

## **Algoritma Perceptron Menggunakan Teknik *Machine Learning* Untuk Model *Smart Distribution* Beban Listrik**

**Puji Catur Siswipraptini <sup>1\*</sup>; Riki Ruli A. Siregar <sup>2</sup>; Iriansyah BM Sangadji <sup>3</sup>;  
Annisa Sri Wahyulia <sup>4</sup>**

1. Fakultas Telematika Energi, Institut Teknologi PLN, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta  
11750, Indonesia

*\*)Email: pujicatur@itpln.ac.id*

*Received: 18 Desember 2022 | Accepted: 21 Desember 2022 | Published: 1 Januari 2023*

### **Abstract**

*The Perceptron algorithm as part of an Artificial Intelligence (AI) technique can be implemented to solve problems in various fields including electrical energy. Currently, electricity distribution network has a major problem, namely the relatively large number of disturbances compared to the number of disturbances in other systems. This study aims to model in the field of electrical energy based on AI to overcome and protect the occurrence of electrical load distribution disturbances in order to reduce power losses from generators to distribution transformers and uninterrupted power flow to consumers. This research produces a model in the form of a simulation interface for predicting damage to power distribution lines. The perceptron algorithm is used as a method for classifying load consumption testing in overcoming disturbances so that a new power flow structure is produced to suppress power losses that occur due to damage to either the line or the feeder. Mapping by implementing the concept of Machine Learning using the perceptron algorithm has succeeded in overcoming and protecting interference by dividing the maximum proportion of the load that works in line from a predetermined network architecture.*

**Keywords:** *Artificial Intelligence, Perceptron Algorithm, Electrical, Load Distribution*

### **Abstrak**

*Algoritma Perceptron sebagai bagian dari teknik Artificial Intelligence (AI) dapat di implementasikan untuk memecahkan permasalahan di berbagai bidang termasuk energi kelistrikan. Jaringan distribusi listrik saat ini memiliki masalah utama yaitu jumlah gangguan yang relatif banyak dibandingkan dengan jumlah gangguan pada sistem lain. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dalam bidang energi kelistrikan berbasis AI untuk mengatasi dan memproteksi terjadinya gangguan distribusi beban listrik agar dapat mengurangi kerugian daya dari pembangkit ke trafo distribusi serta aliran daya ke konsumen tidak terputus. Penelitian ini menghasilkan model berupa antarmuka simulasi untuk prediksi kerusakan jalur distribusi listrik. Algoritma perceptron digunakan sebagai algoritma untuk klasifikasi pengujian konsumsi beban dalam mengatasi gangguan sehingga dihasilkan struktur aliran daya yang baru untuk menekan rugi daya yang terjadi akibat adanya kerusakan baik pada jalur ataupun pada penyulang. Pemetaan dengan mengimplementasikan konsep Machine Learning menggunakan algoritma perceptron berhasil mengatasi dan memproteksi gangguan dengan pembagian proporsi beban yang maksimal yang bekerja secara in line dari arsitektur jaringan yang telah ditetapkan.*

**Kata kunci:** *Artificial Intelligence, Algoritma Perceptron, Kelistrikan, Proporsi Beban*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini pemanfaatan Teknologi Informasi (TI) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan telah mengembangkan berbagai macam algoritma untuk menyelesaikan permasalahan di bidang keamanan computer, bisnis, kesehatan termasuk energi kelistrikan[1]. Saat ini beberapa konsep AI seperti *Machine Learning* (ML), *Artificial Neural Network*, *cloud computing*, *big data* adalah topik penelitian yang cukup menarik dari Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) [2], [3]. Salah satu model dalam bidang ilmu komputer yang berbasis AI adalah *Artificial Neural Network* (ANN) yang akhir akhir ini menjadi model [4] untuk melakukan klasifikasi, prediksi[5], [6], klasterisasi[7], pengenalan pola di berbagai bidang ilmu. ANN juga memiliki keunggulan dibanding model regresi konvensional dan statistik dari sisi kegunaannya[8]. ANN memiliki banyak pengembangan model/algoritma diantaranya algoritma Perceptron. Algoritma Perceptron yang memiliki keunggulan karena pembelajarannya dilakukan secara berulang sehingga bekerja dengan baik dan dapat mengelola sistem cerdas[9]. Klasifikasi dan prediksi dianggap sebagai tantangan optimasi yang sulit. Sebagian besar peneliti menerapkan teknik *Machine Learning* (ML) dalam menyelesaikan masalah klasifikasi dan prediksi[10], [11].

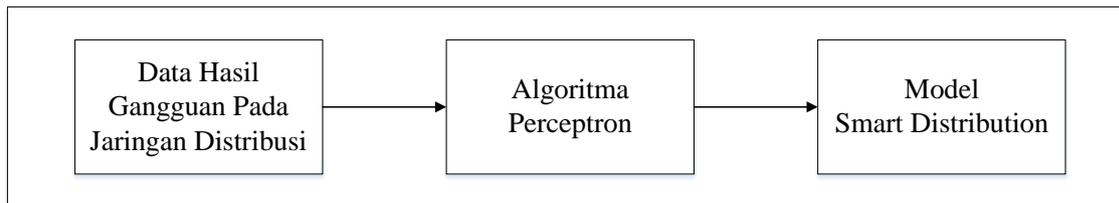
Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dalam memprediksi proporsi gangguan beban listrik berbasis AI yang memiliki masalah utama dalam sistem distribusi listrik yaitu jumlah gangguan yang relatif banyak dibandingkan dengan jumlah gangguan pada sistem lain[12], [13]. Gangguan yang terjadi pada operasi sistem tenaga listrik merupakan kejadian yang dapat memicu kinerja pengaman tenaga listrik [14]. Jaringan distribusi tegangan menengah mempunyai tegangan antara 3 kV sampai 20 kV. Pada saat ini PLN hanya mengembangkan jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Jaringan distribusi tegangan menengah sebagian besar berupa saluran udara tegangan menengah dan kabel tanah. Pada saat ini gangguan pada saluran udara tegangan menengah ada yang mencapai angka 100 kali per 100 km per tahun. Penyebab gangguan bisa terjadi akibat beberapa faktor. Faktor pertama ialah faktor internal seperti gangguan hubungan singkat, kerusakan pada alat, dll. faktor kedua adalah factor external seperti putusnya saluran / kabel yang disebabkan karen angin, badai, ataupun pohon yang tumbang. Dan faktor ketiga ialah faktor manusia yaitu gangguan yang disebabkan oleh kelalaian atau kecerobohan operator, ketidak telitian, dan tidak aman terhadap alat transmisi. Kondisi tersebut tidak dapat dibiarkan dalam waktu yang lama, karena akan menghambat aliran daya ke konsumen, serta dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi pemasok listrik dalam hal ini PLN. Untuk itu dibutuhkan suatu model yang dapat memproteksi gangguan yang dapat bekerja secara dinamik agar gangguan dapat teratasi sehingga aliran listrik tidak terhambat ke konsumen lainnya saat gangguan terjadi.

Penelitian ini juga bertujuan untuk membuat model dalam bidang energi kelistrikan untuk mengatasi dan memproteksi terjadinya gangguan distribusi beban listrik agar dapat mengurangi kerugian daya dari pembangkit ke trafo distribusi serta aliran daya ke konsumen tidak terputus. Algoritma Perceptron di implementasikan pada penelitian ini sehingga diharapkan bisa memberikan alternatif lain dalam memperkirakan pembagian proporsi beban pada arsitektur jaringan yang dinamik bisa terpenuhi.

## 2. ALGORITMA PENELITIAN

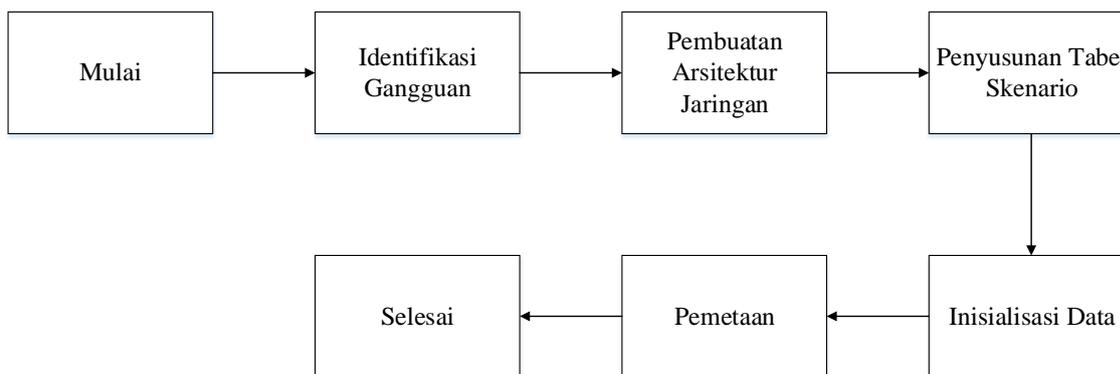
### 2.1. Algoritma Analisa Data

Algoritma Analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah data real yang tidak langsung dan berdasarkan standar operasi prosedur yang mengikuti kaidah ilmiah. Hasil yang didapat ditujukan untuk pembagian proporsi beban pada arsitektur jaringan *smart distribution*.



**Gambar 1.** Algoritma Analisa Data

Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah menggunakan algoritma Perceptron, sedangkan untuk pembuatan system menggunakan aplikasi Matlab. Langkah-langkah penyelesaian dari algoritma Perceptron akan digambarkan melalui diagram di bawah ini :



**Gambar 2.** Diagram Algoritma Perceptron

Langkah-langkah dari pemrosesan data algoritma Perceptron berdasarkan gambar 1 dan 2 adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Gangguan

Hal pertama yang harus dilakukan ialah mengidentifikasi terjadinya gangguan. Identifikasi gangguan dilakukan dengan mengumpulkan data gangguan yang sering terjadi pada pembangkit listrik agar dapat digambarkan pada arsitektur jaringan baru untuk mengatasi berbagai macam gangguan dengan skala yang kecil.

2. Arsitektur Jaringan

Setelah data dikumpulkan, selanjutnya pembuatan arsitektur jaringan yang akan digunakan sebagai pedoman dalam mengidentifikasi kerusakan, agar gangguan dapat digambarkan dan terkonsep secara *in line*. Arsitektur ini akan dibuat dengan 3 (tiga) skenario dan konsep yang berbeda.

3. Tabel Skenario

Langkah selanjutnya adalah penyusunan tabel skenario dari arsitektur jaringan yang telah ditentukan. Tabel skenario dibuat agar dapat memudahkan dalam memahami gangguan pada arsitektur gangguan. Tabel skenario terdiri dari data gangguan pada penyulang, trafo distribusi yang aktif dan tidak aktif, saklar otomatis (SO), dam pemutus tegangan (PMT).

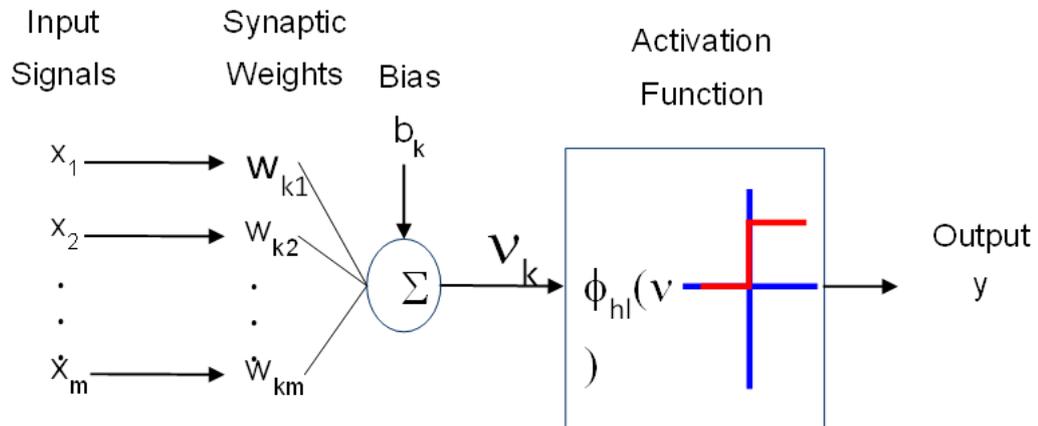
4. Pemetaan

Setelah penyusunan tabel skenario, selanjutnya dilakukan pemetaan dengan menggunakan algoritma algoritma perceptron. Pemetaan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan bobot optimal agar target terpenuhi, setelah target terpenuhi selanjutnya dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap bobot optimal yang didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$v_k = (\mu_k + b_k) \tag{1}$$

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj}x_j \tag{2}$$

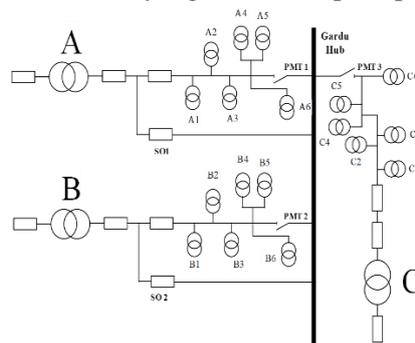
Sebuah perceptron mendefinisikan sebuah *decision boundary* yang merupakan *hyperplane* dalam m dimensi. *Decision boundary* untuk suatu particular network ditentukan oleh suatu input yang menghasilkan sebuah nilai 0 (nol) untuk network [15]. Secara umum arsitektur algoritma Perceptron dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Algoritma Perceptron

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengidentifikasi kerusakan distribusi beban listrik maka dibuat model arsitektur jaringan dengan menggunakan 3 skenario yang berbeda seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Model arsitektur jaringan distribusi beban listrik

Contoh tabel skenario gangguan jalur distribusi beban listrik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Skenario Gangguan Pada Jalur

A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	SO1	SO2	PMT1	PMT2	PMT3
A1	0	1	1	1	1	1	ON	OFF	1	0	0
A2	1	0	1	1	1	1	ON	OFF	1	0	0

<b>A3</b>	1	1	0	1	1	1	ON	OFF	1	0	0
<b>A4</b>	1	1	1	0	1	1	ON	OFF	1	0	0
<b>A5</b>	1	1	1	1	0	1	ON	OFF	1	0	0
<b>A6</b>	1	1	1	1	1	0	OFF	OFF	0	0	0
<b>B</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>	<b>B5</b>	<b>B6</b>	<b>SO1</b>	<b>SO2</b>	<b>PMT1</b>	<b>PMT2</b>	<b>PMT3</b>
<b>B1</b>	0	1	1	1	1	1	OFF	ON	0	1	0
<b>B2</b>	1	0	1	1	1	1	OFF	ON	0	1	0
<b>B3</b>	1	1	0	1	1	1	OFF	ON	0	1	0
<b>B4</b>	1	1	1	0	1	1	OFF	ON	0	1	0
<b>B5</b>	1	1	1	1	0	1	OFF	ON	0	1	0
<b>B6</b>	1	1	1	1	1	0	OFF	OFF	0	0	0
<b>C</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>SO1</b>	<b>S02</b>	<b>PMT1</b>	<b>PMT2</b>	<b>PMT3</b>
<b>C1</b>	0	1	1	1	1	1	OFF	OFF	0	0	1
<b>C2</b>	1	0	1	1	1	1	OFF	OFF	0	0	1
<b>C3</b>	1	1	0	1	1	1	OFF	OFF	0	0	1
<b>C4</b>	1	1	1	0	1	1	OFF	OFF	0	0	1
<b>C5</b>	1	1	1	1	0	1	OFF	OFF	0	0	1
<b>C6</b>	1	1	1	1	1	0	OFF	OFF	0	0	0

Hasil dari pemetaan menggunakan algoritma Perceptron dapat dilihat pada contoh skenario berikut :

A. Inputan = K1 à Output PMT 1

B. Inputan = K2 à Output PMT 2

$$X1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1 \quad X2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1$$

$$X3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0 \quad X4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0$$

C. Inputan = K3 à Output PMT2

D. Inputan = K4 à Output PMT2

$$X1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1 \quad X2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1$$

$$X3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0 \quad X4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0$$

- E. Inputan = K5 à Output = PMT3
- F. Inputan = K6 à Output = PMT3
- G. Inputan = K7 à Output = PMT3
- H. Inputan = K8 à Output = PMT3

$$X1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1 \quad X2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1 \quad X3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1 \quad X4 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, d = 1$$

$$X5 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0 \quad X6 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0 \quad X7 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0 \quad X8 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, d = 0$$

Sedangkan iterasi proses distribusi dapat dilihat pada contoh berikut :

a. Menggunakan training sampel pertama  $x_1=(0,1,1)$  menghasilkan :

$$\begin{aligned} \emptyset (W^T X) &= \emptyset ((-2,0,1)^T (0,1,1)) \\ &= \emptyset ((0+0+1) = 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Tepat maka tidak terjadi perubahan bobot. Lanjut ke training berikutnya.

b. Menggunakan training sampel pertama  $x_2=(1,0,1)$  menghasilkan :

$$\begin{aligned} \emptyset (W^T X) &= \emptyset ((-2,0,1)^T (1,0,1)) \\ &= \emptyset ((-2+0+1) = -2) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak tepat karena belum sesuai dengan nilai target ( $d$ ) maka dibutuhkan perubahan vector bobot terhadap training.

Merubah bobot:  $w = w + x$  maka  $w = (-2,0,1) + (1,0,1) = (-1,0,2)$

c. Menggunakan training sampel pertama  $x_3=(1,0,0)$  menghasilkan :

$$\begin{aligned} \emptyset (W^T X) &= \emptyset ((-1,0,2)^T (1,0,0)) \\ &= \emptyset ((-1+0+0) = -1) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tepat maka tidak terjadi perubahan bobot. Lanjut ke training berikutnya.

d. Menggunakan training sampel pertama  $x_4=(0,1,0)$  menghasilkan :

$$\emptyset (W^T X) = \emptyset ((-1,0,2)^T (0,1,0))$$

$$\begin{aligned} &= \emptyset ((0+0+0) = 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tepat maka tidak terjadi perubahan bobot. Lanjut ke training berikutnya.

Pada penelitian ini, teknik pengujian bobot apakah yang didapatkan sudah optimal dari hasil pemetaan dilakukan dengan algoritma *decision boundary*. Bobot optimal pada *decision boundary* berfungsi untuk melakukan pengujian apakah target yang ditentukan telah sesuai dengan bobot optimal serta bias yang didapatkan. Formula yang digunakan pada perhitungan *decision boundary* yaitu :

$$a = F(y) , \text{ dimana } y = \sum(XsWs) + b$$

dimana :

X = input data gangguan

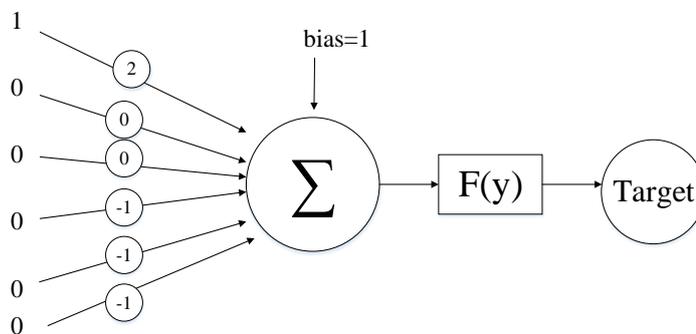
W = Bobot Optimal

b = bias

Target = a

Proses perhitungan menggunakan *decision boundary* dapat dilihat pada contoh gambar 5-7 berikut :

1. Input = [1 0 0 0 0 0] , target = 1

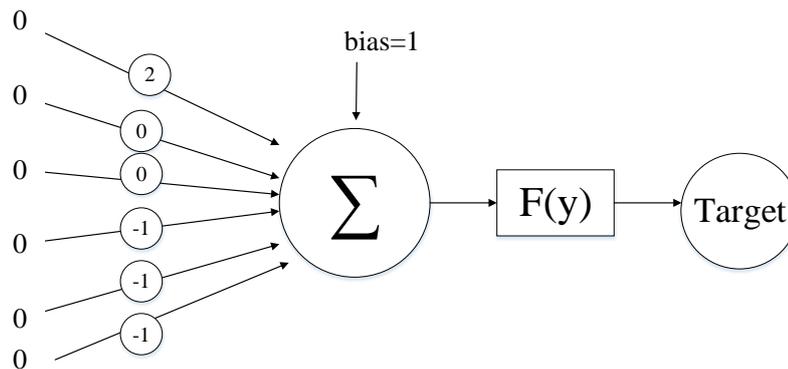


**Gambar 5.** Decision boundary dengan input [1 0 0 0 0 0]

$$\begin{aligned} \text{Decision boundary} &= (X_1W_1 + X_2W_2 + X_3W_3 + X_4W_4 + X_5W_5 + X_6W_6) + b \\ &= (2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) + 1 \\ &= 2 + 1 \\ &= 3 \end{aligned}$$

Hasil positif 3, target = 1, maka mendekati target.

2. Input = [0 0 0 0 0 0], target = 1

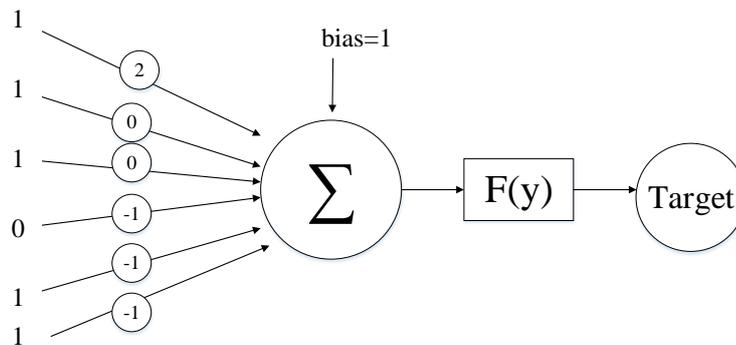


Gambar 6. Decision boundary dengan input [0 0 0 0 0 0]

$$\begin{aligned}
 \text{Decision boundary} &= (X_1W_1 + X_2W_2 + X_3W_3 + X_4W_4 + X_5W_5 + X_6W_6) + b \\
 &= (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) + 1 \\
 &= 0 + 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Hasil positif 1, target = 1, maka sesuai target.

3. Input = [1 1 1 1 1 1], target = 0



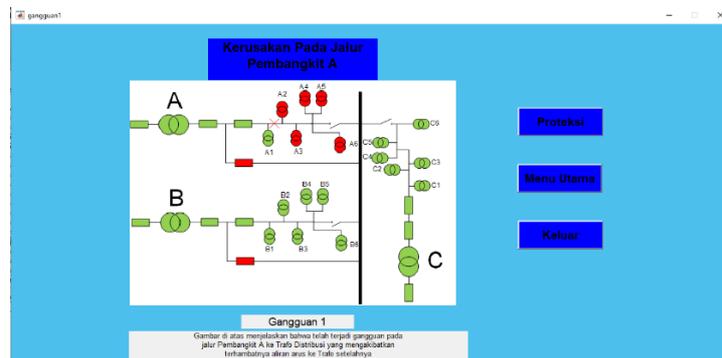
Gambar 7. Decision boundary dengan input [1 1 1 1 1 1]

$$\begin{aligned}
 \text{Decision boundary} &= (X_1W_1 + X_2W_2 + X_3W_3 + X_4W_4 + X_5W_5 + X_6W_6) + b \\
 &= (2 + 0 + 0 + -1 + -1 + -1) + 1 \\
 &= -1 + 1 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Hasil 0, target = 0, maka sesuai target.

Perhitungan akurasi data diatas dengan menggunakan pengujian pada hasil bobot optimal yang didapatkan serta bias benar merupakan bobot yang optimal dan hasil pengujian sama dengan target namun ada beberapa hasil pengujian yang mendekati hasil target. Hal ini membuktikan bahwa bobot yang didapatkan telah optimal untuk mengatasi gangguan.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah model yang menggambarkan arsitektur jaringan listrik dalam pembagian proporsi beban setelah disimulasi dengan aplikasi Matlab. Model dengan tampilan simulasi dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8.** Tampilan simulasi pembagian proporsi distribusi beban listrik

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemodelan dalam pembagian proporsi beban menggunakan model ANN khususnya algoritma Perceptron digunakan untuk mengatasi seringnya terjadi gangguan berdasarkan data gangguan sesuai arsitektur jaringan yang telah dibuat yaitu dengan melakukan pemetaan pada data gangguan dan dijadikan data latih sebagai data pengujian. Konsep *Machine Learning* di implementasikan dengan menggunakan data latih dan data uji. Data latih yang digunakan merupakan data input gangguan yang telah dibuat pada tabel skenario, selanjutnya data target yang diinputkan sebagai target data untuk mendapatkan bobot optimal agar gangguan dapat di proteksi dan pembagian proporsi beban dapat dilakukan secara maksimal. Sehingga dapat diterapkan algoritma algoritma perceptron untuk proses pemetaan dengan bantuan software Matlab.

Pada sistem proses pemetaan dilakukan dengan menginputkan data gangguan sebagai data latih, menentukan bobot awal, dan menginputkan target pada software. Selanjutnya pencarian bobot optimal serta bias dilakukan dengan menggunakan algoritma algoritma perceptron dengan melalui beberapa iterasi agar mencapai bobot optimal. Pada setiap iterasi apabila terjadi perbedaan hasil dengan target yang dituju, maka akan dilakukan perubahan bobot awal dengan menjumlahkan ataupun mengurangi bobot awal dengan data latih. Target yang dituju hanya berupa angka 0 dan 1. Untuk proses pengujian apakah bobot yang didapatkan telah optimal, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan rumus decision boundary untuk membuktikan apakah bobot yang didapatkan menghasilkan target yang dituju. Teknik pengujian bobot yang didapatkan sudah optimal dari hasil pemetaan dilakukan dengan metode *decision boundary*. Perhitungan akurasi data dengan menggunakan pengujian pada hasil bobot optimal yang didapatkan serta bias benar merupakan bobot yang optimal dan hasil pengujian sama dengan target namun ada beberapa hasil pengujian yang mendekati hasil target. Hal ini membuktikan bahwa bobot yang didapatkan telah optimal untuk mengatasi gangguan. Pemetaan dengan algoritma perceptron berhasil mengatasi dan memproteksi gangguan dengan pembagian proporsi beban yang maksimal yang bekerja secara in line dari arsitektur jaringan yang telah ditetapkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. Handrini Dewi and I. Dewi Ana, "The use of hydroxyapatite bone substitute grafting for alveolar ridge preservation, sinus augmentation, and periodontal bone defect: A systematic review," *Heliyon*, vol. 4, p. 884, 2018, doi: 10.1016/j.heliyon.2018.
- [2] H. He and E. A. Garcia, "Learning from imbalanced data," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 21, no. 9, pp. 1263–1284, Sep. 2009, doi: 10.1109/TKDE.2008.239.
- [3] A. Mozaffari, M. Emami, and A. Fathi, "A comprehensive investigation into the performance, robustness, scalability and convergence of chaos-enhanced evolutionary algorithms with boundary constraints," *Artif. Intell. Rev.*, vol. 52, no. 4, pp. 2319–2380, Dec. 2019, doi: 10.1007/s10462-018-9616-4.
- [4] A. P. Marugán, F. P. G. Márquez, J. M. P. Perez, and D. Ruiz-Hernández, "A survey of artificial neural network in wind energy systems," *Appl. Energy*, vol. 228, no. June, pp. 1822–1836, 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.07.084.
- [5] H. K. Ghritlahre and R. K. Prasad, "Application of ANN technique to predict the performance of solar collector systems - A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 84, no. December 2017, pp. 75–88, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.01.001.
- [6] J. Yuan, C. Farnham, C. Azuma, and K. Emura, "Predictive artificial neural network models to forecast the seasonal hourly electricity consumption for a University Campus," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 42, pp. 82–92, 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.06.019.
- [7] M. Torabi, S. Hashemi, M. R. Saybani, S. Shamsirband, and A. Mosavi, "A Hybrid clustering and classification technique for forecasting short-term energy consumption," *Environ. Prog. Sustain. Energy*, vol. 38, no. 1, pp. 66–76, 2019, doi: 10.1002/ep.12934.
- [8] V. S. Dave and K. Dutta, "Neural network based models for software effort estimation: A review," *Artificial Intelligence Review*, vol. 42, no. 2. Kluwer Academic Publishers, pp. 295–307, 2014, doi: 10.1007/s10462-012-9339-x.
- [9] D. T. Kusuma, P. C. Siswipraptini, and I. B. Sangadji, *SISTEM SYARAF BUATAN MENGOLA DATA DENGAN SISTEM CERDAS*, 1st ed. Jakarta: Institut Teknologi PLN, 2021.
- [10] R. Boutaba et al., "A comprehensive survey on machine learning for networking: evolution, applications and research opportunities," *J. Internet Serv. Appl.*, vol. 9, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s13174-018-0087-2.
- [11] S. Seyedzadeh, F. P. Rahimian, I. Glesk, and M. Roper, "Machine learning for estimation of building energy consumption and performance: a review," *Vis. Eng.*, vol. 6, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s40327-018-0064-7.
- [12] Rizal A. Duyo, "Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Treeanalysisdi Pt. Pln (Persero) Rayon Daya Makassar," *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 02, pp. 1–2, 2020.
- [13] N. Aryanto and M. Balkis, "Tinjauan Gangguan Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Muara Aman PT. PLN (Persero) ULP Rayon Muara Aman," *JTERAF (Jurnal Teknik Elektro Raflesia)*, vol. I, no. 1. pp. 16–22, 2021.
- [14] P. Setiajie, Juningtyastuti, and S. Handoko, "Evaluasi Setting Relay Arus Lebih Dan Setting Relay Gangguan Tanah Pada Gardu Induk Sron dol," 2015.
- [15] M. Bilal, I. Valera, M. Gomez-Rodriguez, and K. P. Gummadi, "Fairness constraints: A flexible approach for fair classification," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 20, pp. 1–42, 2019.