

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Operasional

Manajemen operasional adalah sub manajemen dari beberapa jenis sub manajemen lainnya, seperti manajemen pemasaran, manajemen keuangan, manajemen sumber daya manusia dan manajemen operasional yang lebih terfokus pada pengorganisasian yang bertanggungjawab untuk menghasilkan produk (barang dan jasa).

Manajemen operasional merupakan suatu bentuk dari pengelolaan yang optimal dan menyeluruh, sebagai proses transformasi *input* (manusia, mesin, modal, dan manajemen) menjadi *ouput* (barang dan jasa) yang dapat memberikan keuntungan dan meningkatkan nilai (*value*). Namun manajemen operasi juga mempunyai proses dalam pengendalian kualitas yang bertujuan agar penyampaian terhadap nilai tersebut sesuai dengan keinginan yang ada. Sehingga dalam upaya meningkatkan nilai (*value*) segala usaha yang tidak mendukung dalam meningkatkan nilai dan keuntungan harus dihilangkan.

Selanjutnya, secara definisi manajemen operasi adalah sebagai penanggung jawab dalam sebuah organisasi yang mengurus persoalan produksi barang dan jasa. Dalam hal ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Pertama, fungsi manajemen operasional, yakni dalam hal pengambilan keputusan mengenai

kebutuhan-kebutuhan operasional. Kedua, manajemen operasional harus memperhatikan mengenai sistem, Ketiga adalah mengenai hak pengambilan keputusan dalam sebuah manajemen operasional.

Sebagaimana diketahui pengambilan keputusan adalah hal terpenting bagi seseorang agar dapat bersikap tegas dan tepat. Pengambilan keputusan sangat penting untuk memulai suatu usaha yang akan kita buat. Lancarnya manajemen operasional yang akan dijalankan tergantung pada pengambilan keputusan yang tepat atau tidak. Oleh karena itu manajemen operasional sangat erat kaitannya dengan pengambilan keputusan seorang pemimpin operasional.

Seorang manajer operasi memiliki tugas dalam menjalankan manajemen operasional yaitu, untuk melaksanakan segala fungsi yang berhubungan dengan proses manajemen, mencakup perencanaan atau *planning*, pengorganisasian atau *organizing*, pengaturan dan pengelompokan dari tenaga kerja dan *staff*, serta bertanggung jawab sebagai pemimpin dan juga pengendali. Beberapa tanggung jawab dari seorang manajer operasional adalah untuk menghasilkan produk berupa barang dan jasa yang dapat mendatangkan keuntungan bagi perusahaan, dapat mengambil keputusan yang berhubungan dengan fungsi operasi dan juga sistem transformasi, mengambil keputusan yang didasarkan dari fungsi operasional.

2.1.1 Pengertian Manajemen Operasi

Terdapat beberapa pengertian manajemen operasional yang dijelaskan oleh beberapa ahli, diantaranya adalah:

Manajemen operasi menurut (Sofjan Assauri 2008:19) “Manajemen Operasi merupakan proses pencapaian dan pengutilitasasian sumber-sumber daya untuk memproduksi atau menghasilkan barang dan jasa yang berguna sebagai usaha untuk mencapai tujuan dan sasaran organisasi.

Menurut Heizer dan Render (2006:4) “Manajemen operasi adalah serangkaian aktivitas yang menghasilkan nilai dalam bentuk barang dan jasa dengan mengubah *input* menjadi *output*.”

Richards B. Chase, Nicholas J. Aquilano dan F. Robert Jacobs (2006:60) “Manajemen operasi didefinisikan sebagai desain dan pengembangan dari sebuah sistem yang menciptakan dan mendistribusikan produk-produk dan jasa-jasa yang dihasilkan oleh perusahaan.”

Lee J. Krajewski dan Larry P. Ritzman (2005:3) menyatakan bahwa: “Manajemen operasi adalah suatu bagian dari tipe organisasi yang sangat penting karena hanya melalui keberhasilan pengelolaan manusia, modal, dan material sebuah organisasi dapat mencapai tujuannya.”

Berdasarkan pendapat para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa manajemen operasi adalah suatu ilmu manajemen proses yang didesain untuk mengontrol proses-

proses dalam memproduksi barang dan jasa dimana proses tersebut dimulai dari *input* menjadi *output*.

2.1.2 Ruang Lingkup Manajemen Operasi

Ruang lingkup manajemen operasi menurut Heizer yang diterjemahkan oleh Sofjan Assauri (2008: 39) yaitu :

1. Manajemen Kualitas

Manajemen kualitas merupakan manajemen seluruh organisasi secara terpadu dan mencakup segala aspek mengenai barang dan jasa yang penting bagi konsumen.

2. Jasa dan Desain Produk

Dalam melakukan desain ini ditujukan untuk kelompok yang melakukan rekayasa terhadap produk dan jasa yang menghasilkan suatu nilai dan keandalan dalam produksi.

3. Proses dan Desain Kapasitas

Proses tambahan yang tersedia atas produk dan jasa. Keputusan atas proses tersebut berhubungan dengan komitmen manajemen pada teknologi yang spesifik, kualitas, penggunaan sumber daya manusia, dan pemeliharaan.

4. Lokasi

Fasilitas lokasi memberikan keputusan untuk perusahaan manufaktur dan organisasi jasa yang menjelaskan tentang kesuksesan yang baik untuk perusahaan.

5. Desain Tata Letak

Merupakan salah satu keputusan yang menentukan efisiensi operasi perusahaan dalam waktu dan jangka panjang.

6. Sumber Daya Manusia dan Desain Pekerjaan

Merupakan orang yang terdapat didalamnya dan bagian yang sangat khusus dari suatu desain total sistem.

2.2 Pengertian Jasa

Pada umumnya produk dapat diklasifikasikan dengan berbagai jenis. Salah satu jenis yang banyak digunakan adalah klasifikasi berdasarkan daya tahan atau berwujud tidaknya suatu produk. Berdasarkan kriteria ini, terdapat tiga kelompok produk, yaitu:

a. Barang tidak tahan lama (*nondurable goods*)

Barang tidak tahan lama adalah barang berwujud yang biasanya habis dikonsumsi dalam satu atau beberapa kali pemakaian. Atau dengan kata lain umur ekonomisnya lebih dari satu tahun. Contohnya: sabun, minuman dan makanan ringan.

b. Barang tahan lama (*surable goods*)

Barang tahan lama adalah barang berwujud yang biasanya bisa bertahan lama dan memiliki umur ekonomis lebih dari satu tahun. Contohnya antara lain TV, kulkas, mobil, komputer, dan lain-lain.

c. Jasa (*services*)

Jasa merupakan aktivitas, manfaat, atau kepuasan yang ditawarkan untuk dijual. Contohnya bank, salon kecantikan, kursus keterampilan, hotel, rumah sakit, dan sebagainya.

Jasa sering dipandang sebagai suatu fenomena yang rumit. Kata jasa itu sendiri mempunyai banyak arti, mulai dari pelayanan perseorangan (*personal service*) sampai jasa sebagai suatu produk. Sejuah ini sudah banyak pakar pemasaran jasa yang telah berusaha mendefinisikan pengertian jasa. Berikut ini adalah beberapa diantaranya.

Pengertian jasa menurut Kotler (2000:428) mengemukakan pengertian jasa sebagai berikut: “Jasa adalah setiap tindakan atau kinerja yang ditawarkan oleh satu pihak ke pihak lain yang secara prinsip tidak berwujud dan tidak menyebabkan perpindahan kepemilikan. Produksi jasa dapat terkait atau tidak terkait pada suatu produk fisik.”

Selanjutnya Zeithaml dan Bitner (2000:3) mengemukakan definisi jasa adalah “Jasa pada dasarnya adalah seluruh aktivitas ekonomi dengan *output* selain produk dalam pengertian fisik, dikonsumsi dan diproduksi pada saat bersamaan, memberikan nilai tambah dan secara prinsip tidak berwujud (*intangible*) bagi pembeli pertamanya.”

Berdasarkan beberapa definisi diatas maka, jasa pada dasarnya adalah sesuatu yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Sesutu yang tidak berwujud, tetapi dapat memenuhi kebutuhan konsumen.
- b. Proses produksi jasa dapat menggunakan atau tidak menggunakan bantuan suatu produk fisik.
- c. Jasa tidak mengakibatkan peralihan hak atau kepemilikan.
- d. Terdapat interaksi antara penyedia jasa dengan pengguna jasa. (Ratih Hurriyati,2005:27-28)

Tampak jelas bahwa didalam jasa selalu ada aspek interaksi antara pihak konsumen dan pemberi jasa, meskipun pihak-pihak yang terlibat tidak selalu menyadari. Jasa juga bukan merupakan barang, jasa adalah suatu proses atau aktivitas, dan aktivitas-aktivitas tersebut tidak berwujud.

2.2.1 Konsep Jasa

Penawaran suatu perusahaan kepada pasar biasanya mencakup beberapa jenis jasa. Komponen jasa ini merupakan bagian kecil ataupun bagian utama atau pokok dari keseluruhan penawaran tersebut. Pada kenyataannya penawaran dapat bervariasi dari dua kutub ekstrim, yaitu murni berupa barang pada satu sisi dan jasa murni dibedakan menjadi lima kategori (Kotler, 1997:83).

a. Produk fisik murni

Penawaran semata-mata hanya terdiri atas produk fisik, misalnya sabun mandi, pasta gigi, atau sabun cuci, tanpa ada jasa pelayanan yang menyertai produk tersebut.

b. Produk fisik dengan jasa pendukung

Pada kategori ini, penawaran terdiri atas suatu produk fisik yang disertai dengan satu atau beberapa jasa untuk meningkatkan daya tarik pada konsumennya. Misalnya, produsen mobil harus memberikan penawaran yang jauh lebih banyak dari hanya sekedar mobil saja, yaitu bisa meliputi jasa pengantaran, reparasi, pemasangan suku cadang, dan sebagainya. Dalam kategori ini, jasa dapat pula didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan perusahaan kepada konsumen yang membeli produknya.

c. *Hybrid*

Penawaran terdiri dari barang dan jasa yang besar porsinya sama.

d. Jasa utama yang didukung dengan barang dan jasa minor

Penawaran terdiri atas suatu jasa pokok bersama-sama dengan jasa tambahan (pelengkap) dan atau barang-barang pendukung. Contohnya penumpang pesawat yang membeli jasa transportasi. Selama menempuh perjalanan menuju tempat tujuan, ada beberapa unsur produk fisik yang terlibat, seperti makanan dan minuman, juga majalah yang disediakan.

e. Jasa murni

Penawaran hampir seluruhnya berupa jasa. Misalnya, fisioterapi, konsultasi, psikologi, pemijitan, dan lain-lain.

Sebagai akibat bauran barang dan jasa yang berbeda-beda, sulit untuk menggeneralisasikan jasa, kecuali dengan perbedaan-perbedaan lebih lanjut. Namun, sejumlah generalisasi tampaknya dapat digunakan, yaitu sebagai berikut.

- a. Jasa dapat dibedakan apakah berbasis barang (pencuci mobil otomatis, mesin penjual) atau berbasis orang (mencuci jendela, jasa akuntansi)
- b. Beberapa jenis jasa mengharuskan kehadiran klien. Jika klien harus hadir, penyedia jasa harus memperhatikan kebutuhannya.
- c. Jasa berbeda dalam memenuhi kebutuhan perseorangan atau kebutuhan bisnis
- d. Penyedia jasa berbeda dalam tujuannya, yaitu laba atau nirlaba dan kepemilikan, yaitu swasta atau masyarakat. Kedua karakteristik ini, jika digabungkan menghasilkan empat jenis organisasi jasa yang cukup berbeda.

2.2.2 Karakteristik Jasa

Sifat-sifat khusus jasa menyatakan bahwa “diberikan oleh suatu pihak kepada pihak lain yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan terjadinya perpindahan kepemilikan” perlu diperhatikan dan dipertimbangkan dalam merancang program pemasaran. Menurut Kotler (2000: 429), jasa memiliki empat karakteristik utama yaitu tidak berwujud (*Intagibility*), tidak dapat dipisahkan

(*Inseparability*), Bervariasi (*Variability*) dan tidak tahan lama (*Perishability*) yang sangat mempengaruhi rancangan program pemasaran yaitu sebagai berikut:

1. Tidak Berwujud (*Intangibility*)

Jasa berbeda dengan hasil produksi perusahaan. Jasa tidak dapat dilihat, diraba, dirasa, didengar, dicium sebelum jasa itu dibeli. Benda atau barang yang kita beli atau yang kita gunakan sehari-hari adalah sebuah objek, sebuah alat atau sebuah benda, sedangkan jasa merupakan perbuatan, penampilan atau sebuah usaha. Bila kita membeli barang maka barang tersebut dipakai atau ditempatkan di suatu tempat. Tetapi bila membeli jasa maka pada umumnya tidak ada wujudnya. Bila uang dibayar untuk beli jasa, maka pembeli tidak akan memperoleh tambahan benda yang dapat dibawa ke rumah. Walaupun penampilan jasa diwakili oleh wujud tertentu.

2. Tidak Dapat Dipisahkan (*Inseparability*)

Umumnya jasa dihasilkan dan dikonsumsi secara bersama tidak seperti barang fisik yang diproduksi, disimpan dalam persediaan, didistribusikan lewat berbagai penjualan dan baru kemudian dikonsumsi. Sedangkan jasa biasanya dijual dahulu kemudian diproduksi dan dikonsumsi secara serentak. Misalnya jasa yang diberikan oleh sebuah perusahaan penerbangan, calon penumpang membeli tiket, kemudian berangkat dan duduk dalam kabin pesawat, lalu pesawat diterbangkan ke tempat tujuannya, pada saat penumpang itu duduk dalam kabin pesawat, pada saat itulah jasa diproduksi.

3. Bervariasi (*Variability*)

Jasa sangat bervariasi karena tergantung pada siapa yang menyediakan dan kapan serta dimana jasa itu dilakukan. Misalnya jasa yang diberikan oleh sebuah maskapai penerbangan yang melayani rute terbang jarak pendek dengan maskapai penerbangan yang melayani rute terbang yang panjang akan sangat berbeda. Penyedia jasa dapat menggunakan tiga pendekatan dalam pengendalian kualitasnya.

- a. Melakukan investasi dalam seleksi dan pelatihan personil yang baik.
- b. Melakukan proses standarisasi proses pelaksanaan jasa.
- c. Memantau kepuasan pelanggan melalui sistem saran dan keluhan, *survey* pelanggan, dan *comparison shopping*, sehingga pelayanan yang kurang baik dapat dideteksi dan dikoreksi.

4. Tidak Tahan Lama (*Perishability*)

Jasa tidak dapat disimpan. Seorang calon penumpang yang telah membeli tiket pesawat untuk suatu tujuan tertentu tetap dikenakan biaya administrasi, walaupun dia tidak jadi berangkat. Tidak tahan lamanya jasa tidak jadi masalah bila permintaan tetap. Tetapi jika permintaan berfluktuasi, perusahaan jasa menghadapi masalah yang rumit. Misalnya pada musim liburan sekolah, tahun baru, musim haji atau hari raya, sebuah perusahaan penerbangan harus mempersiapkan armada pesawat lebih, berbeda dari

permintaan dan penyediaan pesawat pada sepanjang bulan biasanya. (Ratih Hurriyati, 2005:28-30)

Adapun menurut Donnelly, Jr dalam Hurriyati (2005:43-44) menjelaskan bahwa terdapat enam karakteristik jasa perbankan yang mempengaruhi distribusinya, yaitu sebagai berikut.

- a. *Intangibility* (tidak berwujud). Bisnis perbankan berkaitan dengan unsur kepercayaan. Pada hakekatnya nasabah menaruh kepercayaan kepada bank dalam hal pengelolaan investasi keuangannya. Hal tersebut sulit untuk dilihat seperti halnya pemasaran barang, sehingga mempengaruhi kebijakan saluran distribusi langsung karena adanya kebutuhan kontak personal antara penjual dan pembeli.
- b. *Inseparability* (ketergantungan). Jasa perbankan tidak dapat dipisahkan dari individu penjualnya, karena jasa tersebut dibuat dan disalurkan langsung pada saat yang sama. Oleh karena itu hal yang harus diperhatikan oleh pemasar adalah penggunaan waktu dan tempat yang optimal dalam pemasaran produk sehingga jasa atau pelayanan dapat dilakukan pada waktu dan tempat yang tepat.
- c. *Perishability* (tidak tahan lama). Jasa merupakan suatu hal yang tidak dapat disimpan, dijual lagi atau dikembalikan, dan mudah usang, sehingga terjadi permasalahan jika permintaan akan jasa tersebut berfluktuasi. Untuk itu perlu

dilakukan suatu perencanaan penggunaan fasilitas serta strategi perbaikan (*recovery*) jika terjadi kesalahan.

- d. *High individualized marketing system*. Pemasar yang baik akan menggunakan suatu sistem pemasaran yang dapat dimanfaatkan, khusus dan cocok dengan jenis produk yang akan dipasarkan. Pada jasa perbankan, kerangka distribusi sering diartikan sebagai suatu tempat atau lokasi cabang yang baik. Dengan demikian para banker hanya bergerak sedikit dari makna saluran distribusi dibandingkan dengan industry jasa yang lain.
- e. *Lack of need for logistic function*. Bank memasarkan produk yang tidak berwujud, maka penghapusan atau pengurangan fungsi marketing tertentu sangat memungkinkan. Hal ini dapat dilihat dari sisi logistic dimana para pemasar jasa bank tidak memerlukan perhatian khusus pada tempat penyimpanan, transportasi dan inventori control.
- f. *Client relationship*. Transaksi perbankan memungkinkan hubungan antara penjual dengan pembeli sangat erat, dan bukan sekedar hubungan langganan biasa saja akan tetapi lebih erat lagi sehingga merupakan "*client relationship*". Hal ini terlihat jelas terutama pada nasabah koporasi atau beberapa "*trust account*"

2.3.3 Klasifikasi Jasa

Sebagai konsekuensi dari adanya berbagai macam variasi bauran antara barang dan jasa diatas, maka sulit untuk menggeneralisir jasa bila tidak melakukan pembedaan lebih lanjut. Banyak pakar yang melakukan klasifikasi jasa, dimana masing-masing ahli menggunakan dasar pembedaan yang disesuaikan dengan sudut pandangnya masing-masing. Klasifikasi jasa dapat dilakukan berdasarkan tujuh kriteria (Lovelock, 19878, dalam Evans dan Berman, 1990).

1. Segmen pasar

Berdasarkan segmen pasar, jasa dapat dibedakan menjadi jasa kepada konsumen akhir (misalnya taksi, asuransi jiwa dan pendidikan) dan jasa kepada konsumen organisasional (misalnya jasa akuntansi dan perpajakan, jasa konsultan manajemen, dan jasa konsultan hukum). Perbedaan utama dari kedua segmen tersebut adalah alasan dalam memilih jasa, kuantitas jasa yang dibutuhkan, dan kompleksitas pengerjaan jasa tersebut.

2. Tingkat keberwujudan (*tangibility*)

Kriteria ini berhubungan dengan tingkat keterlibatan produk fisik dengan konsumen. Berdasarkan kriteria ini jasa dapat dibedakan menjadi tiga macam.

a. *Rented goods service*

Dalam jenis ini konsumen menyewa dan menggunakan produk-produk tertentu selama jangka waktu tertentu pula. Konsumen hanya dapat menggunakan produk tersebut, karena kepemilikannya tetap berada pada

pihak perusahaan yang menyewakannya. Contoh penyewaan mobil, kaset video, villa, dan apartemen.

b. *Owned Goods service*

Pada *owned goods service*, produk yang dimiliki konsumen direparasi, dikembangkan atau dipelihara oleh perusahaan jasa. Jenis jasa ini juga mencakup perubahan bentuk pada produk yang dimiliki konsumen. Contohnya jasa reparasi, pencucian mobil, perawatan taman, pencuci pakaian, dan lain-lain.

c. *Non-goods service*

Karakteristik khusus pada jenis ini adalah jasa personal bersifat *intangible* (tidak berbentuk produk fisik) ditawarkan kepada para pelanggan. Contohnya supir, dosen, tutor, dan lain-lain.

3. Keterampilan penyedia jasa

Pada jasa yang memerlukan keterampilan tinggi pada proses operasinya, pelanggan cenderung bersifat selektif dalam memilih penyedia jasa. Hal inilah yang menyebabkan para profesional dapat “mengikat” para pelanggannya. Sebaliknya, jika tidak memerlukan keterampilan tinggi, seringkali loyalitas pelanggan rendah karena penawarannya sangat banyak.

4. Tujuan organisasi jasa

Berdasarkan tujuan organisasi, jasa dapat dibagi menjadi *commercial service* atau *profit service* (misalnya penerbangan, bank, dan jasa parcel) dan *non-profit service* (misalnya sekolah, panti asuhan, perpustakaan dan museum).

Jasa nirbala (*non-profit*) memiliki karakteristik khusus, yaitu masalah yang ditanganinya lebih luas, memiliki 2 publik utama (kelompok donatur dan kelompok klien), tercapai tidaknya tujuan tidak hanya ditentukan berdasarkan ukuran finansial (seperti margin laba dan penuaian), laba perusahaan jasa nirbala sering kali tidak berkaitan dengan pembayaran dari pelanggan, dan biasanya perusahaan jasa nirbala dibutuhkan untuk melayani segmen pasar yang secara ekonomis tidak layak (*feasible*).

5. Regulasi

Dari aspek regulasi, jasa dapat dibagi menjadi *regulated service* (misalnya angkutan umum, dan perbankan) dan *nonregulated service* (seperti makelar, katering, dan pengecetan rumah)

6. Tingkat intensitas karyawan

Jasa yang padat karya (*people based*) biasanya ditemukan diperusahaan yang memang memerlukan banyak tenaga ahli, dan apabila pemberian jasa itu harus dilakukan dirumah atau ditempat usaha pelanggan. Perusahaan juga akan bersifat padat karya jika proses penyampaian jasa kepada satu pelanggan memakan waktu, sehingga perusahaan membutuhkan personil yang relatif banyak untuk melayani pelanggan yang lain. Sementara itu,

perusahaan yang bersifat *equipment-based* mengandalkan penggunaan mesin dan peralatan canggih yang dapat dikendalikan dan dipantau secara otomatis atau semiotomatis. Ini dilakukan dengan tujuan untuk menjaga konsistensi kualitas jasa yang diberikan.

7. Tingkat kontak penyedia dan pelanggan

Pada jasa yang tingkat kontak dengan pelanggannya tinggi, keterampilan interpersonal karyawan harus diperhatikan oleh perusahaan jasa, karena kemampuan membina hubungan sangat dalam berurusan dengan orang banyak, misalnya keramahan, sopan santun, komunikatif, dan sebagainya. Sebaliknya, pada jasa yang tingkat kontak dengan pelanggan rendah, justru keahlian teknik karyawan yang paling penting.

Menurut Lovelock dalam Hurriyati (2005:35-36) melakukan pengklasifikasian jasa dengan cara yang lain memungkinkan perusahaan dalam memahami perilaku konsumen dengan kebutuhannya. Klasifikasi jasa menurut Lovelock tersebut sebagai berikut.

- a. Berdasarkan sifat tindakan jasa (*the nature of the service act*), merupakan kelompok jasa yang sifat penyampaian dapat berhubungan dengan tubuh atau pikiran dari pihak penerima jasa, serta dapat juga berkaitan dengan benda atau kekayaan dan kepentingan lainnya bagi pihak penerima jasa.
- b. Berdasarkan hubungan dengan pelanggan (*relationship with customer*), kelompok jasa yang jelas hubungannya dengan pelanggan dalam

menyampaikan jasanya dilakukan secara berkesinambungan atas dasar kebijaksanaan yang bersifat sesaat, dengan memperhatikan hubungan secara keanggotaan dan tidak ada hubungan secara formal.

- c. Berdasarkan tingkat kustomisasi dan keputusan dalam penyampaian jasa (*customization and judgement in service delivery*), kelompok jasa yang ditinjau dari segi tinggi rendahnya keseragaman atau yang disajikan menurut pandangan pihak penyedia jasa maupun pelanggan, tanggapan, pendapat atau pertimbangan dari pihak pelanggan terhadap jasa yang disediakan.
- d. Berdasarkan sifat permintaan dan penawaran jasa (*nature of demand and supply for service*), kelompok jasa yang ditinjau dari tingkat fluktuasi permintaan dikaitkan dengan kapasitas jasa yang disediakan atau kemampuannya untuk melayani permintaan pasar.
- e. Berdasarkan metode penyampaian (*method of service delivery*), kelompok jasa yang ditinjau dari cara interaksi antara pelanggan dengan penyedia jasa, dikaitkan dengan banyaknya tempat yang disediakan oleh pihak penyedia jasa.

2.3 Teori Antiran

Teori antrian merupakan sebuah teori analisis keefektifan sistem yang dikenalkan oleh A.K. Erlang, seorang ahli teknik berkebangsaan Denmark. A.K. Erlang berusaha mengukur kemampuan sebuah fasilitas jasa untuk memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada pelanggannya. A.K. Erlang adalah seorang teknisi yang bekerja di kantor telepon Denmark dengan tugas melakukan penyambungan permintaan pembicaraan local dan interlokal (saat itu belum dikenal telepon otomatis dan SLJJ). Erlang mendapati kenyataan bahwa permintaan yang tiba pada saat yang sama kadang-kadang sebagian harus antri mengganggu giliran. Karena fasilitas sambungan sibuk dan pada saat yang lain, permintaan kurang sehingga fasilitas menganggur.

Memperhatikan fenomena di atas, A.K. Erlang melakukan suatu studi untuk melakukan modifikasi sistem guna mengefektifkan pemakaian sistem pelayanan dan pada akhirnya akan memuaskan setiap pelanggan yang tiba meminta pelayanan.

Teori yang dikenalkan itu kemudian disebut sebagai teori antrian atau *waiting line theory*. Model berguna untuk mengukur keefektifan sistem secara cepat dan secara garis besar dengan melihat beberapa indikator pelayanan yang penting, yaitu estimasi tentang hal-hal berikut.

- a. Berapa pelanggan yang antri mengganggu pelayanan dalam waktu tertentu?
- b. Berapa pelanggan yang ada dalam sistem, yaitu yang sedang dilayani dan antri menunggu pelayanan?

- c. Berapa lama pelanggan harus mengganggu dalam antrian sebelum tiba giliran untuk menerima pelayanan?
- d. Berapa lama pelanggan harus berada dalam sistem, yaitu waktu untuk menerima pelayanan dan waktu untuk menunggu dalam antrian sebelum menerima pelayanan? (Nasution, 2004:360-361)

Kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diringkaskan dalam bentuk distribusi probabilitas, umumnya disebut sebagai distribusi kedatangan (*arrival distribution*) dan distribusi waktu (*service time distribution*). Kedua distribusi ini mewakili situasi dimana pelanggan tiba dan dilayani serta individual. Dalam situasi lainnya, pelanggan dapat tiba dan atau dilayani dalam kelompok. Walaupun pola kedatangan dan kepergian adalah faktor penting dalam analisis antrian. Terdapat beberapa faktor penting dalam pengembangan model-model antrian, diantaranya.

1. Faktor pertama adalah cara memilih pelanggan dari antrian untuk memulai pelayanan. Ini disebut sebagai peraturan pelayanan (*service discipline*). Peraturan yang paling umum adalah FCFS (*first come first served*), LCFS (*last come first served*), SIRO (*served in random order*) juga dapat timbul dalam situasi praktis. Peraturan pelayanan menentukan pemilihan pelanggan dari satu jalur antrian, para pelanggan yang tiba disebuah sarana pelayanan juga dapat ditempatkan dalam antrian prioritas (*priority queue*) sedemikian rupa sehingga prioritas yang lebih tinggi akan menerima preferensi untuk mulai

dilayani terlebih dahulu. Pemilihan pelanggan yang spesifik dari setiap antrian prioritas dapat mengikuti peraturan pelayanan tertentu.

2. Faktor kedua berkaitan dengan rancangan sarana dan pelaksanaan pelayanan. Sarana dapat mencakup lebih dari satu pelayanan, sehingga memungkinkan beberapa pelanggan dapat dilayani oleh sejumlah pelayanan dalam waktu bersamaan. Semua pelayanan menawarkan pelayanan yang sama dan sarana pelayanan tersebut dikatakan memiliki *parallel server*. Sebaliknya, sarana pelayanan dapat pula terdiri dari serangkaian stasiun yang dapat dilalui pelanggan sebelum pelayanan diselesaikan. Situasi yang dihasilkan umumnya dikenal sebagai antrian serial atau antrian tendem (*tendem queue*). Rancangan sebuah sarana pelayanan yang mencakup baik stasiun yang dihasilkan umumnya dikenal sebagai antrian serial ataupun paralel, akan menghasilkan apa yang disebut dengan antrian jaringan (*network queue*).
3. Faktor ketiga berkaitan dengan ukuran antrian yang diizinkan. Dalam beberapa situasi tersebut, hanya sejumlah pelanggan tertentu yang diizinkan, kemungkinan batasan ruang. Setelah antrian memenuhi kapasitas, pelanggan yang baru tiba tidak dapat masuk ke dalam antrian.
4. Faktor keempat berkaitan dengan sifat sumber yang meminta pelayanan (kedatangan pelanggan). Sumber pemanggilan (*calling source*) dapat menghasilkan sejumlah terbatas pelanggan atau (secara teoritis) sejumlah

pelanggan yang tidak terbatas. Sumber terbatas terjadi jika kedatangan mempengaruhi laju kedatangan pelanggan baru.

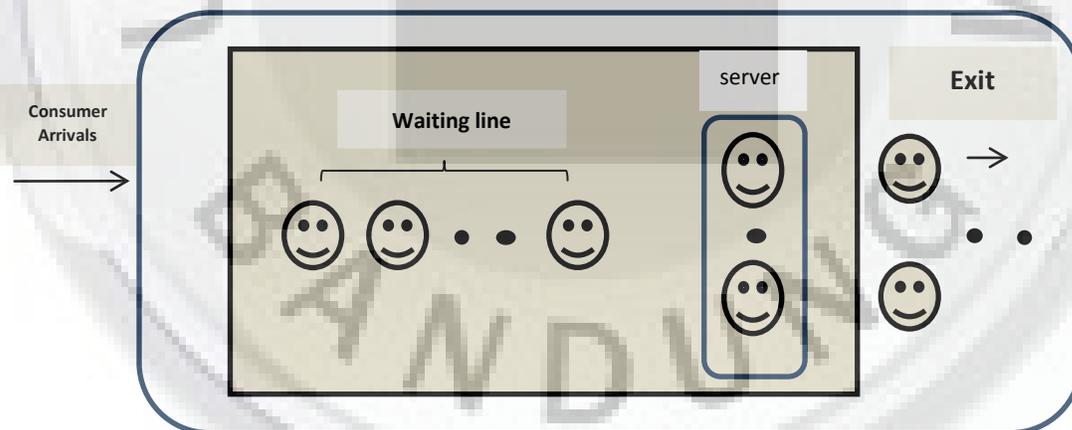
2.3.1 Karakteristik Sistem Antrian

2.3.1.1 Karakteristik Kedatangan

Ada tiga komponen dalam sistem antrian yaitu :

1. Populasi dan cara kedatangan pelanggan datang ke dalam sistem.
2. Sistem pelayanan antrian.
3. Kondisi pelanggan saat keluar.

Gambar 2.1
Sistem Antrian



1. Populasi dan cara kedatangan pelanggan datang ke dalam sistem

A. Populasi

Populasi disini adalah masalah antrian yang melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain-lain. Unsur ini sering dinamakan proses *input*. Proses *input* meliputi proses kedatangan atau biasa dinamakan *calling population*, dan cara terjadinya kedatangan umumnya merupakan variable acak. Variabel acak adalah suatu variabel yang nilainya bisa berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. Karakteristik populasi dapat dilihat menurut ukurannya, pola kedatangan, serta perilaku populasi yang akan dilayani. Ukuran populasi dilihat sebagai tidak terbatas atau terbatas. Jika jumlah kedatangan atau pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari semua kedatangan yang potensial, maka populasi kedatangan disebut sebagai populasi yang tidak terbatas. Sementara populasi terbatas yaitu sebuah antrian ketika hanya ada pengguna pelayanan yang potensial dengan jumlah terbatas.

B. Distribusi kedatangan

Secara umum formula garis tunggu antrian memerlukan informasi tingkat kedatangan unit per periode waktu (*arrival rate*). Distribusi kedatangan bisa tetap teratur dalam satu periode. Artinya kedatangan pelanggan dalam antrian dengan pelanggan berikutnya memiliki periode waktu yang sama. Kedatangan pelanggan yang sifatnya acak (*random*) biasanya sering kita

jumpai pada antrian nasabah di bank. Pola kedatangan yang sifatnya acak dapat digambarkan dengan distribusi statistik dan dapat ditentukan dengan dua cara yaitu.

- a. Dengan cara menganalisa kedatangan persatuan waktu untuk melihat apakah waktu kedatangan unit atau pelanggan dalam antrian mengikuti pola distribusi statistik tertentu. Biasanya kita mengasumsikan bahwa waktu kedatangan unit atau pelanggan berikutnya berdistribusi eksponensial.
- b. Dengan cara menetapkan lama waktu (T) dan mencoba menentukan berapa banyak unit atau pelanggan yang datang ke dalam sistem dalam kurun waktu T . Secara spesifik biasanya diasumsikan bahwa jumlah kedatangan per satuan waktu mengikuti pola distribusi Poisson

C. Pola Kedatangan

Kedatangan pelanggan atau unit dalam sistem antrian, untuk beberapa kasus dapat dikendalikan. Pelanggan tiba di sebuah fasilitas pelayanan baik yang memiliki jadwal tertentu maupun yang datang secara acak. Kedatangan dianggap sebagai kedatangan yang acak bila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kejadian kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat.

D. Jumlah unit/ pelanggan yang datang

Kedatangan tunggal atau dengan kata lain satu kali kedatangan bisa saja hanya terdiri dari satu unit atau satu pelanggan. Namun demikian bisa saja dalam satu kali kedatangan terdiri dari banyak unit yang disebut *batch arrivals*, misalnya kedatangan undangan di lima acara pesta di sebuah restoran.

E. Tingkat Kesabaran

Tingkat kesabaran pelanggan dalam antrian dikelompokkan menjadi dua

- a. Kedatangan yang sabar. Pelanggan yang akan menunggu hingga dilayani, terlepas apakah pelanggan itu menggerutu atau mengomel pada saat sebelum dilayani.
- b. Kedatangan yang tidak sabar. Pelanggan yang telah datang melihat-lihat fasilitas yang ada, masuk dalam antrian kemudian pergi karena tidak sabar dalam menunggu antrian.

2. Sistem Pelayanan Antrian

Sistem Pelayanan Antrian meliputi beberapa hal yaitu garis antrian atau baris tunggu dan ketersediaan fasilitas.

A. Garis antrian atau baris tunggu.

Faktor-faktor yang terkait dengan garis antrian meliputi panjang antrian, jumlah baris antrian dan disiplin antrian.

a. Panjang Kapasitas Antrian

Dalam pengertian praktis, panjang kapasitas antrian dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu 1) panjang kapasitas antrian yang potensial tak terbatas, misalnya panjang antrian di jembatan penyeberangan, atau antrian membeli tiket bioskop. 2) Panjang kapasitas antrian yang terbatas baik karena ketentuan peraturan atau karena keterbatasan karakteristik ruang fisik, misalnya tempat parkir.

b. Jumlah Antrian.

Jumlah antrian dalam sistem antrian dikelompokkan menjadi dua yakni antrian tunggal. 1) Artinya hanya ada satu fasilitas layanan untuk melayani antrian. 2) Antrian berganda atau multi. Artinya ada beberapa fasilitas layanan di depan baris antrian.

c. Disiplin Antrian

Disiplin antrian dikelompokkan menjadi dua, yaitu *preemptive* dan *non preemptive*. Disiplin *preemptive* menggambarkan situasi dimana pelayan sedang melayani seseorang, kemudian beralih melayani orang yang diprioritaskan meskipun belum selesai melayani orang sebelumnya. Sementara disiplin *non preemptive* menggambarkan situasi dimana pelayan akan menyelesaikan pelayanannya baru kemudian beralih melayani orang yang diprioritaskan.

d. Ketersediaan Pelayanan

Ada 3 aspek yang harus diperhatikan dalam mekanisme pelayanan, yaitu:

a) Tersedianya pelayanan

Mekanisme pelayanan tidak selalu tersedia untuk setiap saat. Misalnya dalam pertunjukan bioskop, loket penjualan karcis masuk hanya dibuka pada waktu tertentu antara satu pertunjukan dengan pertunjukan berikutnya.

b) Kapasitas pelayanan

Kapasitas dari mekanisme pelayanan diukur berdasarkan jumlah pelanggan yang dapat dilayani secara bersama-sama. Kapasitas pelayanan tidak selalu sama untuk setiap saat, ada yang tetap, tapi ada juga yang berubah-ubah. Karena itu, fasilitas pelayanan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih fasilitas pelayanan. Setiap fasilitas pelayanan terkadang disebut sebagai saluran (*channel*). Contohnya, jalan tol dapat memiliki beberapa pintu tol. Mekanisme pelayanan dapat hanya terdiri dari satu pelayanan dalam satu fasilitas pelayanan yang ditemui pada loket seperti pada penjualan tiket di gedung bioskop. Fasilitas yang mempunyai satu saluran disebut saluran tunggal atau sistem

pelayanan tunggal dan fasilitas yang mempunyai lebih dari satu saluran disebut saluran ganda atau pelayanan ganda.

c) Karakteristik waktu pelayanan atau lamanya pelayanan

Lamanya pelayanan adalah waktu yang dibutuhkan untuk melayani seorang pelanggan, ini harus dinyatakan secara pasti. Oleh karena itu, waktu pelayanan boleh tetap dari waktu ke waktu untuk semua pelanggan atau boleh juga berupa variabel acak. Umumnya dan untuk keperluan analisis, waktu pelayanan dianggap sebagai variabel acak yang terpengaruh secara bebas dan sama serta tidak tergantung pada waktu kedatangan dan diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial.

3. Kondisi Pelanggan saat keluar

Setelah pelanggan dilayani, ada dua kemungkinan kondisi pelanggan itu keluar sistem:

- a. Pelanggan mungkin kembali ke populasi sumber dan mengantri lagi, Misalnya, sebuah mesin setelah mendapat perawatan servis dan dioperasikan lagi, namun ternyata mesin tersebut rusak lagi.
- b. Pelanggan hanya kemungkinan kecil untuk mendapat pelayanan ulang. Misalnya sebuah mesin mendapat perbaikan menyeluruh atau modifikasi sehingga kemungkinan kecil mesin tersebut dalam waktu dekat untuk rusak lagi.

2.3.1.2 Karakteristik Antrian

Garis antrian itu sendiri adalah komponen yang kedua pada sebuah sistem antrian. Panjangnya sebuah baris bisa tidak terbatas atau terbatas. Sebuah antrian disebut terbatas jika antrian tersebut tidak bisa, baik oleh adanya peraturan maupun keterbatasannya fisik, tidak dapat mengangkat lagi tanpa batas. Sebagai contoh sebuah tempat pangkas rambut kecil, hanya akan memiliki jumlah kursi tunggu yang terbatas. Sebuah antrian disebut tidak terbatas ketika ukuran antrian tersebut tidak dibatasi, seperti pada kasus pintu tol yang melayani mobil yang datang.

Dalam proses menunggu, perusahaan penyedia layanan seyogyanya menerapkan disiplin antrian. Menurut Nugroho, Saragih dan Eko (2012:174-175) disiplin antrian merupakan suatu kebijakan yang diterapkan oleh perusahaan dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan, misalnya :

- a. *FirstCome – FirstServed* (FCFS) atau *FirstIn – FirstOut* (FIFO) artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Misalnya, antrian pada loket pembelian tiket bioskop.
- b. *LastCome – FirstServed* (LCFS) atau *LastIn – FirstOut*(LIFO) artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar. Misalnya, sistem antrian dalam elevator untuk lantai yang sama.
- c. *Service In Random Order* (SIRO) artinya, panggilan didasarkan padapeluang secara random, tidak soal siapa yang lebih dulu tiba.

d. *Priority Service* (PS) artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Kejadian seperti ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang dalam keadaan penyakit lebih berat dibanding dengan orang lain dalam suatu tempat praktek dokter.

Model antrian membantu para manajer membuat keputusan untuk menyeimbangkan biaya pelayanan dengan menggunakan biaya antrian. Dengan menganalisis antrian akan dapat diperoleh banyak ukuran kinerja sebuah sistem antrian, meliputi hal berikut:

1. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam antrian.
2. Panjang antrian rata-rata.
3. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam sistem (waktu tunggu ditambah waktu pelayanan).
4. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem.
5. Probabilitas fasilitas pelayanan akan kosong.
6. Faktor utilitas sistem.
7. Probabilitas sejumlah pelanggan berada dalam sistem.

2.4.1.3 Karakteristik Pelayanan

Menurut Heizer dan Render(2006:662) komponen ketiga dari setiap sistem antrian adalah karakteristik pelayanan. Dua hal penting dalam karakteristik pelayanan adalah sebagai berikut:

1. Desain sistem pelayanan

Pelayanan pada umumnya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada (sebagai contoh jumlah kasir) dan jumlah tahapan (sebagai contoh jumlah pemberhentian yang harus dibuat). Sebuah sistem antrian jalur tunggal (*single channel queuing system*), dengan satu kasir, biasanya merupakan bank kendara lewat (*drive-in bank*) dengan hanya satu kasir yang dibuka. Pada sisi lain, jika bank memiliki beberapa kasir yang sedang bertugas, dimana setiap nasabah yang menunggu dalam satu jalur antrian bersama untuk kasir pertama yang dapat dilayani, maka disebutkan sistem antrian jalur berganda (*multiple channel queuing system*).

Didalam sebuah sistem satu tahap (*single phase system*), pelanggan menerima pelayanan hanya dari satu stasiun dan kemudian pergi meninggalkan sistem. Jika menempatkan disebuah stasiun dan melanjutkan kembali ke stasiun kedua maka disebut sistem tahapan berganda (*multiphase system*). Desain sistem antrian dapat digolongkan sebagai berikut (Nasution, 2004:361)

a. *Single Channel - Single Phase (SC-SP)*

Single Channel, Single Phase adalah sistem pelayanan yang hanya dimiliki satu saluran pelayanan dan jasa yang diberikan akan sempurna pada satu tahapan saja. Misalnya, usaha pangkas rambut yang hanya dilayani oleh seorang tukang cukur dan pelayanan yang diberikan adalah selesai pada satu tahap saja. Hal serupa juga dijumpai pada Stasiun Pengisian Bensin untuk Umum (SPBU).

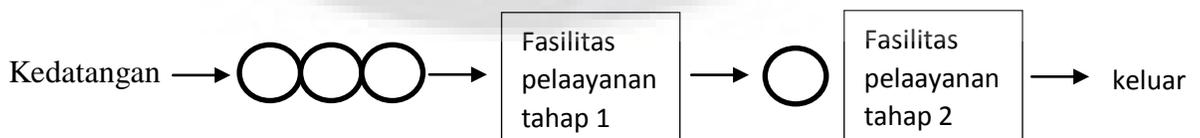
Gambar 2.2
Single Channel – Single Phase



b. *Single Channel – Multi Phase (SC-MP)*

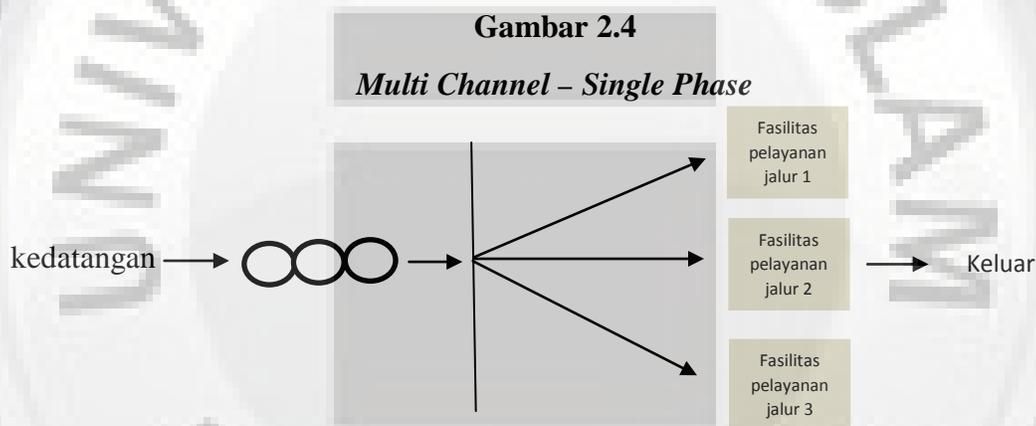
Single Channel - Multi Phase system adalah sistem pelayanan yang hanya memiliki satu saluran pelayanan, tetapi jasa yang diberikan akan selesai dalam beberapa tahapan. Misalnya, pada usaha kapsalon yang menyediakan beberapa jenis jasa, seperti cuci rambut, facial, rias wajah, tetapi petugasnya hanya satu barisan atau satu orang saja.

Gambar 2.3
Single Channel – Multi Phase



c. Multi Channel – Single Phase (MC-SP)

Multi Channel – Single Phase adalah hakikatnya merupakan penggantian sistem yang pertama. Jasa yang diberikan selesai hanya pada satu tahapan saja, tetapi tenaga pelayanan lebih dari satu. Misalnya, usaha pangkas rambut yang mempekerjakan 2 atau lebih tukang cukur atau pompa bensin yang memiliki lebih daripada satu saluran pengisian.

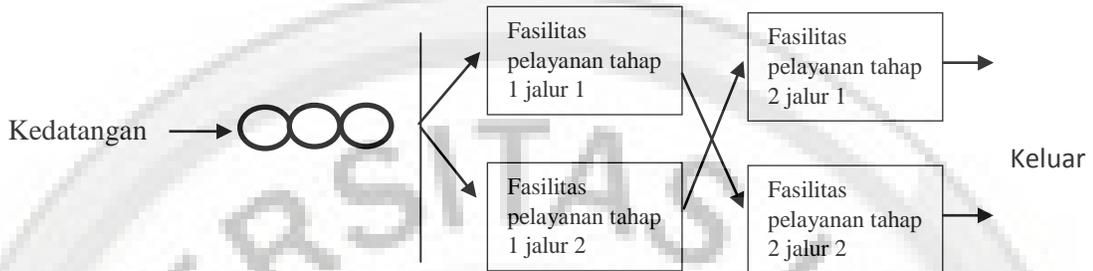


d. Multi Channel – Multi Phase (MC-MP)

Multi Channe – Multi Phase adalah sistem yang memberikan jasa pelayanan yang akan selesai dalam beberapa tahapan dan petugas pelayanan lebih dari pada satu barisan atau lebih dari pada satu orang.

Gambar 2.5

Multi Channel – Multi Phase



2.3.2 Prinsip-prinsip Dasar dalam Antrian

Terdapat beberapa prinsip dasar bagi pelanggan menunggu dalam antrian, yaitu:

- a. Waktu menempati akan terasa lebih pendek dari waktu yang tidak ditempati. Ketika seorang pelanggan terganggu dari fokus pada berlalunya waktu, menunggu tampaknya berlalu lebih cepat. Kegiatan yang diberikan untuk mengisi waktu harus menawarkan manfaat dalam dan untuk diri sendiri untuk pertemuan layanan berikutnya.
- b. Ketika antrian mulai bergerak maju, penantian pelanggan dalam antrian segera berakhir. Hal yang dapat mengurangi beban pelanggan dalam antrian adalah dengan memulai kegiatan yang bisa dilakukan dalam antrian, sebagai contoh: mulai mengisi kertas kerja, memesan sambil berdiri diantrian, dan menentukan pilihan sebelum akan dilayani.

- c. Kecemasan pelanggan dapat membuat waktu menunggu terasa lama. Setelah menunggu berlangsung lebih lama dari tiga menit, waktu tunggu akan terasa lebih lama. Untuk mengatasi hal ini, jasa pelayanan dapat menyediakan aroma wewangian yang dapat menghasilkan efek menenangkan, contohnya aroma lavender.
- d. Ketidakpastian menunggu lebih lama dari yang diketahui pelanggan. Solusinya, dengan menggunakan analisis antrian *real-time* atau perhitungan baris tradisional untuk memberikan perkiraan waktu tunggu bagi pelanggan.
- e. Pelanggan cenderung menjadi tidak sabar dan gagal untuk membeli layanan yang disediakan oleh perusahaan jasa, dan bahkan berpindah pada perusahaan lain yang lebih baik.

2.4 Model Antrian

Beragam model antrian dapat diterapkan di bidang Manajemen Operasional. Terdapat empat model yang sering dipergunakan yaitu sebagai berikut.

Model	Nama (nama teknis)	Contoh	Jumlah jalur	Jumlah tahapan	Pola Tingkat Kedatangan	Pola Waktu Kedatangan	Ukuran Antrian	Aturan
A	Sistem sederhana (M/M/I)	Meja informasi di departament store	tunggal	Tunggal	Poisson	Eksponensial	Tidak terbatas	FIFO
B	Jalur berganda (M/M/S)	Loker tiket penerbangan	Jalur berganda	Tungga	Poisson	Eksponensial	Tidak terbatas	FIFO
C	Pelayanan konstan (M/D/I)	Tempat pencucian mobil	Tunggal	Tunggal	Poisson	Konstan	Tidak terbatas	FIFO

D	Populasi terbatas	Bengkel yang memiliki hanya mesin yang dapat rusak	Tunggal	tunggal	Poisson	Eksponensial	Terbatas	FIFO
---	-------------------	--	---------	---------	---------	--------------	----------	------

A. Model antrian jalur tunggal dengan kedatangan berdistribusi poisson dan waktu pelayanan eksponensial

Permasalahan antrian yang paling umum mencakup jalur antrian atau satu stasiun pelayanan. Dalam situasi ini, kedatangan membentuk satu jalur tunggal untuk dilayani oleh stasiun tunggal. Diasumsikan sistem berada dalam kondisi seperti berikut:

- a. Kedatangan dilayani atas dasar *First-In First-Out* (FIFO), dengan setiap kedatangan menunggu untuk dilayani, terlepas dari panjang antrian
- b. Kedatangan tidak terikat pada kedatangan yang sebelumnya, hanya saja jumlah kedatangan rata-rata tidak berubah menurut waktu.
- c. Kedatangan digambarkan dengan distribusi probabilitas poisson dan datang dari sebuah populasi yang tidak terbatas (sangat besar).
- d. Waktu pelayanan bervariasi dari satu pelanggan dengan pelanggan berikutnya dan tidak terikat satu sama lain, tetapi tingkat rata-rata waktu pelayanan diketahui.
- e. Waktu pelayanan sesuai dengan distribusi probabilitas eksponensial *negative*.
- f. Tingkat pelayanan lebih cepat dari pada tingkat kedatangan.

Rumus antrian model A:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$W_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$P_{n>k} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1}$$

Notasi:

λ = jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu.

μ = jumlah orang yang dilayani per satuan waktu.

L_s = jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem (yang sedang menunggu untuk dilayani).

W_s = jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem (waktu menunggu ditambah waktu pelayanan).

L_q = jumlah unit rata-rata yang menunggu dalam antrian.

W_q = waktu rata-rata yang dihabiskan untuk menunggu dalam antrian

ρ = faktor utilisasi sistem.

P_0 = probabilitas terdapat 0 unit dalam sistem (yaitu unit pelayanan kosong)

P_n = probabilitas terdapat lebih dari sejumlah unit dalam sistem, dimana n adalah jumlah unit dalam sistem.

B. Model antrian jalur ganda

Sistem antrian jalur ganda, yaitu sistem antrian dimana terdapat dua atau lebih jalur pelayanan yang tersedia untuk menangani pelanggan yang datang. Asumsi bahwa pelanggan yang menunggu pelayanan membentuk satu jalur dan akan dilayani pada stasiun pelayanan yang tersedia pertama kali pada saat itu. Bentuk antrian jalur berganda, satu tahap masih banyak ditemukan pada sebagian besar bank saat itu.

Pelayanan dilakukan secara *First Come – First Served*, dan semua stasiun pelayanan diasumsikan memiliki tingkat pelayanan yang sama. Asumsi lain yang terdapat dalam model jalur tunggal juga berlaku.

Rumus antrian model B:

Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem:

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

Rata-rata jumlah nasabah dalam sistem antrian

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

Waktu rata-rata yang dihabiskan nasabah dalam sistem antrian atau sedang dilayani (dalam sistem):

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

Rata-rata jumlah nasabah menunggu untuk dilayani:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh seorang pelanggan atau unit untuk menunggu dalam antrian:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

Notasi:

C = jumlah jalur yang terbuka

λ = jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu

μ = jumlah rata-rata yang dilayani persatuan waktu pada setiap jalur

C. Model waktu pelayanan konstan

Beberapa sistem pelayanan memiliki waktu pelayanan yang tetap, dan bukan berdistribusi eksponensial seperti biasanya. Disaat pelanggan diproses menurut sebuah siklus tertentu seperti pada kasus dari pencucian mobil otomatis atau wahana ditaman hiburan, waktu pelayanan yang terjadi pada umumnya konstan. Oleh karena

tingkat waktu yang konstan ini tetap, maka nilai-nilai L_q , W_q , L_s dan W_s selalu lebih kecil dari pada nilai-nilai tersebut dalam Model A, yang memiliki tingkat pelayanan bervariasi. Sesungguhnya baik rata-rata panjang antrian dan rata-rata waktu menunggu dalam antrian separuh dari nilai tersebut dalam Model C.

Rumus antrian model C:

Panjang antrian rata-rata $L_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu-\lambda)}$

Waktu menunggu dalam antrian rata-rata $W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu-\lambda)}$

Jumlah pelanggan dalam sistem rata-rata $L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$

Waktu tunggu rata-rata dalam sistem $W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$

D. Model populasi terbatas

Model ini berbeda dengan tiga model antrian sebelumnya, karena saat ini terdapat hubungan saling ketergantungan antara panjang antrian dan tingkat kedatangan. Situasi ekstrim tersebut dapat digambarkan sebagai berikut: Sebuah pabrik memiliki 5 mesin dan semuanya rusak dan sedang menunggu untuk diperbaiki, maka tingkat kedatangan akan jatuh menjadi nol. Jadi, secara umum, jika jalur antrian menjadi lebih panjang dalam model populasi yang terbatas, maka tingkat kedatangan mesin atau pelanggan menurun.

Rumus antrian model D:

Faktor pelayanan : $X = \frac{T}{T+U}$

Jumlah antrian rata-rata : $L = N(1 - F)$

Waktu tunggu rata-rata : $W = \frac{L(T+U)}{N-L} = \frac{T(1-F)}{XF}$

Jumlah pelayanan rata-rata : $J = NF(1 - X)$

Jumlah dalam pelayanan rata-rata : $H = FNX$

Jumlah populasi : $N = J+L+H$

Notasi:

D = probabilitas sebuah unit harus mengunggu di dalam antrian

F = faktor efisiensi

H = rata-rata jumlah unit tidak berada dalam antrian

L = rata-rata jumlah unit yang menunggu untuk dilayani

M = jumlah jalur pelayanan

N = jumlah pelanggan potensial

T = waktu pelayanan rata-rata

U = waktu rata-rata antara unit yang membutuhkan pelayanan

W = waktu rata-rata sebuah unit menunggu dalam antrian

X = faktor pelayanan.

2.5 Model-model Analisa Kinerja Sistem Antrian

Pemilihan satu model antrian yang sesuai hanya dapat memberikan ukuran kinerja yang menjabarkan perilaku sistem yang bersangkutan. Langkah berikutnya adalah merancang model-model keputusan yang dapat dipergunakan dalam mengoptimalkan rancangan sistem antrian tersebut. Dalam riset operasi secara umum, kita akan mengembangkan model-model keputusan yang meminimumkan biaya total yang berkaitan dengan situasi antrian tersebut.

Sebuah model biaya dalam antrian berusaha menyeimbangkan antara biaya menunggu dengan biaya kenaikan tingkat pelayanan yang saling bertentangan. Apabila tingkat pelayanan meningkat, maka biaya waktu menunggu pelanggan menurun. Tingkat pelayan optimal terjadi ketika jumlah biaya dalam antrian minimum. Terdapat beberapa situasi antrian yang mencakup penggunaan model-model keputusan biaya. Biaya menunggu biasanya paling sulit ditentukan, karena tingkat kedatangan pelanggan yang tidak pernah tentu di setiap harinya. Situasi antrian digolongkan dalam tiga kategori besar berikut ini:

1. Sistem manusia, baik pelayan maupun pelanggan adalah manusia
2. Sistem semi otomatis, hanya pelayan atau pelanggan adalah manusia
3. Sistem otomatis, baik pelayan maupun pelanggan berbentuk mesin.

Sistem manusia terdiri dari dua jenis sistem lain. Jenis pertama adalah situasi dimana kepentingan pelanggan dan pelayan adalah searah, dan jenis kedua mencakup sistem dimana kepentingan keduanya bertentangan. Dalam situasi seperti itu, biaya waktu menunggu sulit ditetapkan, karena biaya menunggu untuk individu yang sama dapat bervariasi bergantung pada situasi antrian yang ada.

2.5.1 Model Biaya Optimum

Tujuan model biaya antrian adalah untuk menentukan tingkat pelayanan yang seimbang dari dua biaya yang saling bertentangan. Tingkat pelayanan meningkat, biaya waktu menunggu menurun. Tingkat pelayanan optimum terjadi ketika jumlah kedua biaya ini minimum.

a. Biaya fasilitas pelayanan

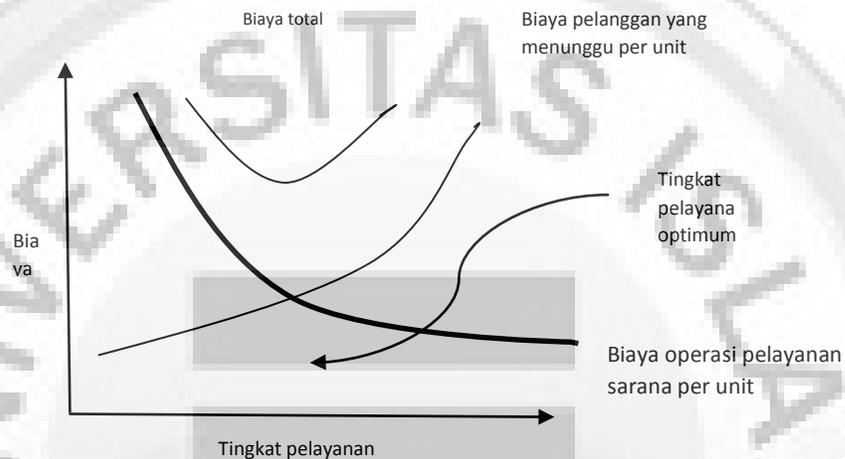
Biaya pelayanan dapat mencakup biaya tetap investasi asal yang mencakup peralatan atau fasilitas, biaya-biaya pemasangan fasilitas, dan biaya pelatihan bagi karyawan, serta biaya variabel seperti gaji, dan pengeluaran tambahan untuk pemeliharaan.

b. Biaya waktu menunggu

Menentukan biaya yang timbul akibat terjadinya antrian panjang yang menyebabkan lamanya pelanggan menunggu dalam sistem antrian adalah hal yang sulit. Dimana tingkat kedatangan pelanggan yang tidak pernah menentu, serta pendapatan dari tiap pelanggan yang berbeda-beda. Secara institusi

dapat dilihat bahwa penambahan tingkat pelayanan akan mereduksi waktu tunggu pelanggan atau sebaliknya.

Gambar 2.6
Model Biaya Optimum



Ada dua model optimum yang digunakan dalam menentukan biaya optimal:

a. Tingkat pelayanan optimum

Menentukan nilai optimum dari tingkat pelayanan, dengan model matematisnya adalah:

$$TC(\mu) = C_1\mu + C_2 \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Dengan optimum μ :

$$\mu = \lambda + \sqrt{\frac{C_2\lambda}{C_1}}$$

Dimana :

TC = total biaya

C_1 = Biaya penambahan kapasitas pelayanan per unit waktu

C_2 = Biaya menunggu per unit waktu tunggu layanan

μ = Tingkat pelayanan rata-rata

λ = Tingkat kedatangan

b. Jumlah Pelayana Optimum

Menentukan jumlah dari pelayanan yang paling optimum dengan model matematis sebagai berikut:

$$TC(c) = c C_1 + C_2 L_s(c)$$

Dimana :

TC = total biaya

C = jumlah loket pelayanan

c_1 = biaya pertambahan kapasitas pelayanan per unit waktu

c_2 = biaya menunggu per unit waktu tunggu pelayanan

$L_s(c)$ = jumlah yang diharapkan dalam sistem, dimana ada c stasiun pelayanan

2.5.2 Model Tingkat Aspirasi

Model tingkat aspirasi menyadari kesulitan dalam mengestimasi parameter biaya, karena itu model ini di dasari oleh analisis yang lebih sederhana. Model ini secara langsung memanfaatkan karakteristik yang terdapat dalam sistem yang bersangkutan dalam memutuskan nilai-nilai optimal dari parameter perancangan.

Optimalisasi disini dipandang dalam arti memenuhi tingkat aspirasi tertentu yang ditentukan oleh pengambilan keputusan.

Dalam model pelayanan paralel, dimana kita perlu menentukan jumlah pelayanan yang optimal. Dua ukuran yang bertentangan adalah:

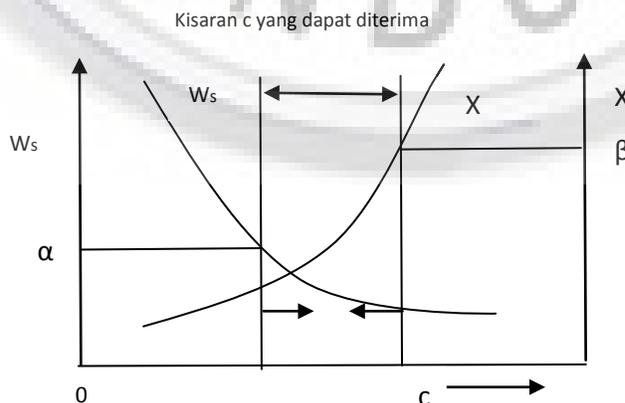
- Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_q)
- Persentase waktu menganggur para pelayan (X)

Kedua ukuran ini mencerminkan aspirasi pelanggan dan pelayanan. Anggaph tingkat aspirasi (batas atas) untuk W , dan X diketahui α dan β . Maka metode tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara matematis sebagai berikut:

$W_s \leq \alpha$ dan $X \leq \beta$ dimana:

$$X = \frac{100}{c} \sum_{n=0}^c (9c - n) P_n = 100 \left(1 - \frac{p}{c}\right)$$

Pemecahan masalah ini dapat ditentukan secara lebih mudah dengan menggambarakan W_s dan X berdasarkan c seperti pada gambar dibawah ini



Dengan menggunakan α dan β dalam grafik, kita dapat segera menentukan kisaran c yang dapat diterima dan memenuhi kedua batasan yang bersangkutan. Secara alamiah, jika kedua kondisi tidak dipenuhi secara simultan, salah satu atau kedua batasan perlu dilonggarkan sebelum keputusan dibuat.

