

**ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS  
FUZZY LOGIC DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat  
untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

**Devi Ivana Athaliana**

**1607331**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2020**

**ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS  
FUZZY LOGIC DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Oleh  
Devi Ivana Athaliana

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Devi Ivana Athaliana  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Juni 2020

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.  
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, *difotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

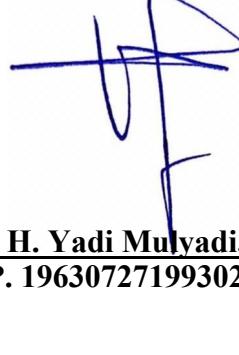
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**DEVI IVANA ATHALIANA**

**E5051.1607331**

**ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS  
FUZZY LOGIC DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**  
**NIP. 19630727199302 1 001**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Tasma Sucita, M.T.**  
**NIP. 19641007 199101 1 001**

Mengetahui,  
**Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro**



**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**  
**NIP. 19630727199302 1 001**

## **PERNYATAAN**

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Gangguan Jaringan Distribusi Berbasis Fuzzy Logic dan Jaringan Syaraf Tiruan” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Juni 2020

Yang Menyatakan,

Devi Ivana Athaliana

1607331

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Gangguan pada Jaringan Distribusi Berbasis Fuzzy Logic dan Jaringan Syraf Tiruan**”. Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektro.

Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik karena bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Supriyadi dan Ibu Ratna Dewi selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga Tugas Akhir dapat berjalan dan terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia sekaligus Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. Tasma Sucita, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
6. Teman-teman seperjuangan dari Teknik Elektro 2016 yang selalu memberikan semangat dan motivasi bagi penulis.
7. Ghina, Anisa, Sylvia, Yuli, Anggin, Efra, dan Bella selaku teman-teman seperjuangan yang selalu membantu penulis setiap waktu.
8. Semua keluarga TEUAS.
9. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis juga bagi para pembaca. Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam tugas akhir ini, oleh karenanya dengan segala kerendahan hati kritik dan saran sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan dari tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, Juni 2020

Penulis

## **ABSTRAK**

Jaringan distribusi merupakan jaringan yang paling dekat dengan konsumen dan tercatat memiliki banyak jumlah gangguan. Pendekripsi gangguan dengan akurat dapat menimbulkan dampak gangguan untuk penyaluran listrik yang berkelanjutan. Pada penelitian ini pendekripsi jenis gangguan dilakukan menggunakan fuzzy logic dan pendekripsi lokasi gangguan dilakukan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Metoda berikut dipilih karena memiliki keunggulan dalam kecepatan dan ketepatan dalam pendekripsi dibandingakan dengan metode konvensional. Berdasarkan hasil penelitian, fuzzy logic dapat mendekripsi jenis gangguan dengan baik dan jaringan syaraf tiruan memiliki akurasi sebesar 88,7% untuk mendekripsi lokasi gangguan.

**Kata kunci :** Analisis Gangguan; Jaringan Distribusi; Fuzzy Logic; Jaringan Syaraf Tiruan

## ABSTRACT

*Distribution Network is the network that closest to consumers and has a large number of fault. By detecting faults accurately, can minimize the impact of continuous electricity distribution. In this research, the type of fault detection perform using fuzzy logic and location detection perform using artificial neural network. The following method is chosen because it can detect both quickly and precisely compared with the conventional method. Based on the result of the research, fuzzy logic can perform well for detecting fault type, besides artificial neural networks have an 88,7% accuracy for detecting fault location.*

**Keyword:** *electrical faults; distribution network; fuzzy logic; artificial neural network.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1.    Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2.    Rumusan Masalah Penelitian .....	3
1.3.    Tujuan Penelitian .....	3
1.4.    Manfaat Penelitian .....	3
1.5.    Struktur Organisasi Penelitian .....	4
BAB II.....	5
KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1.    Sistem Tenaga Listrik .....	5
2.2.    Sistem Distribusi .....	6
2.2.1.    Jaringan Distribusi Radial .....	7
2.2.2.    Jaringan Distribusi Loop .....	8
2.2.3.    Jaringan Distribusi Spindel .....	9
2.3.    Sistem Proteksi pada Jaringan Distribusi.....	10
2.4.    Gardu Induk .....	11
2.5.    Gangguan pada Jaringan Distribusi .....	11
2.5.1.    Gangguan Beban Lebih.....	12
2.5.2.    Gangguan Tegangan Lebih .....	12
2.5.3.    Gangguan Ketidakstabilan .....	13
2.6.    Gangguan Hubung Singkat .....	13

2.6.1.	Gangguan Satu Fasa ke Tanah .....	13
2.6.2.	Gangguan Dua Fasa ke Tanah .....	15
2.6.3.	Gangguan Antar Fasa.....	16
2.6.4.	Gangguan Tiga Fasa ke Tanah.....	18
2.7.	Fuzzy Logic .....	19
2.8.	Artificial Neural Network .....	22
2.9.	Penelitian Terkait .....	23
	<b>BAB III .....</b>	<b>25</b>
	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	25
3.2.	Lokasi dan Subjek Penelitian.....	26
3.3.	Metode Pengumpulan Data.....	26
3.4.	Data Lapangan .....	26
3.4.1.	Data Transformator.....	26
3.4.2.	Data Penghantar .....	27
3.4.3.	Data Gangguan.....	28
3.5.	Metode Pengolahan Data .....	29
3.5.1.	Tahapan Menghitung Arus Gangguan .....	30
3.5.2.	Tahapan Menggunakan Fuzzy Logic.....	31
3.5.3.	Tahapan Menggunakan <i>Artificial Neural Network</i> .....	34
3.6.	Perangkat Penunjang Penelitian.....	36
	<b>BAB IV .....</b>	<b>37</b>
	<b>TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1.	Temuan Penelitian .....	37
4.1.1.	Hasil Perhitungan Arus Gangguan.....	37
4.1.2.	Arus Hubung Singkat 1 Fasa .....	39
4.1.3.	Arus Hubung Singkat Antar Fasa .....	40
4.1.4.	Arus Hubung Singkat 3 Fasa .....	41
4.1.5.	Permodelan Fuzzy Logic .....	42
4.1.6.	Permodelan Jaringan Syaraf Tiruan.....	47
4.2.	Pembahasan Penelitian.....	50

BAB V .....	53
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	53
5.1.    Kesimpulan .....	53
5.2.    Implikasi .....	53
5.3.    Rekomendasi.....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Sistem Tenaga Listrik .....	5
Gambar 2. 2 Skema Jaringan Distribusi.....	7
Gambar 2. 3 Jaringan Distribusi Sistem Radial .....	8
Gambar 2. 4 Jaringan Distribusi Sistem Loop .....	9
Gambar 2. 5 Jaringan Distribusi Sistem Spindel .....	9
Gambar 2. 6 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah .....	14
Gambar 2. 7 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	15
Gambar 2. 8 Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa.....	17
Gambar 2. 9 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah.....	19
Gambar 2. 10 Proses Sistem Logika Fuzzy .....	19
Gambar 2. 11 Grafik Fungsi Fuzzy Sets .....	20
Gambar 2. 12 Tipe Membership Function bentuk (a) Segitiga (b) Trapesium (c) Gaussian.....	21
Gambar 2. 13 (a) Single Layer (b) Multi Layer Feed Forward Neural Network..	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perhitungan Arus Gangguan.....	30
Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahapan Fuzzy Logic.....	32
Gambar 3. 4 Diagram Alir Tahapan Jaringan Syaraf Tiruan .....	34
Gambar 3. 5. Jendela Network pada nnntool .....	35
Gambar 4. 1. Grafik Arus Hubung Singkat 1 Fasa .....	39
Gambar 4. 2. Grafik Arus Hubung Singkat Antar Fasa .....	40
Gambar 4. 3. Grafik Arus Hubung Singkat 3 Fasa .....	41
Gambar 4. 4. Tool Fuzzy Logic Desiner.....	42
Gambar 4. 5. Grafik Membership Function Input Arus Fasa .....	42
Gambar 4. 6. Grafik Membership Function Input Arus Netral.....	43
Gambar 4. 7. Grafik Membership Function Output.....	45
Gambar 4. 8. Rules pada Fuzzy .....	45
Gambar 4. 9. Hasil pada Fuzzy Rule Viewer.....	46
Gambar 4. 10. Arsitektur ANN .....	49

Gambar 4. 11. Grafik Regresi .....	49
Gambar 4. 12. Grafik Performance.....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Data Transformator .....	27
Tabel 3. 2. Data Spesifikasi Penghantar.....	27
Tabel 3. 3. Data Panjang dan Impedansi Penghantar.....	28
Tabel 3. 4. Data Arus dan Lokasi Gangguan .....	29
Tabel 3. 5. Rules pada Fuzzy Logic.....	33
Tabel 4. 1. Data Impedansi Positif/Negatif Penyulang pada Group 1 .....	38
Tabel 4. 2. Data Impedansi Nol Penyulang pada Group 1 .....	38
Tabel 4. 3 Data Arus Hubung Singkat 1 Fasa Penyulang pada Group 1 .....	39
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Antar Fasa pada Grup 1 .....	40
Tabel 4. 5. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat 3 Fasa pada Grup 1 .....	41
Tabel 4. 6. Equivalent Number Deteksi Gangguan.....	44
Tabel 4. 7. Parameter Variabel Output.....	44
Tabel 4. 8. Tabel Hasil Deteksi Jenis Gangguan .....	46
Tabel 4. 9. Hasil Percobaan Training Function.....	47
Tabel 4. 10. Hasil Percobaan Jumlah Neuron.....	48
Tabel 4. 11. Hasil Percobaan Jumlah Layer.....	48
Tabel 4. 12. Hasil Uji Jaringan Syaraf Tiruan .....	50
Tabel 4. 13. Tabel Perbandingan JST dengan Perhitungan Hubung SIngkat .....	51

## DAFTAR PUSTAKA

- Allan, D. J. (2003). Power Transformers. In *Electrical Engineer's Reference Book* (pp. 1–30).
- Bash, S., Debnath, C., Shill, P. C., & Murase, K. (2013). Particle Swarm Optimization Based Adaptive Strategy for Tuning of Fuzzy Logic Controller. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAI)*, 4(1), 37–50.
- Birajdarl, A., & Tajane, S. (2016). Modelling and Simulation of Transmission Line to Detect Single Line to Ground Fault Location. In *IEEE International Conference in Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES)* (pp. 1–4).
- Booth, C., & Bell, K. (2013). Protection of transmission and distribution (T&D) networks.pdf. In *Electrical Transmission, Distribution, and Storage System*. Woodhead Publishing Limited.
- Breeze, P. (2019). An Introduction to Electricity Generation. In *Power Generation Technologies* (pp. 1–14). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102631-1.00001-8>
- Brown, R. E. (2009). *Electrical Power Distribution Reliability*. CRC Press.
- Buscema, M. (1998). Back Propagation Neural Networks. *Substance Use & Misuse*, 33(2), 233–270. <https://doi.org/10.3109/10826089809115863>
- Butler, K. L., & Momoh, J. . (1999). A Neural Net Based Approach For Fault Diagnosis in Distribution Networks. In *IEEE Power Engineering Society. 1999 Winter Meeting* (pp. 0–3).
- Chaturvedi, D. K. (2008). Artificial Neural Network and Supervised. In *Soft Computing* (Vol. 50, pp. 23–50).
- Chin, H., & Lin, C. (2002). On-Line Fault Diagnosis of Distribution Substation Using Fuzzy Reasoning. In *IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition* (pp. 2086–2090). <https://doi.org/10.1109/TDC.2002.1177782>
- Cingolani, P., & Alcala-Fdez, J. (2013). jFuzzyLogic : a Java Library to Design Fuzzy Logic Controllers According to the Standard for Fuzzy Control Programming. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 6(1), 61–75.
- Dadone, P., Vanlandingham, H. F., Baumann, W. T., Sarin, S. C., Sherli, H. D., & Teodorovic, D. (2001). *Design Optimization of Fuzzy Logic Systems*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Danawardana, T., Ireshika, S., Perera, W. P. D. ., & Thamel, W. A. . (2017). Fault Detection in Distribution Lines Using Artificial Neural Networks, (October).  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18654.54085>
- Dashti, R., Ghaseni, M., & Daisy, M. (2018). Fault Location in Power Distribution Network with Presence of Distributed Generation Resources Using Impedance Based Method and Applying  $\pi$  Line Model.pdf. *Energy*, 159, 344–360.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.111>

- Dewi, A. Y., Effendi, A., & Ridwan. (2018). STABILITY ANALYSIS Of 20 kVSYSTEMat PT PLN ( PERSERO ) RAYON AFTER INTERCONNECTION by IPP ( PLTMH PT . SKE ). In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 01020).
- Dorr S., D., & Lim, P. K. (2000). Understanding and Resolving Voltage Sag Related Problems for Sensitive Industrial Customers. In *IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. Conference Proceedings* (pp. 2886–2890).
- Eluyode, O. S., & Akomolafe, D. T. (2013). Comparative Study of Biological and Artificial Neural Networks. *European Journal of Applied Engineering and Scientific Research*, 2(1), 36–46.
- Ferreira, K. J., Emanuel, A. E., & Fellow, L. (2010). A Noninvasive Technique for Fault Detection and Location. *IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY*, 25(4), 3024–3034.
- Glover, J. D., Sarma, M. S., & Overbye, T. J. (2010). *Power System Analysis and Design* (Fifth Edit).
- Gonen, T. (2005). Power Distribution. In *The Electrical Engineering Handbook* (pp. 749–759). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012170960-0/50055-4>
- Gonen, T. (2008). *Electrical Power Distribution System Engineering* (Second Edi). CRC Press.
- Gururajapathy, S. S., Mokhlis, H., & Illias, H. A. (2017a). Fault location and detection techniques in power distribution systems with distributed generation : A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74(January), 949–958.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.021>
- Gururajapathy, S. S., Mokhlis, H., & Illias, H. A. (2017b). Fault location and detection techniques in power distribution systems with distributed generation : A review a b a b c b c.  
*Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74(February 2016), 949–958.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.021>
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks Comprehensive Foundation*.
- Inga, E., Aguilera, A., Carmen, V., Lima, L., & Viloria, A. (2018). Fault Diagnosis on Electrical Distribution Systems Based on Fuzzy Logic. *Springer International Publishing AG, Part of Springer Nature 2018*, 1, 174–185. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93818-9>
- Johns, A. T. (2003). Protection. In *Electrical Engineer's Reference Book*.
- Kezunovic, M. (2005). Fundamentals of Power System Protection. In *The Electrical Engineering Handbook* (pp. 787–803). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-012170960-0/50058-X>
- Kopyt, P., Salski, B., Zagrajek, P., Janczak, D., Sloma, M., Jakubowska, M., ... Gwarek, W. (2016). Electric Properties of Graphene-Based Conductive Layers from DC Up To

**Devi Ivana Athaliana, 2020**

**ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS FUZZY LOGIC DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Terahertz Range. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 6(3), 480–490.
- Kose, U. (2012). Developing a fuzzy logic based game system. *Computer Technology and Application* 3, 510–517.
- Kukreja, H., N, B., S, S. C., & S, K. (2017). AN INTRODUCTION TO ARTIFICIAL. *International Journal Of Advance Research And Innovative Ideas In Education*, 1(5), 27–30.
- Li, B., He, J., Li, Y., & Zheng, Y. (2020). Overvoltage. In *Protection Technologies of Ultra-High-Voltage AC Transmission Systems* (pp. 149–162). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816205-7.00009-1>
- Liu, J., & Xu, T. (2018). Testing Platform for Fault Diagnosis and Location Algorithm in the Active Distribution Network. In *2018 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)* (pp. 1–5). IEEE.
- Majumdar, A., & Ghosh, A. (2008). Yarn Strength Modelling Using Fuzzy Expert System. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3(4), 61–68. <https://doi.org/10.1177/155892500800300408>
- Nugroho, A., Mulyadi, Y., Abdullah, A. G., & Nandiyanto, A. (2018). Fault Diagnosis for Distribution Feeder Base on Fuzzy Logic Fault Diagnosis for Distribution Feeder Base on Fuzzy Logic. In *Annual Applied Science and Engineering Conference*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012009>
- Petite, F. S. V., dos Santos, R. C., & Asano, P. T. L. (2017). A Scheme Based on ANNs for Single-Phase Fault Location in Distribution Systems with DG. In *2017 IEEE Machester PowerTech*.
- Phyu, E. E. (2019). Study and Analysis of Double-Line-To-Ground Fault. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 8(08), 366–370.
- Prasad, A., & Vsyhnavi, G. (2018). Location of High Impedance Faults in Distribution Systems using Fuzzy Logic Technique. *International Journal of Control and Automation*, 11(11), 19–28.
- Puri, M., Solanki, A., Padawer, T., Tipparaju, S. M., Moreno, W. A., & Pathak, Y. (2016). Introduction to Artificial Neural Network (ANN) as a Predictive Tool for Drug Design, Discovery, Delivery, and Disposition : Basic Concepts and Modeling. In *Artificial Neural Network for Drug Design, Delivery and Disposition* (pp. 3–13). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801559-9.00001-6>
- Putra, I. M. U., Gandhiadi, G. K., & Harini, L. P. I. (2016). IMPLEMENTASI BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK. *E-Jurnal Matematika*, 5(4), 126–132.
- Rafinia, A., & Moshtagh, J. (2014). Electrical Power and Energy Systems A new approach to Devi Ivana Athaliana, 2020 ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS FUZZY LOGIC DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

- fault location in three-phase underground distribution system using combination of wavelet analysis with ANN and FLS. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 55, 261–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2013.09.011>
- Ray, P., & Mishra, D. (2014). Artificial Intelligence based Fault Location in a Distribution System. In *2014 International Conference on Information Technology* (pp. 18–23). <https://doi.org/10.1109/ICIT.2014.10>
- Reddy, M. J., & Mohanta, D. K. (2008). Adaptive-neuro-fuzzy inference system approach for transmission line fault classification and location incorporating effects of power swings. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 2(2), 235–244. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd>
- Reddy, N., Technology, C., Xiao, Y., Gao, X., & Hariharan, S. I. (2006). A NOVEL AND FAST VIRTUAL SURGICAL SYSTEM. In *Proceedings of the IADIS International Conference on Computer Science and Information System* (pp. 277–281).
- Riman, N. I. S., Abdullah, M. F., Romlie, M. F., & Baharudin, Z. (2016). The Third Harmonic Current Contribution during Three-Phase to Ground Fault. In *2016 6th International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS)*.
- Saadat, H. (1999). *Power System Analysis*. McGraw-Hill.
- Saha, S., Aldeen, M., & Tan, C. P. (2013). Unsymmetrical fault diagnosis in transmission / distribution networks. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 45(1), 252–263. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2012.09.005>
- Sakala, J. D., & Daka, J. S. J. (2015). GENERAL FAULT ADMITTANCE METHOD LINE-TO-LINE-TO-LINE UNSYMMETRICAL FAULT 3 . Line-to-Line-to-Line Unsymmetrical Fault Simulation. *Journal of Engineering Science and Technology*, 10(9), 1131–1143.
- Sazli, M. H. (2006). A brief review of feed-forward neural networks. *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series A2-A3*, 50(May), 11–17. <https://doi.org/10.1501/0003168>
- Sivanandam, S., Sumathi, S., & N. Deepa, S. (2007). Introduction. In *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB* (pp. 1–9). Springer, Berlin. Heidelberg.
- Suhadi, & Wrahantolo, T. (2008a). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 2.pdf*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suhadi, & Wrahantolo, T. (2008b). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Syahputra, R. (2017). *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. LP3M UMY.
- Syofian, A. (2013). SISTEM PENTANAHAN GRID PADA GARU INDUK PLTU TELUK SIRIH. *Jurnal Momentum*, 14(1), 36–45.
- Syufrijal, & Monantun, R. (2014). *Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. KEMENTERIAN
- Devi Ivana Athaliana, 2020**  
**ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS FUZZY LOGIC DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

PENDIDIKAN DASAR MENENGAH DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA.

- Tanjung, A. (2018). Reconfiguration of Power Supply System Distribution 20 Kv : PT. PLN (Persero) Dumai Area. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Tasiam, F. J. (2017). *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. TEKNOSAIN.
- Tian, W., & Liu, J. (2010). Fault Diagnosis Analysis with Support Vector Regression and Particle Swarm. In *2010 Chinese Control and Decision Conference* (pp. 3370–3374).
- Tjahjono, A., Anggriawan, D. O., Faizin, A. K., Priyadi, A., Pujiantara, M., Taufik, T., & Purnomo, M. H. (2017). Adaptive Modified Firefly Algorithm for Optimal Coordination of Overcurrent Relays. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 11(10), 2575–2585.  
<https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2016.1563>
- Ventouras, E. M., Economou, N., Kritikou, I., Tsekou, H., Thomas, J., Ktonas, P. Y., & Member, S. (2012). Performance Evaluation of an Artificial Neural Network Automatic Spindle Detection System. In *34th Annual International Conference of the IEEE EMBS* (pp. 4328–4331).
- Willis, L. (2013). Introduction to transmission and distribution (T&D) networks: T&D infrastructure, reliability and engineering, regulation and planning. In *Electricity transmission, distribution and storage systems* (pp. 3–38). Woodhead Publishing Limited.  
<https://doi.org/10.1533/9780857097378.1.3>
- Wiyoto, T. (2018). *ANALISIS NILAI KEANDALAN DAN NILAI EKONOMI PADA SISTEM DISTRIBUSI JARINGAN LISTRIK 20 KV DI PT. PLN (PERSERO) RAYON PEKANBARU KOTA TIMUR*.
- Za'im, M. R. (2014). GARDU INDUKUNGARAN PLN DISTRIBUSI SEMARANG. *Edu Elektrika Journal*, 3(2), 9–16.
- Zhang, T., Yu, H., Zeng, P., Sun, L., Song, C., & Liu, J. (2020). Electrical Power and Energy Systems Single phase fault diagnosis and location in active distribution network using synchronized voltage measurement. *Electrical Power and Energy Systems*, 117(September 2019), 105572. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105572>
- Zupan, J. (1994). Introduction to Artificial Neural Network (ANN) Methods: What They Are and How to Use Them. *Acta Chimica Slovenica*, 41(3), 327–352.