

## PERAMALAN TRAFIK DATA MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN

Imam Subrata\*, Imam Santoso, S.T.,M.T.\*\* , Ajub Ajulian Zahra, S.T.,M.T.\*\*

**Abstrak** - Pada saat ini, dunia ilmu pengetahuan memerlukan inovasi-inovasi baru dalam bidang telekomunikasi, khususnya trafik telekomunikasi. Trafik telekomunikasi yang terdiri dari trafik data dan trafik suara. Pada trafik data, tingkat kepadatan trafik yang berdasarkan dengan nilai ASR kurang akurat. Parameter lain yang mempengaruhi tingkat kepadatan trafik seperti upload, download, pengakses, dan session yang tidak terstruktur tidak dapat diselesaikan sebagai dasar tingkat kepadatan trafik. Hal inilah yang membuat jaringan saraf tiruan mampu digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan.

Dalam tugas akhir ini sistem yang dibuat dimaksudkan agar dapat memprediksi tingkat kepadatan trafik data. Adapun sistem yang digunakan adalah sistem Jaringan Saraf Tiruan dengan metode Perambatan Galat Mundur (Back Propagation). Langkah-langkah pengembangan aplikasinya meliputi: pelatihan, pengujian, dan prediksi. Pada proses pelatihan yang dilakukan adalah menentukan bobot dan bias. Bobot dan bias disimpan dalam mfile yang kemudian akan digunakan pada proses pengujian. Proses pengujian bertujuan untuk mengenali seberapa besar sistem mengenali data. Prediksi bertujuan untuk mengetahui tingkat kepadatan trafik data beserta nilai ASR.

Pada penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem dengan 10 lapis tersembunyi dan laju belajar 0.05 memiliki persentase tingkat keberhasilan dalam pengujian sebesar 100% untuk pengujian data yang pernah dilatihkan dan sebesar 100% data baru yang belum pernah dilatihkan dengan maksimal iterasi paling kecil. Pada proses prediksi terhadap 9 data baru sistem dengan tepat dapat memprediksikan tingkat kepadatan trafik data dengan benar. Hasil prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini yang berpengaruh terhadap kepadatan trafik apakah penuh ataupun tidak penuh tidak hanya besarnya ASR tetapi nilai upload, download pengakses, session juga berpengaruh terhadap keputusan jaringan saraf tiruan ini.

**Kata Kunci** – Peramalan Trafik Data, Jaringan Saraf Tiruan, Perambatan Galat Mundur, Back Propagation.

\* Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

\*\* Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Peramalan trafik dapat dilakukan dengan beberapa metode konvensional. Metode kecenderungan, analisis statistik permintaan, dan analisis perbandingan merupakan salah satu metode konvensional yang digunakan untuk peramalan trafik. Suatu kuantitas yang diambil dari pengamatan dalam suatu waktu seri dapat mengikuti suatu pola tertentu dan dicari perkembangannya untuk waktu mendatang. Perkembangan trafik yang mengikuti pola tertentu tergantung beberapa faktor seperti jumlah penduduk, standar kehidupan, perkembangan ekonomi, perkembangan negara yang mengikuti negara lain yang berkembang dan yang lainnya yang mempunyai hubungan pada perkembangan telekomunikasi dapat digunakan untuk menjelaskan perkembangan atau peramalan trafik pada waktu mendatang. Sehingga hal ini dapat diselesaikan secara matematis.

Metode konvensional ini merupakan konsep awal suatu metode untuk meramalkan trafik dengan menggunakan program komputer didukung dengan pendekatan jaringan saraf tiruan. Dengan jaringan saraf tiruan ini, komputer digunakan sebagai alat untuk meramalkan trafik di masa mendatang dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang digunakan pada metode konvensional sebagai variabel pendukung dengan identifikasi parameter yang berhubungan dengan trafik mengacu pada metode konvensional yang jelas. Sehingga diharapkan akan muncul suatu pola dimana dengan pola masukan parameter tertentu maka komputer akan memberikan pola keluaran peramalan trafik yang sesuai dengan data yang dilatihkan.

#### 1.2 Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk membuat program yang dapat memprediksikan kondisi trafik data penuh dan trafik data tidak penuh beserta nilai ASR menggunakan jaringan saraf tiruan perambatan galat mundur (*back propagation*).

#### 1.3 Batasan Masalah

Hal-hal yang akan dilakukan dalam dalam Tugas Akhir ini dibatasi pada pembatasan masalah yang akan dibahas, yaitu:

1. Perancangan program menggunakan Matlab 7.0 dengan metode Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Galat Mundur.
2. Penggunaan program dan pengolahan data hanya untuk trafik data.

3. Data yang digunakan hanya tahun 2005 dan 2006.
4. Tidak membahas tentang *hardware* yang digunakan.
5. Prediksi kenaikan nilai trafik data hanya sampai 12 kali nilai awal.

**II. DASAR TEORI**

**2.1 Teori Trafik**

Trafik dapat diartikan sebagai perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lain melalui jaringan telekomunikasi. Besaran dari suatu trafik telekomunikasi diukur dengan satuan waktu, sedangkan nilai trafik dari suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut. Salah satu tujuan perhitungan trafik adalah untuk mengetahui unjuk kerja jaringan (*Network Performance*) dan mutu pelayanan jaringan telekomunikasi (*Quality of Service*).

**2.1.1 Besaran Trafik**

Beberapa besaran trafik yang dikenal adalah volume trafik dan intensitas trafik. Volume trafik adalah jumlah total waktu pendudukan, sedangkan intensitas trafik adalah jumlah total waktu pendudukan dalam suatu selang pengamatan tertentu (per satuan waktu).

$$V = \int_{t=0}^{t=T} J(t) dt \dots\dots\dots(1)$$

$$A = \frac{VolumeTrafik}{T} = \frac{V}{T} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

- T = periode waktu pengamatan ( jam )
- J(t) = jumlah kanal yang diduduki saat t
- V = Volume Trafik ( jam )
- A = Intensitas Trafik(Erlang )

**2.1.2 Pengukuran Trafik**

Untuk melakukan pengukuran trafik harus diamati pola pendudukan selama n hari kemudian baru dibuat grafik pendudukan kanalnya. Selanjutnya diambil jam sibuk perhari, sehingga didapat n buah data jam tersibuk.

**2.1.2.1 Grade Of Service (GOS)**

*Grade of Service (GOS)* adalah probabilitas panggilan ditolak (diblok) selama jam sibuk.

*Blocking probability*, GOS berdasarkan Erlang-B adalah :

$$P(\text{blocking}) = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^N A^i / i!} \dots\dots\dots(3)$$

Untuk trafik data menggunakan sistem tunggu. Pada sistem tunggu, jika ada permintaan

panggilan datang pada saat semua peralatan yang ada sibuk, maka permintaan panggilan tersebut tidak dihilangkan/diblok. Permintaan panggilan tersebut akan diantrikan pada suatu *buffer* untuk menunggu sampai ada peralatan/ saluran yang bebas. Artinya jumlah yang bisa menunggu adalah terbatas (bukan tak hingga), atau waktu tunggu terbatas, yaitu jika menunggu dari waktu yang ditentukan/*time out*, maka permintaan panggilan akan dibuang/diblok.

Dengan beban yang ditawarkan pada trafik data dengan persamaan :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- $\rho$  = beban trafik ( E )
- $\lambda$  = laju kedatangan ( bps )
- $\mu$  = perbandingan laju kedatangan (  $\lambda$  ) dengan laju pelayanan ( R )

Pada trafik data *Grade Of Service (GOS)* adalah probabilitas paket harus menunggu ( $P_z$ ) yaitu:

$$P_z = \text{Wait} (R, \lambda, L, z) = \frac{\lambda L}{R} \exp\left(-\left(\frac{R}{L} - \lambda\right)\right) \dots(5)$$

Dengan :

- $P_z$  = probabilitas paket harus menunggu
- R = laju pelayanan (bps)
- L = rata-rata panjang paket (bit)
- Z = referensi waktu tunggu (s)

**2.1.2.2 Parameter Unjuk Kerja Trafik**

Parameter unjuk kerja layanan dapat dikategorikan atas 2 hal yang utama :

**1. Dial tone delay**

*Dial tone delay* adalah jumlah waktu maksimum pelanggan harus menunggu sebelum panggilan-nya diputuskan ditolak. *Dial tone delay* memiliki karakteristik sejumlah besar *call user* bersaing untuk mendapatkan sejumlah kecil 'server' (*dial tone connections, dial tone generators* ).

**2. Probabilitas layanan tertolak**

Kemungkinan trunk tidak tersedia untuk panggilan tersebut. memiliki karakteristik yang hampir sama dengan *dial tone delay*, yaitu sejumlah besar *user* bersaing untuk mendapatkan sejumlah *trunk* terbatas, diasumsikan bahwa tidak ada *delay* yang diberikan untuk menunggu. *User* diberikan akses ke *trunk* atau diberikan nada sibuk, *user* dapat memulai usaha panggilan kembali setelah menerima nada sibuk dan diberikan perlakuan yang sama seperti sebelumnya.

$$ASR = \frac{\text{No. of calls answered}}{\text{No. of seizures}} \dots\dots\dots(6)$$

$$ASR = \frac{\text{Radius Authentication Accept}}{\text{Radius Authentication Attempt}} \dots\dots(7)$$

Nilai ASR, adalah ukuran yang baik untuk menyatakan tingkat kepadatan jaringan pada suatu saat tertentu. Nilai ASR yang rendah mengindikasikan tingkat kepadatan (*congestion*) jaringan yang tinggi.

**2.1.3 Peramalan Trafik**

Peramalan adalah perkiraan tentang sesuatu yang akan terjadi pada waktu yang akan datang yang didasarkan pada data yang ada pada waktu sekarang dan waktu lampau (*historical data*). Dengan memahami arti peramalan, maka untuk membuat suatu peramalan yang baik, pertama kali kita harus mencari faktor-faktor yang dapat mempengaruhi variabel yang akan diramal. Peramalan kepadatan trafik untuk masa yang akan datang merupakan faktor yang penting untuk menyusun strategi pengadaan atau pembangunan sarana-sarana yang mendukung ketersediaan layanan pada waktu dari lokasi yang tepat. Dengan diketahui besarnya trafik dari satu titik (A) ke titik yang lain (B) dimasa yang akan datang maka dapat diperkirakan berapa kapasitas perangkat harus disediakan di titik (A) tersebut pada masa yang akan datang. Jadi tujuan lain peramalan trafik adalah meningkatkan faktor ekonomis. Dalam membangun suatu sistem telekomunikasi faktor ekonomis harus pula dipertimbangkan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, kepadatan trafik dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain:

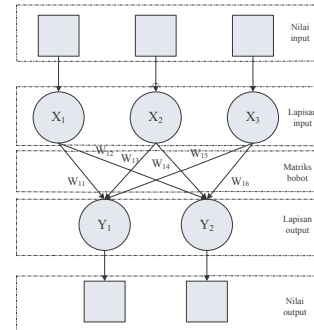
- a. Faktor ekonomi seperti kebijakan-kebijakan pemerintah dan aktifitas penduduk.
- b. Faktor sosial dan jumlah pelanggan.
- c. Faktor-faktor dari dalam perusahaan telekomunikasi sendiri (faktor internal yang dapat mempengaruhi kapasitas trafik, yaitu tarif dan distribusi dan mutu pelayanan).

**2.2 Teori Jaringan Saraf Tiruan**

Jaringan saraf tiruan (*artificial neural network*), atau disingkat JST merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan tersusun dari sejumlah besar elemen yang melakukan kegiatan yang analog dengan fungsi-fungsi biologis *neuron* yang paling elementer. Elemen-elemen ini terorganisasi sebagaimana layaknya anatomi otak, meskipun tidak persis. Jaringan saraf tiruan dapat belajar dari pengalaman, melakukan generalisasi atas contoh-contoh yang diperolehnya dan mengabstraksi karakteristik esensial *input* bahkan untuk data yang tidak relevan. Jaringan saraf tiruan juga dikenal sebagai kotak hitam (*black box technology*) atau tidak transparan (*opaque*) karena tidak dapat menerangkan bagaimana suatu hasil didapatkan. Hal inilah yang membuat jaringan saraf tiruan mampu digunakan untuk menyelesaikan

persoalan yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan sehingga jaringan saraf tiruan telah meluas dipakai sebagai alat bantu memecahkan masalah pada berbagai bidang.

Lebih jelasnya suatu jaringan saraf tiruan dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 1. Jaringan saraf dengan lapisan tunggal

**2.3 Perambatan Galat Mundur**

Algoritma pelatihan jaringan saraf perambatan galat mundur terdiri dari dua langkah yaitu perambatan maju dan perambatan mundur. Langkah ini dilakukan pada jaringan untuk setiap pola yang diberikan selama jaringan mengalami pelatihan. Sedangkan jaringan perambatan galat mundur terdiri atas tiga lapisan atau lebih unit pengolah.

Pelatihan perambatan balik meliputi tiga tahap, yaitu : prosedur umpan maju, perhitungan serta perambatan balik kesalahan, dan penyesuaian bobot. Sebelum proses pelatihan terlebih dahulu ditentukan bobot-bobot awal secara acak dan toleransi kesalahan minimum ( $\delta$ ). Bobot-bobot awal ini nantinya diinisialisasi dan digunakan pada proses umpan maju awal, sedangkan proses umpan maju selanjutnya menggunakan bobot-bobot yang telah mengalami perbaikan. Toleransi kesalahan minimum ( $\delta$ ) berfungsi sebagai pembatas berulangnya proses iterasi dalam suatu pelatihan. Proses pelatihan akan terus berulang hingga diperoleh koreksi kesalahan yang sama dengan/lebih kecil dari toleransi kesalahan minimum.

Algoritma umpan maju diuraikan dalam langkah-langkah atau alur prosedur sebagai berikut :

- Langkah 1: Setiap unit masukan ( $x_i, i = 1, \dots, n$ ) menerima sinyal-sinyal masukan  $x_n$  dan mengirimkan sinyal-sinyal ini ke unit-unit selanjutnya (unit-unit tersembunyi).
- Langkah 2: Setiap unit tersembunyi ( $z_j, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal terbobotnya:

$$z_{in\ jk} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \dots\dots\dots(8)$$

Kemudian menerapkan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluarannya:

$$z_j = f(z_{in_j}) \dots\dots\dots(9)$$

lalu mengirimkannya pada semua unit lapis lapis keluaran.

Langkah 3: Setiap unit keluaran ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menjumlahkan sinyal masukan terbobotnya:

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \dots\dots\dots(10)$$

Kemudian menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluarannya:

$$y_j = f(y_{in_k}) \dots\dots\dots(11)$$

Setelah sinyal keluaran didapatkan maka dimulai tahapan prosedur penghitungan kesalahan dan selanjutnya perambatan balik nilai kesalahan ke lapis tersembunyi lalu ke lapis keluaran sebagaimana dijelaskan dalam langkah – langkah berikut :

Langkah 4: Pada setiap unit keluaran ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menerima sebuah pola keluaran target yang berhubungan dengan pola masukan pelatihan, untuk menghitung informasi kesalahannya,

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \dots\dots\dots(12)$$

Lalu menghitung besar koreksi bobotnya (untuk memperbaiki  $w_{jk}$ ) :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k x_j \dots\dots\dots(13)$$

Selanjutnya menghitung besar koreksi biasnya.

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \dots\dots\dots(14)$$

dan mengirimkan  $\delta_k$  ke unit-unit lapis tersembunyi.

Langkah 5: Pada setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j = 1, \dots, j$ ) jumlahkan masukan deltanya (dari unit-unit lapis keluaran):

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \dots\dots\dots(15)$$

Kemudian hasil ini akan digunakan untuk menghitung besar informasi kesalahannya,

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_j) \dots\dots\dots(16)$$

Lalu menghitung besar koreksi bobotnya.

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \dots\dots\dots(17)$$

Dan menghitung koreksi biasnya (untuk memperbaiki  $\theta_{hn}$ ),

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \dots\dots\dots(18)$$

Prosedur selanjutnya adalah proses perbaikan bobot dan bias dari unit input dan unit tersembunyi, diuraikan dalam langkah-langkah berikut :

Langkah 6: Masing-masing unit keluaran  $Y_k, (k = 1, \dots, m)$  diperbaiki bobot dan biasnya :

$$w_{jk} (baru) = w_{jk} (lama) + \Delta w_{jk} \dots\dots(19)$$

Langkah 7: Masing-masing unit tersembunyi ( $I_j, j = 1, \dots, p$ ) diperbaiki bobot dan biasnya :

$$v_{ij} (baru) = v_{ij} (lama) + \Delta v_{ij} \dots\dots(20)$$

Langkah 8: Proses berhenti pada saat koreksi kesalahan mencapai minimum.

Setelah pelatihan, sebuah JST perambatan balik hanya menggunakan tahap umpan maju untuk prosedur pengenalan. Hasil perhitungan aktivasi  $Y_k$  dari proses umpan maju pengenalan merupakan keluaran akhir jaringan. Langkah-langkah algoritma dari proses umpan maju pada pengenalan adalah sebagai berikut :

Langkah 0: Inisialisasi bobot awal (hasil dari pelatihan).

Langkah 1: Untuk setiap vektor masukan, kerjakan langkah 2 - 4.

Langkah 2: Pada unit masukan, untuk  $i = 1, \dots, n$ ; distribusikan masukan  $x_i$  ke setiap unit selanjutnya (unit tersembunyi).

Langkah 3: Pada unit tersembunyi, untuk  $j = 1, \dots, p$ ; gunakan persamaan (2-11) dan (2-12) :

$$z_{in} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

$$Z_j = f(z_{in})$$

Langkah 4: Pada unit keluaran, untuk  $k = 1, \dots, k$ ; gunakan persamaan (2-13) dan (2-14) :

$$y_{in} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

$$y_k = f(y_{in})$$

### III. PERANCANGAN SISTEM DAN PERANGKAT LUNAK

#### 3.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam perancangan aplikasi jaringan saraf tiruan ini adalah hasil

penelitian mengambil data dengan beberapa variabel dari nilai trafik data pada PT.Telkom, meliputi jumlah *Upload*, jumlah *Download*, jumlah Pengakses, jumlah *Session*, jumlah *Radius Authentication Attempt*, dan jumlah *Radius Authentication Accept* sebagai *input* dan nilai kapasitas trafik (nilai ASR) sebagai *target (output)*.

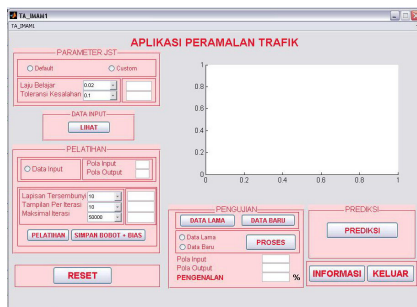
### 3.2 Penentuan Pola

Seluruh data yang dikumpulkan dipisahkan menjadi 2 bagian, yaitu masukan dan keluaran. Ke enam variabel dengan jumlah 400 data yang akan dilatihkan disusun menjadi suatu matriks P, dengan ukuran  $6 \times 400$  dan 100 data lain sebagai data pengujian ke dalam matriks U, dengan ukuran  $6 \times 100$ . Keluaran atau target yang diinginkan adalah jumlah kapasitas trafik (nilai ASR) yang terbagi dalam 2 pola. Penentuan pola dilakukan dengan membagi data menjadi 2 kelas yaitu jumlah kapasitas trafik ( $ASR > ASR$  target minimum) dengan pola (0) dengan asumsi trafik data tidak penuh dan kapasitas trafik ( $ASR \leq ASR$  target minimum) dengan pola (1) dengan asumsi trafik data penuh.. Nilai ASR target minimum data adalah 91%.

## IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

### 4.1 Tampilan dan Penjelasan Progam

Perangkat lunak yang dibuat mempunyai jendela utama dan beberapa jendela pendukung. Jendela pendukung digunakan untuk proses-proses yang mendukung sistem utama. Tampilan jendela utama dapat dilihat pada Gambar 3.

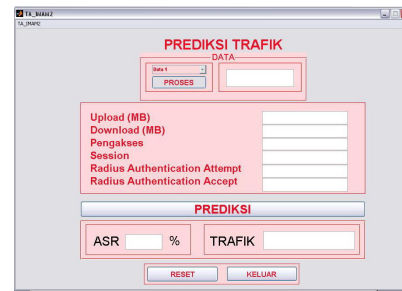


Gambar 2. Tampilan jendela Utama

Pada kontrol **Pelatihan** terdapat **Data Input**, **Lapisan Tersembunyi**, **Tampilan Per Iterasi**, dan **Maksimal Iterasi** yang merupakan inisialisasi data masukan yang untuk proses dalam kontrol **Pelatihan**. *Push button* **SIMPAN BOBOT+BIAS** akan menyimpan bobot dan bias yang diproses dalam **Pelatihan** ini.

Pada kontrol **Pengujian** *push button* **PROSES** akan menguji seberapa besar program ini dapat mengenali pola data masukan dalam satuan persen.

Pada kontrol **Prediksi** terdapat *push button* **PREDIKSI** yang digunakan untuk menuju jendela **Prediksi Trafik**.



Gambar 3. Jendela Prediksi Trafik

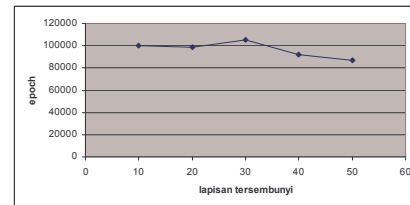
## 4.2 Hasil Pelatihan

### 4.2.1 Pengaruh Lapisan Tersembunyi

Pelatihan dilakukan dengan memberikan nilai  $\delta = 0,1$  dan  $\eta = 0.02$  didapatkan hasil seperti berikut:

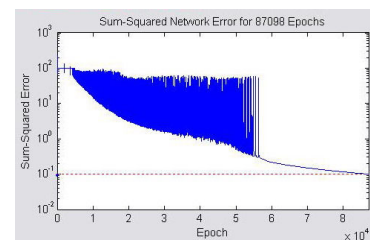
Tabel 1. Pengaruh jumlah lapisan tersembunyi terhadap *epoch* pada pelatihan dengan  $\delta = 0,1$  dan  $\eta = 0.02$

No	Lapisan Tersembunyi	<i>Epoch</i>
1.	10	100341
2.	20	98585
3.	30	105113
4.	40	92108
5.	50	87098
6.	60	140242



Gambar 4. Grafik hubungan antara jumlah lapisan tersembunyi terhadap *epoch* pada pelatihan dengan  $\delta = 0,1$  dan  $\eta = 0.02$

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 4 bahwa bertambahnya jumlah lapisan tersembunyi tidak menyebabkan bertambah atau berkurangnya jumlah *epoch*, jumlah *epoch* fluktuatif terkadang bertambah terkadang berkurang. Berdasarkan pada banyak sedikitnya jumlah *epoch*, disimpulkan bahwa keakuratan pengenalan pola jaringan saraf tiruan menggunakan 50 jumlah lapisan tersembunyi.



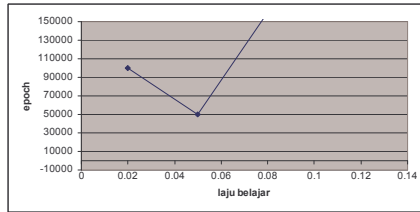
Gambar 5 Grafik perambatan kesalahan pada pelatihan dengan 50 lapisan tersembunyi

### 4.4.1 Pengaruh Laju Belajar

Pelatihan ditetapkan nilai laju belajar 0,1 dan 10 lapisan tersembunyi dengan mengubah nilai laju belajar didapatkan hasil seperti berikut:

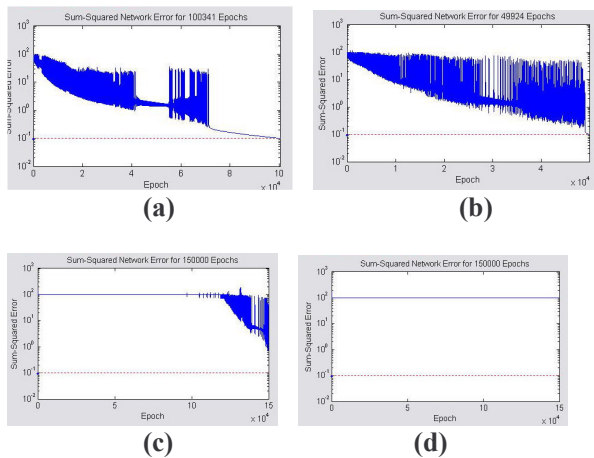
**Tabel 2** Pengaruh laju belajar terhadap *epoch* pada pelatihan dengan toleransi kesalahan 0,1 dan 10 lapisan tersembunyi

No	Laju Belajar	<i>Epoch</i>
1.	0.02	100341
2.	0.05	49924
3.	0.08	Tidak Konvergen
4.	0.1	Tidak Konvergen
5.	0.12	Tidak konvergen



Gambar 7 Grafik hubungan antara laju belajar terhadap epoch pada pelatihan dengan toleransi kesalahan 0,1 dan 10 lapisan tersembunyi

Berdasarkan gambar 4.7 bahwa nilai laju belajar (learning rate) yang bertambah besar akan mempercepat proses pelatihan karena menghasilkan *epoch* yang kecil. Tetapi, jika terlalu besar nilai laju belajar tidak akan mempercepat proses pelatihan karena tidak mendapatkan grafik yang konvergen yang melewati batas *epoch* maksimal sehingga membuat jaringan saraf tiruan ini tidak terlatih.



Gambar 6 Grafik perambatan kesalahan pada pelatihan dengan laju belajar (a)0,02 ; (b)0,05 ; (c)0,08 ; (d)0,1.

Berdasarkan semua hasil pelatihan berdasarkan banyak sedikitnya jumlah epoch dapat disimpulkan secara umum bahwa keakuratan pengenalan pola jaringan saraf tiruan adalah pelatihan dengan 10 lapisan tersembunyi dan laju belajar 0,05.

### 4.3 Hasil Pengujian

Dalam pengujian dilakukan melalui 2 tahap, yaitu pengujian terhadap data yang telah dilatihkan

dan pengujian terhadap data baru yang belum pernah dilatihkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar jaringan ini mengenali data yang dimasukkan setelah melewati tahap pelatihan.

Berdasarkan semua hasil pengujian dapat disimpulkan secara umum bahwa program aplikasi peramalan trafik ini berhasil dengan baik dalam mengenali data masukan karena memiliki persentase tingkat keberhasilan mencapai 100%.

### 4.4 Prediksi

Proses prediksi adalah proses terakhir dalam aplikasi ini. Prediksi dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu prediksi terhadap keseluruhan data trafik yang telah dimasukkan ke dalam matriks seperti pada proses pengujian dan memasukkan nilai masing-masing jumlah *Upload*, jumlah *Download*, jumlah *Pengakses*, jumlah *Session*, jumlah *Radius Authentication Attempt*, dan jumlah *Radius Authentication Accept*.

Prediksi terhadap 9 data yang belum pernah diujikan dilakukan untuk memprediksi tingkat kepadatan trafik data beserta nilai ASR. Hasil pengujian 9 data sebagai berikut :

**Tabel 3** Hasil Pengujian 9 Data Trafik Baru

No	Data	Data Asli		Prediksi	
		ASR (%)	Trafik Data	ASR (%)	Trafik Data
1.	Data 1	90.26	Penuh	90.26	Penuh
2.	Data 2	90.96	Penuh	90.96	Penuh
3.	Data 3	90.59	Penuh	90.59	Penuh
4.	Data 4	89.04	Penuh	89.04	Penuh
5.	Data 5	95.16	Tidak Penuh	95.16	Tidak Penuh
6.	Data 6	95.22	Tidak Penuh	95.22	Tidak Penuh
7.	Data 7	94.41	Tidak Penuh	94.41	Tidak Penuh
8.	Data 8	95.49	Tidak Penuh	95.49	Tidak Penuh
9.	Data 9	95.86	Tidak Penuh	95.86	Tidak Penuh

Dari hasil pengujian tabel 3 dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi 9 data yang belum pernah diujikan 100 % tepat sesuai dengan keadaan sebenarnya disertai nilai ASR masing-masing data.

#### 4.4.1 Pengaruh Peningkatan *Upload*

Pada prediksi trafik data ini dilakukan perubahan nilai *upload* dilakukan dengan syarat nilai *upload* meningkat dan semua nilai yang lain tetap untuk mengetahui pengaruh terhadap keadaan

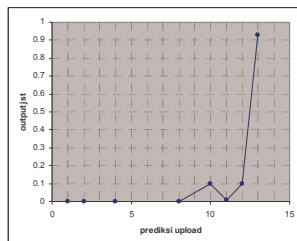
kepadatan trafik tidak penuh.. Hasil dari perubahan nilai *upload* pada prediksi trafik data sebagai berikut:

Tabel 5 Pengaruh Peningkatan Nilai *Upload* Prediksi dengan Nilai *Download*, Pengakses, *Session*, *Radius Authentication Attempt*, dan *Radius Authentication Accept* tetap

Data	Upload (MB)	nilai <i>upload</i> prediksi terhadap <i>upload</i> awal				
		8X	10X	11X	12X	13X
Data 5	2096.34	tetap	berubah	berubah	berubah	berubah
Data 6	2234.43	tetap	tetap	berubah	berubah	berubah
Data 7	1783.31	tetap	tetap	berubah	berubah	berubah
Data 8	1616.79	tetap	tetap	tetap	tetap	berubah
Data 9	1712.37	tetap	tetap	tetap	berubah	berubah

Tabel 6. Hubungan Nilai *Upload* Prediksi dengan Output JST pada Data 8

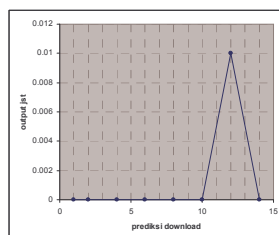
No	Prediksi <i>Upload</i>	Nilai Output JST
1.	1X	$6.06 \times 10^{-4}$
2.	2X	$5.92 \times 10^{-4}$
3.	4X	$4.11 \times 10^{-5}$
4.	8X	$1.44 \times 10^{-3}$
5.	10X	0.1
6.	11X	0.0068
7.	12X	0.0986
8.	13X	0.9273



Gambar 4.10 Grafik hubungan peningkatan nilai *upload* prediksi dengan output JST

Berdasarkan tabel 5 dan gambar 4.10 bahwa terdapat hubungan bahwa nilai *upload* yang meningkat, akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *upload* rata-rata 10-13 kali nilai *upload* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan trafik data yang sebelumnya tidak penuh akan berubah memberikan keputusan menjadi trafik data penuh.

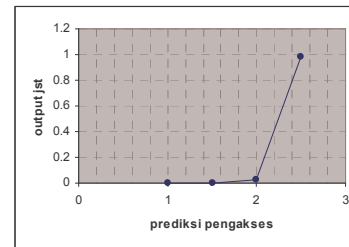
#### 4.4.2 Pengaruh Peningkatan *Download*



Gambar 11 Grafik hubungan peningkatan nilai *download* prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 4.11 terdapat hubungan bahwa nilai *download* yang meningkat menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang fluktuatif, kadang berkurang dan kadang bertambah. Kenaikan nilai *download* yang dibatasi sampai rata-rata 14 kali nilai *download* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini tidak memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data tetap tidak penuh.

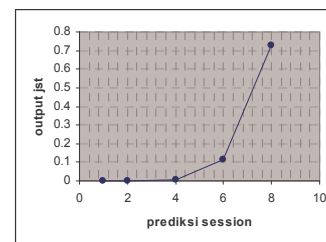
#### 4.4.3 Pengaruh Peningkatan Pengakses



Gambar 12 Grafik hubungan peningkatan nilai pengakses prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 4.12 terdapat hubungan bahwa nilai pengakses yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai pengakses rata-rata 2,5 kali nilai pengakses sebelumnya atau bertambah 150 % nilai pengakses, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

#### 4.4.4 Pengaruh Peningkatan *Session*

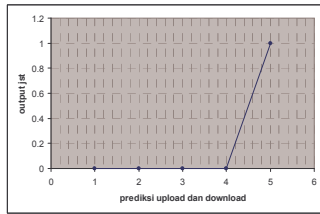


Gambar 13 Grafik hubungan peningkatan nilai *session* prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 13 bahwa terdapat hubungan antara nilai *session* dan nilai *output* jaringan saraf tiruan. Nilai *session* yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *session* rata-rata 7-8 kali nilai *session* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini

memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

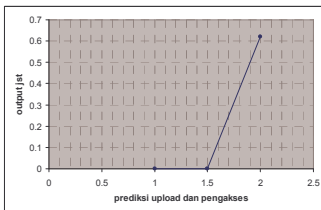
#### 4.4.5 Pengaruh Peningkatan *Upload* dan *Download*



Gambar 14 Grafik hubungan peningkatan nilai *upload* dan *download* prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 14 terdapat hubungan bahwa nilai *upload* dan *download* yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *upload* dan *download* rata-rata 5 kali nilai *upload* dan *download* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

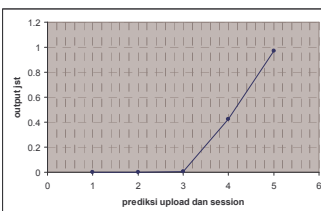
#### 4.4.6 Pengaruh Peningkatan *Upload* dan Pengakses



Gambar 15 Grafik hubungan peningkatan nilai *upload* dan pengakses prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 15 terdapat hubungan bahwa nilai *upload* dan pengakses yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *upload* dan pengakses rata-rata 2 kali nilai *upload* dan pengakses sebelumnya atau mengalami peningkatan 100 % nilai *upload* dan pengakses, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

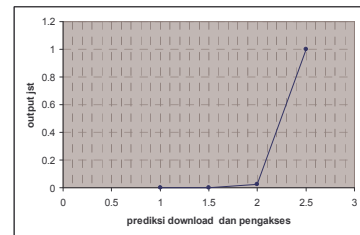
#### 4.4.7 Pengaruh Peningkatan *Upload* dan *Session*



Gambar 16 Grafik hubungan peningkatan nilai *upload* dan *session* prediksi dengan output JST

Berdasarkan dan gambar 16 terdapat hubungan bahwa nilai *upload* dan *session* yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *upload* dan *session* rata-rata 5 kali nilai *upload* dan *session* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

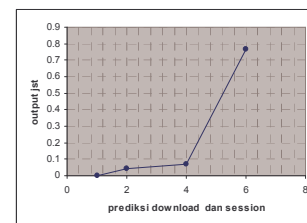
#### 4.4.8 Pengaruh Peningkatan *Download* dan Pengakses



Gambar 17 Grafik hubungan peningkatan nilai *download* dan pengakses prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 17 terdapat hubungan bahwa nilai *download* dan pengakses yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *download* dan pengakses rata-rata 2.5 kali nilai *download* dan pengakses sebelumnya atau mengalami peningkatan 150 %, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

#### 4.4.9 Pengaruh Peningkatan *Download* dan *Session*

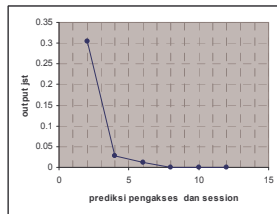


Gambar 18 Grafik hubungan peningkatan nilai *Download* dan *Session* prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 4.18 terdapat hubungan bahwa nilai *download* dan *session* yang meningkat akan menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai *download* dan *session* rata-rata 6-8 kali nilai *download* dan *session* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan

jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

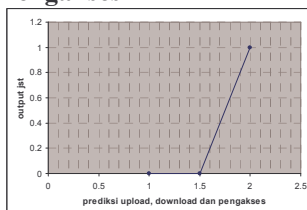
#### 4.4.10 Pengaruh Peningkatan Pengakses dan Session



Gambar 19 Grafik hubungan peningkatan nilai Pengakses dan Session prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 19 terdapat hubungan bahwa nilai pengakses dan session yang meningkat menghasilkan nilai output jaringan saraf tiruan yang menurun. Kenaikan nilai pengakses dan session yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai pengakses dan session sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini tidak memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data tetap tidak penuh karena output jaringan saraf tiruan yang semakin menurun.

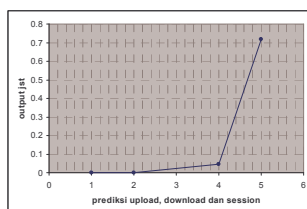
#### 4.4.11 Pengaruh Peningkatan Upload, Download dan Pengakses



Gambar 20 Grafik hubungan peningkatan nilai upload, download dan pengakses prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 20 terdapat hubungan bahwa nilai upload, download dan pengakses yang meningkat akan menghasilkan nilai output jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Kenaikan nilai upload, download dan pengakses rata-rata 2 kali nilai upload, download, dan pengakses sebelumnya atau meningkat 100 %, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

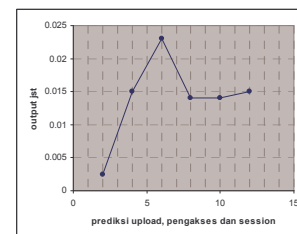
#### 4.4.12 Pengaruh Peningkatan Upload, Download dan Session



Gambar 21 Grafik hubungan peningkatan nilai upload, download dan session prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 21 terdapat hubungan bahwa nilai upload, download dan session yang meningkat akan menghasilkan nilai output jaringan saraf tiruan yang meningkat pula sehingga dapat menghasilkan keputusan yang berbeda. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai upload, download dan session rata-rata 5-6 kali nilai upload, download, dan session sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data menjadi penuh.

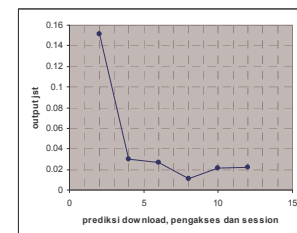
#### 4.4.13 Pengaruh Peningkatan Upload, Pengakses, dan Session



Gambar 22 Grafik hubungan peningkatan nilai upload, pengakses dan session prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 22 terdapat hubungan bahwa nilai upload, pengakses dan session yang meningkat menghasilkan nilai output jaringan saraf tiruan yang fluktuatif, kadang berkurang dan kadang bertambah. Kenaikan nilai upload, pengakses dan session yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai upload, pengakses dan session sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini tidak memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data tetap tidak penuh.

#### 4.4.14 Peningkatan Download, Pengakses dan Session

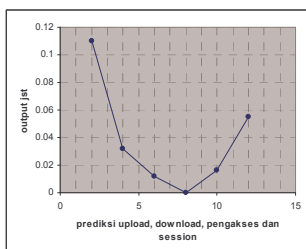


Gambar 23 Grafik hubungan peningkatan nilai download, pengakses dan session prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 23 terdapat hubungan bahwa nilai download, pengakses dan session yang meningkat menghasilkan nilai output jaringan saraf tiruan yang fluktuatif, kadang berkurang dan kadang bertambah. Kenaikan nilai download, pengakses dan session

*session* yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai *download*, pengakses dan *session* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini tidak memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data tetap tidak penuh.

#### 4.4.15 Peningkatan Upload, Download, Pengakses dan Session



Gambar 24 Grafik hubungan peningkatan nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* prediksi dengan output JST

Berdasarkan gambar 24 terdapat hubungan bahwa nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* yang meningkat menghasilkan nilai *output* jaringan saraf tiruan yang fluktuatif, kadang berkurang dan kadang bertambah. Kenaikan nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* sebelumnya, prediksi trafik data menggunakan jaringan saraf tiruan ini tidak memberikan keputusan yang berbeda yaitu trafik data tetap tidak penuh.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, mulai dari perancangan sampai pengujian dan analisis sistem, dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Pelatihan untuk mendapatkan tingkat keakuratan pengenalan pola jaringan saraf tiruan yang terbaik sebagai berikut:
  - a. Laju belajar : 0.05
  - b. Toleransi kesalahan : 0.1
  - c. Lapisan tersembunyi : 10
  - d. Maksimal iterasi : 49924 / 150000
2. Hasil pengujian data yang pernah dilatihkan dan data yang belum pernah dilatihkan sebagai berikut:
  - a. Keberhasilan pengenalan 400 data yang pernah dilatihkan: 100%
  - b. Keberhasilan pengenalan 100 data yang belum pernah dilatihkan: 100%
3. Hasil prediksi 9 data yang belum pernah diujikan 100 % tepat sesuai dengan keadaan sebenarnya disertai nilai ASR masing-masing data.
4. Prediksi nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* pada trafik data tidak penuh yang

mengubah keputusan jaringan saraf tiruan sebagai berikut:

- a. Kenaikan nilai *upload* rata-rata 10-13 kali nilai *upload* awal
- b. Kenaikan nilai pengakses rata-rata 2,5 kali nilai pengakses awal atau bertambah 150 % nilai pengakses awal
- c. Kenaikan nilai *session* rata-rata 7-8 kali nilai *session* awal
- d. Kenaikan nilai *upload* dan *download* rata-rata 5 kali nilai *upload* dan *download* awal
- e. Kenaikan nilai *upload* dan pengakses rata-rata 2 kali nilai *upload* dan pengakses awal
- f. Kenaikan nilai *upload* dan *session* rata-rata 5 kali nilai *upload* dan *session* awal
- g. Kenaikan nilai *download* dan pengakses rata-rata 2.5 kali nilai *download* dan pengakses awal atau mengalami peningkatan 150 %
- h. Kenaikan nilai *download* dan *session* rata-rata 6-8 kali nilai *download* dan *session* awal
- i. Kenaikan nilai *upload*, *download* dan pengakses rata-rata 2 kali nilai *upload*, *download*, dan pengakses awal atau meningkat 100 %
5. Prediksi nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* pada trafik data tidak yang tidak mengubah keputusan jaringan saraf tiruan sebagai berikut:
  - a. Kenaikan nilai *download* yang dibatasi sampai rata-rata 14 kali nilai *download* awal
  - b. Kenaikan nilai pengakses dan *session* yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai pengakses dan *session* awal
  - c. Kenaikan nilai *upload*, pengakses dan *session* yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai *upload*, pengakses dan *session* awal
  - d. Kenaikan nilai *download*, pengakses dan *session* yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai *download*, pengakses dan *session* awal
  - j. Kenaikan nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* yang dibatasi sampai rata-rata 12 kali nilai *upload*, *download*, pengakses dan *session* awal

### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperbaiki kekurangan dan kelemahan yang terdapat pada penelitian tugas akhir ini. Beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem jaringan saraf tiruan ini merupakan sistem yang baru maka hanya berfungsi sebagai alat Bantu sehingga untuk mengambil keputusan masih perlu menggunakan tambahan kebijakan yang lain
2. jaringan perlu dilatihkan dengan jumlah data yang banyak dan bervariasi

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Flood, J.E., *Telecommunications, Switching, Traffic and Network*, Prentice Hall Europe, 1995.
- [2] Freeman, Roger L., *Telecommunications, Transmission Handbook*, John Wiley & Sons Inc, 1998.
- [3] Hermawan, Arief, *Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasinya*, Andi, Yogyakarta, 2006.
- [4] Puspitaningrum, Diyah, *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Andi, Yogyakarta, 2006.
- [5] Sugiarto, Aris, *Pemrograman GUI dengan Matlab*, Andi, Yogyakarta, 2006.
- [6] Sunomo, *Pengantar Sistem Telekomunikasi Nirkabel*, Grasindo, Jakarta, 2004.
- [7] Telkom '97 Elektro Undip, *Rekayasa Trafik*.
- [8] -----, *Basic Mobile Teletraffic Engineering*, EE4712\_9\_eletraffic.pdf.
- [9] -----, *Pengantar Peramalan Dalam Telekomunikasi*, elektro-rahmad-fauzi4.pdf.
- [10] -----, *Rekayasa Trafik*, jbptgunadarma-gdl-course-2005-timpengaja-323.
- [11] -----, *Teletrafik Sebagai Pengevaluasi Unjuk Kerja dan Pendimensian Sistem Komunikasi dan Komputer*, elektro-riswan.pdf.
- [12] -----, Usman, U.K., *Modul 10:Teori Trafik*, Lab.SISKOM-STT Telkom.



### **Imam Subrata (L2F 003 508)**

lahir di Kabupaten Karanganyar, 1 Desember 1985. Menempuh pendidikan di SD Muhammadiyah 3 Surakarta sampai tahun 1997, SLTPN 4 Surakarta sampai tahun 2000, dan SMUN 1 Surakarta lulus tahun 2003. Saat ini masih menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, dengan mengambil konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Menyetujui dan Mengesahkan,

Pembimbing I

Imam Santoso, S.T., M.T.

NIP. 132 162 546

Pembimbing II

Ajub Ajulian Zahra, S.T., M.T.

NIP. 132 205 684