

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Review Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian pertama dari Aulia Hawadini (2020). Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan sistem antrian dalam meningkatkan kepuasan nasabah di Bank Pembiayaan Rakyat Syariah Tanggamus, pelayanan *teller* yang diberikan mampu meningkatkan kepuasan nasabah Bank Pembiayaan Rakyat Syariah Tanggamus, dan menjelaskan sistem antrian dan optimalisasi layanan *teller* untuk meningkatkan kepuasan nasabah pada Bank Pembiayaan Rakyat Syariah Tanggamus dalam perspektif lembaga keuangan Islam. Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field Research*) dengan pendekatan kualitatif. Dilihat dari segi sifatnya, penelitian ini adalah penelitian deskriptif analitis. Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder.

Adapun populasinya adalah pegawai Bank Pembiayaan Rakyat Syariah (BPRS) Tanggamus yang berjumlah 29 pegawai dan nasabah aktif BPRS Tanggamus, adapun tehnik yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu metode observasi, wawancara dan dokumentasi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem antrian pada BPR Syariah Tanggamus dimulai dengan datangnya nasabah, Bank telah menyiapkan kartu antri yang dibuat dari kertas dan masing-masing ditulis sesuai dengan urutan nomor kemudian Teller akan memanggil berdasarkan nomor urut menggunakan teknologi antri yang telah diatur oleh Petuags TI (Teknologi Informasi) satu persatu sampai dengan selesai. Optimalisasi pelayanan BPRS Tanggamus ketika nasabah hendak melakukan penyetoran dan penarikan dananya dengan cepat dan akurat dengan waktu 2 menit atau 120 detik, dan paling lama untuk pelayanan adalah 20 menit. pelayanan teller susah sesuai dengan perspektif ekonomi islam yang sangat mengoptimalkan waktu dan tidak di perlama dalam pelayanannya, berlemah lembut dalam penyampaiannya.

Penelitian kedua Ripit Budiman, Djoni Hatidja, Marline S Paendong (2019) tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model antrian dan menentukan karakteristik panjang antrian di PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. Kantor Cabang Manado. Pengambilan data dilakukan selama 5 hari. Model sistem antrian yang digunakan adalah Model B:M/M/S (*Multiple Channel Query System* atau Model Antrian Jalur Berganda), jumlah teller yang beroperasi ada 7 teller dan pelayanan yang digunakan adalah *First Come First Served*, tingkat kedatangan berdistribusi *Poisson*, dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*.

Hasil penelitian menunjukkan jumlah kedatangan rata-rata adalah 42 nasabah yang datang per jam, dan jumlah rata-rata nasabah yang dilayani adalah 9 nasabah dilayani per jam. Tidak adanya pelanggan dalam sistem 0.01, jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem sebanyak 6 nasabah, waktu yang dihabiskan nasabah dalam antrian dan sedang dilayani 8- 9 menit, jumlah rata-rata nasabah yang menunggu dalam antrian untuk dilayani ada 1 nasabah, dan waktu rata-rata yang dihabiskan nasabah untuk menunggu dalam antrian 1-2 menit.

Penelitian ketiga dari Dimas Dwi Prayogo, Jessy J Pondaag dan Ferdinand Tumewu (2017), tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan model M/M/S pada sistem antrian Bank SulutGo cabang utama. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil data kedatangan antrian nasabah. Hasil perhitungan dengan model M/M/S pada Bank SulutGo cabang utama menerapkan disiplin antrian yaitu *first come first serve* (FCFS). Pola kedatangan nasabah berdistribusi *Poisson* dan pola pelayanan berdistribusi *Eksponensial*. Dari hasil perhitungan rata-rata jumlah nasabah yang menunggu dalam sistem terpanjang pada periode waktu 12.00 -13.00 yaitu sebanyak 5,1353 orang atau = 5 orang. Sedangkan jumlah rata-rata nasabah yang menunggu dalam sistem terpendek terjadi pada periode waktu 08.00 – 09.00 yaitu sebanyak 0,8338 orang atau = 1 orang. Rata-rata jumlah nasabah dalam antrian terjadi pada periode waktu 12.00 – 13.00 yaitu sebanyak 1,385 orang atau = 1 orang dapat disimpulkan kinerja system antrian Bank SulutGo cabang utama optimal.

Penelitian keempat Kartika Botutihe, Jacky S B Sumarauw, Merlyn M Karuntu (2018), tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem antrian di Bank BNI 46 dan untuk mengetahui optimal pelayanan teller di Bank BNI. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil data kedatangan nasabah. Proses analisisnya menggunakan perangkat lunak “ *POM-QM for Windows*” dengan modul *Waiting Lines*. Data primer dikumpulkan melalui wawancara kepada pimpinan atau karyawan bank. Dari hasil perhitungan rata-rata jumlah nasabah yang menunggu dalam sistem terpanjang pada periode waktu 10.00-15.00 yaitu sebanyak 27 orang. Sedangkan jumlah rata-rata nasabah yang menunggu dalam sistem terpendek terjadi pada periode waktu 08.00-10.00 yaitu 3 orang. Rata-rata jumlah nasabah dalam antrian terjadi pada periode waktu 10.00-15.00 yaitu sebanyak 24 orang dapat disimpulkan kinerja sistem antrian Bank BNI 46 Cabang Unit Kampus Manado belum optimal. dan untuk meningkatkan kinerja sistem antrian, pihak Bank dapat mempertimbangkan tingkat kedatangan nasabah dan tingkat antrian yang terjadi setiap harinya. Agar kinerja operasional Bank BNI 46 Cabang Unit Kampus dapat berjalan secara optimal sehingga tidak membuat nasabah mengantri terlalu lama.

Penelitian kelima Yashinta Mayangsari dan Estik Hari Prastiwi (2016). Penelitian ini bertujuan untuk efisiensi kecepatan transaksi. Jadi struktur model antrian yang terjadi di Bank Mandiri adalah Multichannel Single Phase. Pola tingkat kedatangannya adalah bersifat acak (*random*), Hasil Penelitian menunjukkan bahwa Bank mandiri KCP Kembang Jepun memiliki 5 orang teller dengan nilai rata-rata kedatangan nasabah per jam 89 orang dan rata-rata tingkat pelayanan per jam 30 orang. Pengolahan data dengan *POM- QM for Windows*, hasilnya adalah setiap nasabah menghabiskan waktu 2,64 menit dalam setiap system yaitu waktu antri hingga selesai dilayani, hal ini dibawah SOP Bank Mandiri yaitu 4 menit. Effisiensi antrian pada Bank Mandiri kurang optimal karena teller menganggur di jam sepi. Saran untuk Bank Mandiri yaitu teller bisa dialihkan untuk pekerjaan lain seperti administrasi kliring dan laporan pajak.

Penelitian ke-enam Laily Syahrini (2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana antrian yang digunakan oleh PT Bank Rakyat Indonesia, Tbk khususnya Kantor Cabang Kalimantan. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah para nasabah Bank Rakyat Indonesia yang melakukan transaksi khususnya di teller pada hari Senin-Jum'at dimulai pukul 08.00-15.00 WIB dalam kondisi sepi ataupun ramai. Dari hasil pengamatan selama lima hari berturut-turut, Bank BRI KC Kalimantan mempunyai 4 orang teller (M) dengan standar pelayanan 2 menit per nasabah sehingga rata-rata tingkat pelayanan (μ) sebanyak 30 nasabah dalam interval 60 menit (per jam) dengan nilai rata-rata kedatangan nasabah (λ) yaitu 11,6 (12) orang. Rata-rata tingkat kegunaan pelayanan (ρ) sebesar 0,096666 atau 9,67% ini berarti pada saat pengamatan, tidak terjadi antrian yang panjang di Bank BRI KC Kalimantan. Untuk mengoptimalkan penggunaan teller, maka peneliti menyarankan pengurangan dari 4 teller yang terbuka menjadi 3 agar dialihkan ke pekerjaan/divisi lain yang sedang padat. Dari hasil pengurangan tersebut, didapat utilitas teller (ρ) naik dari 9,67% menjadi 12,89% dan rata-rata waktu tunggu yang dihabiskan nasabah dalam sistem (W_s) tetap tercapai yakni 2,006644 menit sesuai dengan standar pelayanan yang ditetapkan oleh Bank BRI KC Kalimantan.

Penelitian ke tujuh dilakukan oleh Darsini, Anastasia Padmitasari KA dan Suprpto. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar keterkaitan antara tingkat lamanya antrian dengan jumlah teller. Disiplin pelayanan yang digunakan adalah *First Come First Served (FCFS)* dan konfigurasi antrian yang diberlakukan dinyatakan dengan *Multi Chanel Single Phase (M/M/S)*. Dari hasil penelitian yang sebelumnya 4 teller dengan penambahan fasilitas layanan menjadi 5 teller, kinerjanya menunjukkan peningkatan kualitas layanan. Didapat perbandingan waktu rata-rata yang dihabiskan dalam antrian (W_q) 2.1 menit : 2 menit, panjang rata-rata antrian (L_q) 0.85 orang : 0.83 orang, waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem (W_s) 2.45 menit : 2.4 menit, jumlah orang rata-rata dalam sistem (L_s) 0.95 orang : 0.92 orang, terlihat semakin banyak jumlah petugas layanan (*teller*) maka semakin kecil jumlah orang yang menunggu dan waktu yang dibutuhkan dalam antrian juga semakin sedikit.

Penelitian ke delapan dilakukan oleh Eze, Everestus Obinwanne, Odunukwe dan Adaora Darlingtona dalam *American Research Journal of Bio Sciences*, June 2015 dengan judul “*On Application of Queuing Models to Customers Management in Banking System*”. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki 12 waktu tunggu yang diharapkan dari pelanggan dan waktu tunggu yang sebenarnya di Bank. Dari hasil penelitian, kapasitas sistem yang diteliti adalah 238 pelanggan dan tingkat kedatangan adalah 0,1207 sedangkan tingkat layanan adalah 0,156. Ini menunjukkan bahwa tingkat layanan sistem lebih besar daripada tingkat kedatangan, ini tidak berarti bahwa tidak ada antrian, tetapi antrian itu mungkin tidak lama. Jumlah yang diharapkan di garis tunggu adalah 0,1361. Angka yang diharapkan dalam sistem adalah 0,9098. Waktu tunggu yang diharapkan dalam antrian adalah 1.276 dan total waktu tunggu yang diharapkan dalam satu hari adalah 3.2664 jam. Kekuatan dari hasil penelitian ini adalah peneliti menyarankan dengan menambah satu *server* lagi akan membantu mengurangi waktu yang dihabiskan di antrian. Kelemahan dari hasil penelitian ini yaitu pelanggan akan beralih ke *server* berikutnya jika *server* yang di dapat mengalami keterlambatan.

Penelitian ke sembilan dilakukan oleh Eshetie Berhan tahun 2015 dalam *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)* June 2015 dengan judul “*Bank Service Performance Improvements using Multi-Sever Queue System*”. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkannya layanan kinerja sebagai beberapa *server* yang cocok pada sistem antrian. Dari hasil penelitian, optimum konfigurasi direalisasikan ketika jumlah *server* mencapai lima. Rata-rata waktu yang setiap *server* atau *teller* sibuk (*service* pemanfaatan) ditemukan 0,584 atau 58,4%. Rata-rata jumlah nasabah dalam antrian dan sistem (Lq dan Ls) yaitu 0,305 atau 0 nasabah dan 2,23 atau 2 nasabah. Rata-rata waktu tunggu yang dihabiskan nasabah dalam antrian dan sistem (Wq dan Ws) adalah 0,042 jam atau 2,52 menit dan 0,428 jam atau 25,68 menit. Kekuatan dalam hasil penelitian adalah dengan melakukan perhitungan biaya berdasarkan sistem. Sementara kelemahan dari hasil penelitian ini yaitu tidak perlu menambah *server/teller* karena pemanfaatan *server* sudah optimal dengan hasil 58,4% sehingga total pelanggan menunggu di dalam sistem relatif rendah.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Manajemen

Menurut Ricky W. Griffin menyatakan bahwa manajemen adalah sebuah proses pengorganisasian, pengkoordinasian, perencanaan, dan pengontrolan sumber daya agar dapat mencapai sasaran (goals) secara efisien dan efektif. Efisien ialah dimana sebuah tugas yang ada telah dilaksanakan secara terorganisir, benar dan sesuai dengan schedule, sementara efektif sendiri berarti bahwa sebuah tujuan mampu dicapai sesuai dengan apa yang telah direncanakan.

Manajemen merupakan ilmu social dan hanya merupakan alat untuk membantu tercapainya tujuan yang diinginkan, dan baru dapat diterapkan jika terdapat:

- a. Kerja sama antara dua orang atau lebih
- b. Tujuan yang ingin dicapai
- c. Pembagian kerja dan pembagian wewenang
- d. Pimpinan dan bawahan
- e. Keterikatan formal diantara para anggota

2.2.2 Manajemen Operasional

Manajemen Operasi (*operations management*) yaitu aktivitas yang berhubungan dengan penciptaan barang dan jasa melalui proses transformasi dari input (masukan) menjadi output (hasil) menurut Heizer dan Render (2016:3). Input dalam manajemen operasi merupakan masukan seperti sumber daya manusia, bahan baku, mesin dan sebagainya. Sementara output dalam manajemen operasi merupakan hasil dari input yang diproses. Ahli manajemen J.Heizer dan B.Render mendefinisikan manajemen operasional sebagai bentuk pengelolaan menyeluruh dan optimal pada aspek tenaga kerja, barang-barang (mesin, peralatan, dan bahan mentah), atau faktor produksi lain yang bisa dijadikan produk barang dan jasa yang lazim diperdagangkan.

Manajemen operasional bisa juga diartikan sebagai pengelolaan (perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, pengoordinasian, dan pengendalian) semua kegiatan yang berhubungan dengan barang dan jasa secara langsung.

Pengorganisasian untuk menghasilkan barang dan jasa mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. Pemasaran, yaitu suatu kegiatan atau proses yang menghasilkan permintaan dan paling tidak menerima pesanan untuk sebuah produk/barang dan jasa.

2. Produksi/operasi yaitu suatu aktivitas yang didalamnya melibatkan sumber daya perusahaan untuk menciptakan produk atau jasa.

3. Financial/akuntansi yaitu suatu aktivitas yang melacak seberapa baik kinerja organisasi. Kegiatannya meliputi pembayaran tagihan, pengumpulan uang dan lain-lain berkaitan dengan laporan keuangan perusahaan.

2.2.3 Pengertian Bank

Bank adalah lembaga keuangan yang kegiatan utamanya menerima simpanan giro, tabungan, dan deposito. Kemudian bank juga dikenal sebagai tempat untuk meminjam uang (kredit) bagi masyarakat yang membutuhkannya. Di samping itu, bank juga dikenal sebagai tempat untuk menukar uang, memindahkan uang atau menerima segala macam bentuk pembayaran dan setoran seperti pembayaran listrik, telepon, air, pajak, uang kuliah, dan pembayaran lainnya (Kasmir, 2014).

Sesuai dengan UU No. 10 Tahun 1998, bank adalah suatu badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan/atau bentuk-bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Menurut Kasmir (2014: 24) secara sederhana bank diartikan sebagai lembaga keuangan yang kegiataannya menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan kemudian menyalurkan kembali kepada masyarakat, serta memberi jasa-jasa bank lainnya.

Secara umum, fungsi utama bank adalah pada umumnya adalah menghimpun dana dari masyarakat untuk berbagai tujuan atau sebagai financial intermediary. Menurut Sigit Triandaru dan Totok Budi Santoso (2006: 9) fungsi bank terdiri dari:

1. *Agent of trust* (Jasa dengan kepercayaan)

Dasar utama kegiatan perbankan adalah kepercayaan (trust), baik dalam hal menghimpun dana maupun penyaluran dana. Masyarakat akan mau menitipkan dananya di bank apabila dilandasi akan kepercayaan. Masyarakat percaya bahwa uangnya tidak akan disalah gunakan oleh bank, uangnya akan dikelola dengan baik, bank tidak akan bangkrut, dan pada saat uang telah dijanjikan simpanan tersebut dapat ditarik kembali dari bank. Pihak bank sendiri akan mau menempatkan atau menyalurkan dananya pada debitor atau masyarakat apabila dilandasi adanya unsur kepercayaan.

2. *Agent of development* (Jasa untuk pembangunan)

Kegiatan perekonomian masyarakat di sektor moneter dan disektor riil tidak dapat dipisahkan. Kedua sektor tersebut selalu berinteraksi dan saling mempengaruhi. Sektor riil tidak akan dapat bekerja dengan baik apabila sektor moneter tidak bekerja dengan baik, kegiatan bank berupa menghimpun dan menyalurkan dana sangat diperlukan bagi lancarnya kegiatan perekonomian disektor riil. Kegiatan bank tersebut memungkinkan masyarakat melakukan kegiatan investasi, kegiatan distribusi, serta kegiatan konsumsi barang dan jasa, mengingat bahwa kegiatan investasi, distribusi, konsumsi tidak lepas dari adanya penggunaan uang. Kelancaran kegiatan investasi, distribusi, konsumsi ini tidak lain adalah kegiatan pembangunan perekonomian suatu masyarakat.

3. *Agent of service* (Jasa pelayanan)

Disamping melakukan kegiatan penghimpunan dan penyaluran dana, bank juga memberikan penawaran jasa perbankan yang lain kepada masyarakat secara umum. Jasa ini antara lain dapat berupa jasa pengiriman uang, penitipan barang berharga, pemberian jaminan bank, dan penyelesaian tagihan.

2.2.4 Teori Antrian

Antrian adalah suatu situasi umum yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari dimana konsumen menunggu di depan loket untuk mendapatkan giliran pelayanan. Deretan mobil yang menunggu untuk mendapatkan giliran membayar jalan tol, orang-orang yang sedang berlibur menunggu untuk masuk ke Taman Margasatwa Ragunan di Jakarta, dan para nasabah yang menunggu untuk melakukan transaksi di bank adalah beberapa contoh dari situasi antrian. Menurut Heizer dan Render (2006:658) antrian adalah ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian (*queuing theory*) dan merupakan orang-orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani atau meliputi bagaimana perusahaan dapat menentukan waktu dan fasilitas yang sebaik-baiknya agar dapat melayani pelanggan dengan efisien. Situasi-situasi tersebut sangat umum terjadi pada setiap aktifitas, dimana Antrian terjadi pada setiap aktifitas di situasi tersebut. Misalnya, Antrian yang terjadi di supermarket adalah ketika orang yang sedang berbelanja akan membayar belanjanya. Antrian juga terjadi di pintu tol, ketika sebuah mobil akan membayar tol di gerbang pintu tol.

Di ruang praktik dokter, Antrian terjadi saat pasien membutuhkan pemeliharaan baik yang dilakukan oleh dokter dan perawat. Tidak hanya itu, antrian terjadi pula pada sistem komputer, dimana setiap program mengantri untuk dijalankan dalam memproses pekerjaan. Perusahaan telekomunikasi dapat mengalami antrian ketika penelpon mengantri untuk pemindahan saluran telepon dan situasi ini seringkali menyebabkan gangguan saat menelepon ketika penelpon melebihi fasilitas pelayanan yang diberikan. Tidak beda dengan perusahaan sebelumnya, Bank pun mengalami situasi seperti itu saat pelanggan akan melakukan transaksi. Antrian tidak hanya terjadi di perusahaan jasa. Antrian juga terjadi di perusahaan manufaktur, dimana pemeliharaan mesin dapat menyebabkan antrian pada mesin yang rusak untuk mendapatkan perbaikan.

2.2.4.1 Karakteristik Sistem Antrian

Menurut Jay Heizer dan Barry Render (2014), terdapat tiga bagian dari lini tunggu atau antrean, yaitu:

1. Kedatangan atau input pada sistem. Ini memiliki karakteristik, misalnya besaran populasi, perilaku dan distribusi statistik. Sumber input yang menghasilkan kedatangan atau konsumen dalam sistem jasa memiliki tiga karakteristik utama sebagai berikut:

a. Besaran Populasi kedatangan. Besaran Kedatangan (Sumber) Populasi Besaran populasi dipertimbangkan menjadi tak terbatas (pada dasarnya tak terhingga) atau terbatas (berhingga). Ketika jumlah konsumen atau kedatangan pada waktu tertentu hanya merupakan porsi yang kecil dari keseluruhan kedatangan yang potensial, kedatangan populasi dipertimbangkan takterbatas (*unlimited*), atau takterhingga (*infinite*).

b. Perilaku kedatangan. Sebagua besar model antrean berasumsi bahwa konsumen yang datang adalah konsumen yang sabar. Para konsumen yang sabar adalah orang-orang atau mesin yang menunggu dalam antrean hingga mereka dilayani, dan tidak mengalihkan di antara ini. Sedangkan para pelanggan yang menolak untuk bergabung dengan lini tunggu karena terlalu lama untuk memenuhi kebutuhan atau kepentingan mereka. Para pelanggan yang mengabaikan adalah orang-orang yang memasukin antrean, tetapi menjadi tidak sabar dan meninggalkan tempat tanpa menyelesaikan transaksi mereka. Sesungguhnya, kedua situasi ini hanya melayani untuik menyoroti kebutuhan akan teori antrean dan analisis lini tunggu.

c. Pola kedatangan, konsumen yang datang pada fasilitas jasa disesuaikan dengan jadwal yang diketahui atau mereka datang secara acak. Kedatangan dipertimbangkan acak ketika mereka tidak bergantung dengan satu atau lainnya dan kehadiran mereka tidak dapat diprediksi dengan tepat. Sering kali dalam antrean permasalahan, sejumlah kedatangan per unit waktu yang dapat diestimasi oleh profitabilitas distribusi disebut sebagai distribusi poisson (*poisson distribution*) untuk beberapa waktui kedatangan (misalnya, kedua

konsumen per jam atau empat truk per menit), Distribusi Poisson yang berlainan dapat ditentukan dengan menggunakan formula.

2. Disiplin Antrean

Karakteristik antrean meliputi apakah terbatas atau tidak terbatas dalam panjangnya dan disiplin dari orang-orang atau barang-barang yang berada di dalamnya. Lini tunggu itu sendiri adalah komponen kedua sistem antrean. Panjangnya lini dapat terbatas atau tidak terbatas. Antrean terbatas ketika tidak dapat, oleh hukum karena hambatan fisik, meningkatkan perpanjangan yang tak terhingga. Antrean yang tak terbatas ketika besarnya tidak dibatasi.

Karakteristik lini tunggu yang kedua berhubungan dengan disiplin antrean. Hal ini mengacu pada aturan oleh yang mana konsumen mengantre untuk menerima jasa. Sebagian besar sistem menggunakan disiplin antrean diketahui sebagai aturan yang pertama masuk, akan keluar pertama (*first-in, first out [FIFO] rule*).

3. Fasilitas Jasa

Karakteristiknya meliputi desainnya dan distribusi statistik waktu jasa. Dua sifat mendasar yang penting adalah sebagai berikut:

a. Desain sistem jasa. Desain sistem antrean yang mendasar, sistem jasa biasanya diklarifikasikan dalam hal jumlah yang melayani mereka (jumlah saluran) dan jumlah fase (jumlah pemberhentian jasa yang harus dilakukan). Sistem antrean dengan server tunggal (*single-server queuing system*) (atau saluran tunggal), dengan satu server, ditandai oleh *drive-in* di bank dengan hanya membuka satu teller. Jika, pada sisi lainnya, bank memiliki beberapa teller yang bertugas, dengan tiap-tiap konsumen yang menunggu dalam satu lini antrean umum untuk teller pertama yang tersedia kemudian kita akan memiliki sistem antrean server yang multipel (*multiple-server queuing system*) atau saluran jamak.

Didalam sistem fase tunggal (*single-phase system*), konsumen menerima jasa hanya dari satu stasiun, kemudian keluar dari sistem. Sedangkan fase multipel

(*multiplephase system*) adalah konsumen menerima jasa dengan menggunakan beberapa stasiun.

b. Distribusi waktu jasa. Pola jasa seperti pola kedatangan saat mereka akan bersifat konstan atau acak. Jika waktu jasa adalah konstan, memerlukan jumlah waktu yang sama untuk merawat setiap konsumen. Dalam banyak kasus, kita dapat mengasumsikan bahwa waktu jasa yang acak digambarkan dengan distribusi probabilitas eksponensial negatif (*negative exponential probability distribution*).

2.2.4.2 Variasi dari Model Antrean

Model antrean yang sangat bervariasi dapat diterapkan dalam manajemen operasional. Kita akan mengenalkan anda pada empat model yang paling banyak digunakan. Hal ini digarisbesarkan dalam tabel D.2, dan contoh dari masing-masing akan mengikuti dalam beberapa bagian berikutnya. Model yang lebih kompleks digambarkan dalam buku teks teori antrean atau dapat dikembangkan melalui penggunaan simulasi (topik pada Modul F). Catatan bahwa empat model antrean yang terdaftar di dalam tabel D.2 memiliki tiga karakteristik yang sama, Mereka seluruhnya mengasumsikan sebagai berikut.

MO DEL	NAMA (NAMA TEKNIS)	CONTOH	JUMLAH SERVER (JALUR)	JUMLAH FASE	POLA TINGKAT KEDATANGAN	POLA WAKTU JASA	UKURAN POPULASI	DISPLIN ANTRE
A	Sistem Server Tuggal (M/M/1)	Loket informasi di supermarket	Tunggal	Tunggal	Poisson	Ekspone nsial	Takterbatas	FIFO
B	Sistem Multipel (M/M/S)	Loket tiket pesawat terbang	Server Multipel	Tunggal	Poisson	Ekspone nsial	Takterbatas	FIFO
C	Jasa Tetap (M/D/1)	Cuci mobil otomatis	Tunggal	Tunggal	Poisson	Ekspone nsial	Takterbatas	FIFO
D	Populasi terbatas (populasi terhingga)	Toko dengan selusin mesin yang mungkin rusak	Tunggal	Tunggal	Poisson	Ekspone nsial	Takterbatas	FIFO

Tabel 2.1 Model Sistem Antrian

Sebagai tambahan, keseluruhannya menggambarkan sistem jasa yang beroperasi di bawah kondisi yang mantap, sedang berlangsung. Hal ini berarti bahwa kedatangan dan tingkat jasa akan tetap stabil selama analisis.

1. Model A (M/M/1): Model Antrean Server Tunggal dengan Kedatangan Poisson dan waktu Jasa Eksponensial Kasus yang paling umum dalam permasalahan antrean melibatkan server tunggal, atau saluran tunggal, lini tunggu. Dalam situasi ini bentuk kedatangan lini tunggal dilayani oleh satu stasiun tunggal. Kita mengasumsikan bahwa kondisi berikut terjadi di dalam tipe sistem ini.

λ	= Jumlah rata-rata kedatangan per periode waktu
μ	= Jumlah rata-rata orang atau barang yang dilayani per periode waktu (rata-rata tingkat layanan)
L_s	= Jumlah rata-rata unit (konsumen) di dalam sistem (tunggu dan akan dilayani)
	$= \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
W_s	= Jumlah rata-rata unit yang dihabiskan di dalam sistem (waktu tunggu ditambah waktu layanan)
	$= \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
L_q	= Jumlah rata-rata unit yang menunggu di dalam antrean
	$= \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
W_q	= Waktu rata-rata unit yang dihabiskan untuk menunggu di dalam antrean
	$= \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{L_q}{\lambda}$
P	= Utilisasi faktor untuk sistem
	$= \frac{\lambda}{\mu}$

Tabel 2.2 Rumus Model M/M/1

a. Kedatangan dilayani pada basis yang pertama masuk, yang keluar pertama (FIFO), dan setiap kedatangan menunggu untuk dilayani, tanpa mengesampingkan panjangnya lini antrean.

b. Kedatangan tidak bergantung pada yang mendahului kedatangannya, tetapi rata-rata jumlah kedatangan (tingkat kedatangan) tidak berubah sepanjang waktu.

c. Kedatangan digambarkan oleh distribusi probabilitas Poisson dan datang dari populasi yang takterbatas (atau sangat, sangat besar).

d. Waktu layanan bervariasi dari satu konsumen ke konsumen berikutnya dan tidak bergantung dengan satu yang lainnya, tetapi tingkat rata-rata mereka diketahui.

e. Waktu tunggu terjadi disesuaikan dengan distribusi probabilitas eksponensial yang negatif.

f. Tingkat layanan lebih cepat daripada tingkat kedatangan.

Ketika kita telah menghitung karakteristik operasional atas sistem antrean, sering kali penting untuk melakukan analisis ekonomi atas dampak mereka. Sebagaimana yang kita lihat lebih awal, solusi pada permasalahan antrean akan mensyaratkan manajemen untuk membuat pertukaran di antara kenaikan biaya dalam menyediakan layanan yang lebih baik dengan penurunan biaya tunggu yang berasal dari memberikan layanan tersebut.

2. Model B (M/M/S): Model Antrean Server Multipel

Sekarang beralih ke sistem antrean dengan server multipel (saluran yang multipel) yang dua atau lebih server tersedia untuk menangani para konsumen yang datang. Kita masih mengasumsikan bahwa para konsumen yang menunggu bentuk layanan satu lini tunggal, dan berlanjut pada server pertama yang tersedia. Server yang multipel, lini tunggu fase tunggal banyak ditemukan pada bank-bank saat ini; lini yang umum dibentuk, dan konsumen pada bagian ujung dari antrean dapat berlanjut ke teller pertama yang kosong. Dalam model antrean ini, dapat diasumsikan bahwa layanan yang pertama datang, yang

pertama akan dilayani, dan seluruh server diasumsikan untuk mengerjakan pada tingkat yang sama. Asumsi lainnya terdaftar lebih awal untuk model server tunggal juga diterapkan.

Persamaan antrean untuk model B (yang mana juga memiliki nama teknik M/M/S). Persamaan ini tentu saja lebih kompleks daripada yang digunakan dalam model server tunggal, bahkan mereka digunakan dengan cara yang persis sama dan memberikan tipe informasi yang sama sebagai model yang lebih sederhana.

M	= Jumlah server yang dibuka
λ	= rata-rata tingkat kedatangan
μ	= rata-rata tingkat layanan pada tiap-tiap server (saluran)
<p>Probabilitas yang terdapat 0 orang atau unit di dalam sistem adalah:</p> $= P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \text{ for } M\mu - \lambda$	
<p>Rata-rata jumlah orang atau unit di dalam sistem adalah:</p> $= L_s = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^M}{(M-1)!(M\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$	
<p>Rata-rata waktu unit yang dihabiskan dalam lini tunggu dan sedang diperbaiki (di dalam s sistem) adalah:</p> $= W_s = \frac{\lambda\mu(\lambda/\mu)^M}{(M-1)!(M\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$	

Tabel 2.3 Rumus Model M/M/S

3. Model C (M/D/1): Model Waktu Layanan yang Konstan

Beberapa sistem jasa memiliki waktu layanan yang konstan, bukan terdistribusi secara eksponensial. Ketika para konsumen atau perlengkapan proses sesuai dengan siklus yang tetap, seperti dalam kasus tempat pencucian mobil yang otomatis atau arena taman hiburan, waktu layanan yang konstan

tepat. Karena tingkat konstan adalah pasti, nilai untuk L_q , W_q , L_s dan W_s selalu lebih sedikit daripada besaran mereka dalam model A, yang memiliki tingkat layanan yang variabel. Sesungguhnya, keduanya rata-rata panjang antrean dan rata-rata waktu tunggu dalam antrian dibagi dua dalam Model C. Model C juga memiliki nama teknis M/D/1 dalam referensi model antrean. Berikut adalah formula model layanan yang kontran diberikan:

Rata-rata panjang antrean	$L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)}$
Rata-rata waktu tunggu dalam antrean:	$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)}$
Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem:	$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$

Tabel 2.4 Rumus Model C (M/D/1) $W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$

4. Model D: Model Populasi yang Terbatas

Saat terdapat populasi yang terbatas atas konsumen yang potensial untuk fasilitas layanan, kita harus mempertimbangkan model antrean yang berbeda. Model ini akan digunakan, jika kita sedang mempertimbangkan perbaikan peralatan dalam suatu pabrik yang memiliki 5 mesin. Model populasi yang terbatas memungkinkan beberapa jumlah orang-orang yang memperbaiki (server) yang harus dipertimbangkan. Model ini berbeda dari tiga model antrian yang telah dibahas sebelumnya karena sekarang terdapat hubungan yang saling bergantung antara panjangnya antrean dengan tanggal.

Catatan bahwa mereka mengerjakan notasi yang berbeda daripada Model A, B dan C. Untuk menyederhanakan apa yang merupakan perhitungan atas waktu yang dikeluarkan, tabel antrean yang terbatas telah dikembangkan yang menentukan D dan F. Huruf D merepresentasikan probabilitas mesin memerlukan perbaikan yang harus menunggu dalam lini antrean. Huruf F adalah faktor efisiensi waktu tunggu. Huruf D dan F diperlukan untuk menghitung sebagian besar formula model yang terbatas lainnya.

Faktor Layanan $x = \frac{T}{T+U}$	Jumlah rata-rata unit yang sedang dikerjakan
Rata-rata jumlah yang menunggu	Jumlah rata-rata yang sedang dilayani
Rata-rata waktu tunggu $Wq = \frac{Lq(T+U)}{N-Lq} = \frac{T(1-F)}{XF}$	Jumlah banyaknya: $N + Lq + H$
Catatan	
D = Probabilitas bahwa sebuah unit akan menunggu dalam antrian	N = Jumlah pelanggan potensial
F = Faktor efisiensi	T = Rata-rata waktu layanan
H = Jumlah rata-rata unit yang dilayani	U = Rata-rata diantara ketutuhan unit layanan
J = Jumlah rata-rata unit pesanan yang dikerjakan	Wq = Waktu rata-rata sebuah unit menunggu antrean
Lq = Jumlah rata-rata unit yang menunggu untuk dilayani	X = Faktor layanan
M = Jumlah layanan (Jalur)	

Tabel 2.5 Rumus Model D: Populasi yang Terbatas