

**ANALISIS KESEIMBANGAN PEMBEBANAN PADA TRAFO  
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN ALGORITMA *FUZZY LOGIC***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat  
untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi S-1 Teknik Elektro



Disusun oleh :  
**RISMAYANTI**  
**E.5051.1705646**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2021**

**ANALISIS KESEIMBANGAN PEMBEBANAN PADA TRAFO  
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN ALGORITMA *FUZZY LOGIC***

Oleh  
Rismayanti

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

© Rismayanti  
Universitas Pendidikan Indonesia  
April 2021

Hak Cipta dilindungi Undang – Undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**RISMAYANTI**

**E5051.1705646**

**ANALISIS KESEIMBANGAN PEMBEBANAN PADA TRAFO  
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN ALGORITMA *FUZZY LOGIC***

Disetujui dan disahkan oleh :

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.**

**NIP. 19630727199302 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

22/04/21  


**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 yang berjudul “Analisis Keseimbangan Pembebanan Pada Trafo Distribusi Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic” ini beserta dengan seluruh isinya merupakan benar-benar karya dari diri saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Dengan pernyataan ini, saya menyatakan 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, April 2021

Yang Menyatakan,

Rismayanti

NIM 1705646

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Keseimbangan Pembebanan Pada Trafo Distribusi Menggunakan Algoritma *Fuzzy Logic*” dengan lancar serta sesuai dengan yang diharapkan. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya pada banyak pihak yang berperan serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini kepada:

1. Kepada keluarga besar yang senantiasa selalu memberikan dukungan.
2. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, FPTK UPI. dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, FPTK UPI.
4. Bapak Dr. Tasma Sucita, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Wasimudin Surya S, M.T. selaku pembimbing akademik yang membimbing sejak awal perkuliahan hingga proses penyusunan ini selesai.
6. Seluruh staff dosen dan administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI
7. Seluruh rekan Mahasiswa Teknik Elektro FPTK UPI tanpa terkecuali.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis juga bagi para pembaca dan bagi banyak pihak. Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dengan segala kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk pengembangan lebih lanjut.

Bandung, April 2021

Penulis

## ABSTRAK

Penyeimbangan pembebanan pada trafo distribusi dilakukan sebagai bentuk pemeliharaan dan pelayanan pada konsumen, guna meminimalisir kerugian akibat dari ketidakseimbangan pembebanan pada trafo distribusi. Pada penelitian ini pendeteksian keseimbangan pembebanan suatu trafo dilakukan menggunakan metode fuzzy logic, metode ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam proses pengolahan data lebih cepat dibandingkan metode terdahulunya. Data yang digunakan adalah hasil pengukuran pada Gardu KBR PT. PLN (Persero) UP3 Bandung pada tahun 2019. Persentase ketidakseimbang pembebanan menurut ANSI/IEEE Std 446-1987 adalah 5%. Berdasarkan hasil penelitian, program fuzzy logic dapat bekerja menentukan keseimbangan pembebanan trafo distribusi dengan baik. Hasil pengukuran pada jurusan 7 pembebanan siang hari persentase ketidakseimbangan beban sebelum menggunakan metode Fuzzy adalah sebesar 54.67%, setelah menggunakan metode fuzzy logic persentase ketidakseimbangan beban menjadi lebih baik dari sebelumnya yaitu sebesar 2.33%.

**Kata kunci:** trafo, sistem distribusi, keseimbangan pembebanan, *fuzzy logic*

## ***ABSTRACT***

The load balancing on distribution transformers is carried out as a form of maintenance and service to consumers, in order to minimize losses due to unbalanced loading on distribution transformers. In this study, the detection of the load balance efficiency of a transformer is carried out using the fuzzy logic method. This method was chosen because it has the advantage of processing data faster than the previous method. The data used are the measurement results at the KBR PT. PLN (Persero) UP3 Bandung in 2019. The percentage of unbalanced loading according to ANSI / IEEE Std 446-1987 is 5%. Based on the research results, the fuzzy logic program can work to determine the load balance of the distribution transformer properly. The measurement results in the 7th department of daytime loading, the percentage of load imbalance before using the Fuzzy method is 54.67%, after using the fuzzy logic method the percentage of load imbalance is better than before, which is 2.33%.

**Key words:** transformer, distribution system, load balancing, *fuzzy logic*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....	3
BAB II.....	4
KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Distribusi.....	4
2.2 Gardu Distribusi .....	5
2.2.1 Klasifikasi Gardu Distribusi .....	5
2.3 Transformator .....	11
2.3.1 Trafo Arus.....	12
2.3.2 Trafo Tegangan.....	13
2.3.3 Transformator distribusi. ....	13
2.4 Efisiensi Pembebanan dan Keseimbangan Pembebanan Trafo.....	13
2.5 Fuzzy Logic .....	16
2.6 Penelitian Terkait.....	20
BAB III .....	21
METODOLOGI PENELITIAN .....	21



3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian .....	22
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	22
3.4 Data Lapangan.....	22
3.4.1. Data Transformator.....	23
3.4.2 Data Kapasitas Transformator .....	24
3.5 Metode Pengolahan Data.....	24
3.5.1 Tahapan Menghitung Keseimbangan Pembebanan Data Lapangan .....	24
3.5.3 Tahapan Menggunakan Fuzzy Logic .....	26
3.6 Perangkat Penunjang .....	29
BAB IV .....	30
TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	30
4.1 Temuan Penelitian .....	30
4.1.1 Hasil Perhitungan Arus Rata – Rata Data Lapangan.....	30
4.1.2 Hasil Perhitungan Keseimbangan Pembebanan Data Lapangan .....	30
4.1.3 Permodelan Fuzzy Logic .....	33
4.2 Pembahasan Penelitian .....	36
4.2.1 Hasil Perhitungan Arus Rata – Rata Hasil Olah Data Fuzzy Logic .....	37
4.2.2 Hasil Perhitungan Keseimbangan Pembebanan Data Fuzzy Logic.....	38
BAB V .....	44
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2. Implikasi .....	44
5.3. Rekomendasi .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Jaringan Distribusi.....	4
Gambar 2.2 Gardu Beton .....	7
Gambar 2.3 Gardu Portal dan Bagan satu garis .....	7
Gambar 2.4 Gardu Cantol .....	8
Gambar 2.5 Gardu Kios .....	9
Gambar 2.6 Unit Gardu Bergerak .....	10
Gambar 2.7 Tipe Trafo.....	11
Gambar 2.8 Trafo Distribusi .....	13
Gambar 2.9 Vektor arus a) seimbang dan b) tidak seimbang .....	15
Gambar 2.10 Sistem Fuzzy .....	16
Gambar 2.11 Tipe Membership Function a)Segitiga b)Trapesium dan c)Gaussian .....	18
Gambar 2.12 Membership function segitiga.....	19
Gambar 2.13Pengumpan Distribusi .....	19
Gambar 3.1 Alir Penelitian Secara Umum.....	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan Keseimbangan Pembebanan .....	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Fuzzy Logic .....	26
Gambar 4.1 Kerangka Fuzzy Logic .....	33
Gambar 4.2 Input Membership Function .....	34
Gambar 4.3 Output Membership Function .....	34
Gambar 4.4 Rules Fuzzy Logic.....	35
Gambar 4.5 Rule Viewer Fuzzy Logic .....	35
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai Arus Rata-Rata Jurusan Siang .....	39
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai Arus Rata-Rata Jurusan Malam .....	39
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Keseimbangan Pembebanan Jurusan Siang....	40
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Keseimbangan Pembebanan Jurusan Malam..	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran Beban Siang .....	23
Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran Beban Malam .....	23
Tabel 3.3 Data Beban Transformator .....	23
Tabel 3.4 Daftar Trafo Distribusi Incoming Arah Gardu Distribusi KBR .....	24
Tabel 3.5 Daftar Trafo Distribusi Outgoing Dari Gardu Distribusi KBR.....	24
Tabel 3.6 Rules Fuzzy Logic .....	27
Tabel 4.1 Perhitungan Arus Rata-Rata Data Lapangan .....	30
Tabel 4.2 Data Keseimbangan Pembebanan Data Lapangan.....	31
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Data Lapangan.....	32
Tabel 4.4 Nilai Penambahan dan Pengurangan Pembebanan Hasil Fuzzy Logic.	36
Tabel 4.5 Data Nilai Setiap Fasa Jurusan Hasil Olah Fuzzy Logic .....	37
Tabel 4.6 Data Arus Rata-Rata Hasil Fuzzy Logic .....	37
Tabel 4.7 Data Hasil Penyeimbangan Data Fuzzy Logic .....	38
Tabel 4.8 Hasil Olah Data Fuzzy Logic.....	38
Tabel 4.9 Data Arus Netral .....	42
Tabel 4.10 Hasil Uji Fuzzy Logic .....	43

## DAFTAR PUSTAKA

- Allan, D. J. (2003). Power Transformers. In *Electrical Engineer's Reference Book* (pp. 1–30).
- Athaliana, D. I. (2020). *Analisis Gangguan Pada Jaringan Distribusi Berbasis Fuzzy Logic Dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Universitas Pendidikan Indonesia, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Bandung.
- Bahri, S., Gianto, R., & Arsyad, M. I. (N.D.). Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak . *Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura* , 1-8.
- Bakar, N. A., & Abu-Siada, A. (2016). Fuzzy Logic Approach For Transformer Remnant Life Prediction And Asset Management Decision. *IEEE Transactions On Dielectrics And Electrical Insulation*, 23(5), 3199-3208.
- Brown, R. E. (2009). *Electrical Power Distribution Reliability*. CRC Press
- Darsono, S. T. (2014). Analisis Efisiensi Trafo Frekuensi Tinggi Pada Sumber Tegangan Tinggi Cockcroft Walton Mbe Lateks. *Ganendra Journal Of Nuclear Science And Technology*, 17(2), 101-110.
- Ferdinan, Rizky., Eddy Warman. (2014) Analisa Pemilihan Trafo Distribusi Berdasarkan Biaya Rugi-Rugi Daya Dengan Metode Nilai Tahunan. 8 (1), 13- 15.
- 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>.
- Heriansyah, M., Jaenal Awaluddin. (2014). Aplikasi Penggunaan Kubikel 20 kV pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Binary Cycle Dieng. Volume 9 Nomor 1, 38-44. (Online). Tersedia di: <http://ejournal.uikabogor.ac.id/index.php/JUTEKS/article/view/743/eng> (22 Maret 2019).
- Hooshmand, R. A., Parastegar, M., & Forghani, Z. (2012). Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Approach For Simultaneous Diagnosis Of The Type And Location Of Faults In Power Transformers. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, 32-42.
- Idrees, M., Riaz, M. T., Waleed, A., Paracha, Z. J., Raza, H. A., Khan, M. A., & Hashmi, W. S. (2019). Fuzzy Logic Based Calculation And Analysis Of Health Index For Power Transformer Installed In Grid Stations . *IEEE Department Of Electrical Engineering University Of Engineering & Technology*, 1-6.
- Kahfi, A., & Maman, A. A. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Pengambilan Keputusan Untuk Efisiensi Kerja Trafo Listrik di Yogyakarta. *Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY*, 25-32.

- Kongah, D., Sarjan, M., & Mukhlis, B. (2014). Analisis Pembebanan Transformator Gardu Selatan Kampus Universitas Tadulako. *Jurnal Mektrik*, 1(1), 11-19.
- Markus Dwiyanto Tobi Sogen, S. M. (2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Transformator Distribusi di PT PLN (Persero) Area Sorong. *Jurnal Electro Luceat*, 4 No.1, 1-10.
- Mohamad, F., Hosny, K., & Barakat, T. (2019). Incipient Fault Detection Of Electric Power Transformers Using Fuzzy Logic Based On Roger's And Iec Method. *Ieee Communications & Electronics Engineering, Fayoum University*, 303-309.
- Naresh, R., Sharma, V., & Vashisth, M. (2008). An Integrated Neural Fuzzy Approach For Fault Diagnosis Of Transformers. *IEEE Transactions On Power Delivery*, 23(4), 2017-2024.
- Palaloi, S., & Yudha, D. (2009). Perbandingan Efisiensi Trafo Daya 630 kVA Antara Perhitungan Dan Hasil Pengukuran. *Seminar Nasional Universitas Budi Luhur (Snubl'09)*, 143-148.
- Patel, S.N. (2007). Power Load Balancing Using Fuzzy Logic. India: Gujarat University.
- Priyono, T. O. (2017). Analisa Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 6(1), 58-67.
- Pujiono, Pambudi, P. E., & Mujiman. (2016). Analisis Pembebanan Terhadap Usia Pakai Transformator Tenaga Di Gardu Induk 150 kV. *Jurnal Elektrikal*, 3(1), 11-20.
- Putri, D. A. (2019). *Analisis Pembebanan Transformator Pada Gardu KBR 20 kV Milik PT. PLN (Persero) UP3 Bandung*. Universitas Pendidikan Indonesia, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Bandung.
- PT. PLN (Persero). (2010). Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. (Buku 4). Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero).
- Rosalina, F. D., Farida, Y., & Hamid, A. (2016). Metode Logika Fuzzy Sebagai Evaluasi Distribusi Daya Listrik Berdasarkan Beban Puncak Pembangkit Tenaga Listrik. *Jurnal Matematika "Mantik"*, 2(1), 22-29.
- S. Mukherjee, S. K. (2013). A Three Phase Supplier Selection Method Based On Fuzzy Preference Degree. *Journal Of King Saud University, Computer And Information Sciences*, 173–185.
- S.D. Pohekar, M. R. (2004). Application Of Multi-Criteria Decision Making To Sustainable Energy Planning A Review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews* 8, 365–381.
- Sentosa, S. J., Machmudsyah, T., & Isnanto, Y. (2006). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(1), 68-73.

- Siti, M., Jimoh, A., & Nicolae, D. (2007). Phase Load Balancing in the Secondary Distribution Network Using Fuzzy Logic. 1-6.
- Suhadi, & Wrahatnolo, T. (2008a). Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 2.pdf. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suhadi, & Wrahatnolo, T. (2008b). Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suryawan, I. P., Amrita, A. A., & Setiawan, W. (2018). Analisis Penyeimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Menggunakan Metode Fuzzy. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(1), 143-149.
- SPLN D3.0002-1. (2008). Spesifikasi Transformator Distribusi. PT.PLN (Persero).
- Syofian, A. (2013). Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk 60 PLTU Teluk Sirih. *Jurnal Momentum*, 14(1), 36–45.
- Thamrin, F. (2012). Studi Interfensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan faktor Pembebanan Trafo PLN. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ukil, A., & Siti, W. (2008). Feeder Load Balancing Using Fuzzy Logic and Combinatorial Optimization-based Implementation. *Electric Power System Research*, 1923-1932.
- Yanto, Budi Husodo., Firmansyah. (2016). Analisis Vector Group pada Hubungan Paralel Transformator Unit Gardu Bergerak. *Jurnal Teknik Elektro*, 7 (3), 130- 139.
- Za'im, M. R. (2014). Gardu Indukungan PLN Distribusi Semarang. *Edu ElektriKa Journal*, 3(2), 9–16.
- Zisman, Z., & Cartina, G. (2000). Estimation Of Distribution Transformers Loading By Fuzzy Logic. *IEEE Technical University Of Iasi, Romania*, 303-307.
- Zuhal. (1993). *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT. Gramedia Pu.