

TUGAS AKHIR

**ANALISIS REDUKSI HARMONISA
PADA EKSTRUDER DENGAN FILTER AKTIF
MENGUNAKAN SIMULASI PROGRAM PSIM
DI PT. DELTA JAYA MAS**



Disusun Oleh :

CAHYO PANGESTU

NBI : 1452000023

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Cahyo Pangestu
NBI : 1452000023
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS REDUKSI HARMONISA
PADA EKSTRUDER DENGAN FILTER
AKTIF MENGGUNAKAN SIMULASI
PROGRAM PSIM DI PT. DELTA JAYA
MAS

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

Dosen Pembimbing 2



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T.
NPP. 20450.22.0860

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cahyo Pangestu
NBI : 1452000023
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

**“Analisis Reduksi Harmonisa Pada Ekstruder Dengan Filter Aktif
Menggunakan Simulasi Program PSIM Di PT. Delta Jaya Mas”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 3 Juli 2024
Yang Menyatakan,



Cahyo Pangestu
NBI. 1452000023



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cahyo Pangestu
NBI/NPM : 1452000023
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, atas karya saya yang berjudul:

**“Analisis Reduksi Harmonisa Pada Ekstruder Dengan Filter Aktif
Menggunakan Simulasi Program PSIM Di PT. Delta Jaya Mas”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 3 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Cahyo Pangestu
NBI. 1452000023

ABSTRAK

Mesin *Extruder* di PT. Delta Jaya Mas merupakan mesin untuk memproduksi selang karet ekstrusi, selang PVC, selang buatan mandrel, dan barang cetakan karet. Proses manufaktur di PT Delta Jaya Mas didominasi oleh mesin *Extruder*. Pada mesin *Extruder* terdapat motor 3 phase (sinkron) dan beban non – linier yaitu VFD (*Variable Frequency Drive*) yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan dan torsi dari Motor sinkron dengan cara memvariasikan input frekuensi dan voltase pada motor tersebut. Beban non – linear menyebabkan bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setengah siklus sehingga bentuk gelombang arus dan tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya sehingga menyebabkan harmonisa. Harmonisa merupakan suatu gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik yang diakibatkan oleh distorsi gelombang arus dan tegangan sehingga gelombang menjadi tidak sinusoidal. Penelitian ini akan menggunakan metode simulasi menggunakan program PSIM untuk menganalisis dampak beban non – linear terhadap harmonisa dan membandingkan efektivitas filter aktif dan pasif dalam mereduksi harmonisa. Hasil pengukuran panel SDP *Extruder* menunjukkan bahwa kandungan THDi tiap fasa R, S dan T yaitu sebesar 54,9%, 56,0% dan 56,0% dimana melebihi batas standar SPLN 2012 yaitu 15%, Sementara kandungan THDv yaitu masing – masing sebesar 2,5%, 2,8% dan 2,7% dimana dibawah batas standar SPLN 2012 yaitu 5%. Setelah melakukan simulasi menggunakan program PSIM, filter aktif berhasil mereduksi THDi menjadi 1,57%, sementara filter pasif hanya menurunkannya menjadi 34,07%. Penelitian ini diharapkan dapat membantu PT. Delta Jaya Mas menemukan solusi efektif untuk mengurangi harmonisa dan meningkatkan pengetahuan tentang analisis harmonisa serta penerapan filter aktif dalam industri.

Kata kunci: Filter Aktif, Harmonisa, Mesin Extruder

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul: “Analisa Reduksi Harmonisa Pada Ekstruder Dengan Filter Aktif Menggunakan Simulasi Program PSIM Di PT. Delta Jaya Mas”. Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan utama dapat mencapai Gelar Serjana.

Penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dan kerja sama dari pihak lain. Oleh karena itu, kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong terwujudnya tugas akhir ini kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Orang Tua kami tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat serta material.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiwo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T dan Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.
5. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir.

Dalam penyusunan laporan, penulis menyadari bahwa proposal tugas akhir yang dibuat masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap agar proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Surabaya, 6 Juli 2024

Cahyo Pangestu

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Kontribusi Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2. Harmonisa	7
2.2.1. Definisi Harmonisa	7
2.2.2. Jenis – Jenis Harmonisa	9
2.2.3. Sumber Harmonisa.....	10
2.2.4. Dampak Harmonisa.....	11
2.3. Parameter Harmonisa	13
2.3.1. <i>Total Demand Distortion (TDD)</i>	13
2.3.2. <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i>	13
2.4. Standarisasi Harmonisa.....	14
2.5. Filter Harmonisa.....	18

2.5.1.	Filter Pasif	18
2.5.2.	Filter Aktif.....	21
2.5.2.1.	Filter Aktif Shunt	22
2.5.2.2.	Filter Aktif Series	23
2.5.2.3.	<i>Voltage Source Inverter</i>	23
2.5.2.4.	Kendali Filter Aktif	24
BAB III. METODE PENELITIAN.....		27
3.1.	Metode Penelitian.....	27
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3.	Diagram Alir Penelitian	28
3.4.	Observasi Sistem Kelistrikan di PT. Delta Jaya Mas	29
3.5.	Pengukuran Harmonisa	29
3.6.	Analisa Kandungan Harmonisa.....	30
3.7.	Reduksi Harmonisa Dengan Filter Pasif	32
3.8.	Reduksi Harmonisa Dengan Filter Aktif.....	35
3.9.	Jadwal Pelaksanaan	37
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1.	Data dan Hasil Pengukuran	39
4.1.1.	Arus Hubung Singkat (<i>isc</i>) dan Arus beban puncak (<i>iFL</i>):	39
4.1.2.	Hasil Pengukuran IHD _i dan IHD _v pada SDP <i>Extruder</i>	40
4.1.3.	Hasil Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya SDP <i>Extruder</i>	43
4.1.4.	Analisa Pembebanan pada Transformator.....	43
4.1.5.	Hasil Perhitungan Nilai I _L	44
4.1.6.	Analisa THD _i dan THD _v Pada SDP Mesin <i>Extruder</i>	45
4.2.	Simulasi Sistem Tanpa Filter	47
4.3.	Simulasi Sistem dengan <i>Single Tuned Passive Filter</i>	49
4.3.1.	Perhitungan Kapasitor	49
4.3.2.	Perhitungan Induktor.....	50

4.3.3.	Perhitungan Resistor	51
4.3.4.	Simulasi Hasil Implementasi Filter Pasif Pada Sistem.....	51
4.4.	Simulasi Sistem dengan Filter Aktif	54
4.4.1.	Pemodelan BPF (<i>Band Pass Filter</i>) Orde 2	54
4.4.2.	Kontrol <i>Proportional Integral</i> dan <i>Limiter</i>	57
4.4.3.	Kontrol Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM)	58
4.4.4.	Pemodelan Inverter <i>Voltage Source Inverter (VSI)</i>	59
4.4.5.	Simulasi Hasil Implementasi Filter Aktif Pada Sistem	60
4.5.	Analisa Perbandingan Implementasi Filter Pasif dan Filter Aktif.....	63
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Gelombang Harmonisa[8].....	8
Gambar 2.2 Kelipatan frekuensi fundamental[9].....	8
Gambar 2.3 Konfigurasi Filter Pasif[12].....	19
Gambar 2.4 Topologi <i>Shunt Active Filter</i> [13].....	22
Gambar 2.5 Topologi <i>Series Active Filter</i> [14].....	23
Gambar 2.6 Topologi Inverter filter aktif: (a) CSI (b) VSI[15]	24
Gambar 2.7 Blok Diagram Kendali Filter Aktif[16].....	25
Gambar 3.1 Clamp Meter Hioki CM3286 – 01.....	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.3 VFD dan Panel SDP mesin Extruder.....	29
Gambar 3.4 Pemodelan Rangkaian Filter Pasif.....	33
Gambar 3.5 Pemodelan Rangkaian Filter Aktif.....	36
Gambar 4.1 Grafik THD Arus pada SDP Extruder	46
Gambar 4.2 Grafik THD Tegangan pada SDP Extruder	46
Gambar 4.3 Rangkaian Permodelan Sistem Tanpa Filter dengan PSIM.....	47
Gambar 4.4 Spektrum Arus dari Simulasi tanpa Filter Aktif.....	47
Gambar 4.5 Spektrum Tegangan dari Simulasi tanpa Filter Aktif.....	48
Gambar 4.6 Gelombang Tegangan dan Arus dari Simulasi tanpa Filter.....	48
Gambar 4.7 Implementasi Rangkaian Filter Pasif.....	52
Gambar 4.8 Spektrum Arus dari Simulasi dengan Filter Pasif	52
Gambar 4.9 Gelombang Arus pada sistem dengan Filter Pasif.....	53
Gambar 4.10 Rangkaian <i>Band Pass Filter</i> Orde 2.....	54
Gambar 4.11 Gelombang sinyal pada Rangkaian <i>Band Pass Filter</i>	55
Gambar 4.12 Analisis spektrum FFT pada Rangkaian <i>Band Pass Filter</i>	56
Gambar 4.13 Kontrol <i>Proportional Integral</i> dan <i>Limiter</i>	57
Gambar 4.14 Output Sinyal <i>summing op-amp</i>	57
Gambar 4.15 Sinyal Output dari Kontroler <i>Proportional Integral</i>	58
Gambar 4.16 Modulasi Sinyal dengan Komparator.....	58
Gambar 4.17 Sinyal Modulasi Output pada komparator.....	59
Gambar 4.18 Rangkaian IGBT pada inverter VSI	59
Gambar 4.19 Gelombang Tegangan output Inverter.....	60
Gambar 4.20 Implementasi Rangkaian Filter Aktif	60
Gambar 4.21 Hasil Spektrum Arus dari Simulasi dengan Filter Aktif.....	61
Gambar 4.22 Gelombang Arus pada sistem dengan Filter Aktif	61
Gambar 4.23 Gelombang arus harmonisa sistem (a) dan Injeksi arus lawan dari filter aktif (b).....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Polaritas Komponen Harmonik.....	10
Tabel 2.2 Standart Harmonisa Arus berdasarkan IEEE 519-2014.....	15
Tabel 2.3 Standart Harmonisa Tegangan berdasarkan IEEE 519-2014.....	16
Tabel 2.4 Standart Harmonisa Tegangan SPLN D5.004-1: 2012.....	16
Tabel 2.5 Standart Harmonisa Arus SPLN D5.004-1: 2012.....	17
Tabel 3.1 Tabel Jadwal Pelaksanaan.....	37
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Transformator.....	39
Tabel 4.2 Pengukuran Kandungan Indeks Harmonisa Arus	40
Tabel 4.3 Pengukuran Kandungan Indeks Harmonisa Tegangan	40
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Fasa – fasa pada SDP <i>Extruder</i>	43
Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Fasa – netral pada SDP <i>Extruder</i>	43
Tabel 4.6 Data Pembebanan pada SDP <i>Extruder</i>	44
Tabel 4.7 Analisa THD Arus pada SDP <i>Extruder</i>	45
Tabel 4.8 Analisa THD Tegangan pada SDP <i>Extruder</i>	45
Tabel 4.9 Indeks harmonisa arus sistem tanpa filter	49
Tabel 4.10 Parameter nilai komponen Filter pasif	52
Tabel 4.11 Indeks harmonisa arus sistem dengan filter pasif.....	53
Tabel 4.12 Indeks harmonisa arus sistem dengan filter aktif	61
Tabel 4.13 Perbandingan kandungan harmonisa arus pada sistem	63