



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ENERGI LISTRIK

IMPLEMENTASI FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI
HARMONISA DAN MEMPERBAIKI KUALITAS DAYA
PADA PT. ERATEX DJAJA KOTA PROBOLINGGO

Muhammad Zakaryah
NIM 1512021

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
September 2019



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ENERGI LISTRIK

**IMPLEMENTASI FILTER PASIF UNTUK
MEREDUKSI HARMONISA DAN
MEMPERBAIKI KUALITAS DAYA PADA PT.
ERATEX DJAJA KOTA PROBOLINGGO**

**Muhamad Zakaryah
NIM 1512021**

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
Ir. Ni Putu Agustini, MT

**PROGAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
September 2019**



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENDEKTA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bebbangan Sigaw-gara No.2 Telp. (041) 524311 (Keting.), Fax. (041) 523815 Malang 65143
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (041) 415436 Fax. (041) 415434 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Muhammad Zakaryah
NIM : 1512021
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2018-2019
Judul Skripsi : **Implementasi Filter Pasif untuk Mereduksi
Harmonisa dan Memperbaiki Kualitas Daya pada
PT. Eratex Djaja, Tbk. Kota Probolinggo**

Diperlihatkan di hadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Starata Satu (S-1) pada:
Hari : Sabtu
Tanggal : 8 Agustus 2019
Nilai : 81,0 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Kulasa Penguji

Dr. Irrine Budi Santiajwati, ST, MT,
NIP. 1977061520005012002

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng I Komang Somawirata, ST, MT,
NIP. P. 1030100361

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Ir. Yusuf Lemail Nahkoda, MT,
NIP. Y. 1018800189

Dosen Penguji II

Ir. Widodo Puji Muljanto, MT,
NIP. Y. 1028700171



LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI HARMONISA DAN MEMPERBAIKI KUALITAS DAYA PADA PT. ERATEX DJAJA KOTA PROBOLINGGO

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh:


MUHAMMAD ZAKARYAH

NIM : 1512021

Diperiksa dan disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT.

NIP. 19610503 199202 1 001

Ir. Ni Putu Agustini, MT.

NIP.Y. 1030100371

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT.

NIP. P. 1030100361

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
SEPTEMBER 2019**

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas berkat dan rahmat Allah SWT karena atas ridho-Nya lah kami sebagai penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi berjudul **“IMPLEMENTASI FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI HARMONISA DAN MEMPERBAIKI KUALITAS DAYA PADA PT. ERATEX DJAJA KOTA PROBOLINGGO”**

Tujuan dari penyusunan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang.

Proses pelaksanaan dan pembuatan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta banyak saran dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan, kesabaran serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral, doa serta semangat dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Dr. Ir. Kustamar, MT. selaku Rektor ITN Malang.
4. Dr. Ellysa Nursanti, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
6. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT. selaku Dosen Pembimbing I
7. Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing II
8. Seluruh teman – teman di kampus ITN Teknik Elektro angkatan 2015.

Penyusun menyadari tanpa dukungan dan bantuan mereka semua penyelesaian skripsi ini tidak bisa tercapai dengan baik. Usaha telah kami lakukan semaksimal mungkin agar mendapatkan hasil yang terbaik. Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritikan untuk menambah kesempurnaan laporan in dan dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca.

Malang, Juli 2019

Penulis

SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS

Yang Bertanda Tangan di Bawah Ini:

NAMA : MUHAMMAD ZAKARYAH
NIM : 1512021
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI : ENERGI LISTRIK

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, September 2019
Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Zakaryah
NIM 15.12.021

Implementasi Filter Pasif untuk Mereduksi Harmonisa dan Memperbaiki Kualitas Daya pada PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo

Muhammad Zakaryah
I Made Wartana
Ni Putu Agustini
zzakaryah@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu permasalahan yang muncul di jaringan listrik adalah harmonisa. Timbulnya harmonisa disebabkan oleh beban *non-linier* dimana salah satu contohnya adalah komponen kontrol *Variable speed drive* (VSD). Penggunaan beban motor listrik yang dikontrol oleh VSD pada perusahaan akan menimbulkan harmonisa yang tinggi yang dapat menyebabkan motor menjadi panas. Dan apabila dibiarkan secara terus menerus akan menyebabkan motor terbakar. Salah satu cara meredam harmonisa tersebut dengan menggunakan filter harmonisa yaitu filter pasif. Filter pasif ini terdiri dari rangkaian seri kapasitor (C), inductor (L) dan resistor (R) yang berfungsi menginjeksi arus harmonisa dan mengurangi tegangan harmonisa. Pada penelitian ini dilakukan implementasi filter pasif untuk mereduksi harmonisa yang timbul akibat penggunaan beban motor yang dikontrol oleh *Variable Speed Drive* dan meningkatkan kualitas daya pada PT Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo dengan simulasi menggunakan *software* PSCAD *Power Simulation*. Dari hasil analisis terdapat harmonisa yang terbesar pada PANEL TOLKAR 5000 yaitu THD_V sebesar 2.61514% dan THD_I sebesar 30.8256%. Sedangkan setelah pemasangan filter pasif harmonisa dapat tereduksi yaitu THD_V turun menjadi 0.823228%. dan THD_I turun menjadi sebesar 0.69926%. Dimana sudah sesuai dengan standart *IEEE* 519-1992 $THD_V \leq 5\%$ dan $THD_I \leq 20\%$.

Kata Kunci — Kualitas Daya, Harmonisa, *Variable Speed Drive* (VSD), Filter Pasif.

Implementation Passive Filter to Reduce Harmonic and Repair Power Quality at PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo

Muhammad Zakaryah
I Made Wartana
Ni Putu Agustini
zzakaryah@gmail.com

ABSTRACT

One of the problems that appear in electric network is harmonic. The emergence of harmonic is caused by non-linear loads and one of the example is Variable Speed Drive (VSD) component control. The use of the electric motors are controlled by VSD at the company due will increasing high harmonic as it can cause motor to heat. And if it was continuously let to the motor overheating. One of the way to reduce the harmonics is by using a harmonic filter and it is a passive filter. This passive filter consists of a series of capacitor (C), inductor (L) and resistor (R) that function to inject harmonic currents and reduce harmonics voltage. In this research, a passive filter is implemented to reduce harmonics arising from the use of motor loads controlled by Variable Speed Drive and improve power quality at PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo with simulations by using PSCAD Power Simulation software. From the results of the analysis there is the largest harmonics on the TOLKAR 5000 PANEL, namely THD_v of 2,61514% and THD_i of 30,8256%. Whereas after the installation of a harmonic passive filter its can be reduced THD_v in the amount of 0.823228%, and THD_i dropped to as much as 0.69926%. Which is in accordance with the IEEE 519-1992 standart THD_v ≤5% and THD_i ≤20%

Keywords - Power Quality, Harmonic, Variable Speed Drive (VSD), Passive Filter.

DAFTAR ISI

Hal :

| | |
|---|-----|
| Abstrak | ii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 2 |
| 1.5 Batasan Masalah | 2 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Kualitas Daya | 5 |
| 2.2 Harmonisa | 6 |
| 2.1.1 Indeks Harmonisa | 8 |
| 2.1.2 Sumber-sumber Harmonisa | 10 |
| 2.1.3 Urutan Fasa Harmonisa | 10 |
| 2.1.4 Batasan Harmonisa | 12 |
| 2.1.5 Penyebab Harmonisa | 14 |
| 2.3 <i>Variable Speed Drive</i> (VSD) | 14 |
| 2.4 Filter Harmonisa | 16 |
| 2.4.1 Filter Pasif (<i>single tuned</i>) | 17 |
| BAB III METODELOGI PENELITIAN | 21 |
| 3.1 Alur Penelitian | 21 |
| 3.2 Flowchart Pemodelan Filter Pasif | 22 |
| 3.3 Sistem kelistrikan PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo | 23 |
| 3.3.1 Data Penelitian | 25 |
| 3.3.2 Data Pengukuran Harmonisa | 25 |
| 3.3.3 Data Beban PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo | 25 |
| 3.3.4 Pemodelan <i>Single Line</i> dan Input data pada <i>software</i> PSCAD | 28 |
| 3.3.5 Filter Pasif | 30 |

| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS HASIL | 33 |
| 4.1 Pengujian Filter Pasif pada PT. Eratex Djaja Kota Probolinggo..... | 33 |
| 4.2 Simulasi dan Hasil Sebelum Pemasangan Filter Pasif pada PT. Eratex Djaja Tbk Kota Probolinggo | 33 |
| 4.2.1 Panel TOLKAR 5000 | 33 |
| 4.2.2 Panel TOLKAR 1658 | 35 |
| 4.2.3 Panel TONELO | 37 |
| 4.2.4 Panel TRIVINETA | 39 |
| 4.2.5 Panel TOLKAR WASHING SAMPLE | 41 |
| 4.3 Simulasi dan Hasil Setelah Pemasangan Filter Pasif pada PT. Eratex Djaja Kota Probolinggo..... | 44 |
| 4.3.1 Percobaan Filter Pasif pada PANEL TOLKAR 5000 | 44 |
| 4.3.2 Panel TOLKAR 1658 | 51 |
| 4.3.3 Panel TONELO | 53 |
| 4.3.4 Panel TRIVINETA | 55 |
| 4.3.5 Panel TOLKAR WASHING SAMPLE | 57 |
| 4.3.6 Kondisi PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo Sesudah Pemasangan Filter pasif..... | 59 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 61 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 61 |
| 5.2 Saran | 61 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

Hal:

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Gelombang Distorsi arus akibat beban non linier..... | 6 |
| Gambar 2.2 | Representasi deret <i>fourier</i> dari suatu gelombang | 7 |
| Gambar 2.3 | Gelombang beban linier dan non linier | 10 |
| Gambar 2.4 | Rangkaian Variable Speed Drive | 15 |
| Gambar 2.5 | Rangkaian Filter Harmonisa | 16 |
| Gambar 2.6 | Rangkaian Single Tuned Filter | 17 |
| Gambar 2.7 | Desain Filter Pasif | 18 |
| Gambar 3.1 | Flowchart Sistem Pemodelan Filter Pasif | 22 |
| Gambar 3.2 | Single Line diagram PT. Eratex Djaja, Tbk Kota Probolinggo..... | 23 |
| Gambar 3.3 | Single Line Diagram PT. Eratex Djaja Kota Probolinggo pada program PSCAD | 27 |
| Gambar 3.4 | Panel beban motor yang menggunakan control VSD | 28 |
| Gambar 3.5 | Single line beban motor yang menggunakan control VSD tanpa filter | 28 |
| Gambar 3.6 | Single Line pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan filter pasif pada program PSCAD..... | 29 |
| Gambar 3.7 | Daya Aktif dan Daya Reaktif pada Program PSCAD | 30 |
| Gambar 4.1 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR 5000 sebelum pemasangan filter pasif | 33 |
| Gambar 4.2 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR 5000 sebelum pemasangan filter pasif | 34 |
| Gambar 4.3 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR 5000 sebelum pemasangan filter pasif | 34 |
| Gambar 4.4 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR 5000 sebelum pemasangan filter pasif | 35 |
| Gambar 4.5 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR 1658 sebelum pemasangan filter pasif | 35 |
| Gambar 4.6 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR 1658 sebelum pemasangan filter pasif | 36 |
| Gambar 4.7 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR 1658 sebelum pemasangan filter pasif | 36 |
| Gambar 4.8 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR 1658 sebelum pemasangan filter pasif | 37 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.9 | Gelombang Arus pada panel TONELO sebelum pemasangan filter pasif | 37 |
| Gambar 4.10 | Harmonisa Arus pada panel TONELO sebelum pemasangan filter pasif | 38 |
| Gambar 4.11 | Gelombang Tegangan pada panel TONELO sebelum pemasangan filter pasif | 39 |
| Gambar 4.12 | Harmonisa Tegangan pada panel TONELO sebelum pemasangan filter pasif | 39 |
| Gambar 4.13 | Gelombang Arus pada panel TRIVINETA sebelum pemasangan filter pasif | 40 |
| Gambar 4.14 | Hamonisa Arus pada panel TRIVINETA sebelum pemasangan filter pasif | 40 |
| Gambar 4.15 | Gelombang Tegangan pada panel TRIVINETA sebelum pemasangan filter pasif | 41 |
| Gambar 4.16 | Harmonisa Tegangan pada panel TRIVINETA sebelum pemasangan filter pasif | 41 |
| Gambar 4.17 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE sebelum pemasangan filter pasif | 42 |
| Gambar 4.18 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE sebelum pemasangan filter pasif | 42 |
| Gambar 4.19 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE sebelum pemasangan filter pasif..... | 43 |
| Gambar 4.20 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE sebelum pemasangan filter pasif..... | 43 |
| Gambar 4.21 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 1 filter pasif | 44 |
| Gambar 4.22 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 1 filter pasif | 44 |
| Gambar 4.23 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 1 filter pasif..... | 45 |
| Gambar 4.24 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 1 filter pasif..... | 45 |
| Gambar 4.25 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 2 filter pasif..... | 46 |
| Gambar 4.26 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 2 filter pasif | 46 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.27 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 2 filter pasif..... | 47 |
| Gambar 4.28 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 2 filter pasif..... | 47 |
| Gambar 4.29 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 3 filter pasif..... | 48 |
| Gambar 4.30 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 3 filter pasif | 48 |
| Gambar 4.31 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 3 filter pasif..... | 49 |
| Gambar 4.32 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR 5000 dengan pemasangan 3 filter pasif..... | 49 |
| Gambar 4.33 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR 1658 setelah pemasangan filter pasif | 51 |
| Gambar 4.34 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR 1658 setelah pemasangan filter pasif | 51 |
| Gambar 4.35 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR 1658 setelah pemasangan filter pasif | 52 |
| Gambar 4.36 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR 1658 setelah pemasangan filter pasif | 52 |
| Gambar 4.37 | Gelombang Arus pada panel TONELO setelah pemasangan filter pasif | 53 |
| Gambar 4.38 | Harmonisa Arus pada panel TONELO setelah pemasangan filter pasif | 53 |
| Gambar 4.39 | Gelombang Tegangan pada panel TONELO setelah pemasangan filter pasif | 54 |
| Gambar 4.40 | Harmonisa Tegangan pada panel TONELO setelah pemasangan filter pasif | 54 |
| Gambar 4.41 | Gelombang Arus pada panel TRIVINETA setelah pemasangan filter pasif | 55 |
| Gambar 4.42 | Harmonisa Arus pada panel TRIVINETA setelah pemasangan filter pasif | 55 |
| Gambar 4.43 | Gelombang Tegangan pada panel TRIVINETA setelah pemasangan filter pasif | 56 |
| Gambar 4.44 | Harmonisa Tegangan pada panel TRIVINETA setelah pemasangan filter pasif | 56 |
| Gambar 4.45 | Gelombang Arus pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE setelah pemasangan filter pasif..... | 57 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.46 | Harmonisa Arus pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE setelah pemasangan filter pasif..... | 57 |
| Gambar 4.47 | Gelombang Tegangan pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE setelah pemasangan filter pasif..... | 58 |
| Gambar 4.48 | Harmonisa Tegangan pada panel TOLKAR WASHING SAMPLE setelah pemasangan filter pasif..... | 58 |

DAFTAR TABEL

| | Hal: |
|--|------|
| Tabel 2.1 Urutan fasa Harmonisa | 11 |
| Tabel 2.2 Dampak Urutan fasa Harmonisa | 12 |
| Tabel 2.3 Batas Distorsi Harmonisa pada Tegangan..... | 13 |
| Tabel 2.4 Batas Distorsi Harmonisa pada Arus..... | 13 |
| Tabel 3.1 Data Pengukuran Harmonisa..... | 24 |
| Tabel 3.2 Data Beban Keseluruhan | 24 |
| Tabel 4.1 Nilai Harmonisa sebelum pemasangan filter pasif | 43 |
| Tabel 4.2 Hasil percobaan filter pasif pada panel TOLKAR 5000 | 50 |
| Tabel 4.3 THD _i dan THD _v sebelum dan sesudah pemasangan filter pasif pada PT Eratex Djaja Kota Probolinggo | 59 |