

**ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN *HIGH PASS*  
*DAMPED FILTER* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR  
IEEE 13 *BUS* DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP*  
*POWER STATION 7.0***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Disusun oleh:  
AGUS WIDODO  
D 400 100 064**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2013**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN HIGH PASS DAMPED FILTER PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION 7.0**" ini diajukan oleh :

Nama : Agus Widodo

NIM : D400 100 064

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 23 Oktober 2013

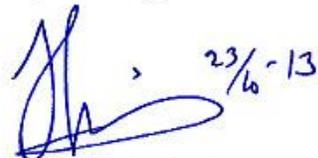
Mengetahui,

Pembimbing 1



(Agus Supardi, ST,MT.)

Pembimbing 2



(Hasyim Asy'ari, ST,MT.)

## LEMBAR PENGESAHAN

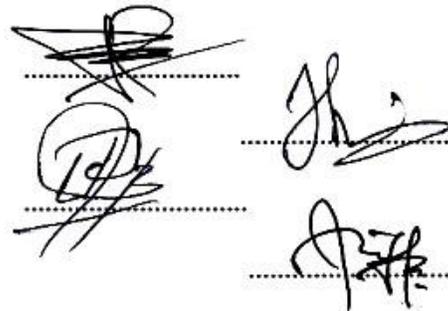
Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN HIGH PASS DAMPED FILTER PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION 7.0**" ini telah diajukan dan dipertahankan di hadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 7 November 2013

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Agus Supardi, ST. MT
2. Hasyim Asy'ari, ST. MT
3. Umar, ST. MT
4. Aris Budiman, ST. MT



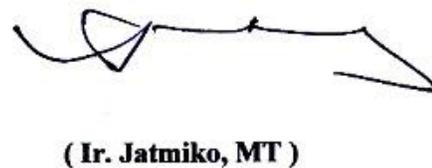
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



(Ir. Agus Ryanto, MT)



( Ir. Jatmiko, MT )

## KATA PENGATAR

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, hidayah serta inayahnya sehingga sampai saat ini masih diberikan kesempatan untuk beribadah padaNYA dan telah memberikan kenikmatan berupa nikmat iman dan islam. Sholawat serta salam untuk junjunganku, Nabi Muhammad S.A.W yang aku nantikan–nantikan syafa’atnya.

Hanya karena Allah SWT akhirnya penulis bisa melewati kendala dan tantangan dalam menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun judul tugas akhir yang penulis ajukan : **“ANALISIS HARMONIK DAN PERANCANGAN *HIGH PASS DAMPED FILTER* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP POWER STATION 7.0*”**.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan tulus ikhlas dan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2. Bapak Ir. Jatmiko, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta..
3. Bapak Agus Supardi, S.T., M.T. dan Bapak Hasyim Asy'ari, ST. MT selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Muhamaad Kusban, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing selama menempuh studi di Teknik Elektro UMS.
5. Bapak dan Ibu dosen atas kesediannya membimbing dan memberikan waktunya kepada penulis selama di Teknik Elektro.
6. Orang tuaku tercinta dan seluruh keluarga besar terima kasih atas semua kasih sayang, do'a, yang tiada hentinya dan tidak pernah surut sehingga penulis bisa seperti saat ini.
7. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro 2010, rekan-rekan Asisten Laboratorium Teknik Elektro, Keluarga Besar Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Surakarta, semoga kekeluargaan ini tetap terjaga hingga nanti.
9. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat untuk rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak yang berkepentingan.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, Oktober 2013

Penulis

## MOTTO

*"Allah menghendaki kemudahan bagimu dan tidak menghendaki kesukaran bagimu."*

*( Q.S. Al-Baqarah : 185 )*

*"Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya."*

*( Q.S. An Najm : 39 )*

*"Wahai manusia, sesungguhnya engkau harus bekerja keras (sungguh-sungguh dan tekun) menuju*

*keridhoan Tuhanmu, maka pasti kamu akan menemui-Nya."*

*(Q.S. Al-Insyiqaq :6)*

*"Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu*

*urusan maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu kamu*

*berharap"*

*( QS. Alam Nasyrah (94) : 6 – 8)*

*" Janganlah mentarget sesuatu di luar jangkauan kemampuanmu, tapi lakukanlah yang terbaik*

*yang kamu bisa."*

*( penulis )*

## **PERSEMBAHAN**

Karya kecil ini kupersembahkan untuk yang tercinta dan terkasih :

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNYA yang tanpa batas kepada umat islam sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat islam dari jaman kebodohan menuju jaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan teknologi.
3. Ibu dan bapakku tercinta. Kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang penuh keikhlasan hati membanting tulang, membesarkan dan mendidik tanpa pamrih, yang hanya berharap anak-anaknya akan lebih baik dari mereka.
4. Segenap keluarga tercinta yang dapat menjadi motivasi baik moral maupun materi yang dapat membantu dalam proses belajar.
5. Sahabatku yang telah mengajarkan kesabaran, kebersamaan, keteguhan, dan kesetiaan.
6. Seseorang yang tak kalah penting dalam hidupku yang telah mengajarkan kesabaran, kebersamaan, keteguhan, kesetiaan, dan telah menemani selama ini hingga menjalani tugas akhir
7. Segenap Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro ( KMTE ).
8. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Teknik Elektro.
9. Keluarga Besar Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

10. Teman-teman Teknik Elektro 2010 yang sudah sama-sama berjuang hingga mencapai puncak dari masa pembelajaran.

## DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari ketertarikan penulis terhadap simulasi yang terdapat pada program *ETAP Power Station*, khususnya harmonik. Penulis mencari informasi tentang tugas akhir yang ada di perpustakaan kampus.

Setelah mendapatkan inspirasi dan topik yang akan dituang ke dalam Tugas Akhir, penulis berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi S.T, M.T., Beliau menawarkan untuk menganalisa harmonik dan merancang *high pass damped filter* pada sistem distribusi standart IEEE 13 bus dengan menggunakan *software ETAP Power Station 7.0*. Penelitian ini terbagi menjadi dua, penulis membahas analisis harmonik dan perancangan *high pass damped filter* pada sistem distribusi standard IEEE 13 bus dengan menggunakan *software ETAP Power Station 7.0* serta analisis harmonik dan perancangan *single tuned filter* pada sistem distribusi standard IEEE 18 bus dengan menggunakan *software ETAP Power Station 4.0* dibahas oleh teman saya bernama Novix Jefri Alfama.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Agus Supardi, S.T, M.T mengenai judul Tugas Akhir dan beliau bersedia untuk membimbing penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini. Beliau juga menyarankan untuk dosen pembimbing II Tugas Akhir ini adalah Bapak Hasyim Asy'ari, ST, M.T. Setelah seminar Proposal Tugas Akhir ada beberapa saran dan masukan dari dosen penguji demi perbaiki Tugas Akhir ini.

Penelitian ini dilakukan dengan menggambar diagram single line yang di berikan oleh Bapak Agus Supardi, ST, MT ke bentuk model *ETAP Power Station*

7.0. Penulis memasukan data-data yang telah diberikan dan disimulasikan dengan studi aliran daya. Setelah rangkaian jalan, kemudian dilakukan simulasi harmonik tanpa beban nonlinier, dengan adanya beban nonlinier, dan pemasangan filter. serta melakukan perancangan *High pass damped filter*.

Setelah simulasi berhasil, kemudian mencatat hasil data keluaran *text report* tersebut untuk analisa dalam Tugas akhir ini.

Demikian daftar konstribusi penulis buat dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, 22 Oktober 2013

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



(Agus Supardi, ST, MT)

Dosen Pembimbing II



(Hasyim Asy'ari, ST, M.T)

Mahasiswa



(Agus Widodo)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
MOTTO.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR KONTRIBUSI.....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
ABSTRAKSI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Telaah Penelitian .....	8
2.2 Landasan Teori .....	9

2.2.1. Distorsi Harmonik dan Definisinya .....	9
2.2.2. Sumber Harmonik pada Sistem Distribusi .....	10
2.2.3. Dampak Harmonik terhadap komponen Distribusi.....	11
2.2.4. <i>High pass damped filter</i> .....	12
2.2.5. Aliran Beban .....	15
2.2.6. <i>Software ETAP POWER STATION 7.0</i> .....	17
2.2.7. Studi Analisis Harmonik pada <i>ETAP POWER STATION 7.0</i>	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>20</b>
3.1 Jadwal Penelitian .....	20
3.2 Tahapan Penelitian.....	20
3.2.1 Tahapan Studi Literatur.....	20
3.2.2 Pengumpulan Data .....	20
3.2.3 Tahapan Pengolahan Data.....	21
3.3 Alat Dan Bahan .....	21
3.3.1 <i>Hardware dan Software</i> .....	21
3.3.2 Gambaran Sistem Distribusi Standar IEEE 13 <i>Bus</i> .....	22
3.3.3 Data Kapasitor.....	24
3.3.4 Data Impedansi Saluran.....	24
3.3.5 Data Beban Tiap <i>Bus</i> .....	25
3.3.6 Data Transformator.....	26
3.3.7 Data Beban Nonlinier dan Parameter Penyusun Komponen ..	26
3.3.8 Fasilitas Pada <i>ETAP Power Station 7.0</i> .....	28
3.3.8.1 <i>Project Toolbar</i> .....	28

3.3.8.2 <i>Mode Toolbar</i> .....	28
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 Hasil Simulasi Analisis Aliran Beban .....	31
4.2 Hasil Simulasi Analisis Harmonik Tanpa Beban Nonlinier .....	32
4.3 Hasil Simulasi Analisis Harmonik dengan Adanya Beban Nonlinier .....	36
4.4 Perancangan <i>high pass damped filter</i> .....	40
4.5 Hasil Simulasi Analisis Harmonik dengan Adanya Beban Nonlinier dan Pemasangan <i>high pass damped filter</i> .....	44
BAB V PENUTUP .....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis <i>bus</i> dan besarnya .....	17
Tabel 3.1. Data kapasitas kapasitor untuk simulasi .....	22
Tabel 3.2. Data impedansi saluran untuk simulasi .....	22
Tabel 3.3. Data beban tiap <i>bus</i> untuk simulasi .....	23
Tabel 3.4. Kapasitas transformator untuk simulasi .....	24
Tabel 3.5. Data beban nonlinier.....	24
Tabel 3.6. Parameter penyusun komponen .....	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rangkaian <i>high pass damped filter</i> dan kurva impedansi terhadap frekuensi .....	13
Gambar 3.1. Diagram garis tunggal sistem distribusi standart IEEE 13 <i>bus</i> ...	22
Gambar 3.2. Model sistem distribusi standart IEEE 13 <i>bus</i> dalam <i>ETAP Power Station 7.0</i> .....	23
Gambar 3.3. <i>Project toolbar</i> .....	28
Gambar 3.4. <i>Mode toolbar</i> .....	28
Gambar 3.5. <i>Flow chart</i> penelitian.....	30
Gambar 4.1. Diagram satu garis <i>load flow analysis</i> .....	31
Gambar 4.2. Tabel hasil simulasi <i>load flow analysis</i> .....	32
Gambar 4.3. Diagram satu garis <i>harmonic analysis</i> tanpa beban nonlinier ...	33
Gambar 4.4. Tabel nilai distorsi harmonik tegangan dan arus pada sistem distribusi tanpa beban nonlinier .....	33
Gambar 4.5. Tabel nilai rugi-rugi sebelum adanya beban nonlinier .....	34
Gambar 4.6. Spektrum harmonik dan bentuk gelombang sinusoidal pada sistem distribusi 13 <i>bus</i> tanpa beban nonlinier .....	35
Gambar 4.7. Diagram satu garis <i>harmonic analysis</i> dengan adanya beban nonlinier .....	36
Gambar 4.8. Tabel nilai distorsi harmonik tegangan dan arus pada sistem distribusi dengan adanya beban nonlinier .....	37
Gambar 4.9. Tabel nilai rugi-rugi setelah adanya beban nonlinier .....	37

Gambar 4.10. Spektrum harmonik dan bentuk gelombang sinusoidal pada sistem distribusi 13 bus dengan adanya beban nonlinier .....	38
Gambar 4.11. Perbandingan bentuk gelombang sinusoidal tanpa beban nonlinier dan dengan adanya beban nonlinier .....	39
Gambar 4.12. Tabel nilai komponen penyusun <i>high pass damped filter</i> .....	43
Gambar 4.13. Tabel nilai rugi-rugi setelah adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>high pass damped filter</i> .....	44
Gambar 4.14. Tabel nilai distorsi harmonik tegangan dan arus pada sistem distribusi dengan adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>high pass damped filter</i> .....	45
Gambar 4.15. Spektrum harmonik dan bentuk gelombang sinusoidal pada sistem distribusi 13 bus dengan adanya beban nonlinier dan pemasangan <i>high pass damped filter</i> .....	46
Gambar 4.16. Perbandingan bentuk gelombang sinusoidal dengan adanya beban nonlinier sebelum difilter dan sesudah difilter .....	47

## ABSTRAKSI

*Harmonik merupakan suatu fenomena dalam sistem distribusi yang memiliki dampak merugikan pada peralatan komponen sistem distribusi. Harmonik ialah suatu fenomena pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya, gelombang tersebut kemudian menumpang pada gelombang aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah gelombang murni dengan gelombang harmoniknya. Harmonik disebabkan oleh adanya pengoperasian peralatan yang mengandung komponen elektronika atau elektroika daya dan peralatan yang mempunyai kejenuhan inti besi seperti mesin-mesin listrik. Harmonik memiliki banyak kerugian, salah satunya ialah penambahan panas berlebih terhadap kawat netral sebagai bentuk rugi-rugi daya yang berubah menjadi panas. Dan masih banyak lagi yang lainnya.*

*Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis harmonik dan perancangan high pass damped filter pada sistem distribusi standard IEEE 13 bus dengan menggunakan software ETAP Power Station 7.0. Penelitian dimulai dengan membuat model sistem distribusi standard IEEE 13 bus dengan menggunakan ETAP Power Station 7.0. Data-data sistem yang diperlukan kemudian dimasukkan ke dalam model tersebut. Setelah modelnya lengkap kemudian dilakukan simulasi aliran daya untuk mengetahui apakah model yang dibuat sudah sempurna atau belum. Kemudian penambahan beban nonlinier pada sistem tersebut. Setelah itu dilakukan simulasi harmonik untuk mengetahui nilai THD apakah sudah diatas standard IEEE. Setelah itu merancang high pass damped filter dan memasukan parameter filter pada ETAP Power Station 7.0 untuk simulasi. Hasil simulasi harmonik setelah penambahan high pass damped filter diamati dan data-datanya kemudian dianalisis.*

*Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya pemasangan high pass damped filter nilai THD menjadi turun di bawah standard IEEE. Besarnya nilai THD di tentukan dari jenis beban nonlinier dan kapasitas daya beban nonlinier, dan merancang filter di sesuaikan dengan nilai THD yang ditimbulkan.*

**Kata kunci :** *harmonik, filter pasif, high pass damped filter*