanggan yang antri per kesatuan waktu 69.10 orang
 - b. Tingkat kesibukan sistem 51.61 %

- Jadi dalam pelayanan nasabah pada PT Pegadaian Makassar belum efektif, Sebagaimana yang telah dikemukakan sebagai permasalahan dalam penelitian ini
3. Dalam pelayanan secara efektif untuk melaksanakan tugas maka seharusnya ditambah loket untuk mengantisipasi nasabah yang sering antrian berkepanjangan dinilai pelayanan nasabah tidak efektifitas. Sehingga nasabah masih menuntut pelayanan yang prima agar setiap nasabah tidak terlalu lama antrian.

References

- Assauri, Sofyan, (2020). *Manajemen Produksi*. Lembaga Penerbit fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Buffa, Elwood S. (2016). *Manajemen Produksi/Operasi*, Edisi 6. Terjemahan : B. Siregar, dkk. Erlangga, Jakarta.
- Carthwright, Roger, et.al. (2018). *Managing Operations; A Competence Approach to Supervisory Management*. Balck Well Publishers, Oxford, UK.
- Charan, Sandeep dan Jain. (2019). International Journal Of Mathematics In Operational Research Vol. 14 No. 4 ISSN: 1757-5850 dengan judul “*Analysis Of Bulk Queue With Additional Service, Vacation And Unreliable Server*”.
- Chase, B, R., Aquilano, J, N., & Robert, J. F. (2019). *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw-Hill.
- Eze, Obinwanne, E., Odunukwe, dan Darlingtina, A. (2015). *On Application of Queuing Models to Customers Management in Banking System*. American Research JOURNAL of Bio Sciences, 1(2), 14–20.
- Gross dan Harris. (2016). *Fundamentals Of Queueing Theory Fourth Edition*. Hoboken: John Willey And Sons.
- Heizer, J., dan Render, B. (2017). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasok* (11th ed.) (Hirson Kurnia, Ratna Saraswati, David Wijaya : Penerjemah). Jakarta : Salemba Empat.
- Husnan Suad, (2020). *Teori Antrian*, Edisi Kedua, Bagian Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Jhala, N., dan Bhathawala, P. (2016). *Application Of Queuing Theory In Banking Sector*. IOSR Journal of Mathematics, 12(2), 73–75
- Moore, Franklin G., and Thomas E. Hendrick. 2016. *Production/Operations Management*. 8th Ed. Richard D. Irwin, Inc.
- Nadya, dan Permana, D. (2019). *Model Antrian Pada Layanan Teller Bank Nagari Cabang Pembantu Universitas Negeri Padang*. UNP Journal Of Mathematics, 2(4), 24–28.
- Render, Barry and Ralph M. Stair Jr. (2017). *Quantitative Analysis for Management*. 6th Ed. Prentice-Hall Inc., New Jersey.