

# ANALISIS EFISIENSI TRAFO FAKULTAS TEKNIK UDAYANA BUKIT JIMBARAN DENGAN PENGOPERASIAN FILTER AKTIF BERBASIS FLC

I N.Triya Adi Septiawan<sup>1</sup>, I W. Rinas<sup>2</sup>, I M. Suartika<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali

email: [triya.as37@gmail.com](mailto:triya.as37@gmail.com)<sup>1</sup>, [rinan@unud.ac.id](mailto:rinan@unud.ac.id)<sup>2</sup>, [madesuartika@unud.ac.id](mailto:madesuartika@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

Gangguan pada transformator dapat mengakibatkan rugi-rugi sehingga mengganggu aliran tenaga listrik ke konsumen. Harmonisa merupakan gangguan yang timbul akibat pengoperasian beban non linier. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis efisiensi transformator KA4214 Fakultas Teknik Udayana Bukit Jimbaran dengan harmonisa yaitu fasa R sebesar 16,9%, fasa S sebesar 13,8% dan fasa T sebesar 16,1%. Metode yang digunakan yaitu melakukan simulasi dan analisis dengan hasil pengukuran harmonisa pada kondisi *existing*, filter aktif, dan filter aktif berbasis *fuzzy logic controller* menggunakan software Matlab. Hasil optimal yang didapat yaitu menggunakan metode *fuzzy logic controller* dengan hasil R = 0,85% S=0,65% T=0,39% dan hasil efisiensinya 99,99%

**Kata Kunci** :Harmonisa. efisiensi, rugi-rugi, *fuzzy logic controller*

## Abstract

*Disruption to the transformer can result in losses that disrupt the flow of electricity to consumers. Harmonics are disturbances that arise due to the operation of non-linear loads. The purpose of this study is to analyze the efficiency of the KA4214 transformer at the Udayana Bukit Jimbaran Engineering Faculty with harmonics, namely the R = 16.9%, S = 13.8% and, T = 16.1%. . The method used is to simulate and analyze with the results of harmonic measurements in existing conditions, active filters, and active filters based on fuzzy logic controller using Matlab software. The optimal results obtained are using the fuzzy logic controller method with the results of R = 0.85% S = 0.65% T = 0.39% and the efficiency results are 99.99%*

**Keywords:** *Harmonic, efficiency, losses, fuzzy logic controller*

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan primer yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat, seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik maka penyedia energi listrik juga harus memperhatikan peralatan-peralatan

penyaluran energi listrik kepada konsumen. Transformator distribusi merupakan peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan menengah 20 kV ke tegangan rendah 380/220 V.

Gangguan pada transformator distribusi dapat mengakibatkan

meningkatnya rugi-rugi, dan menurunnya efisiensi serta menurunnya kapasitas kerja dari transformator itu sendiri dan juga dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada transformator.[1]

Fakultas Teknik Universitas Udayana Bukit Jimbaran yang dimana banyaknya beban-beban non linier yang dioperasikan, maka mengakibatkan terjadinya distorsi harmonisa pada peralatan kelistrikan di Fakultas Teknik Universitas Udayana Bukit Jimbaran.

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan simulasi pengoperasian filter aktif dengan menggunakan pengontrolan *fuzzy logic* untuk mengetahui pengaruh dari THDi dan rugi-rugi daya pada Tranfomator Fakultas Teknik Udayana Bukit Jimbaran dengan menggunakan *simulink Matlab*.

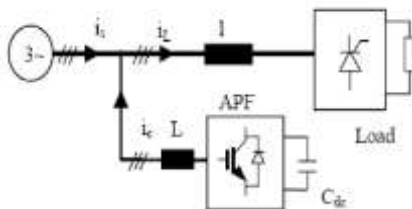
## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Kualitas Daya

Kualitas daya listrik merupakan gambaran baik atau buruk mutu penyaluran daya listrik. Kualitas daya listrik di pengaruhi perubahan tegangan, tidak seimbangan beban, distorsi gelombang, perubahan frekuensi tegangan, dan deviasi faktor daya [3].Penurunan kualitas daya listrik disebabkan oleh adanya harmonisa [2]

### 2.2 Filter Aktif *Shunt*

Filter aktif berfungsi memperbaiki gelombang sinus untuk meningkatkan kualitas daya listrik . Rangkaian filter aktif *shunt* terletak pada induktor AC *output* dan kapasitor DC dengan tegangan DC konstan .[4][6]



Gambar 1: *Shunt active power filter*]

### 2.3 *Fuzzy Logic Controller*

Logika *fuzzy* yaitu metode pemecahan masalah diaplikasikan dalam bidang kendali dan informasi. Logika *fuzzy* menggunakan metode pemecahan masalah dengan memanfaatkan nilai elemen yang ada dalam keanggotaan untuk menentukan suatu kesimpulan [7]

### 2.4 Rugi-Rugi Daya Transformator

Rugi-rugi transformator dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [1] :

$$P_{LL} = (I^2 \times R) + P_{EC} \quad (1)$$

$$P_{EC} = K_{EC} \times I^2 \times h^2 \quad (2)$$

$$P_{LL} = \sum I_h^2 + (\sum I_h^2 \times h^2) \times P_{EC-R}(p.u) \quad (3)$$

$$P_{LL}(kW) = P_{LL}(p.u) \times P_{base\ 1\phi} \quad (4)$$

$$P_{base\ 1\phi} = \frac{S \times \cos\phi}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

### 2.6 Efisiensi

Efisiensi trafo adalah perbandingan antara daya output dengan daya input dapat dihitung dengan rumus berikut ini [5] :

$$Efisiensi = \left[ 1 - \frac{\sum rugi\ total}{Daya\ Input} \right] \times 100\% \quad (6)$$

## III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu pengukuran beban dan harmonisa kemudian melakukan analisis dengan kondisi *existing*, filter aktif, dan FLC menggunakan *software Matlab*..

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Teknik Udayana Bukit Jimbaran yang di mulai pada bulan Desember 2019.

### 3.2 Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari data kelistrikan di Fakultas Teknik Udayana Bukit Jimbaran yang diperoleh melalui metode pengukuran langsung pada obyek yang diteliti berupa data tegangan, arus, daya aktif, daya nyata,

faktor daya, THD arus dan *Standar IEEE 519-2014 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power System*.

### 3.3 Analisis Data

Alur analisis data yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut :

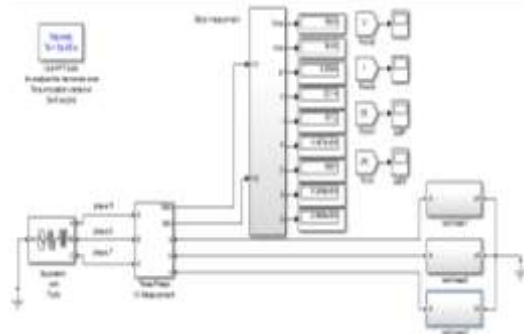
- a) Membuat data single line diagram.
- b) Mengukur data masing-masing fasa saat beban penuh meliputi nilai THD arus, tegangan, arus, cos, daya aktif, dan daya semu.
- c) Menghitung nilai *Short Circuit* pada sistem dan menentukan standar THD arus dan tegangan.
- d) Menentukan dan menghitung parameter (R, L, C) beban yang akan di input pada masing-masing blok pada simulasi.
- e) Membuat pemodelan Sistem Kelistrikan Menggunakan *Simulink Matlab* pada kondisi *existing*, pengoperasian filter aktif, dan pengoperasian filter aktif menggunakan *fuzzy logic controller*.
- f) Simulasi sistem pada kondisi *existing*, pengoperasian filter aktif, dan pengoperasian filter aktif berbasis *fuzzy logic controller*.
- g) 6. Analisis perbandingan hasil simulasi THD pada kondisi *existing*, pengoperasian filter aktif, dan pengoperasian filter aktif berbasis *fuzzy logic controller* terhadap standar THD menurut IEEE 519 Tahun 2014.
- h) Menghitung rugi – rugi daya akibat arus harmonisa.
- i) Menghitung efisiensi

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Simulasi Distorsi Harmonisa Arus Pada Kondisi *Existing*

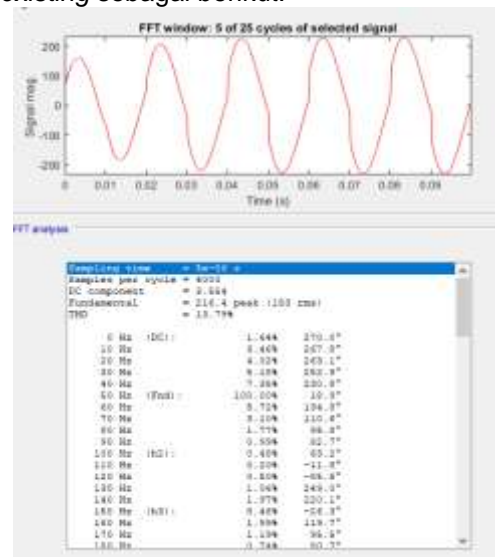
Simulasi yang akan dilakukan menggunakan *Simulink MATLAB*. Saat dilakukan simulasi sistem kelistrikan pada MDP Fakultas Teknik akan menggunakan model simulasi dari sistem kelistrikan

Fakultas Teknik Udayana Bukit Jimbaran yang dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Simulasi Kelistrikan pada Kondisi *Existing*

Dengan menggunakan model simulasi pada Gambar 2 maka didapatkan THDi sistem kelistrikan dengan kondisi *existing* sebagai berikut.

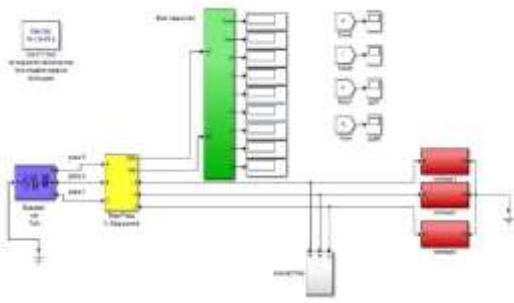


Gambar 3: Hasil simulasi fasa R kondisi *existing*

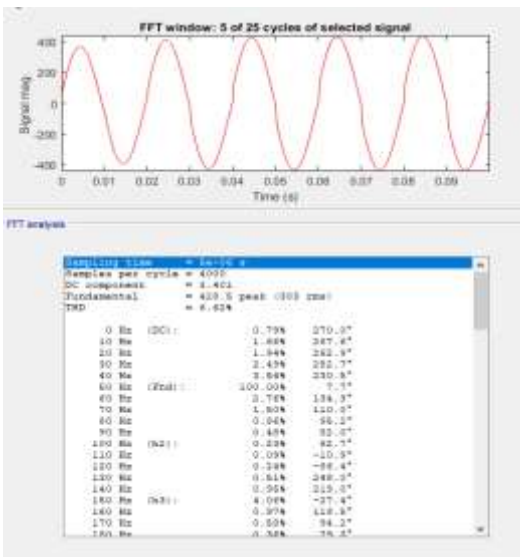
Gambar 3 merupakan hasil simulasi THDi fasa R pada saat kondisi *existing* yaitu 14,07%. Dengan menggunakan cara yang sama maka didapatkan hasil simulasi fasa S dan T yaitu 14,11% dan 10,07%

### 4.2 Simulasi Distorsi Harmonisa Arus Pada Kondisi menggunakan Filter Aktif

Pada simulasi sistem kelistrikan dengan mengoperasikan filter aktif dengan menggunakan model simulasi pada Gambar 4.



Gambar 4: Simulasi kelistrikan pada kondisi dengan menggunakan filter aktif

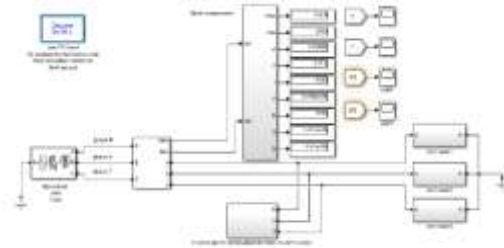


Gambar 5: Hasil simulasi fase R kondisi menggunakan Filter Aktif

Gambar adalah hasil simulasi THDi fase R saat kondisi menggunakan filter aktif yaitu 6,62% . Dengan cara yang sama maka didapatkan hasil simulasi S dan T adalah 6,49% dan 5,23%

4.2 Simulasi Distorsi Harmonisa Arus Pada Kondisi menggunakan Filter Aktif berbasis *Fuzzy Logic Controller*

Pada simulasi sistem kelistrikan dengan mengoperasikan filter aktif berbasis *Fuzzy Logic Controller* dengan menggunakan model simulasi pada Gambar 6.



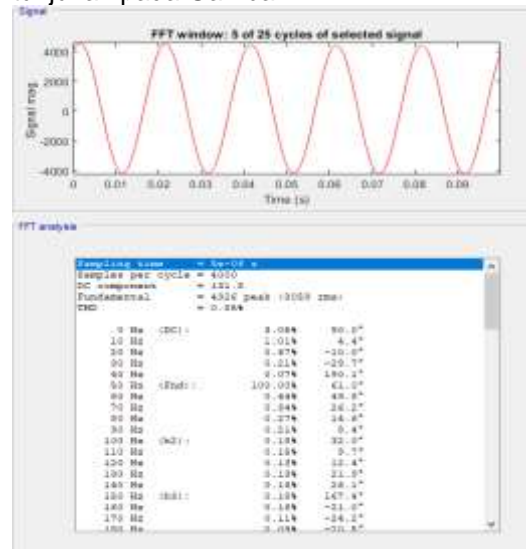
Gambar 6: Simulasi kelistrikan pada Kondisi dengan menggunakan filter aktif berbasis *fuzzy logic controller*

Tabel 1: *Rule base 9x9 pada Fuzzy Logic Controller*

D_error	Error								
	NVB	NB	NS	NM	ZE	PS	PM	PB	PVB
NVB	NVB	NVB	NVB	NVB	NVB	NB	NM	NS	ZE
NB	NVB	NVB	NVB	NVB	NB	NM	NS	ZE	PS
NM	NVB	NVB	NVB	NB	NM	NS	ZE	PS	PM
NS	NVB	NVB	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
ZE	NVB	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PVB
PS	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PVB	PVB
PM	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PVB	PVB	PVB
PB	NS	ZE	PS	PM	PB	PVB	PVB	PVB	PVB
PVB	ZE	PS	PM	PB	PVB	PVB	PVB	PVB	PVB

Variebel *linguistic* terbentuk dalam 9 fungsi keanggotaan, dimana masing-masing himpunan pada *error* dan *delta error* menjadi 9 fungsi.

Hasi simulasi dari pemodelan filter aktif berbasis *fuzzy logic controller* di tunjukan pada Gambar 7.



Gambar 7 : Hasil simulasi fase R kondisi menggunakan Filter Aktif berbasis *Fuzzy Logic Controller*

Gambar adalah hasil simulasi THDi fase R saat kondisi menggunakan filter aktif berbasis *Fuzzy Logic Controller* yaitu 0,85% . Dengan cara yang sama maka

didapatkat hasil simulasi S dan T adalah 0,65% dan 0,39%

4.3 Analisa Perbandingan Rugi-Rugi Daya Listrik pada Kondisi Existing, Pengoprasian Filter Aktif Shunt, dan Pengoprasian Filteraktif Shunt Berbasis FLC

Analisa rugi-rugi daya kondisi existing, pengoprasian filter aktif, dan pengoprasian filter aktif berbasis fuzzy logic controller maka pertama dilakukan menghitung  $P_{base\ 1\phi,(5)}$ , dan menghitung arus harmonisa ( $I_n$ ) dalam p.u (3).Kemudian dapat menghitung nilai  $P_{LL}$  dari orde 3 sampai orde 19 (4). Maka hasil perhitungan rugi-rugi daya listrik kondisi existing, pengoprasian filter aktif, dan pengoprasian filter aktif berbasis fuzzy logic controller dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Daya Listrik Pada Masing-Masing Kondisi

Simulasi	Total Losses(Kw)
Existing	98,144
Filter Aktif shunt	0,5667816
Fuzzy Logic Controller	0,0016592

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui rugi-rugi daya listrik pada kondisi existing yaitu 98,144 kW, pada pengoprasian filter aktif shunt yaitu 0,5667816 Kw

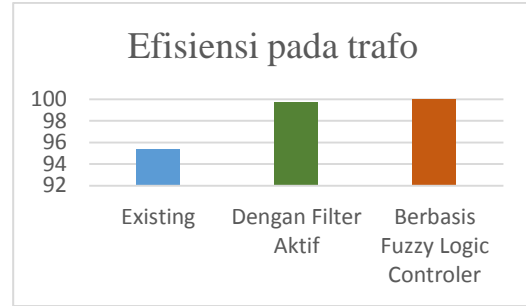
4.4 Analisa Efisiensi

Berdasarkan hasil rugi-rugi yang di peroleh berbagai kondisi ,sehingga perhitungan dari efisiensi trafo (6)

Tabel 3. Nila Efisiensi Trafo

Kondisi	Hasil(%)
Existing	95,38
Dengan menggunakan filter aktif	99,73
Berbasis Fuzzy Logic controler	99,99

Berdasarkan Tabel 3 menunjukan efisiensi yang berbeda dengan kondisis berbeda, nilai efisiensi terbaik yang di dapatkan pada kondisi pengoperasian filter aktif berbasis fuzzy logic controller yaitu 99,99%. Maka dari Tabel 3 didapatkan grafik seperti berikut



Gambar 8. Grafik efisiensi Trafo

V. KESIMPULAN

Dari ketiga desain yang telah digunakan dapat disimpulkan hasil analisa yang telah dilakukan pada simulasi dapat disimpulkan yaitu pada kondisi existing persentase THDi pada fasa R sebesar 14,07%, fasa S sebesar 14,11%, dan fasa T sebesar 10,38%. Penurunan terjadi pada pengoperasian filter aktif shunt yaitu untuk THDi fasa R sebesar 6,62%, fasa S sebesar 6,49%, dan fasa T sebesar 5,23%. Saat sistem dalam pengoperasian filter aktif shunt berbasis fuzzy logic controller THDi kembali mengalami penurunan yaitu pada fasa R sebesar 0,85%, fasa S sebesar 0,65%, dan fasa T sebesar 0,39%. Rugi-rugi daya pada kondisi existing sebesar 9,8144 Kw. Rugi-rugi daya saat kondisi hanya pengoperasian filter aktif shunt mengalami penurunan yaitu 0,5667816 kW. Rugi-rugi daya pada penggunaan fuzzy logic controller saat pengoperasian filter aktif shunt mengalami penurunan yaitu 0,0016592 kW. Efisiensi terbaik didapatkan pada berbasis fuzzy logic controller yaitu 99,99%

REFERENSI

- [1] Dugan, RC., McGranaghan, M.F,Santoso, S., Beaty, H,W. Electrical Power SystEM Quality-Second Edti-on.The McGraw-Hill. 2004.
- [2] Sankaran, C. 2002. Power Quality. Florida: CRC Press LLC.
- [3] Dugan, R.C. 1996. Electrical Power System Quality. New York: Marcell Deker.
- [4] Rinas, I.W. 2017. Kualitas Daya Listrik & Beberapa Solusinya. Denpasar: Udayana University Press

- [5] Rinas, I.W. 2012. Studi Analisis Losses Dan Derating Akibat Pengaruh THD Pada Gardu Transformator Daya Di Fakultas Teknik Universitas Udayana
- [6] Izhar. M., “*Performance for Passive and Active Power Filter in Reducing Harmonics in the Distribution System*”, *National Power & Energy Conference (PECon) 2004, IEEE Proceedings*, Kuala Lumpur, Malaysia, pp.104-108,2004.
- [7] S Kusumadewi S, Purnomo H, 2013, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta