

BAB VI

PERAMALAN TRAFIK UNTUK PERENCANAAN JARINGAN (TRAFFIC FORECASTING FOR NETWORK PLANNING)

Peramalan sangat diperlukan untuk membuat keputusan. Dalam perencanaan jaringan peramalan digunakan sebagai dasar perencanaan yang akan menjadi guide line implementasi. Ada dua peramalan yang digunakan untuk tujuan perencanaan jaringan, yaitu peramalan demand dan peramalan trafik

6.1 Peramalan Demand

Pertumbuhan demand dipengaruhi beberapa factor eksternal dan factor internal. Factor eksternal antara lain factor ekonomi, factor social sedangkan factor internal seperti factor pentarifan dan strategi marketing.

Pertumbuhan demand biasanya pola pertumbuhan sbb:

- ☛ **Phase of starting**
Phase of starting atau Phase awal pada phase ini pertumbuhan demand bersiat linier dan lambat.
- ☛ **Phase of rapid growth**
Pada fase ini pertumbuhan demand sangat cepat
- ☛ **Phase of saturation**
Pada fase ini pertumbuhan demand cenderung menurun

6.1.1 metode peramalan demand

a. metode makro

a.1.metode time series

☛ **trend linier**

$$y = a + bx$$

[6.1]

dimana :

y = variable tak bebas hasil ramalan

x = variable bebas berupa periode waktu

a,b = konstanta

☛ **trend kuadratis/ parabolik**

$$y = a + bx + cx^2$$

[6.2]

dimana :

y = variable tak bebas hasil ramalan

x = variable bebas berupa periode waktu

a,b,c = konstanta

☛ **trend eksponensial**

$$y = a.e^{bx} \quad [6.3]$$

dimana:

y = variable tak bebas hasil ramalan

x = variable bebas berupa periode waktu

a,b = konstanta

e =bilangan natural

a.2. metode regresi

metode ini untuk mengetahui factor-faktor yang menyebabkan terjadinya fluktuasi trafik.

☛ **regresi linier**

$$y = a + bx \quad [6.4]$$

☛ **regresi non linier**

$$y = a + bx + cx^2 \quad [6.5]$$

dimana:

y = variable tak bebas hasil ramalan

x = variable bebas berupa PDRB

a,b,c = konstanta

untuk mengetahui korelasi antara parameter, maka dicari koefisien korelasinya, yaitu :

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad [6.6]$$

harga r dari $-1 < r < 1$

$|r| = 1$, korelasi penuh

$r = 0$, tidak ada korelasi

$r < 50\% < r$, terjadi korelasi

b. metode mikro

suatu metode peramalan dengan memproyeksikan kebutuhan telepon di masa yang akan datang berdasarkan jumlah pelanggan, calon pelanggan dan bangunan pada saat dilakukan survey.

Langkah-langkah :

▪ **tentukan kategori demand**

- demand residensial
- demand bisnis
- demand industri
- demand fasilitas umum

- **bagi area peramalan menjadi blok/ grid**
grid yaitu bagian yang sama luasnya yang digunakan untuk memprediksi demand.
Contoh : DKI 26,01 Ha (510 x 510) m²
Luar DKI 25,00 Ha (500 x 500) m²

- **tentukan factor penetrasi (FP)**
Faktor penetrasi adalah perbandingan jumlah telepon dengan bangunan di daerah tersebut untuk setiap bangunan.

$$FP(0) = \frac{\sum SIT + DT + SD}{\sum Bangunan} \quad [6.7]$$

dimana :

SIT : sambungan induk tersambung

DT : daftar tunggu

SD : supressed demand $\approx 5\%$ (SIT+DT)

Untuk daerah yng belum ada sambungan telepon :

$$FP = \frac{\sum Q + DT}{\sum Bangunan} \quad [6.8]$$

dimana : ΣQ = hasil survey

- **prediksi FP untuk tahun yang diramalkan**
 $FP(t) = FP(0)(1+r)^t$ [6.9]

dimana :

r = laju pertumbuhan demand

FP(t) = factor penetrasi tahun yang diramalkan

FP(0)= factor penetrasi tahun ke 0 (tahun referensi)

- **prediksi jumlah bangunan**
 $y(t) = y_0(1+r)^t$ [6.10]

- **jumlah demand per grid**
 $jumlah\ demand\ per\ grid = FP(t) \cdot y(t)$ [6.11]

- **total demand**
 $total\ demand = FP(t) \cdot y(t) \cdot Grid$ [6.12]

6.2 Peramalan trafik

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

- ☛ Manajemen planning
- ☛ Theoretical study dari optimum network
- ☛ 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

6.2.1 peramalan trafik jumlah satuan sambungan

a. trend method

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

☛ Contoh : Trend garis lurus

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 variable mempunyai relasi yang nalar pada perkembangan telepon, maka variable tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan perkembangannya.

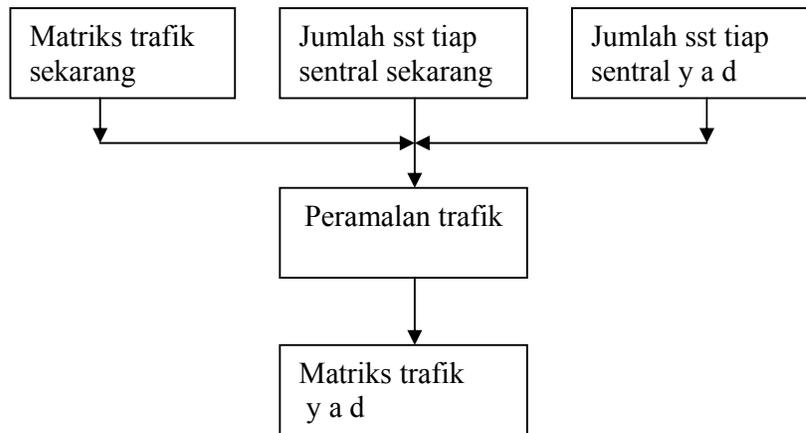
c. analytical comparison

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.

6.2.2 peramalan trafik untuk perencanaan jaringan



gambar 6.1 peramalan trafik untuk perencanaan jaringan

6.3 Metode Peramalan Trafik

Bila data trafik tersedia, maka peramalan trafik bisa menggunakan metode :

- a. Time Series
Metode ini menentukan trend time series berdasarkan data sebelumnya. Metode ini antara lain:
 - ☛ Trend linier
 - ☛ Trend quadratic
 - ☛ Eksponensial
 - ☛ logistik
- b. Metode Regresi
- c. Global Forecasting dengan pertimbangan local
- d. Simple forecasting untuk pertumbuhan laju trafik poin to point

Bila data trafik tidak tersedia, maka peramalan trafik bias menggunakan metode:

- a. Forecasting total originating trafik
- b. Forecasting long distance outgoing trafik
- c. Forecasting trafik flow antar sentral

Untuk keperluan peramalan trafik, diperlukan :

- a. kondisi trafik saat ini $A^{(0)}$
- b. jumlah sambungan telepon per exchange saat ini $N^{(0)}$
- c. jumlah sambungan telepon per exchange masa yang akan datang $N^{(0)}$

1. Mariks Trafik

Untuk mengidentifikasi kebutuhan trafik tiap-tiap sentral, dibuat suatu matrik yang menggambarkan konsisi trafik dari beberapa tempat yang berbeda.

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

Gambar 6.2 matrik trafik

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

$$\sum_i O(i) = \sum_j T(j) = A \quad [6.13]$$

2. Point to Point Forecast

■ Estimasi total trafik

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

$$A(t) = N_1(t).\alpha_1 + N_2(t).\alpha_2 + \dots N_n(t).\alpha_n \quad [6.14]$$

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 dating dihitung dengan rumus :

$$A(t) = A(0) \frac{N(t)}{N(0)} \quad [6.15]$$

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

■ **Estimasi point to point trafik**

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

$$A_{ij}(t) = A_{ij}(0) \frac{W_i G_i + W_j G_j}{W_i + W_j} \quad [6.16]$$

dimana :

G = pertumbuhan subscriber pada suatu sentral

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

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:

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

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

3. KRUIHOF'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.

$$A_{ij} \longrightarrow \text{diubah menjadi } A_{(ij)} \frac{s_i}{s_o}$$

⊠ Penyesuaian terhadap baris

$$A_{ij}(n) = \frac{A_{ij}(n-1)}{O_i(n-1)} \cdot O_i(t) \quad [6.17]$$

⊠ Penyesuaian terhadap kolom

$$A_{ij}(n) = \frac{A_{ij}(n-1)}{T_j(n-1)} \cdot T_j(t) \quad [6.18]$$

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)

Note :

Untuk memperoleh konfigurasi yang optimal perlu dilakukan beberapa iterasi. Jika hasil dari dua iterasi yang berurutan hasilnya sama atau mendekati maka perhitungan bisa dihentikan dan konfigurasi optimum telah didapat.

6.4 contoh soal

☛ Perhitungan TRAFIK SENTRAL dari WILAYAH TRAFIK

Trafik dari sentral 1 ke sentral lainnya (mis: dalam MEA)

Diketahui:

- a. wilayah local dibagi dalam beberapa wilayah trafik (no.1,2,3,dan 4). Trafik yad antara wilayah trafik tsb diramalkan.
- b. Wilayah local dibagi dalam beberapa wilayah sentral (wilayah sentral tidak sama dengan wilayah trafik)
- c. Dicoba dihitung trafik yad antara sentral A dan sentral, B
- d. Beberapa informasi
 Sentral A : 5000 sst dari wilayah trafik I yang seluruhnya 10.000 sst
 : 8000 sst dari wilayah trafik 2 yang seluruhnya 12.000 sst
 Sentral B : 9000 sst dari wilayah trafik 3 yang seluruhnya di sentral B
 2000 sst dari wilayah trafik 4 yang seluruhnya 6000 sst
- e. Dari ramalan trafik didapat:
- f.

Dari wil trafik	Ke wil trafik	Total trafik (erl)
1	3	100
1	4	90
2	3	105
2	4	95

Penyelesaian:

Asumsi: trafik dari 1 sst di wilayah trafik tertentu ke 1 sst di wilayah trafik tertentu yang lain konstan (tetap).

Dr wil trafik	Ke wil trafik	Trafik antara 2 sst (erl)
1	3	$100/(10000.9000) = 0,000001111$
1	4	$90/(10000.6000) = 0,0000015$
2	3	$105/(12000.9000) = 0,000000972$
2	4	$95/(12000.6000) = 0,000001319$

Sehingga trafik yang diharapkan (yg akan ada) antara sentral A dan sentral B dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 \text{Trafik A - B :} & \quad 5000 \times 9000 \times 0,000001111 + \\
 & \quad 5000 \times 2000 \times 0,0000015 + \\
 & \quad 8000 \times 9000 \times 0,000000972 + \\
 & \quad 8000 \times 2000 \times 0,00001319 = \\
 & \quad 50 + 15 + 69,98 + 21,1 = 156,08 \text{ erl}
 \end{aligned}$$

☛ Cari matrik trafik antar sentral dari matrik trafik antar wil sbb:

Wilayah trafik I:

Jumlah sst : 10.000
 Originating trafik/sst : 0,06 erl
 Distribusi trafik : 60% ke wil I, 25 % ke wil II, 15 % ke wil III

Wilayah trafik II :

Jumlah sst : 5.000
 Originating trafik/sst : 0,05 erl
 Distribusi trafik : 50% ke wil I, 30 % ke wil II, 20 % ke wil III

Wilayah trafik III:

Jumlah sst : 5.000
 Originating trafik/sst : 0,04 erl
 Distribusi trafik : 50% ke wil I, 25 % ke wil II, 25 % ke wil III

Dilayani oleh beberapa sentral : sentral 1,2,...n. hitung trafik dari sentral 1 ke sentral 2 bila : sentral 1 melayani 5000 sst dari wil I dan 3000 sst dari wil II, sentral 2 melayani 4000 sst dari wil I dan 2000 sst dari wil III.

Jawab:

Dr wil trafik	Ke wil trafik	Total trafik
I	II	$25\% \times 10000 \times 0,06 = 150 \text{ Erl}$
I	III	$15\% \times 10000 \times 0,06 = 90 \text{ Erl}$
II	I	$50\% \times 5000 \times 0,05 = 125 \text{ Erl}$
II	III	$20\% \times 5000 \times 0,05 = 50 \text{ Erl}$
III	I	$50\% \times 5000 \times 0,04 = 100 \text{ Erl}$
III	II	$25\% \times 5000 \times 0,04 = 50 \text{ Erl}$
I	I	$60\% \times 10000 \times 0,06 = 360 \text{ Erl}$

Trafik dari sentral 1 ke sentral 2:

Dr wil trafik	Ke wil trafik	Total trafik
I	I	$(5000/10000) (4000/10000) \times 360 \text{ Erl} = 72 \text{ Erl}$
I	III	$(5000/10000) (2000/5000) \times 90 \text{ Erl} = 18 \text{ Erl}$
II	I	$(3000/5000) (4000/10000) \times 125 \text{ Erl} = 30 \text{ Erl}$
II	III	$(3000/5000) (2000/5000) \times 50 \text{ Erl} = 12 \text{ Erl}$

Trafik dari sentral 1 ke sentral 2: $72+18+30+12= 132 \text{ Erl}$

- ☛ Pada suatu MEA dengan 2 buah sentral, diketahui trafik existing sebagai berikut:
- trafik internal sentral A = 20 erlang
 - trafik internal sentral B = 80 erlang
 - trafik dari sentral A ke sentral B = 40 erlang
 - trafik dari sentral B ke sentral A = 40 Erlang

Dengan menggunakan *kruithoff double factor*, hitunglah harga trafik di atas pada 2 tahun yang akan datang, jika saat yang diramalkan :

- trafik internal sentral A + trafik dari sentral A ke B = 120 erlang
- trafik internal sentral B + trafik dari sentral B ke A = 180 erlang
- trafik internal sentral A + trafik dari sentral B ke A = 80 erlang
- trafik internal sentral B + trafik dari sentral A ke B = 220 erlang

jawab :

Trafik tahun ke nol = A(0)

Dr ke	A	B	ΣO
A	20	40	60
B	40	80	120
ΣT	60	120	180

Trafik tahun yang diramalkan = A(t)

Dr ke	A	B	ΣO
A	?	?	120
B	?	?	180
ΣT	80	220	300

☞ **Langkah pertama :Penyesuaian terhadap baris**

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

$$A_{AA}(1) = 20 \times 120 / 60 = 40$$

$$A_{AB}(1) = 40 \times 120 / 60 = 80$$

$$A_{BA}(1) = 40 \times 180 / 120 = 60$$

$$A_{BB}(1) = 80 \times 180 / 120 = 120$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan matrik A(1) sbb:

Dr / ke	A	B	ΣO
A	40	80	120
B	60	120	180
ΣT	100	200	300

Matrik trafik yang dihasilkan belum sesuai dengan matrik trafik yang diharapkan, maka dilanjutkan dengan langkah berikutnya yaitu penyesuaian terhadap kolom.

❖ **Langkah kedua : Penyesuaian terhadap kolom**

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

$$\begin{aligned} A_{AA}(2) &= 40 \times 80 / 100 = 32 \\ A_{AB}(2) &= 80 \times 220 / 200 = 88 \\ A_{BA}(2) &= 60 \times 80 / 100 = 48 \\ A_{BB}(2) &= 120 \times 220 / 200 = 132 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan matrik A(2) sbb:

Dr ke	A	B	ΣO
A	32	88	120
B	48	132	180
ΣT	80	220	300

Dari hasil perhitungan iterasi ke 2, matrik trafik yang dihasilkan sudah sama dengan yang diharapkan, maka iterasi berhenti. $A(2) = A(t)$.

6.5 Soal :

- pada suatu kota mempunyai pelanggan sebanyak 37.000 sst. Yang terbagi dalam 4 area pelayanan (area I,II,III dan IV).
 - Pada area I pelanggan sebanyak 10.000 sst
 - Pada area II pelanggan sebanyak 12.000 sst
 - Pada area III pelanggan sebanyak 9.000 sst
 - Pada area IV pelanggan sebanyak 6.000 sst

Sentral A melayani 5000 sst pada area I dan 8000 pada area II
Sentral B melayani 9000 sst pada area III dan 2000 pada area IV
Pada suatu saat perkiraan trafik antar area adalah sbb:

Dr ke	III	IV
I	100	90
II	105	95

Hitung perkiraan intensitas trafik dari sentral A ke sentral B

2. Diketahui data pelanggan sbb:

Tahun/bulan	Maret	Juni	Agustus	Desember
1980	65	50	68	70
1981	75	60	77	82
1982	85	70	87	95
1983	97	81	95	97

Bila trend linier mempunyai persamaan $y = a + bx$, Hitung jumlah pelanggan pada tahun 1988 untuk bulan maret, juni, agustus dan desember.

3. forecasting jumlah panggilan SLJJ
jumlah panggilan SLJJ bertambah dengan bertambahnya jumlah telepon dan derajat otomatisasi. Jika :
- y = jumlah panggilan SLJJ
 x_1 = jumlah telepon
 x_2 = derajat otomatisasi

dan terdapat data sbb:

Tahun	Panggilan SLJJ	Telepon (X_1) (juta)	Derajat otomatisasi (x_2)
88	0.235	2.53	0.53
89	0.268	2.64	0.62
90	0.315	2.75	0.70
91	0.351	2.90	0.76
92	0.400	3.05	0.81
93	0.445	3.22	0.84
94	0.500	3.39	0.89
95	0.568	3.57	0.93
96	0.630	3.76	0.97
97	0.663	3.94	0.98

persamaan regresi $y = a + bx_1 + cx_2$

- a. tentukan persamaan regresi di atas
- b. hitung panggilan SLJJ untuk tahun 2003

4. Diketahui matrik trafik pada tahun ke 0 sbb :

Ke dari	1	2	3	Σ
1	25	30	45	100
2	35	55	110	200
3	60	85	155	300
Σ	120	170	310	600

Dan jumlah subscriber per sentral untuk tahun ke t, diperkirakan sbb :

sentral	$N_i(0)$	$N_i(t)$
1	2000	3000
2	3500	3500
3	6800	7500

Tentukan matrik trafik pada tahun ke t, dengan menggunakan metode :

- RAPP'S 1
- RAPP'S 2
- AUSTRALIAN TELECOM

5. diketahui, keadaan trafik pada saat ini :

J i	1	2	Σ
1	10	20	30
2	30	40	70
Σ	40	60	100

Dan telah direncanakan bahwa total trafik pada tahun ke t adalah sbb :

- Trafik originating sentral 1 : 45
- Trafik originating sentral 2 : 105
- Trafik terminating sentral 1 : 50
- Trafik terminating sentral 2 : 100

Dengan menggunakan metode kruithoff double factor Hitung :

- Trafik internal sentral 1 dan 2
- Trafik dari sentral 1 ke sentral 2
- Trafik dari sentral 2 ke sentral 1