

## Identifikasi Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Metode *Artificial Neural Network*

Abel Aditya Aryaguna<sup>1</sup>, Dimas Oky Anggriawan<sup>2</sup>, Suhariningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro Industri, Departemen Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Indonesia

*email: abeladitya8@gmail.com<sup>1</sup>, dimas@pens.ac.id<sup>2</sup>, nuning@pens.ac.id<sup>3</sup>*

**Abstrak** - Berkembangnya kebutuhan masyarakat terhadap tenaga listrik saat ini meningkat pesat, sehingga perlindungan terhadap jaringan distribusi sangatlah penting untuk menjamin pelayanan tenaga listrik. Paper ini menyajikan algoritma yang diusulkan untuk identifikasi variasi tegangan durasi pendek. *Artificial Neural Network* (ANN) digunakan untuk mengidentifikasi 7 jenis variasi tegangan durasi pendek seperti sinyal normal, *sag instantaneous*, *sag momentary*, *sag temporary*, *swell instantaneous*, *swell momentary*, dan juga *swell temporary*. Simulasi untuk membangkitkan gangguan menggunakan *software* MATLAB Simulink yang telah disimulasikan dan mendapat nilai untuk input data ke ANN. Hasil algoritma yang diusulkan sangatlah efektif untuk identifikasi, di mana ANN dengan 5 x 5 neuron pada lapisan tersembunyi memiliki tingkat akurasi 100%.

**Kata Kunci** - Jaringan distribusi, *voltage sag*, *voltage swell*, matlab simulink, *artificial neural network*, identifikasi, variasi tegangan durasi pendek

**Abstract** - The development of public demand for electric power is currently increasing rapidly, so that protection of the distribution network is very important to ensure electric power services. This paper presents the proposed algorithm for the identification of short duration voltage variations. *Artificial Neural Network* (ANN) was used to identify 7 types of short duration voltage variations such as normal signal, *instantaneous sag*, *momentary sag*, *temporary swell*, *instantaneous swell*, *momentary swell*, and also *temporary swell*. The simulation to generate disturbances uses the *MATLAB Simulink software* which has been simulated and gets a value for data input to the ANN. The results of the proposed algorithm are very effective for identification, where ANN with 5 x 5 neurons in the hidden layer has an accuracy rate of 100%.

**Keywords** - *Distribution network*, *voltage sag*, *voltage swell*, matlab simulink, *artificial neural network*, identification, short duration voltage variations

### I. PENDAHULUAN

Semakin lama, kebutuhan masyarakat sangatlah penting dalam hal tenaga listrik, sehingga perlindungan terhadap jaringan distribusi mempunyai peran penting dalam perlindungan listrik. Hal ini dikarenakan jaringan distribusi merupakan bagian dari suatu sistem tenaga listrik dengan mempunyai elemen penting yaitu sebagai penyaluran tenaga listrik ke pusat-pusat beban (konsumen)[1]–[3].

Dalam distribusi terdapat beberapa masalah dalam kualitas daya yaitu variasi tegangan. Jenis-jenis variasi tegangan salah satunya yaitu *voltage sag* dan *voltage swell* yang dapat diistilahkan menjadi variasi tegangan pendek[4]. Gangguan yang termasuk ke dalam variasi tegangan pendek bisa di klasifikasikan sebagai *instantaneous*, *momentary*, dan *temporary*. Penyebab variasi tegangan ini adalah adanya beban terlalu besar, *switching* kapasitor bank, *starting* motor dan kesalahan pada jaringan[5], [6].

Menurut Standar IEE 1959-1995, *voltage sag* adalah variasi tegangan dengan besar antara 10% sampai dengan 90% dari tegangan nominal dan berlangsung selama 0,5 siklus hingga 1 menit. Sedangkan *voltage swell* adalah variasi tegangan dengan besar antara 110% sampai dengan 180% dari tegangan nominal dan berlangsung selama 0.5 siklus hingga 1 menit [7].

Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada gangguan variasi tegangan yang sering muncul, maka pada paper ini mengusulkan sebuah metode algoritma *Artificial Intelligence* untuk mengidentifikasi klasifikasi dari *voltage sag*, dan *voltage swell* [8]. Pada umumnya, *Artificial Intelligence* merupakan sebuah metode yang sangat umum untuk pengidentifikasian sebuah gangguan atau fenomena pada kualitas daya karena memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dan handal [9]. Pembelajaran yang akan digunakan yaitu pembeajaran *Feed Forward Backpropagation Neural Network* (FFBPNN) karena pembelajaran tersebut memiliki performa yang baik dan sederhana dalam hal identifikasi

## II. METODE

### A. Variasi Tegangan Durasi Pendek

Variasi tegangan durasi pendek merupakan salah satu gangguan yang ada di jaringan distribusi. Menurut IEEE Std. 1159-2009, variasi tegangan durasi pendek dibagi menjadi tiga jenis yaitu *instantaneous*, *momentary*, dan *temporary*. Karakteristik variasi tegangan durasi pendek dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan tipe variasi tegangan berdasarkan durasi dan besarnya tegangan.

#### 1. Voltage Sag

*Voltage sag* merupakan variasi penurunan tegangan *rms* dengan besar antara 10% sampai dengan 90% dari tegangan nominal dan berlangsung selama 0.5 siklus hingga 1 menit. Penyebab terjadinya *voltage sag* biasanya terkait kesalahan sistem atau bisa juga disebabkan karena adanya beban terlalu besar atau *starting* motor.

TABEL 1. KARAKTERISTIK VARIASI TEGANGAN DURASI PENDEK

Kategori		Durasi Waktu	Besaran Tegangan
Variasi rms durasi pendek			
Instantaneous	Sag	0.5 - 30 Cycles	0.1 - 0.9 pu
	Swell	0.5 - 30 Cycles	1.1 - 1.8 pu
Momentary	Sag	30 cycles - 3 s	0.1 - 0.9 pu
	Swell	30 cycles - 3 s	1.1 - 1.4 pu
Temporary	Sag	3 s - 60 s	0.1 - 0.9 pu
	Swell	3 s - 60 s	1.1 - 1.2 pu

#### 2. Voltage Swell

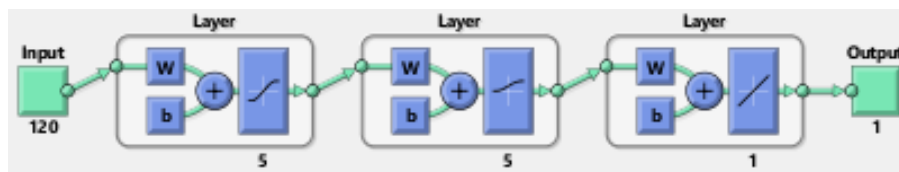
*Voltage Swell* merupakan variasi kenaikan tegangan *rms* dengan besar antara 110% sampai dengan 180% dari tegangan nominal dan berlangsung selama 0,5 siklus hingga 1 menit. Penyebab gangguan *voltage swell* sama halnya dengan *voltage sag* yaitu kesalahan pada sistem, namun biasanya kesalahan pada sistem lebih cenderung pada *voltage sag*. *Voltage swell* juga dapat disebabkan oleh pelepasan beban dan *switching* kapasitor bank.

### B. Artificial Neural Network

*Artificial Neural Network* (ANN) atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan sebuah algoritma untuk penyelesaian masalah komputasi yang di mana prinsip kerjanya menyamai jaringan syaraf manusia[10]. Salah satu jenis metode yang akan digunakan adalah *Feed Forward Backpropagation Neural Network* (FFBPNN). Digunakannya metode ini dikarenakan

ketika saat *output* tidak sama dengan target yang di inginkan maka *output* akan disebarkan mundur (*backward*) pada *hidden layer* dan diteruskan pada *input layer*, sehingga terdapat *feedback* yang memvalidasikan hasil keluaran dari *Artificial Neural Network* (ANN) [11].

Dalam paper ini, untuk melakukan validasi menggunakan satu struktur neuron yang akan dilakukan. Pada struktur pertama memiliki 2 lapisan tersembunyi (*hidden layer*), yakni lapisan pertama memiliki 5 neuron dan lapisan kedua memiliki 5 neuron. Struktur ANN akan ditunjukkan pada Gambar 1, kemudian untuk parameter pelatihan akan ditunjukkan pada Tabel 2.

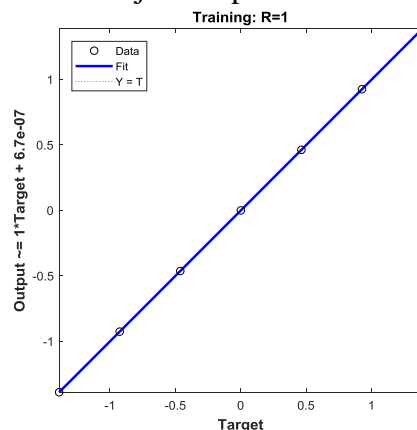


Gambar 1. Struktur ANN

TABEL 2. PARAMETER PELATIHAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Metode Artificial Neural Network		Feed-Forward Backpropagation
Struktur Jaringan		1 hidden layers
Input data		120 x 7
Hidden Layer 1	Neuron	5
	Aktivasi Fungsi	Logsig
Hidden Layer 2	Neuron	5
	Aktivasi Fungsi	Tansig
Output Layer	Neuron	1
	Aktivasi Fungsi	Purelin
Training epoch		100
min_grad		1.00E-07
Mu		0.001
mu_max		10000000000

Dengan jumlah neuron yang berbeda, layer yang sama, dan parameter pelatihan yang sama, maka hasil dari pelatihan akan berbeda [12]. Hasil pelatihan dari struktur ANN yang ditunjukkan pada Gambar 1 sudah sesuai yang diharapkan dikarenakan kesesuaian data yang sempurna berada di sepanjang garis 45 derajat, di mana *output* jaringan sama dengan target. Hasil pelatihan dari struktur ANN ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pelatihan Struktur ANN

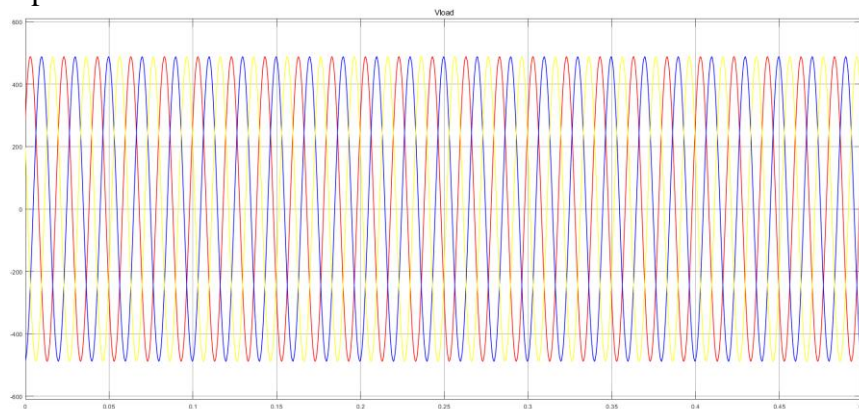
Dapat dilihat pada Gambar 3 terdapat lingkaran kecil yang berada pada sepanjang garis miring 45 derajat. Ada 7 lingkaran di sepanjang garis miring tersebut, artinya pelatihan memiliki 7 target. Hasil training data ini jelas sangatlah mempengaruhi pada kinerja algoritma untuk mengidentifikasi jenis variasi tegangan. Namun, ketika hasil pelatihannya buruk, maka algoritma tidak dapat mengidentifikasi suatu jenis variasi tegangan dengan jelas.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang hasil pemodelan gangguan pada *software* MATLAB/SIMULINK. Ada 7 jenis variasi gangguan durasi pendek yang akan diidentifikasi oleh *Artificial Neural Network* (ANN) yaitu sinyal normal, *voltage sag instantaneous*, *voltage sag momentary*, *voltage sag temporary*, *voltage swell instantaneous*, *voltage swell momentary*, dan *voltage swell temporary*.

#### 1. Normal

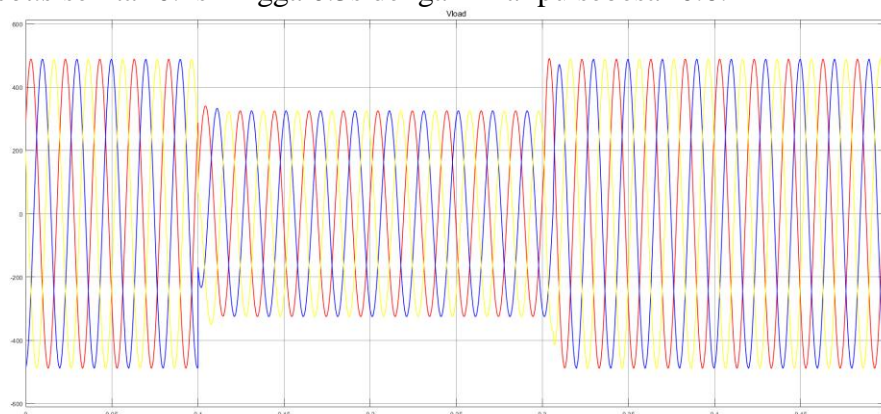
Gambar 4 merupakan tampilan sinyal normal dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya sinyal normal yaitu 0.5s dengan nilai pu sebesar 0.9.



Gambar 4. Sinyal Normal

#### 2. Gangguan *Sag Instantaneous*

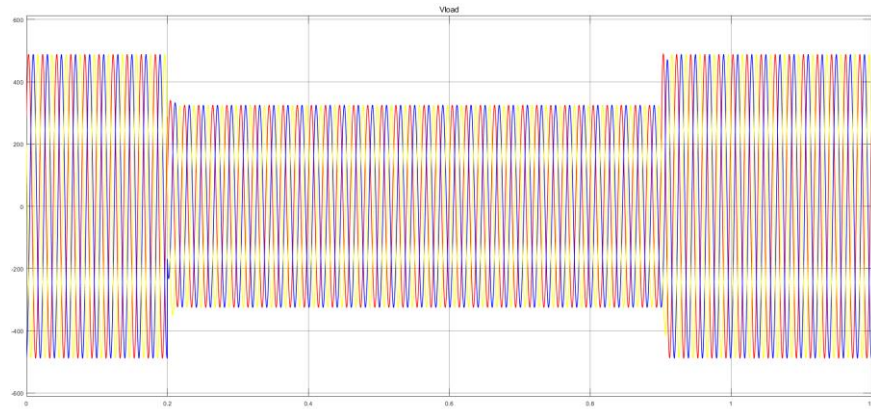
Gambar 5 merupakan tampilan gangguan *sag instantaneous* dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya gangguan *sag instantaneous* sekitar 0.1s hingga 0.3s dengan nilai pu sebesar 0.6.



Gambar 5. *Sag Instantaneous*

#### 3. Gangguan *Sag Momentary*

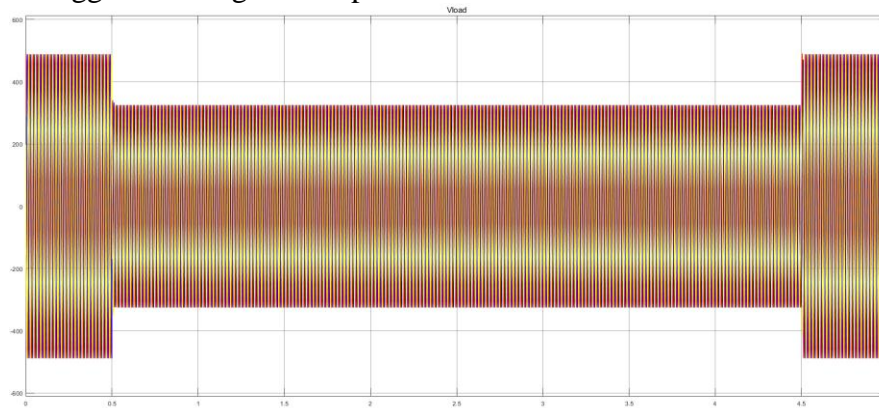
Gambar 6 merupakan tampilan gangguan *sag momentary* dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya gangguan *sag momentary* sekitar 0.2s hingga 0.9s dengan nilai pu sebesar 0.6.



Gambar 6. *Sag Momentary*

4. Gangguan *Sag Temporary*

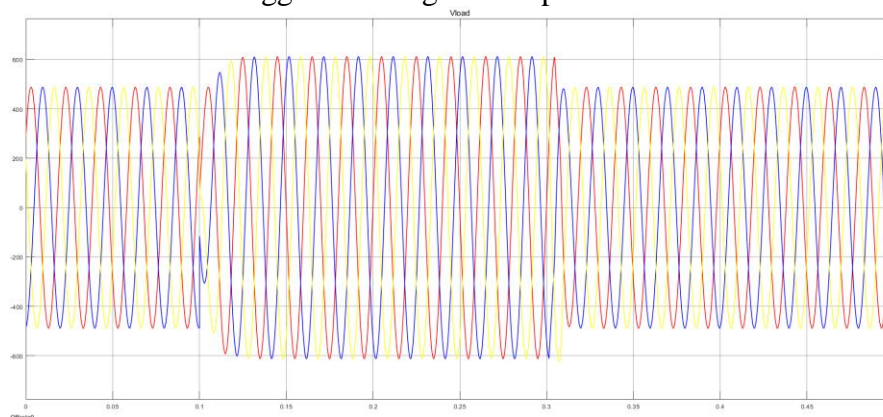
Gambar 7 merupakan tampilan gangguan *sag temporary* dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya gangguan *sag temporary* sekitar 0.5s hingga 4.5s dengan nilai pu sebesar 0.6.



Gambar 7. *Sag Temporary*

5. Gangguan *Swell Instantaneous*

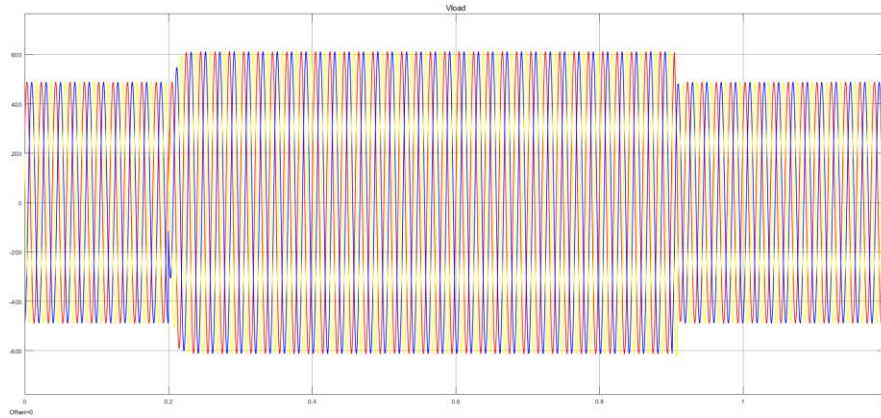
Gambar 8 merupakan tampilan gangguan *swell instantaneous* dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya gangguan *swell instantaneous* sekitar 0.1s hingga 0.3s dengan nilai pu sebesar 1.13



Gambar 8. *Swell Instantaneous*

6. Gangguan *Swell Momentary*

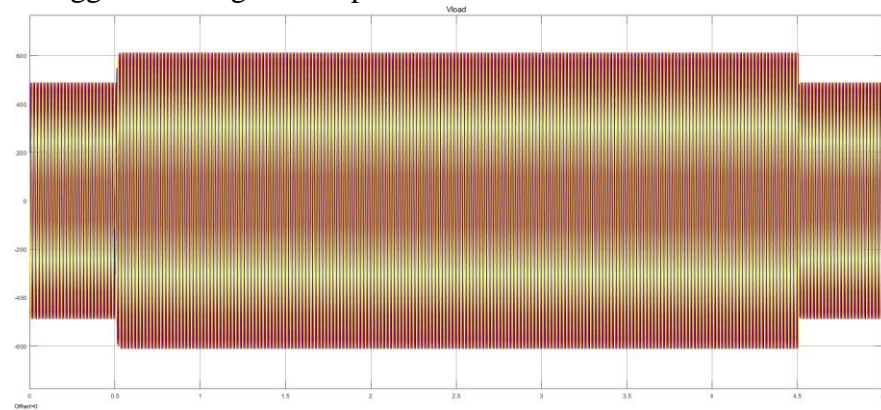
Gambar 9 merupakan tampilan gangguan *swell momentary* dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya gangguan *swell momentary* sekitar 0.2s hingga 0.9s dengan nilai pu sebesar 1.13



Gambar 9. Swell Momentary

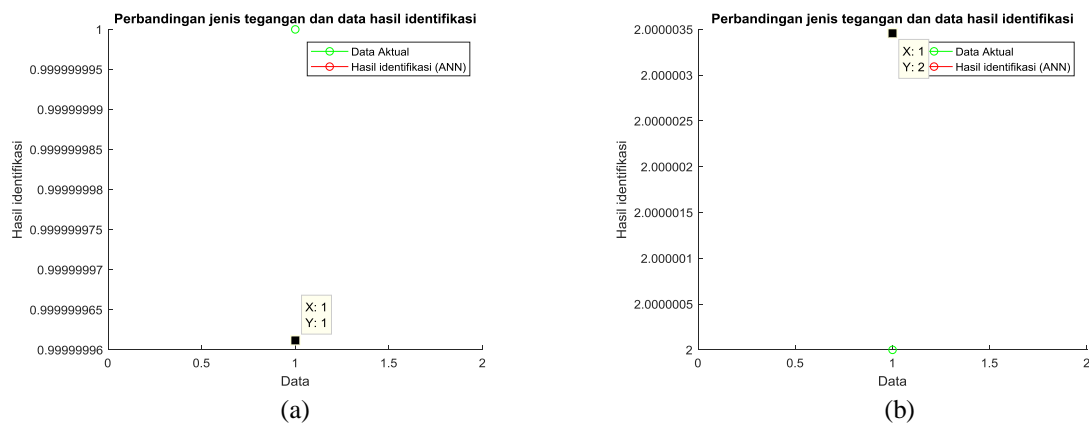
7. Gangguan Swell Temporary

Gambar 10 merupakan tampilan gangguan *swell temporary* dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Dapat dilihat bahwa waktu terjadinya gangguan *swell temporary* sekitar 0.5s hingga 4.5s dengan nilai pu sebesar 1.13



Gambar 10. Swell Temporary

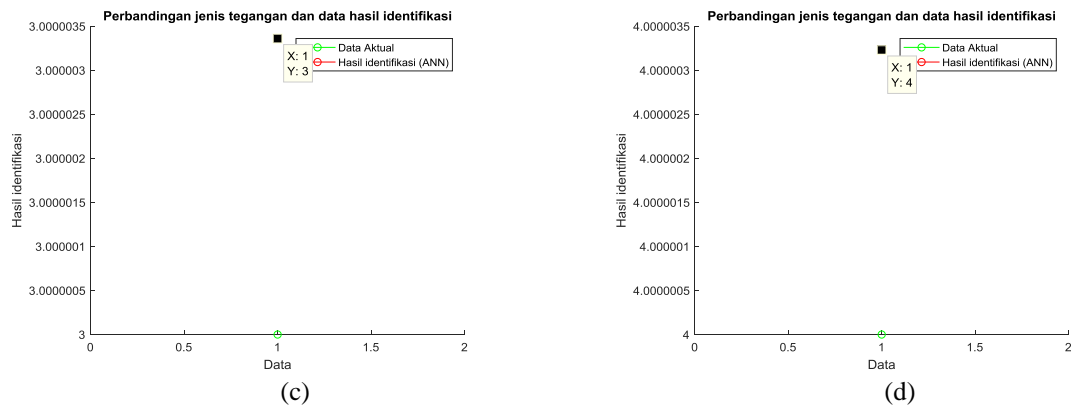
*Artificial Neural Network* (ANN) digunakan untuk mengidentifikasi tipe variasi tegangan durasi pendek. Untuk mengevaluasi kinerja ANN, maka diperlukan pengujian dengan variasi neuron. Pada Gambar 11(a) sampai dengan Gambar 11(g) menunjukkan hasil identifikasi variasi tegangan durasi pendek. Pada warna hijau merupakan data aktual dan yang berwarna merah merupakan hasil identifikasi ANN, sehingga fungsi warna merah tersebut merupakan hasil kesalahan antara data aktual dengan hasil identifikasi ANN.



Gambar 11. (a) Hasil ANN pada Sinyal Normal (b) Hasil ANN pada *Sag Instantaneous*

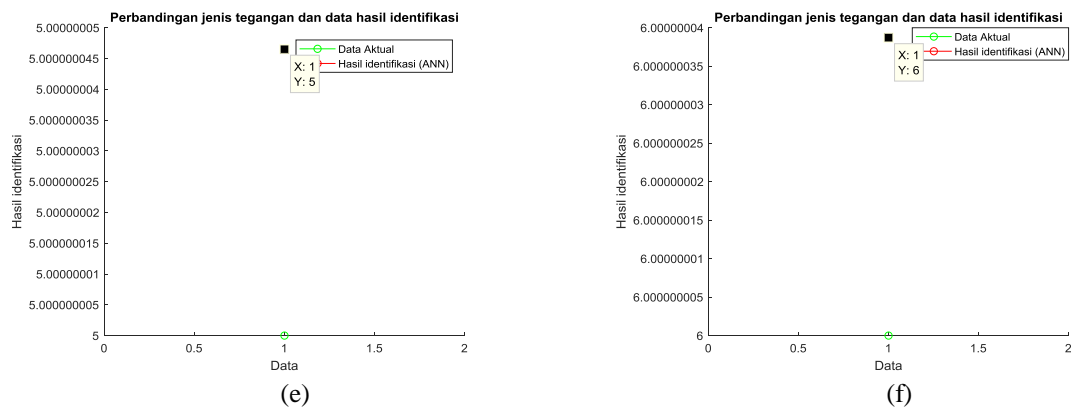
Pada Gambar 11(a), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada sinyal normal sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai output dari ANN

bernilai 1. Pada Gambar 11(b), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada *sag instantaneous* sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai *output* dari ANN bernilai 2.



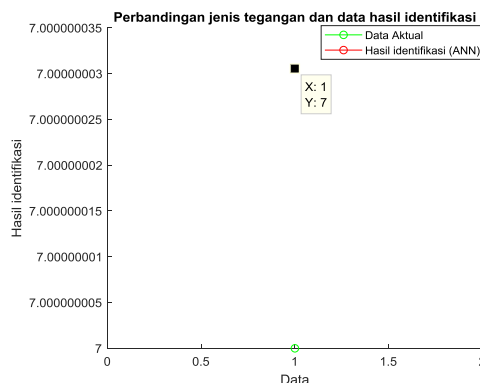
Gambar 11. (c) Hasil ANN pada *Sag Momentary* (d) Hasil ANN pada *Sag Temporary*

Pada Gambar 11(c), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada *sag momentary* sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai *output* dari ANN bernilai 3. Pada Gambar 11(d), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada *sag temporary* sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai *output* dari ANN bernilai 4.



Gambar 11. (e) Hasil ANN pada *Swell Instantaneous* (f) Hasil ANN pada *Swell Momentary*

Pada Gambar 11(e), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada *swell instantaneous* sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai *output* dari ANN bernilai 5. Pada Gambar 11(f), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada *swell momentary* sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai *output* dari ANN bernilai 5.



Gambar 11. (g) Hasil ANN pada *Swell Temporary*

Pada Gambar 11(g), terlihat bahwa *error* yang dihasilkan oleh ANN untuk identifikasi pada *sag temporary* sebesar nol atau regresinya sebesar 100% dikarenakan nilai *output* dari ANN bernilai 7.

Pada Tabel 3, ditunjukkan hasil identifikasi jenis tegangan variasi durasi pendek. Hasil dari ANN memiliki akurasi yang baik untuk identifikasi jenis variasi tegangan durasi pendek. ANN dengan 5 x 5 neuron pada lapisan tersembunyi dapat memiliki akurasi 100%.

TABEL 3. HASIL ANN TERHADAP IDENTIFIKASI JENIS VARIASI TEGANGAN DURASI PENDEK

Jenis variasi tegangan	ANN	
	Akurasi 5 x 5 neuron lapisan tersembunyi (%)	
Normal	100%	
Sag Instantaneous	100%	
Sag Momentary	100%	
Sag Temporary	100%	
Swell Instantaneous	100%	
Swell Momentary	100%	
Swell Temporary	100%	

#### IV. KESIMPULAN

Paper ini telah menyajikan identifikasi gangguan jenis variasi tegangan durasi pendek dengan menggunakan metode ANN. Ada 7 jenis gangguan yang akan diidentifikasi antara lain sinyal normal, *sag instantaneous*, *sag momentary*, *sag temporary*, *swell instantaneous*, *swell momentary*, dan *swell temporary*. Untuk membangkitkan gangguan dapat disimulasikan dengan menggunakan *software* SIMULINK/MATLAB supaya lebih mudah untuk mendapatkan nilai untuk menginputkan ke ANN. Hasil simulasi ANN untuk pengidentifikasian variasi tegangan durasi pendek menunjukkan bahwa ANN memiliki akurasi yang baik dikarenakan metode ANN yang sederhana dan efisien. ANN dengan neuron 5x5 pada lapisan tersembunyi dapat memiliki akurasi rata-rata 100%.

#### REFERENSI

- [1] I. M. Widiarsana, I. M. Mataram, and Y. P. Sudarmojo, "Identifikasi Jenis Gangguan pada Jaringan Transmisi Menggunakan Metode Jaring Syaraf Tiruan," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2018.
- [2] D. Irawan, "Klasifikasi Gangguan Pada Saluran Transmisi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Kohonen," *E-Link J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018.
- [3] C. Zabo, M. Pujiyanto, and I. G. N. S. H, "Analisa pengaruh pemasangan pembangkit terdistribusi pada sistem jaringan distribusi terhadap voltage sag dengan pemodelan *atp/emtp*," pp. 1–7.
- [4] IEEE Std 1159, *IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*, vol. 2019. 2019.
- [5] M. S. Priyadarshini and M. Sushama, "Classification of short-duration voltage variations using wavelet decomposition based entropy criteria," *Proc. 2016 IEEE Int. Conf. Wirel. Commun. Signal Process. Networking, WiSPNET 2016*, pp. 2192–2196, 2016.
- [6] A. T. Eko Suryo, W. Wijono, and B. Siswojo, "Analisis Kompensasi Tegangan Sag



- Dengan Kontrol Hysteresis Dan Ann Pada Gi Sengkaling Penyulang Pujon,” Transmisi, vol. 22, no. 3, pp. 73–79, 2020.*
- [7] I. S. Association, *Ieee Standard 1159 - 1995*. 1995.
- [8] Y. Han, Y. Feng, P. Yang, L. Xu, Y. Xu, and F. Blaabjerg, “Cause, Classification of Voltage Sag, and Voltage Sag Emulators and Applications: A Comprehensive Overview,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 1922–1934, 2020.
- [9] D. O. Anggriawan *et al.*, “Detection and identification of voltage variation events based on artificial neural network,” *Int. Rev. Autom. Control*, vol. 13, no. 5, pp. 224–230, 2020.
- [10] Y. Program, S. Pendidikan, I. Stkip, and P. Sumbar, “Memprediksi Hasil Nilai UN Menggunakan Metode,” 2016.
- [11] T. Elektro, F. Teknik, U. N. Surabaya, and W. Aribowo, “Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Feed Forward Backpropagation Neural Network,” Muhammad Permana Setya Gunawan Abstrak,” 2015.
- [12] P. Patil, K. Muley, and R. Agrawal, “Identification Of Power Quality Disturbance Using Neural,” *2019 3rd Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol.*, pp. 990–996, 2019.