

PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN METODE PERAMBATAN BALIK (*BACK PROPAGATION*)

Reza Luthfianto¹⁾, Imam Santoso²⁾, Yuli Christiyono³⁾
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

ABSTRACT

Train becomes one of the most popular mass transportation media in Indonesia, especially for medium and long distance journey. When holiday comes, PT. KAI (persero) need to make much additional departures of train in order to occupy the passengers need. From this statement, risen the ideas to design a forecasting system to forecast the number of train's passanger using artificial neural network and to analyze the neural network which gives the best performance in this system.

This final project was designed a forecasting system to predict the number of train's passanger using Back Propagation Neural Network. First step, all data need to be computerized and divided them into 2 groups, 60% for training data and 40% for testing data. When training the neural network, training data is used as the input and it process will stops when the values of required training parameters is reached. Testing the neural network can be done using training data and testing data. This process is aimed for knowing network's performance by comparing simulation results with real target. Neural network with best performance can be used for forecasting process.

Based on training data test results, the best performance neural network given by the network with 10 nodes of hidden layer for variation increasing the number of node of hidden layer and the network with its learning rate was 0,01 for variation decreasing the value of learning rate. Based on testing data test results, the best performance neural network given by the network with 5 nodes of hidden layer for variation increasing the number of node of hidden layer and the network with its learning rate was 0,001 for variation decreasing the value of learning rate

Keywords : *forecasting, train's passanger, back propagation.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan saraf tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia. Salah satu keunggulan jaringan saraf tiruan adalah kemampuan komputasi yang paralel dengan cara belajar dari pola - pola yang diajarkan, sehingga aplikasi jaringan saraf tiruan dapat digunakan untuk tujuan peramalan. Sebelumnya telah terdapat beberapa penelitian tentang peramalan menggunakan jaringan saraf tiruan, seperti peramalan laju inflasi (Muqtashidah, 2009), peramalan jumlah trafik data (Subrata, 2007), dan peramalan beban listrik (Nurbaqin, 2003). Peramalan dengan jaringan saraf tiruan dilakukan berdasarkan pola kejadian yang ada di masa yang lampau untuk meramalkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Untuk itu, jaringan saraf tiruan dapat dilatih untuk mempelajari dan menganalisa pola data masa lalu dan berusaha mencari suatu formula atau fungsi yang akan menghubungkan pola data masa lalu dengan keluaran yang diinginkan saat ini. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dibuat suatu aplikasi jaringan saraf tiruan untuk peramalan dengan menggunakan data berupa jumlah penumpang kereta api.

Kereta api saat ini telah menjadi salah satu media transportasi andalan masyarakat Indonesia untuk melakukan perjalanan jarak menengah dan

jauh, khususnya di Pulau Jawa dan Sumatera. Pada masa liburan, PT KAI (Persero) harus memberangkatkan kereta api tambahan untuk mengatasi lonjakan penumpang yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem prediksi/peramalan yang dapat mengenali *trend* lonjakan penumpang yang mungkin terjadi pada masa liburan tersebut, dan dapat mencegah banyaknya jumlah penumpang yang tidak terangkut oleh armada dengan cara menyediakan jumlah armada sesuai dengan jumlah penumpang yang telah diketahui sebelumnya melalui sistem peramalan yang telah dirancang.

Dari permasalahan di atas, timbul gagasan untuk merancang sebuah sistem peramalan dengan menggunakan jaringan saraf tiruan jumlah penumpang kereta api dan menganalisis parameter – parameter pelatihan jaringan yang dapat memberikan tingkat pengenalan yang tinggi dalam sistem tersebut.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang jaringan saraf tiruan yang dapat memberikan tingkat pengenalan terbaik dalam sistem prediksi jumlah penumpang kereta api.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan pembahasan pada Tugas Akhir ini, masalah dibatasi sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk proses

pelatihan dan peramalan adalah data penumpang untuk kereta api yang berangkat dari stasiun Semarang Tawang dari bulan Januari 2009 sampai dengan September 2010.

2. Peramalan bersifat harian, tidak memperhitungkan hari libur/hari besar.
3. Fungsi pelatihan yang digunakan adalah *Resilient Backpropagation* (trainrp).
4. Analisis yang dilakukan tidak memperhitungkan faktor – faktor pendukung penyebab perubahan jumlah penumpang kereta api. Analisis dilakukan hanya berdasarkan data jumlah penumpang yang didapatkan saat proses survei data.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) didefinisikan sebagai alat atau teknik untuk memprediksi atau memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data atau informasi masa lalu maupun pada saat ini. Peramalan merupakan bagian vital dari suatu organisasi bisnis dan untuk setiap pengambilan keputusan. Peramalan dapat menjadi dasar bagi perencanaan jangka panjang suatu perusahaan/instansi tertentu.

2.2 Perangkat Lunak MATLAB (*Matrix Laboratory*) dan GUI MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik, merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. MATLAB merupakan *software* yang dikembangkan oleh Mathworks, Inc. dan merupakan *software* yang paling efisien untuk perhitungan numerik berbasis matriks. MATLAB yang merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks sering digunakan untuk teknik komputasi numerik, digunakan untuk menyelesaikan masalah – masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matriks, optimasi, aproksimasi, dan lain – lain. MATLAB banyak digunakan pada:

1. Matematika dan Komputasi,
2. Pengembangan dan Algoritma,
3. Pemrograman *modelling*, simulasi, dan pembuatan *prototype*,
4. Analisa Data, eksplorasi, dan visualisasi,
5. Analisis numeric dan statistic,
6. Pengembangan aplikasi teknik.

Graphic User Interface (GUI) merupakan MATLAB *script file* yang dibuat untuk menunjukkan analisa suatu permasalahan khusus. Penggunaan GUI memberikan/menyediakan

fasilitas seperti *menu*, *pushbutton*, *slider*, dan sebagainya, sesuai dengan program yang diinginkan atau digunakan tanpa *knowledge* dari MATLAB. GUI juga memberikan cara untuk efisiensi manajemen data.

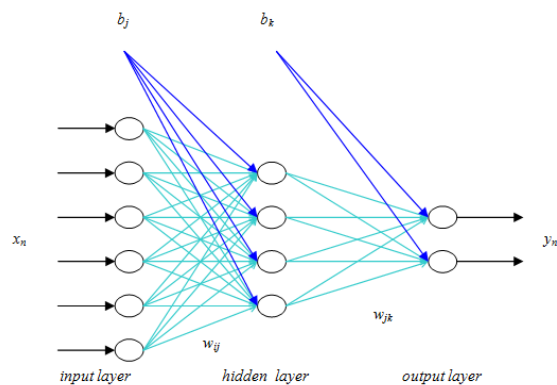
Kemampuan maksimum dan kontrolnya adalah dengan pemrograman, namun demikian hasil yang diperoleh menggunakan perintah – perintah *basic user interface commands*.

2.3 Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik (*Backpropagation*)

Jaringan saraf tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*human cognition*) yang didasarkan atas asumsi sebagai berikut:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut *neuron*.
2. Isyarat mengalir di antara sel saraf/*neuron* melalui suatu sambungan penghubung.
3. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini akan digunakan untuk menggandakan/mengalikan isyarat yang dikirim melaluinya.
4. Untuk menentukan *output*, setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan *input* yang diterima. Besarnya *output* ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Jaringan saraf tiruan perambatan balik merupakan salah satu model dari jaringan saraf tiruan umpan maju dengan menggunakan pelatihan terbimbing yang disusun berdasar pada algoritma perambatan galat balik yang didasarkan pada aturan pembelajaran dengan koreksi kesalahan. Secara mendasar, proses dari perambatan galat balik ini terdiri atas dua tahap, yaitu umpan maju dan umpan mundur.



Gambar 1. Arsitektur *backpropagation*

Gambar 1 menunjukkan arsitektur dari *backpropagation*. Proses belajar dari jaringan saraf tiruan perambatan balik ini secara garis besar adalah setelah menerima masukan pada lapisan masukan, maka masukan itu akan dirambatkan melewati setiap lapisan di atasnya hingga suatu keluaran dihasilkan oleh jaringan itu. Keluaran yang dihasilkan oleh jaringan akan dibandingkan dengan target keluaran, sehingga suatu galat akan dibangkitkan. Selanjutnya jaringan akan melewatkan turunan dari galat tersebut ke lapisan tersembunyi dengan menggunakan sambungan berbobot yang masih belum diubah nilainya. Kemudian setiap *node* pada lapisan tersembunyi akan menghitung jumlah bobot dari galat yang dirambatkan balik sebelumnya. Perambatan galat balik inilah yang memberi nama jaringan ini sebagai jaringan perambatan balik.

Setelah masing-masing *node* dari lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran menemukan besarnya galat, maka *node-node* ini akan mengubah nilai bobotnya untuk mengurangi galat. Proses ini berlangsung terus-menerus hingga galat yang dihasilkan oleh jaringan tersebut mendekati nol.

2.4 Perkeretaapian di Indonesia

Kereta api merupakan sarana transportasi yang vital dan penting artinya, baik bagi kepentingan pemerintah maupun masyarakat. Saat ini, kereta api semakin menyatu dalam kehidupan masyarakat Indonesia, terutama dalam bidang kehidupan ekonomi. Semakin ramainya mobilitas penduduk telah membuat mereka menjadi semakin tergantung dengan kereta api, baik untuk berangkat bekerja, sekolah, maupun berlibur. Sektor produksi pun tidak lepas dari peranan kereta api di dalamnya.

Berikut ini adalah beberapa rangkaian kereta api penumpang yang beroperasi di bawah naungan PT. KAI DAOP IV Semarang:

1. KA Argo Sindoro (SMT – JKT Gambir PP)

Kereta api ini melayani perjalanan pagi hari dari arah Semarang ke Jakarta dan sore hari dari arah sebaliknya. Kereta api ini memiliki kapasitas 50 tempat duduk untuk tiap rangkaian kereta kelas eksekutif. Perjalanan sejauh 445 km ditempuh dalam waktu 5 jam 30 menit dan hanya berhenti di stasiun Tegal dan Pekalongan.

2. KA Argo Muria (SMT – JKT Gambir PP)

Kereta api ini melayani perjalanan sore hari dari arah Semarang ke Jakarta dan pagi hari dari arah sebaliknya. Kereta api ini memiliki kapasitas 50 tempat duduk untuk tiap rangkaian kereta kelas eksekutif. Perjalanan sejauh 445 km ditempuh dalam waktu 5 jam 30 menit dan hanya berhenti di stasiun Tegal dan Pekalongan.

3. KA Harina (SMT – Bandung PP)

KA Harina melayani perjalanan koridor Bandung - Semarang, juga didesain untuk melayani perjalanan Pekalongan, Tegal, Cirebon yang akan bepergian ke Bandung dan sebaliknya. KA ini terdiri dari dua kelas dalam satu rangkaian kereta api, yaitu kelas eksekutif (52 tempat duduk tiap rangkaian kereta) dan kelas bisnis (64 tempat duduk tiap rangkaian kereta). Perjalanan sejauh 450 km ditempuh dalam waktu 7,5 jam dan berhenti di Stasiun Purwakarta, Cikampek, Cirebon, Tegal, Pekalongan.

4. KA Rajawali (SMT – SBY Ps. Turi PP)

KA Rajawali melayani perjalanan koridor Semarang – Surabaya. Perjalanan sejauh 280 km ditempuh dalam waktu 4 jam dan hanya berhenti di Stasiun Cepu, Bojonegoro dan Lamongan. KA Rajawali terdiri dari dua kelas dalam satu rangkaian kereta api, yaitu kelas eksekutif (52 tempat duduk tiap rangkaian kereta) dan kelas bisnis (64 tempat duduk tiap rangkaian kereta).

5. KA Fajar Utama Semarang (SMT – JKT Ps. Senen PP)

Fajar Utama Semarang merupakan kereta kelas bisnis yang melayani perjalanan koridor Jakarta Pasar Senen - Semarang Tawang yang berangkat pada pagi hari. Kereta api ini terdiri dari rangkaian kereta kelas bisnis dengan kapasitas 64 penumpang tiap rangkaiannya. Kereta api ini berhenti di beberapa stasiun besar, antara lain, Stasiun Jatinegara, Stasiun Bekasi, Stasiun Cirebon, Stasiun Tegal, Stasiun Pemalang, Stasiun Pekalongan, dan Stasiun Weleri.

6. KA Senja Utama Semarang (SMT – JKT Ps. Senen PP)

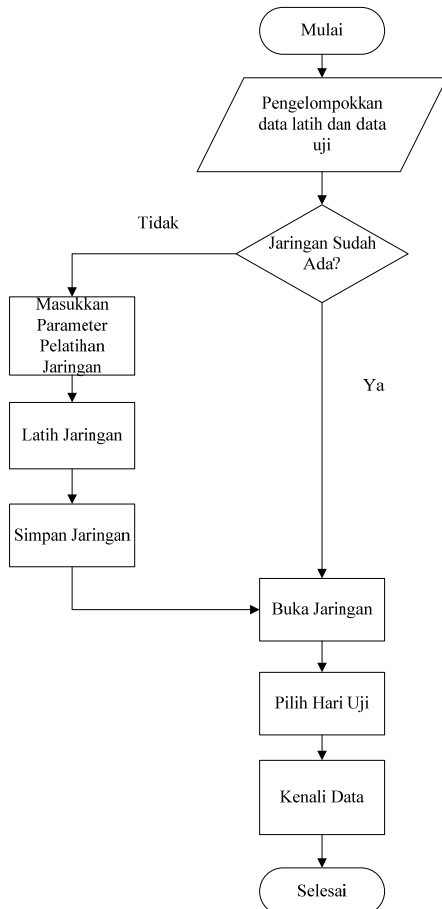
Senja Utama Semarang merupakan kereta kelas bisnis yang melayani perjalanan koridor Jakarta Pasar Senen - Semarang Tawang. Kereta ini berangkat meninggalkan Jakarta ataupun Semarang pada malam hari. Kereta api ini terdiri dari rangkaian kereta kelas bisnis dengan kapasitas 64 penumpang tiap rangkaiannya. Kereta api ini berhenti di beberapa stasiun besar, antara lain, Stasiun Jatinegara, Stasiun Bekasi, Stasiun Cirebon, Stasiun Tegal, Stasiun Pemalang, Stasiun Pekalongan, dan Stasiun Weleri.

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Gambaran Umum

Pada sistem peramalan jumlah penumpang kereta api ini, jaringan saraf tiruan ini digunakan untuk mengenali pola data jumlah penumpang kereta api. Setiap data jumlah penumpang tiap kereta api akan dijadikan basis data. Setiap basis data kemudian diolah terlebih dahulu dengan melakukan proses normalisasi

dengan membagi menggunakan bilangan terbesar/jumlah penumpang terbesar yang ada dalam basis data. Proses selanjutnya adalah melatih basis data tersebut ke dalam jaringan saraf tiruan. Data masukan diumpangkan ke dalam jaringan untuk diolah, kemudian hasil pengolahan tersebut akan dibandingkan dengan target yang sebelumnya telah ditentukan. Proses pelatihan ini dibatasi oleh parameter – parameter pelatihan yang diinginkan. Jaringan yang telah dilatih dan disimpan tersebut kemudian dapat diketahui kemampuannya dalam mengenali data latih. Dengan kata lain, jaringan diuji dengan data yang sama saat proses pelatihan jaringan maupun data baru. Kemampuan jaringan dalam mengenali data latih ini dapat menjadi tolak ukur untuk kelayakan jaringan dalam mengenali data, terutama dalam proses peramalan. Diagram alir pelatihan dan pengujian jaringan dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram alir proses pelatihan dan peramalan

3.2 Tahap Pelatihan Pembuatan Basis Data Latih dan Data Uji

Data jumlah penumpang diperoleh dari rekapitulasi data jumlah penumpang yang dilakukan setiap hari oleh PT. KAI (Persero) selaku pihak yang berwenang dalam pelayanan jasa angkutan kereta api. Data yang diperoleh berupa data jumlah penumpang kereta – kereta yang berada di bawah tanggung jawab PT. KAI DAOP IV Semarang periode Januari 2009 – September 2010.

Data harian tiap kereta yang diperoleh kemudian disusun menjadi satu data harian tiap bulan, misalnya data ‘Senin’ yang merupakan data semua hari Senin tiap – tiap bulan selama periode Januari 2009 – September 2010. Data harian tiap bulan ini kemudian dibagi untuk digunakan sebagai data latih jaringan dan data uji jaringan dengan perbandingan 60% untuk data latih dan 40% untuk data uji, serta menentukan target latih dan target ujinya. Data latih dan data uji ini kemudian diolah dengan program MATLAB 7.8 dan disimpan dalam format *.mat. Contoh data latih dan data uji untuk KA Argo Sindoro ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Contoh data masukan jaringan

Hari Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data1	233	121	126	276	113	96	123	134	132	297
Data2	121	126	276	113	96	123	134	132	297	77
Data3	126	276	113	96	123	134	132	297	77	130
Data4	276	113	96	123	134	132	297	77	130	191
Data5	113	96	123	134	132	297	77	130	191	94
Data6	96	123	134	132	297	77	130	191	94	341
Data7	123	134	132	297	77	130	191	94	341	131
Data8	134	132	297	77	130	191	94	341	131	141
Data9	132	297	77	130	191	94	341	131	141	137

Target dari data latih ini merupakan urutan selanjutnya dari hari – hari yang ditentukan. Dari contoh data latih di atas, target latih merupakan urutan berikut dari hari tertentu. Dengan kata lain, data latih yang berupa data penumpang hari Senin ke-1. Senin ke-2,..., Senin ke-10 memiliki target data penumpang pada hari Senin ke-11. Data latih yang berupa data penumpang hari Senin ke-2, Senin ke-3,.., Senin ke-11 memiliki target data penumpang pada hari senin ke-12. Contoh dari target untuk kereta Argo Sindoro ditunjukkan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Target jaringan

	Target
Target 1	77
Target 2	130
Target 3	191
Target 4	94
Target 5	341
Target 6	131
Target 7	141
Target 8	137
Target 9	242

3.3 Tahap Perancangan Jaringan

Dalam Tugas Akhir ini, dibentuk 6 jaringan yang sejenis untuk masing – masing kereta. Arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang adalah jaringan saraf tiruan perambatan balik (*backpropagation*).

Berikut ini adalah spesifikasi dari jaringan saraf tiruan yang dirancang pada Tugas akhir ini.

1. Jumlah elemen masukan : 10 buah
2. Jumlah lapisan tersembunyi : 1 buah
3. Jumlah *node* lapisan tersembunyi : bervariasi
4. Jumlah *node* keluaran : 1 buah

3.4 Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan

Tahap pelatihan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai bobot yang dapat mengasosiasikan nilai - nilai masukan pada proses pelatihan dengan nilai - nilai keluaran atau target yang hendak dicapai. Bobot diubah tiap 1 putaran dan dilakukan berulang kali sampai mencapai batas pelatihan.

Dalam Tugas Akhir ini, nilai dari beberapa parameter pelatihan diberikan secara manual. Ini berarti besarnya nilai parameter – parameter tersebut adalah bebas sehingga didapat jaringan dengan tingkat pengenalan yang optimal. Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut:

1. `net.trainParam.epochs`

Merupakan parameter untuk menentukan jumlah iterasi maksimum. Jika ditentukan besarnya iterasi adalah 75000, maka pelatihan jaringan akan berhenti pada iterasi ke-75000.

2. `net.trainParam.goal`

Merupakan parameter untuk menentukan *mean square error* (mse) yang harus dicapai saat proses pelatihan jaringan. Jika ditentukan besarnya mse adalah 0,01, maka pelatihan jaringan akan berhenti saat mse yang terjadi sebesar 0,01.

3. `net.trainParam.lr`

Merupakan parameter untuk menentukan konstanta belajar jaringan. Besarnya konstanta ini berkisar antara 0 – 1.

4. `net.trainParam.min_grad`

Merupakan parameter untuk menentukan batas gradien minimum yang dicapai saat pelatihan jaringan.

Hasil dari proses pelatihan adalah berupa pembaruan bobot jaringan. Setelah pelatihan jaringan mencapai target yang diinginkan atau proses pelatihan berhenti karena telah mencapai batas gradien maupun jumlah iterasi maksimum, maka akan diperoleh bobot dan bias pada jaringan yang nantinya bobot dan bias tersebut akan digunakan dalam tahap pengujian jaringan. Jaringan yang telah dilatihkan dengan parameter – parameter pelatihan yang telah ditentukan akan disimpan dalam bentuk '`nama_jaringan`'.mat.

3.5 Tahap Pengujian

Jaringan yang sebelumnya telah dilatihkan dengan menggunakan data latih dan parameter – parameter pelatihan tertentu kemudian diuji untuk mengetahui kemampuan jaringan tersebut untuk mengenali pola data baru yang akan diumpangkan ke dalam jaringan. Untuk mengenali tingkat pengenalan jaringan, pada Tugas Akhir ini digunakan data latih yang sebelumnya digunakan untuk melatih jaringan.

Data latih yang diumpangkan kembali ke jaringan untuk diuji kemudian diolah sedemikian rupa oleh jaringan sehingga menghasilkan keluaran berupa data jumlah penumpang hasil simulasi jaringan. Keluaran dari jaringan ini kemudian dibandingkan dengan target latih dari data latih yang bersangkutan. Selisih dari data hasil simulasi jaringan dengan target latih, yang merupakan data sebenarnya di lapangan, ini menunjukkan seberapa besar tingkat pengenalan jaringan saraf tiruan yang dirancang.

Untuk melakukan pengujian jaringan saraf tiruan, jaringan yang sebelumnya telah disimpan kemudian dipanggil kembali untuk membuka bobot dan bias jaringan.

3.6 Prediksi Dengan Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan dengan tingkat pengenalan yang paling baik dalam proses pengujian dapat dikatakan layak untuk digunakan dalam proses prediksi, yaitu memperkirakan keadaan atau kondisi pada masa akan datang. Dalam Tugas Akhir ini, tujuan prediksi adalah untuk mengetahui jumlah penumpang kereta api tertentu pada masa akan datang dengan menggunakan data penumpang kereta api terdahulu. Data penumpang terdahulu ini diumpangkan ke dalam jaringan saraf tiruan yang telah disimpan dan diolah dengan bobot dan bias tertentu, sehingga didapatkan jumlah penumpang hasil simulasi. Jumlah penumpang hasil simulasi inilah yang disebut dengan jumlah penumpang hasil prediksi dengan jaringan saraf tiruan.

Pada Tugas Akhir ini, jumlah data terdahulu yang dibutuhkan adalah sebanyak 10 data terakhir. Hal ini karena pada proses pelatihan jaringan, telah ditentukan jumlah *node* masukan ke dalam jaringan adalah 10. Proses prediksi ini menggunakan data uji, yaitu data baru selain data latih yang sebelumnya tidak pernah diumpangkan ke jaringan dalam proses pelatihan. Setelah jaringan dibuka, langkah selanjutnya adalah dengan memasukkan data 10 hari terakhir yang diinginkan. Hasil prediksi yang diperoleh adalah data pada hari ke-11. Jadi, jika akan melakukan prediksi pada hari Senin tanggal 24 Januari 2011, dibutuhkan data penumpang 10 Senin terakhir sebelum tanggal 24 Januari 2011.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian ini dibagi menjadi dua, yakni pengujian data latih dan pengujian data uji. Pengujian data latih merupakan pengujian yang dilakukan berdasarkan data penumpang KA yang dijadikan sebagai basis data saat pembuatan jaringan. Pengujian data uji merupakan pengujian data penumpang KA yang tidak dijadikan sebagai basis data saat pelatihan jaringan.

4.1 Pengujian Data Latih

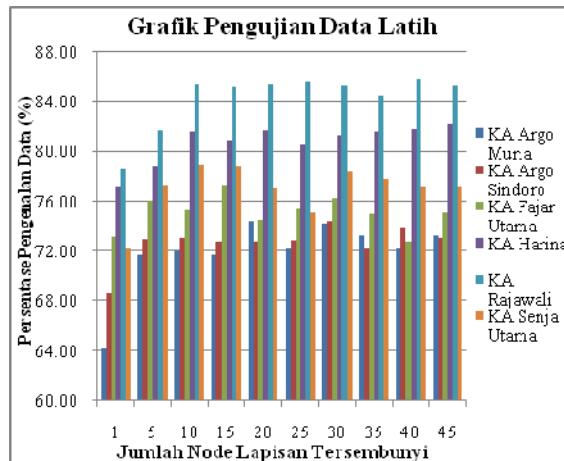
Pada pengujian data latih, data penumpang KA yang digunakan untuk melakukan pengujian merupakan data penumpang sebanyak 60% dari keseluruhan data yang diperoleh.

Pengujian data latih ini bertujuan untuk mengetahui jaringan saraf tiruan yang paling optimal dari tiap variasi, yang memberikan tingkat pengenalan paling tinggi terhadap data penumpang KA yang dijadikan sebagai basis data jaringan. Untuk variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi, hasil tingkat pengenalan rata – rata jaringan dari pengujian data latih dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil tingkat pengenalan data latih variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi

Jumlah Node	Persentase Pengenalan (%)					
	KA Argo Muria	KA Argo Sindoro	KA Fajar Utama	KA Harina	KA Rajawali	KA Senja Utama
1	64.26	68.63	73.17	77.08	78.59	72.16
5	71.65	72.90	76.05	78.76	81.67	77.31
10	71.97	73.07	75.26	81.59	85.34	78.92
15	71.72	72.79	77.32	80.85	85.16	78.84
20	74.42	72.73	74.47	81.62	85.28	77.04
25	72.18	72.83	75.37	80.62	85.58	75.09
30	74.19	74.35	76.23	81.27	85.22	78.38
35	73.26	72.30	75.01	81.54	84.47	77.81
40	72.17	73.82	72.76	81.77	85.82	77.23
45	73.26	73.08	75.07	82.21	85.23	77.19

Dari data hasil pengenalan jaringan pada Tabel 3 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik tingkat pengenalan data latih variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi.

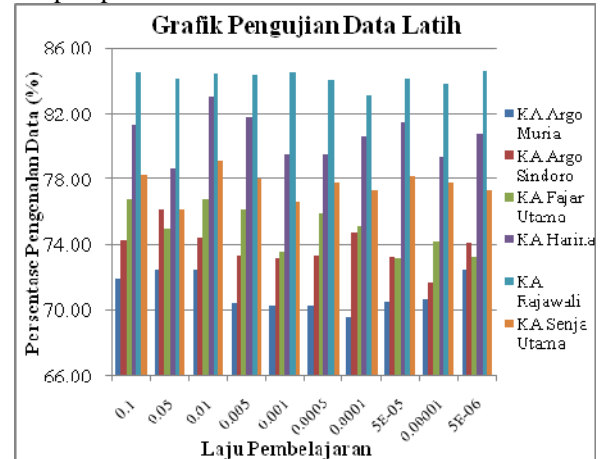
Berdasarkan data hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah *node* lapisan tersembunyi tidak menjamin tingkat pengenalan data akan membaik. Perubahan yang terjadi pun tidak signifikan. Pengenalan terbaik untuk tiap kereta pun tidak sama. Hal ini dipengaruhi oleh sebaran data yang terlalu bervariasi, sehingga menghasilkan kesalahan (*error*) yang cukup besar. Dari pengujian yang dilakukan, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan jumlah *node* sebanyak 15 buah.

Untuk variasi laju pembelajaran, hasil tingkat pengenalan rata – rata jaringan dari pengujian data latih dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil tingkat pengenalan data latih variasi laju pembelajaran

Laju Pembelajaran	Persentase Pengenalan (%)					
	KA Argo Muria	KA Argo Sindoro	KA Fajar Utama	KA Harina	KA Rajawali	KA Senja Utama
0.1	71.98	74.23	76.72	81.29	84.54	78.26
0.05	72.47	76.13	74.95	78.69	84.09	76.13
0.01	72.47	74.43	76.77	83.01	84.44	79.09
0.005	70.39	73.35	76.17	81.78	84.33	77.97
0.001	70.28	73.23	73.61	79.56	84.56	76.61
0.0005	70.23	73.34	75.91	79.51	84.04	77.80
0.0001	69.61	74.72	75.09	80.62	83.13	77.34
0.00005	70.50	73.29	73.10	81.47	84.09	78.21
0.00001	70.60	71.69	74.16	79.39	83.78	77.80
0.000005	72.44	74.12	73.25	80.82	84.60	77.34

Dari data hasil pengenalan jaringan pada Tabel 4 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik tingkat pengenalan data latih variasi laju pembelajaran

Berdasarkan data hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa semakin kecil laju pembelajaran tidak menjamin tingkat pengenalan data akan membaik. Perubahan yang terjadi pun tidak signifikan. Pengenalan terbaik untuk tiap kereta pun tidak sama. Hal ini dipengaruhi oleh sebaran data yang terlalu bervariasi, sehingga menghasilkan kesalahan (*error*) yang cukup besar. Dari pengujian yang dilakukan, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan laju pembelajaran 0.01.

4.2 Pengujian Data Uji

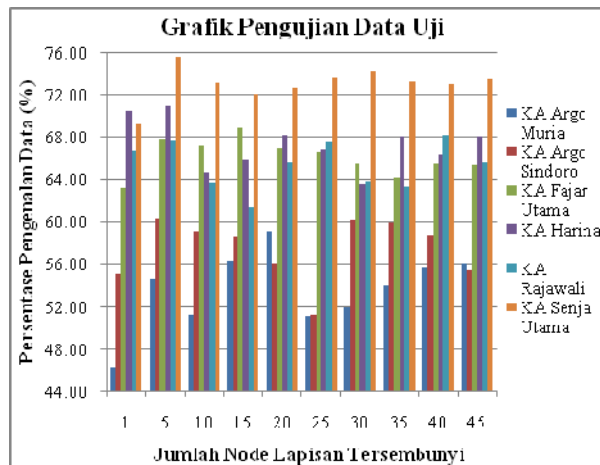
Pada pengujian data uji, data penumpang KA yang digunakan untuk melakukan pengujian merupakan data penumpang sebanyak 40% dari data keseluruhan yang diperoleh.

Pengujian data latih ini bertujuan untuk mengetahui jaringan saraf tiruan yang paling optimal dari tiap variasi, yang memberikan tingkat pengenalan paling tinggi terhadap data penumpang KA yang dijadikan sebagai basis data jaringan. Untuk variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi, hasil tingkat pengenalan rata – rata jaringan dari pengujian data uji dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil tingkat pengenalan jaringan data uji variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi

Jumlah Node	Persentase Pengenalan (%)					
	KA Argo Muria	KA Argo Sindoro	KA Fajar Utama	KA Harina	KA Rajawali	KA Senja Utama
1	46.29	55.08	63.22	70.52	66.73	69.18
5	54.69	60.40	67.92	70.96	67.72	75.60
10	51.21	59.07	67.15	64.65	63.64	73.10
15	56.38	58.62	68.84	65.95	61.40	72.05
20	59.14	56.12	67.01	68.20	65.69	72.61
25	51.18	51.26	66.61	66.81	67.48	73.66
30	51.96	60.30	65.47	63.56	63.94	74.29
35	54.03	59.95	64.25	68.14	63.28	73.23
40	55.70	58.80	65.51	66.44	68.20	73.00
45	56.08	55.45	65.33	68.14	65.63	73.59

Dari data hasil pengenalan jaringan pada Tabel 5 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik tingkat pengenalan data uji variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi

Berdasarkan data hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah *node* lapisan tersembunyi tidak menjamin tingkat pengenalan data akan membaik. Perubahan yang terjadi pun tidak signifikan. Pengenalan terbaik untuk tiap kereta pun tidak sama. Hal ini dipengaruhi oleh sebaran data yang terlalu bervariasi, sehingga menghasilkan kesalahan (*error*) yang cukup besar. Dari pengujian yang dilakukan, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan jumlah

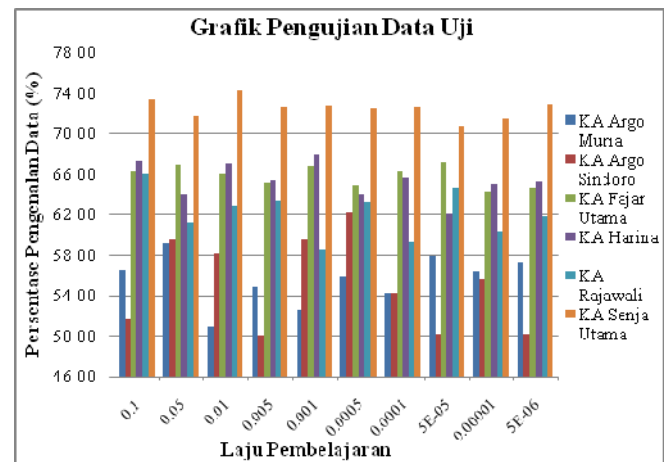
node sebanyak 5 buah.

Untuk variasi laju pembelajaran, hasil tingkat pengenalan rata – rata jaringan dari pengujian data latih dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Hasil tingkat pengenalan data uji variasi laju pembelajaran

Laju Pembelajaran	Persentase Pengenalan (%)					
	KA Argo Muria	KA Argo Sindoro	KA Fajar Utama	KA Harina	KA Rajawali	KA Senja Utama
0.1	56.55	51.62	66.32	67.20	65.90	73.39
0.05	59.16	59.53	66.86	63.89	61.14	71.65
0.01	50.85	58.22	65.94	66.96	62.81	74.35
0.005	54.82	50.06	65.09	65.40	63.34	72.63
0.001	52.59	59.45	66.72	67.90	58.59	72.74
0.0005	55.77	62.20	64.91	64.00	63.15	72.48
0.0001	54.23	54.28	66.30	65.54	59.25	72.57
0.00005	57.93	50.15	67.10	62.10	64.64	70.68
0.00001	56.40	55.61	64.31	65.03	60.32	71.40
0.000005	57.28	50.15	64.64	65.21	61.79	72.86

Dari data hasil pengenalan jaringan pada Tabel 6 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik tingkat pengenalan data uji variasi laju pembelajaran

Berdasarkan data hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa semakin kecil laju pembelajaran tidak menjamin tingkat pengenalan data akan membaik. Perubahan yang terjadi pun tidak signifikan. Pengenalan terbaik untuk tiap kereta pun tidak sama. Hal ini dipengaruhi oleh sebaran data yang terlalu bervariasi, sehingga menghasilkan kesalahan (*error*) yang cukup besar. Dari pengujian yang dilakukan, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan laju pembelajaran 0,001.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi peramalan tidak dipengaruhi oleh banyaknya jumlah *node* lapisan tersembunyi dan besarnya laju pembelajaran.
2. Tingkat akurasi peramalan pada data latih

lebih baik daripada tingkat akurasi peramalan pada data uji.

3. Pengenalan terbaik untuk tiap hari peramalan dapat terjadi pada jaringan dengan variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi dan laju pembelajaran yang berbeda.
4. Dari pengujian data latih variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan jumlah *node* sebanyak 10 buah, dimana pengenalan tertinggi sebesar 85,34% diberikan jaringan KA Rajawali dan pengenalan terendah sebesar 71,97% diberikan jaringan KA Argo Muria.
5. Dari pengujian data latih variasi laju pembelajaran, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan laju pembelajaran sebesar 0,01, dimana pengenalan tertinggi sebesar 84,44% diberikan jaringan KA Rajawali dan pengenalan terendah sebesar 72,47% diberikan jaringan KA Argo Muria.
6. Dari pengujian data uji variasi jumlah *node* lapisan tersembunyi, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan jumlah *node* sebanyak 5 buah, dimana pengenalan tertinggi sebesar 75,60% diberikan jaringan KA Senja Utama dan pengenalan terendah sebesar 54,69% diberikan jaringan KA Argo Muria.
7. Dari pengujian data uji variasi laju pembelajaran, pengenalan rata – rata terbaik diberikan oleh jaringan dengan laju pembelajaran sebesar 0,001, dimana pengenalan tertinggi sebesar 72,74% diberikan jaringan KA Senja Utama dan pengenalan terendah sebesar 52,59% diberikan jaringan KA Argo Muria.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan proses *trial and error* dengan kombinasi parameter yang lebih bervariasi untuk mendapatkan tingkat pengenalan jaringan saraf yang paling optimal.
2. Untuk pengembangan Tugas Akhir ini nantinya data dapat dikategorikan berdasarkan waktu, misalnya data jumlah penumpang saat hari kerja, data jumlah penumpang saat akhir pekan, dan data jumlah penumpang saat libur hari besar

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arhami, Muhammad dan Anita Desiani, Pemrograman MATLAB, Andi, Yogyakarta, 2005.
- [2] Haykin, Simon, *Neural Networks 'A Comprehensive Foundation'*, Macmillan College Publishing Company, USA, 1994.
- [3] Kristianto, Andri, *Jaringan Syaraf Tiruan (Konsep Dasar, Algoritma, dan Aplikasi)*, Gaya Media, Yogyakarta, 2004.
- [4] Muqtashidah, Ida, *Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Analisis Runtun Waktu Sebagai Metode Forecast Pada Penghitungan Laju Inflasi*, Skripsi S-1, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2009.
- [5] Nurbaqin, *Sistem Peramalan Beban Satu Jam ke Depan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2003
- [6] PSW, Anugerah, *Perbandingan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Metode Deret Berkala Box-Jenkins (ARIMA) Sebagai Metode Peramalan Curah Hujan*, Skripsi S-1, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2007
- [7] Siang, Jong Jek, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Andi, Yogyakarta, 2004.
- [8] Subrata, Imam, *Peramalan Trafik Data Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007
- [9] Yudho D. N, Theodorus, *Aplikasi Pencirian Dengan Transformasi Wavelet Untuk pengenalan Pengucap Teks Bebas Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [10] ---, *Sejarah Perkeretaapian Indonesia Jilid II*, Angkasa, Bandung, 1997.
- [11] ---, http://www.kereta-api.co.id/?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=25, Februari 2011
- [12] ---, http://id.wikipedia.org/wiki/Kereta_api_Fajar_Utama_Semarang, Februari 2011
- [13] ---, panji.web.id/files/skripsi/bab-iii.doc, Juli 2011
- [14] ---, <http://lovelara.wordpress.com/2009/02/06/sistem-peramalan/>, Juli 2011

BIOGRAFI PENULIS



Reza Luthfianto, lahir di kota Bandung pada tanggal 22 April 1988. Penulis pernah menempuh pendidikan di TK Yudha Bekasi, SDN Mekar Indah 01 Bekasi, SLTP Negeri 9 Bekasi, dan SMA Negeri 2 Bekasi, dan saat ini sedang menyelesaikan studi strata 1 di Teknik Elektro Universitas Diponegoro mengambil Konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I,

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197012031997021001

Dosen Pembimbing II,

Yuli Christiyono, S.T., M.T.
NIP. 196807111997021001