

## **Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier**

**Cholish, Rimbawati, Abdul Azis Hutasuhut**  
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
e-mail: cholish@umsu.co.id

### **Abstract**

*The Advantages of electronics equipment requires the increased efficiency and technology to reduce the use of electrical energy. The electrical equipment in residential energy consumption is the dominant burden on electricity supply service. Audio Amplifier is a widely used household appliance in general based on linear transformer. Linear transformer has many deficiency such as dimensions of equipment and the use of technology control systems which less of good and large voltage drop. Because of that, the design of Switch Mode Power Supply (SMPS) model would be a replacement linear transformer. In this research, we will compare the performance of Linear Trafo with SMPS specification +/- 35VDC - 350W. By making modifications to SMPS on the transformer transformer windings which could be seen as significant comparison to the use of equipment.*

**Keywords:** Linear Transformer, Audio Amplifier, Eficiency, SMPS

### **Abstrak**

*Pemanfaatan peralatan elektronika saat ini memerlukan peningkatan efisiensi dan teknologi sehingga dapat mengurangi penggunaan energi listrik. Peralatan elektronika pada konsumsi energi rumah tinggal merupakan beban yang dominan terhadap pelayanan pasokan energi listrik. Audio Amplifier merupakan peralatan rumah tangga yang banyak digunakan pada umumnya berbasis trafo linier. Trafo linier tersebut memiliki banyak kekurangan seperti dimensi peralatan serta penggunaan teknologi sistem kontrol yang kurang baik serta tegangan jatuh yang besar. Mengingat hal tersebut perancangan model Switch Mode Power Supply (SMPS) sebagai pengganti trafo linear banyak dilakukan peningkatan. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan terhadap kinerja Trafo Linear dengan SMPS spesifikasi +/- 35VDC – 350W. Dengan melakukan modifikasi terhadap SMPS pada lilitan trafo switching dapat dilihat perbandingan yang signifikan terhadap penggunaan peralatan yang akan diuji.*

**Kata kunci:** Trafo Linier, Audio Amplifier, Efisiensi, SMPS

### **1. Pendahuluan**

Kosmetik telah Switch Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis power supply yang langsung menyearahkan (rectify) dan menyaring (Filter) tegangan Alternating Current (AC) untuk mendapatkan tegangan Direct Current (DC). Tegangan Direct Current (DC) tersebut kemudian di switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus Alternating Current (AC) yang dapat melewati transformator frekuensi tinggi.

Penelitian–penelitian terdahulu mengenai Switch Mode Power Supply sudah banyak dilakukan. penelitian tentang power supply yang mencakup + 15V, -15V, + 5V, 5V, + 3.3V, + 5V tingkat tegangan terisolasi. Masukan untuk catu daya ini adalah 48V DC yang tersedia di semua situs telekomunikasi. catu daya ini mampu menyediakan tenaga 40W keluaran perkiraan dengan efisiensi 80%. Topologi desain power supply yang dipilih untuk kertas ini converter flyback karena flyback converter adalah pilihan yang lebih baik sebagai dibandingkan dengan topologi lainnya untuk desain daya rendah dan untuk menghasilkan beberapa tingkatan tegangan output. power supply ini dirancang oleh biaya rendah dan komponen diskrit yang sangat efisien dan kertas juga menjelaskan kriteria memilih komponen. Power supply ini dirancang agar dapat digunakan untuk hampir semua produk aplikasi dalam telekomunikasi tertanam karena serbaguna dengan berbagai tingkat tegangan output yang konstan [1].

Kemudian penelitian dilakukan oleh Kwon [2], penelitian ini membahas tentang efisiensi tinggi AC-DC power switch-modus pasokan (SMP) menggunakan converter sirkuit jembatan penuh. converter yang di rancang menggunakan tiga sirkuit converter jembatan penuh. Dua full-jembatan dioda converter sirkuit dan satu full-jembatan MOSFET converter sirkuit. Dua jembatan konverter penuh dimanfaatkan pada input AC primer dan sekunder DC output, masing-masing, dan jembatan converter MOSFET penuh digunakan untuk mengkonversi tegangan DC ke tegangan AC dengan frekuensi tinggi yang dikonversi ke tegangan DC lain dengan transformator dan jembatan dioda penuh converter di bagian sekunder, yang hanya disebut sebagai DC-DC converter jembatan penuh. Namun konverter konvensional jembatan penuh memiliki batas di rasio tugas operasi dalam operasi normal, karena mengakibatkan hilangnya konduksi lainnya di operasi beban ringan.

Oleh karena itu, converter yang dirancang menyelesaikan kelemahan dari converter konvensional jembatan penuh menggunakan modifikasi sirkuit jembatan penuh dengan memblokir kapasitor DC di bagian primer. Dengan demikian, konverter yang dirancang telah meningkatkan efisiensi total dan kinerja.

Tidak sampai disitu, ada penelitian tentang merancang Mode Switch Power Supply (SMPS) tegangan tinggi untuk sistem laser. Tujuannya adalah untuk memiliki risiko rendah dan tinggi yang efisien untuk berurusan dengan sistem laser. Pada tahap primer sinyal input dari 12 V diberikan menjadi pembanding yang bertindak sebagai peralih unit kontrol drive. MOSFET bekerja sebagai unit switching. Ini membuat sinyal yang diberikan menjadi isolasi transformator untuk meningkatkan ke tegangan 230VAC. Jaringan terdiri dari dioda dan kapasitor digunakan untuk memperbaiki tegangan output menjadi sinyal DC halus. Kinerja tegangan tinggi SMP sirkuit bergantung pada arus pasokan input, input frekuensi, perlawanan umpan balik negatif dan tahap jumlah pengganda tegangan [3].

Ada juga penelitian mengenai tegangan DC variable yang diperoleh dengan menggunakan buck converter transistor MJ15004 dengan mikrokontroler TL494, sebagai jantung utama dari rangkaian ini untuk mengontrol dan mengatur tegangan output dengan mengambil umpan balik dari keluaran. TL494 menghasilkan pulsa PWM untuk transistor sesuai dengan besarnya tegangan output yang dibutuhkan komponen lain dari sirkuit. Peran utama dari rangkaian ini adalah untuk mengatur tegangan output dari jarak 0 - 40V [4].

Berkaitan dengan hal itu, penelitian ini bertujuan Untuk melakukan perbandingan terhadap kinerja Trafo Linear dengan SMPS spesifikasi +/- 35VDC – 350W. Dengan melakukan

modifikasi terhadap SMPS pada lilitan trafo switching dapat dilihat perbandingan yang signifikan terhadap penggunaan peralatan yang akan diuji.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Power Supply (Catu Daya)

Power Supply atau dalam Bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya power supply atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu power supply kadang – kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter.



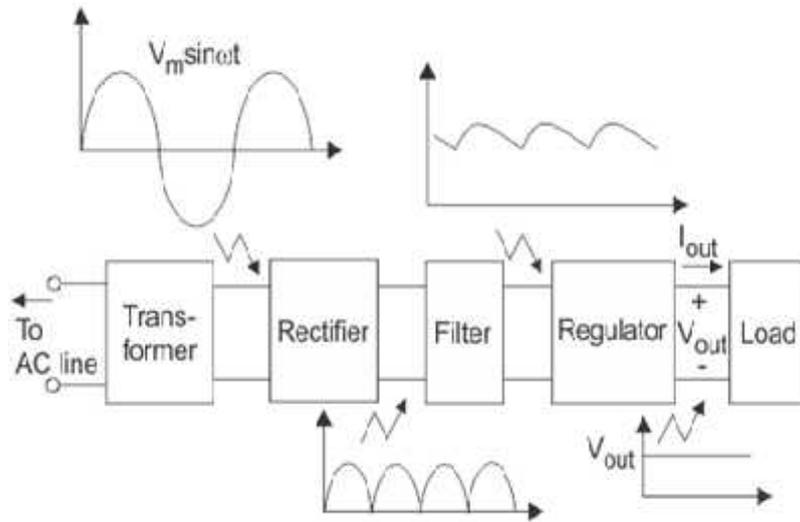
Gambar 1. Jenis – jenis Power Supply

Berdasarkan fungsinya power supply dapat dibedakan menjadi

1. Regulated Power Supply,
2. Unregulated Power Supply
3. Adjustable Supply.

#### **Regulated Power Supply**

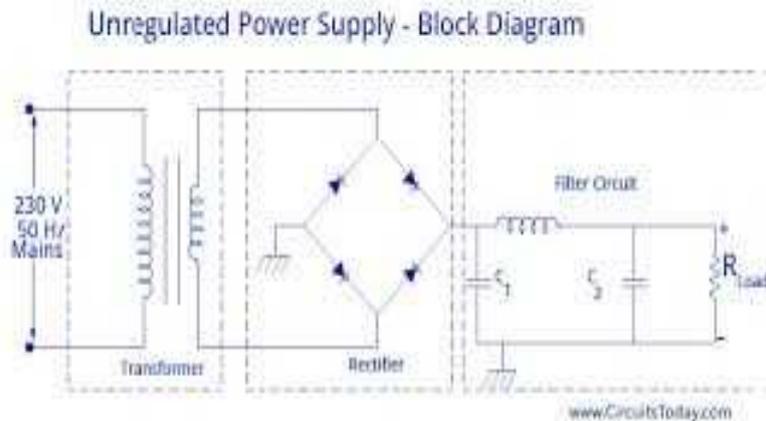
Regulated Power Supply adalah power supply yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input).



Gambar 2. Block Diagram Regulated Power Supply

### Unregulated Power Supply

Unregulated Power Supply adalah power supply yang tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan.



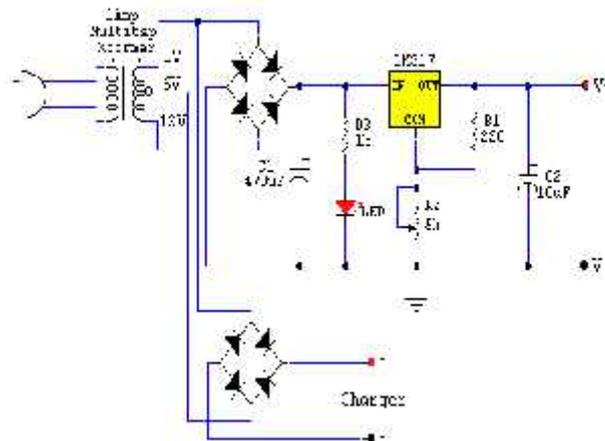
Gambar 3. Blok Diagram Unregulated Power Supply

Terdapat dua topologi pada Unregulated Power Supply, yaitu sebagai berikut.

1. Half Wave Unregulated Power Supply
2. Full Wave Unregulated Power Supply

### Adjustable Power Supply

Adjustable Power Supply adalah power supply yang tegangan atau arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik. Terdapat 2 jenis Adjustable Power Supply, yaitu Regulated Adjustable Power Supply dan Unregulated Adjustable Power Supply.



Gambar 4. Rangkaian Adjustable Power Supply

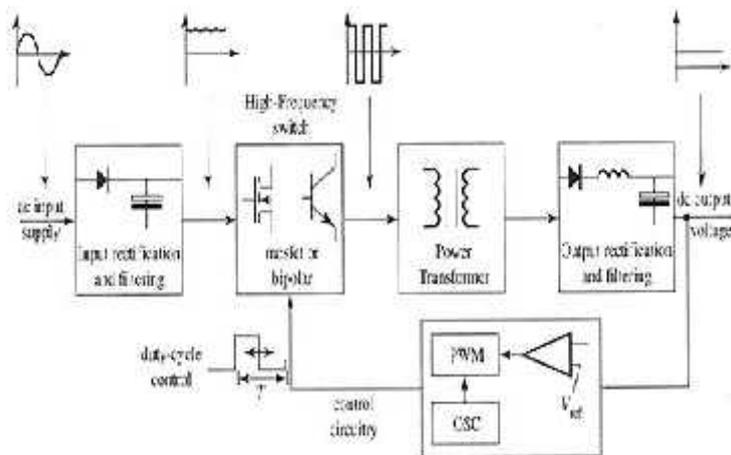
Berdasarkan metode konversinya, power supply dapat dibedakan menjadi

- a. DC Power Supply
- b. AC to DC Power Supply
- c. AC Power Supply
- d. Programmable Power Supply
- e. Uninterruptible Power Supply (UPS)
- f. High Voltage Power Supply
- g. Switch Mode Power Supply (SMPS)

### Switch Mode Power Supply (SMPS)

Switch Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis power supply yang langsung menyearahkan (Rectify) dan menyaring (Filter) tegangan input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di Switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati transformator frekuensi tinggi.

Keuntungan utama dari metode ini adalah efisiensi yang lebih besar karena switching transistor daya sedikit berkurang ketika berada di luar daerah aktif yaitu, ketika transistor berfungsi seperti tombol dan juga memiliki diabaikan jatuh tegangan atau arus yang dapat diabaikan melaluinya. Keuntungan lain termasuk ukuran yang lebih kecil dan bobot yang lebih ringan dari pengurangan transformator frekuensi rendah yang memiliki berat yang tinggi dan panas yang dihasilkan lebih rendah karena efisiensi yang lebih tinggi. Kerugian meliputi kompleksitas yang lebih besar, generasi amplitudo tinggi, energi frekuensi tinggi yang low-pass filter harus blok untuk menghindari gangguan elektromagnetik (EMI).



Gambar 5. Blok Diagram SMPS

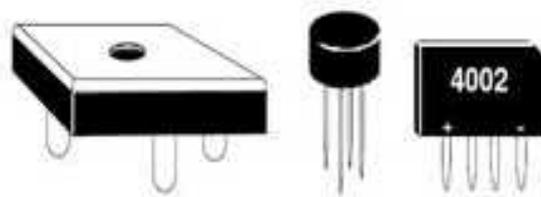
### Bagian – bagian dasar pada switch Mode Power Supply (SMPS)

Switch Mode Power Supply (SMPS) memiliki bagian – bagian penting meliputi:

1. bagian penyearah
2. bagian pencacah
3. bagian driver control
4. trafo switching
5. bagian penyearahan & filtering
6. bagian loop umpan balik
7. rangkaian komparator.

### Bagian Penyearah

Bagian penyearah pada SMPS berperan menyearahkan tegangan masukan dari listrik ac 220v disearahkan menjadi tegangan dc menggunakan diode bridge 5 – 8 Ampere dan 3 buah elco filter besar, yaitu sebuah elco dengan besaran berkisar 450V/220uF dan 480V/680uF.



Gambar 6. Dioda Bridge

### Bagian Pencacah

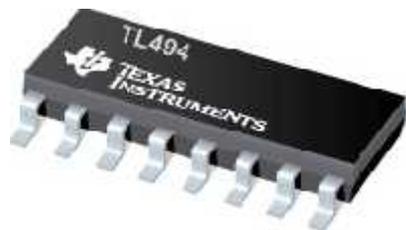
Bagian pencacah atau power-switching. Tegangan masukan dc dicacah dengan menggunakan “power switch on-off” sehingga menghasilkan tegangan pulsa-pulsa dc dengan frekwensi tinggi.



Gambar br 7. Mosfet IRFP460

### SMPS Controller Driver

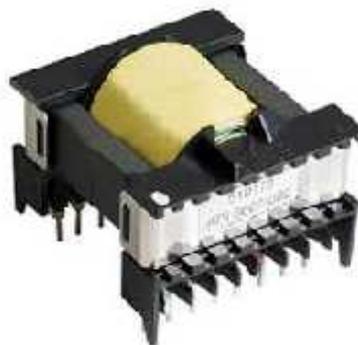
SMPS Controller driver yaitu bagian pembangkit pulsa PWM (Pulse Wave Modulation).



Gambar 8. IC TL494CJ

### Trafo Switching

Banyak jenis model trafo switchig yang digunakan pada Switch Mode Power Supply (SMPS) diantaranya yaitu: E25 dengan ratio 15 : 15, dan lain sebagainya.



Gambar 9. Trafo Switching yang digunakan pada SMPS

Rumus untuk menentukan jumlah lilitan pada trafo switching adalah sebagai berikut:

$$N_p = \frac{10^9 \times 0,5 \times V_{L-N} \times 1,414}{4 \times B_{Max} \times F \times AE}$$

Dimana :

NP	= Jumlah Lilitan Primer
108 x 0,5	= Konstanta
VL-N	= Tegangan 220 VAC
1,414	= Konstanta nilai dari Elco
4	= Konstanta
BMax	= Kekuatan Medan Magnet (Gauss)
AE	= Luas Permukaan Inti Ferit dari Trafo Switching (Cm <sup>2</sup> )
F	= Frekuensi Kerja (Hz)

$$N_s = \frac{V_{out}}{Ratio}$$

Dimana:

NS	= Jumlah Lilitan Skunder
VOut	= Tegangan Output Skunder (Volt DC)
Ratio	= Perbandingan Lilitan Primer dan Skunder

$$Ratio = \frac{V_{in Min}}{V_{out \text{ yang di inginkan}}}$$

Dimana:

Ratio	= Perbandingan Lilitan Primer dan Skunder
Vin min	= 212 x 0,98 x 0,5 (Konstanta)
VOut	= Tegangan Keluaran Yang diinginkan (VDC)

### Penyearahan dan Filtering

Pada bagian ini tegangan yang dikeluarkan dari trafo ke sisi skunder masih berupa pulsa – pulsa frekwensi tinggi, sehingga perlu dirubah menjadi tegangan Direct Current (DC) menggunakan dioda penyearah dan filter elco.

### Loop Umpan Balik

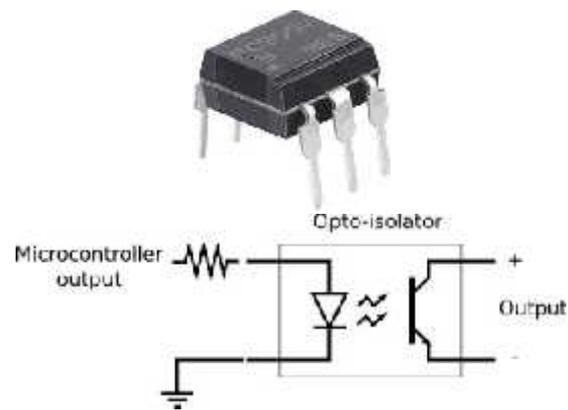
Loop Umpan balik adalah bagian circuit umpan balik dari tegangan B+ ke bagian primer Trafo.

### Rangkaian Komparator (Pembanding)

Sebuah sirkuit komparator pada bagian skunder Switch Mode Power Supply (SMPS) berfungsi untuk mendeteksi jika terjadi perubahan tegangan keluaran B+. Komparator bekerja dengan cara membandingkan tegangan keluaran B+ dengan sebuah tegangan “refrensi” (biasanya berupa tegangan diode zener 6.8v). Kopling menggunakan photocoupler bertujuan untuk mengisolasi ground bagian primer yang menyetrum jika dipegang (HOT chasis) dengan ground bagian sekunder (COLD chasis).



(A)



(B)

Gambar 10. (A) Dioda Zener 6.8V, (B) Photocoupler

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimen dengan perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dengan Trafo Linier Pada Power Amplifier.



#### 4. Hasil dan Pembahasan

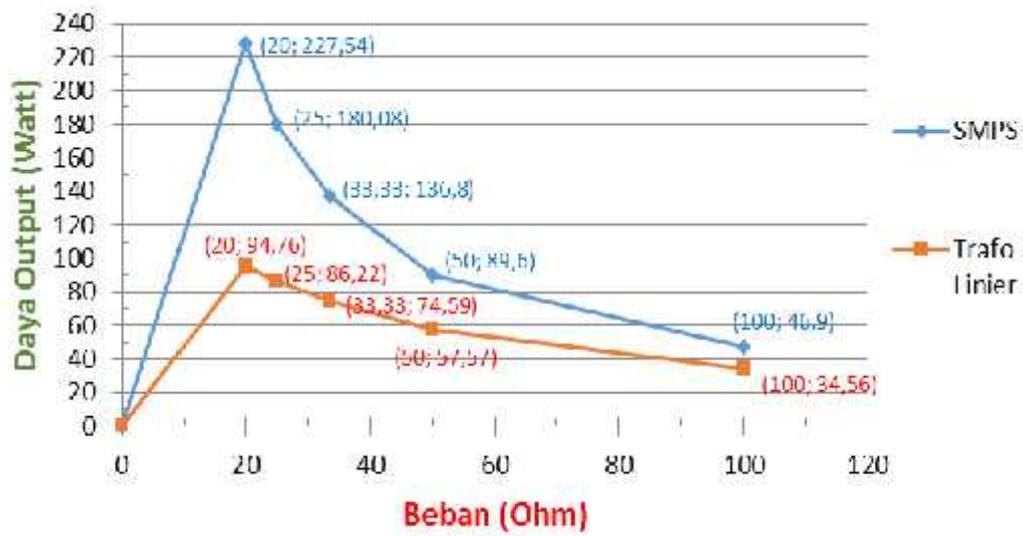
Beban (Ohm)	$V_{\text{Sumber}} (V_{AC})$	Daya Input (Watt)	Arus Input (A)	Tegangan Keluaran ( $V_{DC}$ )	Arus Keluaran (A)	Daya Output (Watt)	$V_{\text{Drop out}} (Volt)$	Eff (%)
0	225,1	7,11	0,05	74,8	-	-	-	-
100	224,4	48,31	0,26	60,8	0,57	34,56	14	71,72
50	228,7	82,30	0,42	55,9	1,03	57,57	18,9	65,19
33,33	229,2	108,7	0,54	51,8	1,44	74,59	23	68,62
25	228,2	133,74	0,65	47,9	1,80	86,22	26,9	64,46
20	228	154,36	0,74	44,7	2,12	94,76	30,1	61,38

Tabel 4.7 Hasil data akhir Power Supply berbasis Trafo Linier

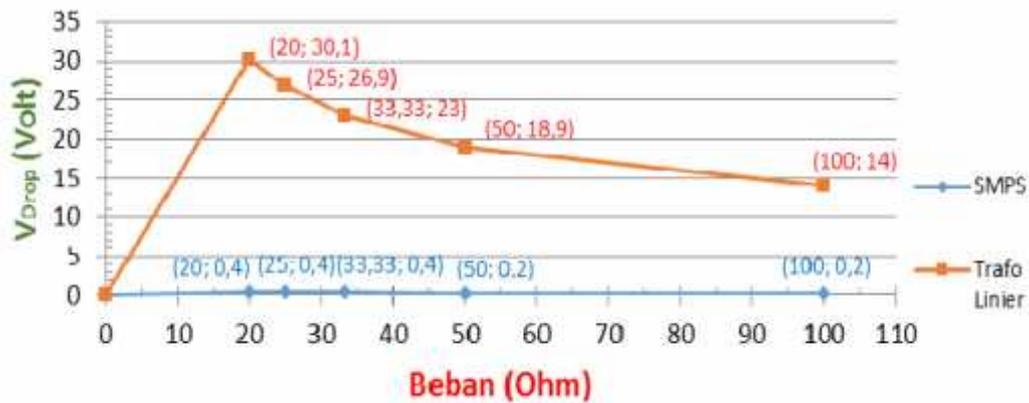
Beban (Ohm)	$V_{\text{Sumber}} (V_{AC})$	Daya Input (Watt)	Arus Input (A)	Tegangan Keluaran ( $V_{DC}$ )	Arus Keluaran (A)	Daya Output (Watt)	$V_{\text{Drop out}} (Volt)$	Eff (%)
0	226,2	1,10	0,02	70,2	-	-	-	-
100	225,8	56,33	0,53	70	0,67	46,9	0,2	83,25
50	225,6	108,13	0,88	70	1,28	89,6	0,2	82,26
33,33	224,6	156,84	1,2	69,8	1,96	136,80	0,4	87,22
25	225,6	209,54	1,59	69,8	2,58	180,08	0,4	85,94
20	224,9	257,36	1,93	69,8	3,26	227,54	0,4	88,41

Tabel 4.8 Hasil data akhir Switch Mode Power Supply (SMPS)

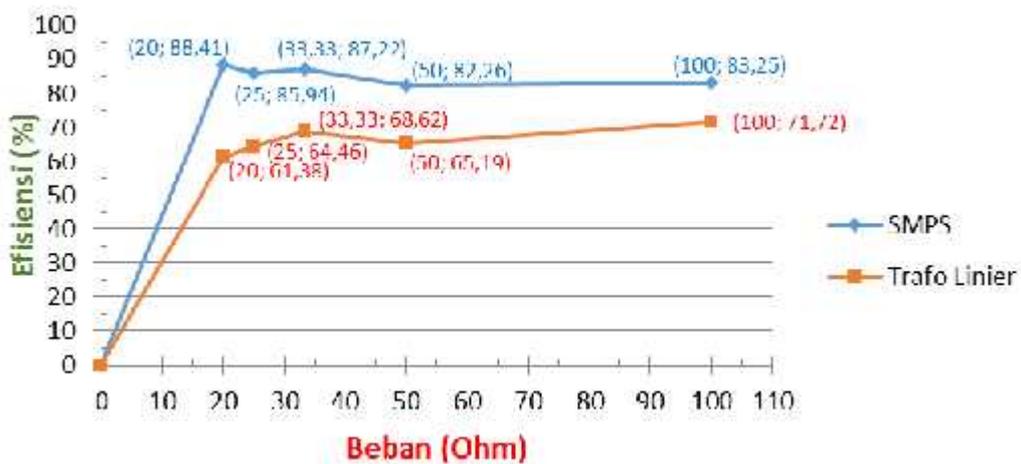
Berdasarkan hasil pengujian pada peralatan maka diperoleh data hasil berupa tabel berikut ini: Dari pengujian yang dilakukan terhadap Switch Mode Power Supply (SMPS) maupun Power Supply Berbasis Trafo Linier, maka diperoleh grafik perbandingan dibawah ini:



Gambar 4.16 Grafik perbandingan Beban terhadap Daya



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Beban Terhadap VDrop



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Beban Terhadap Efisiensi

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa setelah melakukan pengujian kedua, Switch Mode Power Supply (SMPS) memperoleh hasil cukup memuaskan dengan Vdrop tegangan Output yang kecil untuk semua karakter beban. Efisiensinya juga tinggi rata – rata masih diatas angka 80% dan hal ini tentunya mempengaruhi daya output yang dihasilkan yaitu tinggi (POut Max = 227,54 Watt). Jauh Berbeda dari Power Supply berbasis Trafo Linier, Vdrop outputnya begitu besar, efisiensinya tertingginya hanya 71,72 %.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui pengukuran masing-masing peralatan dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

1. SMPS memperoleh hasil memuaskan dengan menunjukkan karakteristik yang sempurna terhadap Audio Amplifier.
2. Dari hasil perbandingan yang diperoleh dari hasil akhir yang terlampir pada tabel maupun grafik untuk pengujian setelah Vdrop output dapat di minimalisir untuk semua karakter beban (100 – 20 ), Daya output max 227, 54 watt dan efisiensi yang tinggi yaitu berkisar pada angka 80 – 88%. Hal ini jauh lebih baik dari Trafo Linier, Berdasarkan hasil tersebut SMPS lebih unggul dari Trafo linier dan SMPS sudah bisa dikatakan sempurna.

## REFERENSI

- [1] Amit, Manoj Kumar. Design and Implementation of Multiple Output Switch Mode Power Supply. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 4 (10). 2013
- [2] Kwon Su-Han, Yoo Doo-Hee, Jeong Gang-Youl. High-Efficiency AC-DC Switch-Mode Power Supply Using Full-Bridge Converter Circuits. *International Journal of Control and Automation*, 7(6). 2014.
- [3] Ngah Demon, Siti Zulaikha. Tamuri, Abdul Rahman. Bidin Noriah. High Voltage Switch Mode Power Supply for Laser System. "Department of Physics centre of Foundation Studies, Natinal Defense University Malaysia. Kuala Lumpur. 2008
- [4] Manasa. Variable Switched Mode Power Supply Using TL494. *Project Report Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Award of the Degree of Bachelor of Technology in Electrical and Electronics Engineering*, Gokaraju Rangaraju Institute of Engineering and Technology Hyderabad. 2014
- [5] EE IIT. Design of Transformer for Switched Mode Power Supply (SMPS) Circuits. *Version 2 EE IIT*. Kharagpur.
- [6] Fundamental of Power Electronics. *Chapter 15: Transformer Design*.
- [7] IEEE. Switching Mode Power Supplies. *IEEE Canadian Review, fall/autum*, 61. 2009.
- [8] Mohammad, Kamil. Switch Mode Power Supply (SMPS) Topologies (Part 1). *Microchip Technology Inc*. USA. 2007.
- [9] Wuidart L. Topologies for Switched Mode Power Supplies. *Application Note, STMicroelectronics*, Italy. 1999.
- [10] SCILLC. Switch-Mode Power Supply Refrence Manual. *ON Semiconductor*, USA.2014
- [11] Texas Instruments Incorporated. *Section 4: Power Transformer Design*. Dallas: Texas. 2001.
- [12] Zhang, J, H. Basic Concepts of Linear Regulator and Switching Mode Power Supplies. *Linear Technology*, USA. 2013