

Perbandingan Efisiensi Daya Penguat Audio Kelas AB dengan Penguat Audio Kelas D untuk Keperluan *Sound System* Lapangan

Muhamad Kharis¹, Dhidik Prastiyanto², dan Suryono³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229, Indonesia

nim5301413010@gmail.com¹, dhidik.prastiyanto@mail.unnes.ac.id², suryote@gmail.com³

Abstract— *Class AB audio amplifiers are commonly used but the efficiency is 50%. While the efficiency of class D audio amplifiers is 90% but are rarely used. The purpose of this research is to know how much the power efficiency of field sound system between 1000 watts class AB amplifier and 900 watts class D amplifier. This study is a comparative study that compares different variables with the same sample. The results of power efficiency are obtained from the percentage comparison between the output power and the input power of each audio amplifier. The power efficiency of class D audio amplifiers with IRS D900 type larger than class AB audio amplifiers with Apex B500 type. The efficiency value of class D audio amplifiers at the highest output power reaches 87% while class AB audio amplifiers are only 73%.*

Keywords— *power efficiency, audio amplifier, class D, class AB*

Abstrak— *Audio amplifier kelas AB umum digunakan namun memiliki efisiensi 50%. Sedangkan audio amplifier kelas D memiliki efisiensi 90% akan tetapi masih jarang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar efisiensi daya amplifier kelas AB 1000 watt dan kelas D 900 watt pada sound system lapangan. Penelitian ini merupakan penelitian komparatif yaitu membandingkan variabel yang berbeda dengan sampel yang sama. Pada penelitian ini hasil efisiensi daya diperoleh dari persentase perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan masing-masing audio amplifier. Perbandingan efisiensi daya pada audio amplifier kelas AB dengan tipe Apex B500 dan audio amplifier kelas D dengan tipe IRS D900 lebih besar kelas D dibanding kelas AB. Nilai efisiensi tertinggi dari audio amplifier kelas D pada daya output tertinggi mencapai 87% sedangkan audio amplifier kelas AB hanya sebesar 73%.*

Kata kunci— *efisiensi daya, audio amplifier, kelas D, kelas AB*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perubahan yang sangat pesat. Perkembangan teknologi salah satunya ditandai dengan munculnya berbagai teknologi *audio amplifier*. Penyempurnaan *audio amplifier* dilakukan dengan melakukan perbaikan dari setiap penemuan yang telah ada. Terdapat banyak kelas *audio amplifier* termasuk kelas A, B, AB, C, D, E dan F. Berbagai kelas tersebut dibagi menjadi dua mode operasi yang berbeda linear dan *switching*. Kelas A, B, AB dan C adalah model *amplifier* linier dimana keluarannya proporsional dengan *inputan* dan memiliki efisiensi yang rendah. Kelas D, E, F merupakan model *amplifier switching* yang memiliki efisiensi tinggi [1].

Model yang sering digunakan untuk *audio amplifier* adalah kelas AB dan kelas D. *Audio amplifier* kelas AB banyak dan umum digunakan karena memiliki suara yang linier, tidak memiliki cacat seperti pada kelas B tetapi memiliki efisiensi 50% [2]. Adapun kelemahan dari *audio amplifier* kelas ini memiliki disipasi daya tinggi sehingga menimbulkan panas pada penguat akhir dan membutuhkan pendingin (*heatsink*) yang besar. Secara teori efisiensi

maksimal dari desain kelas D adalah 100%, meskipun hanya 90% yang dapat dicapai pada praktiknya [3].

Sinyal audio digunakan untuk memodulasi sinyal pembawa *Pulse Wide Modulation* (PWM) yang mengendalikan sinyal keluaran, dengan tahap terakhir melalui sebuah *Low Pass Filter* untuk menghilangkan frekuensi tinggi yang berasal dari frekuensi pembawa PWM. *Audio amplifier class D* memiliki efisiensi yang tinggi dari performa seperti kelas AB jika pemilihan komponen dan tata letak diperhitungkan secara baik. Inovasi dalam perkembangan semikonduktor dapat membantu perkembangan *audio amplifier* kelas D untuk memperbaiki efisiensi, meningkatkan daya *output* dan menghasilkan kualitas suara yang lebih baik [4].

Hasil penelitian *power amplifier* kelas AB berdaya rendah dengan transistor BD139 – BD140 terjadi penguatan sebesar 16,67 kali dengan efisiensi daya pada kelas AB yaitu sekitar 60% dan 40% sisanya terbuang menjadi panas [5]. Penggabungan penguat kelas A dengan penguat kelas B bertujuan agar penguat *audio* dengan efisiensi dan linieritas tinggi menghasilkan efisiensi maksimal 44,15 % [6]. Pada

frekuensi tinggi 2,4 Ghz penguat kelas AB menghasilkan efisiensi sebesar 35% dengan output power 30dBm [7].

Audio amplifier kelas D menghasilkan kualitas suara yang rendah distorsi, memiliki daya output RMS 0,5 Watt dan memiliki efisiensi 90% [8]. Penelitian [9] menghasilkan sebuah konsep berupa *amplifier* kelas D sistem jembatan menggunakan NBDD modulator serta banyak mosfet yang secara simulasi mempunyai efisiensi 94% dengan frekuensi osilator 700 kHz dan efisiensi 92% dengan frekuensi osilator 350 kHz pada output daya 400 watt.

Terlihat jelas *audio amplifier* kelas D lebih efisien dibanding *amplifier* kelas AB. Namun berdasarkan observasi di lapangan masih banyak penyewaan *sound system* yang tidak memilih *audio amplifier* kelas D karena memiliki kelemahan, salah satunya dalam pemilihan komponen dan pembuatan jalur harus sesuai. Kegagalan dalam merakit *audio amplifier* kelas D terletak pada pemilihan komponen yang tidak sesuai standar kualitas dan perencanaan *layout* yang tidak sesuai dengan kaidah perencanaan untuk *switching* pada frekuensi tinggi [10]. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah perbandingan efisiensi daya penguat *audio* kelas AB dengan kelas D untuk keperluan *sound system* lapangan dengan daya besar.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian komparatif yaitu membandingkan variabel yang berbeda dengan sampel yang sama [11]. Adapun variabel yang digunakan adalah daya dari *audio amplifier* dan tipe dari *audio amplifier* sebagai sampelnya. Adapun tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

A. Persiapan

Persiapan awal yang dilakukan yaitu membuat alat untuk bahan penelitian. Berdasarkan dari observasi di lapangan *audio amplifier* kelas AB yang sering digunakan untuk *sound system* di lapangan yaitu *amplifier* kelas AB APEX B500 dengan daya *output* 500 watt pada beban 8 ohm dan *audio amplifier* kelas D CLASS-D IRS-900D dengan daya keluaran maksimal 900 watt pada beban 4 ohm.

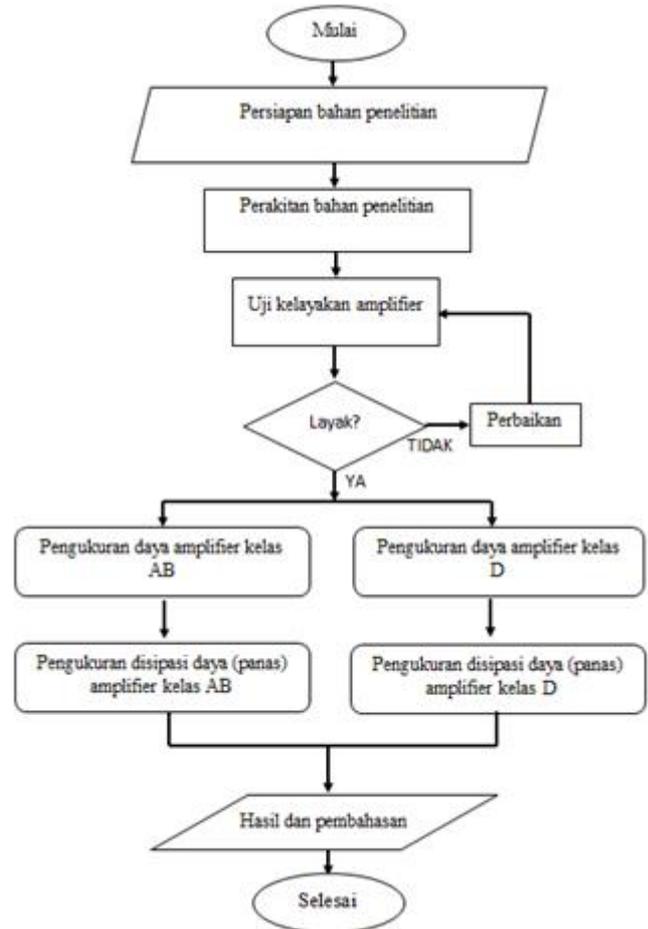
B. Perakitan Bahan Penelitian

Proses ini meliputi pemasangan komponen pada PCB yang sudah jadi sesuai dengan skema rangkaian. Setelah rangkaian *amplifier* sudah jadi perlu dilakukan pengecekan ulang untuk menghindari kesalahan pemasangan komponen ataupun terdapat jalur yang putus dan terhubung. Jika sudah tidak ada yang salah pemasangan komponen, PCB *amplifier* kelas AB dan PCB *amplifier* kelas D siap dipasang dalam *box amplifier*.

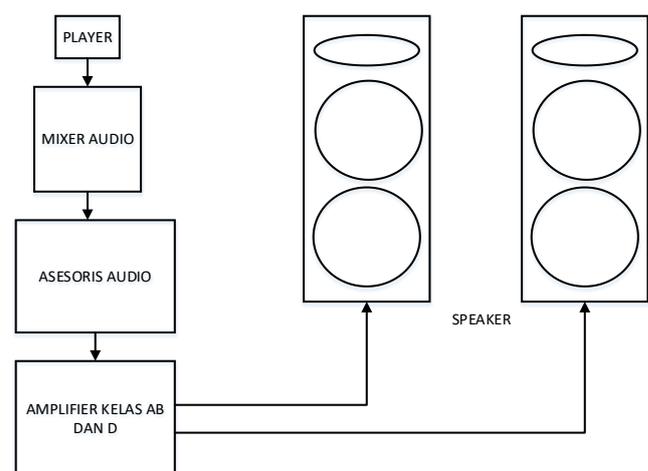
C. Pengujian Amplifier

Pengujian *amplifier* dilakukan dengan cara melakukan penyetaran *amplifier* di lapangan selama waktu tertentu dengan beban penuh. Dalam pengujian ini ditetapkan waktu ideal selama dua jam. Jika dalam pengujian belum sesuai dengan standar maka perlu dilakukan perbaikan pada *power amplifier* tersebut dan perlu dilakukan ujicoba kembali.

Parameter *power amplifier* yang baik yaitu suara tidak cacat, linieritas bagus, dinamika tinggi, rendah *noise*, dan respon frekuensi 20hz -20Khz. Adapun instalasi pengujian seperti Gambar 2. Tujuan dari pengujian ini agar didapatkan kualitas *audio amplifier* yang baik.



Gambar 1. Desain penelitian



Gambar 2. Instalasi pengujian *amplifier*

D. Pengukuran

Pada tahap ini masing-masing *amplifier* diukur daya keluaran serta disipasi dayanya (panas pada *final amplifier*). Adapun langkah-langkah pengukuran sebagai berikut:

1) Persiapan Alat dan Bahan

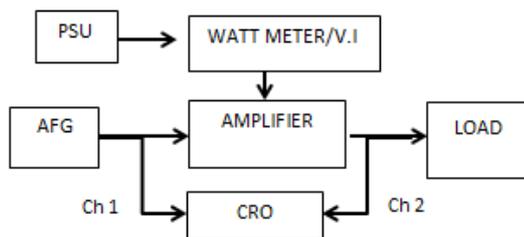
- Siapkan *power amplifier* kelas AB dan kelas D yang sudah dirangkai dengan *power supply* dalam *box*
- Siapkan alat *oscilloscope*, AFG amper meter DC.
- Siapkan *dummy load* sebagai pengganti *speaker*

2) Mengkalibrasi *Osilloscope*

- Tekan tombol *power* yang ada pada *oscilloscope*.
- Ambil kabel *probe* dan sambung ke *channel X* atau *Y*
- Kaitkan *probe* dengan test poin kalibrasi.
- Atur *sweep time/div* dan *volt/div* hingga menjadi satu gelombang penuh

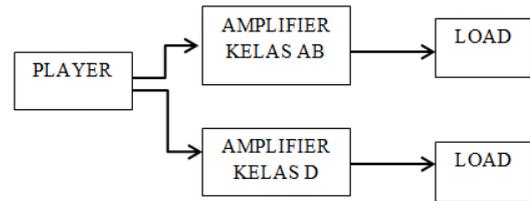
3) Mengukur Daya Masuk Tiap-Tiap *Amplifier*

- Hubungkan *amplifier* kelas AB seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. *Wiring* pengukuran *audio amplifier*

- Pastikan rangkaian sudah benar, hidupkan rangkaian.
 - Atur AFG di frekuensi 1khz, dengan amplitudo menyesuaikan *output power* pada *amplifier* yaitu 1 watt.
 - Ukur daya *input supply* pada *amplifier* menggunakan *watt meter* dan catat hasil pengukuran sesuai dengan tabel.
 - Ukur *output* tegangan V_{pp} pada *load* menggunakan *osilloscope channel 2* dan catat hasil pengukuran sesuai dengan tabel.
 - Lakukan pengukuran pada *output* 2 watt, 5 watt, 10 watt, 20 watt, sampai *output* daya maksimal (mendekati cacat) sesuai dengan tabel.
 - Lakukan pengukuran pada *amplifier* kelas D sesuai dengan prosedur di atas.
- ##### 4) Pengukuran Temperatur Suhu pada Penguat Akhir
- Hubungkan *amplifier* seperti Gambar 4.
 - Lepas sumber kipas pada *amplifier*.
 - Pastikan benar, nyalakan *amplifier*.
 - Putar musik *full band* selama 2 jam.
 - Atur *volume* tiap *channel amplifier* mendekati *clip* (maksimal).
 - Ukur suhu pada masing-masing *amplifier* pada menit 10, 20, 30, 40, 50 sampa menit 120.



Gambar 4. *Wiring* pengukuran suhu *amplifier*

E. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah metode pengumpulan data primer, yaitu data langsung yang didapat dari pengukuran arus, tegangan, daya keluaran serta suhu pada tiap *amplifier*.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah data hasil penelitian ini adalah metode analisis statistik deskriptif. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sehingga mudah dideskripsikan menjadi sebuah kalimat ilmiah yang mudah dipahami.

Pada penelitian ini hasil yang didapatkan adalah nilai efisiensi daya dari masing-masing kelas *amplifier*. Analisis yang utama adalah analisis nilai efisiensi dimana nilai efisiensi didapatkan dari perhitungan presentase perbandingan nilai daya keluaran dengan nilai daya masukan. Data yang dihasilkan dalam bentuk tabel dan dapat dikonversikan ke dalam bentuk grafik.

Analisis yang kedua yaitu pengukuran suhu yang dihasilkan pada masing-masing kelas *amplifier*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar panas yang dihasilkan pada masing masing *amplifier*. Data didapat dengan memberikan perlakuan yang sama yaitu pemberian *input audio clarity*, volume diatur sampai maksimal dan diberikan beban berupa *dummy load* untuk pengganti *speaker* pada *amplifier* kelas AB dan kelas D.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran daya serta efisiensi dari *amplifier* kelas AB dan B ditunjukkan pada Tabel I. Nilai efesiensi daya diperoleh dari *presentase* perbandingan daya keluaran (*output*) dengan daya masukan (*input*). Efisiensi *power amplifier* kelas AB sebanding dengan daya keluaran, semakin besar daya keluarannya maka semakin efisien. Efisiensi tertinggi *audio amplifier* kelas AB sebesar 73% pada daya *output* maksimal 250 watt. Hasil dari pengukuran efisiensi *power amplifier* kelas D didapatkan pada daya *output* 1 watt - 100 watt mengalami kenaikan yang signifikan sedangkan setelah 100 watt ke atas mencapai efisiensi yang stabil. Efisiensi tertinggi *audio amplifier* kelas D sebesar 87% pada daya *output* maksimal 250 watt.

Audio amplifier kelas D memiliki efisiensi yang lebih besar dibandingkan dengan *audio amplifier* kelas AB. Pada daya terendah efisiensi *audio amplifier* kelas D sebesar 46% sedangkan untuk *audio amplifier* kelas AB sebesar 3%. Daya *output* masing-masing kelas audio sama yaitu 1 watt, sedangkan daya *input* terendah *audio amplifier* kelas D sebesar 2,16 watt dan untuk kelas AB daya *inputnya* sebesar

29,16 watt. Sedangkan untuk daya *output* tertinggi yaitu 250 watt masing masing *audio amplifier* sama, daya *input* tertinggi *audio amplifier* kelas D sebesar 288,36 watt dan daya *input audio amplifier* kelas AB sebesar 342,36 watt. Gambar 5 menjelaskan grafik hasil penelitian terkait efisiensi *audio amplifier* kelas AB dan kelas D.

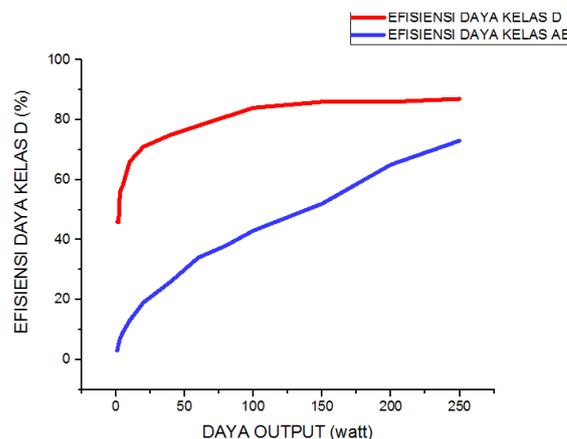
Secara teori, maksimal efisiensi daya *audio amplifier* kelas D mencapai 100% akan tetapi dalam kenyataannya hanya sekitar 90% dikarenakan terdapat daya yang hilang pada rangkaian kontrol dan *driver* MOSFET [3]. Sedangkan *audio amplifier* kelas AB pada kenyataannya efisiensi dayanya hanya sebesar 50% menggunakan sinyal *input* berupa musik. Sedangkan pada percobaan yang dilakukan menggunakan sinyal dari AFG berupa sinyal *sinus* dengan frekuensi 1 kHz. Percobaan tersebut menghasilkan efisiensi sebesar 87% untuk *amplifier* kelas D dan untuk kelas AB didapatkan efisiensi sebesar 73%.

Gambar 6 merupakan grafik perbandingan efisiensi daya *audio amplifier* kelas D dengan *audio amplifier* kelas AB berdasarkan referensi [3]. Pada penelitian ini didapatkan hasil yang hampir sama dengan teori yang telah ada, akan tetapi masih terdapat sedikit selisih hal ini disebabkan karena perbedaan kualitas komponen yang digunakan dan penggunaan sinyal *input* yang berbeda.

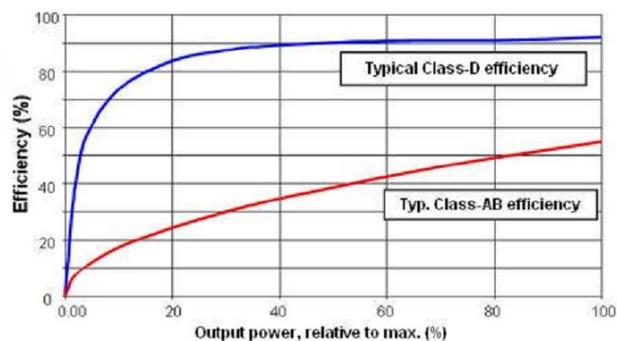
Hasil dari pengukuran panas yang dihasilkan pada *final* masing-masing *audio amplifier* dengan diberikan perlakuan yang sama yaitu diberikan *input audio clarity*, volume diatur sampai maksimal dan berikan beban berupa *dummy load* untuk pengganti *speaker*. Berdasarkan Gambar 7, suhu pada *final audio amplifier* kelas AB mencapai 97°C sedangkan pada *audio amplifier* kelas D hanya 35°C. Tabel II merupakan data hasil pengukuran suhu pada tiap-tiap *amplifier*.

Pada *amplifier* kelas AB panas yang dihasilkan saat pemakaian waktu ke 0 sebesar 28°C yaitu sebagai suhu terendah dari pemakaian *amplifier* kelas AB. Pada menit ke 30 mencapai suhu tertinggi yaitu 97°C dan menit selanjutnya turun mencapai 90°C sampai waktu yang terlama yaitu 120 menit. Hal ini dikarenakan pada rangkaian *audio amplifier* kelas AB Apex B500 terdapat sensor panas berupa transistor

sehingga *audio amplifier* tidak mencapai suhu yang dapat merusak transistor *final*. Sedangkan untuk pemakaian *amplifier* kelas D pada waktu ke 0 adalah sama seperti kelas AB yaitu sebesar 28°C. Suhu atau panas pada pemakaian *amplifier* kelas D pada waktu terlama 120 menit sebesar 36°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan panas atau suhu pada pemakaian *amplifier* kelas AB lebih tinggi dibandingkan dengan *amplifier* kelas D. *Amplifier* kelas D menunjukkan bahwa dalam pemakaiannya panas yang dihasilkan cenderung konstan dan stabil.



Gambar 5. Grafik efisiensi daya



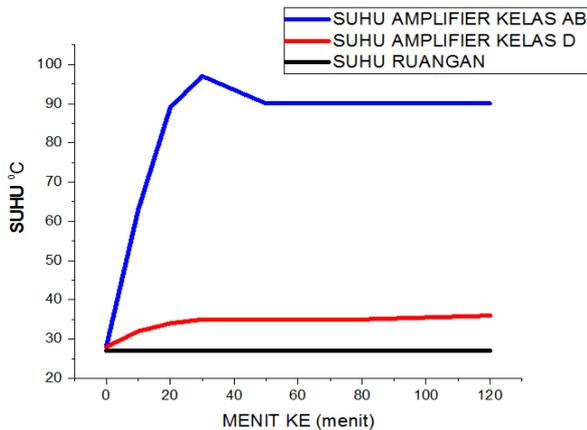
Gambar 6. Grafik perbandingan efisiensi daya *audio amplifier* kelas D dan AB [3]

TABEL I. PENGUKURAN DAYA AMPLIFIER

Daya output (watt)	Amplifier Kelas AB		Amplifier Kelas D	
	Daya input V.I (watt)	Efisiensi (%)	Daya input V.I (watt)	Efisiensi (%)
1	29,16	3	2,16	46
2	36,72	5	4,32	46
3	44,28	7	5,4	56
5	56,16	9	8,64	58
10	74,52	13	15,12	66
20	105,84	19	28,08	71
40	151,2	26	53,46	75
60	176,04	34	76,68	78
80	210,6	38	98,28	81
100	234,36	43	118,8	84
150	286,2	52	174,96	86
200	309,96	65	233,28	86
250	342,36	73	288,36	87

TABEL II. PENGUKURAN SUHU PADA FINAL AMPLIFIER

Menit ke	Suhu amplifier kelas AB	Suhu amplifier kelas D	Suhu Ruangan
0	28	28	27
10	63	32	27
20	89	34	27
30	97	35	27
50	90	35	27
80	90	35	27
120	90	36	27



Gambar 7. Grafik suhu tiap-tiap amplifier

Terlihat jelas bahwa *audio amplifier* kelas D memiliki energi yang hilang menjadi panas (disipasi daya) lebih sedikit dibandingkan dengan *audio amplifier* kelas AB. Salah satu keuntungan dari *audio amplifier* kelas D adalah disipasi daya rendah, disipasi yang dimaksud merupakan disipasi transistor dimana daerah kerja transistor pada *amplifier* tersebut tidak mencapai nilai maksimum [12].

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Hasil perbandingan efisiensi daya pada audio kelas AB tipe Apex B500 dan *audio amplifier* kelas D tipe IRS D900 adalah *amplifier* kelas D memiliki harga efisiensi lebih tinggi dengan daya *output* tertinggi efisiensi dayanya mencapai 87% sedangkan *audio amplifier* kelas AB hanya sebesar 73%. Disipasi panas yang dihasilkan untuk *audio amplifier* kelas AB tipe Apex B500 lebih tinggi dibandingkan *audio amplifier* kelas D tipe IRS D900.

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya sebaiknya memperhatikan penggunaan *audio amplifier* kelas D dengan beban impedansi yang berubah-ubah serta kualitas suara yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] J. Maldonado dan J. Vega, *Class-D Power Amplifier*, Senior Project California Polytechnic State University, (<http://digitalcommons.calpoly.edu>), 2010, diakses 7 Februari 2017.
- [2] J. Honda dan J. Adams, *Class D Audio Amplifier Basics*, International Rectifier, California, 2005, diakses 4 Januari 2017
- [3] S. S. Moreno, *Class D Audio Amplifiers: Theory and Design*, Coldamp Engineer, 2005, (<http://coldamp.com>), diakses 21 Desember 2016
- [4] International Rectifier, *Class D Amplifier Design*, (<http://irf.com>), 2003, diakses 4 Januari 2017.
- [5] M. Amin, "Pembuatan Audio untuk Mengolah Sinyal Input dari Handphone", *Jurnal Teknologi Terpadu*. Vol 4, No 2, 2016.
- [6] B. Sriyanto dan A. D Nugroho, dan R. Arianto, *Model Sistem Penguat Daya Audio Ragam Linier*, Undergraduate Thesis, Teknik Elektro UNDIP, 2011.
- [7] S. Fazel dan J. Javidan, "A Highly Efficient and Linear Class AB Power Amplifier for RFID Application", *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. 4(2):147-154, 2015.
- [8] H. Qjidaa et al., "Design of a Class-D Audio Amplifier with Analog Volume Control for Mobile Applications, *Intl Journal of Electronics and Telecommunications*, 62(2):187-196, 2016.
- [9] J. Jasielski et al., "Class-BD Audio Amplifiers with Common-Mode Free Output", *International Conference: Mixed Design of Integrated Circuits and System*. Lodz University of Technology, Poland, 371-376, 2016.
- [10] Kartino, IRS-900D Class-D Amplifier Tutorial, Makalah, tidak dipublikasikan, 2014, diakses 22 Agustus 2016
- [11] U. Silalahi, *Metode Penelitian Sosial*, Bandung: Unpar Press, 2005.
- [12] B. Juniarto, Pengembangan Trainer *Audio Amplifier Class D* dan *Class H* sebagai Media Pembelajaran Kelas XII Program Keahlian Teknik Audio Video Di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta, Skripsi, 2016.