

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengelolaan Kapasitas dan Permintaan (*Demand*)

Masalah antrian yang menjadi fokus utama dari penelitian ini tidak bisa dilepaskan dari topik *matching* kapasitas pelayanan (*service capacity*) dengan permintaan atau kebutuhan nasabah (*customer demand*) dalam operasional sehari-hari dalam lingkungan yang dinamis. Tidak seperti produk yang dapat disimpan di gudang, pelayanan (*service*) adalah pengalaman personal yang tidak kasat mata (*intangible*), yang tidak dapat dipindahkan dari satu orang ke orang lainnya. Lebih tepatnya, *service* diproduksi dan dikonsumsi secara simultan. Jika permintaan lebih kecil dari kapasitas, maka terjadi fasilitas dan petugas pelayanan yang *idle*. Lebih sulit lagi, fluktuasi dan variasi dari *service demand* sangat tinggi, dan ditambah lagi dengan kenyataan bahwa budaya dan kebiasaan memperkuat terjadinya fluktuasi tersebut. Contohnya kita rata-rata makan pagi, siang dan malam pada jam-jam yang sama dan berlibur pada waktu yang sama, antara lain waktu Lebaran atau masa libur anak sekolah pada bulan Juni dan Juli. Variasi alamiah dalam *service demand* ini menciptakan kondisi terjadinya *service* yang *idle* pada suatu waktu dan di lain waktu terjadi antrian.

2.1.1. Strategi *Level Capacity* dan *Chase Demand*

Variasi yang sangat tinggi dari permintaan atau kebutuhan (*demand*) pelanggan menciptakan tantangan bagi manajer operasi untuk mengoptimalkan kapasitas pelayanannya. Tantangan ini dapat didekati dengan 2 (dua) strategi umum untuk pengelolaan kapasitas (*capacity management*) yaitu kapasitas tetap (*level capacity*) dan menyesuaikan dengan permintaan (*chase demand*).

Strategi *level capacity* fokus pada mengendalikan (*smoothing*) permintaan untuk memaksimalkan utilisasi dari kapasitas pelayanan yang tetap (*fixed service capacity*). Berbagai alternatif untuk mengelola permintaan dapat diterapkan seperti segmentasi *demand*, memberikan insentif harga, meningkatkan penggunaan waktu sepi (*off-peak*) dan sistem reservasi.

Sebaliknya dengan strategi *chase demand*, fokusnya adalah pada peluang untuk menyesuaikan kapasitas dengan tingkat permintaan. Bentuk paling murni dari strategi ini paling tepat digambarkan dalam kasus *call center*. Call center mengatur jadwal operator teleponnya sesuai dengan perkiraan variasi atau pola jumlah telepon yang masuk.

Kebanyakan bisnis jasa atau pelayanan juga dapat mengakomodasi strategi hibrid atau gabungan antara strategi *level capacity* dengan *chase demand*. Contohnya kapasitas kamar hotel terbatas, namun pengaturan jumlah petugas hotel (*staffing*) dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan *seasonal*.

2.1.2. Strategi Menyesuaikan Kapasitas dengan Permintaan (*Chase Demand Strategy*)

Pengelolaan atau perencanaan kapasitas menjadi konteks dari penelitian ini. Hal ini dilakukan untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan solusi yang dihasilkan dengan fokus pada *chase demand strategy* yaitu peluang untuk menyesuaikan kapasitas dengan tingkat permintaan atau kebutuhan nasabah. Pemilihan fokus ini didasarkan pada pemahaman atas bisnis bank XYZ yang memang memilih untuk fokus sebagai *transaction bank* serta kemungkinan alternatif solusi yang dapat diberikan sesuai dengan kondisi dan perilaku nasabah Bank XYZ. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa rekomendasi yang dihasilkan merupakan hibrid atau gabungan antara *chase demand strategy* dengan *level capacity strategy*.

Kapasitas pelayanan didefinisikan sebagai tingkat atau *level output* yang dapat dicapai per unit waktu, contohnya transaksi per hari per *teller* bank yang sibuk (*busy*). Selain itu kapasitas juga dapat dikaitkan dengan fasilitas pendukung, seperti jumlah kamar di hotel atau jumlah tempat duduk dalam pesawat terbang. Dalam perusahaan penerbangan contohnya, kapasitas dapat dibatasi oleh berbagai faktor antara lain jumlah pintu bandara (*gates*) yang tersedia. Contoh ini juga menggambarkan tantangan umum yang dihadapi oleh operasi pelayanan (*service operation*) yaitu mengelola kapasitas di lokasi yang berbeda-beda dengan tepat.

Bagi kebanyakan bisnis pelayanan, permintaan atau kebutuhan pelanggan (*demand*) tidak dengan mudah dapat dikendalikan dan dikelola dengan efektif.

Contohnya di *call center*, volume paling tinggi (*peak*) umumnya terjadi pada menjelang tengah hari dan mencapai titik terendah pada sore hari. Belum ada dan tampaknya akan sangat sulit mendapatkan upaya pengelolaan *demand* yang dapat mengubah pola ini secara signifikan. Dengan demikian, satu-satunya kontrol yang dapat dilakukan adalah melalui penyesuaian kapasitas pelayanan dengan *demand*.

Beberapa strategi dapat digunakan untuk pengaturan kapasitas ini, antara lain shift petugas (*workshift scheduling*), penggunaan staf paro-waktu (*part-time employees*), menciptakan petugas multifungsi melalui *cross-training*, meningkatkan keterlibatan pelanggan dan *sharing* kapasitas dengan perusahaan lain. Ide-ide dasar ini dapat dikembangkan lagi dan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi masing-masing perusahaan.

2.2. Mengelola Antrian

Mengantri sudah menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Suka atau tidak suka, dalam banyak aktivitas sehari-hari kita mau tidak mau harus mengantri. Orang yang mengantri seringkali memandang bahwa waktu yang digunakan untuk mengantri ada harganya (*cost of waiting*). Walaupun mengantri memiliki beberapa interpretasi ekonomi, namun harga (*cost*) yang sebenarnya sulit untuk dihitung. Oleh karena itu pilihan (*trade-off*) antara biaya mengantri (*cost of waiting*) dengan biaya untuk menyediakan pelayanan (*providing service*) jarang dapat diuraikan secara eksplisit. Walaupun demikian penyedia layanan harus mempertimbangkan aspek fisik (*physical*), perilaku (*behavioral*), dan ekonomi dari pengalaman pelanggan mengantri, dalam proses pengambilan keputusannya.

2.2.1. Aspek Ekonomi dari Mengantri

Biaya atau harga mengantri (*economic cost of waiting*) dapat dipandang dari 2 (dua) perspektif. Bagi perusahaan, biaya atau harga dari karyawan yang mengantri (sebagai *internal customer*) dapat diukur dari gaji yang dibayarkan pada periode waktu mereka mengantri atau tidak produktif. Bagi *external customer*, biaya mengantri adalah uang atau pendapatan yang bisa dihasilkan dari alternatif penggunaan waktu yang digunakan untuk mengantri. Dapat ditambahkan juga dari

biaya ini adalah harga atau biaya kebosanan, kecemasan dan *stress* psikologis lainnya yang ditimbulkan dari mengantri.

Dalam lingkungan persaingan yang semakin tinggi, antrian yang lama atau bahkan ekspektasi akan mengantri lama dapat mengarah kepada peluang bisnis atau *sales* yang hilang. Seberapa sering kita menuju ke kantor bank pada saat istirahat makan siang, melihat antrian yang panjang, dan memutuskan untuk tidak jadi membuka rekening? Salah satu strategi untuk menghindari hilangnya peluang bisnis ini adalah dengan mengaburkan atau menutupi antrian dari pelanggan yang datang. Contohnya dengan mengalihkan pelanggan ke bar dalam kasus antrian di restoran, atau membayar tiket masuk di luar arena hiburan dalam kasus *Disneyland* sehingga orang tidak dapat melihat antrian yang terjadi di dalam.

Konsumen dapat dijadikan sumber daya (*resource*) yang potensial untuk diajak bekerja sama dalam proses pelayanan (*service process*). Contohnya pasien yang menunggu dokter dapat diminta untuk mengisi form riwayat kesehatan terlebih dulu sehingga menghemat waktu dokter (sebagai *service capacity*). Waktu menunggu juga dapat digunakan untuk memberikan edukasi kepada pasien mengenai kebiasaan hidup sehat, antara lain melalui poster-poster dan film yang dipasang di ruang tunggu dokter. Contoh lain adalah restoran yang pada umumnya cukup inovatif dalam upaya melibatkan pelanggan dalam proses pelayanan. Setelah menyerahkan pesanan kepada pelayan restoran, kita akan diminta menuju *salad bar* untuk memilih dan menyiapkan sendiri *salad*, yang dimakan selama kita menunggu pesanan makanan siap disajikan.

Pelanggan yang menunggu dapat dipandang sebagai kontribusi terhadap produktivitas yaitu melalui utilisasi yang lebih besar terhadap kapasitas yang terbatas. Antrian dapat dianalogikan dengan persediaan *work-in-process* dalam perusahaan manufaktur. Perusahaan jasa pelayanan pada dasarnya meng-inventorikan pelanggan untuk meningkatkan efisiensi proses secara keseluruhan. Dalam sistem *service*, utilisasi yang lebih tinggi dari fasilitas pelayanan dibeli dengan harga pelanggan mengantri. Contoh paling gamblang dapat dilihat pada pelayanan umum seperti puskesmas atau kantor-kantor pemerintah, dimana utilisasi yang tinggi dicapai melalui antrian yang panjang.

2.2.2. Sistem Antrian

Antrian adalah barisan orang yang menunggu untuk dilayani. Antrian bisa saja tidak berupa fisik nyata orang berbaris, tapi dapat berupa orang yang sedang menunggu atau di-”hold” oleh operator telepon *call center*. *Stereotype* dari antrian adalah orang berdiri dalam barisan menunggu untuk dilayani. Hal ini masih terlihat di *counter* kasir di supermarket atau *teller* di bank.

Pada dasarnya sistem antrian dapat terjadi dalam berbagai variasi bentuk. Beberapa variasi yang ada antara lain pelayanan tidak selalu 1 *customer* per pelayan (*server*) tapi bisa juga dalam bentuk *bulk service* atau sekaligus banyak, misalnya sistem transportasi seperti bis, pesawat terbang dan elevator. Selain itu konsumen tidak selalu harus pergi ke tempat pelayanan, dalam beberapa sistem *server* yang mendatangi konsumen, contohnya ambulans dan pemadam kebakaran.

Dalam setiap sistem pelayanan, antrian terbentuk apabila permintaan (*demand*) saat itu melebihi kapasitas pelayanan yang ada. Hal ini terjadi pada saat pelayan (*server*) sedang sibuk sehingga pelanggan atau konsumen yang datang tidak dapat dilayani dengan segera. Situasi tersebut hampir dapat dipastikan terjadi pada semua sistem karena kedatangan terjadi pada waktu yang sangat bervariasi, demikian juga dengan waktu pelayanan.

Menunggu atau mengantri sudah menjadi bagian dari keseharian semua orang, dan dapat menghabiskan waktu yang sangat banyak. Contohnya sehari-hari kita menunggu atau berhenti di beberapa lampu merah, menunggu orang yang kita hubungi menjawab telepon, menunggu makanan disajikan di restoran, menunggu *lift*, menunggu di kasir supermarket dan seterusnya. Jadi, jika menunggu sudah menjadi bagian dari hidup kita sehari-hari, mengapa hal ini masih menyebabkan kekesalan bahkan kemarahan?

2.2.3. Psikologi Antrian

Maisters (1985) memberikan 2 (dua) hukum pelayanan (*Laws of Service*), yaitu :

1. Ekspektasi pelanggan versus persepsinya

Jika pelanggan menerima pelayanan yang lebih baik dari ekspektasinya, maka pelanggan akan pulang dengan senang, puas dan pelayanan mendapatkan benefit

dari *trickle-down effect* (pelanggan yang puas dan senang akan memberitahu teman-temannya tentang pelayanan baik yang dia terima). Namun perlu dicatat bahwa efek *trickle-down* dapat terjadi sebaliknya : reputasi jelek juga dapat terjadi karena efek ini.

2. Sulit untuk memainkan "catch-up ball"

Artinya adalah *first impression* dapat mempengaruhi keseluruhan pengalaman pelayanan (*service experience*). Jadi, jika pelanggan terpaksa harus menunggu maka buatlah waktu menunggu tersebut menyenangkan.

Untuk merealisasikan hukum pelayanan yang kedua, yang hampir seperti "*mission impossible*" ini – membuat pelanggan menunggu dengan senang dan tetap produktif – maka pengelolaan pelayanan (*service management*) harus mempertimbangkan beberapa aspek psikologis dari mengantri sebagai berikut.

- *That old empty feeling*

Pada umumnya orang tidak menyukai waktu kosong. Waktu kosong membuat kita tidak dapat mengerjakan aktivitas produktif lainnya. Seringkali secara fisik juga tidak nyaman, membuat kita merasa tidak berdaya dan bergantung pada orang yang melayani kita, yang seringnya kita anggap tidak peduli, dan yang lebih buruk lagi perasaan ini seakan-akan tidak ada habisnya. Dengan demikian tantangan bagi perusahaan pelayanan sangat jelas : mengisi waktu menunggu ini dengan cara yang positif. Mungkin hanya membutuhkan sedikit usaha, seperti dengan perabot atau warna cat di ruang tunggu yang menimbulkan perasaan nyaman dan gembira. Atau memasang cermin di elevator sehingga orang dapat mengecek penampilan mereka atau mengamati orang lain di *lift* dengan tidak mencolok.

- *A foot in the door*

Seperti yang telah disebutkan di atas, beberapa cara mengalihkan perhatian dilakukan hanya untuk membuat menunggu dirasakan tidak terlalu lama dan ada juga yang malahan memberikan benefit tambahan bagi perusahaan. Lebih mudah membuat pelanggan yang puas yang menjadi pelanggan yang menguntungkan (*profitable*) dibandingkan dengan pelanggan yang kurang puas. Maisters menekankan bahwa pengalihan yang masih berkaitan dengan pelayanan atau "*service-related*" seperti meminta calon pasien mengisi form sejarah kesehatan,

memberikan perasaan seakan-akan pelayanan telah dimulai. Dalam kenyataannya orang umumnya dapat mentoleransi waktu menunggu, dalam batas yang wajar, asalkan mereka merasa bahwa pelayanan sudah dimulai dibandingkan dengan batas toleransi mereka jika pelayanan belum dimulai sama sekali. Pandangan lain adalah bahwa pelanggan lebih cepat merasa tidak puas atau kesal pada saat menunggu service dimulai dibandingkan dengan menunggu yang dilakukan setelah *service* “seakan-akan” sudah dimulai.

- *The light at the end of the tunnel*

Ada banyak kecemasan yang muncul sebelum *service* dimulai. Apa saya dilupakan? Apakah pesanan saya sudah diterima? Antriannya seperti tidak bergerak, kapan saya dilayani? Kalau nomor saya dipanggil pada saat saya di kamar kecil, apakah saya menjadi kehilangan giliran? Kapan petugas perbaikan datang? Apakah dia datang? Baik yang rasional maupun yang tidak, kecemasan dapat menjadi faktor paling besar dalam mempengaruhi pelanggan yang sedang mengantri.

Manajer harus mengenali kecemasan-kecemasan ini dan mengembangkan strategi untuk menguranginya. Hal ini mudah untuk beberapa kasus, misalnya dengan menempatkan petugas penerima tamu yang mencatat kedatangan atau memberikan informasi berapa lama lagi harus menunggu, baik dengan informasi lisan maupun dalam bentuk papan petunjuk (*signage*).

- *Excuse me, but I was next*

Waktu menunggu yang tidak jelas dan tidak pasti dapat menimbulkan kecemasan dan seperti yang telah disebutkan sebelumnya dapat menimbulkan kemarahan atau kekesalan pelanggan. Jika pelanggan melihat ada orang lain yang datang lebih belakang dilayani lebih dulu, maka kecemasan ini dapat berubah dengan cepat menjadi kemarahan karena merasa diperlakukan tidak adil. Hal ini dapat berbahaya atau tidak menguntungkan bagi suasana pelayanan, dan umumnya yang menjadi target kemarahan adalah yang melayani saat itu (*server* atau *service provider*). Untuk menghindari hal ini, beberapa hal umum yang diterapkan adalah sistem *first come first serve* dan antrian tunggal (*single queue*), seperti yang saat ini banyak digunakan di bank dan *check-in* pesawat.

Secara lebih lengkap, dengan menggabungkan dari beberapa sumber, termasuk teori Maisters di atas, terdapat juga *Ten Propositions on the Psychology of Waiting Lines* (Lovelock, 2007, p.280) :

1. *Unoccupied time feels longer than occupied time*
2. *Pre- and postprocess waits feel longer than in-process wait*
3. *Anxiety makes wait seem longer*
4. *Uncertain waits are longer than known, finite waits*
5. *Unexplained waits are longer than explained waits*
6. *Unfair waits are longer than equitable waits*
7. *The more valuable the service, the longer people will wait*
8. *Solo waits feel longer than group waits*
9. *Physically uncomfortable waits feel longer than comfortable waits*
10. *Unfamiliar waits seem longer than familiar ones*

Chase dan Dasu (2001) menggunakan ilmu perilaku (*behavioral science*) yaitu *sequence effects*, *duration effects* dan *rationalization effects* yang dapat diterapkan dalam memperbaiki dan meningkatkan pelayanan sehingga menghasilkan 5 prinsip sebagai berikut :

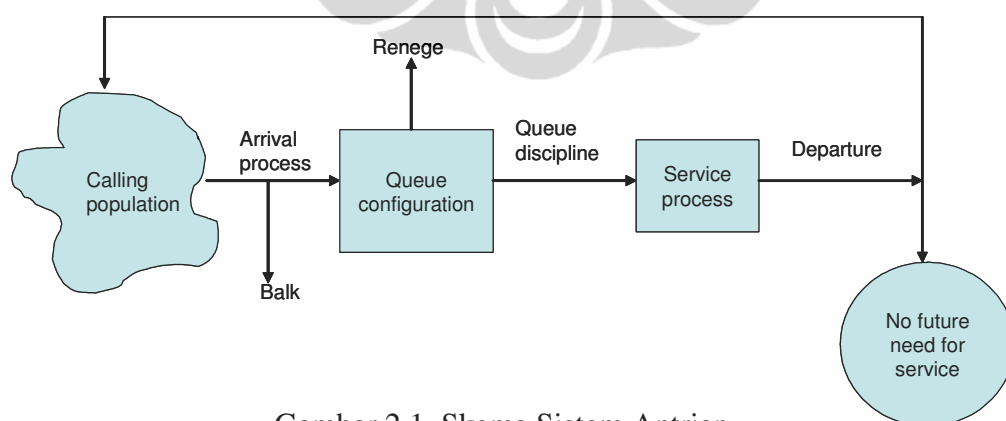
1. *Finish strong* : akhir dari pelayanan jauh lebih penting daripada awal karena itulah pengalaman yang melekat kuat dalam memori pelanggan. Implikasinya adalah pelayanan lebih baik dimulai dengan biasa atau standar saja dan diakhiri dengan akhir yang baik.
2. *Get the bad experiences out of the way early* : jika ada urutan kejadian yang hasilnya ada yang baik dan ada yang buruk, maka orang cenderung untuk memilih kejadian yang buruk terjadi lebih dulu. Implikasinya adalah jika terpaksa lebih baik memberitahukan berita buruk sejak awal dan segera berupaya menyingkirkannya dari ingatan nasabah dengan memberikan *service recovery* yang baik.
3. *Segment the pleasure, combine the pain* : pengalaman akan terasa lebih lama jika dibagi menjadi beberapa segmen, sehingga implikasinya adalah dalam pelayanan adalah membagi pengalaman baik menjadi beberapa tahap dan menyatukan beberapa pengalaman buruk menjadi satu tahapan.

4. *Build commitment through choice* : orang cenderung lebih senang dan lebih nyaman jika mereka percaya bahwa mereka memiliki kontrol atas proses tersebut. Penerapannya dalam pelayanan antara lain pilihan untuk kembali kepada antrian sisir dibandingkan dengan antrian ular di beberapa bank sehingga mereka dapat memilih *teller* yang mereka inginkan.
5. *Give people rituals and stick to them* : orang menemukan kenyamanan dalam aktivitas yang berulang dan sudah dikenali atau familier.

Ilmu perilaku dan psikologi yang diterapkan dalam pelayanan yang telah disebutkan di atas menjadi dasar dari beberapa inovasi dalam pelayanan seperti yang telah diterapkan di banyak perusahaan jasa besar di dunia, misalnya *Disneyland*. Pemahaman tentang fenomena mengantri sangat diperlukan sebelum pendekatan-pendekatan kreatif dilakukan terhadap pengelolaan sistem pelayanan diterapkan. Perhatian terhadap implikasi perilaku dari pelanggan yang menunggu menunjukkan bahwa persepsi dari mengantri atau menunggu seringkali lebih penting dari waktu mengantri yang sesungguhnya.

2.2.4. Komponen Utama dari Sistem Antrian

Gambar 2.1 menggambarkan komponen-komponen utama dari antrian yaitu *calling population*, *arrival process*, *queue configuration*, *queue discipline* dan *service process*.



Gambar 2.1. Skema Sistem Antrian

Sumber gambar : Fitzsimmons, 2008, p.300

Customer berasal dari *calling population*. Kecepatan atau laju kedatangan *customer* ditentukan oleh *arrival process*. Jika petugas pelayanan sedang *idle*, maka

customer akan segera dilayani; jika tidak maka *customer* akan masuk ke dalam antrian (*queue*) dengan berbagai konfigurasi. Pada titik ini *customer* dapat *balk* (memutuskan tidak mengantri) karena melihat antrian yang panjang atau bergerak lambat dan mencari tempat pelayanan sejenis yang lain. *Customer* yang lain, setelah masuk dalam antrian, dapat memutuskan untuk meninggalkan antrian (*renege*) sebelum dilayani. Jika petugas pelayanan sudah selesai memberi pelayanan, maka *customer* yang ada di antrian mulai dilayani. Pemilihan atau kebijakan pemilihan *customer* mana di antrian yang akan dilayani disebut *queue discipline*. *Service facility* dapat terdiri dari satu atau lebih petugas pelayanan, atau susunan yang lebih kompleks yaitu dalam serial atau paralel. Setelah *service* selesai diberikan, *customer* meninggalkan *facility*. Pada saat itu *customer* dapat memutuskan untuk kembali lagi atau tidak mau kembali lagi.

Pemahaman dari setiap komponen dari sistem antrian dapat memberikan masukan dalam menentukan pilihan manajemen terhadap keputusan atau kebijakan dalam meningkatkan pelayanan pelanggan (*customer service*).

2.3. Perencanaan Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan untuk memberikan pelayanan dalam suatu periode waktu tertentu. Kapasitas ditentukan dari sumber daya yang tersedia dalam perusahaan dalam bentuk fasilitas, peralatan, dan tenaga pekerja atau petugas pelayanan. Perencanaan kapasitas merupakan proses menentukan jenis dan jumlah sumber daya yang diperlukan untuk mengimplementasikan rencana kerja bisnis perusahaan. Tujuan dari perencanaan kapasitas adalah untuk menentukan tingkat kapasitas yang tepat dalam bentuk gabungan fasilitas, peralatan dan tenaga kerja yang diperlukan untuk dapat memenuhi permintaan.

Perencanaan kapasitas merupakan tantangan bagi perusahaan jasa karena sifat alamiah dari operasi jasa adalah sistem terbuka (*open system*) sehingga tidak mampu menciptakan aliran aktivitas yang tetap (*steady*) sehingga kapasitas dapat digunakan maksimal. Pelanggan dapat sangat berfluktuasi dan waktu pelayanan untuk masing-masing pelanggan juga bisa sangat bervariasi. Karena ketidakmampuan *service* untuk mengendalikan permintaan, maka kapasitas

umumnya diukur dengan definisi *input* (misalnya jumlah kamar hotel) dibandingkan dengan *output* (misalnya hari menginap), untuk kasus pelayanan hotel.

Dengan demikian tidak dapat diragukan lagi keputusan kapasitas dalam industri pelayanan mempunyai nilai yang sangat strategis. Kegagalan dalam perencanaan kebutuhan kapasitas jangka pendek, seperti *staffing* pada saat jam makan siang, dapat membuat pelanggan pindah ke kompetitor. Ini terutama terjadi pada *service* yang dapat dengan mudah dicari penggantinya, misalnya restoran.

2.4. Model Antrian

Ada banyak model antrian. Penelitian ini menggunakan model antrian yang dibuat berdasarkan teori antrian yang dikembangkan pertama kali oleh A.K. Erlang dan peneliti-peneliti selanjutnya, antara lain D.G. Kendall, yaitu yang mengklasifikasikan antrian dalam bentuk notasi A/B/C. Notasi ini mengidentifikasi 3 fitur antrian yaitu A untuk distribusi waktu antar kedatangan (*interarrival time*), B untuk distribusi waktu pelayanan (*service time*), dan C untuk jumlah dari pelayan (*server*) paralel.

Simbol A dan B menunjukkan distribusi dari *arrival* dan *service rate* yang terdiri dari :

- M = distribusi eksponensial (Markovian) untuk *interarrival* atau *service time* (ekuivalen dengan distribusi Poisson untuk *arrival* atau *service rate*)
- D = distribusi konstan (Degenerate) untuk *interarrival* atau *service time*
- G = distribusi General untuk *interarrival* atau *service time*

Penentuan dari model antrian yang digunakan ditentukan oleh asumsi-asumsi yang mendasari masing-masing model antrian. Kegunaan dari model analitis ini untuk situasi tertentu dibatasi oleh asumsi-asumsi tersebut. Jika asumsi tersebut tidak sesuai untuk aplikasi tertentu, maka biasanya digunakan simulasi komputer. Beberapa aplikasi komputer dapat digunakan untuk melakukan simulasi antrian yang tidak dapat diakomodasi dengan model antrian ini.

2.4.1. Model Standar M/M/c

Sesuai dengan ruang lingkup penelitian ini, maka pembahasan model antrian dibatasi hanya pada *Multichannel Queuing Model with Poisson Arrivals and Exponential Service Times (M/M/c)*, yang digunakan sebagai alat bantu perhitungan kebutuhan *teller* dalam penelitian ini. Arti dari simbol model antrian M/M/c adalah :

- M (1) = distribusi dari *interarrival time* adalah distribusi eksponensial atau ekuivalen dengan distribusi Poisson untuk laju kedatangan (*arrival rate*)
- M (2) = distribusi dari *service time* adalah distribusi eksponensial atau ekuivalen dengan distribusi Poisson untuk laju pelayanan (*service rate*)
- c = jumlah atau banyaknya pelayan (*server*) yang bekerja paralel

Ketiga simbol di atas juga menunjukkan asumsi-asumsi dari model antrian M/M/c.

Simbol dan rumus yang digunakan dalam model antrian M/M/c adalah sebagai berikut :

n = jumlah nasabah dalam sistem

λ = rata-rata (*mean*) dari laju kedatangan nasabah (*arrival rate*)

μ = rata-rata (*mean*) dari laju pelayanan per *teller* yang sibuk (*service rate per busy teller*)

c = jumlah *teller*

ρ/c = laju utilisasi (*utilization rate*), yaitu probabilitas pelayan sedang memberikan pelayanan. Laju utilisasi berada antara 0 dan 1. Agar rumus ini dapat digunakan, maka laju utilisasi harus lebih kecil dari 1.

Catatan : untuk kebutuhan pembahasan penelitian, ρ/c disingkat dengan ρ saja.

P_0 = probabilitas tidak ada satu orang pun dalam sistem (*idle time*)

$P(n \geq c)$ = probabilitas jumlah nasabah dalam sistem lebih besar/ sama dengan c

L_q = jumlah nasabah dalam antrian

L_s = jumlah nasabah dalam sistem

W_q = rata-rata waktu dalam antrian

W_s = rata-rata waktu dalam sistem

W_b = rata-rata waktu antrian dalam sistem yang sibuk

$P(W_q > t)$ = probabilitas terjadinya waktu dalam antrian lebih besar dari t satuan waktu

Rumus dari model antrian M/M/c adalah sebagai berikut :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (5.1)$$

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{i=0}^{c-1} \frac{\rho^i}{i!} \right] + \frac{\rho^c}{c!(1-\rho/c)}} \quad (5.2)$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} P_0 & \text{for } 0 \leq n \leq c \end{cases} \quad (5.3)$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} P_0 & \text{for } n \geq c \end{cases} \quad (5.4)$$

$$P(n \geq c) = \frac{\rho^c \mu c}{c!(\mu c - \lambda)} P_0 \quad (5.5)$$

$$L_s = \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} P_0 + \rho \quad (5.6)$$

$$L_q = L_s - \rho \quad (5.7)$$

$$L_b = \frac{L_q}{P(n \geq c)} \quad (5.8)$$

$$W_s = \frac{L_q}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \quad (5.9)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (5.10)$$

$$W_b = \frac{W_q}{P(n \geq c)} \quad (5.11)$$

Rumus dari model antrian M/M/c tersebut di atas dimasukkan dalam *template Excel* untuk digunakan sebagai alat bantu perhitungan kebutuhan kebutuhan *teller* dan pengukuran *output waiting time* untuk kebutuhan penelitian ini.