

**RANCANG BANGUN DAN ANALISA HARMONISA ARUS PADA  
PEMAKAIAN BEBAN LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Terapan pada Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh:**

**ANDREW ALGERY**

**NIM: 55551/2010**

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2017**

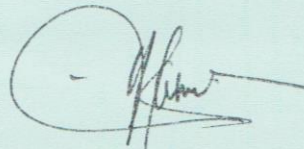
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun dan Analisa Harmonisa Arus pada  
Pemakaian Beban Listrik  
Nama : Andrew Aigery  
BP / NIM : 2010 / 55551  
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Padang, 02 Februari 2018

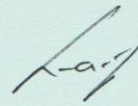
Disetujui Oleh :

Pembimbing I



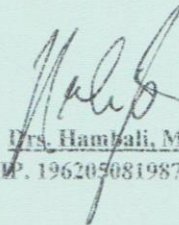
Asnil, S.Pd., M.Eng  
NIP. 198110072006041001

Pembimbing II



Dwiprina Elyanny Myori, S.Si, M.Si  
NIP. 1988110120122001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. Hambali, M.Kes  
NIP. 196207081987031004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR


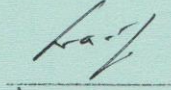
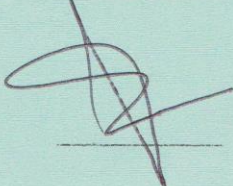
Rancang Bangun dan Analisa Harmonisa Arus pada  
Pemakaian Beban Listrik

Oleh

Nama : Andrew Algery  
BP / NIM : 2010 / 55551  
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D IV)  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji  
Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Industri  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang  
Pada Tanggal 02 Februari 2018

Dewan Penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Asnil, S.Pd, M.Eng	
Sekretaris	: Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si	
Anggota	: Elfizon, S.Pd, M.Pd.T	



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**  
Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171  
Fax (0751) 705644 e-mail: info@ft.unp.ac.id



**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

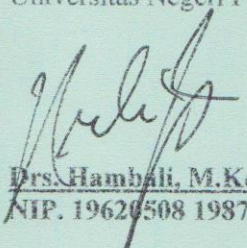
Nama : Andrew Algery  
NIM/TM : 55551 / 2010  
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“Rancang Bangun dan Analisa Harmonisa Arus pada Pemakaian Beban Listrik”** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.


Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang

  
Drs. Hambali, M. Kes  
NIP. 19620508 198703 1 004

Padang, Februari 2018  
Saya yang menyatakan,



  
Andrew Algery  
NIM/BP. 55551/2010

## ABSTRAK

**ANDREW ALGERY (55551/2010) :**      **RANCANG BANGUN DAN  
ANALISA HARMONISA ARUS  
PADA PEMAKAIAN BEBAN  
LISTRIK**

**Pembimbing I     : Asnil, S.Pd, M.Eng**

**Pembimbing II   : Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si**

Kebutuhan suplai daya listrik yang berkualitas di Indonesia makin meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan energi listrik yang disuplai oleh PLN. Kualitas suplai daya dari PLN sangat menentukan kinerja suatu perangkat listrik, terutama bidang industri. Harmonisa adalah gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disebabkan adanya distorsi gelombang arus dan tegangan. Harmonisa menyebabkan kinerja perangkat yang membutuhkan suplai listrik menjadi tidak maksimal. Untuk dapat mengurangi dampak harmonisa dapat dilakukan dengan pemasangan sebuah rangkaian filter. Rangkaian ini berfungsi sebagai penyaring harmonisa sebelum masuk ke perangkat atau beban yang akan dipakai.

Filter pasif adalah rangkaian filter yang menggunakan komponen-komponen elektronik pasif dimana terdiri dari induktor, kapasitor dan resistor. Penggunaan filter pasif merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kadar harmonisa yang timbul akibat pemakaian beban non linier. Pada tugas akhir ini filter yang dipakai adalah jenis *low pass filter* dengan menggunakan komponen induktor dan kapasitor dengan reduksi harmonisa orde ke-3. Untuk nilai induktor yang dipasang adalah 11,2 mH dan kapasitor 100uF dengan beban non linier sebuah perangkat laptop.

Dari hasil pengamatan dan pengujian alat, didapatkan kerja filter dapat mereduksi THDi dengan persentase dari 16,49% dengan mengalami penurunan sampai 10,24%. Dengan persentase peredaman 37,9%. Kinerja rangkaian keseluruhan dapat berjalan dengan baik namun untuk mereduksi harmonisa arus belum sesuai dengan standar IEEE-2014 yaitu dibawah 3%. Namun untuk awal perancangan alat ini dapat dikembangkan dengan peningkatan kualitas komponen..

**Kata kunci : Harmonisa, Filter Pasif, THDi**

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “RANCANG BANGUN DAN ANALISA HARMONISA ARUS PADA PEMAKAIAN BEBAN LISTRIK”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng dan Ibuk Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si, selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Elfizon, S.Pd, M.Pd.T, selaku penguji pada tugas akhir.
3. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. Hambali M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Dr. Hendri, M.T, selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Industri.

6. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.
7. Kedua Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2010.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin...

Padang, Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Harmonisa .....	5
B. Standar Harmonisa .....	8
C. Istilah pada Harmonisa .....	9
1. Komponen Harmonisa.....	9
2. Orde Harmonisa.....	9
3. Spektrum.....	10
4. Distorsi Total Harmonisa .....	11
D. Jenis Beban Listrik .....	12
E. Akibat yang ditimbulkan harmonisa .....	14
F. Pengaturan Harmonisa.....	20
G. Filter Pasif .....	22
H. Faktor Daya .....	25

### **BAB III PERANCANGAN ALAT**

A. Objek Pengukuran .....	29
B. Peralatan Pengukuran .....	30
C. Rangkaian Pengukuran.....	32
D. Prosedur Pengukuran.....	32
E. Perancangan Filter Harmonisa .....	33

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

A. Metode Pengujian .....	45
B. Analisa Hasil Pengujian .....	49

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	57
B. Saran .....	57

### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Gelombang Tegangan dan Arus Input Akibat Pemakaian Linier .....	11
2. Gelombang Tegangan dan Arus Input Akibat Pemakaian Non-Linier.....	11
3. Gelombang Frekuensi Dasar Harmonisa .....	13
4. Representasi deret fourier dari gelombang yang terdistorsi .....	14
5. Spektrum Harmonisa .....	17
6. Rangkaian Filter Harmonisa .....	25
7. Skema Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> .....	27
8. Respon Frekuensi <i>Low Pass Filter</i> .....	27
9. Skema Rangkaian <i>High Pass Filter</i> .....	30
10. Respon Frekuensi <i>High Pass Filter</i> .....	30
11. Skema Rangkaian <i>Band Pass Filter</i> .....	31
12. Respon Frekuensi <i>Band Pass Filter</i> .....	31
13. Skema Rangkaian <i>Band Stop Filter</i> .....	33
14. Respon Frekuensi <i>Band Stop Filter</i> .....	33
15. Vektor dan Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan Pada Beban .....	35
16. Segitaga Daya .....	37
17. Blok Diagram Keseluruhan .....	40
18. Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> .....	43
19. Nilai Induktor Untuk Filter Harmonisa Orde 3 .....	46
20. Fluke 41b .....	47
21. Skematik Rangkaian Keseluruhan .....	47
22. Bentuk Gelombang Arus Pada Sisi Input Sebelum Pemasangan Filter Dengan Beban Laptop .....	48
23. Bentuk Spectrum Harmonisa Pada Sisi Input Sebelum Pemasangan Filter Dengan Beban Laptop .....	49
24. Bentuk Gelombang Arus Pada Sisi Input Setelah Pemasangan Filter Dengan Beban Laptop .....	50

25. Bentuk Spectrum Harmonisa Pada Sisi Input Sebelum Pemasangan Filter Dngan Beban Laptop .....	51
26. Grafik perbandingan nilai arus sebelum dan setelah pemasangan filter dengan beban laptop .....	55

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. <i>Current Distortion Limit</i> Untuk <i>General Distribution System</i> .....	15
2. Data Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan Fluke 41b Sebelum Menggunakan Filter .....	52
3. Data Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan Fluke 41b Setelah Menggunakan Filter .....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Di Indonesia pemakai (konsumen) energi listrik disuplai oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) dan pemakai dikelompokkan menjadi kelompok publik, industri, bisnis dan rumah tangga. Untuk ketersediaan daya listrik rumah tangga berkisar 450 sampai 1300 VA. Kebutuhan akan adanya pasokan energi listrik yang berkualitas terus meningkat dari waktu ke waktu. Agar pemanfaatan energi listrik yang tersedia dapat berfungsi secara optimal, sebaiknya dilakukan perbaikan daya pada instalasi dengan memperhitungkan kapasitas beban terpasang dengan faktor daya yang dihasilkan.

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disebabkan adanya distorsi gelombang arus dan tegangan. Tegangan harmonisa juga dapat menyebabkan kenaikan arus pada penghantar netral sehingga mengakibatkan kenaikan rugi - rugi daya (Carpinelli, 2004). Harmonik dapat menyebabkan pemutusan beban yang sensitif, penurunan keakuratan alat ukur, kegagalan kapasitor tenaga, pemanasan lebih pada transformator dan penghantar netral (Grady and Santosa, 2001).

Distorsi gelombang arus dan tegangan ini disebabkan adanya pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya. Penyimpangan dari bentuk gelombang yang ideal tersebut sering disebut sebagai *Total Harmonic Distortion* (THD). Harmonisa

bisa muncul akibat adanya beban non-linier yang terhubung ke sistem distribusi. Beban non-linier ini umumnya adalah peralatan elektronik yang di dalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, yang dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan. Beberapa contoh beban non-linier antara lain : komputer, printer, lampu *fluorescent* yang menggunakan elektronik *ballast*, dan lain-lain.

Pemakaian beban non linear dapat membawa kerugian pada jaringan listrik, yaitu merusak bentuk gelombang tegangan dan arus bolak-balik sehingga gelombang menjadi tidak sinusoidal murni. Bentuk gelombang arus dan tegangan yang tidak sinusoidal tersebut mengandung gelombang frekuensi dasar dan frekuensi harmonisa. Tingginya tingkat kandungan arus harmonisa yang terdapat pada sistem distribusi tenaga listrik dapat menimbulkan berbagai macam persoalan pada sistem tersebut, antara lain adalah faktor daya sistem menjadi rendah, arus netral sistem meningkat dan dapat menimbulkan kegagalan instalasi meskipun dalam kondisi beban setimbang, rugi-rugi daya sistem bertambah, pemanasan lebih pada trafo dan generator, kesalahan operasi pada sistem proteksi, penyimpangan penunjukan pada alat ukur, kerusakan sejak dini pada peralatan-peralatan elektronik, interferensi pada sistem telekomunikasi dan lain sebagainya.

Banyak metoda yang dapat dilakukan untuk mengurangi harmonisa yang dibangkitkan oleh penyearah. Salah satu cara adalah dengan pemasangan *filter pasif* untuk mengurangi *spectrum harmonisa*. Harmonisa

adalah cacat gelombang arus atau tegangan sinusoidal yang memiliki kelipatan interger dari frekuensi fundamental dari suatu sistem kelistrikan.

Penggunaan *filter pasif* merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kadar harmonisa yang timbul akibat pemakaian beban non linier berupa penyearah satu fasa. Aplikasi filter pasif merupakan metode penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk masalah harmonisa karena selain untuk meredam harmonik filter pasif juga digunakan untuk kompensasi kerugian daya reaktif akibat adanya harmonisa pada sistem instalasi.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan harmonisa arus pada pemakaian beban listrik, serta perancangan filter pasif untuk meredam distorsi harmonisa tersebut. Dengan kesimpulan awal bahwa pemasangan filter pasif dapat menurunkan *total harmonic distorsi*. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan referensi perancangan filter pasif untuk meredam distorsi harmonik. Pada proyek ini akan dibuat *filter harmonic* jenis *filter pasif* LC tipe *low pass filter* yang dapat mereduksi harmonisa dan memperbaiki bentuk gelombang arus.

Dalam penelitian ini penulis mencoba menganalisa pemakaian daya dan harmonisa arus untuk daya 1300 VA dengan filter pasif tipe *low pass filter*. Dengan tujuan untuk mereduksi harmonisa dari rentang orde ke-3 yang mana filter pasif ini dipasang pada posisi input atau sebelum beban. Adapun analisa yang telah dilakukan pada tugas akhir sebelumnya oleh Riki Marta Dinata pada tahun 2016 yang berjudul “ Perancangan Filter LC untuk Mereduksi Harmonisa dan Memperbaiki Faktor Daya pada beban non linier

Satu Fasa” yang merujuk pada standar IEEE 519-2002, namun pada tugas akhir ini analisa akan dilakukan untuk harmonisa arus pada pemakaian daya 1300 va menggunakan filter pasif *low pass* dengan merujuk pada standar IEEE 519-2014.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik tegangan dan arus pada beban non linear akibat adanya distorsi harmonisa.
2. Perancangan filter pasif LC untuk meredam distorsi harmonisa pada beban non linear.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengukuran harmonisa dilakukan terhadap laptop yang menghasilkan distorsi harmonisa.
2. Pada penelitian ini menggunakan filter pasif LC dengan tipe *single tuned filter*.

## **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan yang telah ditemukan, maka secara umum dapat dirumuskan :

1. Bagaimana pengukuran harmonisa dilakukan terhadap beban berupa laptop untuk menghasilkan distorsi harmonisa?

2. Bagaimana menggunakan filter pasif LC dengan tipe *single tune filter* dalam mereduksi harmonisa?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini :

1. Menganalisa penggunaan filter pasif tipe *low pass filter* untuk mereduksi harmonisa yang dihasilkan beban listrik.
2. Membandingkan harmonisa beban sebelum dan sesudah menggunakan filter.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lebih lanjut sesuai dengan keperluan seperti dalam sistem kelistrikan agar mendapatkan kualitas daya yang baik dan pemakaian peralatan kelistrikan bisa bertahan lebih lama.

## BAB V PENUTUP

### A. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dengan membandingkan dengan teori – teori penunjang, maka dapat disimpulkan beberapa hal mengenai hasil dari proyek akhir ini, yaitu :

1. Pada pemakaian filter LC jenis *Low Pas Filter* dapat mereduksi tapi belum bisa memenuhi standar IEEE 519-2014 yaitu di bawah 3%
2. Filter LC jenis *low pass filter* digunakan untuk mereduksi harmonisa pada satu jenis frekuensi saja.
3. Dengan menggunakan filter LC jenis *low pass filter* orde ketiga bisa mereduksi harmonisa lebih besar di bandingkan dengan menggunakan filter LC pada orde kelima maupun filter LC orde ketujuh.
4. Dengan mereduksi harmonisa orde ketiga dapat memperbaiki bentuk gelombang arus, sehingga dapat memperkecil harmonisa.

### B. Saran-saran

Selama pengerjaan proyek akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik itu pada sistem atau peralatan yang dibuat. Untuk itu demi kesempurnaan alat yang penulis buat, disarankan :

1. Pada saat membuat L, diharapkan menggunakan inti yang berbahan tahan terhadap panas dan menggunakan kawat email yang lebih besar agar L tidak cepat panas.

2. Pada saat pemilihan C, dianjurkan untuk memilih C dengan nilai kapasitansi yang lebih mendekati perhitungan dan memilih C dengan rating tegangan yang lebih tinggi dari nilai yang dibutuhkan.
3. Diharapkan untuk pembuatan filter harmonisa LC dapat memenuhi standar IEEE 519-2014 yaitu dibawah 3%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Jayadin. 2007. *Elektronika Dasar*. (E-book). Diakses 22 Februari 2017
- Arillaga, J., N.R. Watson, *Power System Harmonic*, Second Edition John Wiley & Sons, Ltd ISBN: 0-470-85129-5, 2003
- Arillaga, J., D.A. Bradley, and P.S. Bodger, *Power System Harmonic*, John Wiley & Sons, Singapore, 1985
- Chang, Gary W., dkk. *Modelling Of Harmonic Source Power Electronic Converters*. 2009. Jurnal
- High Pass Filter. (online). (www.LC High Pass Filter Circuit\_Radio-Electronic, diakses pada tanggal 19 April 2017)
- Kusumatuti, Nungky. 2013. *Perancangan Dan Implementasi Filter Pasif Untuk Meredam Harmonisa Pada Beban Non-Linier Tiga Fasa*. Jurnal. Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Bandung
- Low pass Filter. (online). (www.LC High Pass Filter Circuit\_Radio-Electronics, diakses pada tanggal 19 April 2017)
- Power Factor. (online). ([www.Bornika.ir](http://www.Bornika.ir), diakses tanggal 8 Juni 2017)
- Respon Frekuensi Filter. (online). (www.Learnabout-electronics.org, diakses pada tanggal 20 April 2017)
- Riki Marta Dinata. 2016. *Perancangan Filter LC untuk Mereduksi Harmonisa dan Memperbaiki Faktor Daya Beban Nonlinier Satu Fasa*. Tugas akhir. Universitas Negeri Padang.
- Setiyono. 2009. *Simulasi Eliminasi Harmonisa menggunakan Teori Daya Sesaat P Q (instantaneous Power P Q theory) Pada Beban Seimbang Dengan Matlab simulink*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Gunadarma. Jakarta.
- Syahwil, Muhammad., dkk. *Studi Dampak Harmonisa Terhadap Susut Teknis Pada Industri Semen (Kasus Industri Semen Tonasa)*, Universitas Hassanuddin. 2010. Jurnal
- Tribuana, Nanan. Wanhar. 1999. *Pengaruh Harmonic Pada Transformator Distribusi*. Jurnal