

## MODEL PENENTUAN SISTEM ANTRIAN YANG OPTIMAL: APLIKASI PADA PELAYANAN KESEHATAN

Ade Heryana, Erlina Puspitaloka Mahadewi

### *Abstract*

*The waiting lines phenomenon in health care setting is a common discussing matters both private and government institution. Since national health security implemented by Indonesian government (called JKN or Jaminan Kesehatan Nasional), it was likely patients spending more their time to access the health service that affected to patients satisfaction and safety. One of stochastic Operational Research/Management Sciences (OR/MS) tools had studied waiting lines both production and operational or service system. We called Queuing Theory for this powerful OR tools.*

*In nature the queuing theory used for identified the waiting line's parameters in a service system include expected customer's length, waiting time, and system utilization. Then from these parameters, we might defined the cost-based resources optimality of service system. The progressive simulation methods and information system led to advance queuing theory application i.e. queuing model's sensitivity analysis. All of these function based on two main characteristics of waiting lines i.e. probabilistic pattern of arrival rates and service rates. The application of queuing theory in health care setting supported decision making process by hospital management. In this paper we proposed the determining model of operational cost-based optimum queuing system.*

### *Abstrak*

*Fenomena antrian pada pelayanan kesehatan merupakan topik diskusi yang lumrah dibicarakan baik pada institusi pelayanan kesehatan swasta maupun pemerintah. Sejak diterapkan program Jaminan Kesehatan Nasional oleh pemerintah, terdapat kecenderungan peningkatan waktu yang dibutuhkan pasien untuk mendapatkan pelayanan kesehatan, yang dapat mempengaruhi kepuasan dan keselamatan pasien. Salah satu teknik Operation Research yang secara probabilistik menganalisis masalah antrian baik dalam sistem produksi atau operasional pelayanan adalah Teori Antrian.*

*Pada dasarnya teori antrian digunakan untuk mengetahui parameter sistem antrian yang meliputi rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem, waktu tunggu, dan tingkat utilitas sistem. Dari parameter antrian ini dapat ditentukan sumberdaya sistem yang optimal secara finansial. Aplikasi teori antrian semakin berkembang sejalan dengan perkembangan metode simulasi dan sistem informasi, salah satunya adalah analisa sensitivitas sistem.*

*Aplikasi teori antrian dalam pelayanan kesehatan telah banyak membantu manajemen dalam pengambilan keputusan. Pada paper ini penulis merekomendasikan sebuah model untuk menentukan sistem antrian yang optimum berdasarkan biaya operasional yang dihasilkan.*

*Kata kunci: teori antrian, pelayanan kesehatan, rumah sakit, optimalisasi sistem, model penentuan*

### **1. PENDAHULUAN**

Implementasi Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) pada tahun 2014 memberikan kepastian bagi masyarakat dari sisi pembiayaan kesehatan. Namun dari sisi upaya kesehatan yang tanpa diimbangi dengan penguatan sumberdaya dan infrastruktur, program JKN mendapatkan keluhan hingga kini dalam kualitas pelayanan. Berbagai

studi menunjukkan salah satu indikator kualitas pelayanan yang dikeluhkan masyarakat adalah lamanya waktu pelayanan.

Penelitian yang dilakukan Heryana (2015) menunjukkan bahwa rendahnya pemanfaatan JKN pada beberapa perusahaan disebabkan persepsi yang buruk terhadap antrian pelayanan di Puskesmas. Lamanya waktu menunggu dan waktu pelayanan akan mengurangi produktivitas kerja

karyawan sehingga ada beberapa perusahaan yang hanya mendaftarkan karyawannya sebagai peserta BPJS namun tidak pernah memanfaatkan.

Ketidakseimbangan antara *supply-demand* pelayanan tidak dapat dipungkiri secara logis menyebabkan lamanya waktu pelayanan. Kondisi inilah yang menyebabkan timbulnya antrian. Di rumah sakit, antrian dapat terjadi di berbagai pelayanan baik medis (misalnya rawat jalan, rawat inap, farmasi, bedah, hemodialisa dan sebagainya) maupun non-medis (misalnya dapur/kantin, parkir, binatu, keuangan, pemeliharaan, dan sebagainya). Hal ini dapat dipahami karena subyek antrian bukan hanya berwujud manusia (misalnya: pasien) tetapi juga berwujud benda-benda mati (misalnya: tumpukan berkas rekam medis yang harus dirapihkan, resep yang harus dilayani, foto film rontgen yang harus dibaca dokter radiologi, dan sebagainya). Antrian juga tidak hanya melayani pelanggan namun juga melayani karyawan atau internal rumah sakit (misalnya: tumpukan berkas pengajuan cuti, berkas pengajuan pelatihan, antrian ATM di rumah sakit, dan sebagainya).

Permasalahan antrian bukan hanya munculnya antrian panjang di pelayanan, namun juga ketiadaan antrian yang bisa menimbulkan kerugian. Tiadanya antrian membuat petugas atau alat yang digunakan untuk melayani pasien atau subyek lainnya menjadi tidak produktif. Kondisi ini disebut dengan utilisasi rendah. Manajemen tetap harus mengeluarkan biaya (seperti gaji pegawai, sewa alat, dan sebagainya) meskipun tidak ada pelayanan.

Dengan demikian permasalahan antrian di pelayanan kesehatan merupakan hal yang perlu kehati-hatian dalam mengatasinya. Di satu sisi pelayanan kesehatan bertujuan memuaskan pasien dengan memotong waktu tunggu saat mengantri. Namun untuk mengurangi waktu tunggu ini dibutuhkan waktu pelayanan yang lebih cepat. Seringkali percepatan waktu pelayanan membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Seperti menambah petugas perawatan, mengganti peralatan dengan teknologi yang lebih canggih, atau menambah pos pelayanan. Keputusan menambah petugas bahkan dapat menyebabkan rendahnya produktivitas karyawan. Di sisi lain, pelayanan kesehatan diupayakan membutuhkan biaya pelayanan yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak mengganggu margin keuntungan.

Dalam memutuskan sistem pelayanan yang dapat mengatasi masalah antrian, dibutuhkan analisis *trade-off*, yaitu analisis yang

memperhatikan berbagai alternatif keputusan karena terdapat *opportunity cost* yang harus dipertimbangkan. Menambah petugas pelayanan dapat mengurangi biaya menunggu (dalam bentuk kehilangan pasien akibat tidak sabar menunggu dan pindah ke pelayanan kesehatan lain), namun di sisi lain akan menambah biaya pelayanan misalnya dalam bentuk gaji petugas. Keputusan yang disusun bukan hanya menambah atau mengurangi petugas namun juga melengkapi pelayanan dengan peralatan yang lebih canggih atau bahkan memutuskan untuk tidak menggunakan peralatan yang pemanfaatannya tidak maksimal (Green, 2006).

Total biaya operasional pelayanan di atas tergantung pada karakteristik sistem antrian yang terdiri dari tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan. Sistem antrian yang optimal berdasarkan biaya berlaku saat tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan pasien konstan. Pada kenyataannya, tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan dapat berfluktuasi tergantung faktor yang mempengaruhinya. Penggunaan teknologi, regulasi pemerintah, *turn over* tenaga kesehatan secara langsung mempengaruhi karakteristik antrian. Untuk itu dibutuhkan analisis untuk mengetahui sejauh mana sistem antrian dinyatakan optimum jika karakteristik antrian mengalami fluktuasi. Metode simulasi sangat membantu dalam analisis ini, yaitu dengan menggunakan analisis sensitivitas.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelusuran kepustakaan yaitu teknik pengumpulan sumber-sumber pustaka yang berkaitan dengan aplikasi teori antrian dalam menentukan sistem pelayanan yang optimal dengan pendekatan minimisasi biaya (*cost minimization analysis*).

Paralel dengan penyusunan paper ini, peneliti melakukan kajian antrian pada pelayanan pendaftaran rawat jalan pasien JKN di RSUD kabupaten Tangerang pada tahun 2018. Subyek kedatangan antrian adalah pasien rawat jalan, sedangkan subyek pelayanan adalah loket pengambilan nomor antrian dan loket pendaftaran rawat jalan. Hasil kajian digunakan sebagai kerangka dasar penyusunan model yang direkomendasikan oleh peneliti.

### 3. HASIL

#### 3.1. Masalah Antrian

Pengertian *waiting lines* dan *queuing theory* menurut Stevenson (1996) merupakan dua hal yang berbeda. *Waiting lines* merupakan satu kondisi “menunggu” yang terjadi pada sistem pelayanan, sedangkan *queuing theory* adalah pendekatan matematis untuk memecahkan masalah antrian. Garis Tunggu terjadi ketika suatu obyek (bisa manusia, pasien, atau benda) secara acak masuk ke dalam sistem untuk mendapatkan pelayanan. Misalnya antrian pasien di bagian *admission* akan terjadi ketika pasien datang ke meja registrasi untuk melakukan pendaftaran. Antrian atau tumpukan faktor pembelian terjadi ketika dokumen tersebut diserahkan ke bagian administrasi untuk dimasukkan datanya. Tumpukan resep terjadi ketika petugas apotik menerima permintaan obat dari perawat ruangan inap.

Secara teoritis antrian di pelayanan kesehatan terjadi ketika tingkat kedatangan pasien (misalnya per jam) lebih besar dibanding tingkat pelayanan per jam. Misalnya jika seorang dokter mampu melayani 5 pasien per jam, sedangkan tingkat kedatangan adalah 8 pasien per jam maka sudah pasti terjadi antrian (disebut dengan *overloaded*). Sementara jika tingkat kedatangan hanya 3 pasien per jam, tidak akan terjadi antrian (disebut dengan *underloaded*).

Hal tersebut berlaku jika kita menganggap dokter hanya melayani pasien dalam 1 jam saja. Kenyataannya, dokter membuka praktik rata-rata minimal 4-8 jam. Pada kondisi demikian, meskipun dalam kondisi *underloaded* antrian tetap dapat terjadi karena kondisi *underloaded* dan *overloaded* yang dijelaskan di atas terjadi dalam angka “rata-rata”. Lalu secara empiris kedatangan pasien terjadi secara acak. Saat jam buka praktik dokter ada kemungkinan hanya 1 pasien per jam, namun demikian saat jam tertentu kedatangan pasien bisa melebihi 5 pasien per jam, dan bisa berlanjut hingga dokter akan menutup pelayanan. Kondisi di atas tidak berlaku jika sistem memiliki variabilitas rendah yaitu jika kedatangan pasien dijadwalkan dan waktu pelayanan konstan tiap pasien.

Kemudian menurut Gupta & Hira (2008) masalah antrian terjadi bukan hanya ketika kelebihan kedatangan pasien, namun juga ketika terjadi kedatangan pasien terlalu sedikit atau terlalu banyak pelayanan, sehingga:

1. Masalah antrian terjadi jika fasilitas atau pelayanan terhadap permintaan pelanggan tidak cukup memenuhi kedatangan pelanggan;
2. Masalah antrian terjadi ketika jumlah permintaan pelayanan terlalu sedikit sehingga terjadi fasilitas yang menganggur atau terlalu banyak pelayanan.

#### 3.2. Penggunaan Teori Antrian

Sejak ditemukan pertama kali tahun 1904 oleh A.K. Erlang, seorang insinyur kebangsaan Denmark, penggunaan teori antrian menunjukkan perkembangan yang meyakinkan. Dari berbagai literatur, teori antrian digunakan untuk:

- a. Mengetahui karakteristik sistem antrian (Prabhu, 1997). Karakteristik sistem antrian meliputi kedatangan dan pelayanan.
- b. Melakukan pengontrolan terhadap sistem antrian (Prabhu, 1997). Teori antrian dapat mengontrol tingkat pelayanan untuk mengantisipasi tingkat kedatangan pelanggan.
- c. Meminimalkan biaya (Stevenson, 1996). Biaya yang dimaksud adalah biaya operasional sistem antrian
- d. Menganalisis waktu tunggu dan utilisasi sistem antrian, untuk memprediksi konfigurasi penggunaan sumberdaya pada pelayanan yang dapat mempengaruhi waktu tunggu pasien dan utilitasnya (Fomundam & Herrman, 2007).
- e. Merancang sistem antrian, untuk menentukan alokasi sumberdaya yang optimal untuk menjalankan fungsi pelayanan dan mengambil keputusan (Fomundam & Herrman, 2007).
- f. Merancang dan sistem perjanjian dengan pasien, untuk menentukan penjadwalan perjanjian pasien yang dapat mengurangi waktu tunggu tanpa mempengaruhi waktu menganggur (*idle time*) pelayanan (Fomundam & Herrman, 2007).

#### 3.3. Model Penentuan Sistem Antrian Optimal

Berdasarkan studi pustaka dan implementasi teori antrian dalam menentukan sistem pelayanan yang optimal, peneliti secara grafis berhasil menggambarkan alur secara logis dan komprehensif sebagaimana dideskripsikan pada lampiran-1. Model yang direkomendasikan dapat diterapkan pada berbagai subyek antrian baik manusia atau bukan manusia.

Berdasarkan model pada lampiran-1, proses penentuan sistem antrian yang optimal terdiri dari lima langkah utama yaitu:

1. Menentukan karakteristik sistem antrian
2. Menentukan parameter sistem antrian
3. Menentukan biaya operasional sistem antrian
4. Menentukan sistem pelayanan yang optimal
5. Menentukan sensitivitas sistem antrian

### 3.4. Menentukan Karakteristik Sistem Antrian

Berdasarkan gambar 1, karakteristik sistem antrian pada dasarnya terbagi menjadi dua yaitu (1) kedatangan subyek antrian dan (2) pelayanan sistem antrian. Jumlah subyek antrian yang datang pada periode waktu tertentu disebut dengan tingkat kedatangan, dinotasikan dengan  $\lambda$ . Jumlah subyek antrian yang dapat dilayani sistem pada periode waktu tertentu disebut dengan tingkat pelayanan, dan dinotasikan dengan  $\mu$ . Secara empiris tingkat pelayanan sistem antrian dijelaskan sebagai waktu pelayanan per pasien. Tingkat kedatangan subyek antrian dan waktu pelayanan per pasien diilustrasikan pada gambar 1.

Rasio tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) terhadap tingkat pelayanan ( $\mu$ ) menentukan kondisi sistem. Jika  $\lambda < \mu$  maka sistem dalam keadaan *steady-state*, sedangkan jika  $\lambda > \mu$  sistem dalam keadaan *non steady-state*. Sistem antrian yang *steady-state* adalah sistem pelayanan yang masih dapat dikendalikan oleh manajemen atau pengelola antrian. Pada sistem *steady-state* tingkat kedatangan pasien atau subyek antrian masih dibawah tingkat pelayanan pasien. Ketika tingkat kedatangan pasien melebihi tingkat pelayanan, maka sistem ini dalam keadaan *non steady-state*. Sistem pelayanan mengalami “crash”. Kondisi ini dalam sistem antrian disebut *catastrophes*, serta kedatangan subyek antrian mengikuti pola distribusi poisson asimtotik (Giorno, Nobile & Pirozzi, 2018). Misalnya pada pelayanan sistem informasi komputer di rumah sakit yang mendapatkan *spam* atau terserang virus komputer sehingga mengalami *hang*.

Berdasarkan model pada Lampiran-1, kedatangan subyek antrian terdiri tiga sub karakteristik yaitu (1) sumber kedatangan; (2) distribusi probabilitas kedatangan; dan (3) perilaku subyek antrian saat mengantri. Sementara itu pelayanan sistem antrian terdiri dari lima sub karakteristik yaitu (1) jumlah server; (2) mekanisme pelayanan; (3) jumlah fase/tahap pelayanan; (4) distribusi waktu pelayanan; dan (5) disiplin pelayanan. Berturut-turut akan dijelaskan

masing sub karakteristik kedatangan dan pelayanan sistem antrian.

#### 3.4.1. Sumber Kedatangan Subyek Antrian

Sumber kedatangan pasien menentukan proses analisis sistem antrian. Menurut Stevenson (1996) ada dua kemungkinan sumber kedatangan pasien/pelanggan yaitu sumber populasi yang tidak terbatas (*infinite-sources*) atau sumber populasi yang terbatas (*finite-source*).

Sumber dari populasi yang tidak terbatas terjadi pada sistem antrian yang tidak menerapkan aturan pelarangan (*unrestricted*) atau siapapun/apapun dapat masuk ke dalam sistem. Dengan demikian akan terjadi potensi jumlah kedatangan pasien melebihi kapasitas sistem. Misalnya sistem antrian panggilan ambulans gawat darurat yang menerima permintaan dari mana saja.

Ketika sistem menerapkan aturan pembatasan pasien/pelanggan yang datang maka dikatakan bahwa sumber populasi terbatas. Contohnya adalah kedatangan pasien BPJS di klinik pratama yang terbatas hanya pada orang yang terdaftar sebagai pasien di provider tersebut, atau pembatasan kuota pendaftaran di rawat jalan sebesar 50 pasien per hari.

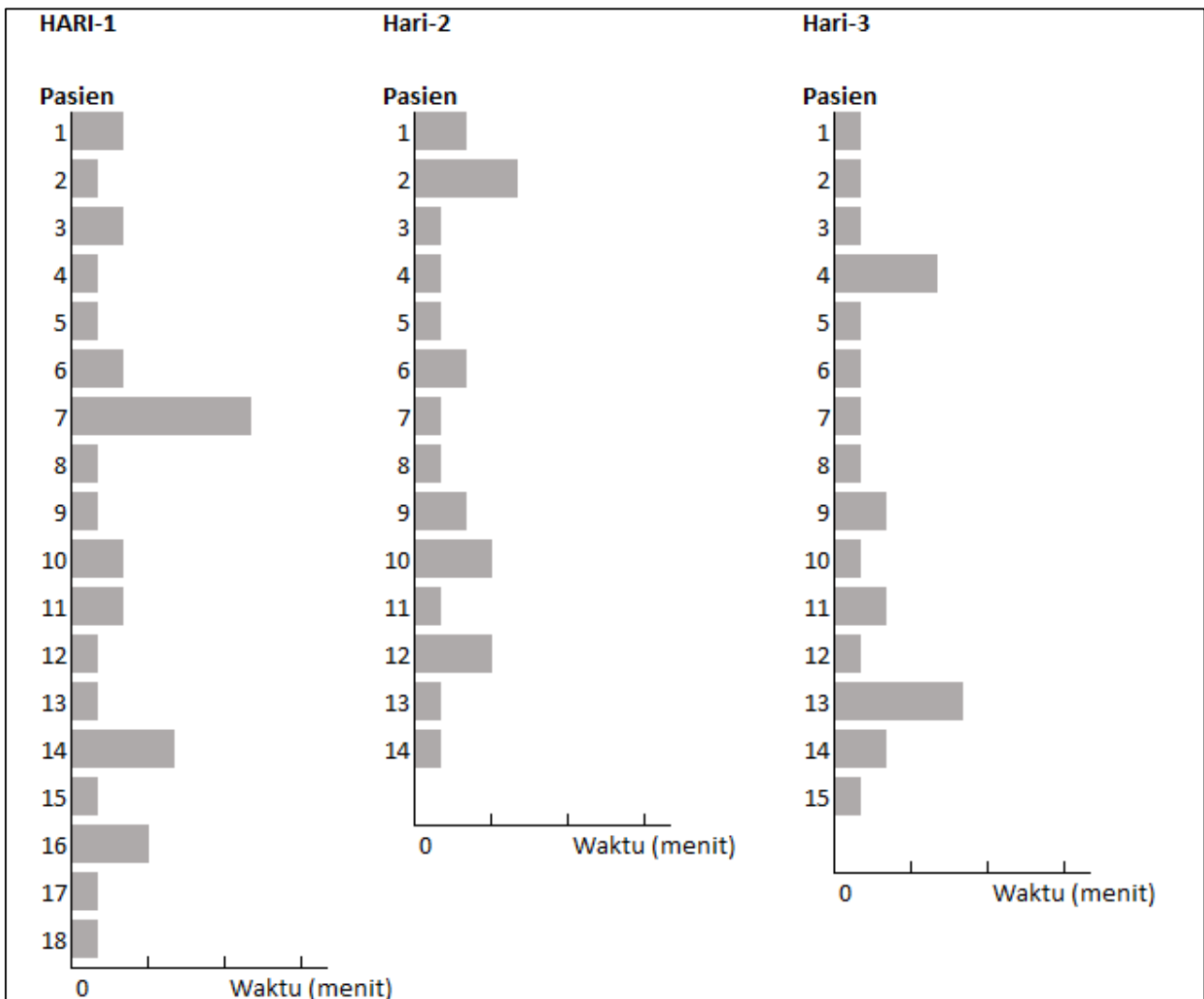
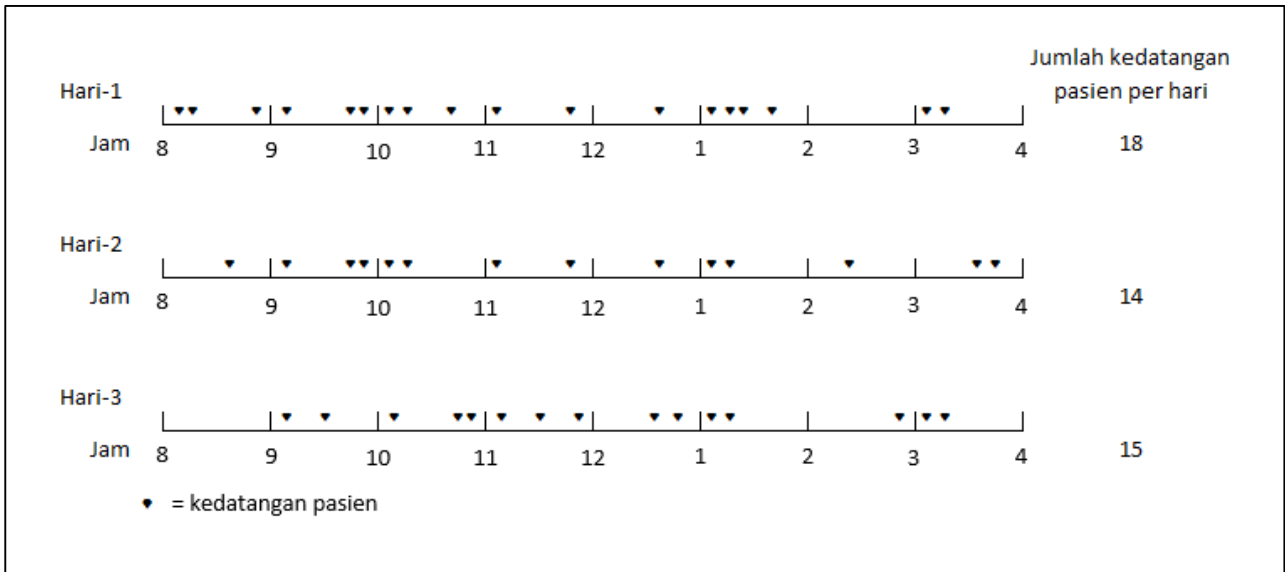
#### 3.4.2. Distribusi Kedatangan

Variabilitas yang terjadi pada kedatangan pasien menyebabkan terjadinya garis tunggu atau antrian. Variabilitas ini dapat digambarkan dengan kecenderungan jumlah subyek antrian dan pola distribusi teoritis.

Dilihat dari kecenderungan jumlahnya, kedatangan subyek antrian dapat berjumlah satu per satu yang disebut dengan *single-arrival*. Dapat pula kedatangan subyek antrian langsung dalam jumlah lebih dari satu atau berkelompok yang disebut dengan *bulk arrival*.

Sementara dilihat dari distribusi teoritisnya, kedatangan subyek antrian dapat mengikuti pola sebagai berikut: (1) Poisson; (2) Deterministik; (3) Erlang-k; (4) Hipereksponensial-k; (5) Phase; (6) General dependen; dan (7) General independen.

Bila tidak dinyatakan lain, distribusi teoritis kedatangan subyek antrian adalah Poisson. Sebagian besar formula teori antrian dibangun dengan mengasumsikan kedatangan subyek antrian memiliki pola kedatangan mengikuti distribusi Poisson. Distribusi ini dianggap hampir mendekati pola kedatangan subyek antrian secara empiris, dengan waktu antar kedatangan subyek antrian yang bersifat acak serta bersifat independen.



Gambar 1. Ilustrasi Kedatangan Subyek Antrian (Atas) & Waktu Pelayanan per Subyek Antrian (Bawah)

Bila kedatangan mengikuti pola yang sudah ditetapkan oleh pengelola pelayanan misalnya setiap jam datang 20 subyek antrian atau dengan pola tertentu maka hal ini mengikuti distribusi deterministik. Bila waktu antar kedatangan subyek antrian hampir sama dan rutin serta cenderung melambat maka mengikuti distribusi Erlang pada  $k$  derajat ( $E_k$ ). Kedatangan subyek antrian memiliki distribusi hipereksponensial jika waktu antar kedatangan berdistribusi eksponensial dengan jumlah parameter  $> 1$ . Kedatangan subyek antrian memiliki pola fase (phase-type distribution) jika kedatangan tersebut merupakan serial dari distribusi poisson/eksponensial. Jika tingkat kedatangan subyek antrian tidak diketahui sehingga ditentukan sendiri oleh pengelola antrian maka disebut berdistribusi general. Kedatangannya bersifat dependen jika kedatangan subyek antrian satu tergantung pada yang lain (General dependen). Jika tidak tergantung pada subyek antrian lain maka bersifat independen.

### 3.4.3. Perilaku Mengantri Subyek Antrian

Perilaku mengantri merupakan tindakan yang dilakukan subyek saat melakukan antrian. Kondisi ini tidak berlaku pada antrian dengan subyek benda mati (karena hanya pasien yang memiliki perilaku). Perilaku pasien dalam mengantri antara lain (Prabhu, 1997 & Green, 2006):

1. Perilaku *Balk* yaitu pasien tidak mau bergabung dalam sistem karena melihat panjangnya antrian. Misalnya pasien memutuskan tidak bergabung dalam pelayanan karena melihat antrian panjang atau mendapat nomor urut pendaftaran yang besar.
2. Perilaku *Reneg* yaitu perilaku pasien yang bergabung dalam sistem antrian dan tidak sabar sehingga akhirnya meninggalkan sistem antrian. Misalnya pasien sudah ikut bergabung dalam pelayanan farmasi, namun karena namanya belum dipanggil dirinya mengembalikan nomor antrian dan meninggalkan apotik.
3. Perilaku *Jockeying* yaitu perilaku pasien yang berpindah-pindah dari satu antrian ke antrian yang lain untuk mencari antrian dengan waktu tunggu yang lebih cepat. Misalnya pasien masuk ke pelayanan bank darah yang memiliki 3 loket dan mencari-cari loket mana yang antriannya tidak panjang. Namun tidak jarang pasien salah mengartikan bahwa jumlah antrian pasien tidak sebanding dengan

lamanya mengantri, sehingga antrian dengan pasien sedikit bisa lebih lama dibanding antrian dengan pasien banyak.

### 3.4.4. Jumlah Servers Sistem Antrian

Kapasitas sistem antrian berbanding lurus dengan kapasitas masing-masing server dan jumlah server yang digunakan (Stevenson, 1996). Umumnya diasumsikan bahwa satu server melayani satu pelanggan pada periode waktu tertentu.

Sistem antrian dapat terdiri dari satu *server* (*single-channel* atau *single-server*) atau lebih dari satu server (*multi-channel* atau *multi-server*). Contoh *single-channel* antara lain satu tim bedah yang melayani operasi tumor pasien (meskipun dalam satu tim ada beberapa petugas), loket penerimaan pendaftaran pasien di laboratorium klinik, fasilitas ATM yang hanya terdiri dari satu mesin dan sebagainya. Sedangkan contoh *multi-channel* adalah pelayanan empat mesin *treadmill* di poli penyakit jantung, pelayanan pendaftaran pasien oleh 3 petugas, pelayanan pengambilan spesimen darah oleh lima analis kesehatan dan sebagainya.

### 3.4.5. Mekanisme Pelayanan Sistem Antrian

Mekanisme pelayanan (*service mechanism*) sistem antrian menggambarkan aturan untuk memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan fasilitas yang mereka dapatkan. Terdapat dua jenis mekanisme pelayanan yaitu:

1. Mekanisme pelayanan *Paralel*, dengan jumlah counter antara 1 sampai dengan tak hingga ( $\infty$ ). Pada mekanisme ini pasien dapat memilih salah satu counter pelayanan. Pada sistem antrian dengan jumlah pelayanan tak hingga ( $\infty$ ) maka diharapkan pelanggan akan cepat terlayani dan tidak terjadi antrian, namun jika jumlah pelayanan ditentukan maka sistem antrian akan melayani pelanggan dengan aturan tertentu. Pada sistem antrian *bulk service*, pelanggan akan dilayani secara berkelompok dibandingkan sendiri-sendiri (Prabhu, 1997). Misalnya antrian pendaftaran di loket BPJS Kesehatan.
2. Mekanisme pelayanan *Serial* yang mewajibkan pasien melewati berbagai counter pelayanan. Pada sistem antrian serial, terdapat mekanisme pelayanan yang mengizinkan pelanggan mengantri di antara counter pelayanan yang satu dengan lainnya, namun ada juga yang tidak (*blocking system*). Bila

pelanggan dapat berpindah dari satu sistem antrian ke sistem antrian lain dengan aturan tertentu, maka hal ini disebut *queueing network* (Prabhu, 1997).

3. Mekanisme pelayanan bergerak atau *removable server*. Jenis pelayanan ini dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain atau tidak statis. Pergerakan pelayanan dapat berpola distribusi kemungkinan tertentu seperti eksponensial atau distribusi tetap (Kumar, 2018). Misalnya pada pendaftaran pasien rawat jalan pada pagi hari terdapat 6 loket, lalu pada jam tidak sibuk berdasarkan (distribusi eksponensial) berkurang menjadi 3 loket. Dapat pula pergerakan loket pelayanan bersifat tetap, misalnya pada jam 07.00-09.00 sebanyak 3 loket, jam 09.00-12.00 hanya 1 loket.
4. *Backup server* atau mekanisme pelayanan cadangan. Mekanisme ini memungkinkan ada bantuan pelayanan (disebut *backup server*) jika sistem antrian tidak mampu beroperasi akibat tingginya tingkat kedatangan (Klimenok, Dudin, & Samouylov, 2018). Misalnya pada pemeriksaan darah dengan alat analitik otomatis, biasanya kepala laboratorium menyediakan alat sebagai *backup* jika terjadi *overload* pada mesin utama.

### 3.4.6. Jumlah Fase/Tahap Pelayanan

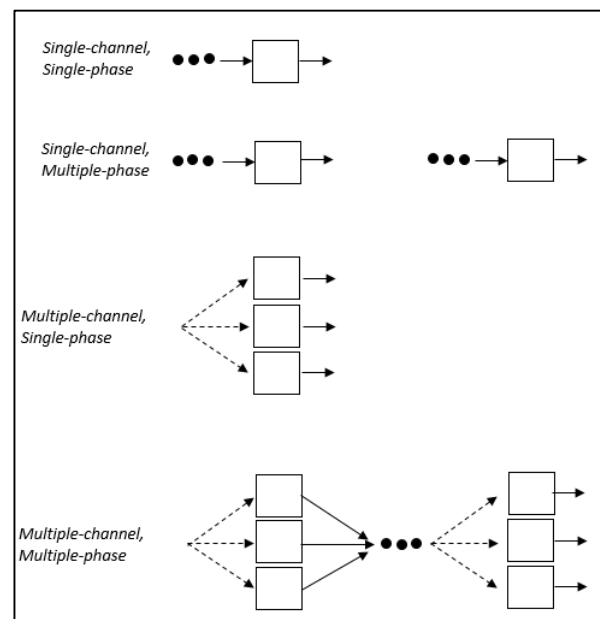
Sistem pelayanan dengan jumlah server tertentu –baik *single* maupun *multi*- dapat bervariasi tergantung pada tahapan (*phase*) proses yang dimiliki. Gambar 2 menyajikan variasi dari sistem pelayanan *single-channel* dan *multiple-channel*.

### 3.4.7. Distribusi Waktu Pelayanan

Seperti halnya kedatangan subyek antrian, waktu pelayanan juga memiliki pola distribusi tertentu yang akan menentukan model sistem antrian.

Bila waktu pelayanan dalam sistem antrian tergantung dari unit yang dilayani maka berdistribusi eksponensial. Waktu pelayanan memiliki distribusi deterministik jika waktunya tetap untuk setiap subyek antrian (misal: antrian sterilisasi alat dengan waktu tertentu). Dikatakan berdistribusi erlang jika waktu pelayanan hampir sama dan rutin dan cenderung melambat. Waktu pelayanan memiliki distribusi hipereksponensial jika berdistribusi eksponensial dengan jumlah

parameter  $> 1$ . Waktu pelayanan subyek antrian memiliki pola fase (*phase-type distribution*) jika merupakan serial dari distribusi eksponensial. Jika waktu pelayanan subyek antrian tidak diketahui sehingga ditentukan sendiri oleh pengelola antrian maka disebut berdistribusi general. Waktu pelayanan bersifat dependen jika tergantung pada waktu pelayanan yang lain (General dependen). Jika tidak tergantung pada waktu pelayanan subyek antrian lain maka bersifat independen.



Gambar 2. Gambaran Beberapa Antrian dengan Jumlah Fase/Tahapan yang Bervariasi

### 3.4.8. Disiplin Pelayanan

Setiap subyek (baik itu pasien atau benda lainnya) yang masuk ke dalam sistem pelayanan akan mendapat “perlakuan” yang berbeda tergantung pada disiplin antrian yang diterapkan. Adapun jenis disiplin antrian yang dapat terjadi pada sistem antrian antara lain:

- a. *First-come First-Served* atau FCFS. Disiplin kedatangan ini merupakan sistem yang melayani pasien/pelanggan yang datang lebih awal. Disebut juga *First In First Out* (FIFO). Sebagian besar sistem antrian diasumsikan memiliki disiplin antrian FCFS, contohnya antrian pelayanan *Medical Check Up*, antrian kendaraan saat masuk parkir, dan sebagainya.
- b. *Last-come First-served* atau LCFS. Disiplin antrian ini disebut juga *Last In First Out* atau LIFO. Pada disiplin antrian ini subyek yang datang belakangan dilayani terlebih dahulu. Sangat jarang ditemui disiplin pelayanan

- LCFS pada subyek pasien. Umumnya disiplin ini diperlakukan pada subyek benda mati, misalnya tumpukan dokumen yang akan diinput ke komputer, antrian kendaraan yang akan diservice karena keterbatasan lahan dilayani yang terakhir datang, dan sebagainya.
- c. *Priority Queue* atau Disiplin Prioritas. Disiplin Prioritas menerapkan aturan pasien dengan kondisi atau kelas tertentu dapat mendahului antrian pasien yang lain, misalnya antrian pasien IGD, antrian pemeriksaan spesimen laboratorium dapat mendahului sampel darah yang "Cito", antrian resep di pelayanan farmasi, dan sebagainya.
  - d. *Random Order* atau Disiplin Acak. Disiplin antrian ini memungkinkan subyek antrian ditentukan secara acak dengan pola tertentu. Jenis pelayanan ini sangat jarang terjadi pada pelayanan kesehatan, terkecuali untuk tujuan penelitian atau survey dalam rangka pengumpulan data kesehatan. Disebut dengan *Sistem In Random Order (SIRO)*.
  - e. *Retrial service* atau disiplin pelayanan berulang. Disiplin antrian ini memungkinkan subyek antrian mendapatkan pelayanan ulang (*retrial*) setelah melengkapi pelayanan sebelumnya (Nguyen & Stoylar, 2018). Contoh pada pelayanan kesehatan adalah pelayanan untuk pasien yang melakukan kontrol rutin penyakit kronis ke dokter spesialis penyakit dalam.
  - f. *On-demand service* atau disiplin pelayanan berdasarkan permintaan. Sebuah sistem dapat pula memberikan pelayanan sesuai dengan permintaan pelanggan atau disebut *on-demand service* (Nguyen & Stoylar, 2018). Contoh pelayanan dengan disiplin on-demand adalah pelayanan *medical evacuation* (evakuasi medis) dari area terpencil atau *remote area* ke rumah sakit atau pelayanan kesehatan terdekat.
  - g. *Batch size service* atau disiplin pelayanan dalam jumlah besar. Pelanggan yang datang ke sistem antrian karena karakteristik tertentu dapat muncul secara bersamaan atau tidak satu per satu. Bila sistem pelayanan menerapkan kebijakan untuk melayani sekaligus atau tidak satu per satu maka ini disebut dengan *batch size service* (Kumar, 2018). Contoh dalam pelayanan kesehatan adalah pelayanan pasien saat terjadi wabah penyakit atau terjadi bencana alam di unit gawat darurat.

- h. *Vacation discipline* atau disiplin pelayanan vakansi. Pada disiplin ini, unit pelayanan tidak melakukan pekerjaan (vakansi atau menganggur) bila tidak ada pelanggan yang masuk ke dalam sistem (Adan, Boxma, Calais & Kella, 2018). Contoh dalam pelayanan kesehatan adalah pelayanan perbaikan peralatan atau AC di rumah sakit oleh bagian *maintenance*.

### 3.5. Menentukan Parameter Sistem Antrian

#### 3.5.1. Notasi Kendall

Sistem antrian dapat pula digambarkan dengan notasi Kendall menggunakan lima parameter yakni A/S/c/K/Q dengan penjelasan sebagai berikut (Heyman, 2013):

1. Simbol A menggambarkan jenis distribusi waktu antar kedatangan pelanggan, sedangkan simbol S menggambarkan jenis distribusi waktu pelayanan. Untuk simbol A dan S dapat diganti dengan huruf M (jika berdistribusi eksponensial atau Markov), huruf D (jika berdistribusi Deterministik), huruf Ek (jika berdistribusi Erlang k), huruf Hk (jika berdistribusi Hipereksponensial dengan orde k), huruf PH jika berdistribusi Phase, huruf G (jika berdistribusi General Dependen), dan huruf GI (jika berdistribusi General Independen).
2. Simbol c menggambarkan jumlah server (pelayanan) paralel, sehingga nilai  $c > 1$
3. Simbol K menggambarkan jumlah maksimum pelanggan yang bisa diterima dalam antrian atau pelayanan. Dengan demikian nilai K harus lebih besar dari nilai c. Bila nilai  $K = \infty$ , maka umumnya tidak disebutkan dalam notasi.
4. Simbol Q menggambarkan disiplin pelayanan, antara lain: FIFO/FCFS, LIFO, SIRO (*Service in Random Order*), dan pembagian proses.

Beberapa literatur juga menggambarkan notasi antrian dengan menyebutkan jumlah populasi asal pelanggan (bisa terbatas atau tidak terbatas), yang biasanya diletakkan antara simbol K dan Q. Dengan demikian model antrian dengan notasi M/M/2/~ /FCFS artinya adalah sistem antrian dengan waktu antar kedatangan berdistribusi eksponensial, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, jumlah server paralel 2, jumlah pelanggan dalam antrian tak terhingga, dan disiplin pelayanan FCFS.



**3.5.2. Formula Teori Antrian**

Pengembangan formula teori antrian didasarkan pada proses stokastik yang disebut Rantai Markov. Proses markovian menyatakan bahwa probabilitas suatu kejadian pada t (saat ini), tidak bergantung pada probabilitas suatu kejadian sebelumnya (t-1). Proses ini disebut juga *Birth-Death Process*.

Formula dasar teori antrian disebut juga *little's result* atau *little's formula* adalah:

$$L = \lambda W \quad (1)$$

$L$  = rata-rata jumlah subyek atrian dalam sistem;  $\lambda$  = tingkat kedatangan subyek antrian; dan  $W$  = waktu yang dibutuhkan subyek antrian dalam sistem (menunggu dan dilayani).

$$L_q = \lambda W_q \quad (2)$$

$L_q$  = rata-rata jumlah subyek antrian yang dilayani;  $\lambda$  = tingkat kedatangan subyek antrian; dan  $W_q$  = waktu yang dibutuhkan subyek antrian untuk dilayani.

Berdasarkan formula dasar di atas, dikembangkan formula teori antrian lanjutan yang disesuaikan dengan karakteristik dari sistem antrian, diantaranya adalah menentukan probabilitas jumlah subyek antrian dalam sistem.

**3.5.3. Parameter Utama Sistem Antrian**

Formula teori antrian menghasilkan parameter antrian yang dapat digunakan untuk mengetahui performa atau kinerja dari sistem antrian. Parameter-parameter utama dari sistem antrian antara lain disajikan pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Parameter Utama Sistem Antrian**

Notasi	Keterangan
$L$	Rata-rata jumlah subyek antrian dalam sistem (menunggu dan dilayani)
$L_q$	Rata-rata jumlah subyek antrian yang dilayani
$W$	Rata-rata waktu yang dibutuhkan subyek antrian dalam sistem
$W_q$	Rata-rata waktu yang dibutuhkan subyek antrian yang dilayani
$\rho = \lambda/\mu$	Tingkat densitas sistem
$P_0$	Tingkat utilitas sistem atau probabilitas tidak terdapat subyek antrian dalam sistem
$P_{idle}$	Probabilitas sistem mengalami <i>idle</i> atau menganggur ( $1-P_0$ )

**3.6. Menentukan Biaya Operasional Sistem Antrian**

Struktur biaya operasional (*operational cost structure*) dalam sistem antrian terdiri dari biaya-biaya yang harus dikeluarkan pelanggan dan dikeluarkan oleh sistem antrian. Ini terdiri dari sejumlah biaya yang harus dibayar pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, dan berbagai biaya operasional dalam sistem antrian. Terdapat dua jenis biaya dalam sistem antrian yaitu: (1) Biaya menunggu; dan (2) Biaya kapasitas pelayanan.

**3.6.1. Biaya Pelayanan**

Biaya kapasitas pelayanan yaitu biaya yang berkaitan dengan kemampuan sistem dalam memberikan pelayanan (*cost of service capacity*). Biaya kapasitas pelayanan dibutuhkan untuk memastikan pelayanan tetap berjalan. Untuk mengidentifikasinya dapat digunakan pendekatan metode *costing* dalam akuntansi biaya, yang membagi ke dalam tiga jenis yaitu biaya tenaga kerja langsung (misal: gaji perawat, honor dokter, dsb), biaya material langsung (misal: biaya bahan habis pakai, peralatan kerja, dsb) dan biaya *overhead* (misal: biaya listrik, pelatihan, dsb).

Jika biaya pelayanan per subyek antrian dinotasikan dengan  $C_s$  dan jumlah server dinotasikan dengan  $S$ , maka total biaya pelayanan dalam sistem antrian adalah:

$$SC = C_s \times S \quad (3)$$

**3.6.2. Biaya Menunggu**

Biaya menunggu yaitu biaya yang berkaitan dengan waktu tunggu pasien untuk dilayani (*cost of customers waiting*). Biaya menunggu misalnya pendapatan pasien yang hilang akibat menunggu dilayani, gaji petugas yang menganggur akibat menunggu dilayani, pendapatan pelayanan kesehatan yang hilang akibat pasien tidak mau dilayani, biaya transportasi pasien ke pelayanan kesehatan, dan sebagainya.

Jika biaya menunggu per subyek antrian dinotasikan dengan  $C_w$  dan jumlah subyek antrian dalam sistem adalah  $L$ , maka total biaya menunggu dalam sistem antrian adalah:

$$WC = C_w \times L \quad (4)$$

**3.6.3. Total Biaya Operasional**

Total biaya operasional atau total cost (TC) merupakan penjumlahan dari biaya pelayanan dan

biaya menunggu yang terjadi dalam sistem antrian, sehingga:

$$TC = SC + WC \quad (5)$$

Total biaya operasional dihitung dengan menjumlahkan biaya pelayanan dan biaya menunggu di atas.

### 3.6.4. Cost Minimization Analysis

Metode evaluasi ekonomis untuk menentukan intervensi/tindakan/sistem yang efisien antara lain: *Cost Benefit Analysis (CBA)*, *Cost Effectiveness Analysis (CEA)*, dan *Cost Minimization Analysis (CMA)*. Metode yang caocok untuk menentukan sistem pelayanan yang optimal dalam sistem antrian adalah CMA.

Metode ini membandingkan biaya yang terjadi pada berbagai alternatif sistem antrian. Sebagai parameter pembanding adalah jumlah server/pos pelayanan yang terjadi saat ini dengan yang diusulkan, penerapan disiplin pelayanan yang berbeda, penerapan mekanisme pelayanan (paralel atau serial) yang berbeda, dan sebagainya.

### 3.7. Menentukan Sistem Antrian yang Optimal

Penggunaan metode CMA menyebabkan kriteria untuk menentukan sistem antrian yang optimal adalah pelayanan yang dapat meminimalkan biaya total pelayanan. Sehingga berdasarkan formula (5) kriterianya adalah

$$\text{Min } E(TC)_n = E(SC)_n + E(WC)_n \quad (6)$$

$E(TC)_n$  = rata-rata biaya total (*total cost* = TC) sistem antrian pada alternatif ke-n;  $E(SC)_n$  = rata-rata biaya pelayanan (*service cost* = SC) sistem antrian pada alternatif ke-n; dan  $E(WC)_n$  = rata-rata biaya menunggu (*waiting cost* = WC) sistem antrian pada alternatif ke-n.

Perlu diketahui bahwa sistem antrian yang optimal yang dihasilkan berdasarkan hitungan parameter antrian dan finansial. Artinya baru dikatakan optimal secara teknis. Perlu ditindaklanjuti dengan penilaian dari sisi non-teknis seperti kebijakan yang berlaku, kapasitas gedung, kebiasaan masyarakat, kompetensi SDM dan sebagainya.

### 3.8. Menentukan Sensitivitas Sistem Antrian

#### 3.8.1. Perubahan Karakteristik Antrian

Sistem antrian optimal yang dihasilkan dari perhitungan dengan teori antrian dan analisis biaya

diasumsikan pada tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan tertentu. Secara empiris, tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan tidak pernah konstan atau mengalami perubahan pada waktu-waktu tertentu.

Beberapa kondisi dapat menyebabkan perubahan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan seperti perubahan kebijakan/regulasi pelayanan, penggunaan teknologi untuk mempercepat pelayanan, tingkat keluar masuk (*turn over*) petugas, dan sebagainya. Untuk itu sistem optimal yang diusulkan harus diujicoba dengan berbagai variasi tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan pada jumlah server/pos tertentu.

#### 3.8.2. Analisis Sensitivitas

Perhitungan parameter teori antrian merupakan komputasi yang kompleks karena melibatkan perhitungan probabilitas yang dinamis, sehingga untuk menguji sistem optimal sebaiknya menggunakan metode simulasi.

Analisa sensitivitas adalah salah satu metode simulasi yang dipakai jika tidak membutuhkan perubahan parameter sistem yang cukup banyak. Jika perubahan parameter cukup banyak sebaiknya menggunakan metode simulai lainnya seperti *monte carlo simulation methods*.

Untuk menghitung sensitivitas sistem dapat menggunakan alat bantu aplikasi komputer. Aplikasi komputer yang diperoleh dengan berbayar umumnya lebih lengkap dibanding yang diperoleh secara gratis di internet dalam bentuk *queuing calculator online*.

#### 3.8.3. Rentang Karakteristik Sistem Antrian

Tujuan dilakukannya analisa sensitivitas adalah untuk mengetahui rentang tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan yang dapat mengoptimalkan sistem antrian. Rekomendasi dari analisis sensitivitas adalah pada tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan tertentu sebaiknya sistem antrian menggunakan sekian jumlah server/pos.

Contoh rekomendasi hasil analisa sensitivitas terhadap pelayanan pendaftaran rawat jalan pasien BPJS di RSUD Kabupaten Tangerang tahun 2018 disajikan pada tabel 2 berikut. Berdasarkan tabel 2, dengan asumsi tingkat pelayanan tetap maka untuk pelayanan pengambilan nomor, usulan sistem berlaku jika tingkat kedatangan pada kisaran 182-369 pasien per jam (untuk pasien datang  $\leq$  jam 08.00) dan kisaran 1-163 pasien per jam (untuk pasien datang  $>$  jam 08.00).

**Tabel 2. Contoh Rekomendasi Hasil Analisa Sensitivitas Sistem Antrian pada Pelayanan Pendaftaran Rawat Jalan di RSUD Kabupaten Tangerang (Heryana & Mahadewi, 2018)**

No	Usulan Sistem	$\mu$	$\lambda$	Range $\lambda$	
				Minimum	Maximum
<b>1</b>	<b>Pengambilan Nomor</b>				
	Pasien $\leq$ Jam 08.00 (c = 2)	214	212	< 182 pasien/jam (c = 1)	> 369 pasien/jam (c = 3)
	Pasien > Jam 08.00 (c = 1)	214	40	-	> 163 pasien/jam (c = 2)
<b>2</b>	<b>Pendaftaran Rawat Jalan</b>				
	Pasien $\leq$ Jam 08.00 (c = 6)	34	169	< 151 pasien/jam (c = 5)	> 18 pasien/jam (c = 7)
	Pasien > Jam 08.00 (c = 2)	34	32	< 26 pasien/jam (c = 1)	> 53 pasien/jam (c = 3)

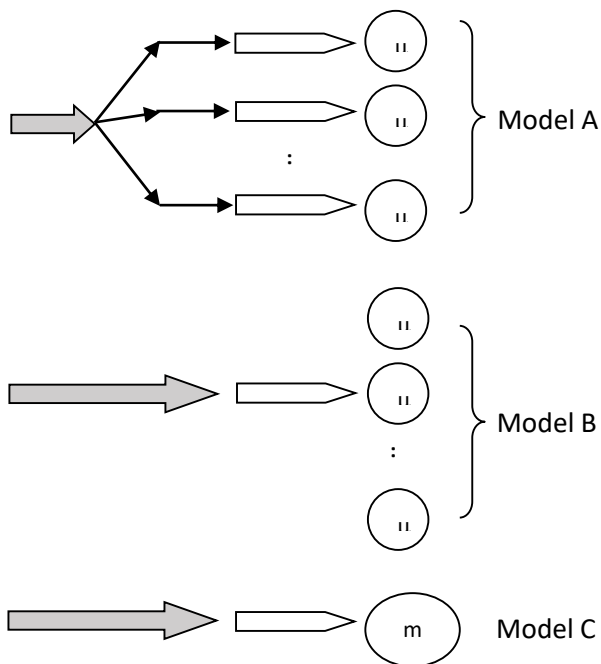
**3.9. Contoh Model Antrian Pelayanan Kesehatan dengan Pendekatan Teori Antrian**

Gupta (2013) menyatakan ada empat jenis model antrian utama pada pelayanan kesehatan, dengan penjelasan sebagai berikut:

- a. *Single-Station dan Single-Server Models* (Model satu stasiun dan satu pos pelayanan). Model ini merupakan “mesin penggerak” dari teori antrian, karena model-model antrian lahir dari pengkajian terhadap model single-server. Model ini terdiri dari dua jenis yaitu 1) Model dengan kapasitas ruang tunggu tidak terbatas (*infinite waiting room*) yang terbagi atas model M/M/1, M/G/1, dan GI/G/1 dan 2) Model dengan kapasitas ruang tunggu terbatas (*finite waiting room*) yang terbagi atas M/M/1/K, M/G/1/K, dan GI/G/1/K.
- b. Model *Infinite Waiting Room*. Model M/M/1 merupakan model yang paling sering digunakan dalam pelayanan kesehatan, hal ini karena model ini paling sesuai dengan kondisi yang ada. Contoh model ini adalah mobile clinic (poliklinik keliling), apotek, dan registrasi atau chek-in pasien di Rumah Sakit. Model M/G/1 merupakan model yang waktu pelayanannya berdistribusi eksponensial karena perbedaan waktu pelayanan antara satu pasien dengan pasien lain tidak terlalu bervariasi, dengan contohnya dalam pelayanan kesehatan adalah pengambilan spesimen darah di laboratorium, layanan MRI, dan layanan bedah/operasi. Model GI/G/1 merupakan model yang interval waktu kedatangan dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, dengan contohnya pada pelayanan kesehatan adalah antrian sistem appointment/booking registrasi pasien dimana klinik menentukan interval waktu kedatangan antar pasien.

- c. Model *Finite Waiting Room*. Ramainya antrian di klinik atau unit emergensi merupakan hal biasa. Sering pasien akhirnya meninggalkan antrian karena melihat antrian yang panjang. Untuk menghindari hal ini, klinik bisa menetapkan aturan menutup antrian jika jumlah pasien telah mencapai jumlah tertentu sehingga lahirlah model antrian dengan kapasitas ruang tunggu terbatas atau finite waiting room. Contohnya model M/M/1/K adalah layanan emergency di RS dengan membatasi jumlah bed di dalam ruangan (Gupta, 2013).
- d. *Single-station dan Multi-Server Models*. Model ini terdiri dari lebih dari 1 pelayanan (server) namun dalam satu station atau sistem antrian. Terdapat tiga jenis konfigurasi model antrian ini dalam model ini sebagaimana gambar 3. Model A terdiri dari antrian paralel sejumlah m, dimana masing-masing antrian dilayani oleh satu server dengan probabilitas  $1/m$  dan tingkat pelayanan pada masing-masing server adalah  $\mu$ . Pada model B, antrian bergabung dalam satu antrian dan setiap pelanggan bebas memilih mana server yang kosong untuk dilayani. Pada model C, mirip dengan model B hanya saja seluruh server digabung dan diganti dengan pelayanan yang sangat cepat (disebut super server) dengan tingkat pelayanan  $m/\mu$  (Gupta, 2013).

Model A identik dengan pelayanan di RS yang membutuhkan spesialisasi (layanan poliklinik rawat jalan), model B identik dengan layanan pendaftaran pasien BPJS dengan lebih dari satu loket, sementara model C membutuhkan mesin dan teknologi untuk mempercepat pelayanan seperti pada pengambilan nomor antrian dengan mesin pemberi nomor antri.



**Gambar 3. Model Antrian Single-Station dan Multi-Server Models**

- e. *Network Models* (model jaringan). Model jaringan terdiri dari beberapa sistem antrian yang saling berhubungan, dimana pasien dapat bergabung dengan sistem antrian sesuai dengan tujuan pelayanan. Misalnya pada antrian layanan medical check up dengan berbagai paket pemeriksaan, seorang pasien dengan paket tertentu dapat melewati berbagai subsistem pemeriksaan misalnya pemeriksaan dokter, rontgen, sampling darah, dan USG. Pasien lain dapat melalui pemeriksaan yang berbeda misalnya pemeriksaan dokter, Sampling darah, USG, ECG, dan Audiometri.
- f. *Priority Queues* (Antrian dengan Disiplin Prioritas). Pada model antrian ini, seorang pasien dapat mendahului pasien di depannya yang sudah mengantri karena memiliki prioritas tertentu. Pada model ini ada dua jenis model yaitu model preemptive dan non-preemptive. Model *preemptive* memungkinkan layanan pada pasien yang didahului dapat dihentikan untuk memberikan pelayanan kepada pasien prioritas, misalnya pada pelayanan resep obat kategori *cito*, resep yang tidak *cito* dapat dihentikan penyiapannya. Sementara pada *non-preemptive*, pelayanan kepada pasien yang akan didahului harus diselesaikan terlebih dahulu, misalnya pada antrian tindakan bedah.

**3.10. Contoh Aplikasi Teori Antrian pada Pelayanan Resep di Apotik**

Berikut penulis sajikan contoh penerapan teori antrian dalam pelayanan resep apotik swasta di Jakarta pada shift 1 dan shift 2. Data ini merupakan hasil riset penulis tahun 2000 yang belum pernah dipublikasikan, dengan subyek antrian berbentuk resep (bukan manusia).

**3.10.1. Menentukan Karakteristik Antrian**

Hasil observasi terhadap kedatangan pasien dan pelayanan resep per pasien dideskripsikan pada tabel 3 dan 4 berikut.

**3.10.2. Menentukan Parameter Antrian**

Berdasarkan hasil observasi karakteristik antrian pada tabel 3 dan 4, notasi Kendall untuk masing-masing shift adalah:

- a. Shift 1 = (M/M/2):(∞/∞/FCFS)
- b. Shift 2 = (M/M/1):(∞/∞/FCFS)

M = distribusi poisson/eksponensial negatif  
 1,2 = jumlah server  
 ∞ = sumber populasi kedatangan tak hingga  
 FCFS = disiplin pelayanan *first-come first-served*

Formula teori antrian yang digunakan untuk menghitung parameter antrian menggunakan formula model single-server dan multi-server dengan distribusi poisson, disiplin FCFS, dan sumber kedatangan tak hingga. Dengan menggunakan *queueing calculator online*, parameter sistem antrian yang dihasilkan adalah:

**Tabel 5. Parameter Sistem Pelayanan Resep**

Shift	Parameter	Hasil
Pagi λ=9,38 μ=9,40 S = 2	Jumlah resep dalam sistem (L)	1,329
	Jumlah resep yang dilayani (Lq)	0,331
	Waktu tunggu dalam sistem (W)	0,142
	Waktu tunggu dilayani (Wq)	0,035
	Tingkat densitas sistem (ρ)	0,998
	Tingkat utilitas sistem (P <sub>0</sub> )	49,9%
	Probabilitas sistem idle (P <sub>idle</sub> )	50,1%
Sore λ=5,50 μ=9,40 S = 1	Jumlah resep dalam sistem (L)	1,410
	Jumlah resep yang dilayani (Lq)	0,825
	Waktu tunggu dalam sistem (W)	0,256
	Waktu tunggu dilayani (Wq)	0,150
	Tingkat densitas sistem (ρ)	0,585
	Tingkat utilitas sistem (P <sub>0</sub> )	58,5%
	Probabilitas sistem idle (P <sub>idle</sub> )	41,5%

Berdasarkan tabel di atas, sistem pelayanan resep tidak terlalu sibuk, salah satunya ditandai dengan probabilitas sistem mengalami idle sebesar 50,1% (shift pagi) dan 41,5% (shift sore).

**Tabel 3. Hasil Observasi Karakteristik Kedatangan Resep**

Shift	Karakteristik Kedatangan	Keterangan
Shift Pagi	Sumber kedatangan	Tidak terbatas ( <i>infinite source</i> ). Apotik menerima pelayanan resep dari berbagai sumber, namun jumlah kedatangannya masih dapat dikendalikan.
	Distribusi kedatangan	Poisson. Uji statistik menunjukkan nilai $\chi^2$ hitung (2,555) < $\chi^2$ tabel (5,991), pada rata-rata tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) = 9,38 pasien per jam.
	Perilaku mengantri	Normal. Antrian berbentuk resep (bukan manusia), relatif tetap menunggu hingga pelayanan resep selesai.
Shift Sore	Sumber kedatangan	Tidak terbatas ( <i>infinite source</i> ). Apotik menerima pelayanan resep dari berbagai sumber, namun jumlah kedatangannya masih dapat dikendalikan.
	Distribusi kedatangan	Poisson. Uji statistik menunjukkan nilai $\chi^2$ hitung (5,825) < $\chi^2$ tabel (5,991), pada rata-rata tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) = 5,50 pasien per jam.
	Perilaku mengantri	Normal. Antrian berbentuk resep (bukan manusia), relatif tetap menunggu hingga pelayanan resep selesai.

**Tabel 4. Hasil Observasi Karakteristik Pelayanan per Pasien**

Shift	Karakteristik Pelayanan	Keterangan
Shift Pagi	Jumlah server	2 server/pos pelayanan
	Mekanisme service	Paralel. Resep yang datang dilayani sekaligus oleh dua petugas
	Jumlah fase	Tidak ada (1 petugas melayani sejak menerima resep hingga obat siap diserahkan)
	Distribusi pelayanan	Eksponensial negatif. Uji statistik menunjukkan nilai $\chi^2$ hitung (3,577) < $\chi^2$ tabel (5,991), pada rata-rata pelayanan ( $\mu$ ) = 9,4 menit per resep.
	Disiplin pelayanan	<i>First-come first served</i> (FCFS)
Shift Sore	Jumlah server	1 server/pos pelayanan
	Mekanisme service	Paralel single-server
	Jumlah fase	Tidak ada (1 petugas melayani sejak menerima resep hingga obat siap diserahkan)
	Distribusi pelayanan	Eksponensial negatif. Uji statistik menunjukkan nilai $\chi^2$ hitung (3,577) < $\chi^2$ tabel (5,991), pada rata-rata pelayanan ( $\mu$ ) = 9,4 menit per resep.
	Disiplin pelayanan	<i>First-come first served</i> (FCFS)

### 3.10.3. Menentukan Biaya Operasional

Biaya menunggu pada penelitian ini dihitung sebagai harga rata-rata per resep, artinya apotik akan mengalami kehilangan pendapatan atau *loss opportunity* bila pasien menolak dilayani akibat lamanya pelayanan. Sedangkan biaya pelayanan dihitung sebagai rata-rata upah minimum di apotik per petugas.

Besarnya biaya masing-masing shift adalah sebagai berikut:

- a. Shift Pagi
  1. Biaya menunggu = Rp 7.500 per jam
  2. Biaya pelayanan = Rp 3.429 per jam
- b. Shift Sore
  1. Biaya menunggu = Rp 7.500 per jam
  2. Biaya pelayanan = Rp 4.000 per jam

### 3.10.4. Menentukan Sistem Pelayanan Optimal

Dengan menggunakan kriteria meminimalkan biaya total pelayanan maka diperoleh sistem pelayanan yang optimal adalah sebagai berikut:

### 3.10.5. Menentukan Sensitivitas Pelayanan

Pada penelitian ini pengukuran sensitivitas diukur hanya terhadap tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) saja. Adapun hasil dari analisa sensitivitas adalah:

1. Shift pagi, sistem pelayanan yang optimal adalah jumlah server sebanyak 2 dengan rentang tingkat kedatangan 3-10 pasien/ jam.
2. Shift sore, sistem pelayanan yang optimal adalah jumlah server sebanyak 2 dengan rentang tingkat kedatangan 5-10 pasien/jam.

#### 4. KESIMPULAN

Teori antrian adalah alat yang sangat *powerful* dalam menganalisis masalah antrian di pelayanan kesehatan. Beberapa alasan yang bisa dikemukakan adalah *tools* ini memiliki teori dasar yang sederhana namun dapat berkembang menjadi konsep yang komprehensif, dapat diaplikasikan pada subyek antrian manusia dan bukan manusia, dapat dikombinasikan dengan konsep analisis antrian lainnya seperti metode simulasi, psikologi antrian, dan analisis biaya.

Penggunaan teori antrian di pelayanan kesehatan saat ini lebih terfokus pada upaya memberikan kenyamanan pada pasien dalam menunggu atau mengantri, dalam bentuk upaya mempercepat waktu pelayanan.

#### 5. SARAN

Rekomendasi model penentuan sistem antrian yang optimal (Lampiran-1) dapat dijadikan sebagai *blue print* bagi praktisi dan peneliti untuk menganalisis permasalahan antrian di pelayanan kesehatan. Untuk selanjutnya model akan dikembangkan ke arah dukungan pengambilan keputusan oleh manajemen pelayanan kesehatan dalam mengendalikan antrian dengan mengintegrasikan konsep lain seperti psikologi antrian.

Penggunaan teori antrian pada analisis sistem pelayanan kesehatan sebaiknya semakin diintensifkan, dan lebih difokuskan pada upaya dukungan pengambilan keputusan oleh manajemen pelayanan kesehatan. Untuk itu dibutuhkan studi *literature review* tentang penggunaan teori antrian pada pelayanan kesehatan di Indonesia, dalam rangka mengetahui sejauh mana aplikasinya terhadap pengambilan keputusan manajemen.

#### 6. REFERENSI

Adan, I., Boxma, O., Claeys, D. & Kella, O. (2018). A Queueing System with Vacations after a Random Amount of Work. *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 78(3), hal. 1697-1711.

Bose, S.K. (2002). *An Introduction to Queueing Systems*. New York: Springer

Fomundam, S. & Herrmann, J. (2007). A Survey of Queueing Theory Applications in Healthcare. *ISR Technical Report 2007-24*.

Giorno, V., Nobile, A.G., & Pirozzi, E. (2018). A State-dependent Queueing System with Asymptotic Logarithmic Distribution.

Journal of Mathematics Analysis and Applications, 458(2), hal. 949-966

Green, L. (2006). Queueing Analysis in Healthcare. Dalam Randolph W.H. (ed.), *Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery*. California: Springer

Gupta, D. (2013). Queueing Models for Healthcare Operations. Dalam Brian T.D. (Ed.), *Handbook of Healthcare Operation Management: Methods and Applications*. New York: Springer Science+Business.

Heyman, D.P. (2013). Queueing Theory. Dalam Saul I.G. & Michael C. F., *Encyclopedia of Operatios Research and Management Science 3rd edition*. New York: Springer Science+Business.

Heryana, A. (2001). *Menentukan Jumlah Pelayanan Resep yang Optimal di Apotik Damiyanti & Associate dalam Rangka Peningkatan Mutu Pelayanan* [Tugas Akhir]. Jakarta: Politeknik STMI Jakarta.

Heryana, A. (2015). *Studi Kasus Implementasi Sistem Jaminan Sosial Nasional terhadap Manajemen Pelayanan Kesehatan Kerja di Klinik Perusahaan PT X* [Tesis]. Depok: Universitas Indonesia

Heryana, A. & Mahadewi, E.P. (2018). *Kajian Antrian Pelayanan Pendaftaran Pasien BPJS Kesehatan di RSUD Kabupaten Tangerang Tahun 2018* [Laporan Penelitian belum terpublikasi]. Jakarta: Universitas Esa Unggul

Klimenok, V.I., Dudin, A.N., & Samouylov, K.E. (2018). Analysis of BMAP/PH/N Queueing System with Backup Servers. *Applied Mathematical Modelling*, 57, hal. 64-84

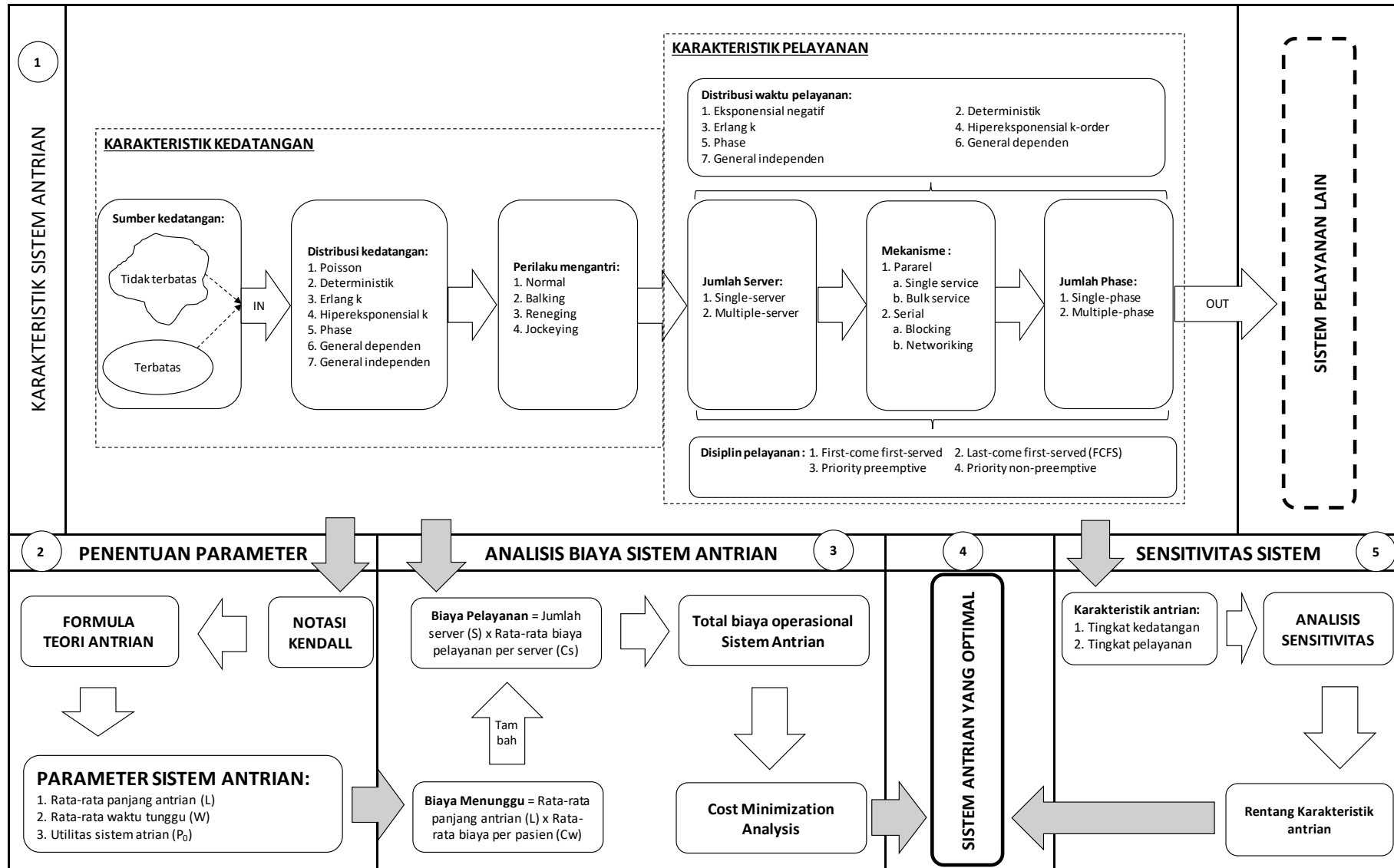
Kumar, N. (2018). Working of Queueing Model with Removable Server. *International Journal of Current Research*, 10(02), hal. 65496-65499

Hillier, F. S. & G.J. Lieberman (2015). *Introduction to Operations Research 10th edition*, NY: McGraw-Hill

Nguyen, L.M. & Stoylar, A.L. (2018). A Queueing System with on-demand servers: local stability of fluid limits. *Queueing system*, 89(3-4), hal. 243-268

Prabhu, N.U. (1997). *Foundations of Queueing Theory*. New York: Springer Sciende+Business

Stevenson, W.J. (1996). *Productions/Operations Management 5th edition*. Chicago: Ricard D. Irwin



Lampiran-1. Model Penentuan Sistem Antrian yang Optimal