

ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN CONTROLLER PADA FILTER AKTIF SHUNT TERHADAP PEREDAMAN DISTORSI HARMONISA

I Made Suartika¹, I Wayan Rinas²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
madesuartika@unud.ac.id¹, rinas@unud.ac.id²

ABSTRAK

Jenis filter yang digunakan untuk mereduksi distorsi harmonisa adalah filter pasif, filter aktif dan filter hybride. Jenis filter yang biasa menggunakan system *controller* adalah filter aktif. Dalam penelitian ini dilakukan analisis distorsi harmonisa arus dari hasil simulasi menggunakan matlabh sesuai standar IEEE Std 519-1992 pada kondisi eksisting, kondisi pengoperasian filter aktif, pengoperasian filter aktif menggunakan *controll PID* dan filter aktif berbasis *Fuzzy Logic Controller*. Hasil simulasi dari ketiga model yang digunakan menunjukkan THDi_i yang dihasilkan masih memenuhi standar IEEE Std 519-1992 yaitu THDi-nya masih < 8 %, hasil simulasi untuk filter aktif berbasis *PID* adalah: pasa R = 2,89 %; S = 2,34 %; T = 3,23 % dan berbasis *fuzzy logic controller* adalah : R = 0,15 %; S = 0,11 %; T = 0,13 % .

Keyword : Filter Aktif, Harmonisa, Kontrol PID dan FLC

ABSTRACT

The types of filters used to reduce harmonic distortion are passive filters, active filters and hybrid filters. The type of filter that usually uses the system controller is an active filter. In this study, an analysis of current harmonic distortion from the simulation results using matlabh according to the IEEE Std 519-1992 standard in existing conditions, active filter operating conditions, active filter operation using PID controllers and active filters based on Fuzzy Logic Controller. The simulation results of the three models used show that the resulting THDi still meets the IEEE Std 519-1992 standard, namely the THDi is still 8%, the simulation results for PID-based active filters are: pasa R = 2.89%; S = 2.34%; T = 3.23% and based on fuzzy logic controllers are: R = 0.15%; S = 0.11%; T = 0.13%.

Keyword: Active Filter, Harmonics, PID Control and FLC

1. PENDAHULUAN

Beban nonlinier biasanya dapat ditemukan pada peralatan elektronik yang didalamnya terdapat penggunaan komponen semi-konduktor, seperti penggunaan *swiching power supplay*, *UPS (uninterruptable power supplay)*, *printer*, *batteray charger*, *Ac (air conditioning)*, *kulkas*, *TV*, *computer* dan sebagainya. Penggunaan beban non-linier akan dapat menimbulkan distorsi harmonisa pada system kelistrikan [1][3].

Harmonisa merupakan suatu fenomena yang timbul akibat pengoperasian beban

listrik nonlinier, sebagai sumber terbentuknya gelombang frekuensi tinggi [1][5]. Harmonisa juga dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada system distribusi tenaga listrik, yang dapat menyebabkan gangguan pada bentuk gelombang tegangan dan gelombang arus. Tingginya kandungan harmonisa pada system tenaga listrik dapat menyebabkan kualitas daya menjadi menurun.

Filter harmonisa umumnya digunakan untuk mereduksi distorsi harmonisa yang terjadi. Filter harmonisa merupakan suatu teknologi elektronika daya untuk menghasilkan komponen arus spesifik yang

bertujuan untuk meredam arus ahrmonisa yang dihasilkan oleh beban nonlinier. Salah satu filter yang biasa digunakan untuk meredam distorsi harmonisa adalah Filter Aktif [1][2][3][7].

Untuk membuat filter harmonisa dapat bekerja secara maksimal, biasanya pada filter tersebut digunakan peralatan control. Dalam perkembangannya penggunaan filter aktif dengan berbagai macam metode control saat ini banyak diteliti, tetapi masih terdapat banyak kerumitan pada rangkaian kontrolnya.

Metode control PID adalah salah satu solusi untuk mengatasi kerumitan pada rangkaian kontronnya. Metode control PID memiliki desain yang lebih sederhana dan tidak memerlukan banyak sensor. Salah satu keuntungan dari metode control PID adalah mempunyai modulasi frekuensi *switching* yang konstan.

Pengontrolan dengan kecerdasan buatan cukup digemari dan cenderung semakin populer karena dalam perancangannya, perhitungan matematis, lebih menggunakan pendekatan pikiran manusia. Sehingga dalam perancangannya tidak terlalu rumit. Salah satu bentuk kecerdasan buatan yang ada saat ini adalah metode *fuzzy*. Dalam metode ini nilai matematis diubah menjadi nilai linguistic yang bisa lebih mudah dipahami.

Standar IEEE 519-1992 adalah standar yang digunakan sebagai batasan untuk menagalisa *THD* (*total harmonic distortions*). Dari short-circuit ratio yang didapatkan, maka batas maksimum THDI dapat ditentukan [4].

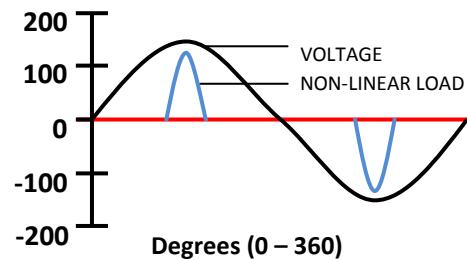
Berdasarkan latar belakang tersebut dailakukan penelitian dengan cara mengoperasikan kedua *controller* tersebut pada filter aktif yang analisisnya menggunakan Simulink Matlabh.

2.HARMONISA DAN FILTER AKTIF

Peningkatan kandungan harmonisa dalam instalasi satu pelanggan akan meningkatkan distorsi gelombangnya dan mungkin dapat menyebabkan propagasi pada jaringan sehingga dapat mempengaruhi pelanggan yang lain. Masalah harmonik dapat dikurangi dengan kombinasi dari desain dan penggunaan peralatan reduksi harmonisa yang terjamin [5].

2.1 Harmonisa

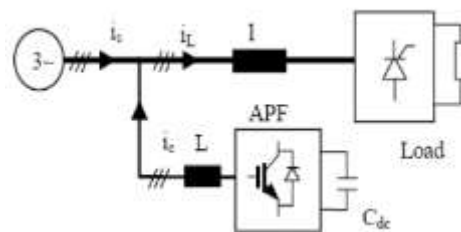
Beban nonlinier adalah beban yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangannya. Tidak terdapat hubungan yang linier antara arus dan tegangan. Beban nonlinier menyerap arus non sinusoidal demikian juga arus harmonik, walaupun disuplai oleh tegangan sinusoidal. Seperti Gambar 1 di bawah ini [6].



Gambar 1 Bentuk gelombang arus dan tegangan pada beban nonlinier [6]

2.2. Filter Aktif

Shunt Active Power Filter adalah *Current-Controlled Voltage-Source Inverter* (CC-VSI) tiga fasa di mana terletak induktor pada sisi AC output dan kapasitor pada sisi DC dengan nilai tegangan DC yang konstan.



Gambar 2 Filter Aktif [7]

2.3 Peralatan control pada filter Aktif

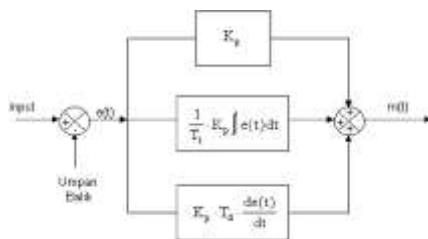
A. Fuzzy

Logika *Fuzzy* merupakan sesuatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika

fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistic), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (scrisp)/tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu.

B.Kontrol PID

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing pengontrol P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara parallel menjadi pengontrol *proposional plus integral plus derivative* (pengontrol PID). Elemen-elemen pengontrol P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar.



Gambar 3 Blok Diagram control PID analog

3. METODELOGI

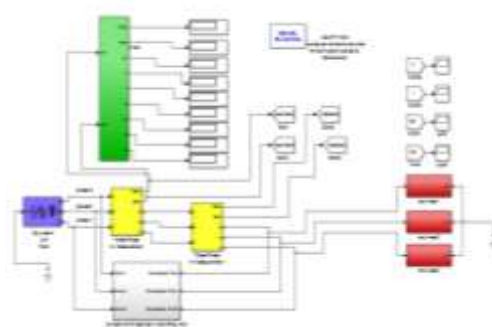
Langkah – langkah penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- i. Pengumpulan data-data yang berkaitan dengan penelitian yaitu *single line diagram*, data beban *non linier*, data THD arus dan THD tegangan pada Bali National Golf Resort.

- ii. Melakukan perhitungan yang menyangkut besaran nilai THD arus yang sesuai standar serta membandingkan dengan nilai THD arus yang didapat dari pengukuran.
- iii. Pembuatan model simulasi yang akan digunakan pada penelitian ini.
- iv. Melakukan simulasi dari model simulasi filter aktif tanpa kontrol PID dan FLC dan filter aktif menggunakan kontrol PID dan FLC.
- v. Perbandingan hasil keluaran simulasi filter aktif tanpa kontrol PID dan FLC dan filteraktif menggunakan kontrol PID dan FLC dengan standar IEEE 519-1992 sesuai dengan sistem kelistrikan di lapangan.
- vi. Penarikan kesimpulan akan hasil yang didapat.

4.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hanya dilakukan analisa untuk perubahan THDi (harmonisa arus) saja. Untuk memudahkan menganalisa system, digunakan pemodelan symulink. Pemodelan yang dibuat adalah pemodelan pada kondisi dengan filter aktif, pemodelan dengan menggunakan control PID dan pemodelan yang berbasis *Fuzzy Logic Controller*. Nilai THDi standard untuk system ini adalah 8 %. Pemodelan yang berbasis control PID dapat dilihat seperti gambar 4.

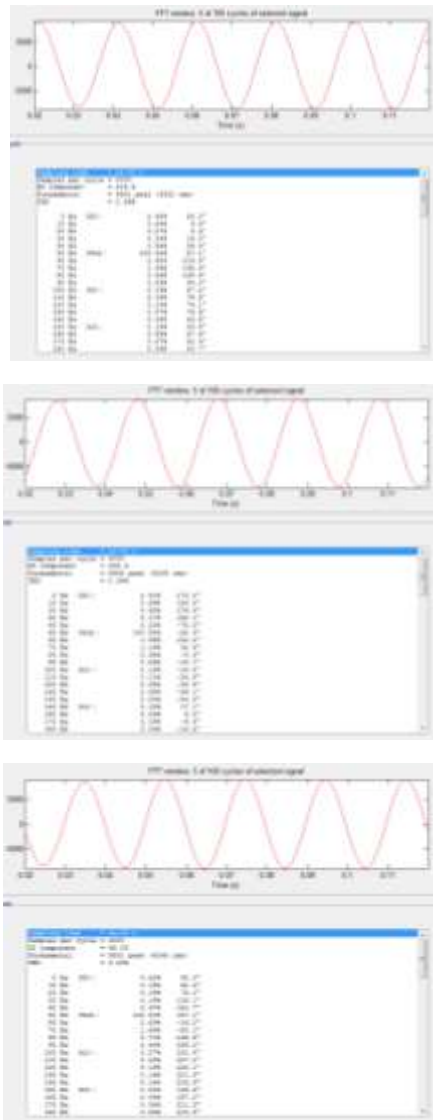


Gambar. 4 Pemodelan Sistem dengan Control PID

4.1 Hasil Simulasi

Untuk menganalisa THDi yang terjadi pada system, pertama disimulasikan system dengan mengoperasikan kondisi Eksiting, dengan Filter aktif, dengan peralatan control PID dan terakhir dengan *Fuzzy Logic Controller*. Berikut ditampilkan

gambaran hasil simulasi dengan control PID, dan hasil seluruh simulasi (THDi) .



Gambar 5 Bentuk Gelombang dan Orde harmonisa dengan menggunakan control PID

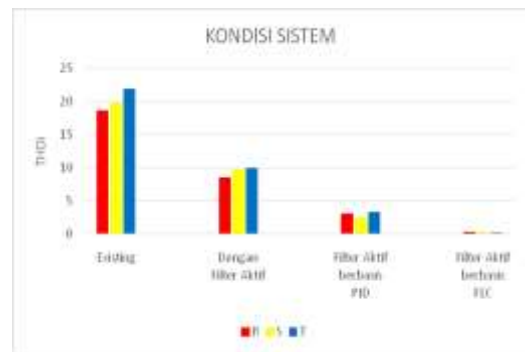
Pada simulasi untuk kondisi system eksisting ditampilkan hasil nilai THDi dan orde harmonisa untuk masing-masing pasa yaitu: pasa R = 2,89 % ; S = 2,34 % dan pasa T = 3,23 %. Untuk THDi hasil simulasi dapat dilihat seperti table 1

Tabel 1 Hasil simulasi untuk kondisi Eksisting, dengan Filter Aktif, dengan control PID dan dengan Fuzzy

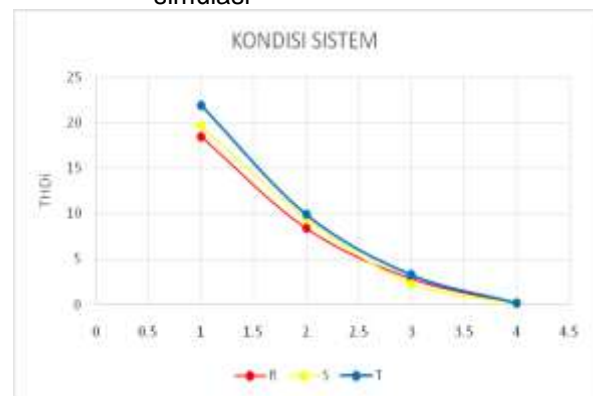
No	Kondisi Sistem	THDi %			Stand ar
		R	S	T	
1	Existing	18,48	19,69	21,91	tidak
2	Filter Aktif	8,41	9,49	9,89	tidak
3	Kontrol PID	2,89	2,34	3,23	ya
4	FLC	0,15	0,11	0,13	ya

4.2 Analisa Hasil

Dari hasil simulasi dapat digambarkan dengan kurva diagram batang dan diagram garis seperti berikut.



Gambar 6. Kurva nilai THDi untuk ke 4 simulasi



Gambar 7. Diagram segaris nilai THDi untuk ke 4 simulasi

Hasil THDi yang didapatkan dari nilai terbesar sampai terkecil adalah: eksisting (THDi pasa R = 18,48%; S = 19,69 %; T = 21,91 %), filter aktif (THDi pasa R = 8,41

%; S = 9,49%; T = 9,89 %), filter aktif dng control *PID* (THDi pasa R = 2,89 %; S = 2,34 %; T = 3,23 %) , dengan filter aktif berbasis *FLC* (THDi pasa R = 0,15 %; S = 0,11 %; T = 0,13 %) .

5.KESIMPULAN

Dari hasil analisa dapat disimpulkan, system tanpa menggunakan filter akan menghasilkan THDi paling besar tergantung dari beban listrik yang dioperasikan. Pengoperasian filter aktif dapat menurunkan distorsi harmonisa yang dibangkitkan. Penggunaan controller pada filter aktif dapat menurunkan distorsi harmonisa. THDi hasil simulasi menggunakan filter aktif berbasis *PID* untuk masing-masing pasa adalah ; pasa R = 2,89 %; S = 2,34 %; T = 3,23 % , Sedangkan dengan menggunakan filter aktif berbasis *FLC* adalah : R = 0,15 %; S = 0,11 %; T = 0,13 % .

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arrilaga, J; Bradley, D.A; Bodger, P.S. 1985. ***Power System Harmonics***. London: British Library.
- [2] Buhron, H; Sutanto, J. 2001. ***Implikasi Harmonisa dalam Sistem Tenaga Listrik dan Alternatif Solusinya***. Dept. Teknik Energi Politeknik Negeri Bandung, Dept. Teknik Elektro Universitas Siliwangi Tasikmalaya dan Staf Operasi Distribusi PLN Distribusi Jawa Barat dan Banten.
- [3] Burke, J. 1994. ***Power Distribution Engineering – Fundamentals and Applications***. New York : Marcel Dekker INC.
- [4] Duffey, C.K. 1989. ***Update of Harmonic Standard IEEE-51***. IEEE Transaction on Industry Application, Vol.25. No.6, November 1989.
- [5] Dugan, R.C; McGranaghan, M.F; Santoso; Beaty, H.W. 2003. ***Electrical Power System Quality - Second Edition***. USA : McGraw-Hill.
- [6] Dugan, R.C; Rizy. 2001. ***Harmonic Considerations for Electrical Distribution Feeders***.
- [7] Mielczarski, W. 1997. ***Quality of Electricity Supply and Management of Network Losses***. Melbourne : Puma Press Publishing and Printing.