



Penerapan *Backpropagation* dan Analisis Sensitivitas pada Prediksi Indikator Terpenting Perusahaan Listrik

Barany Fachri^{#1}, Agus Perdana Windarto^{*2}, Ikhsan Parinduri⁺³

[#]Universitas Pembangunan Panca Budi, Sumatera Utara, Indonesia

¹barany_fachri@dosen.pancabudi.ac.id

^{*}STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

²agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

⁺STMIK Budi Darma, Sumatera Utara, Indonesia

³ikhsanparinduri9@gmail.com

Abstrak— Listrik merupakan kebutuhan bagi kehidupan masyarakat yang sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indikator terpenting pada perusahaan listrik dengan menggunakan metode *backpropagation* dan analisis sensitivitas. Data bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) dengan sampel data tahun 2001-2015. Variabel *input* terdiri dari 6 indikator terpenting perusahaan listrik antara lain: jumlah tenaga kerja (X1); daya terpasang (X2); produksi listrik (X3); tenaga listrik yang terjual (X4); biaya *input* (X5) dan biaya *output* (X6). Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian dari 5 model JST (6-10-1; 6-45-1; 6-45-10-1; 6-75-10-1 dan 6-100-75-1) diperoleh model JST terbaik adalah 6-100-75-1 dengan tingkat akurasi 83%. Hasil dari pemilihan model JST terbaik dianalisis dengan analisa sensitivitas, sehingga menghasilkan dua variabel yang paling berpengaruh pada indikator terpenting perusahaan listrik yakni: biaya *output* (X6) sebagai peringkat pertama dengan nilai *error* rata-rata 0,13670 dan daya terpasang (X2) nilai *error* rata-rata 0,08778.

Kata kunci— prediksi, *backpropagation*, analisis sensitivitas, perusahaan listrik, indikator

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan bagi kehidupan masyarakat yang sangat penting. Hal ini ditandai banyaknya manfaat listrik sebagai sumber penerangan bagi kehidupan di wilayah desa dan kota. Selain sebagai sumber energi penerangan, listrik juga dapat diubah menjadi sumber lain yang berguna bagi kehidupan manusia. Ketersediaan listrik dalam suatu negara dapat diperoleh dari perusahaan listrik baik milik negara (PLN) ataupun swasta (non PLN). Oleh karena itu ketersediaan listrik menjadi salah satu indikator penting mengukur kemajuan suatu wilayah. Berdasarkan Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) yang dikelola Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) (<https://www.bps.go.id>), ada 6 (enam) indikator penting perusahaan listrik yaitu: jumlah tenaga kerja, daya terpasang, produksi listrik, tenaga listrik yang terjual, biaya *input* dan biaya *output*. Indikator ini menjadi hal yang perlu

diperhatikan bagi perusahaan listrik baik PLN ataupun non PLN dalam menjaga pasokan listrik.

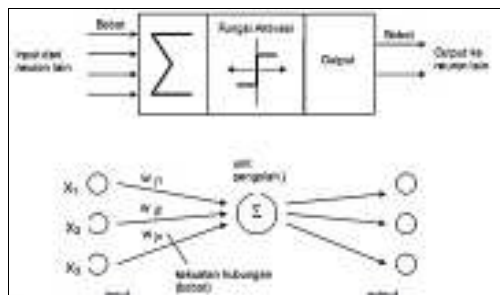
Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan kajian menggunakan kecerdasan buatan dalam menganalisa indikator terpenting yang harus diperhatikan dari 6 (enam) indikator yang ada pada perusahaan listrik. Banyak cabang ilmu komputer yang dapat menyelesaikan permasalahan yang bersifat kompleks [1], [2][3]. Hal ini terbukti dari penelitian terdahulu peneliti dalam menyelesaikan permasalahan bidang Datamining [4], [5], bidang Jaringan Saraf Tiruan (JST) [6]–[8] dan bidang Sistem Pendukung Keputusan [9]–[13]. Berdasarkan alasan tersebut, peneliti menggunakan jaringan saraf tiruan *backpropagation* [14][15] dalam memprediksi indikator terpenting pada perusahaan listrik. Penelitian terdahulu terkait penyelesaian menggunakan prediksi JST *backpropagation* adalah [7]. Hasil penelitian tersebut mampu melakukan prediksi dengan akurasi data 80% dengan menggunakan serangkaian uji sebanyak 5 model arsitektur dengan hasil *Means Square Error* 0,0009978666, *epoch* 1977 untuk model arsitektur terbaik. Berdasarkan penelitian terdahulu diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan kepada pemerintah khususnya perusahaan listrik dalam mengambil kebijakan untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat melalui indikator terpenting perusahaan listrik.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Neural Network

Neural Network atau Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan saraf biologis [4]. *Neural Network* dapat belajar dari pengalaman, melakukan generalisasi atas contoh contoh yang diperolehnya dan mengabstraksi karakteristik esensial masukan bahkan untuk data yang tidak relevan. Algoritma untuk JST beroperasi secara langsung dengan angka sehingga data yang tidak numerik harus diubah menjadi data numerik

[16]. Model Struktur *neuron* Jaringan saraf tiruan dijelaskan pada gambar 1 berikut:



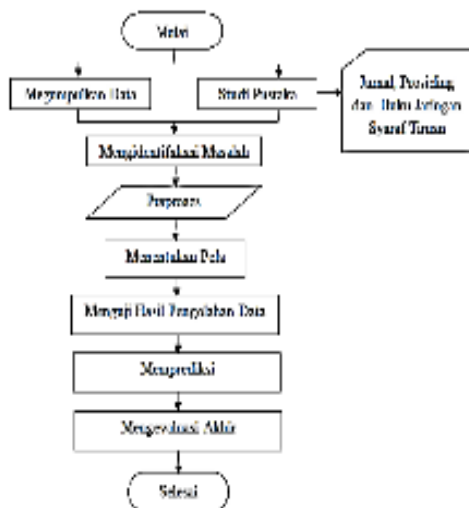
Gambar 1. Model Struktur JST

B. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas bertujuan untuk melihat perubahan *output* dari model yang didapatkan serta mengetahui variabel mana yang lebih berpengaruh untuk mencapai *output* akurat dari model yang dikembangkan [17].

C. Kerangka Penelitian

Pada bagian ini kerangka penelitian kerja yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan gambar masing-masing langkah dapat diuraikan sebagai berikut :

- a) Mengumpulkan Data
- b) Studi Pustaka
- c) Mengidentifikasi Masalah
- d) Praproses
- e) Menentukan Model
- f) Menguji Hasil Pengolahan Data
- g) Memprediksi
- Mengevaluasi Akhir

D. Penetapan Input dan Output

Data indikator terpenting perusahaan listrik diolah dengan Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation*. Data bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) dengan sampel

data tahun 2002-2015. Variabel *input* adalah 6 indikator terpenting perusahaan listrik yakni: jumlah tenaga kerja (X1), daya terpasang (X2), produksi listrik (X3), tenaga listrik yang terjual (X4), biaya *input* (X5) dan biaya *output* (X6). Variabel *output* adalah hasil prediksi indikator terpenting perusahaan listrik dengan menggunakan analisis sensitivitas yang diperoleh dari model arsitektur terbaik dari *backpropagation*. Data penelitian (2002-2015) diubah ke dalam bentuk numerik antara 0-1 dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan sebelum dilakukan pemilihan model arsitektur terbaik dengan tahap *training* dan *testing*. Hal ini dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner (logsig)* yang berkisar 0-1 (*input* dan *output*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penetapan Input

Variabel *input* untuk prediksi indikator terpenting perusahaan listrik:

- X1 = Jumlah Tenaga Kerja (Orang)
- X2 = Daya Terpasang (MW)
- X3 = Produksi Listrik (MWh)
- X4 = Tenaga Listrik Yang Terjual (MWh)
- X5 = Biaya *Input* (Rp)
- X6 = Biaya *Output* (Rp)

B. Penetapan Output

Variabel *output* adalah penetapan model arsitektur terbaik berupa prediksi nilai indikator terpenting perusahaan listrik. Adapun penetapan model arsitektur terbaik dengan menentukan tingkat *error minimum* dari suatu target. Semakin kecil *error minimum* maka pola arsitektur terbaik semakin bagus (0,09 - 0,001) [7].

C. Pengolahan Data

Pengolahan data yang akan dilakukan adalah mengubah data indikator terpenting perusahaan listrik dengan cara menormalisasi data ke range 0-1 dengan rumus :

$$x' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \tag{1}$$

Dimana x' = Hasil konversi data, x = Nilai yang akan dikonversi, a = Nilai *minimum* dari suatu data dan b = Nilai *maksimum* dari suatu data

Berikut adalah data penelitian dibagi dalam 2 tahap: Data pelatihan (2001-2007) dan data pengujian (2008-2014) seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

TABEL I.
DATA MENTAH PELATIHAN

Var	Target						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
X1	46 675	46 460	44 216	44 800	43 762	43 048	42 537
X2	21 052	21 114	21 207	21 459	22 515	24 846	25 224
X3	101 630	108 359	113 020	119 105	124 505	131 710	139 711
X4	84 500	88 412	90 440	99 826	105 933	112 609	121 247
X5	23 851 479	34 527 516	39 304 472	43 206 394	57 623 632	76 096 945	82 001 993
X6	28 601 792	40 246 040	50 151 894	58 606 878	64 032 364	74 937 040	77 444 778

Berdasarkan tabel I, data pelatihan (*training*) dinormalisasi dengan menggunakan rumus (1). Data *input*=6 (2001-2006) dan *output*=1 (2007) seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

TABEL II.
KONVERSI DATA PELATIHAN

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
2001	0,10025	0,10000	0,10079	0,10062	0,33255	0,37890
2002	0,10025	0,10000	0,10085	0,10066	0,43673	0,49253
2003	0,10023	0,10000	0,10090	0,10068	0,48334	0,58920
2004	0,10023	0,10000	0,10096	0,10077	0,52142	0,67170
2005	0,10022	0,10001	0,10101	0,10083	0,66211	0,72465
2006	0,10021	0,10004	0,10108	0,10089	0,84238	0,83106
2007	0,10021	0,10004	0,10116	0,10098	0,90000	0,85553

TABEL III.
DATA MENTAH PENGUJIAN

Var	Target						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
X1	42 715	42 096	43 638	45 505	49 681	51 284	51 722
X2	25 574	25 637	32 889	35 597	44 842	45 467	53 015
X3	148 058	156 797	175 976	188 397	204 205	222 207	238 019
X4	129 018	134 582	149 807	158 694	174 342	188 342	199 028
X5	132 293 754	106 791 597	123 585 525	164 058 295	176 093 267	205 945 528	209 389 585
X6	86 425 893	90 938 497	107 424	116 491 318	134 114 744	161 836 947	178 219 394

Berdasarkan tabel III, data pengujian (*testing*) dinormalisasi dengan menggunakan rumus (1). Data *input* =6 (2008-2013) dan *output*=1 (2014) seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

TABEL IV.
KONVERSI DATA PENGUJIAN

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
2008	0,10007	0,10000	0,10047	0,10040	0,60541	0,43014
2009	0,10006	0,10000	0,10050	0,10042	0,50796	0,44739
2010	0,10007	0,10003	0,10057	0,10047	0,57213	0,51047
2011	0,10008	0,10004	0,10062	0,10051	0,72678	0,54503
2012	0,10009	0,10007	0,10068	0,10057	0,77277	0,61237
2013	0,10010	0,10008	0,10075	0,10062	0,88684	0,71830
2014	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78090

Berdasarkan tabel II dan IV, normalisasi data indikator terpenting perusahaan listrik terdiri dari 6 *input* dan 1 *output*. Model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini adalah 6-10-1; 6-45-1; 6-45-10-1; 6-75-10-1 dan 6-100-75-1 dengan bantuan *software Matlab* dengan *script* kode dan optimasi parameter seperti berikut:

TABEL V.
KODE PELATIHAN DAN PENGUJIAN PADA MATLAB

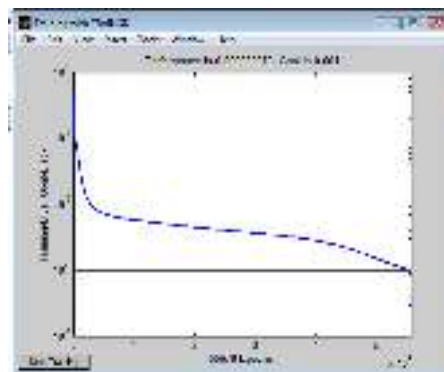
<i>script training matlab</i>	<i>script testing matlab</i>
<pre>>> net=newff(minmax(P),[hidden,targe], {'tansig','logsig'},'traingd'); >> net.IW{1,1}; >> net.b{1}; >> net.LW{2,1}; >> net.b{2}; >> net.trainParam.epochs= 2500000; >> net.trainParam.goal = 0.001; >> net.trainParam.Lr = 0.1; >> net.trainParam.show = 1000; >> net=train(net,P,T) >> [a,Pf,Afe,Perf]=sim(net,P,[],T)</pre>	<pre>>> PP=[input data pengujian] >> TT=[output pengujian] >> [a,Pf,Afe,Perf]=sim(net,P,[],T)</pre>

TABEL VI.
PARAMETER PELATIHAN DAN PENGUJIAN PADA MATLAB

Optimasi	
Dataset	Data Indikator terpenting perusahaan listrik
Pembagian Dataset	Pelatihan (2001-2007) Pengujian (2008-2014)
Jumlah layer	1 input layer 1 hidden layer 1 output layer
Neuron	Jumlah neuron di input dan hidden layer sesuai dengan jumlah input dataset dengan satu neuron di output layer Neuron : 10, 45, 75, 100
Learning rate	0,1
Target error	0,09 s/d 0,001

D. Model JST Pelatihan dan Pengujian 6-10-1

Hasil pelatihan JST model 6-10-1 menggunakan *software matlab* dengan *epoch* 55.678, *MSE* pelatihan 0,0008687282 seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Model 6-10-1 mencapai goal

Berikut hasil data pelatihan dan pengujian untuk model JST 6-10-1 seperti pada tabel VII dan VIII berikut:

TABEL VII.
HASIL PELATIHAN MODEL JST 6-10-1

No	Var	Target	ANN 6-10-1			
			Output	Error	SSE	
1	X1	0,1002	0,1259	-0,0257	0,0006599936	
2	X2	0,1000	0,0722	0,0278	0,0007751052	
3	X3	0,1012	0,0714	0,0298	0,0008855337	
4	X4	0,1010	0,1400	-0,0390	0,0015227368	
5	X5	0,9000	0,863	0,0370	0,0013690000	
6	X6	0,8555	0,8836	-0,0281	0,0007879794	
					Total	0,0052123694
					MSE	0,0008687282

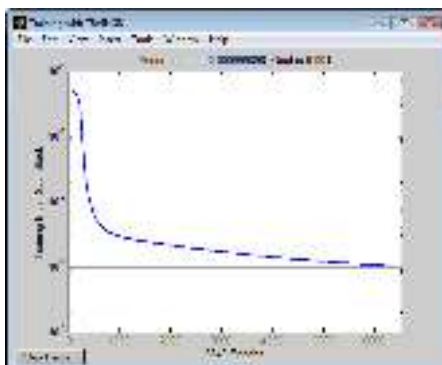
TABEL VIII.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-10-1

No	Var	Target	ANN 6-10-1			
			Output	Error	SSE	Hasil
1	X1	0,1001	0,8608	-0,7607	0,5786646208	Salah
2	X2	0,1001	0,8930	-0,7929	0,6286827114	Salah
3	X3	0,1008	0,7762	-0,6754	0,4561492575	Salah
4	X4	0,1007	0,7461	-0,6454	0,4165891993	Salah
5	X5	0,9000	0,8498	0,0502	0,0025200400	Benar
6	X6	0,7809	0,9389	-0,1580	0,0249653570	Salah
					Total	2,1075711861
					MSE	0,3512618643
						17

Berdasarkan tabel VIII, tingkat akurasi kebenaran 17% dengan MSE pengujian 0,3512618643.

E. Model JST Pelatihan dan Pengujian 6-45-1

Hasil pelatihan JST model 6-45-1 menggunakan software matlab dengan epoch 6549, MSE pelatihan 0,0009840370 seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Model 6-45-1 mencapai goal

Berikut hasil data pelatihan dan pengujian untuk model JST 6-45-1 seperti pada tabel IX dan X berikut:

TABEL IX.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-45-1

No	Var	Target	ANN 6-45-1		
			Output	Error	SSE
1	X1	0,1002	0,0822	0,0180	0,0003243478
2	X2	0,1000	0,1153	-0,0153	0,0002328459
3	X3	0,1012	0,0421	0,0591	0,0034878377
4	X4	0,1010	0,1356	-0,0346	0,0011987009
5	X5	0,9000	0,8743	0,0257	0,0006604900
6	X6	0,8555	0,8651	-0,0096	0,0000916035
Total					0,0059042223
MSE					0,0009840370

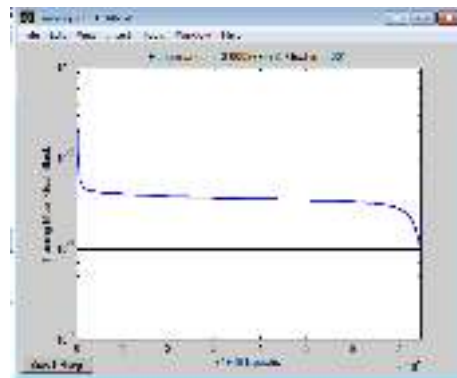
TABEL X.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-45-1

No	Var	Target	ANN 6-45-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	X1	0,1001	0,6298	-0,5297	0,2805821811	Salah
2	X2	0,1001	0,6296	-0,5295	0,2803651089	Salah
3	X3	0,1008	0,6249	-0,5241	0,2746684699	Salah
4	X4	0,1007	0,5648	-0,4641	0,2154233549	Salah
5	X5	0,9000	0,3502	0,5498	0,3022800400	Salah
6	X6	0,7809	0,6682	0,1127	0,0127003221	Benar
Total					1,3660194769	17
MSE					0,2276699128	

Berdasarkan tabel X, tingkat akurasi kebenaran 17% dengan MSE pengujian 0,2276699128.

F. Model JST Pelatihan dan Pengujian 6-45-10-1

Hasil pelatihan JST model 6-45-10-1 menggunakan software matlab dengan epoch 74936, MSE pelatihan 0,0009886441 seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Model 6-45-10-1 mencapai goal

Berikut hasil data pelatihan dan pengujian untuk model JST 6-45-10-1 seperti pada tabel XI dan XII berikut:

TABEL XI.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-45-10-1

No	Var	Target	ANN 6-45-10-1		
			Output	Error	SSE
1	X1	0,1002	0,1019	-0,0017	0,0000028573
2	X2	0,1000	0,0986	0,0014	0,0000020757
3	X3	0,1012	0,0416	0,0596	0,0035471456
4	X4	0,1010	0,1420	-0,0410	0,0016828259
5	X5	0,9000	0,8736	0,0264	0,0006969600
6	X6	0,8555	0,8637	-0,0082	0,0000667648
Total					0,0059318644
MSE					0,0009886441

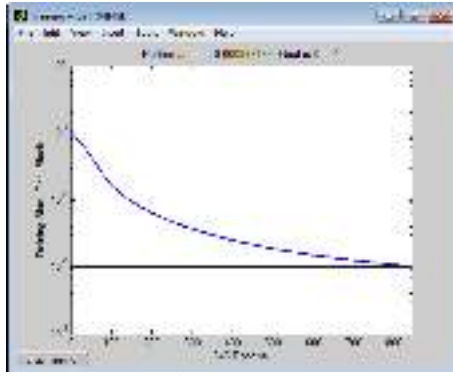
TABEL XII.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-45-10-1

No	Var	Target	ANN 6-45-10-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	X1	0,1001	0,1254	-0,0253	0,0006400944	Benar
2	X2	0,1001	0,1253	-0,0252	0,0006347953	Benar
3	X3	0,1008	0,1303	-0,0295	0,0008695555	Benar
4	X4	0,1007	0,1369	-0,0362	0,0013131358	Benar
5	X5	0,9000	0,1085	0,7915	0,6264722500	Salah
6	X6	0,7809	0,1348	0,6461	0,4174396608	Salah
Total					1,0473694919	67
MSE					0,1745615820	

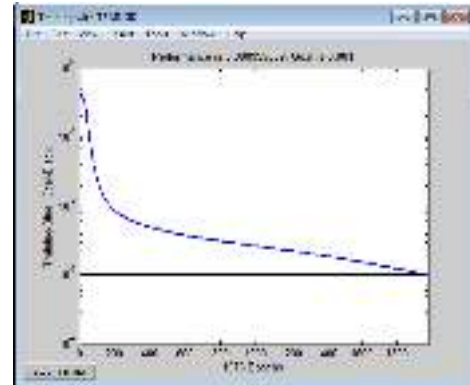
Berdasarkan tabel XII, tingkat akurasi kebenaran 67% dengan MSE pengujian 0,1745615820.

G. Model JST Pelatihan dan Pengujian 6-75-10-1

Hasil pelatihan JST model 6-75-10-1 menggunakan software matlab dengan epoch 845, MSE pelatihan 0,0008749305 seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 6. Model 6-75-10-1 mencapai goal



Gambar 7. Model 6-100-75-1 mencapai goal

Berikut hasil data pelatihan dan pengujian untuk model JST 6-75-10-1 seperti pada tabel XIII dan XIV berikut:

TABEL XIII.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-75-10-1

No	Var	Target	ANN 6-75-10-1		
			Output	Error	SSE
1	X1	0,1002	0,1074	-0,0072	0,0000517010
2	X2	0,1000	0,0701	0,0299	0,0008964462
3	X3	0,1012	0,0824	0,0188	0,0003518595
4	X4	0,1010	0,1611	-0,0601	0,0036146862
5	X5	0,9000	0,8817	0,0183	0,0003348900
6	X6	0,8555	0,8282	0,0273	0,0007468759
Total					0,0052495829
MSE					0,0008749305

TABEL XIV.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-75-10-1

No	Var	Target	ANN 6-75-10-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	X1	0,1001	0,1297	-0,0296	0,0008761651	Benar
2	X2	0,1001	0,1310	-0,0309	0,0009545100	Benar
3	X3	0,1008	0,1369	-0,0361	0,0013023601	Benar
4	X4	0,1007	0,1482	-0,0475	0,0022597869	Benar
5	X5	0,9000	0,2342	0,6658	0,4432896400	Salah
6	X6	0,7809	0,2197	0,5612	0,3149406200	Salah
Total					0,7636230821	67
MSE					0,1272705137	

Berdasarkan tabel XIV, tingkat akurasi kebenaran 67% dengan MSE pengujian 0,1272705137.

H. Model JST Pelatihan dan Pengujian 6-100-75-1

Hasil pelatihan JST model 6-100-75-1 menggunakan software matlab dengan epoch 1976, MSE pelatihan 0,0006076423 seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:

Berikut hasil data pelatihan dan pengujian untuk model JST 6-100-75-1 seperti pada tabel XV dan XVI berikut:

TABEL XV.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-100-75-1

No	Var	Target	ANN 6-75-10-1		
			Output	Error	SSE
1	X1	0,1002	0,0938	0,0064	0,0000410837
2	X2	0,1000	0,1119	-0,0119	0,0001406427
3	X3	0,1012	0,0804	0,0208	0,0004308912
4	X4	0,1010	0,1337	-0,0327	0,0010707463
5	X5	0,9000	0,8557	0,0443	0,0019624900
6	X6	0,8555	0,904	-0,0485	0,0023494350
Total					0,0036458539
MSE					0,0006076423

TABEL XVI.
HASIL PENGUJIAN MODEL JST 6-100-75-1

No	Var	Target	ANN 6-75-10-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	X1	0,1001	0,1832	-0,0831	0,0069056243	Benar
2	X2	0,1001	0,1932	-0,0931	0,0086667061	Benar
3	X3	0,1008	0,2209	-0,1201	0,0144211823	Benar
4	X4	0,1007	0,1994	-0,0987	0,0097490377	Benar
5	X5	0,9000	0,9054	-0,0054	0,0000291600	Benar
6	X6	0,7809	0,3489	0,4320	0,1866202897	Salah
Total					0,2263920001	83
MSE					0,0377320000	

Berdasarkan tabel XVI, tingkat akurasi kebenaran 83% dengan MSE pengujian 0,0377320000.

I. Pemilihan Model Arsitektur JST Terbaik

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian dari Pemilihan arsitektur terbaik dari 5 model (6-10-1; 6-45-1; 6-45-10-1; 6-75-10-1 dan 6-100-75-1) dengan menggunakan software aplikasi Matlab 6.1 memiliki hasil yang berbeda baik dari segi epoch, akurasi, MSE pelatihan dan MSE pengujian. Model terbaik tersebut digunakan untuk memprediksi indikator terpenting perusahaan listrik dengan menggunakan analisis sensitivitas yang diperoleh dari model arsitektur terbaik dari backpropagation. Penilaian model arsitektur terbaik dilihat dari beberapa aspek seperti epoch, error minimum dan akurasi kebenaran. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada berikut :

TABEL XVII.
REKAPITULASI MODEL ARSITEKTUR JST

	6-10-1	6-45-1	6-45-10-1
MSE Pelatihan	0,0008687282	0,0009840370	0,0009886441
MSE Pengujian	0,3512618643	0,2276699128	0,1745615820
Epoch	55678	6549	5729
Akurasi	17%	17%	67%

TABEL XVII.
LANJUTAN REKAPITULASI MODEL ARSITEKTUR JST

	6-75-10-1	6-100-75-1
MSE Pelatihan	0,0008749305	0,0006076423
MSE Pengujian	0,1272705137	0,0946866667
Epoch	845	1976
Akurasi	67%	83%

Berdasarkan tabel XVII, pemilihan model arsitektur terbaik adalah 6-100-75-1 dengan tingkat akurasi 83%, MSE Pelatihan 0,0006076423, MSE Pengujian 0,0946866667 dan Epoch 1976. Model digunakan untuk menentukan indikator terpenting perusahaan listrik yang **paling berpengaruh** dengan menggunakan analisis sensitivitas.

J. Analisis Sensitivitas

Berdasarkan pemilihan model JST terbaik pada tabel XVII yakni 6-100-75-1, maka akan dihitung nilai sensitivitas setiap variabel input seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

TABEL XVIII.
REKAPITULASI ANALISIS SENSITIVITAS

Variabel	Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Rank
X1	Data	0,10007	0,10006	0,10007	0,10008	0,10009	0,10010	5
	Target	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78990	
	Output	0,59970	0,00680	0,59970	0,50270	0,94170	0,97330	
	SSE Training	0,24960	0,00870	0,24889	0,16164	0,00174	0,03702	
	Error	-0,49960	0,09330	-0,49889	-0,40204	-0,04170	-0,19240	
X2	Data	0,10000	0,10000	0,10003	0,10004	0,10007	0,10008	2
	Target	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78990	
	Output	0,35050	0,35050	0,19580	0,21760	0,13700	0,30450	
	SSE Training	0,06270	0,06270	0,00902	0,01367	0,58217	0,22696	
	Error	-0,25040	-0,25040	-0,09499	-0,11694	0,76300	0,47640	
X3	Data	0,10047	0,10057	0,10057	0,10062	0,10068	0,10075	6
	Target	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78990	
	Output	0,99220	0,99220	0,95980	0,95270	0,01470	0,01950	
	SSE Training	0,79584	0,79584	0,73786	0,72597	0,78376	0,57973	
	Error	-0,89210	-0,89210	-0,85899	-0,85204	0,88530	0,76140	
X4	Data	0,10040	0,10042	0,10047	0,10051	0,10057	0,10062	4
	Target	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78990	
	Output	0,57800	0,57800	0,01570	0,02720	0,04160	0,50220	
	SSE Training	0,22839	0,22839	0,00724	0,00540	0,73685	0,07767	
	Error	-0,47790	-0,47790	0,08511	0,07346	0,85840	0,27870	
X5	Data	0,60541	0,50796	0,57213	0,72678	0,77277	0,88684	3
	Target	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78990	
	Output	0,19980	0,19980	0,01460	0,06690	0,26250	0,93150	
	SSE Training	0,00994	0,00994	0,00743	0,00695	0,40641	0,02268	
	Error	-0,09970	-0,09970	0,00621	0,03076	0,63750	-0,15060	
X6	Data	0,43014	0,44739	0,51047	0,54503	0,61237	0,71830	1
	Target	0,10010	0,10010	0,10081	0,10066	0,90000	0,78990	
	Output	0,06570	0,06570	0,25930	0,28920	0,01870	0,56580	
	SSE Training	0,00118	0,00132	0,02512	0,03555	0,77669	0,04627	
	Error	0,03440	0,03640	-0,15849	-0,18854	0,88130	0,21510	

Berdasarkan tabel XVIII dapat diketahui bahwa dari 6 (enam) indikator penting perusahaan listrik yaitu: jumlah tenaga kerja (X1), daya terpasang (X2), produksi listrik (X3), tenaga listrik yang terjual (X4), biaya input (X5) dan biaya output (X6) yang paling berpengaruh adalah biaya output (X6) sebagai peringkat pertama dengan nilai error rata-rata 0,13670 dan daya terpasang (X2) nilai error rata-rata 0,08778

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- a. Penerapan *backpropagation* dan analisis sensitivitas pada prediksi indikator terpenting perusahaan listrik dapat dilakukan dengan menggunakan 6 variabel input yakni 6 (enam) indikator penting perusahaan listrik yaitu: jumlah tenaga kerja (X1), daya terpasang (X2),

produksi listrik (X3), tenaga listrik yang terjual (X4), biaya input (X5) dan biaya output (X6). Hasil dari pemilihan model arsitektur JST didapat model arsitektur terbaik adalah 6-100-75-1 dengan tingkat akurasi 83%, MSE Pelatihan 0,0006076423, MSE Pengujian 0,0946866667 dan Epoch 1976.

- b. Hasil dari pemilihan model JST terbaik pada tabel 6-100-75-1, menghasilkan 2 variabel yang paling berpengaruh pada indikator terpenting perusahaan listrik yakni: biaya output (X6) sebagai peringkat pertama dengan nilai error rata-rata 0,13670 dan daya terpasang (X2) nilai error rata-rata 0,08778.

REFERENSI

- [1] B. Supriyadi, A. P. Windarto, T. Soemartono, and Mungad, "Classification of natural disaster prone areas in Indonesia using K-means," *Int. J. Grid Distrib. Comput.*, vol. 11, no. 8, pp. 87–98, 2018.
- [2] Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, and Budiharjo, "Implementation of Neural Networks in Predicting the Understanding Level of Students Subject," *Int. J. Softw. Eng. Its Appl.*, vol. 10, no. 10, pp. 189–204, 2016.
- [3] R. Rahim et al., "Enhanced pixel value differencing with cryptography algorithm," in *MATEC Web of Conferences 197*, 2018, vol. 3011, pp. 1–5.
- [4] A. P. Windarto, "Implementation of Data Mining on Rice Imports by Major Country of Origin Using Algorithm Using K-Means Clustering Method," *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 26–33, 2017.
- [5] A. P. Windarto, "Penerapan Data Mining Pada Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Menggunakan K-Means Clustering," *Techno.COM*, vol. 16, no. 4, pp. 348–357, 2017.
- [6] A. P. Windarto, L. S. Dewi, and D. Hartama, "Implementation of Artificial Intelligence in Predicting the Value of Indonesian Oil and Gas Exports With BP Algorithm," *Int. J. Recent Trends Eng. Res.*, vol. 3, no. 10, pp. 1–12, 2017.
- [7] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, "Implementasi Jst Pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum Konvensional Dengan Backpropagation," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 411–418, 2018.
- [8] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, "Model Arsitektur Neural Network Dengan Backpropagation Pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum Konvensional," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 147–158, 2018.
- [9] D. R. Sari, A. P. Windarto, D. Hartama, and S. Solikhun, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Rekomendasi Kelulusan Sidang Skripsi Menggunakan Metode AHP-TOPSIS," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2018.
- [10] T. Imandasari and A. P. Windarto, "Sistem Pendukung Keputusan dalam Merekomendasikan Unit Terbaik di PDAM Tirta Lihou Menggunakan Metode Promethee," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 4, p. 159, 2017.
- [11] M. Mesran, G. Ginting, S. Suginam, and R. Rahim, "Implementation of Elimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE) Method in Selecting the Best Lecturer (Case Study STMIK BUDI DARMA)," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 6, no. 2, NaM-2017, pp. 141–144, 2017.
- [12] H. Yulianto, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Teladan Pada Smk Taman Siswa Kudus Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," 2013.
- [13] P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer and A. P. Windarto, "Analisis Pemilihan Rekomendasi Produk Terbaik Prudential Berdasarkan Jenis Asuransi Jiwa Berjangka Untuk Kecelakaan Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process (Ahp)," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 3, no. 1, pp. 78–82, 2018.

- [14] M. N. H. Siregar, "Neural Network Analysis With Backpropagation In Predicting Human Development Index (HDI) Component by Regency / City In North Sumatera," *International Journal of Information System Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 22–33, 2017.
- [15] A. Wanto and A. P. Windarto, "Analisis Prediksi Indeks Harga Konsumen Berdasarkan Kelompok Kesehatan Dengan Menggunakan Metode Backpropagation," *J. Penelit. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 37–44, 2017.
- [16] Wuryandari and Afrianto, "Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dengan Learning Vector Quantization pada pengenalan wajah," *J. KOMPUTA*, vol. 11, no. 1, p. 2012, 2012.
- [17] M. M. Hidayat, D. Purwitasari, and H. Ginardi, "Analisis Prediksi Drop Out Berdasarkan Perilaku Sosial Mahasiswa Dalam Educational Data Mining Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *J. IPTEK*, vol. 17, no. 2, pp. 109–119, 2013.