

# PERAMALAN PENGGUNAAN *BANDWIDTH* DI FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS SEBELAS MARET MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DENGAN *INPUT* BERDASARKAN *BEST SUBSET REGRESSION*

Anindika Utami Putri<sup>1</sup>, Sarngadi Palgunadi<sup>2</sup>, Meiyanto Eko Sulisty<sup>3</sup>

Jurusan Informatika  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

[anindikaa.putri@gmail.com](mailto:anindikaa.putri@gmail.com), [palgunadi@uns.ac.id](mailto:palgunadi@uns.ac.id), [mekosulistyo@uns.ac.id](mailto:mekosulistyo@uns.ac.id)

## Abstrak

*Dewasa ini, kebutuhan akan akses internet sangatlah penting. Penggunaan fasilitas internet di lingkungan Universitas Sebelas Maret sangat tinggi, digunakan sebagai penunjang kegiatan akademik. Pada dasarnya besarnya kebutuhan bandwidth mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kebutuhan bandwidth, umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik. Untuk meningkatkan kualitas layanan akademik dan menentukan berapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk sewa bandwidth, perlu adanya upaya memprediksikan penggunaan bandwidth di Fakultas MIPA. Metode yang penelitian yang digunakan untuk peramalan penggunaan bandwidth adalah jaringan saraf tiruan backpropagation dan metode untuk menentukan pemodelan pada lapisan input digunakan best subset regression.*

*Hasil penelitian menunjukkan, variabel dependent dari metode best subset regression dapat dijadikan sebagai pemodelan input pada jaringan saraf tiruan, hal ini ditunjukkan hasil uji signifikan pada nilai thitung pelatihan jaringan saraf tiruan menghasilkan nilai yang signifikan.*

**Kata Kunci:** *bandwidth, jaringan saraf tiruan backpropagation, input, best subset regression.*

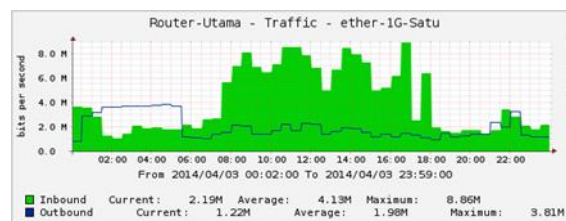
## 1. Pendahuluan

Perkembangan internet di Indonesia telah menunjukkan perkembangan yang signifikan. Seperti yang dicantumkan dalam APJII (2014), perkembangan pengguna internet pada tahun 1998 adalah 110.000, tahun 2000 mencapai 1.900.000, tahun 2001 pengguna internet sudah mencapai 4.200.000, dan pada tahun pada tahun 2013 mencapai 71,19 juta, meningkat 13 persen dibanding tahun 2012 yang mencapai sekitar 63 juta pengguna.

Dewasa ini, kebutuhan akan akses internet sangatlah penting. Penggunaan fasilitas internet di lingkungan Universitas Sebelas Maret sangat tinggi, digunakan sebagai penunjang kegiatan akademik. *Bandwidth* yang disediakan oleh Universitas Sebelas Maret adalah 350 MB, baik yang digunakan untuk dosen, karyawan, maupun untuk mahasiswa. Di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) mendapat *bandwidth* sebesar 14 MB.

Pada dasarnya besarnya kebutuhan *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kebutuhan *bandwidth*, umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya *latency* yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi (Trimantaraningsih, dkk. dalam Aryanti, dkk., 2012).

Untuk meningkatkan kualitas layanan akademik dan menentukan berapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk sewa *bandwidth*, diperlukan peramalan kebutuhan *bandwidth* pada jaringan komputer untuk mengidentifikasi kebutuhan *bandwidth* di masa mendatang pada FMIPA. Penggunaan internet di FMIPA sendiri, seringkali pemakaian sangat tinggi pada waktu siang hari, dan pemakaian sangat rendah pada malam, seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1** Trafik Harian

Agar tidak terjadi pemborosan, diperlukan pengefektifan penggunaan *bandwidth* itu sendiri untuk menekan biaya sewa *bandwidth*. Karena itu perkiraan kebutuhan *bandwidth* di masa depan sangat penting dalam perencanaan dan pengoperasian *bandwidth*.

Perkembangan teknologi komputasi sudah mengarah kepada teknologi *soft computing* (Mulyadi, dkk. dalam Aryanti, dkk., 2012). Model jaringan saraf tiruan berdasar pada peramalan dengan menganalisa dari tren data sudah ada (Abhishek, dkk., 2012). Dalam situasi kehidupan sehari-hari sudah ditemukan untuk penafsiran lebih baik dari 'neuron buatan' yang dapat belajar dari pengalaman, seperti contohnya *backpropagation* yang dapat memprediksi *error* dari prediksi sebelumnya dan algoritma *backpropagation* sudah banyak yang berhasil memecahkan masalah (Abhishek, dkk., 2012). Dengan pemilihan *layer input* menggunakan *best subset regression*, karena *best subset regression* dapat menjelaskan peubah tak bebas dengan sebaik-baiknya dengan memilih peubah-peubah bebas dari sekian banyak dari sekian banyak peubah bebas yang ada dalam data (Hanum, 2011). Penelitian yang sudah dilakukan oleh Wang, dkk. (2011) mendapat kesimpulan bahwa percobaan numerik dengan menggunakan prosedur *best-subset* mendapatkan hasil probabilitas sangat tinggi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari sebuah prosedur.

Data yang digunakan dalam studi kasus ini adalah data trafik harian dari jaringan komputer yang ada pada FMIPA Universitas Sebelas Maret.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 *Bandwidth*

*Bandwidth* adalah ukuran kapasitas dari sistem transmisi (Comer, 2004). Sedangkan, manajemen *bandwidth* adalah sebuah proses penentuan besarnya *bandwidth* kepada tiap pemakai dalam jaringan komputer (Mekonga, 2012). Besarnya *bandwidth* akan berdampak kepada kecepatan transmisi.

Pada dasarnya *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kapasitas, maka umumnya akan diikuti oleh kinerja yang lebih baik, meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung pada faktor-faktor lain, misalnya *latency* yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi.

### 2.2 *Regression*

Model yang menggambarkan hubungan antara variabel dependen ( $x$ ) dengan variabel independen ( $Y$ ) adalah:

$$Y = f(x, \beta) + \varepsilon$$

Salah satu tujuan di dalam analisis regresi adalah untuk mendapatkan model terbaik yang menjelaskan hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Model terbaik adalah model yang seluruh koefisien regresinya berarti (*significant*) dan mempunyai kriteria model terbaik optimum, yaitu:

- a. Koefisien Determinasi atau  $R$  terbesar
- b. Memiliki nilai  $R\text{-sq adj}$  yang besar (Karim dalam Hanum, 2011)
- c. Memiliki nilai  $C\text{-p}$  terdekat dengan jumlah peubah dalam model (Karim dalam Hanum, 2011).

### 2.3 Jaringan Saraf Tiruan

Menurut Fausset (1994) jaringan saraf tiruan merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik sama dengan sistem jaringan saraf biologi. Pada dasarnya JST mencoba meniru cara kerja otak manusia, khususnya neuron. JST mempunyai karakteristik yang dimiliki oleh otak manusia, diantaranya adalah kemampuan untuk belajar dari pengalaman (Anderson, 1992).

Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran/pelatihan. Hal yang ingin dicapai dengan melatih jaringan saraf tiruan adalah untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan memorisasi dan generalisasi. Kemampuan memorisasi adalah kemampuan jaringan saraf tiruan untuk mengambil kembali secara sempurna sebuah pola yang telah dipelajari, dan kemampuan generalisasi adalah untuk menghasilkan respons yang bisa diterima terhadap pola-pola *input* yang serupa (namun tidak identik) dengan pola-pola yang sebelumnya telah dipelajari.

### 2.3.1 Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Jaringan saraf tiruan memiliki beberapa arsitektur jaringan yang digunakan dalam berbagai aplikasi, arsitektur jaringan saraf tiruan tersebut, antara lain *single layer network*, *multilayer network*, *multilayer network* dengan umpan balik dan *recurrent network* (Kristianto dalam Utami, 2003).

Dalam paper ini, menggunakan arsitektur jaringan *multilayer network*, yang memiliki 3 jenis *layer*, yaitu *layer input*, *layer output* dan *hidden layer*.

Setiap unit di dalam *layer input* pada jaringan *backpropagation* selalu terhubung dengan setiap unit yang berada pada *layer* tersembunyi. Demikian juga setiap unit pada *layer* tersembunyi selalu terhubung dengan unit pada *layer output*.

### 2.3.2 Pelatihan Jaringan *Backpropagation*

Aturan pelatihan jaringan *backpropagation* terdiri dari 2 tahapan, *feedforward* dan *backward propagation*.

Algoritma pelatihan jaringan *backpropagation* terdiri dari 3 tahapan, yaitu:

1. Tahap umpan maju (*feedforward*)
2. Tahap umpan mundur (*backpropagation*)
3. Tahap peng-*update*-an bobot dan bias

## 3. Metodologi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis lingkungan jaringan komputer dan pengamatan dan pengambilan data trafik dari [www.cacti.mipa.uns.ac.id:90](http://www.cacti.mipa.uns.ac.id:90).

## 2. Pengolahan data

Langkah pengolahan data yang pertama adalah pengelompokan data trafik harian yang didapatkan dengan empat periode waktu, yaitu

- a. malam (00.01-06.00),
- b. pagi (06.01-12.00),
- c. siang (12.01-18.00), dan
- d. sore (18.01-24.00)

Dengan lima kondisi masa beban trafik pada: libur lebaran, libur, KRS, awal kuliah, dan kuliah. Karena data trafik harian kurang lengkap dikarenakan terdapat jaringan *down* maupun mati listrik, *missing* data diganti rata-rata dari pengelompokan data berdasarkan periode waktu.

## 3. Pemodelan data

Untuk menentukan model *input* yang mungkin dari data yang sudah diolah dengan menggunakan metode persamaan regresi yang terbaik dari semua kombinasi yang mungkin menggunakan metode *best subset*. Setelah didapat beberapa model regresi untuk menentukan *input* dari jaringan saraf tiruan, dilakukan estimasi dan pengujian model regresi yang mungkin serta pemilihan model terbaik. Kemudian didapat model regresi terbaik untuk menentukan *input* dari jaringan syaraf tiruan.

## 4. Peramalan

Tahap pertama, pelatihan jaringan saraf tiruan, dilakukan prosedur *backpropagation* dengan menjalankan algoritma pelatihan terhadap data pelatihan. Data dijadikan data latih dimasukkan ke dalam *list code* program MATLAB. Tahap kedua, peramalan, Dengan bobot optimum yang telah diperoleh pada pelatihan jaringan saraf tiruan *backpropagation* dilakukan simulasi untuk peramalan data uji yang telah ditransformasi.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan data trafik harian jaringan komputer di FMIPA Universitas Sebelas Maret. Data trafik yang sudah didapat, dikelompokkan menjadi *download maximum*, *download average*, *download minimum*, *upload maximum*, *upload average* dan *upload minimum*, masing masing memiliki variabel  $Y-12$  (data 3 hari sebelumnya),  $Y-8$  (data 2 hari sebelumnya),  $Y-4$  (data kemarin), jam, hari dan masa. Untuk memperoleh model yang terbaik untuk jaringan saraf tiruan, menggunakan metode *best subset regression*, seperti Gambar 2.

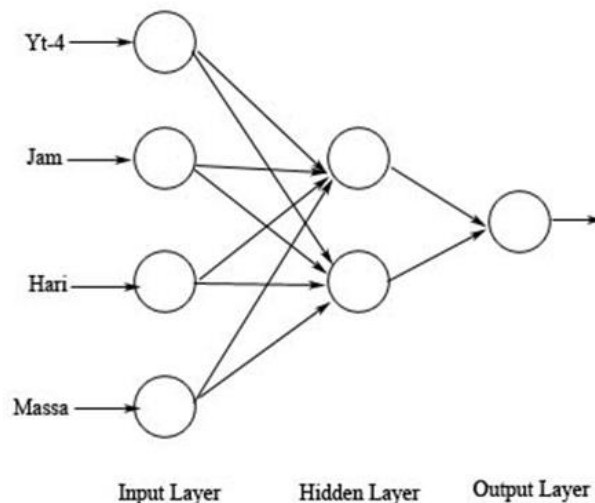
Hasil perhitungan *best subset regression* disajikan pada Gambar 2 yang menunjukkan hasil terbaik adalah baris yang digarisbawahi dengan nilai  $C_p$  Mallows minimum dan nilai  $R-sq(adj)$  terbesar dengan variabel  $Y_{t-4}$ , jam, hari dan masa. Maka,  $Y_{t-4}$ , jam, hari dan masa dapat diambil untuk pemodelan input dari jaringan saraf tiruan untuk *download average*.

Best Subsets Regression:  
Response is Yt

Vars	R-Sq	R-Sq(adj)	Mallows Cp	S	Y	M			
					t Y Y	H a			
					- t t	J a s			
					1 - -	a r s			
					2 0 4	m i a			
1	57.2	57.0	92.0	2.6608	X				
1	40.2	39.9	211.4	3.1474	X				
2	61.8	61.4	62.3	2.5217	X	X			
2	60.0	59.6	74.7	2.5797	X	X			
3	65.6	65.1	37.2	2.3964	X	X	X		
3	65.4	64.9	39.2	2.4062	X	X	X		
4	70.8	70.2	3.3	2.2154	X	X	X	X	
4	66.5	65.8	33.4	2.3728	X	X	X	X	
5	70.8	70.1	5.0	2.2193	X	X	X	X	X
5	70.8	70.1	5.3	2.2208	X	X	X	X	X
6	70.8	70.0	7.0	2.2246	X	X	X	X	X

Gambar 2 Contoh Hasil Best Subset Regression dari Download Average

Setelah didapat pemodelan *input* atau lapisan pada *input*, kemudian dilakukan pelatihan jaringan saraf tiruan *backpropagation* dengan arsitektur jaringan seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Arsitektur Jaringan Prediksi Penggunaan Bandwidth Download Average

Pada dasarnya arsitektur sebuah jaringan akan menentukan keberhasilan target yang akan dicapai karena tidak semua permasalahan dapat diselesaikan dengan arsitektur yang sama.

Model dari layer *input* yang dihasilkan untuk arsitektur jaringan *backpropagation* disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Variabel input hasil dari best subset

No	Data	Variabel <i>Input</i> Hasil <i>Best Subset</i>
1	<i>Download average</i>	Yt-4, Jam, Hari, Masa
2	<i>Download maximum</i>	Yt-12, Yt-4, Jam, Hari, Masa
3	<i>Download minimum</i>	Yt-8, Yt-4, Jam, Hari, Masa
4	<i>Upload average</i>	Yt-4, Jam, Hari, Masa
5	<i>Upload maximum</i>	Yt-4, Jam, Hari, Masa
6	<i>Upload minimum</i>	Jam, Hari, Masa

Struktur data *input* jaringan berdasarkan model *best subset regression* memiliki jumlah neuron pada lapisan *input* yang berbeda pada setiap data trafik, karena neuron *input* mengacu pada banyaknya variabel penjelas yang mempengaruhi data trafik saat itu.

Setelah arsitektur jaringan sudah direpresentasikan, maka pelatihan jaringan saraf tiruan dilakukan dengan menjalankan prosedur *backpropagation* dengan menjalankan algoritma pelatihan terhadap data pelatihan yang sudah dinormalisasi.

Tujuan pelatihan jaringan sendiri agar sistem berjalan dengan akurat dan konsisten serta mampu mengeksplorasi keunggulan jaringan saraf tiruan.

Pelatihan dimulai dengan menginisialisasi awal bobot dan bias jaringan saraf *backpropagation*. Pada pelatihan ini model jaringan saraf *backpropagation* yang digunakan terdiri atas beberapa lapisan *input* sesuai dengan hasil dari *best subset regression*, lapisan tersembunyi sebanyak dua lapisan, dan satu lapisan *output* dan parameter yang digunakan adalah *max epoch* 1000, *learning rate* 0,5.

Pengujian data dilakukan melalui 2 tahap, yaitu pengujian terhadap data yang sudah dilatihkan dan pengujian pada data baru yang belum pernah dilatihkan. Pengujian untuk data yang dilatihkan dilakukan terhadap seluruh jaringan konvergensi untuk mendapatkan hasil keluaran yang sesuai dengan target atau *output* yang ditentukan.

Tabel 2 menunjukkan nilai koefisien korelasi dari pengujian data yang sudah dilatihkan. Koefisien korelasi merupakan pengukuran asosiasi atau hubungan antara dua variabel. Koefisien korelasi (nilai  $r$ ) pada Tabel 2 menunjukkan hasil yang baik untuk kecocokan *output* jaringan dengan target. Pada *download average* dan *download maximum* nilai  $r$  menunjukkan bahwa korelasi sangat kuat, sedangkan pada *download minimum*, *upload average*, *upload maximum*, dan *upload minimum* menunjukkan korelasi kuat.

**Tabel 2** Nilai koefisien korelasi hasil pelatihan jaringan *backpropagation*

Data Trafik	Persamaan	Nilai $r$	Nilai $t_{hitung}$
<i>Download average</i>	$Y=(0.83)T+0.74$	0.91	32.82
<i>Download maximum</i>	$Y=(0.84)T+1.3$	0.92	33.68
<i>Download minimum</i>	$Y=(0.55)T+0.48$	0.74	16.4
<i>Upload average</i>	$Y=(0.49)T+0.72$	0.70	14.61
<i>Upload maximum</i>	$Y=(0.4)T+1.4$	0.63	12
<i>Upload minimum</i>	$Y=(0.5)T+0.54$	0.71	16.7

\*) 0: Tidak ada korelasi antara dua variabel, >0 – 0,25: Korelasi sangat lemah, >0,25 – 0,5: Korelasi cukup, >0,5 – 0,75: Korelasi kuat, >0,75 – 0,99: Korelasi sangat kuat, 1: Korelasi sempurna

Berdasarkan perhitungan dengan mengambil probabilitas ( $\alpha$ ) 0.05 dan derajat kebebasan 218 sehingga diperoleh  $t_{tabel}$  1.97. Maka,  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , pada semua data trafik, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil dari persamaan dari pelatihan jaringan *backpropagation* signifikan.

Tabel 3 menunjukkan nilai koefisien korelasi hasil pengujian data baru yang belum pernah dilatihkan. Nilai  $r$  atau koefisien korelasi pada pengujian data uji menunjukkan korelasi yang kuat pada *download average*, *download maximum*, *download minimum*, dan *upload minimum*. Sedangkan pada *upload average* dan *upload maximum* menunjukkan korelasi cukup.

**Tabel 3** nilai koefisien korelasi dari data uji jaringan *backpropagation*

No	Data Trafik	Nilai $r$
1	<i>Download average</i>	0.64
2	<i>Download maximum</i>	0.57
3	<i>Download minimum</i>	0.56
4	<i>Upload average</i>	0.31
5	<i>Upload maximum</i>	0.25
6	<i>Upload minimum</i>	0.54

\*) 0: Tidak ada korelasi antara dua variabel, >0 – 0,25: Korelasi sangat lemah, >0,25 – 0,5: Korelasi cukup, >0,5 – 0,75: Korelasi kuat, >0,75 – 0,99: Korelasi sangat kuat, 1: Korelasi sempurna



## 5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan, variabel dependen dari metode *best subset regression* dapat dijadikan sebagai pemodelan *input* pada jaringan saraf tiruan, yang ditunjukkan pada hasil uji signifikan pada nilai  $t_{hitung}$  pelatihan jaringan saraf tiruan menghasilkan yang signifikan.

Hasil peramalan pada jaringan *backpropagation* pada penelitian ini menunjukkan korelasi yang kuat pada *download average*, *download maximum*, *download minimum* dan *upload minimum*, sedangkan pada *upload average* dan *upload maximum* menunjukkan korelasi cukup.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa peramalan jaringan saraf tiruan dengan *input* berdasarkan metode *best subset regression* dapat digunakan untuk peramalan penggunaan *bandwidth* pada FMIPA Universitas Sebelas Maret.

## Daftar Pustaka

- Abhishek, K., Kumar, A., Ranjan, R. & Kumar, S., 2012. A Rainfall Prediction Model Using Artificial Neural Network. *The 2012 IEEE Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)*, pp. 82-87.
- APJII, 2014. *APJII: Pengguna Internet 71,19 Juta 2013*. [Online] Available at: <http://id.berita.yahoo.com/apjii-pengguna-internet-71-19-juta-2013-074905800.html> [Accessed 20/03/2014].
- Aryanti, Gernowo, R. & Sugiharto, A., 2012. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Song-Chissom dan Metode Fuzzy Time Series Singh untuk Prediksi Kebutuhan Bandwidth pada Jaringan Komputer. *Tesis*. Semarang: Program Pasca Sarjana Sistem Informasi Universitas Diponegoro.
- Comer, D. E., 2004. *Computer Network and Internets*. New Jersey: Prentice Hall.
- Dave, A., & George, M., 1992. *Artificial Neural Network Technology*. Rome: Kaman Sciences Corporation.
- Fausset, L., 1994. *Fundamentals of Neural Networks, Architecture, Algorithms, and Application*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Hanum, H., 2011. Perbandingan Metode Stepwise, Best Subset Regression, dan Fraksi dalam Pemilihan Model Regresi Berganda Terbaik. *Jurnal Penelitian Sains*, 14, pp. 1-6.
- Utami, D. F., 2003. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan dalam Penghitungan Persentase Kebenaran Klasifikasi pada Klasifikasi Jurusan Siswa di SMA N 8 Surakarta. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Wang, Y., Luangkesorn, L. & Shuman, L. J., 2011. Best-Subset Selection Procedure. *The 2011 Winter Simulation Conference (WSC)*, pp. 4310-4318.