

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Peramalan (*Forecasting*)

Untuk menyelesaikan masalah di masa datang yang tidak dapat dipastikan, orang senantiasa berupaya menyelesaikannya dengan model pendekatan-pendekatan yang sesuai dengan perilaku aktual data, begitu juga dalam melakukan peramalan.

Peramalan (*forecasting*) permintaan akan produk dan jasa di waktu mendatang dan bagian-bagiannya adalah sangat penting dalam perencanaan dan pengawasan produksi. Suatu peramalan banyak mempunyai arti, maka peramalan tersebut perlu direncanakan dan dijadwalkan sehingga akan diperlukan suatu periode waktu paling sedikit dalam periode waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu kebijaksanaan dan menetapkan beberapa hal yang mempengaruhi kebijaksanaan tersebut.

Peramalan diperlukan disamping untuk memperkirakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang juga para pengambil keputusan perlu untuk membuat *planning*.

Secara umum pengertian peramalan adalah tafsiran. Namun dengan menggunakan teknik-teknik tertentu maka peramalan bukan hanya sekedar tafsiran. Ada beberapa definisi tentang peramalan, diantaranya :

- a. Peramalan atau *forecasting* diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka- angka historis (Buffa S. Elwood, 1996).
- b. Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen (Makridakis, 1988).
- c. Peramalan adalah kegiatan memperkirakan tingkat permintaan produk yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang. (John E. Biegel, 1999)

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang

relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar. Selain itu metode peramalan dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik penganalisaan yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar, karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah. (A Hartanti, 2013)

2.2 Regresi dan Korelasi Linier

2.2.1 Analisis Regresi dan Korelasi

Sebelum suatu keputusan diambil seringkali perlu dilakukan suatu peramalan (*forecasting*) mengenai kemungkinan yang terjadi atau harapan di masa depan yang berkaitan dengan keputusan tersebut. Hal tersebut lebih mudah dilakukan bila suatu hubungan (relasi) dapat ditentukan antara variabel yang akan diramal dengan variabel lain yang telah diketahui sataupun sangat mudah untuk diantisipasi. Untuk keperluan tersebut, regresi dan korelasi sangat luas digunakan sebagai perangkat analisisnya. (Harinaldi, 2005 : 206)

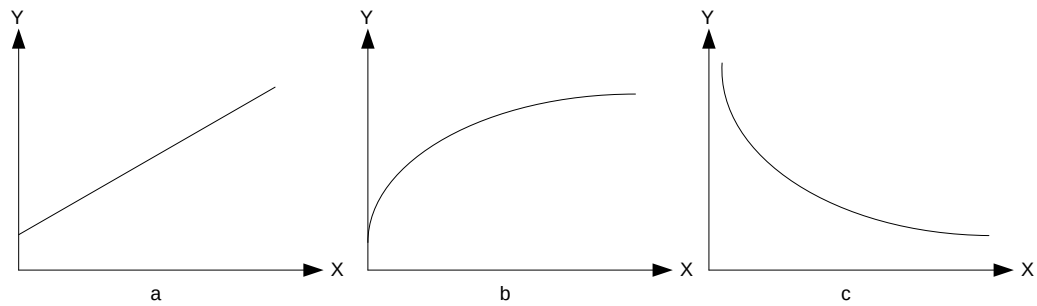
Persamaan regresi merupakan suatu persamaan formal untuk mengekspresikan dua unsur penting suatu hubungan statistik. Amatan dari suatu hubungan statistik tidak jauh tepat pada kurva persamaan hubungan tersebut. Hal ini berbeda dengan hubungan fungsional, di mana hubungan tersebut dinyatakan dengan rumus matematik sehingga titik amatan akan tepat jatuh pada garis hubungan tersebut. Orang yang pertama kali memperkenalkan istilah regresi adalah Sir Francis Galton (1822-1911), seorang antropolog dan pakar meteorologi terkenal dari Inggris.

Dalam analisis regresi ada dua jenis variabel yaitu variabel penjelas (*explanatory variable*) atau variabel bebas (*independent variable*) dan variabel respons (*response variable*) atau variabel tidak bebas (*dependent variable*). Yang dimaksud dengan variabel bebas adalah suatu variabel yang nilainya dapat ditentukan atau dengan mudah dapat diukur. Sedangkan variabel tidak bebas

adalah suatu variabel yang nilainya sukar ditentukan atau tidak mudah diukur. Biasanya kita ingin mengetahui bagaimana perubahan-perubahan pada variabel bebas dapat mempengaruhi nilai variabel tidak bebas. Antara variabel bebas dan variabel tidak bebas tidak selalu tampak jelas perbedaannya dan adakalanya tergantung pada tujuan kita. Apa yang pada suatu tahap dianggap sebagai suatu variabel tidak bebas mungkin pada tahap lain dapat dijadikan sebagai variabel bebas. Analisis hubungan kedua variabel tersebut diutamakan untuk menelusuri pola hubungan yang modelnya belum diketahui dengan sempurna sehingga dalam penerapannya lebih bersifat eksploratif dan berakar pada pendekatan empirik.

Ada dua pengertian yang terkandung dalam analisis regresi yaitu regresi sebagai alat untuk memprakirakan dan regresi sebagai alat untuk menjelaskan sistem. Yang diutamakan pada regresi sebagai alat untuk prakiraan adalah persamaan garis regresi. Di sini kita mencari tempat kedudukan rata-rata atau median suatu variabel tertentu pada berbagai nilai atau interval nilai dari variabel yang lain. Tempat kedudukan tersebut berupa kumpulan titik yang dapat dihubungkan oleh suatu garis (garis regresi). Pengertian di atas menjadikan persamaan garis regresi sebagai pusat perhatian. Hal ini disebabkan persamaan garis tersebut mempunyai ringkasan dari pola sebaran titik yang digunakan sebagai patokan dalam pemahaman perilaku data. Hasil analisisnya dapat digunakan untuk pendugaan atau prediksi. (Fauzy Akhmad, 2008 : 271)

Variabel yang akan diestimasi nilainya disebut variabel terikat atau variabel tidak bebas (*dependent variable* atau *response variable*) dan biasanya diplot pada sumbu tegak (sumbu-y). Sedangkan variabel bebas (*independent variable* atau *explanatory variable*) adalah variabel yang diasumsikan memberikan pengaruh terhadap variasi variabel terikat dan biasanya diplot pada sumbu datar (sumbu-x). Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur seberapa kuat atau derajat kedekatan suatu relasi yang terjadi antar variabel. Jadi, jika analisis regresi ingin mengetahui pola relasi dalam bentuk persamaan regresi, maka analisis korelasi ingin mengetahui kekuatan hubungan tersebut dalam koefisien korelasinya. Dengan demikian biasanya analisis regresi dan korelasi sering dilakukan bersama-sama. (Harinaldi, 2005 : 206)



Gambar 2.1 beberapa contoh hubungan antara
Variabel bebas dan tak bebas
(Sumber : Statistik Industri, 2008)

2.2.2 Relasi Yang Logis

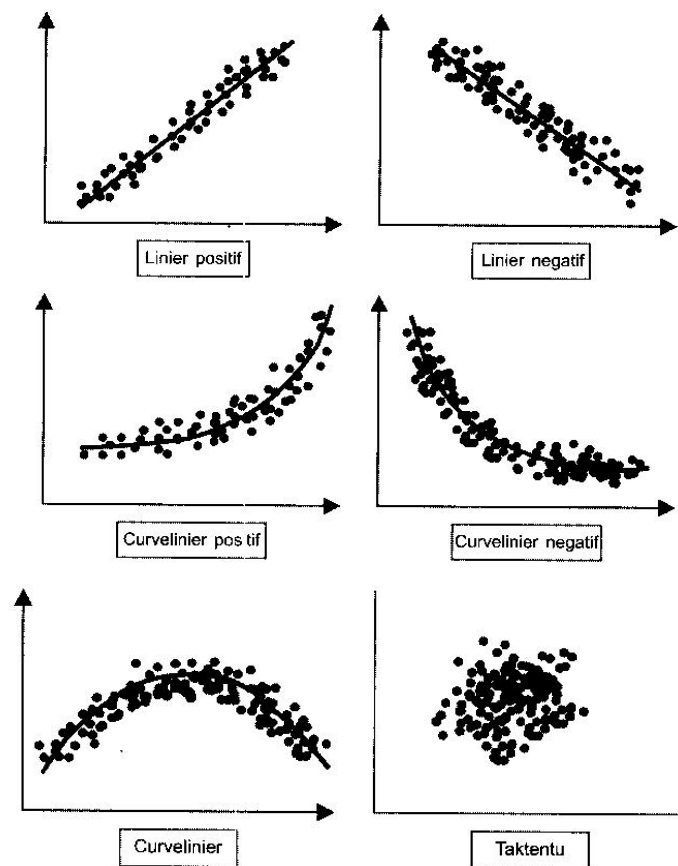
Dalam menentukan apakah terdapat suatu hubungan yang logis antar variabel, terutama bila penilaian dilakukan terhadap angka-angka statistik saja, perlu diperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan masuk akal atau tidaknya hubungan tersebut jika ditinjau dari sifat dasar hubungan tersebut. Dalam hal ini terdapat beberapa kemungkinan bentuk relasi, meliputi hubungan sebab akibat (*cause and effect relationship*), hubungan akibat penyebab yang sama (*common cause factor relationship*), dan hubungan semua (*spurious relationship*).

Relasi antara kenaikan temperatur dengan kecepatan reaksi proses kimia termasuk suatu relasi sebab-akibat. Dalam contoh lain, seseorang bisa menemukan penjualan kendaraan bermotor. Namun relasi yang berlaku disini bukan merupakan relasi sebab-akibat, namun merupakan relasi akibat penyebab yang sama (*common cause factor*) yang dikarenakan tingkat pendapatan masyarakat yang juga meningkat. Sedangkan jika yang dikaitkan adalah variabel-variabel yang tidak bisa secara logis menunjukkan adanya hubungan maka akan didapatkan relasi semu. (Harinaldi, 2005 : 206)

2.2.3 Diagram Pancar (*Scatter Diagram*)

Langkah pertama dalam menganalisis relasi antar variabel adalah dengan membuat diagram pancar (*scatter diagram*) yang menggambarkan titik-titik plot dari data yang diperoleh. Diagram pancar ini berguna untuk :

- Membantu melihat apakah ada relasi yang berguna antar variabel
- Membantu menentukan jenis persamaan yang akan digunakan untuk menentukan hubungan tersebut. (Harinaldi. Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, 2005 : 207)



Gambar 2.2 garis regresi linier pada diagram pencar
(Sumber : Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, 2005)

2.2.4 Persamaan Regresi Linier Sederhana

Dalam analisis regresi linier akan ditentukan persamaan yang menghubungkan dua variabel yang dapat dinyatakan sebagai bentuk persamaan pangkat satu (persamaan linier/persamaan garis lurus).

Persamaan umum garis regresi untuk regresi linier sederhana adalah :

$$y' = a + bx$$

Di mana :

y' = nilai *estimate* variabel terikat atau variabel tidak bebas

a = titik potong garis regresi pada sumbu y atau nilai *estimate* sumbu y' bila $x = 0$

b = gradien garis regresi (perubahan nilai *estimate* y' per satuan perubahan nilai x)

x = nilai variabel bebas

2.2.5 Sifat-sifat Garis Regresi Linier

Terdapat dua sifat yang harus dipenuhi sebuah garis lurus untuk dapat menjadi garis regresi yang cocok (fit) dengan titik-titik data pada diagram pancar, yaitu :

- Jumlah simpangan (deviasi) positif dari titik yang tersebar di atas garis regresi sama dengan saling menghilangkan, jumlah simpangan negatif dari titik-titik yang tersebar di bawah garis regresi. Dengan kata lain :

$$\sum \Delta y = \sum (y - y') = 0$$

- Kuadrat dari simpangan-simpangan mencapai nilai minimum (*least square value of deviations*). Jadi :

$$\sum (\Delta y)^2 = \sum (y - y')^2 = \text{minimum}$$

Dengan sifat kedua, metode regresi ini sering juga disebut sebagai metode *least square*. Dengan menggunakan kedua sifat diatas dan menggabungkannya dengan prinsip-prinsip kalkulus diferensial untuk menentukan nilai ekstrim sebuah fungsi, maka dapat diturunkan hubungan-hubungan untuk mendapatkan nilai-nilai konstanta a dan b pada persamaan garis regresi, yang hasilnya sebagai berikut :

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

dimana :

n = jumlah titik (pasangan pengamatan (x,y))

$\bar{x}$ = mean dari variabel x

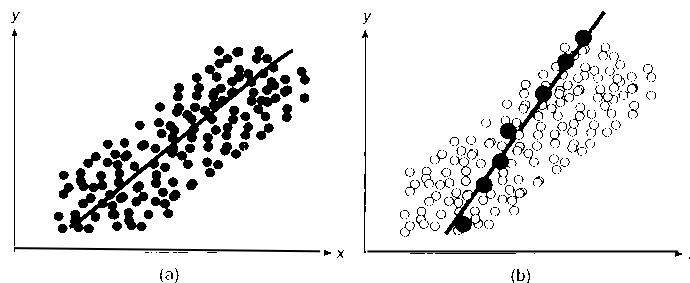
$\bar{y}$ = mean dari variabel y

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan persamaan garis regresi untuk menghitung perkiraan suatu hasil. Pertama adalah belum diketahui seberapa akurat hasil perkiraan tersebut. Kedua kita tidak bisa melakukan perkiraan untuk nilai-nilai di luar kisaran yang digunakan untuk membuat persamaan regresi tersebut, karena kita tidak bisa memastikan bagaimana sifat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat untuk nilai-nilai yang lebih besar ataupun lebih kecil dari yang diamati. (Harinaldi, 2005 : 207)

2.3 Uji-uji Relasi dan Interval Prediksi

2.3.1 Relasi pada Sampel vs Relasi pada Populasi

Suatu pernyataan akan timbul jika kemudian ingin diketahui apakah relasi antar variabel yang diperoleh dari sampel berlaku juga untuk populasinya. Sebagai ilustrasi, perhatikan gambar diagram populasi di bawah ini :



Gambar 2.3 Diagram pencar populasi

(Sumber : Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, 2005)

Gambar 2.4(a) menunjukkan diagram pencar untuk seluruh populasi yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas X dan variabel terikat atau variabel tak bebas Y (simbol huruf besar digunakan untuk populasi). Kemudian, andaikan pada pengambilan sampel kebetulan terpilih titik-titik data seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.4(b) dan selanjutnya dihitung persamaan garis regresinya. Terlihat jelas bahwa interpretasi dari persamaan garis regresi yang diperoleh dari data sampel dapat memberikan pemahaman yang menyesatkan (misleading) jika akan diterapkan pada populasinya. Untuk itulah perlu dilakukan

uji-uji relasi dan interval prediksi dalam suatu analisis regresi. (Harinaldi, 2005 : 212)

2.3.2 Uji-t Kemiringan (*Slope*) Garis Regresi

Dalam melakukan inferensi statistik dengan menggunakan analisis regresi sederhana terdapat beberapa asumsi dasar yang harus terpenuhi, yaitu :

- a. Populasi memiliki variabel X dan Y yang berhubungan secara linier dan persamaan garisnya memiliki nilai perpotongan dengan sumbu Y (A) dan kemiringan (B) yang tetap. Nilai-nilai a dan b yang diperoleh dari observasi sampel adalah nilai-nilai perkiraan untuk A dan B. Jadi,
- b. Untuk setiap nilai X terdapat distribusi nilai Y pada diagram pencar populasi yang mana nilai tersebut terdistribusi secara normal disekitar garis regresi.
- c. Masing-masing distribusi nilai Y memiliki deviasi *standard* yang sama (sering disebut kondisi *homoscedasticity*).
- d. Masing-masing nilai Y pada distribusi ini saling bebas satu sama lainnya.

Dengan berdasarkan asumsi-asumsi dasar tersebut maka dapat dilakukan sebuah uji hipotesa mengenai kemiringan (*slope*) garis regresi menggunakan uji-t yang mengikuti 7 langkah uji hipotesa yang biasa diterapkan sebagai berikut :

- a. Pernyataan Hipotesa Nol dan Hipotesis Alternatif

Dalam persoalan ini ingin diketahui apakah terdapat hubungan antara variabel X dan Y yang diindikasikan melalui kemiringan garis regresi. Jika tidak terdapat hubungan, maka nilai B (kemiringan/*slope* dari garis regresi untuk populasi) adalah nol. Jadi, hipotesa nol dan hipotesa alternatif yang akan diuji adalah :

$$H_0 : B = 0$$

$$H_1 : B \neq 0$$

- b. Pemilihan Tingkat Kepentingan (*Level of Significance*)

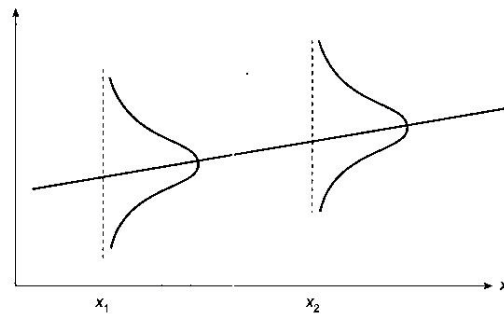
Biasanya digunakan tingkat kepentingan 0,01 atau 0,05

- c. Penentuan Distribusi Pengujian yang Digunakan

Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi t. Nilai-nilai distribusi

ditentukan dengan mengetahui :

- Tingkat kepentingan (*level of significance*) $\alpha/2$ (uji dua-ujung).
- Derajat kebebasan/degree of freedom, $df = n - 2$ di mana n = jumlah data pasangan.



Gambar 2.4 Distribusi normal di sekitar garis regresi

(Sumber : Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, 2005)

d. Pendefinisian Daerah Penolakan atau Daerah Kritis

Daerah penerimaan dan penolakan dibatasi oleh nilai kritis t_{cr}

e. Pernyataan Aturan Keputusan (*Decision Rule*)

Tolak H_0 dan terima H_1 jika perbedaan yang terstandar antara kemiringan sampel (b) dan kemiringan populasi yang dihipotesiskan (B_{H0}) berada di daerah penolakan. Jika sebaliknya, terima H_0 .

f. Perhitungan Rasio Uji (RU)

Rumus yang digunakan untuk menghitung rasio uji adalah

$$RU_t = t_{test} = \frac{b - BH_0}{S_b}$$

di mana :

$$S_b = \frac{s_{y,x}}{\sqrt{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}}$$

g. Pengambilan Keputusan Secara Statistik

Jika nilai rasio uji berada di daerah penerimaan maka hipotesa nol diterima, sedangkan jika berada di daerah penolakan maka hipotesa nol ditolak. (Harinaldi, 2005 : 212)

2.3.3 Uji ANOVA untuk kemiringan (*Slope*) Garis Regresi

Teknik lain untuk menguji keberadaan slope suatu garis regresi populasi adalah dengan analisis varians (ANOVA). Uji ANOVA ini akan memberikan hasil yang sama dengan uji t dalam menentukan apakah ada relasi antara variabel bebas dan terikat dalam suatu analisis regresi linier sederhana. Berikut merupakan prosedur uji ANOVA :

- a. Pernyataan Hipotesis Nol dan Hipotesis Alternatif
 - H_0 : tidak terdapat relasi antara X dan Y
 - H_1 : terdapat relasi antara X dan Y
- b. Pemilihan Tingkat Kepentingan (*Level of Significance*)
 - Biasanya digunakan tingkat kepentingan 0,01 atau 0,05
- c. Penentuan Distribusi Pengujian yang Digunakan
 - Digunakan uji ANOVA ini yang digunakan adalah distribusi F. Nilai-nilai dari distribusi F telah disajikan dalam bentuk tabel, yang dapat ditentukan dengan mengetahui tiga hal sebagai berikut :
 - Tingkat kepentingan
 - Derajat kebebasan (*degree of freedom* (df_{num})) yang digunakan sebagai pembilang dalam rasio uji adalah $df_{num} = m$ dimana m = jumlah variabel bebas (untuk regresi linier sederhana, $m = 1$)
 - Derajat kebebasan (*degree of freedom* (df_{den})) untuk sampel yang digunakan sebagai penyebut dalam rasio adalah $df_{den} = (n - m - 1)$ dimana n = jumlah observasi (data pasangan)
- d. Pendefinisian Daerah-daerah Penolakan atau Kritis
 - Daerah penerimaan dan penolakan dibatasi oleh nilai kritis F_{cr}
- e. Pernyataan Aturan Keputusan (Decision Rule)
 - Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RU > F_{cr}$. Jika tidak demikian, terima H_0 .
- f. Perhitungan Rasio Uji (RU)
 - Rumus yang digunakan untuk menghitung rasio uji (RU_F) adalah :

$$RU_f = F_{test} = \frac{\hat{\sigma}_{antara}^2}{\hat{\sigma}_{dalam}^2}$$

g. Pengambilan Keputusan Secara Statistik

Jika nilai rasio uji berada di daerah penerimaan maka hipotesis nol diterima, sedangkan jika berada di daerah penolakan maka hipotesis nol ditolak. (Harinaldi, 2005 : 215)

2.3.4 Estimasi Interval

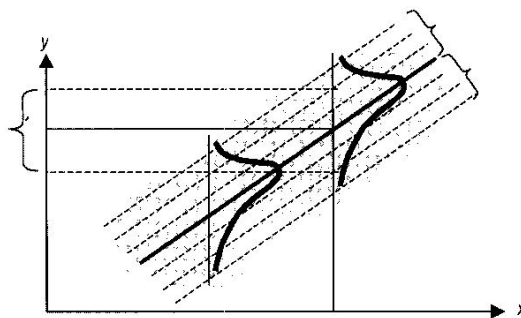
Nilai estimasi dari sebuah variabel terikat, yang diperoleh dengan menggunakan suatu persamaan regresi untuk suatu nilai variabel bebas tertentu merupakan suatu nilai estimasi titik (*point estimate*). Pada kenyataannya, nilai estimasi ini tidaklah mutlak tepat, mengingat data terpengaruh di sekitar garis regresi. Dengan mengetahui besarnya standard error estimasi $s_{y,x}$ maka estimasi titik dapat diperluas menjadi estimasi interval.

a. Untuk sampel besar ($n > 30$)

Dengan menganggap nilai variabel terikat, y yang sesungguhnya terdistribusi normal disekitar garis regresi maka suatu estimasi interval dapat diperoleh sebagai :

$$y' \pm z(S_{y,x})$$

z adalah skor z yang akan menentukan tingkat kepercayaan dari penerima estimasi interval yang dilakukan.



Gambar 2.5 interpretasi dan aplikasi estimasi interval
untuk sampel besar

(Sumber : Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, 2005)

b. Untuk sampel kecil ($n < 30$)

- Prediksi kisaran nilai rata-rata y jika diketahui x

Estimasi interval untuk sampel kecil dengan situasi ini dapat diperoleh

$$\left[s_{y,x} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_g - \bar{x})^2}{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}} \right]$$

dengan rumus berikut :

$$y' \pm t_{\alpha/2}$$

di mana :

y' = estimasi titik yang dihitung dengan persamaan regresi untuk nilai x tertentu

$t_{\alpha/2}$ = nilai t untuk $\alpha/2$ (tingkat kepercayaan) dengan derajat kebebasan $n - 2$

x_g = nilai x yang ditentukan

n = jumlah observasi pasangan pada sampel

- Prediksi kisaran nilai spesifik y jika diketahui x

Estimasi interval untuk sampel kecil dengan situasi ini dapat diperoleh dengan rumus berikut : (Harinaldi, 2005 : 216)

$$y' \pm t_{\alpha/2} \left[s_{y,x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_g - \bar{x})^2}{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}} \right]$$

2.4 Analisis Korelasi Linier Sederhana

Untuk mengetahui seberapa dekat hubungan antara variabel diperlukan suatu ukuran yang menyatakan “kekuatan” relasi tersebut. Dalam statistik, ukuran tersebut diperoleh melalui suatu analisis korelasi.

2.4.1 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi didefinisikan sebagai populasi penurunan keragaman jumlah yang diakibatkan oleh digunakannya variabel bebas. Semakin besar nilai koefisien determinasi maka semakin besar penurunan keragaman jumlah variabel terikat yang diakibatkan oleh dimasukkannya variabel bebas tersebut. (Fauzy Akhmad, 2008 : 286)

Koefisien determinasi (r^2) didefinisikan sebagai perbandingan dari variasi

terjelaskan dengan variasi total :

$$r^2 = \frac{\sum(y' - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}$$

dengan menggunakan konstanta-konstanta dari persamaan regresi, rumus diatas dapat dinyatakan sebagai :

$$r^2 = \frac{a(\sum y) + b(\sum xy) - n(\bar{y})^2}{\sum(y)^2 - n(\bar{y})^2}$$

Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 (tidak ada relasi) dan 1 (relasi sempurna). (Harinaldi, 2005 : 219)

2.4.2 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi (r) mempunyai nilai yang merupakan akar dari koefisien determinasi dan mempunyai tanda dengan ketentuan sebagai berikut :

$$r = \pm\sqrt{r^2}$$

Tanda r mengikuti tanda konstanta b persamaan regresi (r positif jika b positif dan r negatif b negatif). Dengan demikian r berkisar antara -1 sampai +1. (Harinaldi, 2005 : 220)

Makin dekat nilai r itu kepada -1 atau 1, makin baiklah data sampel itu diterangkan oleh garis regresi itu. Makin dekat nilai r dengan 0, maka kurangnya baiknya kita menggunakan analisa regresi itu untuk sampel kita. Jika nilai itu mencapai nilai ekstrim -1 atau 1, maka dapat dikatakan bahwa garis lurus itu menerangkan data sampel kita dengan sempurna, artinya bahwa segala variasi didalam nilai y itu diterangkan dengan sempurna oleh variabel nilai x. Tetapi jika $r = 0$, maka kita dapat menarik kesimpulan bahwa tidak ada hubungan linier yang berarti antara nilai x dan y. (Amudi, 1975 : 326)

2.5 Sentral Telepon

Telepon pertama kali diperkenalkan lebih dari satu abad yang lalu yaitu pada tahun 1876. Pada awalnya telepon hanya menyalurkan *voice* saja. Bentuk elektrik dari sinyal suara adalah berupa gelombang analog. Proses digitalisasi sentral telepon di Indonesia dimulai pada tahun 1984, dengan secara bertahap

mengganti sentral-sentral analog/semi digital ke jenis sentral *full* digital (Rendy, 2011 : 135). Terdapat 3 jenis tipe sentral digital yang diimplementasikan di Indonesia yaitu :

a. Tipe EWSD

EWSD (*Electronic Wahler Sistem Digital*) adalah sentral telepon digital pertama yang dikembangkan di Indonesia yang diperkenalkan tahun 1984. Pada saat ini EWSD adalah jenis sentral digital yang cukup banyak di jaringan telekomunikasi baik sebagai sentral lokal, *trunk*, *combine*, sentral *mobile* dan sentral internasional.

b. Tipe NEAX

NEAX merupakan salah satu jenis sentral telepon buatan Jepang yang diperkenalkan tahun 1994. Sentral NEAX melayani komunikasi ISDN (*Integrated Service Digital Network*) yaitu pelayanan dari satu pelayanan pelanggan digunakan untuk beberapa perangkat, tidak hanya pesawat telepon tapi juga data, video dan gambar.

c. Tipe 5 ESS

Sentral telepon digital 5ESS merupakan salah satu sentral sistem digital yang digunakan di Indonesia, sentral ini pertama kali dioperasikan tahun 1982 di Amerika Serikat dan pada tahun 1985 mulai digunakan di luar Amerika Serikat. Sampai saat ini sudah lebih dari 30 juta pelanggan yang menggunakan sentral 5ESS ini di lebih dari 13 negara di dunia. Sentral 5ESS merupakan sistem *switching* digital yang *universal* dan prosesnya bersifat terdistribusi / modular.

Sentral digital memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu :

a. Menganalisa permintaan pembicaraan

b. Menghubungkan pemanggil dan yang dipanggil melalui saklar kanal bicara.

c. Melepas semua rangkaian dan fasilitas saat pembicaraan selesai.

Dari fungsi sentral digital diatas yang disebut sebagai fungsi dasar peralatan sentral yakni fungsi yang berkaitan dengan penyambungan pembicaraan. (Sormin, 2013)

2.6 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.

(UNJANI. Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1: hal 2)

2.6.1 Besaran Trafik dan Satuan Trafik

Secara sederhana *traffic* dapat diartikan sebagai pemakaian. Pemakaian yang diukur dengan waktu (Erlang), yang tentunya hal ini berkaitan dengan apa yang terjadi. Penataan trunk-trunk dan saklar-saklar di dalam satu sentral telepon disebut *trunking* dari sebuah sentral. Kepadatan trafik, lebih sering disebut dengan trafik. Sekalipun ini merupakan besaran yang tidak memiliki dimensi, namun sebuah nama telah diberikan untuk satuan trafik yaitu Erlang (E). Pada sekumpulan *trunk*, jumlah rata-rata percakapan yang sedang berlangsung

tergantung pada jumlah panggilan yang datang dan lamanya percakapan. Lama bicara sebuah percakapan sering disebut dengan *holding time*, karena percakapan tersebut memakai *holds* sebuah *trunk* selama selang waktu trafik satu Erlang dihasilkan dari beberapa keadaan, yaitu dari satu *trunk* yang sedang sibuk disepanjang waktu, dari dua *trunk* yang masing-masing sibuk selama sepertiga ($1/3$) waktu karena satu jam terdiri dari 3600 detik, maka 1 Erlang = 36 CCS (*hundreds off call second per hour*). (Sugiono, 2013 : 79)

Untuk satuan trafik beserta konversinya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1. Konversi satuan trafik

Satuan	Erl TU VE	CCS HCS UC	ARHC EBHC
1 erl = 1 TU = 1 VE =	1	36	30
1 CCS = 1 HCS = 1 UC =	$1/36$	1	$5/6$
1 ARHC = 1 EBHC =	$1/30$	$6/5$	1

(Sumber : Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1)

TU = *Traffic Unit* → Harga yang menunjukkan jumlah
VE = *Verkehrseinheit* penduduk rata-rata

CCS = *Cent Call Second*
HCS = *Hundred Call Second* → Jumlah pendudukan (panggilan)
UC = *Unit Call* rata-rata per jam dengan waktu
pendudukan rata-rata 100 detik

ARHC = *Appels Re'duits a l'heure*
Chargee → Jumlah pendudukan (panggilan)
rata-rata per jam dengan waktu
pendudukan rata-rata 100 detik

EBHC = *Equated Busy Hour Call*

Volume trafik dapat ditentukan dengan mengalikan jumlah panggilan dengan rata-rata waktu pendudukan.

$$V = n \times h$$

V = volume trafik

n = jumlah panggilan

h = rata-rata waktu pendudukan (*mean holding time*) (menit/call)

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 :

$$A = \frac{v}{T}$$

dimana :

A = intensitas trafik

V = volume trafik

T = periode waktu pengamatan

atau

$$A = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_{pi}$$

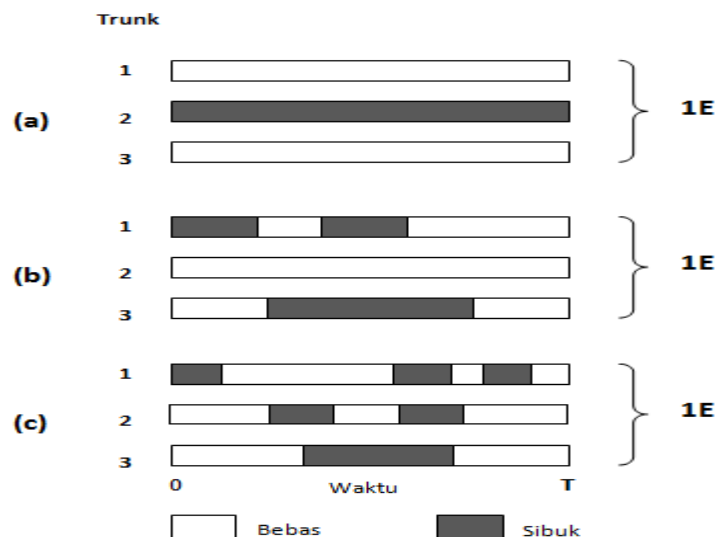
t_{pi} = waktu pendudukan server ke-i

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 8. 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 2.1, 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).

(UNJANI. Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1: 3)



Gambar 2.6 Contoh variasi trafik 1E yang diolah oleh 3 *trunk*

(Sumber : Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1)

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

$$A = \frac{Ch}{T}$$

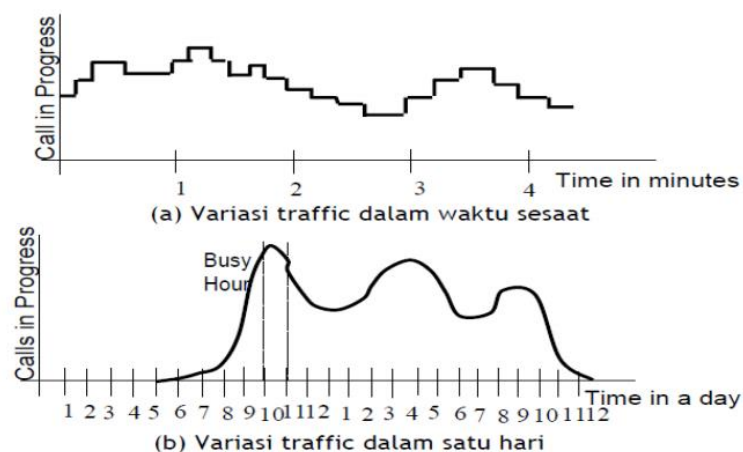
dimana :

A = trafik dalam satuan Erlang

C = Jumlah rata-rata panggilan yang datang dalam periode waktu T

h = waktu pendudukan rata-rata

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 seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Variasi trafik untuk selang waktu tertentu

(Sumber : Unjuk Kerja *Traffic* pada Sistem Telekomunikasi Seluler Berbasis CDMA Area Malang. Jurnal IPTEK Vol 17 No.1)

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.

(UNJANI. Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1: hal 4)

2.6.2 Jenis Trafik

Terdapat tiga jenis model trafik yakni :

1. *Offered Traffic* (A)

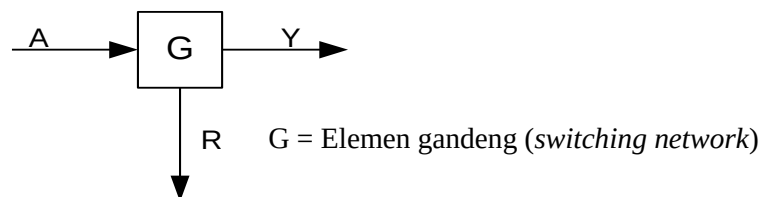
Trafik yang ditawarkan atau mau masuk ke jaringan

2. *Carried Traffic* (Y)

Trafik yang dimuat atau yang mendapatkan saluran

3. *Lost Traffic* (R)

Trafik yang hilang atau yang tidak mendapatkan saluran.



Gambar 2.8 Proses model trafik

(Sumber : Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1)

Definisi-definisi intensitas trafik sebelumnya mengacu pada *carried traffic*. Secara natural, *offered traffic* dapat didefinisikan sebagai jumlah rata-rata upaya pendudukan selama perioda waktu yang sama dengan waktu rata-rata pendudukan dari pendudukan yang sukses. Arti dari berhasil tergantung dari fungsi perangkat yang diamati. Sehingga, pendudukan yang berhasil terhadap perangkat pengendali (*common control device*) belum tentu membawa pada keberhasilan pembentukan jalur komunikasi. *Lost trafik* dihitung dari perbedaan antara *offered dan carried traffic*. Hanya *carried traffic* yang dapat diukur, sedangkan jenis trafik lainnya harus dihitung. (Sukiswo, Konsep Dasar Trafik)

2.7 Peramalan Trafik

Teletraffic teory didefinisikan sebagai aplikasi dari teori probabilitas (stokastik proses, teori antrian dan simulasi) untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan perencanaan, evaluasi untuk kerja dan maintenance dari sistem telekomunikasi. *Teletraffic* meliputi trafik untuk komunikasi data dan trafik telekomunikasi.

Peramalan Trafik dilakukan untuk mengestimasi jumlah trafik pada waktu dilakukan forecast demand. Peramalan trafik digunakan sebagai dasar untuk :

- a. Manajemen *planning*
- b. *Theoretical study* dari optimum *network*
- c. Menentukan jumlah *equipment*

Peramalan dibedakan dalam tiga periode, yaitu :

- a. periode jangka pendek
- b. periode jangka menengah
- c. periode jangka panjang

Peramalan trafik ada dua yaitu :

- a. peramalan trafik untuk jumlah satuan sambungan
- b. peramalan trafik untuk perencanaan jaringan

2.7.1 Peramalan Trafik Jumlah Satuan Sambungan

- a. Trend Method

suatu kuantitas yang diambil dari hasil pengamatan dalam suatu waktu seri (*time series*) dapat mengikuti suatu pola tertentu dan dicari perkembangannya untuk waktu yang akan datang yaitu memperkirakan kecenderungan perkembangan untuk yang akan datang.

- b. *Statistical Demand Analysis*

Dapat dianggap bahwa perkembangan suatu besaran tertentu (misalnya jumlah pelanggan) mengikuti suatu pola tertentu misalnya tergantung atas jumlah penduduk, standard kehidupan, perkembangan ekonomi dan lain-lain. Bila beberapa variabel mempunyai relasi yang nalar pada perkembangan telepon, maka variabel tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan perkembangannya.

- c. *Analycal Comparison*

Membandingkan tahap-tahap perkembangan telekomunikasi. Dianggap bahwa perkembangan dari suatu Negara (wilayah) akan mengikuti (sama dengan) perkembangan Negara (wilayah) yang sudah lebih berkembang.

- d. *Individual Judgement*

Ini ditentukan secara pribadi. Peramalan didasarkan pada pengalaman dan informasi yang telah dikumpulkan. Tidak ada analisis secara sistematis yang dibuat.

2.7.2 Matriks Trafik

Tabel 2.2. Matrik trafik

Ke dari	1	i	j	n	ΣO
1	$A_{(11)}$			$A_{(1n)}$	$O_{(1)}$
i		$A_{(ii)}$	$A_{(ij)}$		$O_{(i)}$
j		$A_{(ji)}$	$A_{(jj)}$		$O_{(j)}$
n	$A_{(n1)}$			$A_{(nn)}$	$O_{(n)}$
ΣT	$T_{(1)}$	$T_{(i)}$	$T_{(j)}$	$T_{(n)}$	A

(Sumber : Diktat Rekayasa Trafik STT Telkom)

Dimana :

$A_{(ij)}$ adalah trafik dari i ke j

$A_{(ji)}$ adalah trafik dari j ke i

$A_{(ii)}$ adalah trafik *local* sentral i

$O_{(i)}$ adalah jumlah seluruh trafik *originating* sentral i

$T_{(j)}$ adalah seluruh trafik *terminating* sentral j

$$\sum_i O_{(i)} = \sum_j T_{(j)} = A$$

2.7.3 Point to Point Forecast

a. Estimasi total trafik

Untuk mengestimasi total trafik dari berbagai katagori *subscriber* dihitung dengan rumus :

$$A(t) = N_1(t)\alpha_1 + N_2(t)\alpha_2 + \dots N_n(t)\alpha_n$$

dimana :

$N_n(t)$ = peramalan jumlah *subscriber* untuk kategori n

α_n = trafik pada *subscriber* dengan kategori n

jika tidak mungkin membagi *subscriber* dalam kategori-kategori maka total trafik yang akan datang dihitung dengan rumus :

$$A(t) = A(0) \frac{N(t)}{N(0)}$$

dimana :

$N(t)$ = jumlah *subscriber* pada tahun ke t

$N(0)$ = jumlah *subscriber* pada tahun sekarang

$A(t)$ = jumlah trafik pada tahun ke t

$A(0)$ = jumlah trafik pada tahun sekarang

b. Estimasi *Point to Point* Trafik

Untuk mengestimasi trafik dari suatu sentral ke sentral lain, dihitung dengan rumus :

$$A_{ij}(t) = A_{ij}(0) \frac{W_i G_i + W_j G_j}{W_i + W_j}$$

dimana :

G = pertumbuhan *subscriber* pada suatu sentral

$$G_i = \frac{N_i(t)}{N_i(0)} \text{ dan } G_j = \frac{N_j(t)}{N_j(0)}$$

w = bobot

Ada beberapa metode mendapatkan

bobot W Metode RAPP'S 1

Metode RAPP'S 2

Metode AUSTRALIAN TELECOM

Formula RAPP'S 1

$$W_i = N_i(t) \quad W_j = N_j(t)$$

Diasumsikan bahwa trafik per *subscriber* dari sentral I ke sentral j sebanding dengan jumlah *subscriber* pada sentral j .

Formula RAPP'S 2

$$W_i = N_i(t)^2 \quad W_j = N_j(t)^2$$

Diasumsikan bahwa trafik originating dan trafik terminating per *subscriber* sangat kecil.

Formula Australian Telecom

$$W_i = \frac{N_i(0) + N_i(t)}{2} \quad W_j = \frac{N_j(0) + N_j(t)}{2}$$

Persamaan ini diperoleh dari penurunan RAPP'S 1. dari substitusi persamaan tersebut diperoleh :

$$\frac{A_{ij}(t)}{N_i(t).N_j(t)} = \frac{A_{ij}(0)}{N_i(0).N_j(0)}$$

$$A_{ij}(t) = A_{ij}(0) \cdot G_i \cdot G_j$$

2.7.4 Kruithof's Double Factor Method

Metode ini digunakan untuk menentukan trafik yang akan datang dari suatu tempat ke tempat lain atau A_{ij} dalam matrik trafik. Dengan asumsi :

- Beban trafik diketahui
- Rencana jumlah trafik *originating* (jumlah baris) dan trafik *terminating* (jumlah kolom) juga telah ditentukan.

Tujuan metode ini adalah mencari konfigurasi beban trafik terbaik antara 2 sentral.

$$A_{ij} \longrightarrow \text{diubah menjadi } A_{(ij)} \frac{S_i}{S_0}$$

Penyesuaian terhadap baris :

$$A_{ij}(n) = \frac{A_{ij}(n-1)}{O_i(n-1)} \cdot O_i(t)$$

Penyesuaian terhadap kolom :

$$A_{ij}(n) = \frac{A_{ij}(n-1)}{T_j(n-1)} \cdot T_j(t)$$

dimana :

n = iterasi ke n

$O_i(t)$ = trafik *originating* sentral i pada tahun ke t (nilai yang diharapkan)

$T_j(t)$ = trafik *terminating* sentral j pada tahun ke t (nilai yang diharapkan)

(Sofia Naning, 2004)

2.8 Parameter Jaringan

Untuk memperoleh kondisi jaringan secara menyeluruh, ada beberapa indikator yang dapat dianalisa :

- Answer Seizure Ratio (ASR)*

ASR merupakan parameter jaringan untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu panggilan. Parameter ini sekaligus sebagai ukuran efektifitas aliran trafik

yang dilayani pada titik tempat pengukuran. ASR menunjukkan perbandingan jumlah pendudukan yang memperoleh jawaban terhadap jumlah pendudukan total. Perhitungan parameter ASR dilakukan berdasarkan pada rute atau tujuan aliran trafik, biasanya dihitung dalam persen.

$$ASR = \frac{\text{Jumlah pendudukan yang mendapat jawaban} \times 100\%}{\text{Jumlah pendudukan total}}$$

b. *Seizure per Circuit per Hour (SCH)*

SCH adalah indikator jaringan untuk mengetahui kepadatan *call* disetiap sirkit dalam satu jam dan digunakan untuk menganalisa kondisi jaringan lawan. Parameter SCH dipakai sebagai ukuran kemampuan untuk menduduki sebuah sirkit yang bebas pada sebuah rute. Untuk menentukan nilai SCH, tidak perlu mengumpulkan data selama satu jam karena data-data yang diukur kurang dari satu jam dapat dianggap sebagai data selama satu jam dengan mengalikan suatu faktor pengali. Sebagai contoh jumlah *seizure* akan menjadi dua kali lipat jika hanya menggunakan data yang diukur hanya selama setengah jam. Selain itu SCH yang dihitung berdasarkan hasil pengukuran pada saluran *one-way* sama dengan dari setengah SCH yang dihitung berdasarkan hasil pengukuran pada saluran *both-way*.

$$SCH = \frac{\text{Jumlah pendudukan per jam}}{\text{Jumlah sirkit yang tersedia untuk pelayanan}}$$

c. *Mean Holding Time per Seizure (MHTS)*

MHTS adalah indikator jaringan untuk mengetahui rata-rata lamanya pendudukan sirkit setiap panggilan/*call*. Parameter ini bila dikaitkan dengan parameter SCH dapat memberikan gambaran tentang efektifitas dan kualitas pelayanan yang sedang diberikan. Perhitungan MHTS dilakukan berdasarkan lamanya sebuah group sirkit atau lamanya peralatan penyambungan diduduki.

$$MHTS = \frac{\text{Beban Trafik dalam Erlang} \times 60}{\text{Jumlah call Seizure dalam 1jam}}$$

d. *Occupancy Rate (OCC)*

OCC adalah indikator jaringan untuk mengetahui beban trafik disirkuit. OCC menyatakan persentase waktu pendudukan sebuah sirkuit /group sirkuit atau peralatan penyambungan selama satu jam sibuk. Dalam manajemen jaringan, parameter OCC digunakan untuk mengetahui efisiensi pemakaian sirkuit atau peralatan penyambungan serta digunakan pula untuk mengidentifikasi volume trafik yang tidak normal. Jika occupancy tinggi maka penggunaan sirkuit tinggi, demikian sebaliknya. Perhitungan parameter OCC didasarkan pada perbandingan aliran trafik (penggunaan sirkuit) dengan jumlah sirkuit yang tersedia, biasanya dinyatakan dalam persen.

$$\text{OCC} = \frac{\text{Jumlah penggunaan (dalam Erlang)}}{\text{Jumlah sirkuit yang tersedia}} \times 100\%$$

e. *Maintenance Block*

Parameter *maintenance block* adalah indikator jaringan yang menyatakan jumlah group sirkuit yang tidak dapat diduduki oleh panggilan, disebabkan penurunan kualitasnya. Kegagalan ini biasanya disebabkan adanya kerusakan ataupun akibat penuhnya sirkuit oleh panggilan yang sudah lebih dahulu masuk parameter MB biasanya dinyatakan dalam persen.

(*International Telecommunication Union, 2000 : 4*)

$$\text{MB} = \frac{\text{Jumlah sirkuit yang mengalami kegagalan}}{\text{Jumlah sirkuit total}} \times 100\%$$

2.9 *Grade of Service (GOS)*

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 dapat didefinisikan sebagai :

$$\text{GOS} = \frac{\text{Jumlah panggilan yang hilang}}{\text{Jumlah panggilan yang ditawarkan}} \times 100\%$$

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). (UNJANI. Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1: 6)

2.9.1 Perbedaan Probabilitas *Blocking* dan *Grade of service* (GOS)

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*.

Probabilitas *blocking* dapat didefinisikan :

$$P_b = \frac{A^n / n!}{\sum_{i=0}^n A^i / i!}$$

dimana :

P_b = probabilitas *blocking* yang terjadi

A = intensitas trafik

n = jumlah saluran

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). (UNJANI. Rekayasa Trafik Telekomunikasi BAB 1: 6)

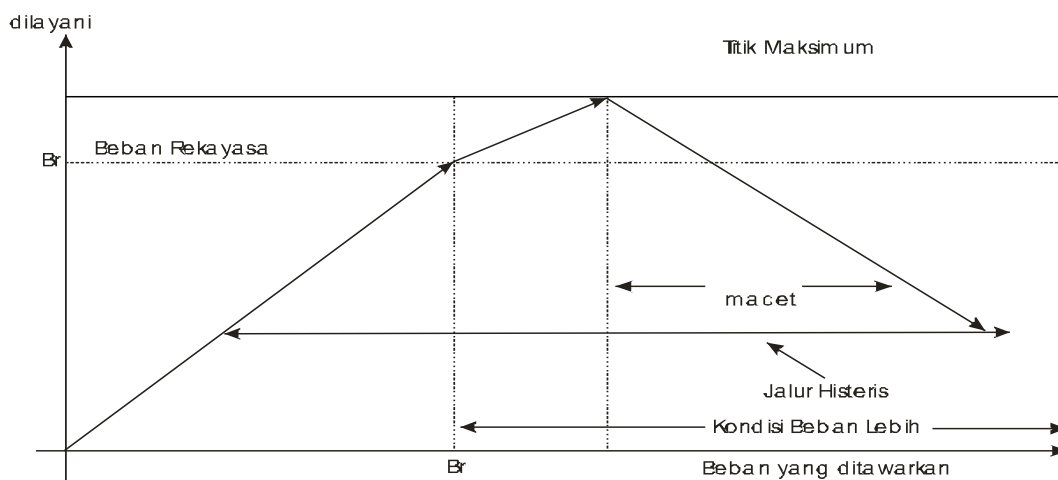
2.10 Jaringan Telekomunikasi dengan Beban Lebih

Jaringan telekomunikasi adalah rangkaian perangkat telekomunikasi dan kelengkapannya yang digunakan untuk mengirimkan informasi berupa sinyal-sinyal telekomunikasi. Sinyal-sinyal telekomunikasi selanjutnya didefinisikan sebagai aliran trafik. Sirkuit penghubung antar sentral dapat berupa sekelompok sirkuit yang disebut group sirkuit. Dalam prakteknya hubungan langsung antar sentral dapat menggunakan lebih dari satu group sirkuit.

Jaringan telekomunikasi mempunyai kapasitas yang terbatas, sehingga dimungkinkan tidak dapat menampung aliran trafik yang kadang datang melebihi kapasitas maksimumnya. Dalam melakukan aliran trafik, jaringan telekomunikasi mempunyai unjuk kerja yang berbeda. Unjuk kerja ini ditentukan oleh kemampuan sentral dan sirkuit yang melayani jaringan tersebut. Suatu sirkuit atau sentral telah dirancang untuk menangani aliran trafik hingga volume beban tertentu.

Kapasitas maksimum jaringan didefinisikan sebagai kapasitas jaringan yang pada saat permintaan terus meningkat akan mengurangi jumlah trafik yang dapat dilayani. Keadaan seperti ini menyebabkan jaringan bergerak dari kondisi kerja yang efisien ke kondisi kerja yang tidak efisien. Kondisi kerja jaringan ditentukan berdasarkan batas-batas pembebanan suatu group sirkuit.

Unjuk kerja jaringan dan hubungannya dengan kondisi beban lebih direpresentasikan seperti pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Unjuk kerja jaringan telekomunikasi

(Sumber : Detlev G. Haenschke, et al. *Network Management and Congestion in the U.S. Telecommunications Network* IEEE Transactions on communication. Vol COM-29. No 4)

Dari gambar terlihat adanya penurunan jumlah panggilan yang dapat dilakukan pada jaringan telekomunikasi jika beban yang ditawarkan melebihi batas-batas yang sudah direkayasa. Pada saat itu kapasitas sirkit yang tersedia tidak dapat melakukan semua trafik yang ada sehingga akan menyebabkan kegagalan panggilan karena adanya panggilan yang tidak mendapat sirkit.

Grafik diatas juga menunjukkan adanya suatu tindakan yang dapat dilakukan apabila terjadi kondisi beban lebih, yaitu dengan jalan menghalangi masuknya panggilan berikutnya agar volume trafik yang dilayani dapat dikurangi hingga berada dibawah batas beban rekayasa sampai jaringan normal kembali. (Detlev G. Haenschke, et al, dikutip dalam Cecep Hendra, 2004)

2.11 Matlab

Matlab merupakan perangkat lunak produk dari The MathWorks, Inc yang memadukan kemampuan perhitungan, pencitraan, dan pemrograman dalam satu paket. Matlab merupakan bahasa komputasi teknik yang lebih mudah dan lebih canggih dalam penggunaannya dibandingkan dengan bahasa teknik pendahulunya seperti Fortran, Basic, Pascal. Sebetulnya Matlab tidaklah berbeda dengan kalkulator *scientific* yang sehari-hari kita kenal. Kita bisa memanfaatkan

kemampuan Matlab untuk menemukan solusi dari berbagai masalah numerik secara cepat, mulai dari hal yang paling dasar, misalkan sistem 2 persamaan dengan 2 variabel :

$$x - 2y = 32$$

$$12x + 5y = 12$$

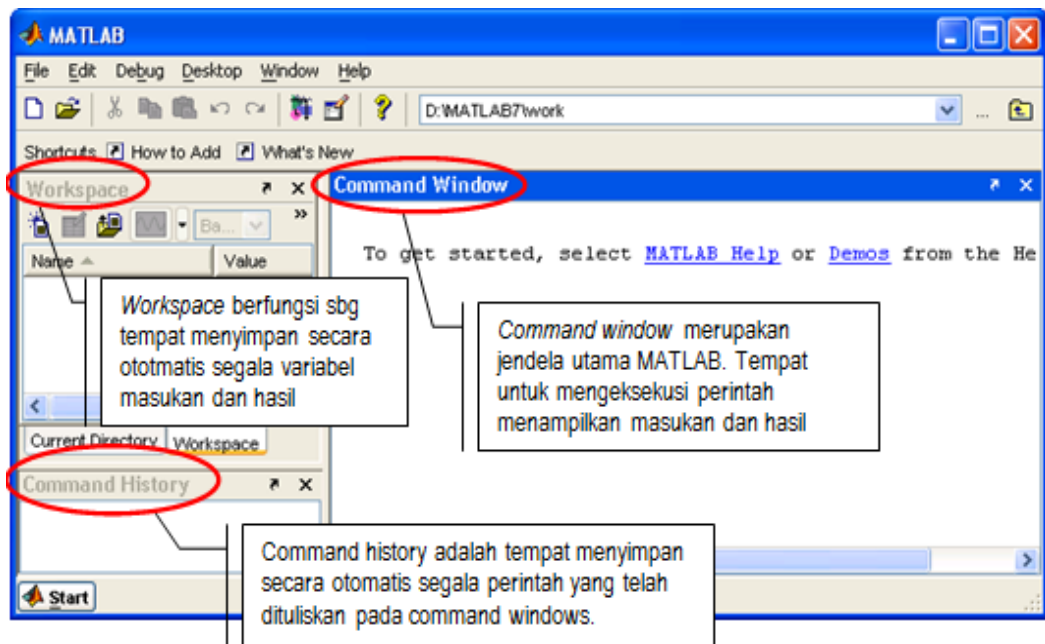
Hingga yang kompleks, seperti mencari akar-akar polinomial, interpolasi dari sejumlah data, perhitungan dengan matriks, pengolahan sinyal, dan metode numerik. Salah satu aspek yang sangat berguna dari Matlab ialah kemampuannya untuk menggambarkan berbagai jenis grafik, sehingga kita bisa memvisualisasikan data dan fungsi yang kompleks. (Sholihin : hal 1)

2.11.1 Memulai Matlab

Kita memulai Matlab dengan mengeksekusi ikon Matlab di layar komputer ataupun melalui tombol *start* di *window*. Setelah proses loading program, jendela utama Matlab akan muncul.

Secara garis besar pada program Matlab terdiri dari beberapa unsur, yaitu :

- a. *Command window* (layar kendali)
- b. *Workspace* (rak data)
- c. *Command history* (layar pengingat)
- d. *M-File* (editor) (Kuswari : hal 3)



Gambar 2.10 Jendela Utama Matlab

(Sumber : *Handout* Aplikasi Komputer Jurdik Matematika FMIPA UNY)

Setelah proses *loading* selesai, akan muncul *command prompt* di dalam *command window* :

```
>>
```

Dari prompt inilah kita bisa mengetikkan berbagai *command* Matlab, seperti halnya *command prompt* di dalam DOS. Sebagai permulaan , mari kita ketikkan *command date* :

```
>> date
```

Setelah menekan enter, akan muncul

```
ans =
```

```
05-Feb-2005
```

date adalah *command Matlab* untuk menampilkan tanggal hari ini. berikutnya cobalah *command clc* untuk membersihkan *command window* :

```
>> clc
```

Ketika kita selesai dengan sesi Matlab dan ingin keluar, gunakan *command exit* atau *quit*.

```
>> exit          atau          >> quit
```

Atau bisa juga dengan menggunakan menu :

File → *Exit Matlab* (Sholihin : hal 3)

2.11.2 Mencoba Kemampuan Matlab

Pada saat mengoperasikan Matlab terdapat operasi aljabar matrik maupun skalar menggunakan simbol yang tidak jauh berbeda. Berikut ini hirarki operasi aljabar dalam Matlab. Pertama $\wedge$ kedua $*$ ketiga $/$ atau $\backslash$ dan terakhir $+$ dan $-$.
Keterangan :

Tabel 2.3. Definisi Karakter Matlab

Karakter	Arti
+	Penjumlahan (skalar, vektor, matriks)
-	Perkalian (skalar, vektor, matriks)
*	Perkalian (skalar, vektor, matriks)
/	Pembagian (skalar)
$\wedge$	Eksponensial (skalar, matriks kuadrat)
.*	Perkalian element by element
.^	Eksponensial element by element
;	Menyembunyikan hasil output proses
:	Menyatakan nilai kenaikan
'	Transpose Konyugasi (transpose untuk vektor real, matriks)
...	Lanjutan Command (jika satu baris tidak cukup)
%	Command yang tidak diproses
==	Logika untuk kesamaan
	Logika untuk OR
&	Logika untuk AND
~ =	Logika untuk NOT

(Sumber : *Handout Aplikasi Komputer Jurdik Matematika FMIPA UNY*)

Untuk penggunaan pertama kali menggunakan Matlab, ada baiknya kita mencoba beberapa *command* untuk melihat sepintas berbagai kemampuan dan keuntungan Matlab. Matlab dapat kita pergunakan seperti halnya kalkulator :

```
>> 2048 + 16
ans =
    2064
```

Menuliskan beberapa command sekaligus dalam satu baris :

```
>> 5^2, 2*(6 + (-3))
ans =
```

```

25
ans =
6

```

Salah satu keunggulan Matlab adalah kemudahannya untuk membuat grafik, dengan perintah menggambar grafik 2D :

Plot (x,y)

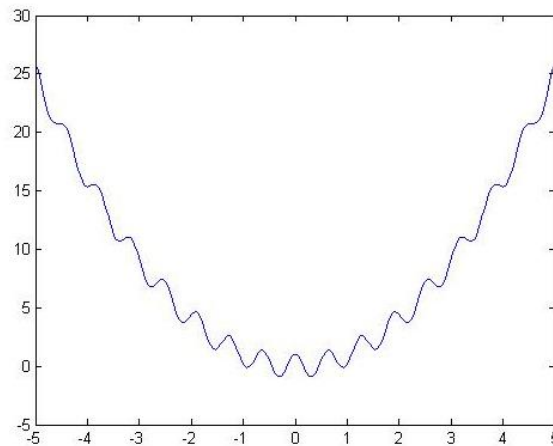
Misalkan :

```

>> x=linspace(-5,5,200);
>> y=x.^2+cos(10*x);
>> plot(x,y)

```

(Sholihin : hal 4)



Gambar 2.11 Contoh Grafik 2D

(Sumber : Modul Matlab Pemrograman Komputer II)