

Prediksi Jarak Gangguan Hubung Singkat Penyulang Egrang Menggunakan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

Rama Andikatama^{1*}

Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta
 ramaandika120@gmail.com

Abstrak— Gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi listrik sering terjadi dan dapat mengurangi keandalan sistem serta menyebabkan kerugian material. Untuk mempercepat pemulihan, diperlukan metode akurat untuk menentukan lokasi gangguan. Penelitian ini bertujuan memprediksi jarak gangguan pada penyulang Egrang menggunakan metode ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*). Data historis gangguan dan arus hubung singkat digunakan untuk melatih model ANFIS. Analisis akurasi dilakukan menggunakan MAE (*Mean Absolute Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*). Hasilnya, model ANFIS dengan MAE 0,18 dan RMSE 0,25.

Kata Kunci— ANFIS, Hubung Singkat, Jarak Gangguan, Sistem Distribusi Listrik.

DOI: 10.22441/jte.2026.v17i1.002

I. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi listrik memainkan peran penting dalam pengiriman energi ke pusat beban, namun sering terjadi gangguan seperti hubung singkat fasa dengan tanah yang dapat menurunkan keandalan dan kualitas energi [1]. Kondisi ini juga menyebabkan keluhan dari masyarakat karena lamanya waktu untuk menemukan titik gangguan, yang berdampak pada durasi pemadaman Listrik [2]. Oleh karena itu, diperlukan algoritma yang akurat untuk menentukan lokasi gangguan [3]. Metode jaringan syaraf tiruan dapat digunakan karena kemampuannya dalam belajar dari kesalahan, beradaptasi dengan perubahan, dan menyelesaikan masalah yang kompleks [4].

II. METODOLOGI PENELITIAN

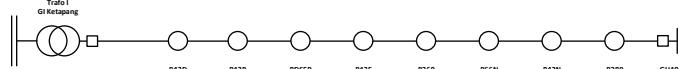
Pada penelitian ini menggunakan metode ANFIS untuk memprediksi jarak titik gangguan hubung singkat pada penyulang Egrang. Data riwayat hubung singkat pada penyulang Egrang diperlukan sebagai data latih pada permodelan ANFIS.

A. Data Penyulang Egrang

Penyulang Egrang merupakan penyulang yang menggunakan saluran kabel bawah tanah yang memiliki panjang 4,35 kms dan terdiri dari 8 gardu distribusi dan 9 segment, dapat dilihat pada Gambar 1.

Gangguan yang sering terjadi pada penyulang Egrang adalah gangguan hubung singkat satu fasa dengan tanah. Oleh karena itu data yang digunakan dalam permodelan ANFIS adalah data

riwayat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada penyulang Egrang seperti pada Tabel 1.



Gambar 1. Single Line Diagram Penyulang Egrang

Tabel 1. Riwayat Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah Penyulang Egrang Tahun 2014-2023

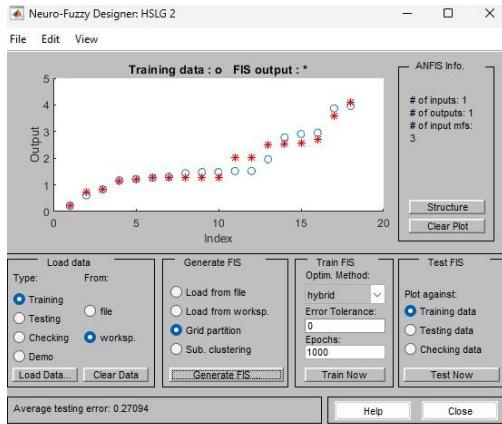
Arus Hubung Singkat (A)				Jarak Gangguan (kms)
R	S	T	N	
98	931	102	842	2.78
89	1,357	105	1,218	0.22
112	100	1,400	1,289	1.26
1,480	124	116	1,350	1.48
1,360	103	93	1,290	1.31
110	99	1,423	1,321	0.83
1,390	136	125	1,270	1.48
109	1,450	123	1,430	1.22
112	1,473	128	1,358	1.17
840	112	104	736	3.87
104	888	68	872	1.52
88	912	104	824	2.91
96	928	104	832	2.96
936	104	104	840	1.96
96	828	96	796	3.96
112	920	128	808	1.44
104	96	888	784	1.52
117	104	928	816	0.61

B. Permodelan ANFIS

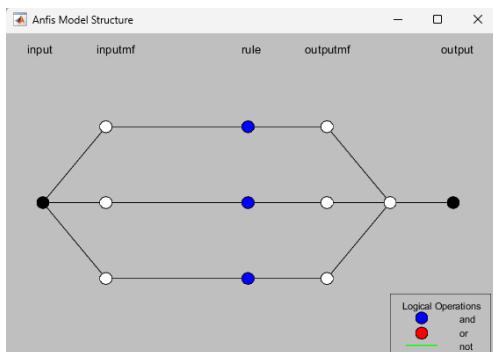
Nilai riwayat arus gangguan yang didapat pada Tabel 1. akan bertindak sebagai data *training* ANFIS seperti pada Gambar 2.

Himpunan ANFIS dibentuk dengan membagi variabel *input* menjadi beberapa fungsi keanggotaan (*membership function*). Pengaturan untuk *input* jumlah *membership function* 3, tipe *membership function* gbellmf, dan *type membership function output constant*. Pada bagian Train FIS untuk optimasi *method* menggunakan optimasi *hybrid* dengan *error tolerance* 0 dan *epoch* 1000 (perulangan) memiliki nilai error yang kecil sampai

0.27094. Struktur permodelan ANFIS dapat dilihat pada Gambar 3.

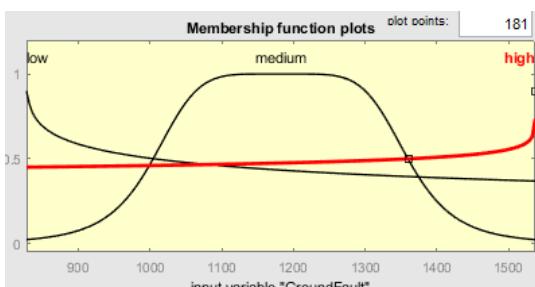


Gambar 2. Model Training ANFIS



Gambar 3. Struktur Model ANFIS

Fungsi keanggotaan direpresentasikan dengan bentuk grafis. Kurva yang menunjukkan bagaimana setiap titik dalam ruang input dipetakan ke nilai keanggotaan antara 0 dan 1 disebut fungsi keanggotaan (MF). Grafik *Input* ANFIS memiliki tiga buah fungsi keanggotaan dengan tiga parameter dan memiliki nama fungsi gbellmf. Fungsi keanggotaan berbentuk lonceng yang digeneralisasikan (Gbellmf) adalah bentuk simetris yang mirip dengan lonceng seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Membership Function Input

Tiga parameter digunakan dalam fungsi ini yaitu a menunjukkan lebar kurva seperti lonceng, b adalah angka bulat positif, dan c menunjukkan pusat kurva di semesta

pembicaraan. Parameter fuzzifikasi ANFIS prediksi jarak gangguan hubung singkat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Fuzzifikasi ANFIS

Fuzzification Input	a	b	c
Low	177.2	0.1935	828.6
Medium	177.6	2.689	1182
High	177.2	0.07149	1537

Fungsi keanggotaan dibentuk oleh tiga parameter yaitu a , b , dan c . Dengan parameter tersebut, visualisasi dapat dibangun sedemikian rupa sehingga parameter a mendefinisikan lebar dari *input* fungsi keanggotaan, sedangkan parameter b mendefinisikan bentuk kurva di kedua sisi tengah, dan parameter c mendefinisikan titik tengah fungsi keanggotaan. Pada penelitian ini terdapat 3 *rules* dalam pemodelan ANFIS. *Rules* tersebut digunakan untuk menunjukkan hubungan antara *input* dan *output* setiap fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rule ANFIS

Rule Index	Rule Firing	Rule Output
1	<i>If GroundFault is low</i>	<i>FaultDistance is long</i>
2	<i>If GroundFault is medium</i>	<i>FaultDistance is medium</i>
3	<i>If GroundFault is high</i>	<i>FaultDistance is short</i>

Terdapat *rules* dalam pemodelan ANFIS pada penelitian ini berjumlah 3 *rules* dan 3 *rule output*. *Rules* tersebut digunakan untuk menunjukkan hubungan antara *input* dan *output* setiap fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Fuzzy Constant Output

Output Constant Index (F_A^P)	Value
1	4.11
2	1.37
3	0.94

Oleh karena itu, model matematika untuk ANFIS prediksi jarak gangguan hubung singkat adalah sebagai berikut:

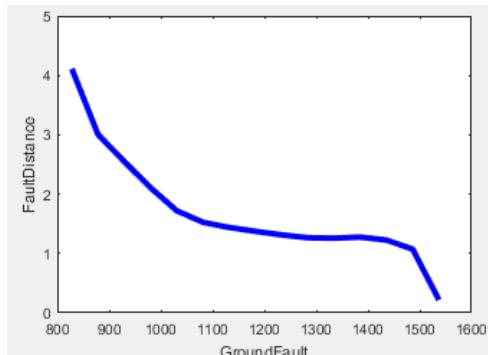
$$B_i = \frac{\sum_{k=0}^n \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 b_i \right]} + \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 b_i \right]} + \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 b_i \right]} F_A^P}{\sum_{k=0}^n \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 b_i \right]} + \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 b_i \right]} + \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 b_i \right]}}$$

Dimana:

x = Variabel *input* arus gangguan hubung singkat.
 a_i b_i c_i = parameter dari fungsi *generalize bell* dimana a_i menggambarkan luasnya *input* fungsi keanggotaan dari arus gangguan hubung singkat, sedangkan b_i menggambarkan bentuk kurva di kedua sisi tengah arus gangguan hubung singkat, dan c_i

- menggambarkan pusat dari fungsi keanggotaan arus gangguan hubung singkat.
- F_A^P = Mendefinisikan variabel *output* konstan Level yang dihasilkan secara otomatis oleh ANFIS berdasarkan jumlah aturan/inferensi *fuzzy*. dalam hal ini variabel *output* adalah RSSI dan SNR.
- n = Total penjumlahan
- B_i = *Output*

Model prediksi estimasi titik hubung singkat satu fasa dengan tanah menggunakan ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) ditunjukkan pada Gambar 5. Grafik ini menggambarkan hubungan antara arus hubung singkat (*GroundFault*) dengan jarak gangguan (*FaultDistance*).



Gambar 5. Model ANFIS Prediksi Jarak Gangguan Hubung Singkat

III. HASIL DAN ANALISA

Hasil permodelan ANFIS menunjukkan prediksi jarak gangguan yang bervariasi sesuai dengan perubahan arus hubung singkat. Pada arus hubung singkat 1537 A, prediksi jarak gangguan adalah 0.22 km. Ketika arus menurun ke 1528 A, jarak gangguan yang diprediksi meningkat menjadi 0.75 km, dan terus mengalami perubahan sesuai dengan arus yang berbeda seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Prediksi Jarak Gangguan Hubung Singkat

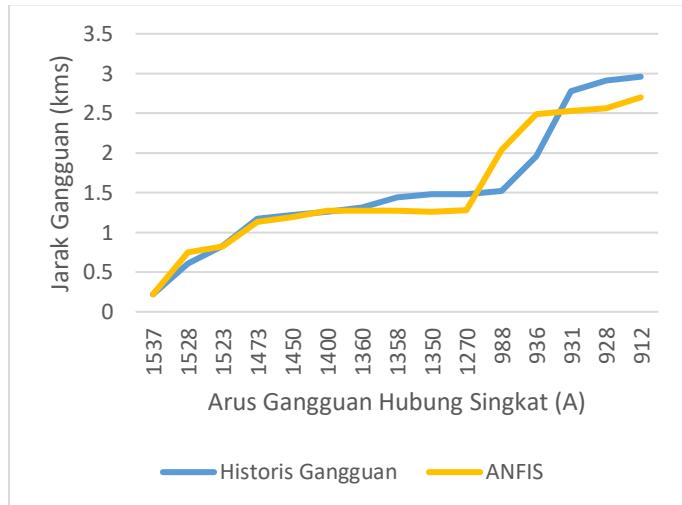
Arus Hubung Singkat L-G (A)	Prediksi Jarak Gangguan (kms)	
	Historis Gangguan	ANFIS
1537	0.22	0.22
1528	0.61	0.75
1523	0.83	0.82
1473	1.17	1.13
1450	1.22	1.19
1400	1.26	1.27
1360	1.31	1.27
1358	1.44	1.27
1350	1.48	1.26
1270	1.48	1.28
988	1.52	2.04
936	1.96	2.49
931	2.78	2.53
928	2.91	2.56
912	2.96	2.70

Setelah menggunakan analisis statistik RMSE dan MAE untuk menghitung MSE pada model prediksi jarak hubung singkat satu fasa dengan tanah penyulang Egrang, nilai MAE atau rata-rata dari selisih absolut antara Model ANFIS terhadap nilai aktual mencapai nilai MAE sebesar 0,18 dan RMSE sebesar 0,25 seperti pada Tabel 6. Semakin kecil nilai RMSE, maka semakin baik kualitas model tersebut.

Tabel 6. Perbandingan MAE dan RMSE Terhadap Riwayat Gangguan Hubung Singkat

ANFIS	
MAE	0.18
RMSE	0.25

Perbandingan hasil simulasi prediksi jarak gangguan hubung singkat satu fasa dengan tanah penyulang Egrang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Prediksi Jarak Gangguan Hubung Singkat

Dengan menggunakan permodelan ANFIS, hasil prediksi ANFIS dapat menunjukkan estimasi titik gangguan hubung singkat satu fasa dengan tanah pada penyulang Egrang. Hal ini menunjukkan bahwa ANFIS dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang bersifat kompleks dan dapat digunakan sebagai alat untuk memperkirakan lokasi gangguan dalam sistem distribusi tenaga listrik.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil permodelan dan analisis data yang telah dilakukan, hasil prediksi menggunakan ANFIS mendekati data historis gangguan. Hal ini menunjukkan keunggulan ANFIS dalam menangani variabilitas data dan kondisi operasional yang kompleks. Sebagai contoh, pada arus hubung singkat 1537 A, prediksi jarak gangguan menggunakan ANFIS adalah 0,22 km, sangat mendekati data historis yang juga 0,22 km. Permodelan ANFIS menunjukkan bahwa prediksi jarak gangguan bervariasi sesuai dengan perubahan arus hubung singkat. Pada arus hubung singkat 928 A, prediksi jarak gangguan menggunakan ANFIS adalah 2.56 km. Pada arus hubung singkat yang lebih tinggi, seperti 1400 A, prediksi jarak gangguan menggunakan ANFIS adalah 1.27 km. Metode ANFIS menunjukkan performa

yang baik dalam memprediksi jarak gangguan hubung singkat satu fasa dengan tanah, dengan nilai MAE mencapai nilai MAE sebesar 0,18 dan RMSE sebesar 0,25.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Penangsang, O., & Aryani, N. K. (2017). Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), B66-B71..
- [2] Auliq, M. A. A., & Pratama, I. B. (2021). Analisa Penentuan Estimasi Jarak Gangguan pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode ETAP 12.6. 0. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 3(1), 31-42.H. M. Deitel, P. J. Deitel, "Strings and characters," in Java How To Program, 4th Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002, ch. 10, sec. 5, pp. 542 – 547.
- [3] Syahputra, R. (2014). Estimasi lokasi gangguan hubung singkat pada saluran transmisi tenaga listrik. *Semesta Teknika*, 17(2), 106-115.
- [4] Arief B, C. (2017). DETEKSI JARAK LOKASI GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI 500 KV CILEGON BARU–CIBINONG MENGGUNAKAN ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA).
- [5] Akhikpemelo, A., Evgobbai, M. J. E., & Okundamiya, M. S. (2019). Fault detection on a 132kV transmission line using artificial neural network. *Int. Rev. Electr. Eng.*, 14(3), 220-225.
- [6] Nugroho, A., Mulyadi, Y., Abdullah, A. G., & Nandiyanto, A. B. D. (2018). Fault Diagnosis for Distribution Feeder Base on Fuzzy Logic. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 288, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.