

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terkait**

Thomas M. Chen (2007) dengan judul penelitian *Network Traffic Modeling* dalam penelitian ini menjelaskan bahwa Pemodelan trafik adalah masalah yang mewakili pemahaman tentang tuntutan dinamis dengan proses stokastik. Dalam memahami Desain jaringan yang tepat memerlukan pemahaman tentang sumber trafik jaringan. Banyak model trafik waktu kontinu dan diskrit telah dikembangkan berdasarkan data pengukuran trafik. Pilihan model lalu lintas melibatkan setidaknya dua utama pertimbangan menghindari kemacetan dan kemudahan analisis antrian. Model berguna hanya jika jaringan kinerja dapat dievaluasi. Dalam mengevaluasi kinerja jaringan membutuhkan atau melalui simulasi komputer, tetapi analisis lebih disukai bila analisis penurut atau berdasarkan data yang sebenarnya.

Nicodemus FR Hutabarat (2009) dengan judul penelitian pemodelan trafik pada sistem komunikasi satelit orbcomm. Dalam melakukan penelitian tentang pemodelan trafik ini menggunakan program *spectrum analyzer logger* dan *matlab*. Di dalam penelitian yang dilakukan tersebut menggunakan pendekatan distribusi normal, binomial, poisson dan eksponensial dengan menggunakan estimasi parameter *Mean Squared Error* (MSE), dimana nilai MSE yang terkecil yang akan dipilih sebagai pendekatan distribusi dalam mengetahui pendekatan distribusi pelayanan dan pendekatan distribusi kedatangan yang digunakan.

Brian taruna (2012) dengan judul penelitian analisis performansi pengguna sentral telepon otomatis (STO) pada *multiple exchange area* (MEA) pekanbaru dengan melakukan studi kasus di PT. Telkom Riau Daratan. Didalam melakukan analisis performansi penggunaan STO pada MEA ini digunakan data yang di ambil dari PT. Telkom Riau Daratan tahun 2011, dalam mengetahui performansi STO tersebut dengan menghitung nilai pada parameter ASR, SCH, OCC, MHTS, GOS dan *Sirkuit Block*. Nilai yang telah didapat tersebut dibandingkan dengan standar performansi STO yang telah di tetapkan oleh PT. Telkom perbulan dalam setahun.

Setelah menganalisis dari ketiga penelitian diatas yang mana kita ketahui bahwa pemodelan performansi sangat dibutuhkan. Oleh karena itu penulis tertarik melanjutkan penelitian brian taruna dengan melakukan pemodelan yang menggunakan metode

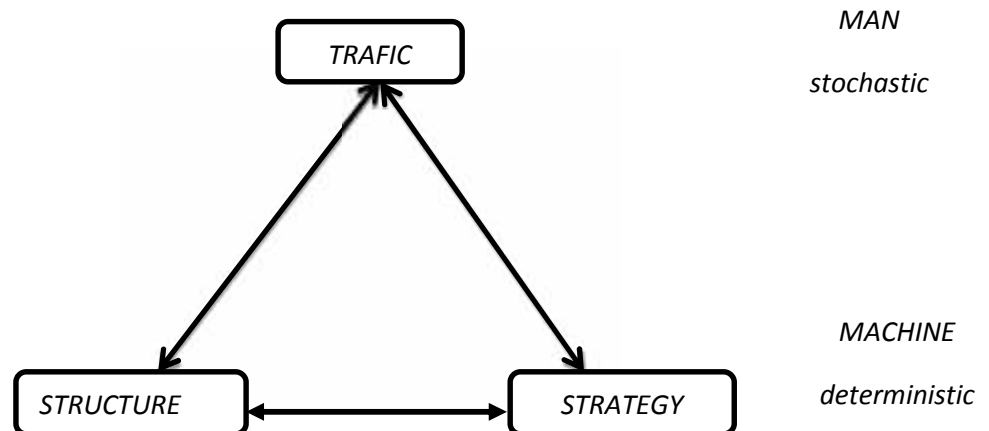
pendekatan nilai MSE yang terdistribusi secara poisson, negatif binomial, eksponensial dan gamma dalam memodelkan beberapa parameter trafik performansi pada salah satu sentral yang digunakan di PT. Telkom Riau Daratan. Dengan data yang sama yang digunakan oleh Brian Taruna dan dengan melakukan pemodelan data setiap bulannya dari bulan januari sampai bulan desember tahun 2011.

## 2.2. Sistem Pemodelan Trafik

### 2.2.1. Definisi Pemodelan

Villy B. Iversen (2009) dalam analisis sistem telekomunikasi, model harus dibuat untuk menggambarkan seluruh atau bagian dari sistem. Proses pemodelan ini merupakan dasar terutama untuk aplikasi baru dari teori *teletraffik*, membutuhkan pengetahuan tentang sistem teknis serta alat-alat matematika dan penerapan model pada komputer. Seperti pada gambar dibawah ini model mengandung tiga unsur utama yaitu:

- Struktur sistem,
- Starategi operasional, dan
- Sifat statistik.



Gambar 2.1. Hubungan manusia dan mesin dalam sistem telekomunikasi  
(Sumber: Villy B. Iversen, 2009)

### 1. Sistem Struktur

Villy B. Iversen (2009) bagian ini secara teknis ditentukan pada prinsipnya untuk memperoleh tingkat rincian dalam deskripsi, misalnya pada tingkat komponen. Aspek kehandalan yang stokastik sebagai kesalahan terjadi secara acak. Struktur sistem

diberikan oleh sistem fisik atau logis yang dijelaskan dalam buku pedoman dalam setiap detail, seperti sistem lalu lintas jalan, sinyal lalu lintas, bundaran, dan sebagainya.

## **2. Strategi Operasional**

Villy B. Iversen (2009) sebuah sistem fisik yang diberikan, misalnya bundaran dalam sistem jalan lalu lintas dapat digunakan dalam berbagai cara untuk beradaptasi dengan sistem trafik, jalan lalu lintas, ini diterapkan dengan peraturan lalu lintas dan strategi yang mungkin berbeda untuk pagi dan malam. Sebuah komputer, penyesuaian ini terjadi melalui sistem operasi oleh gangguan didalam sebuah operator. Dalam sistem telekomunikasi, strategi yang diterapkan untuk memberikan prioritas dan untuk mengambil usaha rute lalu lintas ketujuan.

Dalam program tersimpan, *Controlled* (SPC) pertukaran telepon tugas yang diberikan kepada prosesor pusat dibagi didalam kelas dengan prioritas yang berbeda. Prioritas tertinggi diberikan kepada panggilan yang diterima diikuti oleh panggilan baru, sedangkan kontrol rutin peralatan memiliki prioritas yang lebih rendah.

Sistem telepon klasik menggunakan kabel dalam rangka memperkenalkan strategi, sementara dalam sistem modern hal itu dilakukan oleh perangkat lunak, yang memungkinkan strategi yang lebih fleksibel dan adaptif.

## **3. Sifat Statistik**

Villy B. Iversen (2009) permintaan pengguna dimodelkan dengan sifat statistik trafik. Hanya dengan pengukuran pada sistem yang sebenarnya. Memungkin untuk memvalidasi bahwa pemodelan teoritis adalah sesuai dengan realitas maka proses inintentu harus dari sifat iteratif. Sebuah matematika, model membangun dari pengetahuan mendalam tentang trafik. *Properties* kemudian berasal dari model dan dibandingkan dengan data yang diukur. Jika tidak sesuai dengan memuaskan satu sama lain, maka iterasi baru dari proses tidak akan terjadi.

Untuk membagi deskripsi sifat trafik ke dalam proses stokastik kedatangan panggilan dan proses menggambarkan layanan biasanya diasumsikan saling independen, yang artinya bahwa durasi panggilan independen dari waktu panggilan.

Model untuk menggambarkan perilaku pengguna (pelanggan) mengalami *blocking*, yaitu menolak layanan dan mungkin membuat panggilan baru sehingga panggilan bisa berulang-ulang.

### **2.2.2. Jenis Model**

Klasifikasi perbedaan dari model memberikan penambahan pada tingkat kepentingannya, karena dapat dijelaskan dalam banyak cara. Model dapat dikategorikan menurut jenis, dimensi, fungsi, tujuan pokok pengkajian atau derajat keabstrakannya. Kategori umum adalah jenis model yang pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi ikonik, analog, dan simbolik (Villy B. Iversen, 2009).

#### **1. Model Ikonik**

Model ikonik adalah perwakilan fisik dari beberapa hal baik dalam bentuk ideal ataupun dalam skala yang berbeda. Model ikonik mempunyai karakteristik yang sama dengan hal yang diwakili, dan terutama sangat sesuai untuk menerangkan kejadian pada waktu yang spesifik. Model ikonik dapat berdimensi dua (foto, peta, cetak biru) atau tiga dimensi (prototip mesin, alat). Apabila model berdimensi lebih dari tiga dimensi maka tidak mungkin lagi dikonstruksi secara fisik sehingga diperlukan kategori model simbolik (Villy B. Iversen, 2009).

#### **2. Model Analog (Model Diagrametik)**

Model analog dapat mewakili situasi dinamik, yaitu keadaan berubah menurut waktu. Model ini lebih sering dipakai daripada model ikonik karena kemampuannya untuk mengetengahkan karakteristik dari kejadian yang dikaji. Model analog banyak berkesesuaian dengan penjabaran hubungan kuantitatif antara sifat dan khas-khas yang berbeda. Dengan melalui transformasi sifat menjadi analognya, maka kemampuan membuat perubahan dapat ditingkatkan. Contoh model analog ini adalah kurva permintaan, kurva permintaan, kurva distribusi frekuensi pada statistik dan diagram air (Villy B. Iversen, 2009).

### 3. Model Simbolik (model matematika)

Pada hakekatnya, ilmu sistem memusatkan perhatian kepada model simbolik sebagai perwakilan dari realitas yang sedang dikaji. Format model simbolik dapat berupa bentuk angka simbol, dan rumus. Jenis model simbolik yang umum dipakai adalah suatu persamaan (*equation*).

Bentuk persamaan adalah tepat, singkat, dan mudah dimengerti. Simbol persamaan tidak saja mudah dimanupilasi daripada kata-kata namun juga lebih cepat ditangkap maksudnya. Suatu persamaan adalah bahasa *universal* pada penelitian operasional dan ilmu sistem, dimana dipakai suatu logika simbolis.

Permodelan mencakup suatu pemilihan dari karakteristik dari perwakilan abstrak yang paling tepat pada situasi yang terjadi. Pada umumnya model matematis dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian. Suatu model adalah bisa statik atau dinamik. Model statik memberikan informasi tentang peubah-peubah model hanya pada titik tunggal dari waktu. Model dinamik mampu menelusuri jalur waktu dari peubah-peubah model. Model dinamik lebih sulit dan mahal pembuatannya, namun memberikan kekuatan yang lebih pada analisis dunia nyata.

Pemilihan model tergantung pada tujuan dari pengkajian sistem dan terlihat jelas pada formulasi permasalahan pada tahap evaluasi kelayakan. Sifat model juga tergantung pada teknik pemodelan yang dipakai. Model yang berdasarkan pada teknik peluang dan memperhitungkan ketidakmenentuan (*uncertainty*) disebut model probabilistik atau model stokastik. Dalam mengkaji suatu sistem model ini sering dipakai karena perihal yang dikaji umumnya mengandung keputusan yang tidak tentu. Kebalikan dari model ini adalah model kuantitatif yang tidak mempertimbangkan peluang kejadian, dikenal sebagai model deterministik. Contohnya adalah model program linier dan PERT. Model ini memusatkan penelaahannya pada faktor-faktor kritis yang diasumsikan mempunyai nilai eksak dan tertentu pada waktu yang spesifik. Model probabilistik biasanya mengkaji ulang data atau informasi terdahulu untuk menduga kejadian tersebut pada keadaan sekarang atau yang akan datang dengan asumsi terdapat relevansi pada jalur waktu.

Pada beberapa perihal, sebuah model dibuat hanya untuk semacam deskripsi matematis dari kondisi dunia nyata. Model ini disebut model deskriptif dan banyak dipakai untuk mempermudah penelaahan suatu permasalahan. Model ini dapat

diselesaikan secara eksak serta mampu mengevaluasi hasilnya dari berbagai pilihan data input. Apabila perbandingan antar alternatif dilakukan, maka model disebut model optimalisasi. Solusi dari model optimalisasi adalah merupakan nilai optimum yang tergantung pada nilai *input*, contohnya adalah *non-linear programming*.

Bilamana sistem telah diekspresikan pada notasi matematik dan format persamaan, timbullah keuntungan dari fasilitas manipulatif dari matematik. Seorang analisis dapat memasukkan nilai-nilai yang berbeda dalam model matematik dan kemudian mempelajari perilaku dari sistem tersebut. Pada pengkajian tertentu, sensitivitas dari sistem dilakukan dengan perubahan dari input sistem itu sendiri. Bahasa simbolik ini juga membantu dalam komunikasi karena pernyataan yang singkat dan jelas daipada deskripsi lisan.

### **2.2.3. Tahap-tahap Pembentukan Model**

Seorang peramal akan mengetimasi permintaan pada masa yang akan datang berdasarkan pengetahuannya dari kondisi sekarang dan permintaan pada masa lampau. Kesulitan mungkin akan timbul bila demand sekarang ini dan masa lampau, tidak memuaskan. Tahap yang digunakan dalam membentuk model terdiri atas empat tahap yaitu, identifikasi model, estimasi parameter model, verifikasi model dan peramalan (Nachrowi, 2006).

#### **1. Identifikasi Model**

Identifikasi model diawali dengan membuat plot data performansi sentral PBR2 (AT&T 5ESS). Data performansi sentral AT&T 5ESS dapat dilakukan dengan menghitung nilai *Answer Seizure Ratio* (ASR), *Grade of service* (GOS), *Mean Holding Time Per Seizure* (MHTS) dan *Occupancy Circuit* (OCC).

#### **2. Estimasi Parameter Model**

Tahap selanjutnya setelah model awal teridentifikasi adalah mencari estimasi terbaik paling efisien untuk parameter dalam model itu. Dalam penelitian ini akan digunakan metode kuadrat kecil, metode kuadrat kecil merupakan suatu metode yang digunakan untuk menaksir parameter dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat *error*. Jumlah kuadrat *error* untuk persamaan regresi linier sederhana, (Sembiring, 1995).

### 3. Verifikasi Model

Setelah parameter dan konstanta model diperoleh, selanjutnya akan dilakukan proses verifikasi yaitu untuk memeriksa kesesuaian model dengan data. Uji kesesuaian model terpenuhi jika uji kecukupan model memenuhi syarat acak dan uji kenormalan membentuk kurva normal.

#### 2.3. Konsep Data Trafik

##### 2.3.1. Definisi Trafik

Secara sederhana trafik dapat didefinisikan sebagai pemakaian. Pemakaian yang dimaksud disini diukur dengan waktu berupa berapa lama atau pun kapan pemakaiannya. Aspek lain yang juga diperhatikan adalah apa yang dipakai, dari mana komunikasi berasal, kemana komunikasi ditujukan, dan lain-lain (Suwadi, 2004).

Hal yang ditinjau disini adalah trafik dalam telekomunikasi. Dalam sistem telepon, komunikasi data, permintaan atau panggilan yang datang biasanya dapat ditentukan lebih dahulu tentang :

1. Kapan datangnya dan berapa lama suatu pembicaraan telepon, komunikasi data berlangsung atau berapa lama suatu perlengkapan (saluran diduduki). Proses tersebut dinamakan proses stokastik.
2. Dalam hal kapan datangnya panggilan dan berapa lama pembicaraan telepon berlangsung sudah diketahui lebih dahulu dan konstan : proses tersebut dinamakan proses deterministik.

Jelas bahwa kuantisasi besaran trafik hanya dapat diselesaikan dengan pengetahuan dengan statistik dan teori probabilitas.

Pengertian trafik secara umum adalah perpindahan suatu benda dari suatu tempat ketempat lain. Dalam lingkungan telekomunikasi benda adalah berupa informasi yang dikirim melalui media transmisi. Sehingga trafik dapat didefinisikan sebagai perpindahan informasi (pulsa, frekuensi, percakapan, dan lain-lain) dari suatu tempat ketempat yang lain melalui media telekomunikasi.

Misalkan ada 2 buah sentral A dan B dihubungkan dengan sebuah saluran (sirkuit) seperti gambar dibawah ini:



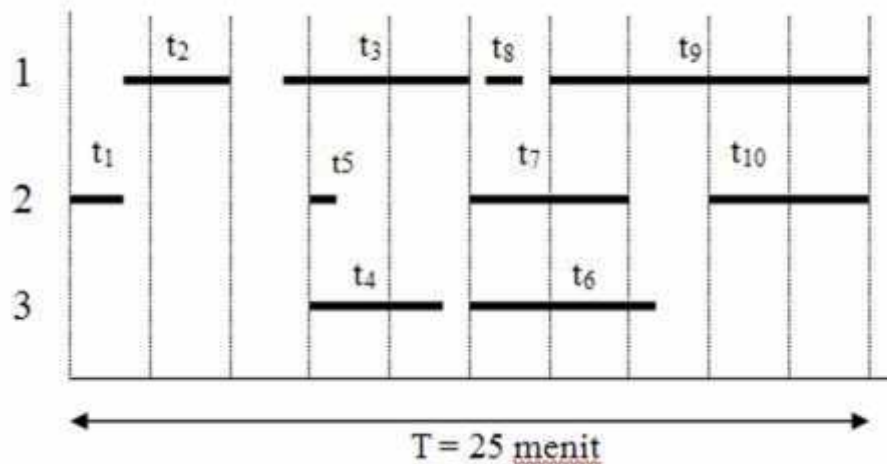
Sirkuit A – B hanya dapat dipakai oleh satu panggilan percakapan dalam satu satuan waktu. Sirkuit A – B dikatakan dipakai jika sirkuit A – B sedang memegang sebuah panggilan atau percakapan atau dengan kata lain sirkuit tersebut sedang diduduki oleh suatu panggilan. Dinyatakan bebas (idle) apabila tidak ada panggilan yang datang.

### 2.3.2. Besaran dan Satuan Trafik

Trafik pada telpon dibangkitkan oleh sejumlah pelanggan, dalam suatu proses panggilan mulai dari saat memanggil mengangkat hand-set pesawat telepon, menekan atau memutar nomor telpon yang dituju, penyambungan dilevel sentral sehingga tiap peralatan dapat diidentifikasi lama waktu pemakaiannya (besar trafiknya).

Ukuran atau besaran trafik dapat ditentukan sebagai berikut:

Misalkan link antara sentral P dan Q terdiri dari  $N=3$  saluran/sirkuit, pengamatan terhadap sirkuit dilakukan selama  $T=25$  menit. Selama waktu tersebut terdapat  $n=10$  panggilan, lamanya pendudukan masing-masing panggilan dinyatakan dengan  $t_v$  yang besarnya digambarkan sebagai berikut:



$t_1 = 2$ menit	$t_6 = 6$ menit
$t_2 = 3$ menit	$t_7 = 5$ menit
$t_3 = 6$ menit	$t_8 = 2$ menit
$t_4 = 4$ menit	$t_9 = 10$ menit
$t_5 = 1$ menit	$t_{10} = 5$ menit

Volume trafik merupakan Jumlah waktu dari masing-masing pendudukan pada saluran/sirkuit. Total waktu pendudukan =  $t_1+t_2+t_3+\dots+t_{10} = 44$  menit. Dengan cara



lain, volume trafik dapat ditentukan dengan mengalikan jumlah panggilan dengan rata-rata waktu pendudukan sebagai berikut:

$$V = n \times h \quad (2.1)$$

V = *Volume* Trafik  
n = Jumlah panggilan  
h = Rata-rata waktu pendudukan (*mean holding time*)

Rata-rata waktu pendudukan = total waktu pendudukan dibagi jumlah panggilan = 44 menit/10 = 4.4 menit.

Insentitas Trafik (A) adalah jumlah waktu pendudukan persatuan waktu atau volume trafik (V) dibagi dengan periode waktu pengamatan (T) = 44 menit/25 menit = 1,76.

$$A = \frac{V}{T} \quad (2.2)$$

Rumus lain dari intensitas trafik dapat diperoleh dengan mengalihkan jumlah panggilan perwaktu pengamatan dengan rata-rata waktu pendudukan atau:

$$A = y \times h \quad (2.3)$$

A = Intensitas trafik  
y = Jumlah panggilan per satuan waktu pengamatan  
h = Mean holding time

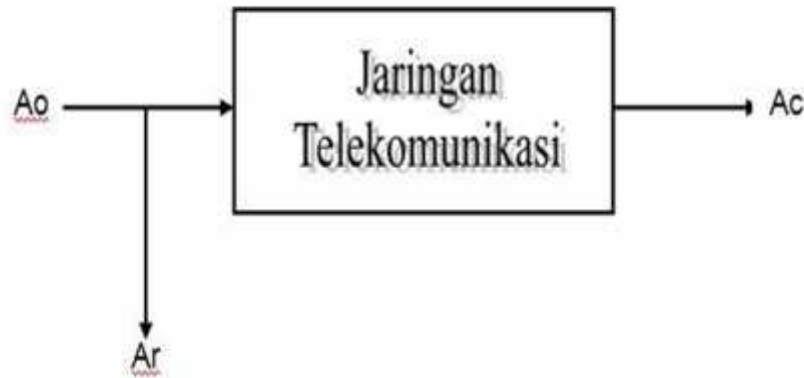
Dari persamaan diatas, dapat dilihat bahwa intensitas trafik tidak memiliki satuan. Sebagai penghargaan kepada A.K. Erlang yang pertama menyelidiki trafik telekomunikasi, maka ditetapkanlah satuan intensitas trafik dalam Erlang, dimana pengertian 1 (satu) Erlang adalah apabila sebuah sirkit diduduki secara terus menerus selama satu jam.

Istilah intensitas tarafik untuk selanjutnya hanya disebutkan dengan besar trafik atau trafik saja.

### 2.3.3. Jenis Trafik

Dalam telekomunikasi, dikenal 3 (tiga) jenis trafik, yaitu:

1. Trafik yang ditawarkan ke sistem jaringan telekomunikasi (*offered trafik*) =  $A_o$
2. Trafik yang dimuat dalam sistem jaringan telekomunikasi (*carried trafik*) =  $A_c$ ,
3. Trafik yang ditolak oleh sistem telekomunikasi (*rejected trafik*) =  $A_r$



Besar trafik  $A_c$  dapat diukur, sedangkan besar trafik  $A_o$  diestimasi dengan menambahkan trafik yang dimuat dan kemungkinan (probabilitas) trafik yang ditolak.

$$A_o = A_c + A_r \quad (2.4)$$

Dalam mendisain jaringan antar sentral, jumlah sirkit yang harus diinstalasi tidaklah mungkin menyediakan sebanyak jumlah pelanggan. Dengan demikian, akan ada kemungkinan sejumlah panggilan ditolak (tidak terlayani) pada saat seluruh sirkit diduduki. Jumlah panggilan yang diperbolehkan ditolak tidak boleh lebih dari 1%. Artinya bila ada 100 panggilan yang datang bersamaan, hanya 1 panggilan yang diperkenankan ditolak dinyatakan dengan simbol "B" atau sering juga disebut sebagai Probabilitas Blocking. Dilihat dari sisi pelayanan istilah probabilitas *blocking* diistilahkan dengan *Grade of Service* (GOS). Besarnya probabilitas *blocking* untuk sejumlah panggilan identik dengan probabilitas trafik yang ditolak, sehingga besarnya  $A_r$  dapat dinyatakan dengan:

$$A_r = A_o \times B \quad (2.5)$$

Karena  $A_o = A_c + A_r$ , maka trafik  $A_o$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$A_o = \frac{A_c}{1-B} \quad (2.6)$$

#### 2.3.4. Karakteristik Trafik

Sumber trafik adalah pelanggan. Kapan dan berapa lama pelanggan mengadakan pembicaraan telepon tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Jadi trafik ini besarnya merupakan besar statistik dan kuantitasnya hanya bisa diselesaikan dengan statistik dan

teori probabilitas. Jumlah panggilan merupakan fungsi waktu, sedang variasi dari jumlah panggilan tersebut sama dengan variasi trafik.

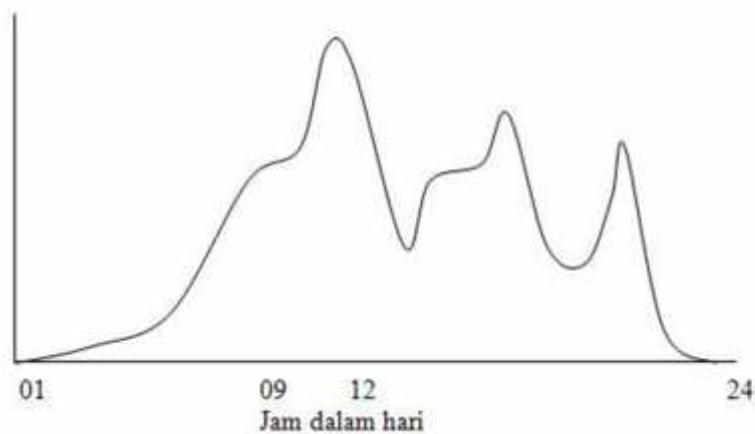
Bila trafik dalam suatu sistem peralatan telekomunikasi diamati, maka akan terlihat bahwa harganya akan berubah-ubah (bervariasi).

Variasi trafik terjadi dalam interval waktu:

- ❖ Menit ke menit
- ❖ Jam ke jam
- ❖ Hari ke hari
- ❖ Musim ke musim (hari besar, musim liburan, dll).

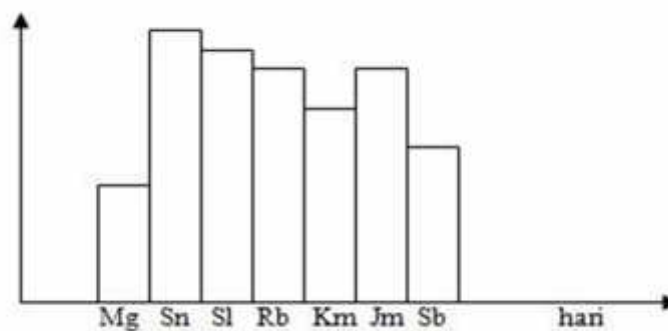
Variasi dalam waktu yang pendek (dalam satu jam) terlihat bahwa perubahan tidak teratur, dapat naik, dapat turun ataupun tetap.

Kurva trafik dalam satuan waktu dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2. Variasi trafik selama 1 hari

Trafik antara pukul 9.00 – 10.00



Gambar 2.3. Variasi trafik selama 1 minggu

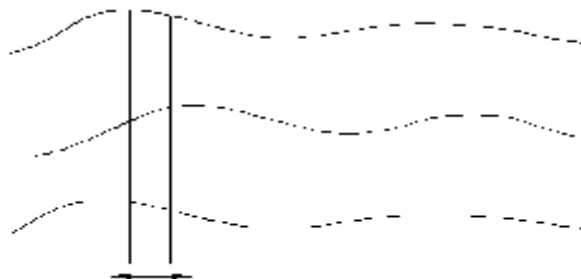
Pada gambar 2.2 diatas terlihat bahwa pada kira-kira pukul 10.00 nilai trafik merupakan yang tertinggi. Hal ini karena ternyata sumbangan trafik terbesar berasal dari pelanggan bisnis. Bila pengamatan trafik tersebut dilakukan pada hari-hari lain, bentuk kurvanya tidak tepat sama, mungkin nilai tertingginya terjadi pada sekitar pukul 10.30. Dari kurva-kurva tersebut terdapat pengertian : Jam sibuk (*Time Consistent Busy Hour*).

#### 2.4.4. Konsep Jam Sibuk

Jam sibuk yaitu periode satu jam (60 menit) dalam satu hari dimana trafiknya mempunyai nilai tertinggi dalam jangka lama. Jadi jam sibuk ini didapat dari kurva rata-rata dari banyak kurva (banyak hari). Penetapan jam sibuk dapat diklasifikasikan kedalam tiga cara yaitu:

##### 1. *Time Consistent Busy Hour (TCBH)*

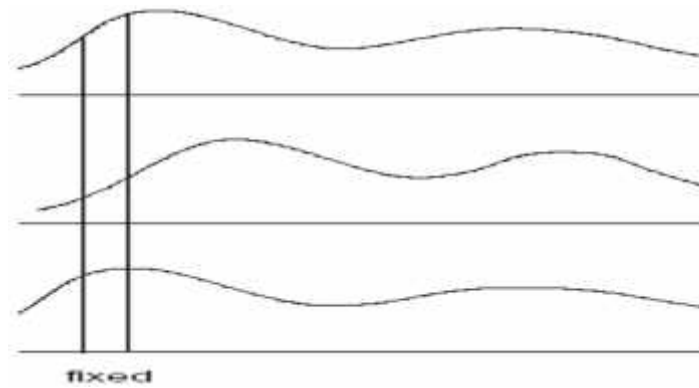
Perioda satu jam, perioda ini sama untuk setiap harinya, yang memberikan hasil pengukuran trafik rata-rata tertinggi selama perioda pengamatan. Berikut contoh gambar seperti dibawah ini:



Gambar 2.4. *Time Consistent Busy Hour (TCBH)*

##### 2. *Fixed Daily Measurement Hour (FDMH)*

Selang satu jam pengukuran trafik sudah ditentukan sebelumnya (misalnya antara 9.30-10.30), trafik hasil pengukuran dirata-ratakan selama perioda pengamatan (selama 10 hari misalnya). Berikut contoh gambar FDMH



Gambar 2.5. *Fixed Daily Measurement Hour (FDMH)*

### 3. *Bouncing Busy Hour Method (BBH)*

*Bouncing busy hour method (BBH)* dikenal juga *post collected busy hour* ialah metode pengamatan jam sibuk berdasarkan kepadatan intensitas trafiknya dari waktu ke waktu setiap hari. Dengan demikian dapat saja terjadi periode jam sibuk pada suatu hari akan berbeda dengan jam sibuk pada hari lain.

Penanganan panggilan yang tidak sukses dilihat dari terjadinya kemacetan (kongesti), pelanggan apakah diperkenankan menunggu atau harus melakukan panggilan ulang, sistem telepon dapat diklasifikasikan:

1. *Loss System* : Panggilan yang datang saat seluruh sirkit sibuk, akan ditolak atau dibuang dari sistem. Bila terjadi repeated call (panggilan ulang) akan dianggap sebagai panggilan baru. System loss ini biasanya digunakan untuk menentukan dimensi (jumlah) saluran antar sentral telepon.
2. *Delay System* : Panggilan yang tidak dapat dilayani karena seluruh sirkit sibuk, maka panggilan-panggilan tersebut diperkenankan menunggu pada ruang tunggu (buffer) yang disediakan. Sistem ini biasanya digunakan untuk PABX.
3. *Overflow System* : Panggilan-panggilan yang tidak terlayani karena seluruh group sirkit kesuatu arah dalam kondisi diduduki, maka diluapkan (diroutingkan) atau di-over ke frub sirkit ke arah lain (*alternative routing*). Sistem ini biasanya diterapkan dalam mendisain jaringan *Multi Exchange Area (MEA)* dengan tujuan mengoptimalkan biaya investasi.

## 2.4. Probabilitas dan Statistika

Secara umum, statistik adalah suatu metode ilmiah dalam mengumpulkan, mengklasifikasikan meringkas, menyajikan, menginterpretasikan, dan menganalisa data guna mendukung pengambilan keputusan yang valid dan berguna sehingga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan yang masuk akal. Selanjutnya, walaupun fungsi distribusi diketahui besaran-besaran karakteristik utama tetap berguna untuk memberikan informasi tentang sifat-sifat ciri dari variabel acak yang sangat berguna didalam penetapan praktis. Parameter-parameter dari distribusi juga dapat dinyatakan sebagai fungsi dari besaran-besaran tersebut atau sebagai parameter-parameter itu sendiri (Prasetowati, 2008).

Lind (2002) dalam mendefenisikan probabilitas sebagai suatu ukuran tentang kemungkinan suatu peristiwa (*event*) akan terjadi dimasa mendatang. Probabilitas dinyatakan antara 0 sampai 1 dalam persentase.

Beberapa distribusi yang dapat digunakan dalam sebuah pemodelan sistem trafik antara lain:

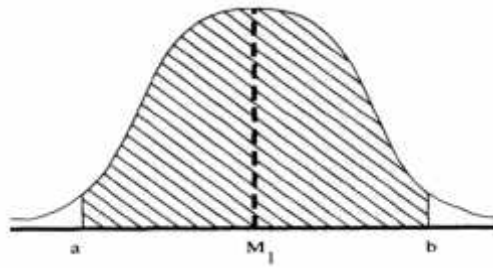
### 2.4.1. Distribusi Normal

Distribusi Normal adalah model distribusikontinyu yang paling penting dalam teori probabilitas. Distribusi Normal diterapkan dalam berbagai permasalahan. Distribusi normal memiliki kurva berbentuk lonceng yang simetris. Dua parameter yang menentukan distribusi normal adalah rata-rata atau ekspektasi ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) (Suharsono, 2013).

Fungsi kerapatan probabilitas dari distribusi normal diberikan dalam rumus berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.7)$$

Dimana  $\mu$  adalah rata-rata,  $\sigma$  adalah standardeviasi dan  $\sigma = 3,14159$ . Contoh grafik fungsi kerapatan probabilitas dari distribusi normal digambarkan dalam Gambar 3.6.2.



Gambar 2.6. Grafik fungsi probabilitas distribusi normal

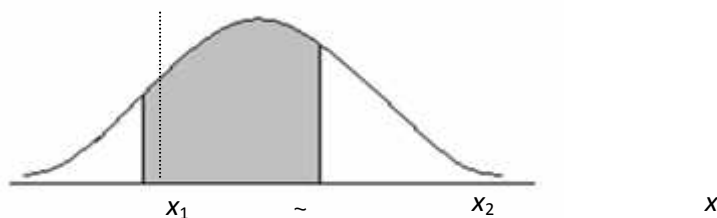
(Sumber : Suharsono, 2013)

Grafik fungsi distribusi normal di atas membentang dari minus tak hingga hingga tak hingga. Hanya saja, semakin jauh dengan rata-rata ( $M_1$ ), nilai probabilitas akan semakin mendekati nol.

Sifat-sifat distribusi normal :

1.  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$
2.  $f(x) \geq 0, \forall x$
3.  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$  dan  $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 0$
4.  $f(x + \sim) = f(-(x - \sim))$
5. Nilai maksimum dari  $f$  terjadi pada  $x = \sim$
6. Titik belok dari  $f$  terjadi pada  $x = \sim \pm \dagger$

Kurva setiap distribusi kontinu dibuat sedemikian rupa sehingga luas daerah dibawah kurva diantara dua koordinat  $x = x_1$  dan  $x = x_2$  sama dengan peluang peubah acak  $X$  antara  $x = x_1$  dan  $x = x_2$  (Prasetowati, 2008). Hal tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



$$P(x_1 < X < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} n(x; \sim, \dagger) dx = \frac{1}{\sqrt{2f \dagger}} \int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-\sim}{\dagger} \right)^2} dx \quad (2.8)$$

= Luas daerah yang diarsir

Untuk mengatasi kesulitan dalam menghitung integral fungsi densitas maka dibuat tabel luas kurva normal sehingga akan memudahkan dalam penggunaannya (Prasetowati, 2008).

#### 2.4.2. Distribusi Eksponensial

Bila  $X$  merupakan variabel random eksponensial dengan parameter  $\lambda$  yang terdefinisi pada selang  $(0, \infty)$  maka fungsi peluang dari  $X$  adalah (Prasetowati, 2008) :

$$f(x; A, B) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.9)$$

Distribusi eksponensial paling sering digunakan sebagai model distribusi waktu dalam fasilitas pelayanan *customers* (waktu tunggu). Pengertian *customers* disini tidak harus berupa orang tetapi bisa berupa panggilan telepon misalnya. Dalam penggunaannya dalam model ini, distribusi eksponensial sangat berkaitan dengan distribusi *Poisson* (Prasetowati, 2008).

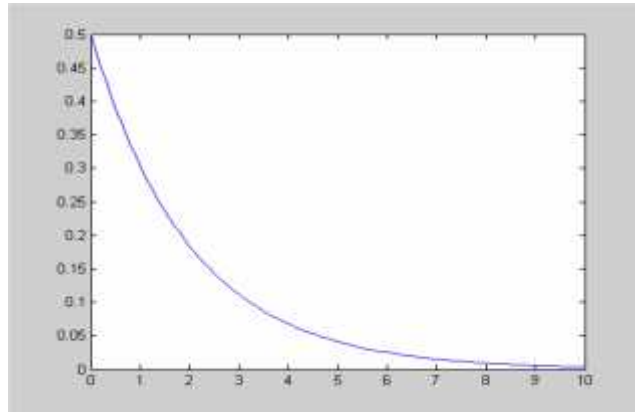
Bila  $X$  menyatakan jumlah kejadian yang terjadi dalam selang waktu  $t$ , maka  $X$  akan berdistribusi *Poisson*. Jika  $\alpha$  adalah mean  $X$  yaitu rata-rata jumlah kejadian per unit waktu, maka distribusi dari waktu antar 2 kejadian adalah eksponensial dengan parameter  $\alpha$  (Prasetowati, 2008).

Penggunaan distribusi eksponensial yang lain adalah sebagai model waktu hidup dari suatu komponen. Biasanya dalam model ini  $\lambda$  disebut sebagai tingkat kegagalan. Mean dan variansi dari distribusi eksponensial dengan parameter  $\lambda$  berturut – turut  $\frac{1}{\lambda}, \frac{1}{\lambda^2}$ . Pada distribusi eksponensial, bila nilai  $\lambda$  diubah-ubah sedemikian rupa, maka akan berpengaruh pada bentuk distribusinya.

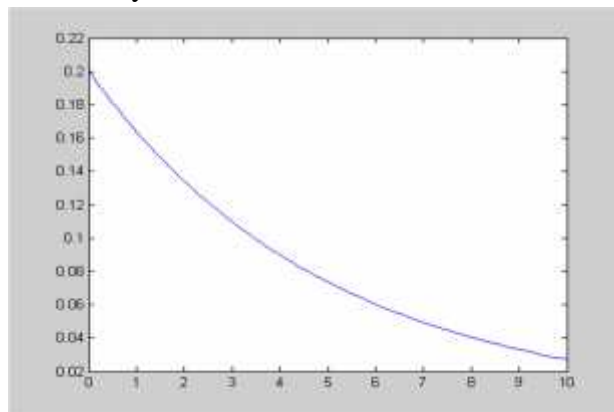
Bila  $X$  menyatakan jumlah kejadian yang terjadi dalam selang waktu  $t$ , maka  $X$  akan berdistribusi *Poisson*. Jika  $\alpha$  adalah mean  $X$  yaitu rata – rata jumlah kejadian per unit waktu, maka distribusi dari waktu antar 2 kejadian adalah eksponensial dengan parameter  $\alpha$ . Penggunaan distribusi eksponensial yang lain adalah sebagai model waktu hidup dari suatu komponen. Biasanya dalam model ini  $\lambda$  disebut sebagai tingkat kegagalan. Mean dan variansi dari distribusi eksponensial dengan parameter  $\lambda$  berturut – turut  $\frac{1}{\lambda}, \frac{1}{\lambda^2}$ . Pada



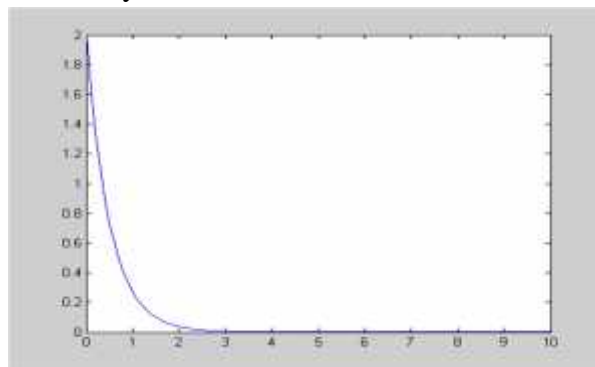
distribusi eksponensial, bila nilai  $\lambda$  diubah-ubah sedemikian rupa, maka akan berpengaruh pada bentuk distribusinya. Dengan menggunakan program matlab berikut diperoleh gambar distribusi di bawah (Sri Suryani Prasetowati Dan Yuliant Sibaroni, 2008):



Gambar 2.7. Distribusi eksponensial dengan  $\lambda = 2$   
(Sumber: Sri Suryani Prasetowati Dan Yuliant Sibaroni, 2008)



Gambar 2.8. Distribusi eksponensial dengan  $\lambda = 5$   
(Sumber: Sri Suryani Prasetowati Dan Yuliant Sibaroni, 2008)



Gambar 2.9. Distribusi eksponensial dengan  $\lambda = 0.5$   
(Sumber: Sri Suryani Prasetowati Dan Yuliant Sibaroni, 2008)

Dari ketiga gambar tersebut, dapat dikatakan bahwa untuk  $x = 0 \dots 10$  bila nilai  $\lambda$  semakin besar, kurvanya semakin landai.

CDF distribusi eksponensial:

$$F_x(x) = \int_0^x \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda x} \quad (2.10)$$

Mean dan varian Distribusi Eksponensial

$$E[X] = \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx = -x e^{-\lambda x} \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} e^{-\lambda x} dx = \frac{1}{\lambda} \quad (2.11)$$

$$Var[x] = E(X^2) - [E(X)]^2 = \frac{1}{\lambda^2} \quad (2.12)$$

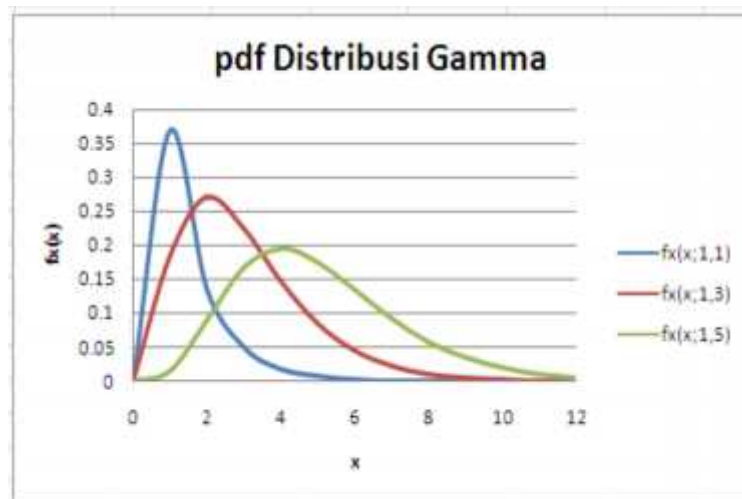
### 2.4.3. Distribusi Gamma

PDF distribusi gamma :

$$f_x(x; \lambda, r) = \frac{\lambda^r x^{r-1} e^{-\lambda x}}{\Gamma(r)} \quad \text{untuk } 0 \leq x \text{ dengan } \lambda > 0 \text{ dan } r > 0, \quad (2.13)$$

$$= 0 \quad \text{untuk yang lain}$$

Parameter  $r$  adalah parameter bentuk, dimana mempengaruhi bentuk dari distribusi, gambar 2.13 merupakan contoh grafik distribusi gamma standard dengan  $r=1, 3$  dan  $5$ .



Gambar 2.10. PDF distribusi gamma

(Sumber: Mukhtasor, 2010)

Dengan  $\Gamma(r)$  disebut complete (standard) gamma function,

$$\Gamma(r) = \int_0^{\infty} x^{r-1} e^{-x} dx \quad \text{untuk } r > 0 \quad (2.14)$$

$$= 0$$

Sifat-sifat penting fungsi gamma:

1.  $\Gamma(n) = (n-1)!$  untuk  $n \geq 1$
2.  $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$
3.  $\Gamma(1) = 1$

CDF Distribusi Gamma adalah:

$$F_T(t) = \int_0^t \frac{x^{r-1} e^{-x}}{\Gamma(r)} dx \quad \text{Untuk } r > 0, 0 \leq t, \quad (2.15)$$

$$= 0 \quad \text{untuk yang lain}$$

Mean dan Varian Distribusi Gamma dua parameter

$$E\{x\} = \frac{r}{\lambda} \quad \text{dan} \quad \text{Var}\{x\} = \frac{r}{\lambda^2} \quad (2.16)$$

#### 2.4.4. Distribusi Rayleigh

Pada kanal *wireless*, distribusi *Rayleigh* secara umum dipakai untuk menggambarkan statistik perbedaan waktu dari *envelope* yang diterima untuk sebuah sinyal *flat Fading*. *Fading* cepat merupakan *Rayleigh Fading* karena *Fading* ini terdistribusi mengikuti distribusi *Rayleigh*, yang mempunyai fungsi kepadatan probabilitas seperti yang ditunjukkan persamaan (2.10) (Baharuddin, 2007).

$$p(r_a) = \begin{cases} \frac{r_a}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{r_a^2}{2\sigma^2}\right) & (0 \leq r_a < \infty) \\ 0 & (r_a < 0) \end{cases} \quad (2.17)$$

dimana :

$\sigma$  = tegangan rata-rata

$\sigma^2$  = daya rata-rata

Fungsi distribusi kumulatif menyatakan presentasi lebih kecil dari nilai  $R_a$  tertentu, yang diperoleh dengan melakukan integral terhadap fungsi rapat peluang  $p(r_a)$ .

$$P(R_a) = P(r_a \leq R_a) = \int_0^{R_a} p(r_a) dr_a = 1 - \exp\left(-\frac{R_a^2}{2\tau^2}\right) \quad (2.18)$$

$r_{a, \text{mean}}$  distribusi *Rayleigh* adalah :

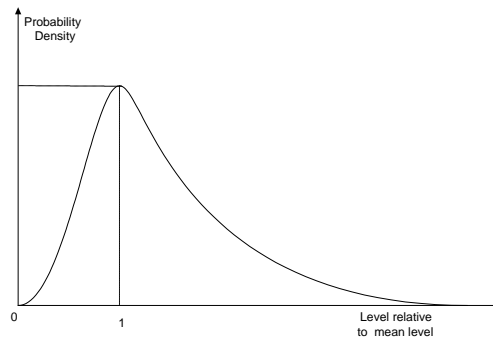
$$r_{a, \text{mean}} = E[r_a] = \int_0^{\infty} r_a p(r_a) dr_a = \tau \sqrt{\frac{f}{2}} = 1,253\tau \quad (2.19)$$

$\tau^2$  merupakan *varians* dari distribusi *Rayleigh* yang mewakili daya ac pada selubung sinyal.

$$\begin{aligned} \tau^2 &= E[r_a^2] - E^2[r_a] = \int_0^{\infty} r_a^2 p(r_a) dr_a - \frac{\tau^2}{2} \\ &= \tau^2 \left(2 - \frac{f}{2}\right) = 0,4292 \tau^2 \end{aligned} \quad (2.20)$$

Untuk menghitung nilai tengah untuk  $r_a$ , dapat digunakan persamaan (Baharuddin, 2007).

$$\frac{1}{2} = \int_0^{r_{a, \text{median}}} p(r_a) dr_a \Rightarrow r_{a, \text{median}} = 1,177\tau \quad (2.21)$$



Gambar 2.11. Grafik PDF distribusi *rayleigh* (Baharuddin, 2007)

Jadi terdapat perbedaan nilai rata-rata dan nilai tengah sebesar 0,55 dB dalam distribusi *Rayleigh*. Sebagai catatan bahwa nilai tengah pada prakteknya sering digunakan, karena data *Fading* biasanya diukur dilapangan dan kenyataannya distribusinya tidak dapat diasumsikan. Dengan penggunaan nilai tengah sebagai pengganti nilai rata-rata maka mudah kita membandingkan distribusi *Fading* yang berbeda dan memiliki nilai tengah

yang bermacam-macam. *Envelope* sinyal *Fading* yang dibangkitkan merupakan proses kompleks *gaussian* yang mempunyai bagian *real* yang independen dengan bagian *imaginernya*. Pada gambar 3.20 ditunjukkan grafik Pdf (*Probability Density Function*) dari sebuah distribusi *Rayleigh* (Baharuddin, 2007).

#### 2.4.5. Mean Squared Error (MSE)

Dalam statistik, *Mean Square Error* (MSE) sebuah estimator adalah nilai yang diharapkan dari kuadrat *error*. *Error* yang menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Perbedaan itu terjadi karena adanya keacakan pada data atau karena estimator tidak mengandung informasi yang dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat (Harjum Muharam dan Muhammad Panji, 2008).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=h}^N y_t - \hat{y}_t^2 \quad (2.22)$$

Dimana :

MSE = *Mean Squared Error*

N = Jumlah Sampel

$y_t$  = Nilai Aktual Indeks

$\hat{y}_t$  = Nilai Prediksi Indeks

### 2.5. Sentral Telepon Digital AT&T 5ESS

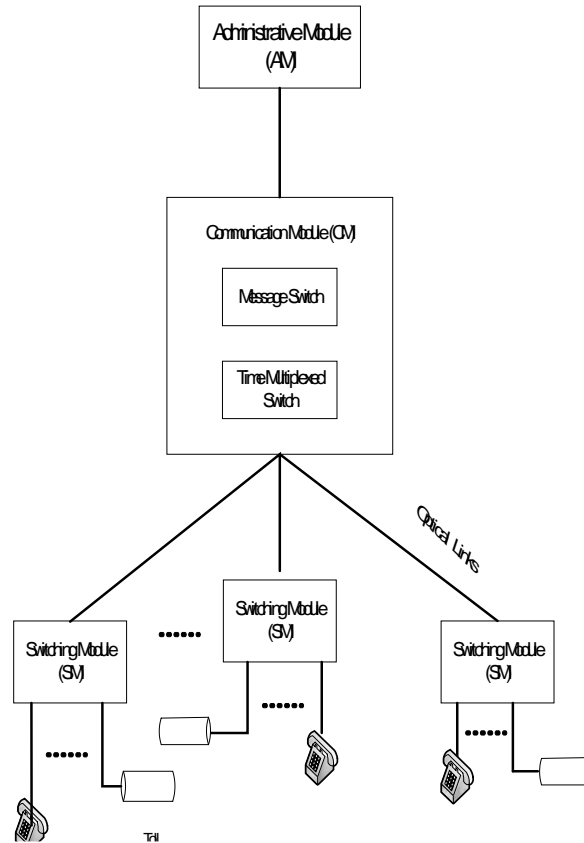
Sentral 5ESS (AT&T) merupakan sentral telepon buatan dari perusahaan *lucent*. Sentral ini pertama kali dioperasikan pada tahun 1982 di Amerika serikat. Sentral 5ESS merupakan sistem *switching* digital yang *universal* dan prosesnya bersifat terdistribusi modular. *Universal* dapat digunakan sebagai sentral local, sentral tandem, sentral *combined*, sentral *trunk*, maupun sentral gerbang internasional. Pada sentral AT&T 5ESS jika ada perubahan atau penambahan perangkat lunak maupun perangkat keras, tidak akan berpengaruh terhadap pemrosesan panggilan (*call processing*).

Arsitektur perangkat lunak berbentuk modular, menggunakan mikroprosesor dan pemakaian serat optik untuk konektifitas *end to end*, dan dapat digunakan pada sistem PCM 30 maupun PCM 24 sesuai standar ITU-T. Penggunaan sentral 5ESS memiliki tiga *type* sentral *remote* yang dinamakan *remote switching module* (RSM), *Remote integrated*

*service line unit* (RISLU) dan *Transmissionless remote module* (TRM). Sentral 5ESS memiliki beberapa karakteristik :

1. Sentral 5ESS bersifat modular memudahkan penambahan atau pengurangan kapasitas.
2. Perangkat lunak (*software*) dapat mendeteksi kesalahan yang terjadi. Sentral 5ESS secara otomatis mengkonfigurasi apabila terjadi gangguan dengan mengisolir perangkat yang terdeteksi rusak, dan memberikan informasi modul yang mengalami kerusakan.
3. Sentral 5ESS berstandar CCITT No.7 pada *signaling transfer point* dalam menangani *signaling data links, calling card validation, signaling connection control part*, dan *global defined network services*.
4. Pemrograman menggunakan bahasa “C” dalam mengendalikan sentral 5ESS.
5. Mendukung layanan *intelligent network* (IN) *service* dalam fasilitas, *personal number, advance freephone, flexible charging calling card*, dan lainnya.
6. Mendukung teknologi pensinyalan *common channel signaling* (CCS) No. 7.

Sentral 5ESS memiliki arsitektur perangkat keras yang mempunyai mikroprosesor tersendiri sehingga membantu fungsi pemrosesan panggilan. Adapun bentuk arsitektur dari sentral AT&T 5ESS adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12. Arsitektur sentral AT&T 5ESS

(Sumber : Rendy Munadi, 2009 )

### 1. *Administrative Module (AM)*

*Administrative module* merupakan perangkat utama sebagai pengontrol CM dan berkomunikasi dengan SM melalui CM dengan fungsi sebagai :

- a. Penyeleksi *ruting*
- b. Penyediaan *time slot*
- c. Memonitor status jaringan
- d. Pusat koordinasi pemeliharaan
- e. Pengontrol dan penyimpan data informasi *billing*
- f. Administrasi basis data, *timing*, dan *testing*
- g. Perantara komunikasi manusia dan sentral (MML).

### 2. *Communication Module (CM)*

*Communication module* menghubungkan satu SM dengan SM lainnya dan SM dengan AM. Mengontrol aktifitas *switching* (kontrol *timeslot* dan internal) dan

menyediakan *timing/clock* untuk sentral. Fungsi dari *communication module* antara lain :

- a. *Call space switching* dengan fungsi *space switch* dan *time multiplexed switch* untuk hubungan antara SM.
- b. *Network timing* untuk komunikasi didalam SM dan SM ke AM menggunakan protokol X 25 layer 2.

Sedangkan unit-unit CM meliputi :

- a. *Message switch* (MSG) sebagai *interface* ke *administration module*.
- b. Mengontrol aktifitas *switching* (*control timeslot* dan internal) dan menyediakan *timing/clock* untuk sentral.
- c. *Time multiplexed switched* (TMS) untuk *space switch* berfungsi menghubungkan kontrol *timeslot* dari AM ke SM, SM ke SM. Juga menghubungkan data *timeslot* antara SM dalam suatu pembicaraan telepon.

### 3. *Switching Module* (SM)

*Switching module* merupakan *interface* antara saluran pelanggan dan sirkuit *trunk* ke sentral. *Switching module* bertugas untuk mengolah pemrosesan panggilan.

Fungsi *switching module* ialah :

- a. Menerima sinyal analog/digital dari pelanggan/*trunk* ke digital sistem.
- b. Memproses pemanggilan sebagai persiapan menangani suatu panggilan dan penerimaan digit dari panggilan/*trunk*.
- c. Mengalokasikan ruting dan proses penyambungan sebagai *intramodul* (1 SM) dan *intrermodul* ke AM.
- d. *Scanning* saluran pelanggan, *ringing*, *tone generator*, *tone decoder*, pemberian *announcement*, *conference circuit*, dan fasilitas *testing*.

Sedangkan komponen-komponen utama SM terbagi menjadi 2 bagian utama ialah :

#### a. *SM Control Unit*

*Circuit switching*, dengan *time slot interexchange* (TSI), data *interface* dan *dual link interface* (DLI). Modul processor dengan komponen *switching module processor* (SMP), *control interface* (CI), dan *signal processor* (SP). *Packet switching* yang berfungsi menangani data paket.



b. *SM Peripheral Unit*

*Peripheral interface unit*, tempat terminasi saluran pelanggan dan *sirkuit trunk* ke *line unit* dan ke pelanggan analog, *integrated service line unit* (ISLU) untuk pelanggan analog dan digital. *Digital line and trunk unit* (DLTU) untuk *trunk* digital dan *analog trunk unit* (ATU) untuk *trunk* analog.

## 2.6. Performansi Sentral Telepon

Performansi sentral telepon merupakan kinerja dari sentral dalam melayani jaringan telepon. Kualitas dari sentral dapat dilihat jumlah trafik telepon yang dapat dilayani sentral. Untuk mengukur performansi dari sentral dapat dilihat dari nilai *Answer Seizure Ratio* (ASR), *Mean Holding Time Per Seizure* (MHTS), *Occupancy Circuit* (OCC) dan GOS. Petunjuk penghitungan performansi ini telah distandarisasi oleh organisasi ITU-T E.411 tentang *international network management-operational guidance*.

### 1. *Answer Seizure Ratio* (ASR)

ASR adalah parameter dalam mengukur persentasi kualitas rata-rata panggilan yang sukses dilayani pada sentral. Performansi ASR dapat dicari dengan membandingkan jumlah panggilan yang dapat dilayani (all answered) dibandingkan jumlah panggilan yang masuk (call seizure) pada sentral.

$$\text{ASR} = \frac{\text{Jumlah Call Answer}}{\text{Jumlah Seizure}} \times 100 \% \quad (2.23)$$

### 2. *Grade of service* (GOS)

*Grade of service* pada sentral ialah persentasi panggilan yang *loss* atau panggilan yang hilang yang terjadi pada sentral sewaktu menangani proses panggilan. GOS dikenal sebagai probabilitas *blocking* atau probabilitas *loss*. Untuk mencari nilai persentasi GOS pada sentral dapat dicari dengan banyak panggilan yang hilang dibagi dengan banyak panggilan yang ditawarkan.

$$\text{GOS} = \frac{\text{Banyak panggilan ditolak}}{\text{Banyak panggilan yang ditawarkan}} \times 100\% \quad (2.24)$$

### 3. Mean Holding Time Per Seizure (MHTS)

MHTS ialah merupakan nilai rata-rata lamanya pendudukan panggilan dalam waktu. Nilai MHTS digunakan untuk melihat efektifitas panggilan menggunakan sirkit dalam jaringan yang dinyatakan dengan satuan menit/*call*. Jika MHTS panjang maka panggilan dinyatakan efektif dan menghasilkan pulsa. Nilai MHTS dapat dilihat dengan membandingkan jumlah trafik dengan jumlah panggilan yang tersalurkan.

$$\text{MHTS} = \frac{\text{Traffic Carried}}{\text{Jumlah Call selama 1 jam}} \times 60 \text{ menit} \quad (2.25)$$

### 4. Occupancy Circuit (OCC)

OCC ialah perbandingan antara *traffic carried* (erlang) dengan jumlah sirkit yang aktif. Semakin besarnilai OCC maka sirkit pada sentral menunjukkan semakin padatnya nilai beban sehingga jumlah sirkit harus ditambah.

$$\text{OCC} = \frac{\text{Traffic Carried}}{\text{Jumlah sirkit operasi}} \times 100 \% \quad (2.26)$$

## 2.7. Perangkat Lunak (Software)

### 2.7.1. MATLAB

Pada tugas akhir ini digunakan perangkat lunak yaitu Matlab versi 7.7.0 (R2008b). matlab atau *Matrix Laboratory* mampu mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman untuk dapat digunakan secara mudah. Matlab mempunyai beberapa fungsi di antaranya:

1. Pemodelan, simulasi, dan *prototyping*
2. Analisis, eksplorasi, dan visualisasi data
3. Matematika dan Komputansi
4. Pengembangan algoritma
5. Pengolahan grafik untuk sains dan teknik
6. Pengembangan aplikasi berbasis GUI (*Graphical User Interface*)

Ada beberapa tools yang disediakan oleh Matlab 7.7.0 diantaranya :

- a. *Command Window* berfungsi untuk tempat memasukkan dan menjalankan variabel (fungsi) dari Matlab

- b. *Command History* berfungsi menampilkan fungsi-fungsi yang telah dikerjakan pada *command window*.
- c. *Workspace Browser* memuat variabel-variabel yang dibuat dan yang disimpan dalam memori saat penggunaan Matlab.
- d. *Editor/Debugger* berfungsi untuk membuat dan memeriksa M-File.
- e. *Help* dapat membantu pengguna untuk menampilkan dan mencari dokumentasi yang ada pada Matlab.
- f. *Current Directory Browser* berfungsi menampilkan file-file Matlab dan file yang terkait serta mengerjakan operasi file seperti membuka dan mencari isi file.

Selain *tools* di atas, masih ada beberapa tools lain yang terdapat di Matlab. Pada tugas akhir ini, Matlab digunakan untuk pengolahan data yang didapatkan dari pengukuran untuk analisis dan visualisasi.

File yang mempunyai nama M-File merupakan file teks yang memuat variabel-variabel serta fungsi yang ada pada Matlab. M-File berupa nama *file script* dalam Matlab yang disimpan dengan ekstensi “.m”. M-File memudahkan dalam penulisan (pembuatan) program dalam Matlab. Fungsi-fungsi yang ada pada M-File tersebut dapat mengakses semua variabel Matlab dan menjadi bagian dari program Matlab.

### 2.7.2. SPSS

SPSS adalah kependekan dari *Statistical Program for Social Science* merupakan paket program aplikasi komputer untuk menganalisis data statistik. Dengan SPSS kita dapat memakai hampir dari seluruh tipe file data dan menggunakannya untuk untuk membuat laporan berbentuk tabulasi, chart (grafik), plot (diagram) dari berbagai distribusi, statistik deskriptif dan analisis statistik yang kompleks. Jadi dapat dikatakan SPSS adalah sebuah sistem yang lengkap, menyeluruh, terpadu, dan sangat fleksibel untuk analisis statistik dan manajemen data, sehingga kepanjangan SPSS pun mengalami perkembangan, yang pada awal dirilisnya adalah *Statistical Package for the Social Science*, tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Statistical Product and Service Solution*.

Keunggulan dari SPSS for windows diantaranya adalah diwujudkan dalam menu dan kotakkotak dialog antar muka (*dialog interface*) yang cukup memudahkan para user dalam perekaman data (*data entry*), memberikan perintah dan sub-sub perintah analisis hingga menampilkan hasilnya. Disamping itu SPSS juga memiliki kehandalan dalam

menampilkan chart atau plot hasil analisis sekaligus kemudahan penyuntingan bilamana diperlukan. Dalam menunjang kerjanya, SPSS for windows menggunakan 6 tipe window, yaitu : *SPSS Data Editor, output Window, Syntax Window, Chart Carousel, Chart Window, dan Help Window.*