



Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Pemasangan Instalasi Air Pada PDAM Tirtauli Pematangsiantar

Markus Parulian Sianipar¹, Sumarno², Heru Satria Tambunan³

Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia
Email: ¹mark09alice@gmail.com, ²surmarno@amiktunasbangsa.ac.id, ³heru@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak—Pada suatu perusahaan pelayanan jasa terdapat pelanggan yang menjadi konsumen perusahaan. Salah satu tingkat kepuasan pelanggan dapat diukur dari tingkat pemasangan instalasi air ke rumah pelanggan. Maka dari itu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtauli Pematangsiantar perlu mengatasi permasalahan dalam menanggulangi jumlah pemasangan instalasi air. Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma backpropagation digunakan untuk memprediksi jumlah pemasangan instalasi air baru. Hasil pengujian diperoleh tingkat akurasi prediksi sebesar 89% dengan arsitektur 2-10-1.

Kata Kunci: Jaringan Syaraf Tiruan; Backpropagation; Prediksi Pemesanan Instalasi Air

Abstract—In a service company, there are customers who become company consumers. One level of customer satisfaction can be measured from the level of installation of water installations to the customer's house. Therefore, the Regional Drinking Water Company (PDAM) Tirtauli Pematangsiantar needs to solve the problem in overcoming the number of water installations. Artificial Neural Network with backpropagation algorithm is used to predict the number of new water installations. The test results obtained a prediction accuracy of 89% with a 2-10-1 architecture.

Keywords: Artificial Neural Networks; Backpropagation; Prediction of Water Installation Orders

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan makhluk hidup. Air membantu aktivitas kehidupan bagi semua makhluk hidup terutama manusia. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penyaluran air bersih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air bagi manusia. Di daerah perkotaan, PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) sebagai penyedia layanan jasa air bersih oleh pemerintah bertanggungjawab dalam pendistribusian air bersih ke rumah-rumah penduduk melalui instalasi air. Instalasi air merupakan sebuah solusi untuk menyalurkan air bersih ke setiap rumah penduduk.

PDAM Tirtauli Pematangsiantar sebagai penanggungjawab kebutuhan air bersih di Kota Pematangsiantar melakukan pemasangan instalasi sambungan air di rumah pelanggan yang biasanya berasal dari pegunungan kemudian mengalir ke sungai dan ditampung terlebih dahulu di bak-bak penampung (*reservoir*) dan kemudian di distribusikan ke rumah-rumah pelanggan. PDAM Tirtauli Pematangsiantar mengalami permasalahan dalam usaha penanganan banyaknya permohonan pemasangan instalasi sambungan baru. Dan untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sebuah metode yang bisa memprediksi jumlah pemasangan instalasi baru.

Kecerdasan buatan atau yang dikenal dengan *artificial intelligent* (AI) merupakan salah satu pengembangan dari teknologi informasi (Solikhun, M. Safii, 2017), (Windarto, 2017). Jaringan syaraf tiruan atau *neural network* merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang sering digunakan dalam memprediksi sesuatu dimasa mendatang (Siang, 2005), (Jaya et al., 2018). *Backpropagation* merupakan salah satu dari beberapa metode dari jaringan syaraf tiruan yang sering digunakan peneliti dalam memprediksi sesuatu dimasa mendatang dengan tingkat keberhasilan tinggi. Salah satu contoh peneliti yang menggunakan algoritma backpropagation dalam memprediksi, yaitu Yusran dengan tingkat akurasi sebesar 99,7% (Prasetya, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis menyimpulkan diperlukan sebuah penelitian untuk memprediksi jumlah pemasangan instalasi air. Dalam hal ini, penulis menggunakan penelitian *backpropagation* yang telah terbukti tingkat keberhasilannya oleh peneliti-peneliti sebelumnya untuk memprediksi jumlah pemasangan instalasi air di PDAM Tirtauli Pematangsiantar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah langkah yang dimiliki dan dilakukan dalam rangka untuk mengumpulkan informasi atau data serta melakukan investigasi pada data yang telah didapatkan. Metode penelitian terdiri dari dua metode, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Adapun tujuan dari adanya metode penelitian tersebut antara lain :

1. Untuk memperoleh pengetahuan atau penemuan baru.
2. Untuk membuktikan atau menguji kebenaran dari pengetahuan yang sudah ada.
3. Untuk mengembangkan pengetahuan yang sudah ada.

2.1.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan rangka mencapai tujuan penelitian.

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti memanfaatkan perpustakaan sebagai sarana dalam mengumpulkan data, dengan mempelajari jurnal sebagai bahan referensi. Adapun sumber pengumpulan data yang diambil dari arsip jumlah penjualan gas 3 Kg di Pematangsiantar selama 6 bulan pada tahun 2018.

Tabel 1. Laporan Sambungan Instalasi Baru di PDAM Tirtauli

LOKASI KECAMATAN	JUMLAH INSTALASI				
	2015	2016	2017	2018	JUMLAH
SIANTAR TIMUR	109	88	151	49	397
SIANTAR MARTOBA	471	289	463	384	1607
SIANTAR UTARA	89	67	144	72	372
SIANTAR MARIHAT	33	63	88	42	226
SIANTAR BARAT	201	97	155	83	536
SIANTAR SELATAN	67	38	45	44	194
SIANTAR SIMALUNGUN	41	29	59	32	161
SIANTAR SITALASARI	197	216	243	225	881
SIANTAR SIMARIMBUN	247	183	223	137	790
J U M L A H	1,455	1,070	1,571	1,068	5,164

2.1.2 Analisis Data

Pada penelitian ini penulis menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation*. Penulis melakukan pengumpulan data dari arsip jumlah pemasangan sambungan instalasi baru di PDAM Tirtauli Pematangsiantar selama 4 tahun.

Tabel 2. Data Training Tahun 2015-2016 / Target 2017

LOKASI KECAMATAN	JUMLAH INSTALASI		
	2015	2016	TARGET
SIANTAR TIMUR	109	88	151
SIANTAR MARTOBA	471	289	463
SIANTAR UTARA	89	67	144
SIANTAR MARIHAT	33	63	88
SIANTAR BARAT	201	97	155
SIANTAR SELATAN	67	38	45
SIANTAR SIMALUNGUN	41	29	59
SIANTAR SITALASARI	197	216	243
SIANTAR SIMARIMBUN	247	183	223
J U M L A H	1,455	1,070	1,571

Tabel 3. Data Testing Tahun 2016-2017 / Target 2018

LOKASI KECAMATAN	JUMLAH INSTALASI		
	2016	2017	TARGET
SIANTAR TIMUR	88	151	49
SIANTAR MARTOBA	289	463	384
SIANTAR UTARA	67	144	72
SIANTAR MARIHAT	63	88	42
SIANTAR BARAT	97	155	83
SIANTAR SELATAN	38	45	44
SIANTAR SIMALUNGUN	29	59	32
SIANTAR SITALASARI	216	243	225
SIANTAR SIMARIMBUN	183	223	137
J U M L A H	1,070	1,571	1,068

2.2 Analisa Penelitian

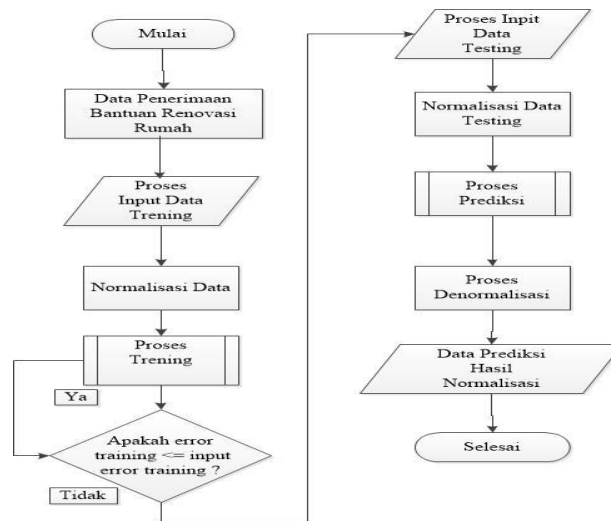
Pemasangan sambungan instalasi baru merupakan satu-satunya solusi dalam pendistribusian air ke rumah penduduk. Berdasarkan persentase rata-rata jumlah pemasangan sambungan baru yang naik turun setiap tahunnya maka perlu dilakukan prediksi jumlah pemasangan sambungan baru dalam rangka mengatasi permasalahan yang sering menjadi

kendala di masyarakat. Hal seperti ini merupakan permasalahan lumrah dalam bidang peramalan, yaitu ketidakpastian suatu keadaan apabila dilihat fakta-fakta histori yang lalu. Dalam hal ini penulis menggunakan jaringan saraf tiruan dengan metode *backpropogation*.

Backpropogation memiliki 2 proses tahapan dimana tahap yang pertama adalah melakukan pengenalan pola data dengan cara menentukan arsitektur terbaik dari model jaringan saraf tiruan yang dibuat. Dan tahap kedua adalah melakukan prediksi dengan pola arsitektur terbaik yang diperoleh dari tahap yang pertama.

2.2.1 Algoritma Backpropagation

Pada tahap penerapan *algoritma backpropogation* data yang telah diperoleh selanjutnya akan dilakukan tahap normalisasi data dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid*. Fungsi sigmoid adalah fungsi *asimtotik* (tidak pernah mencapai 0 atau 1), hal ini dilakukan untuk mempermudah proses perhitungan *algoritma backpropogation* (Yusran, 2016), (Maria Olinda Harun, Sebastianus A.S. Mola, 2016). Adapun *flowchart backpropogation* dalam melakukan prediksi yaitu :

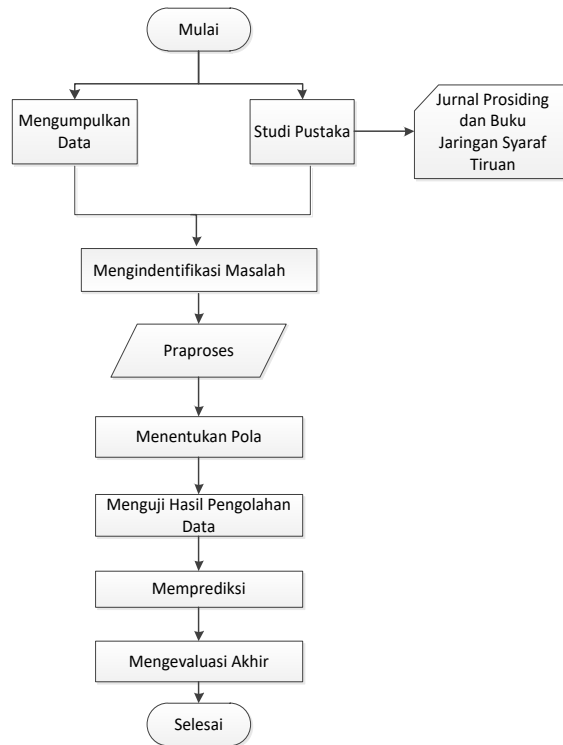


Gambar 1. Flowchart Backpropagation

Pada gambar 6. dapat dilihat pola bagaimana metode *backpropagation* melakukan perhitungan dalam melakukan prediksi dimana data yang dimasukkan selanjutnya dilakukan normalisasi data yang menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid*.

2.3 Tahapan Penelitian

Rancangan *flowchart* dari metode penelitian pada implementasi *algoritma backpropogation* dapat dilihat pada gambar 2. berikut :



Gambar 2. Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja pada gambar 2. maka masing-masing langkah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. **Mengumpulan Data**
Pada tahap ini, data-data diperoleh dari arsip laporan sambungan instalasi baru PDAM Tirtauli Pematangsiantar yaitu selama 4 tahun, yaitu tahun 2015 sampai tahun 2018.
2. **Studi Pustaka**
Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.
3. **Mengidentifikasi Masalah**
Pada tahap identifikasi masalah ini, dilakukan setelah semua data-data terpenuhi kemudian didapatkan *dataset* yang sesuai untuk dilakukan proses pada tahap konversi data yang didapat sesuai dengan bobot yang ditentukan.
4. **Praproses**
Tahapan yang dikerjakan adalah dengan melakukan perubahan terhadap beberapa tipe data pada atribut *dataset* dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap isi *record*, juga melakukan seleksi dengan memperhatikan konsistensi data, *missing value* dan *redundant* pada data.
5. **Menentukan Model**
Hasil dari tahap ini adalah menentukan beberapa model jaringan saraf tiruan dengan metode *Backpropagation* untuk menentukan pola terbaik dalam menentukan jumlah pemasangan sambungan instalasi baru di PDAM Tirtauli Pematangsiantar.
6. **Menguji Hasil Pengolahan Data**
Setelah proses penentuan model selesai, maka dilakukan tahapan uji coba terhadap hasil pengolahan data dengan menggunakan *Software Matlab*.
7. **Memprediksi**
Prediksi dilakukan untuk memprediksi jumlah pemasangan instalasi baru di PDAM Tirtauli Pematangsiantar tiap tahunnya.
8. **Mengevaluasi Akhir**
Mengevaluasi akhir dilakukan untuk mengetahui apakah *testing* hasil pengolahan data sesuai dengan yang diharapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pada Bab ini untuk mendapatkan hasil dilakukan 2 tahap, yaitu tahap pelatihan dan pengujian data.

1) Pelatihan dan pengujian data dengan matlab.

Dalam melakukan pelatihan dan pengujian hasil dari pengolahan data untuk menganalisis jumlah pertambahan instalasi baru yang terpasang pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar, maka pengolahan data tersebut juga akan diujikan ke dalam sistem komputerisasi. Dalam melakukan pengujian data, penulis menggunakan *software Matlab R2011b*.

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menerapkan algoritma *backpropagation* adalah membagi data yang akan diuji menjadi dua (2) bagian, dimana bagian pertama adalah untuk data pelatihan dan bagian kedua adalah untuk data pengujian. Data pelatihan (*training*) jumlah pertambahan instalasi baru yang terpasang pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar dapat dilihat pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Data *Training* Tahun 2015-2016 / Target 2017

LOKASI KECAMATAN	JUMLAH INSTALASI		
	2015	2016	TARGET
SIANTAR TIMUR	109	88	151
SIANTAR MARTOBA	471	289	463
SIANTAR UTARA	89	67	144
SIANTAR MARIHAT	33	63	88
SIANTAR BARAT	201	97	155
SIANTAR SELATAN	67	38	45
SIANTAR SIMALUNGUN	41	29	59
SIANTAR SITALASARI	197	216	243
SIANTAR SIMARIMBUN	247	183	223

Data pengujian (*testing*) instalasi baru PDAM dapat dilihat pada tabel 5. berikut.

Tabel 5. Data *Testing* Tahun 2016-2017 / Target 2018

LOKASI KECAMATAN	JUMLAH INSTALASI		
	2016	2017	TARGET
SIANTAR TIMUR	88	151	49
SIANTAR MARTOBA	289	463	384
SIANTAR UTARA	67	144	72
SIANTAR MARIHAT	63	88	42
SIANTAR BARAT	97	155	83
SIANTAR SELATAN	38	45	44
SIANTAR SIMALUNGUN	29	59	32
SIANTAR SITALASARI	216	243	225
SIANTAR SIMARIMBUN	183	223	137

Sebelum data diuji dalam proses pelatihan, maka langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- Melakukan normalisasi terhadap data input yang sudah dibagi menjadi data pelatihan dan pengujian dengan menggunakan persamaan yang ada.
- Setelah dilakukan normalisasi, maka akan dilakukan pelatihan menggunakan *software Matlab R2011b*. adapun parameter-parameter yang diperlukan dalam proses pelatihan adalah sebagai berikut :
 - `>>net=newff(minmax(P),[P,T],{'tansig','purelin'},'traingd');`
Parameter ini digunakan untuk 1 *layer* input terdiri dari 3 node, 1 *hidden layer* yaitu nilai lapisan tersembunyi yang ditentukan, dan 1 *layer output* terdiri dari 1 node.
 - `>>net=IW{1,1};`
Parameter ini digunakan untuk menampilkan nilai bobot awal dari *layer input* ke *hidden layer*.
 - `>>net=LW{2,1};`
Parameter ini digunakan untuk menampilkan nilai bobot awal dari *hidden layer* ke *output layer*.
 - `>>netb{2};`
Parameter ini digunakan untuk menampilkan nilai bias awal dari *hidden layer* ke *output layer*.
 - `>>net.trainParam.epoch=10000;`
Parameter ini digunakan untuk menentukan jumlah *epoch* maksimum pelatihan.
 - `>>net.trainParam.goal=0,001;`
Parameter ini digunakan untuk menentukan batas nilai *MSE* agar iterasi dihentikan. Iterasi akan berhenti jika *MSE* < batas yang ditentukan dalam *net.trainParam.goal* atau jumlah *epoch* yang telah ditentukan dalam *net.trainParam.goal.epochs*.
 - `>>net.trainParam.Lr=0.01;`
Parameter ini digunakan untuk laju pembelajaran ($\alpha = \text{learning rate}$). *Default* = 0,01, semakin besar nilai α , maka semakin cepat pula proses pelatihan. Akan tetapi jika nilai α terlalu besar, maka *algoritma* menjadi tidak stabil mencapai titik *minimum* lokal.
 - `>>net.trainParam.show=1000;`
Parameter ini digunakan untuk menampilkan frekuensi perubahan *MSE* (*default* : setiap 25 *epoch*).

i. $\gg [a, Pf, Af, e, Pref] = \text{sim}(\text{net}, A, [], [], B)$

Parameter ini digunakan untuk melihat keluar yang dihasilkan oleh suatu jaringan.

Parameter-parameter yang digunakan pada data input pelatihan dan pengujian sama, hanya saja parameter yang digunakan untuk menghasilkan keluaran jaringan pada data input pengujian yaitu sebagai berikut.

$\gg [a, Pf, af, e, Pref] = \text{sim}(\text{net}, PP, [], [], TT)$.

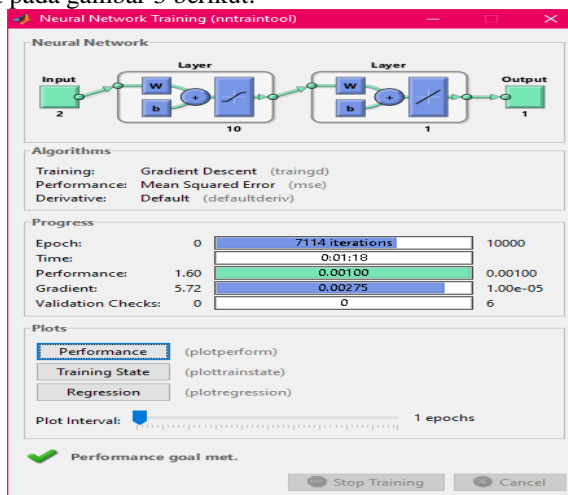
Pelatihan data dengan model arsitektur terbaik 2-10-1

Data yang akan diolah menggunakan *matlab* dengan model arsitektur 2-10-1, dengan data pelatihan sebanyak 2 masukan. Selanjutnya melakukan *input* parameter yang sudah ditentukan diatas dengan *input* yang ada. Data *input* pelatihan model arsitektur 2-10-1 dapat dilihat pada tabel 6. berikut.

Tabel 6. Data *Input* Pelatihan Model 2-10-1

POLA	TARGET	OUTPUT	ERROR	SSE	HASIL
Pola 1	0,32081	0,35570	-0,03489	0,00121700	1
Pola 2	0,88552	0,88600	-0,00048	0,00000023	1
Pola 3	0,30814	0,23200	0,07614	0,00579803	0
Pola 4	0,20679	0,20370	0,00309	0,00000953	1
Pola 5	0,32805	0,32650	0,00155	0,00000242	1
Pola 6	0,12896	0,16350	-0,03454	0,00119306	1
Pola 7	0,15430	0,16730	-0,01300	0,00016904	1
Pola 8	0,48733	0,50400	-0,01667	0,00027788	1
Pola 9	0,45113	0,43300	0,01813	0,00032874	0
JUMLAH SSE				0,00899592	78
MSE				0,00099955	

Pada tabel 6 diatas dapat dijelaskan bahwa model arsitektur 2-10-1 menghasilkan akurasi sebesar 78 %. Grafik data input pelatihan dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Neural Network Training Model 2-20-1

Pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pada data *input* pelatihan menggunakan lapisan masukan (*input layer*) 2 masukan, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) 10, dan menghasilkan 1 lapisan keluaran (*output layer*). *Epoch* yang dihasilkan sebanyak 7114 iterasi dalam waktu 01:18 detik. Sedangkan data *input* pengujian model arsitektur 2-10-1 dapat dilihat pada tabel 7. berikut.

Tabel 7. Data *Input* Pengujian Model 2-10-1

POLA	TARGET	OUTPUT	ERROR	SSE	HASIL
Pola 1	0,13687	0,53880	-0,40193	0,16155065	1
Pola 2	0,75438	-0,83930	1,59368	2,53980919	0
Pola 3	0,17926	0,42340	-0,24414	0,05960303	1
Pola 4	0,12396	0,21500	-0,09104	0,00828771	1
Pola 5	0,19954	0,57000	-0,37046	0,13724123	1
Pola 6	0,12765	0,19560	-0,06795	0,00461723	1
Pola 7	0,10553	0,20390	-0,09837	0,00967667	1
Pola 8	0,46129	0,45700	0,00429	0,00001841	1
Pola 9	0,29908	0,52630	-0,22722	0,05162968	1
JUMLAH SSE				2,97243380	89

<i>MSE</i>	0,33027042
------------	------------

Pada tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa antara data *input* pelatihan dan data *input* pengujian menghasilkan tingkat akurasi yang cukup berbeda yaitu sebesar 89 %.

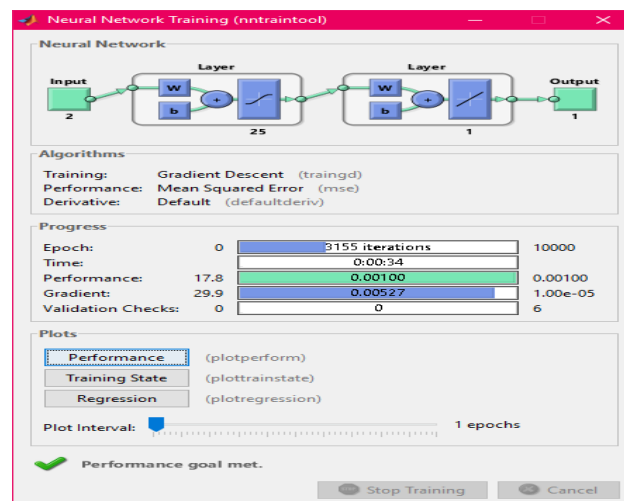
2) Arsitektur terbaik dengan 2-25-1

Data yang akan diolah menggunakan *matlab* dengan model arsitektur 2-25-1, dengan data pelatihan sebanyak 2 inputan. Selanjutnya melakukan *input* parameter yang sudah ditentukan diatas dengan *input* yang ada. Data *input* pelatihan model arsitektur 2-25-1 dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Data *Input* Pelatihan Model 2-25-1

POLA	TARGET	OUTPUT	ERROR	SSE	HASIL
Pola 1	0,32081	0,32440	-0,00359	0,00001286	1
Pola 2	0,88552	0,99510	-0,10958	0,01200770	1
Pola 3	0,30814	0,29120	0,01694	0,00028713	0
Pola 4	0,20679	0,25850	-0,05171	0,00267420	1
Pola 5	0,32805	0,32950	-0,00145	0,00000209	1
Pola 6	0,12896	0,16090	-0,03194	0,00102021	1
Pola 7	0,15430	0,08360	0,07070	0,00499830	0
Pola 8	0,48733	0,48540	0,00193	0,00000373	1
Pola 9	0,45113	0,45140	-0,00027	0,00000007	1
JUMLAH SSE				0,02100628	78
MSE				0,00233403	

Pada tabel 8 diatas dapat dilihat bahwa pada model arsitektur 2-25-1 menghasilkan tingkat akurasi yang beda dengan data *input* pelatihan model 2-10-1, sebesar 78 %. Grafik data *input* pelatihan jaringan model 2-25-1 dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Neural Network Training Model 2-25-1

Pada gambar 4 diatas dapat dijelaskan bahwa pada data *input* pelatihan model 2-25-1 menggunakan lapisan masukan (*input layer*) 2 masukan, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) 25, lapisan keluaran (*output layer*) 1. Epoch yang dihasilkan sebesar 3155 iterasi dalam waktu 34 detik. Sedangkan untuk data pengujiannya dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Data *Input* Pengujian Model 2-25-1

POLA	TARGET	OUTPUT	ERROR	SSE	HASIL
Pola 1	0,13687	-0,46310	0,59997	0,35995963	0
Pola 2	0,75438	0,76250	-0,00812	0,00006597	1
Pola 3	0,17926	-0,80650	0,98576	0,97172805	0
Pola 4	0,12396	0,13330	-0,00934	0,00008718	1
Pola 5	0,19954	-0,19080	0,39034	0,15236467	0
Pola 6	0,12765	0,22210	-0,09445	0,00892085	1
Pola 7	0,10553	0,26010	-0,15457	0,02389190	1
Pola 8	0,46129	-0,38750	0,84879	0,72044501	0
Pola 9	0,29908	0,86750	-0,56842	0,32310318	1

JUMLAH SSE	2,56056643	56
MSE	0,28450738	

Pada tabel 9, data *input* pengujian model 2-25-1 menghasilkan tingkat akurasi yang lebih rendah dari model arsitektur sebelumnya sebesar, 56 %. Dan begitu seterusnya hingga 5 kali pengujian dengan model arsitektur yang berbeda.

3) Pemilihan Arsitektur Terbaik

Data *input* yang sudah melalui proses pelatihan dan pengujian menggunakan *software Matlab R2011b* dengan menyisipkan lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini dengan data masukan (*input layer*) 2, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) 5, dan menghasilkan 1 lapisan keluaran (*output layer*) yaitu, 2-10-1, 2-25-1, 2-35-1, 2-40-1, 2-50-1. Dari kelima model yang digunakan penulis dalam proses pelatihan menerapkan algoritma *backpropagation* dengan menggunakan *software Matlab R2011b*, sampel data yaitu Jumlah Pertambahan Instalasi Baru Yang Terpasang Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar. Pada penelitian ini, penulis menyimpulkan bahwa model arsitektur terbaik adalah model arsitektur 2-10-1 dengan proses perulangan (*epoch*) pada saat pelatihan dengan nilai *epoch* 7114 iterasi, pencapaian *MSE* pada saat pengujian adalah 0,33027042. Model arsitektur ini yang akan digunakan untuk melakukan proses analisis Jumlah Instalasi Baru (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar. Adapun data perbandingan dari masing-masing model dapat dilihat pada tabel 10. berikut.

Tabel 10. Model Akurasi Arsitektur *Backpropagation*

NO	Arsitektur	Training			Testing	
		Epoch	Waktu	MSE	MSE	Akurasi
1	2-10-1	7114	01.18	0,00099955	0,33027042	89%
2	2-25-1	3155	00.34	0,00233403	0,28450738	56%
3	2-35-1	2380	00.27	0,00099978	1,73992295	44%
4	2-40-1	3147	00.34	0,00543711	3,22466065	67%
5	2-50-1	613	00.08	0,00099671	1,70397196	33%

Pada tabel 10. diatas dapat disimpulkan bahwa model arsitektur 2-10-1 merupakan model arsitektur terbaik dengan *epoch* 7114 iterasi, waktu 01.18 detik, *MSE* 0,33027042 dengan tingkat akurasi 89 %. Model arsitektur ini akan diterapkan dalam menganalisis Jumlah Instalasi Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar.

3.2 Pembahasan

Dalam melakukan proses prediksi untuk beberapa tahun berikutnya, penulis menyimpulkan bahwa model arsitektur terbaik yakni 2-10-1. Model arsitektur ini akan diterapkan dalam memprediksi Jumlah Instalasi Baru Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar.

1) Hasil Prediksi Dengan Model Arsitektur 2-10-1

Untuk mendapatkan hasil prediksi, penulis menggunakan *software Matlab R2011b* dengan data yang diolah merupakan data pengujian (*testing*) dan menggunakan model arsitektur terbaik yakni 2-10-1. Adapun parameter-parameter yang dilakukan dalam melakukan proses prediksi , yaitu sebagai berikut :

```
>>net=newff(minmax(P),[PP,TT],{'tansig','purelin'},'traingd');
>>net.LW{1,1};
>> net.b{1};
>> net.LW{2,1};
>> net.b{2};
>> net.trainParam.epochs=10000;
>>net.trainParam.goal = 0.001;
>>net.trainParam.Lr = 0.01;
>>net.trainParam.show = 1000;
>>net=train(net,P,T)
>> [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,PP,[],[],TT)
```

Setelah hasil keluaran target diperoleh, langkah selanjutnya yaitu mencari hasil dari target prediksi jumlah pertambahan instalasi baru di PDAM Tirtauli Kota Pematangsiantar menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Target Prediksi} = \left| \frac{(X_n - 0,1) \times (b - a)}{0,8 + a} \right| \quad (1)$$

Keterangan : 0,8 = nilai konstan (ketetapan)

X_n = nilai yang didapatkan (hasil keluaran)

a = data minimum

b = data maksimum

Setelah hasil prediksi diperoleh, susun hasil prediksi tersebut menjadi data baru seperti data awal sebelumnya, lalu melakukan normalisasi lagi untuk melakukan proses prediksi selanjutnya seperti data awal sebelumnya.

2) Hasil Prediksi Tahun 2023 Dengan Model Arsitektur 2-10-1

Dalam melakukan pengujian data untuk memperoleh hasil prediksi yang diinginkan menggunakan model arsitektur 2-10-1 terbaik yang diperoleh melalui langkah yang sudah dilakukan penulis menggunakan *software Matlab R2011b*. Adapun hasil prediksi terhadap Jumlah Instalasi Baru (PDAM) untuk tahun 2023 dapat dilihat pada tabel 11 berikut.

Tabel 11. Hasil Prediksi Tahun 2023

No	Data Asli	Target	Target Prediksi	Prediksi
1	29	0,12027	0,17880	33
2	68	0,28027	0,27820	38
3	34	0,13963	0,12080	30
4	41	0,17115	0,16440	32
5	30	0,12705	0,06540	27
6	36	0,14931	0,13530	31
7	30	0,12606	0,14220	31
8	52	0,21385	0,20690	34
9	48	0,19941	0,22860	35

Pada tabel 11 diatas dapat dijelaskan bahwa data asli merupakan data awal yang diperoleh dari data awal Jumlah Instalasi Baru (PDAM) tahun 2022, target merupakan hasil normalisasi data awal 2022, target prediksi merupakan hasil keluaran jaringan yang diperoleh menggunakan *software Matlab R2011b*, sedangkan target merupakan hasil prediksi yang diperoleh melalui persamaan yang sudah ditentukan. Hasil prediksi yang akan digunakan sebagai acuan jumlah instalasi baru (PDAM) untuk tahun 2023 dengan tingkat akurasi 89 %. Data Jumlah Instalasi Baru dapat dilihat pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Jumlah Instalasi Baru PDAM (2019-2023)

NO	LOKASI KECAMATAN	JUMLAH INSTALASI				
		2019	2020	2021	2022	2023
1	SIANTAR TIMUR	63	24	34	28	33
2	SIANTAR MARTOBA	319	222	133	68	38
3	SIANTAR UTARA	43	47	31	33	30
4	SIANTAR MARIHAT	27	33	33	41	32
5	SIANTAR BARAT	82	77	35	30	27
6	SIANTAR SELATAN	40	44	36	36	31
7	SIANTAR SIMALUNGUN	59	41	37	30	31
8	SIANTAR SITALASARI	196	140	87	52	34
9	SIANTAR SIMARIMBUN	114	82	64	48	35

Pada tabel 12 dapat dilihat bahwa hasil prediksi yang diperoleh dengan tingkat akurasi sebesar 89 % mengalami kenaikan dan penurunan jumlah data yang berbeda-beda disetiap tahunnya.

Pada penelitian ini, penulis melakukan prediksi dalam rentang waktu 5 tahun kedepan. Berdasarkan hasil prediksi yang diperoleh, jumlah instalasi baru mengalami kenaikan dan penurunan jumlah data yang berbeda-beda disetiap tahunnya. Namun dalam hal ini, hasil prediksi yang diperoleh menggunakan model terbaik yang diperoleh 2-10-1 dengan tingkat akurasi 89 % merupakan suatu hal yang masih merupakan ramalan yang dapat digunakan acuan atau tidak dengan menerapkan suatu algoritma *backpropagation*. Dengan hasil prediksi yang sudah diperoleh dapat sebagai antisipasi untuk bahan evaluasi dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas dalam meningkatkan pertambahan jumlah instalasi baru di (PDAM) Tirtauli Kota Pematangsiantar.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan implementasi dan pengujian dengan menggunakan bahasa pemrograman *Matlab R2011b* adalah sebagai berikut :

1. Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk memprediksi jumlah pertambahan pemasangan instalasi baru dengan menggunakan algoritma *backpropagation*.
2. Menambahkan banyak *hidden layer* pada saat pelatihan dan pengujian, bukan merupakan suatu hasil yang baik. Untuk 5 model arsitektur yang dirancang, 2-10-1 merupakan model terbaik dengan tingkat akurasi sebesar 89%.
3. Pemodelan terbaik pada penelitian ini adalah 2-10-1 dengan proses perulangan (*epoch*) 7114 iterasi, tingkat akurasi sebesar 89 % pencapaian MSE 0,33027042. Dengan pola 2-10-1 tersebut selanjutnya dilakukan prediksi untuk tahun 2019 sampai 2023.



REFERENCES

- Jaya, H., Sabran, Idris, M. M., Djawad, Y. A., Ilham, A., & Ahmar, A. S. (2018). Kecerdasan Buatan. In *Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar*.
- Maria Olinda Harun, Sebastianus A.S. Mola, E. S. Y. P. (2016). *IMPLEMENTASI METODE BACKPROPAGATION UNTUK MEMPREDIKSI BEBAN LISTRIK DI KABUPATEN SIKKA*. 4(1), 33–43.
- Prasetya, R. (2017). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Ketinggian Air (Studi Kasus: Sungai Ciliwung). *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 1(3), 297. <https://doi.org/10.30998/string.v1i3.1558>
- Siang, J. J. (2005). Jaringan Syaraf Tiruan Dan Pemrogramannya Dengan Matlab. *Andi Yogyakarta*, pp. 1–310.
- Solikhun, M. Safii, A. T. (2017). JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI TINGKAT PEMAHAMAN SISIWA TERHADAP MATAPELAJARAN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION Solikhun,. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 1(1), 24–36.
- Windarto, A. P. (2017). Implementasi JST Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman KUR Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropagation. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v1i1.25>
- Yusran, Y. (2016). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Untuk Memprediksi Hasil Nilai Un Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Ipteks Terapan*, 9(4), 269–275. <https://doi.org/10.22216/jit.2015.v9i4.571>