

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Tesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 13 Januari 2024

Mahasiswa,



Abdul Fakhri

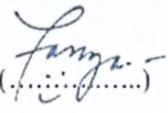
NIM. 092022090233

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Abdul Fakhri
NIM : 092022090233
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Perhitungan Kebutuhan Filter Harmonik
Aktif Akibat Penggunaan Beban Non Linier

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing : Dr.Eng.Yanuar Zulardiansyah Arief,S.T.,M.T. (.....) 

Pembimbing : Adhes Gamayel, Ph.D 

Ditetapkan di : Depok

Tanggal

: Depok

: 19 Agustus 2024



HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Abdul Fakhri
NIM : 092022090233
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Perhitungan Kebutuhan Filter Harmonik
Aktif Akibat Penggunaan Beban Non Linier

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji : Dr. Antonius Darma Setiawan, S.Si., M.T. (.....)

Penguji : Dr. Ir. Sidik Mulyono, M.Eng (.....)

Penguji : Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Agustus 2024



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia, rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Sholawat dan salam tidak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad, SAW sebagai suri tauladan yang baik seluruh ummat manusia dan senantiasa mengharapkan syafaat-Nya di yaumul akhir kelak.

Tesis ini dengan judul "ANALISIS PERHITUNGAN KEBUTUHAN FILTER HARMONIK AKTIF AKIBAT PENGGUNAAN BEBAN NON LINIER" ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Allah Subhanahu Wa Ta'ala sebagai zat yang selalu memberikan rahmat, karunia serta nikmat-Nya yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tesis ini.
- (2) Kedua orang tua tercinta Alm Bapak Darsun Nurhadi dan ibu Solimah. Terima kasih atas segala kasih sayang, perhatian, dukungan dan do'a pada tiap perjuangan yang lebih baik untuk masa depan.
- (3) Kaka dan adik tersayang yang sudah memberikan masukan dan dukungan serta do'a untuk penulis.
- (4) Bapak Prof. Dr. Eddy Yusuf, Apt. selaku Rektor Universitas Global Jakarta.
- (5) Ibu Sinka Wilyanti, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Magister Teknik Elektro Universitas Global Jakarta.
- (6) Bapak Dr. Eng. Yanuar Zulardiansyah Arief, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1, Universitas Global Jakarta yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun kepada penulis dalam pengerjaan Tesis.
- (7) Bapak Adhes Gamayel, Ph.D selaku Dosen Pembimbing 2, Universitas Global Jakarta yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun kepada penulis dalam pengerjaan Tesis.

- (8) Segenap Dosen dan staff di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu, wawasan dan pengalaman yang sangat bermanfaat bagi penulis ke depannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal Tesis ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kemajuan bersama. Penulis berharap Tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Depok, 15 Januari 2024

Penulis,

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai mahasiswa Jakarta Global University, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Fakhri
NIM : 092022090233
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Jakarta Global University **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis perhitungan kebutuhan filter harmonik aktif akibat penggunaan beban non linier.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Royalti Non-eksklusif ini Jakarta Global University berhak menyimpan, mengalih-media-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 13 Januari 2024
Yang menyatakan,



Abdul Fakhri

ABSTRAK

Dalam sistem tenaga listrik yang ideal, daya yang disalurkan dari sumber listrik kepada konsumen dengan menjamin kualitas daya yang handal secara terus menerus, baik frekuensi, arus, dan tegangan dalam bentuk gelombang sinusoidal murni. Perkembangan teknologi saat ini, tidak dapat dihindari untuk menggunakan beban non-linear, seperti dari inverter, konverter, motor listrik, VSD, LEDm dan lain-lain. Pada penelitian ini dirancang menggunakan filter harmonik aktif yang bertujuan untuk menurunkan nilai harmonik sekaligus memperbaiki faktor daya. Dalam pengukuran metode studi kasus dengan penyearah Dioda didapat nilai harmonik rata-rata pada fasa R=8,52%, Fasa S=9,55%, Fasa T=9,43%. Setelah dipasang filter harmonik aktif, nilai THD arus turun menjadi di Fasa R=2,25%, Fasa S=4,05%, Fasa T=2,7% sudah dibawah Standar IEEE 519-2014. Kesimpulan pemasangan filter harmonik aktif dapat menurunkan nilai THD arus pada Fasa R=6,27%, Fasa S=5,5%, Fasa T=6,73%

Kata kunci: Harmonik, THD, Filter harmonik aktif.

ABSTRACT

In an ideal power system, power is distributed from the power source to consumers by ensuring reliable power quality continuously, both frequency, current, and voltage in the form of pure sinusoidal waves. Current technological developments, it is inevitable to use non-linear loads, such as from inverters, converters, electric motors, VSDs, LEDs and others. In this study, an active harmonic filter was designed to reduce the harmonic value while improving the power factor. In the measurement of the case study method with a Diode rectifier, the average harmonic value was obtained at phase R = 8.52%, Phase S = 9.55%, Phase T = 9.43%. After installing the active harmonic filter, the current THD value dropped to Phase R = 2.25%, Phase S = 4.05%, Phase T = 2.7% already below the IEEE 519-2014 Standard. Conclusion: Installing an active harmonic filter can reduce the current THD value in Phase R=6.27%, Phase S=5.5%, Phase T=6.73%

Keywords: *Harmonics, THD, Active Harmonic Filter.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Penelitian Terkait.....	4
2.2 Filter Aktif.....	8
2.2.1 Filter Aktif Shunt	11
2.2.2 Filter Aktif Seri	12
2.2.3 Voltage Source Inverter (VSI)	13
2.3 Beban.....	15
2.3.1 Beban Resistif	15
2.3.2 Beban Induktif.....	16
2.3.3 Beban Kapasitif	16
2.3.4 Beban linier.....	17
2.3.5 Beban Non Linier.....	18
2.4 Daya Listrik.....	18
2.4.1 Daya Aktif (P).....	19
2.4.2 Daya Reaktif (Q).....	19
2.4.3 Daya Semu (S)	20
2.5 Harmonisa.....	20
2.5.1 Definisi Harmonisa	20
2.5.2 Jenis Harmonisa	22
2.6 Distorsi Harmonisa	23
2.6.1 Individual Harmonic Distortion (IHD).....	24
2.6.2 Total Harmonic Distortion (THD)	25

2.7 Standar Harmonisa Arus dan Tegangan	26
2.8 Root Means Square (RMS)	27
2.9 Jenis-jenis permasalahan kualitas daya listrik	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Definisi Studi Kasus	30
3.2 Analisis Data Studi Kasus	31
3.3 Jenis Data Penelitian.....	31
3.4 Tahapan Penelitian	33
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	36
4.1 Hasil Pengukuran.....	36
4.2 Menentukan Batas Maksimum Distorsi Harmonisa Arus	42
4.3 Menentukan Kapasitas filter Harmonik aktif	44
4.4 Hasil pemasangan filter harmonik aktif	45
4.5 Analisa Penelitian	47
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran untuk.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan listrik dari hari-kehari semakin meningkat dan akan terus naik seiring dengan pertumbuhan teknologi kesehatan. Oleh karenanya perlu di perhatikan juga kualitas daya listrik yang dikirim PLN dari sumber ampai jaringan distribusi pelanggan, agar tidak merugikan konsumen. Dalam kualitas daya listrik terdapat tiga aspek penting yaitu arus, tegangan dan frekuensi listrik.

Buruknya kualitas daya listrik dapat menyebabkan kegagalan atau salah operasi pada peralatan, dalam hal ini peralatan dari PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) maupun konsumen. PLN merupakan perusahaan yang menyediakan jasa kelistrikan bagi konsumen terus berusaha menjaga kualitas daya listrik dengan baik, mulai dari pembangkit, transmisi, distribusi hingga konsumen. Baik atau buruknya kualitas daya listrik dipengaruhi oleh perilaku konsumen dalam penggunaan beban non linier, sehingga menyebabkan PLN sulit untuk menjaga kualitas daya listrik.

Beban non linier merupakan beban yang memiliki karakteristik dimana bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus, sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya atau mengalami distorsi. Dalam hal ini beban non linier itu merupakan peralatan-peralatan elektronika yang menggunakan komponen semi konduktor bekerja sebagai saklar, proses ini mengakibatkan terjadinya distorsi arus.

Akibat dari penggunaan beban non linier tersebut mengakibatkan timbulnya harmonisa pada sistem tenaga listrik. Harmonisa ini merupakan gejala pembentukan gelombang dengan frekuensi tinggi yang merupakan perkalian dari *integer* dengan frekuensi *fundamental*. Harmonisa tersebut menyebabkan terjadinya penyimpangan terhadap frekuensi arus atau tegangan yang merupakan aspek penting dalam kualitas daya listrik. Harmonisa menyebabkan frekuensi arus dan tegangan menjadi tidak *sinusoidal* murni dan membuat frekuensi yang terbentuk adalah perkalian orde ke- n dari harmonisa dengan frekuensi *fundamental* dari sistem serta frekuensi yang terbentuk menumpang pada frekuensi *fundamental*

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan beban tidak linier, lampu hemat energi, system HVAC dan peralatan elektronik lainnya dapat mengakibatkan terjadinya harmonisa arus pada system jaringan distribusi. Berdasarkan latar belakang tersebut dalam Tugas akhir ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis perhitungan kebutuhan filter harmonic aktif dalam meredam harmonisa yang ditimbulkan?
2. Adakah perbedaan manfaat filter harmonic aktif dibanding dengan filter pasif?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti memberikan batasan masalah yang lebih spesifik agar pelaksanaan penelitian menjadi fokus terhadap hasil dan mampu terap sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun batasan masalahnya adalah:

1. Penggunaan filter harmonic aktif dalam melakukan penelitian ini.
2. Pada penelitian ini tidak menggunakan filter lain, tetapi filetr lain digunakan sebagai bahan referensi dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai harmonisa yang timbul pada system kelistrikan, sudah sesuai atau tidak dengan standar IEEE 519-2014.
2. Mengaplikasikan penggunaan filter harmonic aktif dengan penyearah diode dengan karakteristik beban listrik yang ada di Rumah sakit.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi Manajemen dan engineering perumahan dalam mengatasi kualitas daya yang buruk dengan mengaplikasikan filter harmonic aktif, memperbaiki kualitas daya listrik dan penghematan biaya listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Lancaster, *Active-filter cookbook*, 1st ed. Indianapolis: H. W. Sams, 1975.
- G. S. Raj and K. Rathi, "P-Q theorybased Shunt Active Power Filter for power quality under ideal and non-ideal grid voltage conditions," in *2015 International Conference on Power, Instrumentation, Control and Computing (PICC)*, 2015, pp. 1–5.
- H. Akagi, E. H. Watanabe, and M. Aredes, *Instantaneous power theory and applications to power conditioning*. Hoboken, NJ: Wiley- Interscience/ John Wiley & Sons, 2007.
- J. Arrillaga and N. R. Watson, *Power system harmonics*, 2nd ed. West Sussex, England; Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons, 2003.
- L. F. Jeffus, *Welding: principles and applications*, Seventh edition. Clifton Park, N.Y: Delmar Cengage Learning, 2012.
- M. Ashari, *Desain Konverter Elektronika Daya*. Bandung: Informatika, 2017.
- R. Oktantya, "Desain Filter Aktif Shunt Menggunakan Kontroler Hysteresis Untuk Mengkompensasi Harmonisa Dengan Sumber Tegangan Yang Tidak Ideal.," *Undergraduated Thesis Electr. Eng. RSE 621381 532 4 Okt 2010*, Jun. 2010.
- S. kothuru, N. K. Appala, Y. Suresh, and J. Kotturu, "Investigation on Shunt Active Filter with P-Q Theory," in *2013 International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, 2013, pp. 445–449.
- I Kadek Arya Wiguna, et al., "Analisis Penggunaan Filter *Damped* untuk mereduksi *Total Harmonic Distortion* (THD) di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Klungkung," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 2, Mei - Agustus 2018.
- Luqman Assaffat. Et al., "Pemodelan dan Simulasi Filter Aktif Shunt untuk perbaikan Hamonisa Sebagai Upaya Penghematan Listrik", *Media Elekrika*, Vol. 6 No. 1, Juni 2013
- M. Abdul Hamid, Eko Nurcahyo "Pembuatan Harmonic Filter Pada Motor Induksi 3 Fase menggunakan Thyristor Anti Paralel di Labolatorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang", ISBN : 978-979-3980-15-7 22 November 2008