



UJM 4 (1) (2015)

## UNNES Journal of Mathematics

<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>



# SISTEM PREDIKSI TAGIHAN LISTRIK USAHA JASA LAUNDRY MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION

Muhamad Irvan Maulana<sup>✉</sup>, Much Aziz Muslim

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2014  
Disetujui September 2014  
Dipublikasikan Oktober 2014

#### Keywords:

Artificial Neural Networks;  
Backpropagation;  
Levenberg-Marquardt;  
Mean Absolute Percentage  
Error

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu sistem yang dapat memprediksi besar tagihan listrik bulanan untuk usaha laundry. Perkembangan usaha laundry ini membuat banyak masyarakat ingin membuka usaha ini. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan algoritma pelatihan *Levenberg-Marquardt*. Metode *Levenberg-Marquardt* merupakan salah satu metode optimasi untuk menyelesaikan masalah kuadrat terkecil, sehingga metode ini akan mencapai kekonvergenan yang lebih baik. Dengan memanfaatkan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* algoritma pelatihan *Levenberg-Marquardt*, dibuatlah sebuah system prediksi tagihan listrik usaha jasa laundry menggunakan software MATLAB untuk memberikan informasi besar tagihan listrik berdasarkan jumlah pakaian yang diproses serta curah hujan bulan yang akan diprediksi. Setelah dilakukan pengujian, sistem menunjukkan bahwa tingkat akurasi pembelajaran jaringan syaraf tiruan dipengaruhi oleh variasi jumlah *neuron hidden layer* dan *learning rate*. Berdasarkan pengujian, error sistem dalam memprediksi tagihan listrik berdasarkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terendah adalah 3,52% atau memiliki tingkat akurasi sebesar 96,48%.

### Abstract

*Purpose of this research is to create a system that can predict a large monthly electric bill for laundry business. Laundry business development makes a lot of people would like to open this business. Methods used in this study using backpropagation neural network with Levenberg-Marquardt training algorithm. Levenberg-Marquardt method is a method of optimazation to solve the least square problem, so this method will achieve a better convergence. By utilizing the backpropagation of artificial neural networks with Levenberg-Marquardt training algorithm, was made an prediction system of electricity bill for laundry service business by using MATLAB software for provide information based on the number of large electricity bills processed clothing and rainfall months in prediction. After testing, the system shows that the level of accuracy from neural network learning is influenced by variations in the number of hidden layer neurons and learning rate. Based testing, error system in predicting the electricity bill based on the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is 3,53% or has an the best accuracy rate 96,48%.*

© 2015 UniversitasNegeri Semarang

<sup>✉</sup>Alamat korespondensi:

maulanairvanmuhamad@gmail.com

ISSN 2252-6943

## PENDAHULUAN

Usaha kecil menengah (UKM) merupakan salah satu penggerak perekonomian bangsa. UKM memegang peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja di Indonesia. Menyongsong masyarakat ASEAN pada tahun 2015 sebagai bentuk integrasi ekonomi ASEAN, UKM di Indonesia harus dapat mendukung peningkatan daya saing bangsa, pertumbuhan ekonomi, pengurangan kemiskinan, serta peningkatan standar hidup penduduk Indonesia sebagai salah satu anggota ASEAN. Oleh karena itu UKM harus dapat bersaing dan mampu menangkap setiap kesempatan yang ada agar tetap dapat berkiprah dalam perekonomian bangsa.

Usaha *laundry* adalah salah satu UKM yang sedang berkembang akhir-akhir ini, hal ini dikarenakan berkembangnya gaya hidup masyarakat modern yang cenderung tidak memiliki banyak waktu untuk mencuci pakaian kotornya. Bisnis *laundry* tentu menjadi salah satu jenis UKM yang tak pernah berhenti di cari konsumen yang menjadikan jasa *laundry* ini terus berkembang. Pada tahun 2011 bisnis *laundry* ini menjadi bisnis kiloan. Perkembangan bisnis ini juga begitu pesat dan menjamur beberapa tahun terakhir. Pelaku usaha juga memanfaatkan kondisi ini dengan mengembangkan bisnis ini menjadi bisnis *frenchise* atau waralaba (Rahaju *et al*, 2013). Hal tersebutlah yang menjadikan usaha ini semakin banyak bermunculan baik di perkotaan maupun di daerah pinggiran.

Listrik merupakan salah satu sumber energi yang penting dalam keberlangsungan usaha *laundry* ini. Usaha *laundry* tak bisa lepas dari mesin cuci yang mereka gunakan untuk mencuci pakaian pelanggan mereka. Mesin lain yang harus disediakan oleh usaha ini adalah mesin pengering yang mereka gunakan untuk mempercepat proses *laundry*. Dalam penggunaannya, mesin pengering ini membutuhkan daya listrik yang besar, sehingga saat musim penghujan tiba biaya tagihan listrik usaha *laundry* ini akan lebih besar dibandingkan bulan-bulan biasanya, karena pemakaian mesin pengering akan lebih sering di musim penghujan untuk mencegah keterlambatan proses *laundry* (Widiastuti, 2008).

Besar tagihan listrik usaha *laundry* dipengaruhi oleh banyak faktor. Dua diantaranya adalah jumlah pakaian yang diproses (Kg), serta curah hujan pada bulan tersebut. Tagihan listrik usaha *laundry* merupakan pengeluaran bulanan

ketiga terbesar setelah gaji karyawan dan sewa tempat. Sehingga hal tersebut harus dipikirkan oleh masyarakat yang ingin membuka usaha ini. Perlu perencanaan anggaran agar usaha ini dapat berjalan dengan baik dan meminimalisir kemungkinan kerugian (Widiastuti, 2008).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network (ANN)* adalah bagian dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence, AI*) yang merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah tiruan atau buatan dimaksudkan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. JST dimaksudkan untuk membuat model sistem komputasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan syaraf biologis (Kuncoro *et al*, 2005).

Sistem jaringan syaraf tiruan memiliki dua jenis proses pembelajaran. Yaitu, *Supervised learning* dan *unsupervised learning*. *Supervised learning* merupakan proses pembelajaran pada jaringan dengan memberikan data-data yang disebut *training data* yang terdiri atas pasangan *input-output* yang diharapkan dan disebut *associative memory*. Setelah proses pembelajaran selesai, *associative memory* akan mendapatkan suatu pola. Sehingga, ketika jaringan diberikan *input* baru, jaringan dapat menghasilkan *output* seperti yang diharapkan berdasarkan pola yang ada. *Backpropagation* merupakan salah satu metode pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan yang menggunakan *Supervised learning* sebagai metode pembelajarannya. Proses pembelajaran yang lain adalah *unsupervised learning*, proses pembelajaran ini hanya memberikan *input* data yang memiliki kesamaan sifat pada jaringan tanpa disertai *output* (Setiawan, 2008).

Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara merancang dan membuat suatu sistem yang dapat memprediksi tagihan listrik usaha *laundry* dengan menggunakan *software Matlab R2009a* dan bagaimana tingkat akurasi sistem dalam memprediksi besar biaya tagihan listrik usaha jasa *laundry* dihitung dari nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun dan membuat suatu sistem untuk memprediksi tagihan listrik untuk usaha *laundry* dan mengetahui berapa tingkat akurasi sistem tersebut.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu, perumusan masalah, studi pustaka, pengumpulan data, pemecahan masalah, dan penarikan simpulan.

Perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas. Studi pustaka adalah penelaahan sumber pustaka yang relevan, digunakan untuk mengumpulkan data-data terkait dengan besar tagihan listrik bulanan usaha *laundry* bulan Januari 2012 sampai dengan bulan Februari 2014, jumlah pakaian yang diproses (dalam Kg) oleh usaha *laundry* bulan Januari 2012 sampai dengan bulan Februari 2014, serta data curah hujan bulan Januari 2012 sampai dengan bulan Februari 2014. Data-data tersebut diperoleh dari instansi terkait yaitu data curah hujan didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jawa Tengah, data jumlah pakaian yang di proses (dalam Kg) per bulan oleh usaha jasa *laundry* didapat dari beberapa usaha jasa *laundry* di sekitar wilayah Sekaran Kecamatan Gunung Pati Kota Semarang antara lain *Biru laundry* (Banaran utara), *Newbie laundry* (Banaran barat), *Zahra Laundry* (Patemon), dan data tagihan listrik bulanan ketiga usaha tersebut yang diperoleh dari *database* Perusahaan Listrik Negara (PLN) persero unit Salatiga.

Tahap berikutnya yaitu membuat perangkat lunak sistem prediksi tagihan listrik usaha jasa *laundry* menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang dibuat menggunakan *software* Matlab R2009a. Selanjutnya dengan menggunakan parameter *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang ditampilkan oleh sistem selanjutnya dianalisis untuk mengetahui berapa tingkat akurasi sistem dalam memprediksi tagihan listrik untuk usaha *laundry*. Tahap terakhir dalam penelitian ini yaitu penarikan kesimpulan, penarikan simpulan didasarkan pada studi pustaka dan pembahasan permasalahan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat sistem prediksi tagihan listrik usaha jasa *laundry* menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* ini, hal pertama adalah mendapatkan data-data yang akan dijadikan data latih serta data target. Data tersebut adalah data jumlah pakaian yang diproses oleh usaha *laundry* (Kg), serta data curah hujan tempat *laundry* berada bulan Januari 2012-Februari 2014.

Kedua data tersebut akan dijadikan sebagai data latih. Sedangkan data tagihan listrik akan dijadikan sebagai data target pada sistem ini. Data curah hujan di dapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Semarang. Data yang didapat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan (mm)

No	Bulan	Curah Hujan		
		2012	2013	2014
1	JANUARI	604	414	502
2	FEBRUARI	79	222	205
3	MARET	113	363	-
4	APRIL	140	221	-
5	MEI	115	301	-
6	JUNI	106	206	-
7	JULI	2	131	-
8	AGUSTUS	0	22	-
9	SEPTEMBER	0	22	-
10	OKTOBER	153	111	-
11	NOPEMBER	371	346	-
12	DESEMBER	320	254	-

Data latih lainnya adalah data jumlah pakaian yang diproses oleh *laundry* (Kg). Data tersebut didapat dari tiga usaha *laundry* di sekitar kampus Universitas Negeri Semarang (UNNES) Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang. Ketiga *laundry* tersebut adalah Zahra *laundry*, Biru *laundry*, dan Newbie *laundry*. Data jumlah pakaian yang diproses adalah sebagai berikut.

Data latih lainnya adalah data jumlah pakaian yang diproses oleh *laundry* (Kg). Data tersebut didapat dari tiga usaha *laundry* di sekitar kampus Universitas Negeri Semarang (UNNES) Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang. Ketiga *laundry* tersebut adalah Zahra *laundry*, Biru *laundry*, dan Newbie *laundry*. Data jumlah pakaian yang diproses seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Jumlah Pakaian yang Diproses Oleh Usaha *Laundry* (Kg)

No	Tahun	Bulan	Laundry		
			Zahra	Biru	Newbie
1	2012	JANUARI	2255	2030	2526
2	2012	FEBRUARI	2525	2130	2465
3	2012	MARET	2305	2070	2346
4	2012	APRIL	2405	2190	2648
5	2012	MEI	2842	2115	2452
6	2012	JUNI	3018	2185	2350
7	2012	JULI	3214	1550	2648
8	2012	AGUSTUS	2608	1725	2760
9	2012	SEPTEMBER	2874	2215	2925
10	2012	OKTOBER	2904	2060	3125
11	2012	NOPEMBER	3029	2210	3120

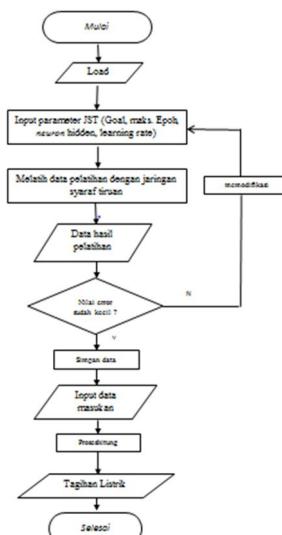
No	Tahun	Bulan	Laundry		
			Zahra	Biru	Newbie
12	2012	DESEMBER	3328	1810	3105
13	2013	JANUARI	2754	1660	3135
14	2013	FEBRUARI	2925	1825	3215
15	2013	MARET	3120	1775	3108
16	2013	APRIL	3280	1810	3225
17	2013	MEI	3242	1843	3215
18	2013	JUNI	3396	1430	3334
19	2013	JULI	3696	1567	3450
20	2013	AGUSTUS	2730	1875	3284
21	2013	SEPTEMBER	3286	1859	3360
22	2013	OKTOBER	3544	1980	3524
23	2013	NOPEMBER	3331	1920	3540
24	2013	DESEMBER	4412	1870	3610
25	2014	JANUARI	3097	1750	3550
26	2014	FEBRUARI	3414	1830	3620

Data pada Tabel 3 merupakan data yang akan dijadikan data target dari sistem prediksi tagihan listrik ini. Data pada Tabel 3 adalah data tagihan listrik dari ketiga usaha *laundry* yang dijadikan sebagai tempat pengambilan data jumlah pakaian yang diproses (Kg) setiap bulannya. Data tagihan listrik tersebut diperoleh dari PT.PLN (persero) unit pelayanan Salatiga seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Tagihan Listrik (Rp)

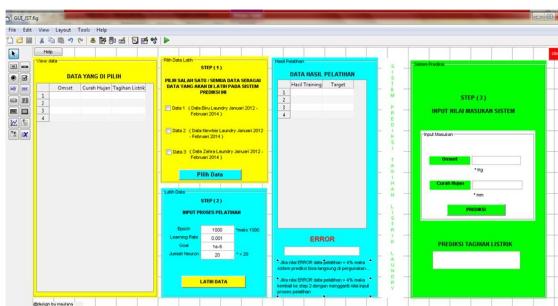
Tahun	Bulan	Laundry		
		Zahra	Biru	Newbie
2012	JANUARI	205268	221780	224560
2012	FEBRUARI	212562	228448	201250
2012	MARET	201874	219744	212345
2012	APRIL	210542	229414	235120
2012	MEI	264658	224448	212400
2012	JUNI	271246	228980	204100
2012	JULI	286544	171520	227000
2012	AGUSTUS	210431	182693	231562
2012	SEPTEMBER	261564	234460	251452
2012	OKTOBER	282538	219448	279564
2012	NOPEMBER	301672	236548	286450
2012	DESEMBER	332540	197520	285460
2013	JANUARI	266436	181548	293520
2013	FEBRUARI	268114	196220	299454
2013	MARET	311341	191260	286264
2013	APRIL	324568	195980	302450
2013	MEI	319854	192560	305220
2013	JUNI	336452	174833	328452
2013	JULI	374884	182744	352645
2013	AGUSTUS	258652	197980	312564
2013	SEPTEMBER	288948	196414	318260
2013	OKTOBER	369452	212448	374624
2013	NOPEMBER	334286	210439	389562
2013	DESEMBER	422540	198520	407650
2014	JANUARI	296752	192693	394568
2014	FEBRUARI	348520	197260	404248

Tahap selanjutnya adalah tahap perancangan sistem, sistem ini dirancang menggunakan *software* MATLAB R2009a. Sistem pertama yang dirancang adalah sistem preses pelatihan. Proses pelatihan ini akan menyiapkan segala informasi sebagai bahan pelatihan dan pengenalan pola dari data yang sudah ada. Pada proses pelatihan ini juga akan dirancang arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* agar proses pengenalan pola atau proses pelatihan dapat menghasilkan data hasil pelatihan yang akurat. Langkah pembelajaran pada jaringan *backpropagation* ini adalah propagasi maju (*feed forward*) yang digunakan untuk menentukan nilai pada masing-masing node yang terdapat didalam *hidden layer* dan pada *output layer*. Fungsi aktivasi yang digunakan dalam rumus *backpropagation* ini adalah fungsi *Levenberg-Marquardt*. Metode *Levenberg-Marquardt* merupakan salah satu metode optimasi untuk menyelesaikan masalah kuadrat terkecil, sehingga metode ini akan mencapai kekonvergenan yang lebih baik daripada konvergen secara linier (Budiasih, 2009). Sistem prediksi ini menggunakan jumlah *neuron hidden layer*, nilai  $\alpha$  (*learning rate*), serta nilai *goal* sebagai nilai parameter dalam proses pelatihan. Ketiga parameter tersebut divariasikan untuk mencari hasil pelatihan yang paling akurat. Gambar 1 adalah *Flowchart* dari sistem prediksi tagihan listrik ini.



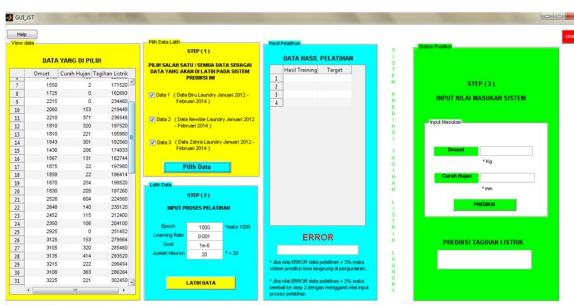
Gambar 1. *Flowchart* Program

Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan desain *interface* dari sistem prediksi tagihan listrik usaha *laundry* ini. Perancangan desain sistem prediksi tagihan listrik usaha jasa *laundry* ini akan dibuat dengan GUI pada MATLAB. Desain *interface* sistem yang dibuat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain *Interface Form* Sistem Prediksi Tagihan Listrik

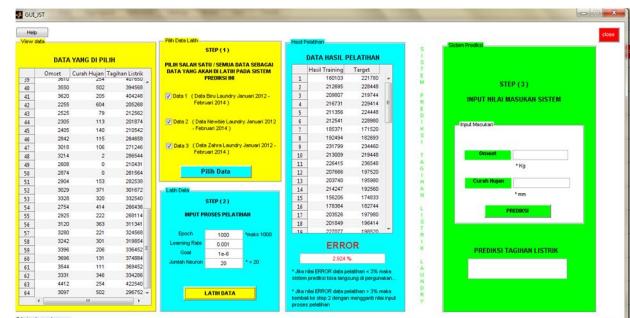
Langkah pertama ketika menjalankan program sistem prediksi tagihan listrik ini adalah memilih data yang akan digunakan pada proses pelatihan pada *figure form* sistem *step* (1). Pilih salah satu atau semua data yang ada pada pilihan, *checkbox* (✓) data yang akan dipilih sebagai data latih. Tampilan *form* sistem prediksi tagihan listrik setelah *step* (1) di lakukan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampilan *Figure Form* Sistem Setelah *Step(1)* Dilakukan

Langkah selanjutnya adalah melakukan pelatihan pada data yang telah dipilih, pada *formal* sistem prediksi *step* (2). *Inputkan* nilai dari maksimum *epoch*, *learning rate*, *goal*, dan jumlah *neuron hidden layer* kedalam sistem, kemudian sistem akan melakukan proses pelatihan.

Tampilan *form* sistem prediksi tagihan listrik setelah *step* (2) di lakukan seperti pada Gambar 4.

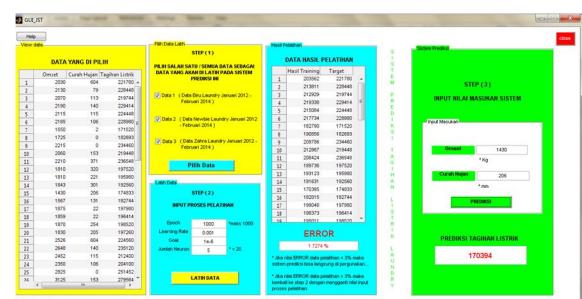


Gambar 4 Tampilan *Figure Form* Sistem Setelah *Step (2)* Dilakukan

*Neural network training* atau pembelajaran bentuk arsitektur jaringan syaraf tiruan merupakan langkah selanjutnya setelah *step (2)* dilakukan. *Input* akan diproses untuk menghasilkan database *net.mat* yang selanjutnya akan digunakan dalam proses prediksi tagihan listrik usaha *laundry*.

Setelah *neural network training*, sistem akan mengambil rekaman dari data yang telah dilatih (*net.mat*) dan data yang memuat informasi terkait dengan curah hujan (mm), serta jumlah pakalan yang di proses oleh usaha *laundry* (Kg) yang di *inputkan* pada *form* sistem prediksi tagihan listrik *step* (2). Kemudian hasilnya akan digunakan pada *step* (3).

Isi semua variabel pada *step (3)* kemudian tekan tombol prediksi. Setelah data *input* diproses akan muncul hasil *output* berupa angka yang menunjukkan prediksi tagihan listrik. Tampilan *form* sistem prediksi tagihan listrik usaha jasa *laundry* setelah *step (3)* dilakukan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Tampilan *Figure Form* Sistem Setelah Step (3) Dilakukan

Tahap berikutnya adalah tahap pengujian sistem untuk melihat seberapa akurat sistem dalam memprediksi tagihan listrik usaha laundry. Pengujian pertama adalah pengujian terhadap seberapa akurat sistem dalam mengenali pola dari data latih dan data target. Hasil dari pengujian ini adalah tingkat akurasi sistem dalam mengenali pola data yang ada, serta mengetahui variasi parameter yang menghasilkan nilai *error* terendah. Tabel 4 adalah tabel hasil pelatihan dengan menggunakan 1 *hidden layer*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Data Latih dengan Satu *Hidden Layer* dan Variasi Parameter Pelatihan Data

No	Parameter Pelatihan			Hasil Akurasi
	Neuron	Learning Rate	Goal	
1	5	0,01	1,00E-10	95,70%
2	5	0,3	1,00E-10	95,19%
3	5	0,0001	1,00E-10	95,07%
4	5	0,00001	1,00E-10	95,67%
5	5	0,000001	1,00E-10	96,71%
6	10	0,01	1,00E-10	95,57%
7	10	0,3	1,00E-10	95,59%
8	10	0,0001	1,00E-10	95,37%
9	10	0,00001	1,00E-06	96,70%
10	10	0,000001	1,00E-06	96,62%
11	15	0,01	1,00E-06	96,77%
12	15	0,3	1,00E-06	96,21%
13	15	0,0001	1,00E-06	97,08%
14	15	0,00001	1,00E-06	97,02%
15	15	0,000001	1,00E-06	96,11%
16	20	0,01	1,00E-06	95,41%
17	20	0,3	1,00E-06	91,66%
18	20	0,0001	1,00E-10	95,32%
19	20	0,00001	1,00E-10	96,61%
20	20	0,000001	1,00E-10	95,00%
21	25	0,01	1,00E-10	89,15%
22	25	0,3	1,00E-10	96,60%
23	25	0,0001	1,00E-10	92,37%
24	25	0,00001	1,00E-10	86,34%
25	25	0,000001	1,00E-10	89,66%
26	30	0,01	1,00E-10	94,74%
27	30	0,3	1,00E-06	95,44%
28	30	0,0001	1,00E-06	92,99%
29	30	0,00001	1,00E-06	93,83%

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa tingkat akurasi terbaik adalah 97,08% yaitu pada kombinasi satu *hidden layer*, *learning rate* 0,0001, *goal* 1e-6, serta jumlah *neuron hidden layer* 15. Sedangkan hasil tingkat akurasi terendah sebesar 86,34% yaitu pada kombinasi satu *hidden layer*, *learning rate* 0,00001, *goal* 1e-10, serta jumlah *neuron hidden layer* 25. Dari hasil pada tabel 4 menunjukkan bahwa variasi parameter yang tepat mempengaruhi tingkat akurasi sistem dalam mengenali pola data yang ada. Untuk

mendapatkan nilai *error* yang rendah gunakan variasi parameter jumlah *neuron hidden layer* yang sedikit dengan nilai *learning rate* yang digunakan adalah nilai yang kecil. Jika menggunakan variasi jumlah *neuron hidden layer* yang banyak maka nilai *learning rate* yang digunakan adalah nilai yang besar ( mendekati 1).

Pengujian berikutnya adalah pengujian data latih dengan menggunakan dua *hidden layer* atau lapisan tersembunyi merupakan pengujian untuk melihat hasil akurasi data latih. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah penambahan lapisan tersembunyi berpengaruh terhadap kenaikan tingkat akurasi sistem dalam pelatihan data. Tabel 5 menampilkan hasil pengujian data latih dengan dua *hidden layer*.

Tabel 5. Hasil Pengujian Data Latih dengan Dua *Hidden Layer*

No	Parameter Pelatihan			Hasil Akurasi
	Hidden layer I	Hidden layer II	Learning Rate	
1	5	5	0,01	1,00E-10 97,25%
2	5	5	0,3	1,00E-10 96,33%
3	5	10	0,0001	1,00E-10 95,72%
4	5	10	0,00001	1,00E-10 96,49%
5	5	25	0,000001	1,00E-10 96,99%
6	10	25	0,01	1,00E-10 96,82%
7	10	30	0,3	1,00E-10 94,64%
8	10	30	0,0001	1,00E-10 91,06%
9	10	5	0,00001	1,00E-06 96,51%
10	10	5	0,000001	1,00E-06 96,21%
11	15	10	0,01	1,00E-06 86,30%
12	15	10	0,3	1,00E-06 97,57%
13	15	25	0,0001	1,00E-06 96,20%
14	15	25	0,00001	1,00E-06 95,16%
15	15	30	0,000001	1,00E-06 90,78%
16	20	30	0,01	1,00E-06 91,57%
17	20	5	0,3	1,00E-06 96,37%
18	20	5	0,0001	1,00E-10 95,92%
19	20	10	0,00001	1,00E-10 96,47%
20	20	10	0,000001	1,00E-10 87,32%
21	25	15	0,01	1,00E-10 93,82%
22	25	15	0,3	1,00E-10 97,56%
23	25	20	0,0001	1,00E-10 95,96%
24	25	20	0,00001	1,00E-10 95,43%
25	25	25	0,000001	1,00E-10 97,25%
26	30	25	0,01	1,00E-10 95,67%
27	30	30	0,3	1,00E-06 90,63%
28	30	30	0,0001	1,00E-06 96,57%
29	30	5	0,00001	1,00E-06 97,19%
30	30	5	0,000001	1,00E-10 95,03%

Pada pelatihan data latih dengan satu *hidden layer*, hasil akurasi terendah adalah 86,34%. Sedangkan pada jaringan dengan dua *hidden layer*, akurasi terendah adalah 86,30%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan jumlah *hidden*

*layer* tidak berbanding lurus dengan peningkatan akurasi data pelatihan.

Pengujian terakhir adalah pengujian terhadap data uji yang belum pernah dilatih sebelumnya. Dari 78 data yang ada diambil 18 data acak untuk dijadikan data uji, sedangkan sisanya sebanyak 60 data akan dijadikan sebagai data latih. Setelah dilakukan pengujian sebanyak 18 kali dengan nilai *error* proses pelatihan beragam. Tabel 6 adalah tabel data uji.

Tabel 6. Data Uji Sistem Prediksi Tagihan Listrik

Jumlah pakaian yang di proses (Kg)	Curah Hujan (mm)	Tagihan Listrik
2130	79	228448
2346	113	212345
2842	115	264658
2185	106	228980
2760	0	231562
2060	153	219448
3328	320	332540
3135	414	293520
1775	363	191260
3225	221	302450
1843	301	192560
3396	206	336452
3696	131	374884
3360	22	318260
3544	111	369452
1920	346	210439
3610	254	407650
3414	205	348520

Tabel 7 adalah data yang akan dijadikan sebagai data latih.

Tabel 7. Data Latih Sistem

Jumlah pakaian yang di proses (Kg)	Curah Hujan (mm)	Tagihan Listrik
2030	604	221780
2070	113	219744
2190	140	229414
2115	115	224448
1550	2	171520
1725	0	182693
2215	0	234460
2210	371	236548
1810	320	197520
1660	414	181548
1825	222	196220
1810	221	195980
1430	206	174833
1567	131	182744

Jumlah pakaian yang di proses (Kg)	Curah Hujan (mm)	Tagihan Listrik
1875	22	197980
1859	22	196414
1980	111	212448
1870	254	198520
1750	502	192693
1830	205	197260
2526	604	224560
2465	79	201250
2648	140	235120
2452	115	212400
2350	106	204100
2648	2	227000
2925	0	251452
3125	153	279564
3120	371	286450
3105	320	285460
3215	222	299454
3108	363	286264
3215	301	305220
3334	206	328452
3450	131	352645
3284	22	312564
3524	111	374624
3540	346	389562
3550	502	394568
3620	205	404248
2255	604	205268
2525	79	212562
2305	113	201874
2405	140	210542
3018	106	271246
3214	2	286544
2608	0	210431
2874	0	261564
2904	153	282538
3029	371	301672
2754	414	266436
2925	222	268114
3120	363	311341
3280	221	324568
3242	301	319854
2730	22	258652
3286	22	322948
3331	346	334286
4412	254	422540
3097	502	296752

Tabel 8 adalah data dari hasil pengujian sistem prediksi tagihan listrik usaha *laundry* ini.

Tabel 8. Kombinasi Parameter Proses Pelatihan serta Hasil Akurasi Sistem Prediksi Tagihan Listrik

No	Parameter Pelatihan			Error			
	Hidden layer	Learning Rate	Goal	Training	(MAPE)	(Rp)	
I	II						
1	5	5	0.01	1,00E-10	3,82 %	4,91 %	12759
2	5	-	0.01	1,00E-10	3,65 %	5,41 %	11276
3	15	15	0.01	1,00E-06	3,84 %	4,71 %	12619
4	10	-	0.00001	1,00E-06	3,81 %	4,41 %	7214

No	Parameter Pelatihan			Error		
	Hidden layer	Learning Rate	Goal	Training	(MAPE)	(MAE)
						(Rp)
I	II					
5	10	-	0.3	1,00E-10	2,82 %	3,52 %
6	15	-	0.000001	1,00E-06	3,73 %	4,75%
7	15	-	0.0001	1,00E-06	4,47 %	5,74 %
8	5	-	0.000001	1,00E-06	4,06 %	4,05 %
9	5	-	0.001	1,00E-06	4,16 %	3,77 %
10	15	-	0.01	1,00E-06	4,36 %	5,26 %
11	15	10	0.3	1,00E-06	5,70 %	4,97 %
12	10	10	0.0001	1,00E-06	4,38 %	4,04 %
13	10	5	0.3	1,00E-10	7,49 %	8,97 %
14	5	10	0.000001	1,00E-10	10,84 %	10,86 %
15	20	-	0.001	1,00E-10	7,92 %	8,15 %
16	25	-	0.01	1,00E-10	6,51 %	6,52 %
17	5	15	0.000001	1,00E-10	7,90 %	6,43 %
18	10	-	0.01	1,00E-10	9,63 %	8,59 %
						24053

Dari hasil yang diperoleh, nilai *error* terendah sistem dalam memprediksi tagihan listrik dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah 3,52% atau memiliki tingkat akurasi sebesar 96,47%, dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar Rp 5.067. Nilai *error* tersebut didapat dengan kombinasi parameter pelatihan menggunakan 1 *hidden layer*, *learning rate* 0,3, serta *goal* 1e-10, dengan nilai *error* proses pelatihan sebesar 2,82%. Sedangkan nilai *error* terbesar sistem dalam memprediksi tagihan listrik dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah 10,86%, dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar Rp 32.433. Nilai *error* tersebut didapat dengan kombinasi parameter pelatihan menggunakan 2 *hidden layer*, *learning rate* 0,00001, serta *goal* 1e-10, dengan nilai *error* proses pelatihan sebesar 10,84%.

Berdasarkan hasil penelitian, untuk nilai *error* pelatihan dibawah 4% nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar Rp 5.067-Rp 12.759, untuk nilai *error* pelatihan 4%-6% didapat nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar Rp 10.907-Rp 15.288, untuk nilai *error* pelatihan diatas 6% didapat nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar Rp 17.237-Rp 32.433. Selisih antara nilai *error* proses pelatihan dengan nilai *error* sistem dalam memprediksi tagihan listrik usaha *laundry* berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah ±2%. Sehingga nilai *error* proses pelatihan dapat menggambarkan tingkat akurasi sistem dalam memprediksi tagihan listrik untuk usaha *laundry*.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mendapatkan nilai akurasi sistem yang baik. Perlu dilakukan proses pelatihan dengan memvariasikan parameter-parameter proses pelatihan sampai didapat nilai *error* pelatihan dibawah 4%.

## SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian, Sistem prediksi tagihan listrik usaha *laundry* dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dapat dirancang dan dibuat menggunakan *software* MATLAB. Sistem prediksi tagihan listrik usaha *laundry* ini dilatih terlebih dahulu dengan data jumlah pakaian yang di proses oleh usaha *laundry* (Kg), serta data curah hujan bulanan (mm) yang dijadikan sebagai data latih. Sedangkan data tagihan listrik dijadikan data target dari sistem prediksi tagihan listrik usaha *laundry* ini. Sistem prediksi tagihan listrik usaha jasa *laundry* menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* ini dapat menghasilkan prediksi tagihan listrik usaha *laundry* dengan nilai *error* berdasarkan *Mean Absolute Error* (MAPE) terendah sebesar 3,52% atau memiliki tingkat akurasi sebesar 96,48%.

Perlu dilakukan pengembangan terhadap sistem prediksi ini, sistem prediksi tagihan listrik usaha *laundry* ini diharapkan dapat dikembangkan dengan *software* berbasis *web*, sehingga sistem dapat lebih mudah untuk diakses oleh masyarakat. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya variabel *input* yang lebih detail untuk digunakan sebagai data latih karena masih ada variabel lain yang mungkin mempengaruhi besar tagihan listrik usaha *laundry*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiasih, L. K. 2009. *Metode Levenberg-Marquardt Untuk Masalah Kuadrat Terkecil Nonlinier*. Dipresentasikan pada Semina Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika. Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitan Negeri Yogyakarta, 5 Desember 2009.
- Kuncoro, A.H., & Dalimi, R. 2005. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Panjang Pada Sistem Kelistrikan di Indonesia. *Jurnal Teknologi*. 19(3): 211-217.
- Rahaju, E. E., & Sumarlan. 2013. Identifikasi Variabel yang Memotivasi Konsumen Menggunakan Jasa Laundry Kiloan. *Jurnal Ekomaks*. 2(2): 47- 47.
- Setiawan, W. 2008. *Prediksi Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Multilayer Feedforward Network Dengan Algoritma Backpropagation*

Dipresentasikan pada Konferensi  
Nasional Sistem dan Informatika.  
Bali, 15 November 2008.

Widiastuti, I. 2008. *Bisnis Laundry Mudah  
Dilakukan, Modal Ekonomis, Keuntungan  
Pasti*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.