

PENGUNAAN JARINGAN SARAF TIRUAN (JST) UNTUK PREDIKSI KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN PADA SISTEM TENAGA LISTRIK

Agung Tri Prasetyo
S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah No. 12 Semarang
Email: agungtriprasetyo20@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi ketidakseimbangan tegangan data Kedepan dengan membuat tiga perbandingan keakuratan. Dalam penelitian ini, sistem yang digunakan adalah sistem Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah model sistem komputasi yang berkembang sangat pesat yang dapat bekerja seperti syaraf biologis yaitu dapat mengenali pola-pola yang telah diajarkan. Pada penelitian ini, sebagai masukan JST adalah Tegangan antar fasa dan ketidakseimbangan tegangan sekarang serta ketidakseimbangan tegangan histori yang diolah menjadi ketidakseimbangan tegangan prediksi setengah hari (12 jam), sedangkan sebagai keluaran JST adalah Ketidakseimbangan tegangan asli. Dari penelitian yang telah dilakukan, Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *Backpropagation* yang sudah dilatih dengan data koefisien Tegangan R - N, S- N, T - N untuk prediksi ketidakseimbangan tegangan dengan persentase kesalahan 15,90 % pada koefisien Tegangan R - N, S- N, T - N dan ketidakseimbangan sekarang untuk prediksi ketidakseimbangan tegangan dengan persentasi eror 3,14% pada koefisien tegangan R - N, S- N, T - N dan ketidakseimbangan tegangan history untuk prediksi ketidakseimbangan tegangan dengan presentasi eror 1,03%. Didapat bahwa tingkat keakuratan yang paling baik untuk meramalkan ketidakseimbangan tegangan adalah menggunakan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan history dengan tingkat akurasi 98,97%.

Kata Kunci : Jaringan Saraf Tiruan, *Backpropagation* dan Ketidakseimbangan Tegangan

1. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya kebutuhan listrik pada pelanggan listrik khususnya di tempat Industri maupun Rumah sakit yang membutuhkan energi listrik dalam jumlah yang besar, faktor kualitas daya listrik harus memadai guna menunjang proses produksi yang optimal. Salah satu

permasalahan kualitas daya listrik yang sering terjadi di Rumah Sakit yang menggunakan sistem listrik tiga fasa yaitu terjadinya ketidakseimbangan tegangan dan arus antar fasanya. Fenomena ketidakseimbangan tegangan dan arus ini sangat berpengaruh bagi kinerja peralatan

- peralatan yang disuplai oleh tegangan tiga fasa.

Salah satu permasalahan kualitas daya yang sering terjadi adalah masalah ketidakseimbangan tegangan pada transmisi daya. Hal ini disebabkan beberapa factor diantaranya ketidaksimetrisan lilitan pada trafo daya atau ketidakseimbangan impedansi saluran dan beban yang tidak seimbang. Pengaruh dari ketidakseimbangan ini tentunya akan bersifat destruktif pada peralatan – peralatan listrik atau system instalasi listrik yang terpasang. (Armansyah, dkk : 2012).

Di dunia industry, energy listrik banyak digunakan dalam menggerakkan konveyor, lift atau peralatan yang menggunakan motor induksi. Penggunaan motor induksi banyak digunakan karena lebih murah, perawatannya mudah, *user friendly*, dan memiliki kehandalan yang baik. Motor induksi khususnya motor induksi tiga fasa sangat sering digunakan pada peralatan industry dan kebanyakan langsung terhubung system distribusi daya. Oleh karena itu, sangat penting untuk dapat mengetahui efek dari variasi

tegangan di system distribusi daya terhadap karakteristik motor induksi.

Kecerdasan buatan yang sering dibicarakan adalah tentang jaringan saraf tiruan (JST) dalam bahasa Inggris disebut *artificial neural network (ANN)*, atau juga disebut *simulated neural network (SNN)*, atau umumnya hanya disebut *neural network (NN)*. NN adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia. JST merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. JST mampu mengenali kegiatan dengan berbasis pada data. Peramalan beban listrik bulanan (jangka menengah) yang akurat sangat diperlukan bagi manajemen energy listrik pada sektor industry untuk mengambil keputusan yang tepat dalam mengambil langkah – langkah untuk penghematan energy listrik (Assafat L & Santoso AB : 2016)

2. KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN

Ketidak-seimbangan tegangan (*voltage imbalance*, atau *voltage unbalance*) didefinisikan sebagai penyimpangan atau deviasi maksimum dari nilai rata-rata tegangan sistem tiga fase tegangan atau arus listrik , dibagi dengan nilai rata-rata

tegangan tiga fase atau arus tersebut, dan dinyatakan dalam persentase (Roger C. Dugan, 1996) Ketidak-seimbangan dapat didefinisikan menggunakan komponen simetris. Rasio atau perbandingan nilai tegangan komponen urutan negatif atau urutan nol dengan nilai tegangan komponen urutan positif dapat digunakan untuk menentukan persentase ketidakseimbangan (J. Schlabbach dkk, 2000). Besarnya ketidak-seimbangan tegangan yang pada sumber utama tidak boleh lebih dari 2 persen (J. Schlabbach dkk, 2000). Nilai kritis dari keadaan ketidakseimbangan tegangan adalah jika nilai persentase perbandingannya melebihi 5 persen, hal ini biasanya terjadi karena terputusnya salah satu fasa dari sistem tenaga listrik tiga fasa (Roger C. Dugan, 1996).

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana :

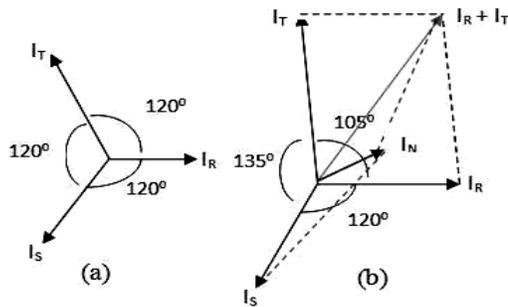
1. Ketiga vektor arus / tegangan sama besar.
2. Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat

keadaan seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada 3 yaitu:

1. Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
2. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
3. Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.

Gambar 2.1(a) menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral (I_N). Sedangkan pada Gambar 2.1(b) menunjukkan vektor diagram arus yang tidak seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) tidak sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya.



Gambar 2.1 Vektor diagram arus

Menurut Standar *The National Standard for Electric Power System and Equipment ANSI Std C84.1* dimana *unbalance voltage* maksimal sebesar 5% yang diperbolehkan di system tenaga listrik. Adapun cara menghitung *unbalance voltage* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\%Unb_{volt} = \frac{\text{deviation from average voltage}}{\text{average voltage}} \times 100\%$$

Dengan :

$\%Unb_{volt}$: Nilai % unbalance voltage
 Deviation from average voltage : selisih antara tegangan rata-rata dengan tegangan *fasa* terendah (selisish tegangan terbesar.
 Average voltage: rata-rata tegangan ketiga *fasa* (*fasa R, fasa S, fasa T*).

3. JARINGAN SARAF TIRUAN *Backpropagation*

JST adalah system komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologi di dalam otak. Hal tersebut menjadikan JST sangat cocok untuk menyelesaikan masalah dengan tipe sama seperti otak manusia. Suatu jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal:

1. Pola – pola hubungan antar *neuron* yang disebut arsitektur jaringan.
2. Metode penentuan bobot penghubung yang disebut metode *training / learning / algoritma*.
3. Fungsi sktivasi yang digunakan.

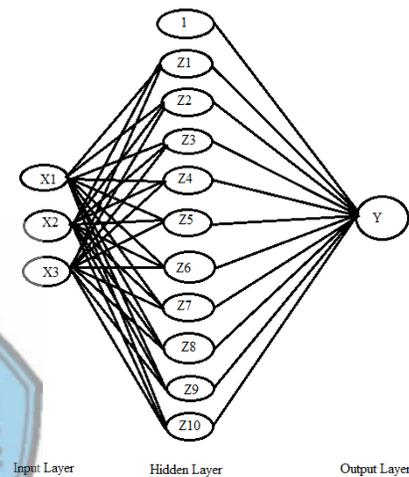
Model jaringan *backpropagation* merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan *supervised leaning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Didalam jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di lapisan *input* berhubungan dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan

setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan ini diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit dilapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan. Tahap pelatihan ini merupakan langkah untuk melatih suatu jaringan syaraf tiruan, yaitu dengan cara melakukan perubahan bobot, sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, fase ini disebut fase pengujian (Puspaningrum, 2006).

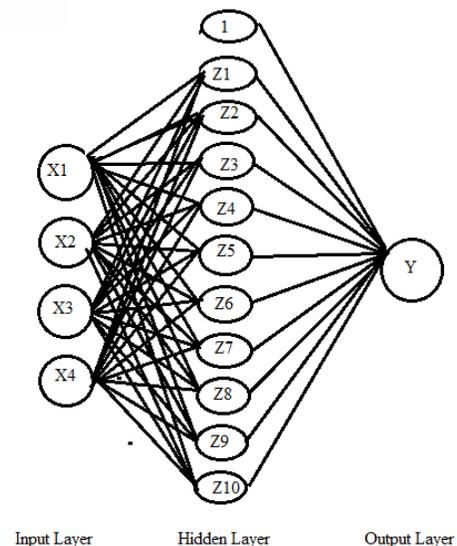
1. Arsitektur *Backpropagation*

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layar tersembunyi. Gambar 3.1 adalah arsitektur *Backpropagation* dengan n buah

masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layar tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran. (Agustin M : 2012)



Gambar 3.1 Arsitektur 3 input, 10 hidden dan 1 output



Gambar 3.2 Arsitektur 4 Input, 10 hidden dan 1 output

2. Algoritma Dasar Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Pelatihan *Backpropagation* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan error yang terjadi. Error tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit – unit di layar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan error yang terjadi.

3. Algoritma pelatihan untuk jaringan dengan satu layar tersembunyi

Algoritma pelatihan untuk jaringan dengan satu layar tersembunyi (dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner*) adalah sebagai berikut:

Langkah 0 : Semua bobot diinisialisasi dengan bilangan acak kecil.

Langkah 1 : Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, melakukan langkah 2 – 9.

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan data pelatihan, melakukan langkah 3 – 8.

Propasi Maju :

Langkah 3 : Setiap unit masukan (X_i) menerima sinyal dan meneruskan sinyal ini ke unit tersembunyi di atasnya.

Langkah 4 : Menghitung semua keluaran di unit tersembunyi Z_j ($j=1,2,\dots,p$).

$$z_net_j = v_{j0} + \sum_{i=1}^n z_j w_{kj}$$

$$z_j = f(z_net_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_net_j}}$$

Langkah 5 : Menghitung semua keluaran jaringan di unit Y_k ($k=1,2,\dots,m$).

$$y_net_k = w_{k0} + \sum_{j=1}^p x_j v_{ji}$$

$$y_k = f(y_net_k) = \frac{1}{1 + e^{-y_net_k}}$$

Propagasi mundur:

Langkah 6 : Menghitung factor δ unit keluaran berdasarkan error di setiap unit

keluaran Y_k

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) - (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

Faktor δ_k merupakan error yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer dibawahnya (langkah 7). Kemudian menghitung koreksi bobot (digunakan untuk mengubah W_{jk} selanjutnya) dengan laju pembelajaran merupakan salah satu parameter JST yang harus ditentukan sebelumnya.

$$\Delta w_{kj} = a \delta_k z_j$$

Menghitung koreksi bias

$$\Delta w_{k0} = a \delta_k$$

Dan mengirim nilai δ_k ke lapisan tersembunyi.

Langkah 7 : Menghitung factor δ unit tersembunyi berdasarkan error di setiap unit tersembunyi.

$$\delta_{net_j} = - \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj}$$

Mengalikan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi error.

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j})$$

Menghitung koreksi bobot (digunakan untuk mengubah V_{ij} selanjutnya)

$$\Delta v_{ji} = a \delta_j x_i$$

Dan menghitung koreksi bias (digunakan untuk mengubah V_{0j} selanjutnya).

$$\Delta v_{j0} = a \delta_j$$

Memperbarui bobot dan bias :

Langkah 8 : Tiap unit keluaran mengubah bias dan bobot – bobotnya

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj}$$

Tiap unit tersembunyi (Z_j) mengubah bias dan bobot (i)

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji}$$

Langkah 9 : Uji syarat henti jika besar jumlah error kuadrat (*sum squared error*) lebih kecil dari toleransi yang ditentukan maka proses akan berhenti.

$$\sum_{k=1}^n (t_k - y_k)^2 \leq e$$

Sedangkan jika jumlah error kuadrat lebih besar dari toleransi yang ditentukan, maka akan kembali ke langkah 1.

4. Algoritma pelatihan BP dengan Metode *Levenberg-Marquardt*

Algoritma *Levenberg-Marquardt* didesain untuk mendekati kecepatan pelatihan orde dua tanpa harus menghitung matrik Hessian. Matrik Hessian dapat diaproksikan sebagai :

$$H - J^T J$$

Dan gradient dihitung sebagai :

$$g - J^T e$$

dimana J adalah matrik Jacobian yang terdiri dari derivative pertama dari error jaringan yang mengacu pada bobot dan bias, dan e adalah vector error jaringan. Matrik Jacobian dapat dihitung dengan teknik *backpropagation* standar yang lebih sederhana dibandingkan dengan perhitungan matrik Hessian.

Algoritma *Levenberg-Marquardt* menggunakan pendekatan terhadap matrik Hessian sebagai berikut :

$$x_k + x_k - [H + \mu I]^{-1} g$$

Dimana jika scalar μ (mu) adalah nol, maka metode ini sama dengan metode Newton, menggunakan matrik Hessian.

4. MENGHITUNG KESALAHAN PERAMALAN

Ada beberapa perhitungan yang biasa dipergunakan untuk menghitung kesalahan peramalan (forecast error) total. Perhitungan ini dapat dipergunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, juga untuk mengawasi peramalan, untuk memastikan peramalan berjalan dengan baik. Model-model peramalan yang dilakukan kemudian divalidasi menggunakan sejumlah indikator. Indikator-indikator yang umum digunakan adalah rata-rata penyimpangan absolut (Mean Absolute Deviation), dan rata-rata kuadrat terkecil (Mean Square Error).

1. Mean Absolute Deviation (MAD)

Metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. Mean Absolute Deviation (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD berguna ketika mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. Nilai MAD dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |d_t - d'_t|}{n}$$

2. Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan - kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. Mean Squared Error adalah rata-rata dari kesalahan forecast dikuadratkan,

atau jika dituliskan dalam bentuk rumus adalah :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (d_t - d'_t)^2}{n}$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata.

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|e_i|}{X_i} \times 100\%}{n} = \frac{\sum \frac{|X_i - F_i|}{X_i} \times 100\%}{n}$$

5. HASIL PENELITIAN

GUIDE atau GUI builder merupakan sebuah graphical user interface (GUI) yang dibangun dengan obyek grafis seperti tombol (button), kotak teks, slider, sumbu (axes), maupun menu. Berikut form-form tampilan GUI yang telah

dibuat peneliti. Halaman Utama merupakan *form* yang menjadi penghubung antar *form* yang lain. Gambar 5.1. berikut ini merupakan tampilan gambar halaman utama dari sistem yang dibuat. *Form* halaman utama ini merupakan tampilan halaman pembuka pada saat sistem ini dijalankan pertama kali sebelum menuju ke *form-form* lainnya



Gambar 5.1 tampilan form halaman utama

Halaman Utama tersebut memberikan tampilan judul penelitian, nama peneliti, dan instansi peneliti. *Form* ini menampilkan empat menu utama antara lain halaman utama, halaman prediksi, halaman profil dan tutup aplikasi.

Halaman Prediksi merupakan *form* yang menjadi fokus penelitian. Gambar 5.2. berikut ini merupakan

tampilan gambar halaman prediksi dari sistem yang dibuat. *Form* halaman prediksi ini merupakan proses utama dalam melakukan aktivitas prediksi ketidakseimbangan tegangan.



Gambar 5.2 Tampilan form prediksi ketidakseimbangan tegangan

Halaman Prediksi terdiri dari beberapa bagian fungsi proses yang dikelompokkan dalam beberapa *frame*. Bagian-bagian tersebut antara lain Prediksi menggunakan ketiga tegangan sebagai inputan, prediksi menggunakan ketiga tegangan dan voltage unbalance sekarang sebagai inputan serta prediksi menggunakan ketiga tegangan dan voltage unbalance history sebagai inputan.

Masing – masing frame menuju jendela nntool sebagai jendela peramalan JST. Yang nanti tinggal memasukan data inputan, data target serta hasil dari

peramalan. Masing frame memiliki satu tombol (pushbutton).

Halaman Profil Peneliti merupakan *form* yang menampilkan identitas peneliti, baik peneliti utama maupun peneliti anggota. Gambar 5.3. menampilkan Form Profil Peneliti.



Gambar 5.3 form identitas peneliti.

Dari hasil pelatihan yang didapat menunjukkan nilai keakurasian data terjadi pada 4 input, 10 hidden dan 1 output dimana inputnya menggunakan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan tegangan history. Dengan nilai masing – masing rata – rata eror 10,36% pada 3 input, 10 hidden dan 1 output dengan inputan ketiga tegangan, rata – rata eror 0,54% pada 4 input, 10 hidden dan 1 output dengan inputan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan tegangan sekarang, dan rata – rata eror 0,39%

pada 4 input, 10 hidden dan 1 output dengan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan tegangan history. Dari hasil pelatihan di dapatkan bahwa hasil yang 4 input, 10 hidden dan 1 output dengan inputan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan tegangan history sebagai tingkat prediksi yang baik diantara pengujian yang lainnya.



Gambar 5.4 grafik nilai rata – rata tiap percobaan pada data pelatihan.

Pada gambar 5.4 menunjukkan nilai data pelatihan yang jauh dari prediksi adalah pada data pelatihan dengan 3 input, 10 hidden dan 1 output yang dengan nilai MAPE nya 35,00%. Sedangkan dari data percobaan nilai MAPE yang mendekati prediksi adalah pada data percobaan 4 input, 10 hidden dan 1 output dengan inputan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan tegangan history dengan nilai maksimum MAPE nya 5%.

HASIL PREDIKSI PENGUJIAN DENGAN 3 INPUT

Uji Tiga Input											
No	R - N	S - N	T - N	output	error	MAD	MSE	MAPE	AKURASI		
1	217	226	222	1,6603	-0,2568	0,2568	0,0659	18,30	81,70		
2	218	227	223	1,5406	-0,1434	0,1434	0,0206	10,26	89,74		
3	220	230	226	1,3531	0,2248	0,2248	0,0505	14,25	85,75		
4	216	225	224	1,9057	-0,2014	0,2014	0,0406	11,82	88,18		
5	221	229	226	0,9201	0,3620	0,3620	0,1310	28,23	71,77		
6	224	229	226	0,8656	-0,0801	0,0801	0,0064	10,20	89,80		
7	222	228	225	0,8865	0,0024	0,0024	0,0000	0,27	99,73		
8	220	228	225	0,9674	0,3204	0,3204	0,1026	24,88	75,12		
9	224	231	228	1,0055	0,0682	0,0682	0,0047	6,35	93,65		
10	218	228	224	1,8485	-0,2565	0,2565	0,0658	16,11	83,89		
11	217	228	224	1,9824	-0,1887	0,1887	0,0356	10,52	89,48		
12	217	226	221	0,8484	0,5572	0,5572	0,3105	39,64	60,36		
Total Prediksi									15,90	84,10	

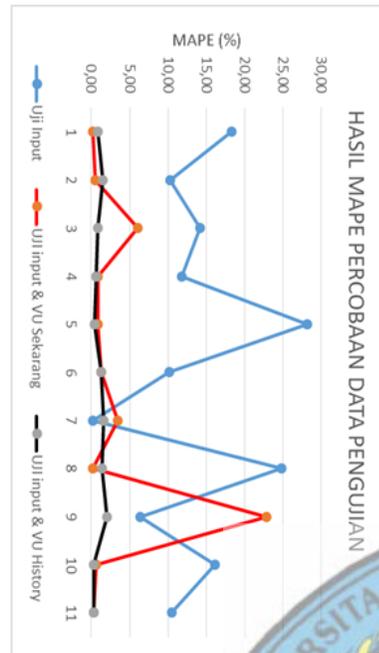
HASIL PREDIKSI PENGUJIAN 4 INPUT DENGAN VOLTAGE UNBALANCE SEKARANG

Uji Input + UV sekarang											
No	R - N	S - N	T - N	VU (%)	output	error	MAD	MSE	MAPE	AKURASI	
1	217	226	222	1,4035	1,41	-0,00359	0,00359	0,00001	0,26	99,74	
2	218	227	223	1,3972	1,40	-0,00769	0,00769	0,00006	0,55	99,45	
3	220	230	226	1,5779	1,67	-0,09599	0,09599	0,00921	6,08	93,92	
4	216	225	224	1,7043	1,69	0,01496	0,01496	0,00022	0,88	99,12	
5	221	229	226	1,2821	1,29	-0,01085	0,01085	0,00012	0,85	99,15	
6	224	229	226	0,7855	0,80	-0,01033	0,01033	0,00011	1,32	98,68	
7	222	228	225	0,8889	0,86	0,03079	0,03079	0,00095	3,46	96,54	
8	220	228	225	1,2878	1,29	0,00257	0,00257	0,00001	0,20	99,80	
9	224	231	228	1,0737	1,32	-0,24591	0,24591	0,06047	22,90	77,10	
10	218	228	224	1,5920	1,60	-0,00956	0,00956	0,00009	0,60	99,40	
11	217	228	224	1,7937	1,80	-0,00598	0,00598	0,00004	0,33	99,67	
12	217	226	221	1,4056	1,41	-0,00338	0,00338	0,00001	0,24	99,76	
Total Prediksi									3,14	96,86	

HASIL PREDIKSI 4 INPUT DENGAN VOLTAGE UNBALANCE HISTORY

Uji Input + UV lalu											
No	R - N	S - N	T - N	VU (%)	Output	error	MAD	MSE*10 ²	MAPE	AKURASI	
1	217	226	222	1,4035	1,3910	0,0125	0,0125	0,0156	0,89	99,11	
2	218	227	223	1,3972	1,4178	-0,0206	0,0206	0,0424	1,47	98,53	
3	220	230	226	1,5779	1,5643	0,0136	0,0136	0,0185	0,86	99,14	
4	216	225	224	1,7043	1,7150	-0,0107	0,0107	0,0115	0,63	99,37	
5	221	229	226	1,2821	1,2764	0,0057	0,0057	0,0032	0,44	99,56	
6	224	229	226	0,7855	0,7953	-0,0098	0,0098	0,0097	1,25	98,75	
7	222	228	225	0,8889	0,8748	0,0141	0,0141	0,0198	1,59	98,41	
8	220	228	225	1,2878	1,2701	0,0177	0,0177	0,0312	1,37	98,63	
9	224	231	228	1,0737	1,0963	-0,0226	0,0226	0,0511	2,11	97,89	
10	218	228	224	1,5920	1,5979	-0,0059	0,0059	0,0034	0,37	99,63	
11	217	228	224	1,7937	1,7880	0,0057	0,0057	0,0033	0,32	99,68	
Total Prediksi									1,03	98,97	

Dalam pengujian data diperoleh hal yang sama dengan data pelatihan yang menunjukkan keakuratan data terbaik terjadi pada 4 input, 10 hidden dan 1 output dengan inputan ketiga tegangan dan ketidakseimbangan tegangan hidtory. Hasil dari rata – rata erornya dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 grafik MAPE pada data pengujian.

6. Kesimpulan

Kesimpulan dari penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi ketidakseimbangan tegangan adalah :

1. Hasil rerata ketidakseimbangan tegangan pada sampel data yang diambil di Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang adalah 1,36%, ini menunjukkan bahwa sampel yang diambil masih bisa dikatakan aman sebab masih <2%.
2. Hasil prediksi ketidakseimbangan tegangan dengan menggunakan JST *Backpropogation* telah menghasilkan prediksi dengan tiga percobaan dan mendapatkan tingkat akurasi terbaik adalah dengan 4 input, 10 hidden, dan 1 output dengan *Voltage Unbalance History* dengan hasil akurasi 98,97% dengan nilai rata-rata eror 1,03%.
3. Pada prediksi yang menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan fungsi *Backpropagation*, rentang waktu pelatihan mempengaruhi *error* hasil prediksi, semakin lama waktu pelatihan JST maka nilai *error* prediksi semakin kecil. Sehingga semakin banyak jumlah data latih, maka nilai kesalahannya semakin kecil. Selain itu, dengan 3 (tiga) jenis variabel data latih yang diterapkan pada JST menghasilkan nilai MAPE lebih kecil jika dibandingkan dengan penerapan data latih kurang dari 3 (tiga) jenis.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Agustin M. 2012. *Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya*. Tesis Universitas Diponegoro. Semarang.
2. Armansyah, dkk. 2012. *Panduan Penanganan Kualitas Daya pada Sektor Industri*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi BPPT II. ISBN : 9789793733692. Jakarta.
3. Assafat L & Santoso AB. 2016. *Peramalan Beban Listrik Bulanan Pada Sektor Industri Menggunakan Support Vector Machine Dengan Variasi Fungsi Kernel*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
4. J. Schlabbach dkk, 2000. *Pengaruh Variasi Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Nilai Faktor Ketidakseimbangan Tegangan Yang Sama*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
5. Dugan R.C, dkk. 2004. *Electrical Power System Quality Second Edition*. Digital Engineering Library. McGraw-Hill.
6. Puspaningrum. 2006. *Peramalan Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Universitas Diponegoro. Semarang.



Nama Lengkap	: Agung Tri Prasetyo
NIM	: C2B013001
Agama	: Islam
Tempat dan Tanggal Lahir	: Rembang, 04 Oktober 1995
Jenis Kelamin	: Laki - laki
Alamat	: Desa Ngargomulyo RT/RW 01/01 Kec. Lasem Kab. Rembang
Status	: Belum Nikah
Pekerjaan	: Pelajar/Mahasiswa
No HP	: 089672010802
e-mail	: agungtriprasetyo29@gmail.com