

BAB I

PENDAHULUAN

Jaringan telekomunikasi, baik untuk suara (*voice*) atau data, umumnya didesain dengan berbagai variabel yang berbeda. Dua faktor terpenting yang biasanya menjadi perhatian khusus oleh para insinyur dalam merencanakan jaringan adalah layanan (*service*) dan biaya (*cost*). Layanan menjadi sangat penting karena ditujukan untuk menjaga kepuasan pelanggan (*customer*). Sedang biaya biasanya merupakan faktor dalam menjaga tingkat profit (*profitability*).

Untuk menghasilkan jaringan yang optimum sesuai peruntukannya, maka jaringan harus didesain sesuai dengan teori trafik yang tepat. Teori trafik yang akan diimplementasikan dalam perencanaan jaringan, sangat tergantung pada jenis trafik di jaringan tersebut. Oleh karena itu, pada langkah awal biasanya perlu ditetapkan dulu klasifikasi jaringan telekomunikasi yang direncanakan, apakah merupakan jaringan *circuit switch* atau paket. Kemudian dianalisa homogenitas trafiknya; termasuk jaringan dengan trafik homogen atau heterogen.

Secara umum, suatu jaringan dengan trafik homogen digunakan untuk menjelaskan layanan telekomunikasi klasik berbasis transmisi dan switching suara. Sedangkan jaringan dengan trafik heterogen merupakan jaringan dengan aliran trafik terintegrasi dari sumber-sumber yang berbeda (*voice, audio, video, data*) menjadi suatu jaringan tunggal. Biasanya, klasifikasi jaringan dikaitkan dengan jenis trafiknya dapat dibagi sebagai berikut :

- Jaringan *circuit-switch* dengan trafik homogen
- Jaringan *circuit-switch* dengan trafik heterogen
- Jaringan paket dengan trafik homogen
- Jaringan paket dengan trafik heterogen

Berbasis pada klasifikasi di atas, kemudian perlu juga dikategorikan tipe jaringan di sisi aksesnya, termasuk jaringan dengan akses kawat (*wired / fixed*) atau nirkawat (*wireless / mobile*). Biasanya terjadi kombinasi antara klasifikasi jaringan di atas dengan tipe jaringan aksesnya.

Terkait aspek-aspek yang diuraikan di atas, untuk menghasilkan perencanaan jaringan telekomunikasi yang optimum, maka pemahaman akan trafik dan

rekayasa trafik (*traffic engineering*) menjadi sangat penting sebagai dasar untuk keberhasilan proses tersebut.

1.1 PENGERTIAN TRAFIK DAN REKAYASA TRAFIK

Trafik salah satunya didefinisikan sebagai jumlah dari data atau banyaknya pesan (*messages*) pada suatu sirkit selama suatu periode waktu tertentu. Pengertian trafik disini termasuk hubungan antara kedatangan panggilan (*call*) ke perangkat telekomunikasi dengan kecepatan perangkat tersebut memproses panggilan sampai berakhir.

Rekayasa trafik (*traffic engineering*) ditujukan untuk mengakomodasi isu peningkatan layanan dengan cara mendefinisikan suatu derajat pelayanan (*grade of service*), faktor *blocking* dan *Quality of Service (QoS)*.

Dengan melakukan analisa trafik, para insinyur dapat menentukan *dimensioning* dari sirkit (jumlah kanal/saluran atau server) dan besarnya *bandwidth* yang diperlukan pada sirkit tersebut, baik untuk panggilan/komunikasi suara mau pun data.

Rekayasa trafik biasanya dilakukan dengan menggunakan teknik statistik seperti teori antrian dan lain-lainnya untuk memprediksi dan merekayasa kejadian-kejadian pada jaringan telekomunikasi, baik pada jaringan telepon atau Internet.

Suatu jaringan yang direncanakan dengan rekayasa trafik, umumnya akan mempunyai tingkat *blocking* yang rendah dan utilisasi sirkit yang tinggi, yang pada akhirnya dimaksudkan sebagai peningkatan layanan dan pengurangan biaya investasi dan operasi.

1.2 INTENSITAS TRAFIK

Intensitas trafik, biasa disebut dengan istilah “trafik” saja, didefinisikan sebagai **jumlah rata-rata panggilan dalam proses**, sehingga dianggap sebagai suatu besaran yang merupakan ukuran dari kepadatan trafik. Biasanya juga didefinisikan sebagai **perbandingan antara lamanya waktu pendudukan rata-rata panggilan dengan interval atau periode waktu pengamatan**, dimana waktu pengamatan umumnya dilakukan selama 60 menit.

Secara umum, intensitas trafik (diberi notasi “A”) dapat diekspresikan secara matematis sebagai berikut :

$$A = \frac{\text{Jumlah waktu pendudukan dari server}}{\text{Interval waktu pengamatan}}$$

atau

$$A = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_{pi} \dots\dots\dots (1-1)$$

Dimana :

- T = periode waktu pengamatan
- t_{pi} = waktu pendudukan server ke-i

Intensitas trafik sebenarnya merupakan nilai yang tidak mempunyai dimensi, namun untuk menghormati jasa **A.K. Erlang** sebagai pionir teori trafik, maka nama **ERLANG** digunakan sebagai unit satuan intensitas trafik.

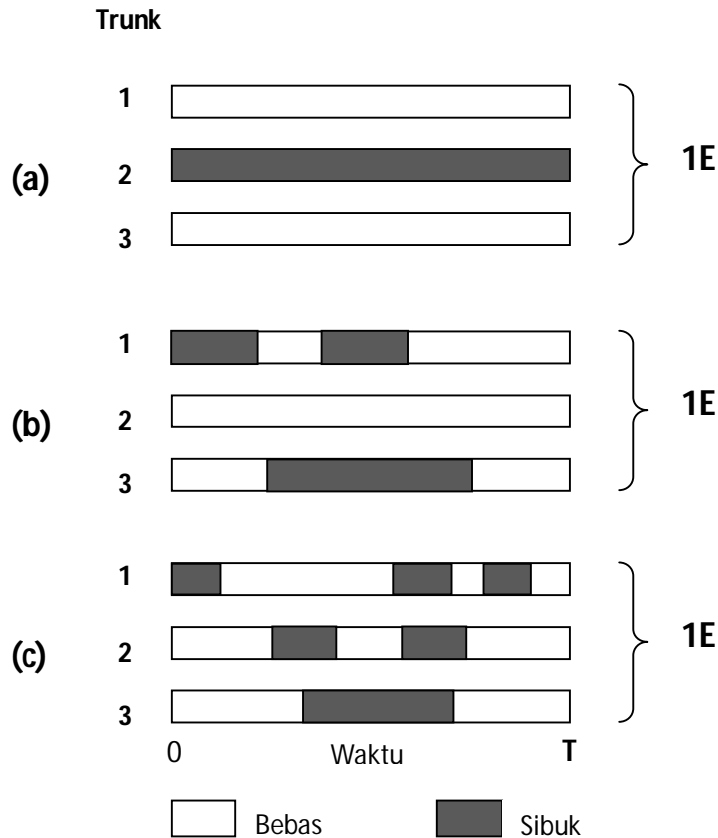
Untuk memberi gambaran besarnya 1 Erlang trafik, dapat diilustrasikan dengan contoh pendudukan trunk yang terjadi pada suatu group trunk seperti diperlihatkan pada gambar 1.1. Pada rekayasa trafik, istilah “trunk” digunakan untuk menjelaskan suatu *entity* yang akan membawa satu panggilan, sedang *group trunk* merupakan kumpulan dari trunk. Pada suatu group trunk, jumlah rata-rata panggilan dalam proses akan tergantung pada jumlah panggilan yang datang dan lamanya pendudukan berlangsung (*holding time*). Sesuai gambar 1.1, diperlihatkan bahwa trafik 1 E dapat dihasilkan dari hanya satu trunk (dari 3 trunk yang tersedia di group trunk) yang diduduki (sibuk) selama periode waktu T yang ditetapkan (gambar a), dari dua trunk yang sibuk selama setengah periode waktu T (gambar b), atau dari tiga trunk yang sibuk selama sepertiga periode waktu T (gambar c).

Sesuai definisinya, maka intensitas trafik untuk suatu group trunk dapat dinyatakan juga dengan persamaan berikut :

$$A = \frac{Ch}{T} \dots\dots\dots (1-2)$$

Dimana :

- A = trafik dalam satuan Erlang
- C = Jumlah rata-rata panggilan yang datang dalam periode waktu T
- h = waktu pendudukan rata-rata



Gambar 1.1. Contoh variasi trafik 1E yang diolah oleh 3 trunk.

Sesuai persamaan (1-2), jika $T = h$ maka $A = C$, dengan pengertian trafik (intensitas trafik) akan sama dengan jumlah rata-rata panggilan yang datang selama suatu periode yang sama dengan durasi rata-rata lamanya pendudukan/panggilan.

Jika ditinjau dari sisi perangkat atau jaringan switching yang akan mengolah trafik, maka trafik yang datang akan menjadi beban bagi perangkat atau jaringan tersebut, karenanya trafik atau intensitas trafik seringkali dinyatakan juga dengan istilah **Beban Trafik** (*traffic load*), yang merupakan perbandingan antara panggilan yang datang ke perangkat pada suatu periode waktu tertentu dengan jumlah rata-rata waktu yang digunakan untuk melayani setiap panggilan selama periode waktu tersebut.

1.3 JARINGAN SWITCHING

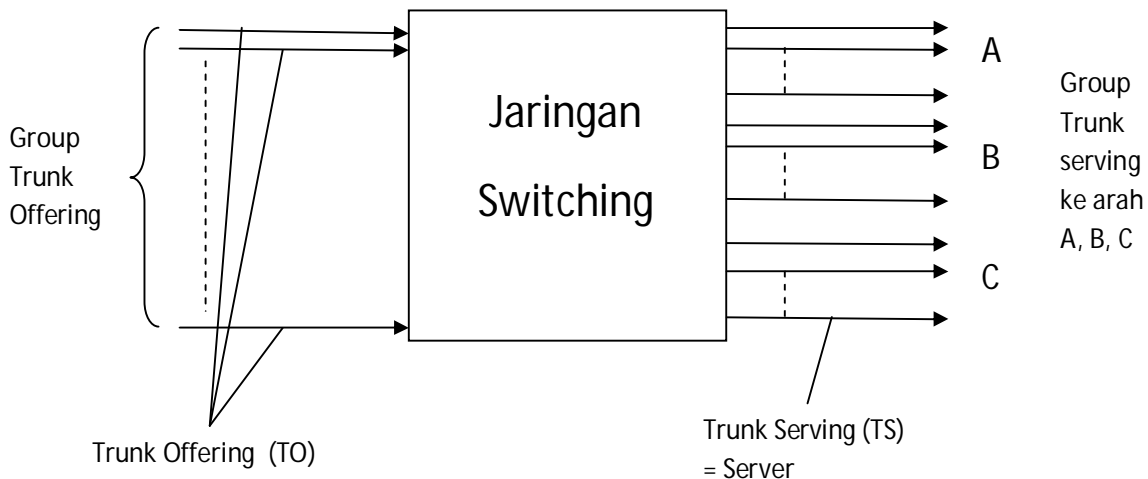
Untuk memudahkan pembahasan, maka penggambaran suatu jaringan switching (perangkat-perangkat telekomunikasi yang mengolah informasi trafik dan lainnya) akan disederhanakan seperti diperlihatkan pada gambar 1.2.

Suatu jaringan switching akan mengkoneksikan kelompok *Trunk Offering* (TO), sebagai jalur permintaan pembentukan hubungan (trafik voice), ke *Trunk Serving* (TS) atau *server*. TO dan TS ini dapat berupa saluran pelanggan, trunk antar sentral atau peralatan switching.

TO yang berfungsi menyampaikan permintaan pembangunan hubungan/panggilan ke jaringan switching akan membentuk group TO. Sedang server-server, yang menerima dan meneruskan permintaan pembangunan hubungan untuk suatu route switching tertentu akan membentuk group TS.

Suatu server dikatakan atau berada dalam keadaan sibuk jika telah terjadi koneksi melalui jaringan switching antara TO dan server tersebut. Dalam hal ini, trafik yang dibawa oleh group TO akan berupa panggilan-panggilan yang akan menggunakan satu server, dimana suatu panggilan yang berhasil membentuk hubungan (dari suatu pelanggan pemanggil ke pelanggan yang dipanggil) akan menduduki suatu server.

Periode waktu dimana suatu server berada dalam keadaan sibuk dan tidak dapat diinterupsi untuk melakukan suatu “pekerjaan” switching tertentu, disebut sebagai **Waktu Pendudukan (Holding Time)**.



Gambar 1.2. Jaringan switching sebagai jaringan jalur pembicaraan.

1.4 CONGESTION DAN GRADE OF SERVICE

Pelanggan-pelanggan pada suatu sentral telepon umumnya tidak melakukan panggilan secara simultan, biasanya hanya sebagiannya saja pada waktu bersamaan akan melakukan panggilan. Karena itu, untuk keekonomisan, perangkat sentral juga direncanakan hanya untuk mengolah sebagian pelanggan saja yang dapat dilayani secara bersamaan. Dalam hal ini salah satu yang akan menjadi pembatas adalah jumlah trunk yang disediakan. Jumlah trunk biasanya tidak akan sebanyak jumlah pelanggan yang ada atau terhubung pada suatu sentral, oleh karena itu pada suatu kondisi tertentu dimana semua trunk yang tersedia telah habis diduduki (sibuk) maka pada saat itu sentral tidak dapat lagi menerima dan melayani panggilan. Kondisi ini dikenal dengan istilah *Congestion*.

Pada suatu sistem *message-switch*, panggilan yang datang pada saat terjadi *congestion* akan menunggu dalam suatu antrian sampai ada suatu *outgoing trunk* yang sudah bebas (bisa digunakan). Dengan demikian akan terjadi *delay*, tapi tidak hilang. Sistem dengan konsep seperti itu disebut sebagai **sistem antri** (*queuing system*) atau **sistem tunggu** (*delay system*). Sedangkan dalam sistem *circuit-switch*, seperti pada suatu sentral telepon, semua panggilan yang datang pada saat trunk atau group trunk sedang mengalami *congestion* akan mengalami kegagalan. Ini disebut sebagai **sistem rugi** (*lost system*).

Pada sistem rugi, sebagai efek dari terjadinya *congestion* adalah trafik yang benar-benar dapat diolah oleh sistem akan lebih kecil dari trafik yang ditawarkan (*offered traffic*) ke dalam sistem. Dapat dinyatakan dengan :

$$\text{Trafik yang diolah} = \text{trafik yang ditawarkan} - \text{trafik yang hilang}$$

Proporsi dari panggilan yang hilang atau mengalami *delay* pada saat terjadinya *congestion* merupakan ukuran dari layanan yang bisa diberikan oleh sistem. Ini disebut sebagai **Derajat Pelayanan** (*Grade of Service = GOS*).

Untuk suatu sistem rugi, Derajat Pelayanan (diberi notasi "B") dapat didefinisikan sebagai :

$$B = \frac{\text{Jumlah panggilan yang hilang}}{\text{Jumlah panggilan yang ditawarkan}}$$

Atau dapat juga dinyatakan dengan :

$$B = \frac{\text{Trafik yang hilang}}{\text{Trafik yang ditawarkan}}$$

- = probabilitas terjadinya congestion
- = probabilitas suatu panggilan akan hilang karena kondisi congestion

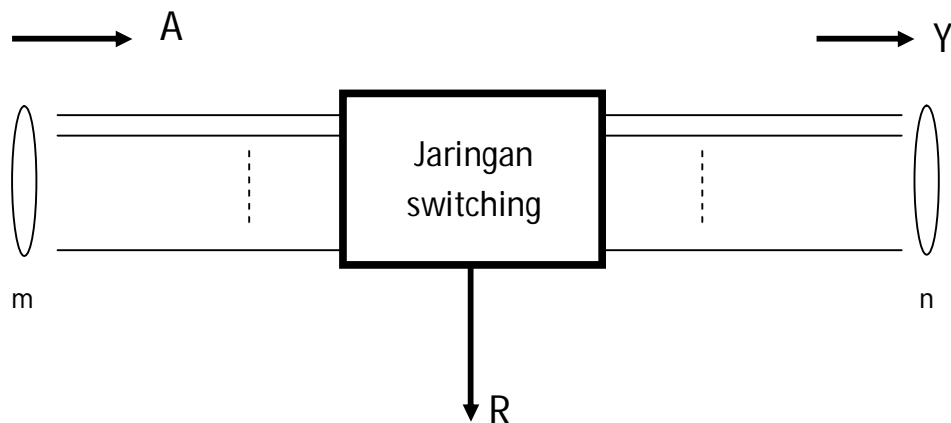
Dengan demikian, jika suatu trafik sebesar A Erlang ditawarkan kepada suatu group trunk yang mempunyai derajat pelayanan B, maka trafik yang hilang (**R**) adalah :

$$R = A.B \quad \dots\dots\dots (1-2)$$

Dan trafik yang diolah (Y) :

$$Y = A (1-B) \quad \dots\dots\dots (1-3)$$

Semakin besar nilai derajat pelayanan, ini mengandung arti semakin buruk layanan yang bisa diberikan sistem. Sebagai contoh, jika direkomendasikan derajat pelayanan 0,002, ini berarti ada 2 panggilan dari setiap 1000 panggilan atau 1 dari setiap 500 panggilan yang ditawarkan pelanggan hilang (tidak bisa diolah).



Gambar 1.3 Ilustrasi trafik yang ditawarkan, diolah, dan hilang.

1.5 SISTEM BLOCK

Suatu panggilan disebut mengalami block jika panggilan tersebut tidak secara langsung dapat dilayani, hal ini terjadi karena pada saat kedatangan panggilan tersebut ke sistem switching, semua server dalam keadaan sibuk. Tipe block panggilan yang biasa dikenal adalah :

- **Lost Calls Held (LCH)**—*These blocked calls are lost, never to come back again. Originally LCH was based on the theory that all calls introduced to a traffic system were held for a finite amount of time. All calls include any of the calls that were blocked, which meant the calls were still held until time ran out for the call.*
- **Lost Calls Cleared (LCC)**—*These blocked calls are cleared from the system, meaning that when a caller is blocked, the call goes somewhere else (mainly to other traffic-sensitive facilities).*
- **Lost Calls Delayed (LCD)**—*These blocked calls remain on the system until facilities are available to service the call. LCD is used mainly in call center environments or with data circuits because the key factors for LCD would be delay in conjunction with traffic load.*
- **Lost Calls Retried (LCR)**—*LCR assumes that once a call is blocked, a percentage of the blocked callers retry and all other blocked callers retry until they are serviced. LCR is a derivative of the LCC model and is used in the Extended Erlang B model.*

1.6 PROBABILITAS BLOCKING VS GRADE OF SERVICE

Kapan terjadinya *blocking*, merupakan hal yang tidak bisa dipastikan. Dalam analisa trafik, untuk pendekatan biasanya digunakan teori probabilitas dan terkait dengan kemungkinan terjadinya *blocking* tersebut, maka dikenal istilah **Probabilitas Blocking** (*Blocking Probability*).

Probabilitas blocking didefinisikan sebagai probabilitas bahwa semua server pada suatu sistem jaringan sibuk (diduduki). Ketika semua server sibuk, maka sistem tidak lagi dapat mengolah trafik yang datang. Dalam keadaan ini trafik yang datang dikatakan mengalami *blocking*.

Berdasarkan definisi tersebut, memang pengertian dari probabilitas blocking dengan *grade of service* dapat dikatakan hampir sama, yaitu menjelaskan

tentang ukuran panggilan yang tidak dapat dilayani oleh sistem jaringan. Perbedaan yang paling utama antara keduanya adalah, probabilitas blocking merupakan ukuran dengan titik pandang dari sisi jaringan atau sistem switching, sedangkan *grade of service* (GOS) merupakan ukuran dengan titik pandang dari sisi pelanggan.

Dalam kepraktisannya, probabilitas blocking diukur berdasarkan pengamatan server yang sibuk (diduduki) pada jaringan switching, sedangkan *grade of service* diukur berdasarkan pengamatan jumlah panggilan dari pelanggan yang tidak dapat diolah.

Untuk membedakan keduanya secara lebih jelas, biasanya untuk probabilitas blocking disebut sebagai *time congestion* (kemacetan waktu; karena menunjukkan bagian dari waktu dimana semua server sibuk), sedang derajat pelayanan (GOS) disebut sebagai *call congestion* (kemacetan panggilan; karena menunjukkan bagian dari panggilan yang ditolak atau tidak diolah).