

Pemilihan Model Arsitektur Backpropogation terbaik pada Prediksi Ekspor Industri Non Migas

Iin Parlina
AMIK Tunas Bangsa
Pematangsiantar
iin@amiktunasbangsa.ac.id

Anjar Wanto
STIKOM Tunas Bangsa
Pematangsiantar
anjarwanto@amiktunasbangsa.ac.id

Agus Perdana Windarto
STIKOM Tunas Bangsa
Pematangsiantar
agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak— Penelitian yang dilakukan bertujuan membuat model prediksi arsitektur terbaik dengan *artificial neural network* pada industri pengolahan non migas dengan menggunakan metode *backpropogation*. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik yang bekerjasama dengan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia untuk nilai ekspor industri non migas dalam 7 tahun terakhir (2011-2017). Proses dilakukan dengan membagi data menjadi 2 bagian (pelatihan dan pengujian) untuk memperoleh model arsitektur terbaik. Proses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan software Matlab 6.0. Dari 7 model arsitektur (15-2-1; 15-5-1; 15-10-1; 15-15-1; 15-2-5-1; 15-5-10-1 dan 15-10-5-1) yang dilatih dan diuji, diperoleh model arsitektur terbaik 15-2-1 dengan tingkat akurasi 93%, *epoch training* = 189.881, *MSE testing* = 0.001167108 dan *MSE training* = 0,000999622.

Kata kunci— *Industri Non Migas, Prediksi, Jaringan Saraf Tiruan, Backpropogation, Nilai Ekspor*

I. PENDAHULUAN

Industri pengolahan non migas merupakan suatu kegiatan ekonomi yang mengubah suatu barang mekanis, kimia, atau dengan tangan sehingga menjadi barang jadi/setengah jadi, dan atau barang yang kurang nilainya menjadi yang lebih tinggi nilainya, dan sifatnya lebih dekat kepada pemakai akhir [1]. Pada *Industry 4.0* segala penciptaan barang dan jasa melibatkan rekayasa intelegensi, robot, otomatisasi dan pertukarang data melalui *Internet of Things* (IoT). Indonesia melalui Kementerian Perindustrian telah merancang sebuah roadmap yang terintegrasi dalam mendukung revolusi industri 4.0 dimana roadmap tersebut mendukung seluruh rantai nilai industri untuk melahirkan model bisnis baru dengan basis digital untuk mencapai kualitas produk yang lebih baik dan efisiensi yang maksimal.

Dalam laporan yang disampaikan Bank Indonesia melalui Direktorat Statistik Ekonomi dan Moneter (2016) bahwa industri non migas menjadi sektor paling dominan menggantikan sektor pertanian, baik dari sisi pangsa maupun kontribusi terhadap pertumbuhan Produk Domestik Bruto

(PDB) sehingga memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan PDB. Berdasarkan data grafik kontribusi Industri non migas terhadap total PDB yang diolah oleh Badan Pusat Statistik (BPS), industri sektor pengolahan non migas masih menjadi salah satu kontributor terbesar terhadap pembentukan PDB nasional. Pada tahun 2017 mencapai 20,16%. Laporan analisis perkembangan industri (2017) yang dikeluarkan oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia menyebutkan sektor industri Makanan dan Minuman merupakan industri yang mencatatkan pertumbuhan paling tinggi mencapai 13,76%. Selain itu industri non migas lainnya yang mengalami kenaikan pertumbuhan pada 2017 adalah industri tekstil dan pakaian jadi; industri kayu, barang dari kayu dan gabus dan barang anyaman dari bambu, rotan dan sejenisnya; industri karet, barang dari karet dan plastik; serta industri mesin dan perlengkapan [2].

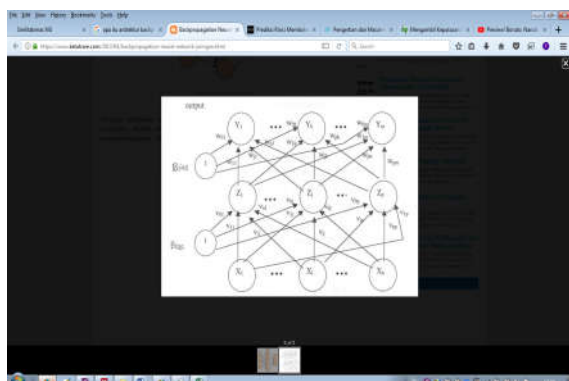
Hal ini menjadi menarik mengingat industri pengolahan non migas memiliki kontribusi dalam perekonomian nasional. Kontribusi industri non migas bisa terhadap (1) pertumbuhan ekonomi, (2) ekspor non migas, (3) penyerapan tenaga kerja dan (4) pemerataan pembangunan. Berdasarkan hal tersebut, tujuan dilakukan peneltian ini adalah untuk membuat model prediksi arsitektur jaringan saraf tiruan dengan menggunakan teknik ilmu komputer pada 15 industri pengolahan non migas berdasarkan jenis lapangan usaha, sehingga membuat model prediksi yang dibuat merupakan salah satu solusi yang ditawarkan untuk dapat melihat sektor industri pengolahan non migas apa yang memberikan kontribusi terbesar dalam menghadapi revolusi industri 4.0 terhadap ekspor non migas. Sehingga pemerintah dapat mengidentifikasi permasalahan, tantangan, dan peluang yang terjadi di sektor industri non migas sebagai masukan untuk pengambilan kebijakan. Banyak cabang ilmu komputer yang dapat menangani masalah tentang prediksi. *Artificial intelligence* (AI) salah satunya. AI memiliki beberapa metode *problem solving*, diantaranya jaringan saraf tiruan dan datamining. Ada banyak teknik yang dapat digunakan untuk implementasi jaringan saraf tiruan seperti *perceptron* dan *backpropagation* [3]–[5].

Banyak artikel ilmiah terkait membahas permasalahan prediksi dengan solusi algoritma *backpropagation*, Pertama yang dilakukan peneliti [4]. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa *backpropagation* mampu memprediksi total laba rugi komprehensif dengan tingkat akurasi adalah 80% dengan menggunakan model arsitektur 4-50-1 dengan *Means Square Error* 0,0009978666 dan *epoch* 1977. Penelitian kedua yang dilakukan peneliti [6]. Penelitian ini menjelaskan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa terhadap matakuliah dapat diprediksi dengan *backpropagation* yang hasil akurasi 87,75%. Selain itu *backpropagation* memiliki kelebihan dalam pemakaian *hidden layer* dimana *hidden layer* dapat digunakan untuk dua atau lebih lapisan dengan bobot dan menggunakan aturan pengalaman belajar [7] dan sudah menggunakan *multi thread* [8]. Berdasarkan alasan tersebut diharapkan hasil penelitian ini dapat membuat suatu model arsitektur berupa prediksi dengan algoritma *backpropagation* yang dapat menganalisa sektor industri non migas yang paling berpotensi dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dalam menghadapi era *industry 4.0*.

II. METODOLOGI

A. *Backpropagation*

Backpropagation (BP) merupakan bagian JST yang disusun dengan mengolah elemen-elemen yang berada di lapisan terkait [4] dan diberi bobot di mana BP adalah representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran di otak manusia [6] seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.

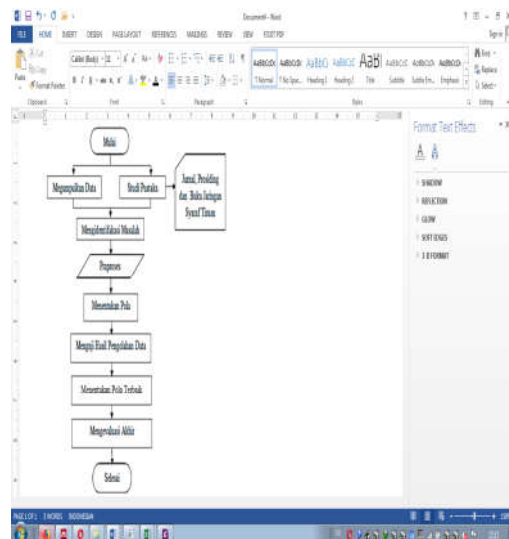


Gambar 1. Arsitektur BP

Berdasarkan gambar 1, penggunaan BP terdiri dari (1) tahap *training* dan (2) tahap *testing*.

B. Kerangka Penelitian

Pada bagian ini kerangka penelitian kerja yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kerangka Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

C. Penetapan Input dan Input

Pengolahan data industri non migas berdasarkan lapangan usaha diolah dengan teknik *backpropagation*. Data dikonversi ke bilangan 0 – 1 karena fungsi pembelajaran menggunakan *sigmoid biner (logsig)*. Untuk *input* merupakan data ekspor industri non migas berdasarkan lapangan usaha (2011-2017) dan untuk *output* adalah model prediksi industri non migas berdasarkan lapangan usaha. Dalam hal ini untuk menentukan model yang digunakan untuk prediksi dengan, data dibagi menjadi 2, yakni: data pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*). Setiap *input* dan *output* memiliki data yang berbeda saat dilakukan pelatihan dan pengujian untuk menghasilkan prediksi industri non migas sebagai langkah menuju revolusi industri 4.0. Penetapan data *input* adalah industri non migas berdasarkan lapangan usaha yang terdiri dari 15 komoditas seperti Tabel 1 berikut:

TABEL 1. DATA VARIABEL INPUT PENELITIAN

No	Komoditas/Industri	Inisial
1	Makanan & Minuman	X1
2	Pengolahan Tembakau	X2
3	Tekstil & Pakaian Jadi	X3
4	Kulit, Barang Dari Kulit dan Alas Kaki	X4
5	Kayu, Barang Dari Kayu dan Gabus dan Barang Anyaman Dari Bambu, Rotan dan Sejenisnya	X5
6	Kertas dan Barang Dari Kertas	X6
7	Farmasi, Produk Obat Kimia dan Obat Tradisional	X7
8	Karet, Barang Dari Karet dan Plastik	X8
9	Barang Galian Bukan Logam	X9
10	Logam Dasar	X10
11	Barang Logam, Bukan Mesin dan Peralatannya, Komputer, Barang Elektronik dan Optik	X11

12	Mesin dan Perlengkapan	X12
13	Alat Angkutan Lainnya	X13
14	Furnitur	X14
15	Industri Pengolahan Lainnya	X15

Pada Tabel 1, penetapan data *input* berdasarkan pada sumber Kementerian dan Perindustrian Republik Indonesia yang mengelompokkan industri pengolahan non migas menjadi 15 komoditas. Sedangkan penetapan data *output* adalah prediksi industri pengolahan non migas berdasarkan lapangan usaha. Variabel *output* (Y) yang digunakan adalah hasil ekspor industri pengolahan non migas dalam kurun tahun 2011-2017 (Juta US\$). Pada tahap ini dihasilkan suatu model arsitektur terbaik dari uji coba yang dilakukan. cara menentukan model arsitektur terbaik dengan *backpropogation* adalah menentukan *error minimum* dari proses *training* dan *testing* yang dilakukan. Batasan *error minimum* berkisar **0,05 – 0,001**.

D. Pengolahan Data

Data penelitian diperoleh dari Badan Pusat Statistik yang bekerjasama dengan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia selama 7 tahun (2011-2017) untuk nilai ekspor industri pengolahan non migas. Data dikonversi (0-1) dengan menggunakan formula:

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

Dimana X_i adalah hasil konversi data, x adalah nilai yang dikonversi, b adalah nilai maksimum dari suatu data dan a adalah minimum dari suatu data. Berikut data nilai ekspor industri pengolah non migas (2011-2017) sebelum dilakukan konversi seperti tabel 2 berikut:

TABEL 2. DATA NILAI EKSPOR INDUSTRI PENGOLAHAN NON MIGAS 2011-2017 (JUTA US\$)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
X1	28.133,1	28.186,9	26.561,3	29.652,4	26.539,3	26.394,4	31.851,4
X2	648,4	732,5	834,3	942,3	922,8	959,7	1.085,9
X3	13.293,5	12.513,4	12.725,0	12.778,8	12.317,9	11.872,8	12.575,1
X4	3.615,0	3.864,5	4.220,6	4.469,8	4.853,7	5.014,5	5.362,6
X5	3.352,9	3.433,8	3.598,7	3.996,2	3.902,0	3.755,9	3.838,7
X6	5.732,2	5.541,6	5.681,4	5.553,2	5.383,9	5.067,5	6.309,4
X7	439,2	489,6	496,6	575,1	646,8	644,3	631,8
X8	15.692,7	11.820,2	10.737,7	8.474,8	7.156,4	6.857,6	8.610,0
X9	1.097,0	989,5	981,9	947,7	915,7	887,0	912,4
X10	12.716,0	10.501,0	9.578,1	9.851,9	8.607,0	8.249,3	11.853,1
X11	10.604,7	10.691,0	9.520,5	9.492,7	7.630,1	7.475,5	7.095,9
X12	3.137,7	3.074,7	3.578,6	3.421,4	2.870,1	3.426,3	2.970,0
X13	2.171,0	1.924,9	1.850,1	1.538,2	1.507,9	2.124,7	1.948,9
X14	1.724,7	1.749,7	1.718,8	1.767,1	1.713,9	1.617,8	1.617,8
X15	2.057,9	2.078,5	2.238,8	4.208,2	5.307,5	6.161,1	4.817,7

Selanjutnya data pada tabel 2 dikonversi menggunakan formula (1) sehingga diperoleh hasil seperti tabel 3 berikut:

TABEL 3. HASIL KONVERSI DATA NILAI EKSPOR INDUSTRI PENGOLAHAN NON MIGAS 2011-2017 (JUTA US\$).

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
X1	0,8053	0,8067	0,7653	0,8440	0,7647	0,7610	0,9000
X2	0,1053	0,1075	0,1101	0,1128	0,1123	0,1133	0,1165
X3	0,4274	0,4075	0,4129	0,4143	0,4025	0,3912	0,4091
X4	0,1809	0,1872	0,1963	0,2027	0,2124	0,2165	0,2254
X5	0,1742	0,1763	0,1805	0,1906	0,1882	0,1845	0,1866
X6	0,2348	0,2299	0,2335	0,2302	0,2259	0,2179	0,2495
X7	0,1000	0,1013	0,1015	0,1035	0,1053	0,1052	0,1049
X8	0,4885	0,3898	0,3623	0,3046	0,2711	0,2635	0,3081
X9	0,1168	0,1140	0,1138	0,1130	0,1121	0,1114	0,1121
X10	0,4127	0,3563	0,3327	0,3397	0,3080	0,2989	0,3907
X11	0,3589	0,3611	0,3313	0,3306	0,2831	0,2792	0,2695
X12	0,1687	0,1671	0,1800	0,1760	0,1619	0,1761	0,1645
X13	0,1441	0,1378	0,1359	0,1280	0,1272	0,1429	0,1384
X14	0,1327	0,1334	0,1326	0,1338	0,1325	0,1300	0,1300
X15	0,1412	0,1417	0,1458	0,1960	0,2240	0,2457	0,2115

Pada tabel 3, data dibagi menjadi 2 bagian, yakni data *training* (2011-2014) dengan *input* =3 (2011-2013), *output*=1 (2014) dan *testing* (2014-2017) dengan *input* =3 (2014-2016), *output*=1 (2017) seperti Tabel 4 dan 5 berikut:

TABEL 4. DATA TRAINING

	2011	2012	2013	2014
X1	0,8053	0,8067	0,7653	0,8440
X2	0,1053	0,1075	0,1101	0,1128
X3	0,4274	0,4075	0,4129	0,4143
X4	0,1809	0,1872	0,1963	0,2027
X5	0,1742	0,1763	0,1805	0,1906
X6	0,2348	0,2299	0,2335	0,2302
X7	0,1000	0,1013	0,1015	0,1035
X8	0,4885	0,3898	0,3623	0,3046
X9	0,1168	0,1140	0,1138	0,1130
X10	0,4127	0,3563	0,3327	0,3397
X11	0,3589	0,3611	0,3313	0,3306
X12	0,1687	0,1671	0,1800	0,1760
X13	0,1441	0,1378	0,1359	0,1280
X14	0,1327	0,1334	0,1326	0,1338
X15	0,1412	0,1417	0,1458	0,1960

TABEL 5. DATA TESTING

	2014	2015	2016	2017
X1	0,8440	0,7647	0,7610	0,9000
X2	0,1128	0,1123	0,1133	0,1165
X3	0,4143	0,4025	0,3912	0,4091
X4	0,2027	0,2124	0,2165	0,2254
X5	0,1906	0,1882	0,1845	0,1866
X6	0,2302	0,2259	0,2179	0,2495
X7	0,1035	0,1053	0,1052	0,1049
X8	0,3046	0,2711	0,2635	0,3081
X9	0,1130	0,1121	0,1114	0,1121
X10	0,3397	0,3080	0,2989	0,3907
X11	0,3306	0,2831	0,2792	0,2695
X12	0,1760	0,1619	0,1761	0,1645
X13	0,1280	0,1272	0,1429	0,1384
X14	0,1338	0,1325	0,1300	0,1300
X15	0,1960	0,2240	0,2457	0,2115

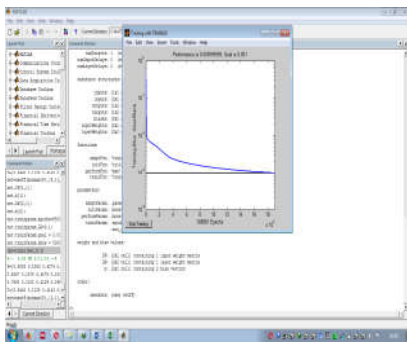
X1	0,8440	0,7647	0,7610	0,9000
X2	0,1128	0,1123	0,1133	0,1165
X3	0,4143	0,4025	0,3912	0,4091
X4	0,2027	0,2124	0,2165	0,2254
X5	0,1906	0,1882	0,1845	0,1866
X6	0,2302	0,2259	0,2179	0,2495
X7	0,1035	0,1053	0,1052	0,1049
X8	0,3046	0,2711	0,2635	0,3081
X9	0,1130	0,1121	0,1114	0,1121
X10	0,3397	0,3080	0,2989	0,3907
X11	0,3306	0,2831	0,2792	0,2695
X12	0,1760	0,1619	0,1761	0,1645
X13	0,1280	0,1272	0,1429	0,1384
X14	0,1338	0,1325	0,1300	0,1300
X15	0,1960	0,2240	0,2457	0,2115

4	0,2027	0,1797	0,0230	0,0005267283	
5	0,1906	0,1784	0,0122	0,0001485719	
6	0,2302	0,225	0,0052	0,0000274827	
7	0,1035	0,126	-0,0225	0,0005080031	
8	0,3046	0,3785	-0,0739	0,0054539482	
9	0,1130	0,1392	-0,0262	0,0006890424	
10	0,3397	0,3389	0,0008	0,0000006738	
11	0,3306	0,3115	0,0191	0,0003637730	
12	0,1760	0,1704	0,0056	0,0000308037	
13	0,1280	0,1613	-0,0333	0,0011096144	
14	0,1338	0,1503	-0,0165	0,0002716330	
15	0,1960	0,154	0,0420	0,0017630075	
				Total	0,0149943287
				MSE	0,0009996219

Pada Tabel 4 dan 5, pengolahan data dibantu dengan *tools* matlab 5.1 dalam menentukan model arsitektur terbaik dengan *backpropogation*. Proses penentuan dilakukan dengan melakukan uji coba model. Pada penelitian ini model arsitektur yang digunakan adalah 7 model: 15-2-1; 15-5-1; 15-10-1; 15-15-1; 15-2-5-1; 15-5-10-1 dan 15-10-5-1.

E. *Arsitektur Training & Testing 15-2-1*

Berikut hasil *training* arsitektur 15-2-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 189.881 dan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,000999622 seperti Gambar 3 berikut:



Gambar 3. *Epoch Training 15-2-1*

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-2-1 seperti Tabel 6 dan 7 berikut:

TABEL 6. DATA *TRAINING* ARSITEKTUR 15-2-1

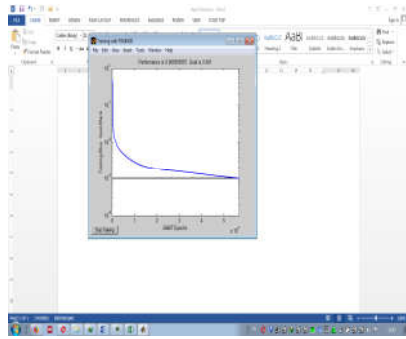
No	Target	ANN 15-2-1		
		Output	Error	SSE
1	0,8440	0,8443	-0,0003	0,0000000922
2	0,1128	0,1282	-0,0154	0,0002367642
3	0,4143	0,3521	0,0622	0,0038641902

TABEL 7. DATA *TESTING* ARSITEKTUR 15-2-1

No	Target	ANN 15-2-1				
		Output	Error	SSE	Hasil	
1	0,9000	0,8458	0,0542	0,0029376400	Benar	
2	0,1165	0,1351	-0,0186	0,0003470756	Benar	
3	0,4091	0,4032	0,0059	0,0000345135	Benar	
4	0,2254	0,1979	0,0275	0,0007556025	Benar	
5	0,1866	0,1962	-0,0096	0,0000925862	Benar	
6	0,2495	0,2274	0,0221	0,0004884608	Benar	
7	0,1049	0,1285	-0,0236	0,0005567193	Benar	
8	0,3081	0,2794	0,0287	0,0008232537	Benar	
9	0,1121	0,1362	-0,0241	0,0005831564	Benar	
10	0,3907	0,2985	0,0922	0,0084984536	Salah	
11	0,2695	0,2940	-0,0245	0,0005987034	Benar	
12	0,1645	0,1785	-0,0140	0,0001972918	Benar	
13	0,1384	0,1383	0,0001	0,0000000221	Benar	
14	0,1300	0,1526	-0,0226	0,0005100207	Benar	
15	0,2115	0,1786	0,0329	0,0010831217	Benar	
				Total	0,0175066214	93%
				MSE	0,0011671081	

F. *Arsitektur Training & Testing 15-5-1*

Berikut hasil *training* arsitektur 15-5-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 56.687 dan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,000999824 seperti Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Epoch Training 15-5-1

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-5-1 seperti Tabel 8 dan 9 berikut:

TABEL 8. DATA *TRAINING* ARSITEKTUR 15-5-1

No	Target	ANN 15-5-1			
		Output	Error	SSE	
1	0,8440	0,8815	-0,0375	0,0014065289	
2	0,1128	0,1421	-0,0293	0,0008577368	
3	0,4143	0,4273	-0,0130	0,0001699735	
4	0,2027	0,1957	0,0070	0,0000483103	
5	0,1906	0,1817	0,0089	0,0000790144	
6	0,2302	0,2218	0,0084	0,0000712739	
7	0,1035	0,1368	-0,0333	0,0011114839	
8	0,3046	0,3428	-0,0382	0,0014554874	
9	0,1130	0,1428	-0,0298	0,0008909997	
10	0,3397	0,2986	0,0411	0,0016909262	
11	0,3306	0,2607	0,0699	0,0048822130	
12	0,1760	0,1914	-0,0154	0,0002386991	
13	0,1280	0,1531	-0,0251	0,0006305560	
14	0,1338	0,1506	-0,0168	0,0002816118	
15	0,1960	0,1616	0,0344	0,0011825471	
				Total	0,0149973622
				MSE	0,0009998241

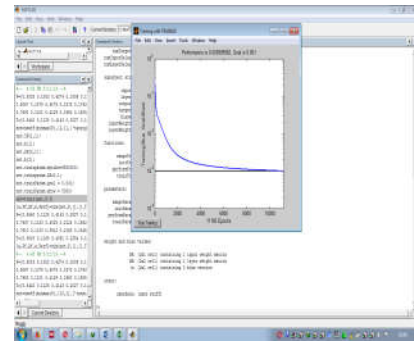
TABEL 9. DATA *TESTING* ARSITEKTUR 15-5-1

No	Target	ANN 15-5-1			Hasil
		Output	Error	SSE	
1	0,9000	0,9024	-0,0024	0,0000057600	Benar
2	0,1165	0,1430	-0,0265	0,0007038391	Benar
3	0,4091	0,3653	0,0438	0,0019162347	Benar
4	0,2254	0,2033	0,0221	0,0004878897	Benar
5	0,1866	0,1780	0,0086	0,0000735791	Benar
6	0,2495	0,1964	0,0531	0,0028197321	Benar
7	0,1049	0,1381	-0,0332	0,0011019013	Benar
8	0,3081	0,2449	0,0632	0,0039932791	Salah

9	0,1121	0,1410	-0,0289	0,0008380233	Benar
10	0,3907	0,2755	0,1152	0,0132680583	Salah
11	0,2695	0,2713	-0,0018	0,0000031273	Benar
12	0,1645	0,1947	-0,0302	0,0009148242	Benar
13	0,1384	0,1705	-0,0321	0,0010272823	Benar
14	0,1300	0,1485	-0,0185	0,0003416448	Benar
15	0,2115	0,2379	-0,0264	0,0006963891	Benar
				Total	0,0281915644
				MSE	0,0018794376
					87%

G. Arsitektur Training & Testing 15-10-1

Berikut hasil *training* arsitektur 15-10-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 11.185 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 0,001000725 seperti Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Epoch Training 15-10-1

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-10-1 seperti tabel 10 dan 11 berikut:

TABEL 10. DATA *TRAINING* ARSITEKTUR 15-10-1

No	Target	ANN 15-10-1		
		Output	Error	SSE
1	0,8440	0,8664	-0,0224	0,0005019266
2	0,1128	0,1486	-0,0358	0,0012807197
3	0,4143	0,4110	0,0033	0,0000106446
4	0,2027	0,1947	0,0080	0,0000632114
5	0,1906	0,1825	0,0081	0,0000654320
6	0,2302	0,2151	0,0151	0,0002292920
7	0,1035	0,1457	-0,0422	0,0017841267
8	0,3046	0,263	0,0416	0,0017346516
9	0,1130	0,1485	-0,0355	0,0012637753
10	0,3397	0,2763	0,0634	0,0040222071
11	0,3306	0,3699	-0,0393	0,0015466259
12	0,1760	0,1767	-0,0007	0,0000005623
13	0,1280	0,1563	-0,0283	0,0008015056
14	0,1338	0,158	-0,0242	0,0005847349

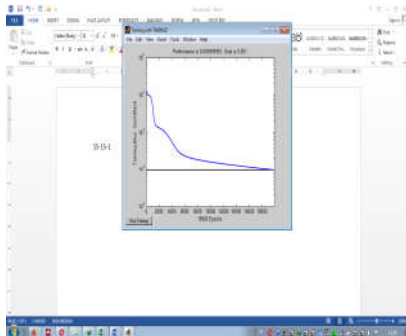
15	0,1960	0,1625	0,0335	0,0011214584
			Total	0,0150108743
			MSE	0,0010007250

TABEL 11. DATA TESTING ARSITEKTUR 15-10-1

No	Target	ANN 15-10-1			
		Output	Error	SSE	Hasil
1	0,9000	0,7402	0,1598	0,0255360400	Salah
2	0,1165	0,1490	-0,0325	0,0010581987	Benar
3	0,4091	0,4144	-0,0053	0,0000283576	Benar
4	0,2254	0,2154	0,0100	0,0000997646	Benar
5	0,1866	0,1848	0,0018	0,0000031607	Benar
6	0,2495	0,2090	0,0405	0,0016403431	Benar
7	0,1049	0,1473	-0,0424	0,0017973275	Benar
8	0,3081	0,2188	0,0893	0,0079731322	Salah
9	0,1121	0,1486	-0,0365	0,0013358025	Benar
10	0,3907	0,2554	0,1353	0,0183025880	Salah
11	0,2695	0,2161	0,0534	0,0028549341	Benar
12	0,1645	0,1658	-0,0013	0,0000018119	Benar
13	0,1384	0,1573	-0,0189	0,0003553694	Benar
14	0,1300	0,1564	-0,0264	0,0006960963	Benar
15	0,2115	0,2595	-0,0480	0,0023029619	Benar
			Total	0,0639858885	80%
			MSE	0,0042657259	

H. *Arsitektur Training & Testing 15-15-1*

Berikut hasil *training* arsitektur 15-15-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 19.926 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 0,001000086 seperti Gambar 6 berikut:



Gambar 6. *Epoch Training* 15-15-1

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-15-1 seperti pada Tabel 12 dan 13 berikut:

TABEL 12. DATA TRAINING ARSITEKTUR 15-15-1

No	Target	ANN 15-15-1
----	--------	-------------

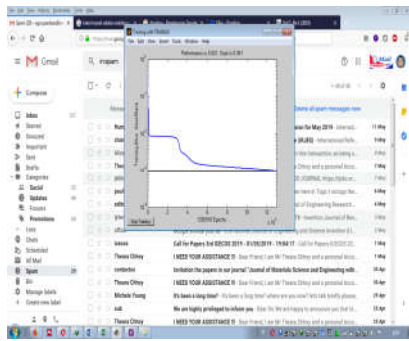
		Output	Error	SSE
1	0,8440	0,8471	-0,0031	0,0000096331
2	0,1128	0,1489	-0,0361	0,0013022820
3	0,4143	0,4179	-0,0036	0,0000132306
4	0,2027	0,1641	0,0386	0,0014861459
5	0,1906	0,1642	0,0264	0,0006963797
6	0,2302	0,1736	0,0566	0,0032083603
7	0,1035	0,1458	-0,0423	0,0017925845
8	0,3046	0,3404	-0,0358	0,0012781233
9	0,1130	0,1495	-0,0365	0,0013358746
10	0,3397	0,3117	0,0280	0,0007851693
11	0,3306	0,3389	-0,0083	0,0000693417
12	0,1760	0,1592	0,0168	0,0002805661
13	0,1280	0,1564	-0,0284	0,0008071778
14	0,1338	0,1567	-0,0229	0,0005235536
15	0,1960	0,1584	0,0376	0,0014128715
			Total	0,0150012939
			MSE	0,0010000863

TABEL 13. DATA TESTING ARSITEKTUR 15-15-1

No	Target	ANN 15-15-1			
		Output	Error	SSE	Hasil
1	0,9000	0,8230	0,0770	0,0059290000	Salah
2	0,1165	0,1497	-0,0332	0,0011042306	Benar
3	0,4091	0,4068	0,0023	0,0000051748	Benar
4	0,2254	0,1707	0,0547	0,0029908019	Benar
5	0,1866	0,1685	0,0181	0,0003268078	Benar
6	0,2495	0,1796	0,0699	0,0048861707	Salah
7	0,1049	0,1474	-0,0425	0,0018058165	Benar
8	0,3081	0,2088	0,0993	0,0098589801	Salah
9	0,1121	0,1492	-0,0371	0,0013800208	Benar
10	0,3907	0,2474	0,1433	0,0205311810	Salah
11	0,2695	0,2195	0,0500	0,0025031593	Benar
12	0,1645	0,1558	0,0087	0,0000748906	Benar
13	0,1384	0,1542	-0,0158	0,0002481017	Benar
14	0,1300	0,1559	-0,0259	0,0006699627	Benar
15	0,2115	0,1690	0,0425	0,0018071693	Benar
			Total	0,0541214679	73%
			MSE	0,0036080979	

I. *Arsitektur Training & Testing 15-2-5-1*

Berikut hasil *training* arsitektur 15-2-5-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 1.295.918 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 0,001000397 seperti Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Epoch Training 15-2-5-1

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-2-5-1 seperti Tabel 14 dan 15 berikut:

TABEL 14. DATA *TRAINING* ARSITEKTUR 15-2-5-1

No	Target	ANN 15-2-5-1		
		Output	Error	SSE
1	0,8440	0,8373	0,0067	0,0000448402
2	0,1128	0,1438	-0,0310	0,0009602031
3	0,4143	0,3720	0,0423	0,0017861283
4	0,2027	0,1685	0,0342	0,0011662609
5	0,1906	0,1634	0,0272	0,0007392421
6	0,2302	0,2091	0,0211	0,0004470007
7	0,1035	0,1432	-0,0397	0,0015791821
8	0,3046	0,3688	-0,0642	0,0041153317
9	0,1130	0,1458	-0,0328	0,0010790974
10	0,3397	0,3317	0,0080	0,0000643344
11	0,3306	0,3294	0,0012	0,0000013755
12	0,1760	0,161	0,0150	0,0002235057
13	0,1280	0,1514	-0,0234	0,0005480691
14	0,1338	0,1489	-0,0151	0,0002274454
15	0,1960	0,151	0,0450	0,0020239366
Total				0,0150059532
MSE				0,0010003969

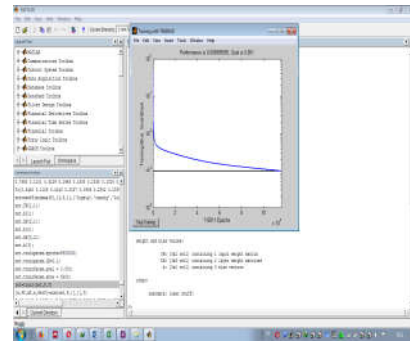
TABEL 15. DATA *TESTING* ARSITEKTUR 15-2-5-1

No	Target	ANN 15-2-5-1			
		Output	Error	SSE	Hasil
1	0,9000	0,8350	0,0650	0,0042250000	Salah
2	0,1165	0,1451	-0,0286	0,0008196750	Benar
3	0,4091	0,3490	0,0601	0,0036089838	Salah
4	0,2254	0,1842	0,0412	0,0016964699	Benar
5	0,1866	0,1703	0,0163	0,0002649676	Benar
6	0,2495	0,1999	0,0496	0,0024602740	Benar
7	0,1049	0,1437	-0,0388	0,0015050442	Benar

8	0,3081	0,2770	0,0311	0,0009667372	Benar
9	0,1121	0,1452	-0,0331	0,0010988318	Benar
10	0,3907	0,3159	0,0748	0,0055931040	Salah
11	0,2695	0,3013	-0,0318	0,0010092323	Benar
12	0,1645	0,1624	0,0021	0,0000042187	Benar
13	0,1384	0,1475	-0,0091	0,0000819250	Benar
14	0,1300	0,1491	-0,0191	0,0003641852	Benar
15	0,2115	0,1907	0,0208	0,0004330900	Benar
Total				0,0241317386	80%
MSE				0,0016087826	

J. Arsitektur Training & Testing 15-5-10-1

Berikut hasil *training* arsitektur 15-5-10-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 115.811 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 0,000999662 seperti Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Epoch Training 15-5-10-1

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-5-10-1 seperti Tabel 16 dan 17 berikut:

TABEL 16. DATA *TRAINING* ARSITEKTUR 15-5-10-1

No	Target	ANN 15-5-10-1		
		Output	Error	SSE
1	0,8440	0,8469	-0,0029	0,0000084316
2	0,1128	0,1322	-0,0194	0,0003758613
3	0,4143	0,4119	0,0024	0,0000055819
4	0,2027	0,1984	0,0043	0,0000180673
5	0,1906	0,1811	0,0095	0,0000900413
6	0,2302	0,2285	0,0017	0,0000030359
7	0,1035	0,1255	-0,0220	0,0004857142
8	0,3046	0,372	-0,0674	0,0045361371
9	0,1130	0,1339	-0,0209	0,0004388865
10	0,3397	0,3139	0,0258	0,0006667175
11	0,3306	0,2531	0,0775	0,0060020401
12	0,1760	0,196	-0,0200	0,0004019981
13	0,1280	0,1471	-0,0191	0,0003652255

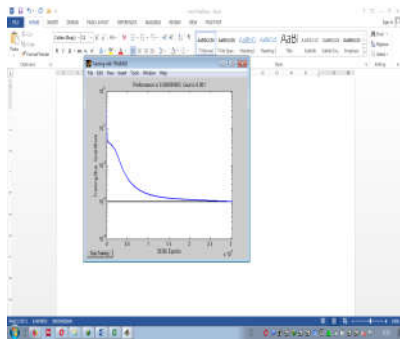
14	0,1338	0,1426	-0,0088	0,0000771111
15	0,1960	0,157	0,0390	0,0015200784
			Total	0,0149949279
			MSE	0,0009996619

TABEL 17. DATA TESTING ARSITEKTUR 15-5-10-1

No	Target	ANN 15-5-10-1			
		Output	Error	SSE	Hasil
1	0,9000	0,8659	0,0341	0,0011628100	Benar
2	0,1165	0,1337	-0,0172	0,0002968717	Benar
3	0,4091	0,3538	0,0553	0,0030553055	Salah
4	0,2254	0,2050	0,0204	0,0004156797	Benar
5	0,1866	0,1758	0,0108	0,0001161615	Benar
6	0,2495	0,1965	0,0530	0,0028091218	Benar
7	0,1049	0,1270	-0,0221	0,0004881846	Benar
8	0,3081	0,2581	0,0500	0,0024992398	Benar
9	0,1121	0,1311	-0,0190	0,0003628504	Benar
10	0,3907	0,2867	0,1040	0,0108133082	Salah
11	0,2695	0,2903	-0,0208	0,0004313271	Benar
12	0,1645	0,2029	-0,0384	0,0014780997	Benar
13	0,1384	0,1710	-0,0326	0,0010595835	Benar
14	0,1300	0,1402	-0,0102	0,0001037065	Benar
15	0,2115	0,2511	-0,0396	0,0015673036	Benar
			Total	0,0266595536	87%
			MSE	0,0017773036	

K. *Arsitektur Training & Testing 15-10-5-1*

Berikut hasil *training* arsitektur 15-10-5-1 dengan *tools matlab* dimana *epoch training* 30.385 dan *Mean Square Error (MSE)* sebesar 0,001001844 seperti Gambar 9 berikut:



Gambar 9. *Epoch Training* 15-10-5-1

Berikut hasil lengkap data *training* dan *testing* arsitektur 15-10-5-1 seperti Tabel 18 dan 19 berikut:

TABEL 18. DATA TRAINING ARSITEKTUR 15-10-5-1

No	Target	ANN 15-10-5-1
----	--------	---------------

		Output	Error	SSE
1	0,8440	0,8266	0,0174	0,0003026306
2	0,1128	0,1462	-0,0334	0,0011147014
3	0,4143	0,4528	-0,0385	0,0014851303
4	0,2027	0,1866	0,0161	0,0002576206
5	0,1906	0,1755	0,0151	0,0002276781
6	0,2302	0,2098	0,0204	0,0004178913
7	0,1035	0,1441	-0,0406	0,0016515222
8	0,3046	0,2693	0,0353	0,0012495623
9	0,1130	0,1467	-0,0337	0,0011390367
10	0,3397	0,2784	0,0613	0,0037602494
11	0,3306	0,3608	-0,0302	0,0009136815
12	0,1760	0,1715	0,0045	0,0000198035
13	0,1280	0,1531	-0,0251	0,0006305560
14	0,1338	0,1538	-0,0200	0,0003992521
15	0,1960	0,1578	0,0382	0,0014583373
			Total	0,0150276533
			MSE	0,0010018436

TABEL 19. DATA TESTING ARSITEKTUR 15-10-5-1

No	Target	ANN 15-10-5-1			
		Output	Error	SSE	Hasil
1	0,9000	0,8370	0,0630	0,0039690000	Salah
2	0,1165	0,1468	-0,0303	0,0009199068	Benar
3	0,4091	0,4349	-0,0258	0,0006669400	Benar
4	0,2254	0,2059	0,0195	0,0003797909	Benar
5	0,1866	0,1774	0,0092	0,0000842325	Benar
6	0,2495	0,2003	0,0492	0,0024207531	Benar
7	0,1049	0,1452	-0,0403	0,0016236789	Benar
8	0,3081	0,2170	0,0911	0,0082978248	Salah
9	0,1121	0,1465	-0,0344	0,0011867082	Benar
10	0,3907	0,2581	0,1326	0,0175793279	Salah
11	0,2695	0,2190	0,0505	0,0025534409	Benar
12	0,1645	0,1640	0,0005	0,0000002061	Benar
13	0,1384	0,1541	-0,0157	0,0002449615	Benar
14	0,1300	0,1526	-0,0226	0,0005100207	Benar
15	0,2115	0,2444	-0,0329	0,0010816985	Benar
			Total	0,0415184909	80%
			MSE	0,0027678994	

L. *Penentuan Model Terbaik*

Pemilihan model arsitektur terbaik dari 7 model (15-2-1; 15-5-1; 15-10-1; 15-15-1; 15-2-5-1; 15-5-10-1 dan 15-10-5-1) yang

di *training* dan *testing* dengan bantuan *tools Matlab* memiliki hasil yang berbeda baik dari *epoch*, akurasi, *MSE training* dan *MSE testing*. Arsitektur terbaik tersebut digunakan untuk memprediksi industri pengolahan non migas berdasarkan lapangan usaha. Penilaian terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti *epoch*, *error minimum*, waktu dan akurasi kebenaran. Sehingga diperoleh arsitektur terbaik adalah **15-2-1**. Keseluruhan hasil arsitektur pada Tabel 20:

TABEL 20. HASIL KESELURUHAN MODEL ARSITEKTUR

Parameter	15-2-1	15-5-1	15-10-1
MSE Pelatihan	0,000999622	0,000999824	0,001000725
MSE Pengujian	0,001167108	0,001879438	0,004265726
<i>Epoch</i>	189.881	56.687	11.185
Akurasi	93%	87%	80%

15-2-5-1	15-5-10-1	15-10-5-1	15-15-1
0,001000397	0,000999662	0,001001844	0,001000086
0,001608783	0,001777304	0,002767899	0,003608098
1.255.918	115.811	30.385	19.926
80%	87%	80%	73%

IV. KESIMPULAN

Dapat diambil kesimpulan dari penelitian tersebut:

1. Algoritma *backpropogation* dapat digunakan untuk memprediksi industri pengolahan non migas berdasarkan lapangan usaha sebagai langkah menuju revolusi industri 4.0;
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 7 model arsitektur (15-2-1; 15-5-1; 15-10-1; 15-15-1; 15-2-5-1; 15-5-10-1 dan 15-10-5-1) didapat model arsitektur terbaik 15-2-1 dengan akurasi 93%, *epoch training* 189.881 *MSE testing* sebesar 0,001167108 dan *MSE training* sebesar 0,000999622;
3. Sebaiknya penelitian ini dilanjutkan ke tahap prediksi setelah model arsitektur terbaik diperoleh. Peneliti dapat mengkombinasikan metode *backpropogation* dengan model optimasi lainya untuk memaksimalkan hasil dari model arsitektur yang sedang dibangun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan atas pendanaan PDP 2019 yang diberikan oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset.

REFERENSI

- [1] D. S. Ekonomi, "Laporan Pemetaan Ekonomi Sektor Industri NonMigas," *Bank Indonesia*, pp. 1–33, 2006.
- [2] K. Perindustrian, "Analisis Perkembangan Industri 2017," *Kementerian Perindustrian Republik Indonesia*, pp. 1–32, 2017.
- [3] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, "Model Arsitektur Neural Network Dengan Backpropogation Pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum Konvensional," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 147–158, 2018.
- [4] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun,

Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi) 2019 Yogyakarta, 03 Agustus 2019

"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.

[5] Solikhun, A. P. Windarto, Handrizal, and M.Fauzan, "Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Suku Negara Ritel Berdasarkan Kelompok Profesi Dengan Backpropogation Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 184–197, 2017.

[6] 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.

[7] M. N. H. Siregar, "Neural Network Analysis With Backpropogation 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.

[8] Indrabayu, N. Harun, M. S. Pallu, and A. Achmad, "Prediksi Curah Hujan Di Wilayah Makassar Menggunakan Metode Wavelet - Neural Network," *J. Ilm. "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, vol. 9, no. 2, p. 10, 2011.

ISSN: 1907 – 5022