

MODEL ARSITEKTUR *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* PADA PELANGGAN LISTRIK NEGARA (PLN)

Muhammad Noor Hasan Siregar

Universitas Graha Nusantara, Padangsidempuan, Sumatera Utara, Indonesia

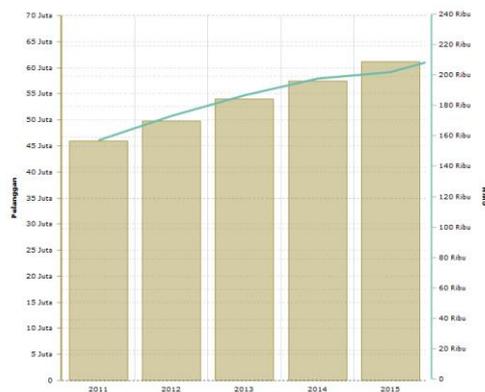
noor.siregar@gmail.com

Abstrak— Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan sebuah BUMN yang mengurus semua aspek kelistrikan yang ada di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan listrik seiring tumbuhnya populasi membuat pelanggan listrik terus bertambah. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah model prediksi dengan memanfaatkan kecerdasan buatan yakni Jaringan saraf Tiruan dengan menggunakan algoritma *Backpropogation*. Data penelitian bersumber dan diolah oleh Badan Pusat Statistik Indonesia (<https://www.bps.go.id>). Data masukan adalah kelompok pelanggan PLN yang dibagi kedalam 5 kategori yakni Sosial, Rumah Tangga, Bisnis, Industri dan Publik dengan data jumlah pelanggan (2006-2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 4 pengujian model arsitektur yaitu 5-10-1, 5-25-1, 5-10-25-1 dan 5-25-10-1 diperoleh model 5-25-1 adalah model arsitektur terbaik dengan parameter MSE Pelatihan 0,0009994101, MSE Pengujian 0,0011603685, Epoch 520 dan Akurasi 80%. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan prediksi kepada pihak PLN kedepanya tentang jumlah peningkatan pelanggan PLN mengingat listrik adalah salah satu kebutuhan masyarakat.

Keywords— pelanggan, Prediksi, Kecerdasan Buatan, *Backpropogation*, Jaringan Saraf Tiruan

I. PENDAHULUAN

Pelanggan Listrik Negara adalah sebuah Badan Umum Milik Negara (BUMN) yang mengurus semua aspek kelistrikan yang ada di Indonesia. Berdasarkan data Perusahaan Listrik Negara, jumlah pelanggan listrik hingga akhir Agustus 2015 mencapai 61,2 juta pelanggan. Jumlah tersebut naik 3,7 persen dibanding akhir 2014, yakni 57,5 juta pelanggan. Selama periode 2011-2015, jumlah konsumen listrik rata-rata tumbuh 7,45 persen per tahun. Berikut ini grafik jumlah pelanggan listrik negara yang terus meningkat seiring kebutuhan masyarakat akan listrik yang terus bertambah.



Gbr. 1 Grafik Jumlah Pelanggan Listrik Negara

(Sumber : BPS Indonesia)

Berdasarkan gambar 1 dapat dijelaskan bahwa jumlah pelanggan dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini didasarkan atas kebutuhan pelanggan khususnya masyarakat semakin meningkat di era teknologi sekarang. Berdasarkan

permasalahan diatas, peneliti ingin melakukan pengolahan data secara maksimal berdasarkan sumber data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Banyak cabang ilmu komputer yang dapat dimanfaatkan untuk mengekstrak data dalam skala besar. Salah satunya adalah datamining[1]–[3], jaringan saraf tiruan[4], [5][6], [7][8], sistem pendukung keputusan[9]–[13], sistem pakar [14]–[17] dan lain lain. Dari cabang ilmu kecerdasan buatan, prediksi adalah salah satu hal yang menarik untuk diteliti.

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan suatu model kecerdasan yang diilhami dari struktur otak manusia dan kemudian diimplementasikan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran berlangsung. Salah satu algoritma JST adalah *perceptron*, *multi perseptron*, *kohonen*, *backpropogation*. Peneliti menggunakan algoritma *backpropogation* untuk membuat model arsitektur prediksi pada jumlah pelanggan listrik PLN mengingat *backpropogation* adalah algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat error dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan *output* dan target yang diinginkan. *Backpropagation* juga merupakan sebuah metode sistematis untuk pelatihan multilayer JST[8], [12]. Banyak judul artikel ilmiah terkait tentang prediksi dengan model *backpropogation*. Salah satunya adalah [12] dengan judul “*JST Dalam Memprediksi Suku Negara Ritel Berdasarkan Kelompok Profesi Dengan Backpropogation Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi*”. Resume dari penelitian ini adalah membuat model prediksi SNR dengan

masukannya PNS (X1), Pegawai Swasta (X2), IRT (X3), Wiraswasta (X4), TNI/Polri (X5) dan Lainnya (X6) dengan model arsitektur pelatihan dan pengujian sebanyak 6 arsitektur yakni 6-2-1, 6-5-1, 6-2-5-1 dan 6-5-2-1. Keluaran (output) yang dihasilkan adalah pola terbaik dari arsitektur JST. Model arsitektur terbaik adalah 6-5-2-1 dengan epoch 37535, MSE 0,0009997295 dan tingkat akurasi 100%. Dari model ini dilakukan analisis sensitivitas untuk melihat variabel yang memiliki performa terbaik dan diperoleh variabel Pegawai Swasta (X2) dengan skor 0,3268. Sehingga didapat hasil prediksi investor terbanyak pada pembelian sukuk untuk seri 008 berikutnya berdasarkan kategori profesi adalah Pegawai Swasta. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan masukan kepada pihak PLN dalam memprediksi jumlah pelanggan yang menggunakan jasa PLN tersebut

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kecerdasan Buatan

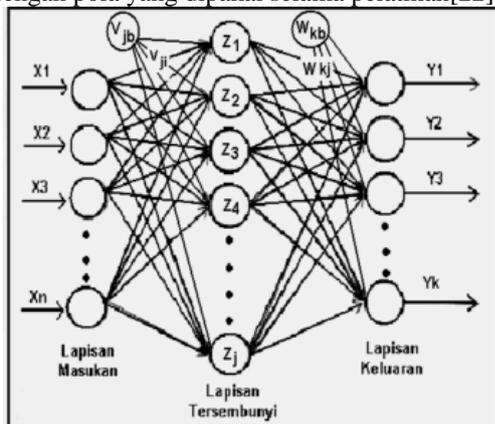
Satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia [12][4]–[7].

B. Jaringan Saraf Tiruan (JST)

JST merupakan salah satu representasi buatan otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia [18][19]–[21].

C. Algoritma Backpropagation

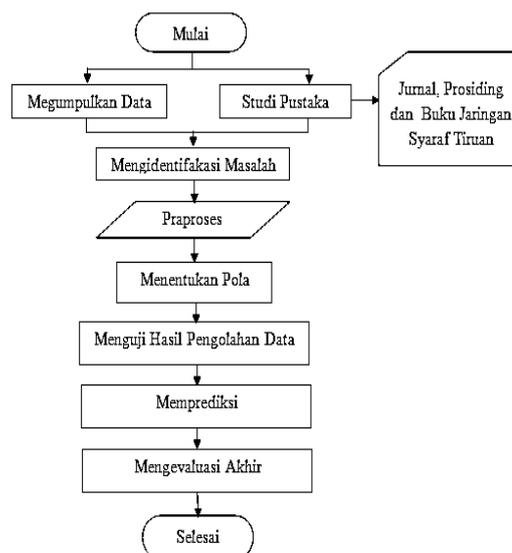
Backpropagation melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa dengan pola yang dipakai selama pelatihan [22].



Gbr. 3 Algoritma Backpropagation

III. METODE PENELITIAN

Adapun langkah – langkah/ tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah penelitian disusun dalam kerangka kerja berikut



Gbr. 2 Kerangka Penelitian

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

1. Mengumpulkan Data
data-data diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia melalui <https://www.bps.go.id>
2. Studi Pustaka
Dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian (artikel ilmiah, buku, prosiding dll)
3. Mengidentifikasi Masalah
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 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 model arsitektur JST dengan *Backpropagation* dalam menentukan pola
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 membandingkan hasil dengan metode *Backpropagation* yang paling akurat
8. Mengevaluasi Akhir
Dilakukan untuk mengetahui apakah testing hasil pengolahan data sesuai dengan yang diharapkan.

Publik (X5)	0,10278	0,10315	0,10348	0,10373	0,10396
-------------	---------	---------	---------	---------	---------

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penetapan Masukan dan Keluaran

Data jumlah pelanggan PLN yang diolah dengan metode *Backpropagation* dinormalisasi ke bentuk bilangan numerik 0-1 agar dapat dikenali oleh JST. Luaran yang dihasilkan mempunyai nilai *range* 0-1 karena menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner (logsig)*. Data akan dibagi menjadi 2 bagian, yakni data pelatihan dan data pengujian. Setiap data memiliki *input* dan *output* yang berbeda untuk mencari model arsitektur *Backpropagation* terbaik yang digunakan untuk memprediksi jumlah pelanggan PLN. Adapun variabel masukan JST tentang jumlah pelanggan dikelompokkan berdasarkan kelompok pelanggan yaitu: Sosial (X1), Rumah Tangga (X2), Bisnis (X3), Industri (X4) dan Publik (X5). Adapun variabel luaran adalah jumlah pelanggan PLN tahun (2006-2015). Hasil yang diinginkan pada tahap ini adalah terdeteksinya suatu nilai untuk penentuan pola arsitektur terbaik dari serangkaian penentuan pola yang dilakukan. Kategorisasi pola terbaik untuk memprediksi jumlah pelanggan PLN dengan menentukan tingkat *error minimum*. Semakin kecil *error minimum* yang dihasilkan suatu target, maka penentuan pola arsitektur terbaik semakin bagus. Untuk penelitian ini nilai *error minimum* yang terbaik berkisar diantara **0,009 - 0,001**.

B. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dengan menormalisasi data jumlah pelanggan PLN (2006-2015) ke range 0-1 dengan rumus :

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

Dimana

- x^1 = Hasil konversi data
- x = Nilai yang akan dikonversi
- a = Nilai *minimum* dari suatu data
- b = Nilai *maksimum* dari suatu data

Sebelum data ditranformasi, data input dibagi menjadi 2 bagian, yakni data pelatihan (2006-2011) dan data pengujian (2012 – 2015) sehingga diperoleh data sebagai berikut :

TABEL 1
DATA TRAINING

Kelompok Pelanggan	2006	2007	2008	2009	Target
Sosial (X1)	748558	790781	838129	861067	909312
R. Tangga (X2)	33118262	34684540	36025071	37099830	39326344
Bisnis (X3)	1511069	1610574	1716046	1879429	1912155
Industri (X4)	46366	46818	47536	47900	50319
Publik (X5)	182713	201016	217304	229459	240730

Berdasarkan tabel 1, data training akan dinormalisasikan dengan menggunakan rumus (1). Hasil normalisasi data dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL 2
DATA TRAINING NORMALISASI

Kelompok Pelanggan - PLN	2006	2007	2008	2009	Target
Sosial (X1)	0,11430	0,11516	0,11613	0,11659	0,11758
Rumah Tangga (X2)	0,77356	0,80546	0,83276	0,85465	0,90000
Bisnis (X3)	0,12983	0,13186	0,13401	0,13733	0,13800
Industri (X4)	0,10000	0,10001	0,10002	0,10003	0,10008

TABEL 3
DATA TESTING

Kelompok Pelanggan	2011	2012	2013	2014	Target
Sosial (X1)	963769	1033124	1114073	1182086	1261839
R. Tangga (X2)	42592962	46254481	50145466	53352906	56649029
Bisnis (X3)	2049618	2218425	2418594	2613834	2895276
Industri (X4)	52215	52789	57408	60143	65353
Publik (X5)	254190	271647	295699	330200	343065

Berdasarkan tabel 3, data testing akan dinormalisasikan dengan menggunakan rumus (1). Hasil normalisasi data dapat dilihat pada tabel berikut:

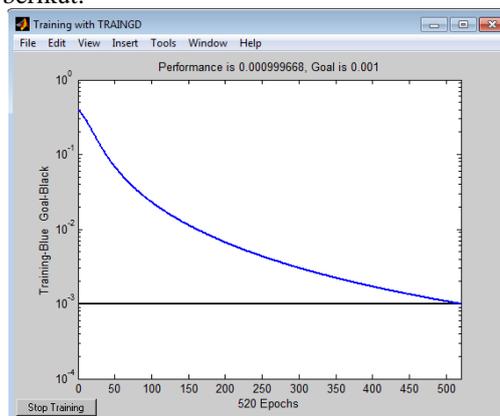
TABEL 4
DATA TESTING NORMALISASI

Kelompok Pelanggan - PLN	2011	2012	2013	2014	Target
Sosial (X1)	0,11288	0,11387	0,11501	0,11597	0,11710
Rumah Tangga (X2)	0,70132	0,75307	0,80807	0,85341	0,90000
Bisnis (X3)	0,12823	0,13062	0,13345	0,13621	0,14019
Industri (X4)	0,10000	0,10001	0,10007	0,10011	0,10019
Publik (X5)	0,10285	0,10310	0,10344	0,10393	0,10411

Berdasarkan tabel 2 dan 4, normalisasi data jumlah pelanggan terdiri dari 10 data dimana data ini dibagi menjadi 2 bagian. Data pelatihan (*training*) terdiri dari data tahun 2006-2010 dengan target 2010. Data pengujian (*testing*) terdiri dari data tahun 2011-2015 dengan target 2015. Model arsitektur yang digunakan adalah 5-10-1; 5-25-1; 5-10-25-1 dan 5-25-10-1 dengan menggunakan tools *Matlab* dengan parameter:

```
>> net=newff(minmax(P),[Hidden,Target],{'logsig','purelin'},'traingd');
>> net.IW{1,1};
>> net.b{1};
>> net.LW{2,1};
>> net.b{2};
>> net.trainparam.epochs=10000;
>> net.trainparam.LR=0.01;
>> net.trainParam.goal = 0.001;
>> net.trainParam.show = 1000;
```

Dari pelatihan dan pengujian model arsitektur tersebut diperoleh hasil bahwa model arsitektur 5-25-1 pengujian seperti berikut:



Gbr. 4 Arsitektur Terbaik (4-25-1)

Berdasarkan gambar 4, dapat dijelaskan bahwa proses pelatihan jaringan berhenti di epoch 520 dengan target goal 0,001. Berikut ini hasil lengkap hasil pelatihan dan pengujian data dengan model arsitektur 4-25-1

TABEL 5
HASIL DATA TRAINING

No	Real	Target	5-25-1		
			Output	Error	SSE
1	Sosial (X1)	0,1176	0,1174	0,000	0,0000000324
2	Rumah Tangga (X2)	0,9000	0,8296	0,070	0,0049561600
3	Bisnis (X3)	0,1380	0,1374	0,001	0,0000003600
4	Industri (X4)	0,1001	0,1053	-0,005	0,0000272484
5	Publik (X5)	0,1040	0,1076	-0,004	0,0000132496
			Total		0,0049970504
			MSE		0,0009994101

TABEL 6
HASIL DATA TESTING

No	Real	Target	ANN 5-25-1			
			Output	Error	SSE	Hasil
1	Sosial (X1)	0,1171	0,1166	0,001	0,0000002500	Benar
2	Rumah Tangga (X2)	0,9000	0,8242	0,076	0,0057456400	Salah
3	Bisnis (X3)	0,1402	0,1362	0,004	0,0000159201	Benar
4	Industri (X4)	0,1002	0,1054	-0,005	0,0000271441	Benar
5	Publik (X5)	0,1041	0,1077	-0,004	0,0000128881	Benar
			Total		0,0058018423	80
			MSE		0,0011603685	

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 5 dan 6 dapat dijelaskan bahwa hasil data *testing* menunjukkan akurasi kebenaran mencapai 80% dengan *error minimum* berkisar diantara 0,001-0,009 dengan *Means Square Error (MSE)* Pelatihan 0,0009994101 dan *Means Square Error (MSE)* Pengujian 0,0011603685.

C. Penetapan Model Arsitektur Terbaik

Dari hasil serangkaian uji coba yang dilakukan dengan menggunakan 4 model arsitektur Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *backpropagation* diperoleh satu model arsitektur terbaik dengan mempertimbangan beberapa parameter *MSE*, *epoch*, akurasi kebenaran dan waktu seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

TABEL 7
HASIL SERANGKAIAN UJI COBA

Parameter	5-10-1	5-25-1	5-10-25-1	5-25-10-1
MSE Pelatihan	0,0009999869	0,0009994101	0,0009982633	0,0009990001
MSE Pengujian	0,0009868421	0,0011603685	0,0036819269	0,0010738737
Epoch	1931	520	1525	534
Akurasi	20%	80%	20%	20%

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 7 lewat serangkaian pelatihan dan pengujian didapat model arsitektur terbaik untuk prediksi jumlah pelanggan pada periode selanjutnya adalah model arsitektur 5-25-1 dengan pertimbangan *epoch* dan akurasi kebenaran dalam mengenali objek yang diberikan

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

- Jaringan saraf tiruan dengan menggunakan metode *backpropagation* dapat digunakan untuk memprediksi

jumlah pengguna listrik PLN dengan tingkat akurasi kebenaran 80%

- Dari 4 model arsitektur yang digunakan, tidak menjamin penambahan *hidden* dapat meningkatkan akurasi kebenaran dalam mengenali sebuah objek. Untuk model arsitektur 5-10-25-1 dan 5-25-10-1 adalah model dengan *epoch* tercepat setelah arsitektur 5-25-1

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- 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.
- M. G. Sadewo, A. P. Windarto, and D. Hartama, "PENERAPAN DATAMINING PADA POPULASI DAGING AYAM RAS PEDAGING DI INDONESIA BERDASARKAN PROVINSI MENGGUNAKAN K-MEANS CLUSTERING," *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 2, no. 1, pp. 60–67, 2017.
- 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.
- 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.
- A. Wanto, A. P. Windarto, D. Hartama, and I. Parlina, "Use of Binary Sigmoid Function And Linear Identity In Artificial Neural Networks For Forecasting Population Density," *Int. J. Inf. Syst. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–54, 2017.
- 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.
- 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.
- Agus Perdana Windarto, "Implementasi metode topsis dan saw dalam memberikan reward pelanggan," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 88–101, 2017.
- 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.
- 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.
- Solikhun, A. P. Windarto, Handrizal, and M.Fauzan, "Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Sukuk Negara Ritel Berdasarkan Kelompok Profesi Dengan Backpropagation Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 184–197, 2017.
- 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, NaN-2017, pp. 141–144, 2017.
- I. Chen and B. L. Poole, "Performance Evaluation of Rule Grouping on a Real-Time Expert System Architecture," vol. 6, no. 6, pp. 883–891, 2014.
- Y. Malhotra, "Expert systems for knowledge management: crossing the chasm between information processing and sense making,"

- Expert Syst. Appl.*, vol. 20, no. 1, pp. 7–16, 2001.
- [16] M. Min, “A rule based expert system for analysis of mobile sales data on fashion market,” *2013 Int. Conf. Inf. Sci. Appl. ICISA 2013*, 2013.
- [17] M. Mohammadi and S. Jafari, “An expert system for recommending suitable ornamental fish addition to an aquarium based on aquarium condition,” *arXiv Prepr. arXiv1405.1524*, vol. 3, no. 2, pp. 1–7, 2014.
- [18] Agus Perdana Windarto, “IMPLEMENTASI JST DALAM MENENTUKAN KELAYAKAN NASABAH PINJAMAN KUR PADA BANK MANDIRI MIKRO SERBELAWAN DENGAN METODE BACKPROPOGATION,” *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 12–23, 2017.
- [19] W. M. Dessy and A. Irawan, “Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah,” *J. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–51, 2012.
- [20] Z. A. Matondang, “JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGATION UNTUK PENENTUAN KELULUSAN SIDANG SKRIPSI,” *Pelita Inform. Budi Darma*, vol. IV, no. 1, pp. 84–93, 2013.
- [21] A. R. Youllia Indrawaty, Asep Nana Hermana, “Implementasi Model Backpropagation Dalam Mengenali Pola Gambar Untuk Mendiagnose Penyakit Kulit,” *J. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2012.
- [22] A. Jumarwanto, “APLIKASI JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION UNTUK MEMREDIKSI PENYAKIT THT DI RUMAH SAKIT MARDI RAHAYU KUDUS,” *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 11–21, 2009.