



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**PENGGUNAAN FILTER PASIF UNTUK MEREDAM
HARMONISA PADA MOTOR INDUKSI TIGA
PHASA AKIBAT PENGGUNAAN VARIABEL SPEED
DRIVE (VSD) DI PT. BBE (BUKIT BAIDURI
ENERGI)**

Reda Asmara

NIM 151202

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

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



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ENERGI LISTRIK

**PENGGUNAAN FILTER PASIF UNTUK MEREDAM
HARMONISA PADA MOTOR INDUKSI TIGA
PHASA AKIBAT PENGGUNAAN VARIABEL SPEED
DRIVE (VSD) DI PT. BBE (BUKIT BAIDURI ENERGI)**

Reda Asmara
NIM 151202

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

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



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigen-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting). Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417536 Fax. (0341) 417534 Malang

Nomor Surat : ITN-059/EL-FTI/2019

9 Maret 2019

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.

Dosen Teknik Elektro S-1

ITN MALANG

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Reda Asmara

NIM : 1512029

Fakultas : **Teknologi Industri**

Program Studi : **Teknik Elektro S-1**

Peminatan : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu :

"Semester Genap Tahun Akademik 2018/2019"

Demikian atas perhatian serta bantuanmu kami sampaikan terima kasih



Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT.
NIP. 19770615 200501 2 002





PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGETAHUAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting). Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417536 Fax. (0341) 417834 Malang

Nomor Surat : ITN-059/EL-FTI/2019

9 Maret 2019

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

Dosen Teknik Elektro S-1

ITN MALANG

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Reda Asmara
NIM : 1512029
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu :

"Semester Genap Tabun Akademik 2018/2019"

Demikian atas perhatian serta bantuananya kami sampaikan terima kasih





PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
SEMESTER GENAP 2018/2019

Peminatan : T.

Tanggal : 21 Feb 2019.

1	NIM	15.12.029 .
2	Nama	Ridha A.
3	Judul yang diajukan	
Disetujui/Ditolak *		
Catatan:		
4	<p>Fluor os plumbum on distal upper (motor ceiling Hill) Tinggi permukaan di PT BBE</p>	
5	Pembimbing yang diusulkan: 1. 2.	
Menyetujui Koordinator Bidang Keahlian (<u> </u>)		

* : Coret yang tidak perlu



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Semester Genap Tahun Akademik 2018/2019

PEMINATAN		Teknik Energi Listrik		
1.	Nama Mahasiswa	Reda Asmara	NIM	1512029
2.	Keterangan Pelaksanaan	Tanggal	Waktu	Tempat
3.	Judul Proposal yang Diseminarkan Mahasiswa	Penggunaan Filter Pasif Untuk Meredam Harmonisa Pada Motor Induksi Tiga Phasa di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi)		
4.	Perubahan Judul yang Disarankan (bila ada)	Disarankan kembali ada penambahan Judul dan filter pasif menjadi filter aktif karena pada Judul yang Sama		
5.	Masukan yang harus ditambahkan dalam skripsi: Newchave tidak ada karena tidak ada penyelesaian program yang tidak perlu ditulis	Variabel yang mengakibatkan harmonia itu ada sega yang perlu di perbaiki		
Persetujuan Judul Skripsi				
Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II		
(.....)		(.....)		
Disetujui, Dosen Pembimbing				
Pembimbing I		Pembimbing II		
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lompo, MSEE.		Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.		
 Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. NIP. 19770615 200501 2 002				

Form S-3c



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Semester Genap Tahun Akademik 2018/2019

PEMINATAN		Teknik Energi Listrik		
1.	Nama Mahasiswa	Reda Asmara	NIM	1512029
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
2.	Pelaksanaan	12 April 2019 / 11.10		I.1.4
3.	Judul Skripsi yang Diseminarkan Mahasiswa	Penggunaan Filter Pasif Untuk Meredam Harmonia Pada Motor Induksi Tiga Phasa di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi)		
4.	Progress yang dilalui	Selesai pt IEEE 9 gen bahan & THL selesai pt. konversi ke dalam		
5.	Hambatan	membuat gambaran dasar di PT BBE pt. PGAD & menyajikan dasar		
6.	Saran dari dosen:	1. Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE 2. Dr. Irine Budi Sulistiawati, ST., MT.		
Disetujui, Dosen Pembimbing				
Pembimbing I 		Pembimbing II 		
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. Dr. Irine Budi Sulistiawati, ST., MT.				
 Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Dr. Irine Budi Sulistiawati, ST., MT. NIP. 19770615 200501 2 002				

Form S-3c

BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Semester Genap Tahun Akademik 2018/2019

PEMINATAN		Teknik Energi Listrik		
1.	Nama Mahasiswa	Reda Asmara	NIM	1512029
2.	Keterangan Pelaksanaan	Tanggal	Waktu	Tempat
3.	Judul Skripsi yang Diseminarkan Mahasiswa	Penggunaan Filter Pasif Untuk Meredam Harmonika Pada Motor Induksi Tiga Phasa di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi)		
Nilai :				
4.	No	Keterangan	Nilai (dalam angka)	
	1)	Penampilan	85	
	2)	Presentasi	85	
	3)	Penguasaan Materi Skripsi	85	
	4)	Penguasaan Materi Penunjang	85	
	Rata-Rata		85	
5.	Berdasarkan Seminar Hasil hari ini maka skripsi ini: Layak/Tidak Layak*) untuk mengikuti Ujian Komprehensif			
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Dr. Irina Budi Sulistiawati, ST., MT. NIP. 19770615 200501 2 002		Disetujui, Dosen Pengamat (.....) 	

*) Coret salah satu

Form S-3c



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Jl. Raya Karanglo Km No. 2 M A L A N G

FORMULIR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Peminatan T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Komputer / T. Telekomunikasi, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa:

Nama : *Kedua*

NIM : _____

Perbaikan Meliputi :

Malang



(Arwan M.Si, Ir.)

LEMBAR PENGESAHAN

PENGGUNAAN FILTER PASIF UNTUK MEREDAM HARMONISA PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA AKIBAT PENGGUNAAN VARIABEL SPEED DRIVE (VSD) DI PT. BBE (BUKIT BAIDURI ENERGI)

SKRIPSI

REDA ASMARA
NIM 1512029

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP. Y. 1018500108

Dr. Irrine Budi S, ST, MT
NIP. 197706152005012002



Mengetahui:

Ketua Program Studi Elektro S-1

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

September 2019

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan Judul **Penggunaan Filter Pasif Untuk Meredam Harmonisa Pada Motor Induksi Tigas Phasa Akibat Penggunaan Variabel Speed Drive (VSD) Di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi)**.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S-1) Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmatNya yang telah memberikan kemudahan selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak dan Ibu atas perjuangannya selama ini yang telah banyak memberikan doa, semangat, dan dukungan baik secara moral maupun materil selama ini.
3. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Dosen Pembimbing I
6. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
7. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro S-1 selaku pengamat dan penguji.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Sehingga skripsi ini bisa bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Malang, 17 September 2019

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Reda Asmara
NIM : 15.12.029
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul *"Penggunaan Filter Pasif Untuk Meredam Harmonis Pada Motor Induksi Tiga Phasa Akibat Penggunaan Variabel Speed Drive (VSD) Di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi)"* merupakan karya asli dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila di kemudian hari, karya asli saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya akan bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 17 September 2019

Yang Membuat Pernyataan



Reda Asmara

*PENGGUNAAN FILTER PASIF UNTUK MEREDAM
HARMONISA PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
AKIBAT PENGGUNAAN VARIABEL SPEED DRIVE (VSD)
DI PT. BBE (BUKIT BAIDURI ENERGI)*

Reda Asmara
Abraham Lomi
Dr. Irrine Budi Sulistiawati

ABSTRAK

Penggunaan filter pasif atau *Single Tuned Filter* untuk mereduksi Harmonisa yang merupakan distorsi periodik dari gelombang sinus tegangan, arus atau daya dengan bentuk gelombang yang frekuensinya merupakan kelipatan frekuensi fundamentalnya. Harmonik sendiri disebabkan oleh beban-beban non linier. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi *Total Harmonic Distortion* (THDv dan THDi). Pembuatan serta Pemasangan filter harmonik dapat membantu untuk mengurangi harmonisa yang timbul akibat adanya gangguan harmonisa pada sistem kelistrikan pada panel Syncronous dengan (THDv) 5.54% dan (THDi) 30.04%. Setelah dilakukannya pemasangan filter pasif dengan perhitungan R, L, C dan mendesain filter harmonisa, harmonisa yang ada pada panel Syncronous dapat tereduksi.

Kata Kunci : Total Harmonic Distortion (THDv), Total Harmonic Distortion (THDi), Single Thuned Filter

*IMPLEMENTATION OF PASSIVE FILTERS TO REDUCE
HARMONICS IN THREE PHASE INDUCTION MOTORS
DUE TO USE VARIABEL SPEED DRIVE (VSD) AT PT. BBE
(BUKIT BAIDURI ENERGI)*

Reda Asmara
Abraham Lomi
Dr. Irrine Budi Sulistiawati

ABSTRACT

The use of passive filters or Single Tuned Filters to reduce harmonics which is a periodic distortion of sine waves of voltage, current or power with a waveform whose frequency is a multiple of its fundamental frequency. Harmonics itself is caused by non-linear loads. The purpose of this study is to evaluate Total Harmonic Distortion (THDv and THDi). Preparation and Installation of harmonic filters can help to reduce the harmonic arising from harmonic interference in the electrical system in the synchronous panel (THDv) 5.54% and (THDi) 30.04%. After installing a passive filter by calculating R, L, C and designing the harmonic filter, the harmonics in the Syncronous panel can be reduced.

Keywords : Total Harmonic Distortion (THDv), Total Harmonic Distortion (THDi), Single Thuned Filter

DAFTAR ISI

Halaman:

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTACK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Harmonisa	5
2.1.1 Sumber Harmonisa.....	7
2.1.2 Sumber Harmonisa Pada Motor Induksi	8
2.1.3 Pengaruh Harmonisa Pada Peralatan Kontrol.....	9
2.1.4 Penyebab Harmonisa.....	10
2.1.5 Standar IEEE 519-1992.....	11
2.1.6 Pengaruh Harmonisa Pada Arus	11
2.1.7 Pengaruh Harmonisa Pada Tegangan.....	12
2.2 <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	12
2.2.1 Prinsip kerja <i>variable speed drive (VSD)</i>	14
2.2.2 Dampak Harmonisa pada <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	16
2.3 <i>Single Tuned Filter</i> (Filter Penalaan Tunggal).....	17
2.3.1 <i>Desain Single Tuned Filter</i>	19
2.3.2 Cara Mengatasi Harmonisa	21
2.3.3 Filter Pasif.....	22
2.3.4 Jenis-jenis Filter Pasif	22
2.4 <i>Software PSCAD/EMTDC V 4.5 Power Simulation</i>	25

BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Alur Penelitian	27
3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian	28
3.3 Memulai <i>PSCAD/EMTDC Power Simulation</i>	29
3.4 Data Penelitian Pada Simulasi.....	32
3.4.1 Input Data	32
3.4.2 Pemodelan Single Line dan Sistem Kontrol Pada Simulasi	36
BAB IV ANALISA HASIL	39
4.1 Pemodelan <i>single line</i> sistem control di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi)	39
4.2 Simulasi <i>harmonic analysis</i> sistem control di PT. BBE (Bukit Baiduri Energi) menggunakan <i>software PSCAD Power Simulation</i>	40
4.2.1 Simulasi sebelum pemasangan <i>single tuned filter</i>	41
4.2.2 Betuk gelombang harmonisa tegangan dan arus sebelum pemasangan <i>single tuned filter</i>	42
4.3 Desain <i>single tuned filter</i>	47
4.3.1 Betuk gelombang harmonisa tegangan dan arus sesudah pemasangan <i>single tuned filter</i>	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman:

Gambar 2.1 Gelombang Fundamental.....	5
Gambar 2.2 Rangkaian <i>Variable Speed Drive</i> (VSD).....	13
Gambar 2.3 Cara Kerja pada <i>Variable Speed Drive</i> (VSD).....	14
Gambar 2.4 Hasil Penggunaan <i>Variable Speed Drive</i> (VSD)	15
Gambar 2.5 (a) Rangkaian Single Tuned Filter (b) Kurva impedansi terhadap frekuensi	17
Gambar 2.6 Respon LPF	23
Gambar 2.7 Tipe Filter Harmonisa pada <i>PSCAD Power Simulation</i>	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	28
Gambar 3.2 Tampilan utama <i>Software PSCAD/EMTDC Power Simulation</i>	29
Gambar 3.3 <i>Tampilan Master Library</i>	30
Gambar 3.4 Tampilan Transformator dan Motor 3 Fasa.....	31
Gambar 3.5 Tampilan Transformator pada <i>PSCAD Power Simulation</i>	32
Gambar 3.6 Tampilan Input Data Transformator pada <i>PSCAD Power Simulation</i>	32
Gambar 3.7 Tampilan Rangkain Sumber R-L-C pada <i>PSCAD Power Simulation</i>	33
Gambar 3.8 Tampilan Input Data R-L-C	34
Gambar 3.9 Tampilan Motor 3 Fasa pada <i>PSCAD Power Simulation</i>	35
Gambar 3.10 Tampilan Input Data Motor 3 Fasa	35
Gambar 3.11 <i>Single Line</i> sistem kontrol dalam <i>PSCAD Power Simulation</i>	36
Gambar 3.12 <i>Variable Speed Drive</i> (VSD).....	37
Gambar 4.1 <i>Single line</i> diagram distribusi tenaga listrik Dengan sistem kontrol <i>Variable Speed Drive</i> (VSD).....	39
Gambar 4.2 Tampilan <i>running single line</i> PT. BBE (Bukit Baiduri Energi).....	40
Gambar 4.3 <i>Single Line</i> sebelum pemasangan <i>Single Tuned Filter</i>	41
Gambar 4.4 <i>Single Line</i> setelah pemasangan <i>Single Tuned Filter</i>	42

Gambar 4.5 Gelombang Tegangan Pada Sistem Sebelum Pemasangan Filter	43
Gambar 4.6 Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Pada Sistem Sebelum Pemasangan Filter	44
Gambar 4.7 Gelombang Arus Pada Sistem Sebelum Pemasangan Filter	45
Gambar 4.8 Grafik Nilai Harmonisa Arus Pada Sistem Sebelum Pemasangan Filter	46
Gambar 4.9 Konfigurasi <i>Single Tuned Filter</i>	47
Gambar 4.10 Daya aktif (P) dan Daya reaktif (Q) pada <i>software PSCAD Power Simulation</i>	48
Gambar 4.11 Gelombang Tegangan Pada Sistem Sesudah Pemasangan Filter.....	51
Gambar 4.12 Grafik Nilai Harmonisa Tegangan Pada Sistem Sesudah Pemasangan Filter	52
Gambar 4.13 Gelombang Arus Pada Sistem Sesudah Pemasangan Filter.....	53
Gambar 4.14 Grafik Nilai Harmonisa Arus Pada Sistem Sesudah Pemasangan Filter	54

DAFTAR TABEL

Halaman:

Tabel 2.1 Sumber Harmonisa dan Orde Harmonisa	7
Tabel 3.1 Data Transformator.....	33
Tabel 3.2 Data Sumber Pabrik.....	34
Tabel 4.1 Kondisi Sistem PT. BBE Sebelum Pemasangan Filter Pasif	46
Tabel 4.2 Nilai Parameter dari Filter Pasif	50
Tabel 4.3 Kondisi Sistem PT. BBE Sesudah Pemasangan Filter Pasif.	54
Tabel 4.4 Total distorsi harmonisa tegangan dan arus sebelum dan sesudah pemasangan <i>single tuned filter</i>	55