

Analisis Perubahan Sinyal Frekuensi Input Terhadap Kebutuhan Kapasitas Catu Daya DC Power Amplifer OCL

I Made Sumerta Yasa dan I Putu Sutawinaya

Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, Po Box 1064 Tuban Badung Bali Telp 03617021981
e-mail : madesumertayasa@gmail.com

ABSTRAK

Audio amplifier idealnya akan menghasilkan sinyal keluaran yang bentuknya sama persis dengan bentuk sinyal masukan, hanya amplitudonya lebih besar karena adanya penguatan (gain). Namun, sayangnya di dunia ini tidak ada yang ideal. Sinyal keluaran dari audio amplifier selalu tidak sama persis bentuknya dibandingkan dengan sinyal masukannya.

Cacat pada audio amplifier dapat berupa dengung, suara kurang kencang, *treble* pecah, *bass* tidak penuh, interfrensi dan lainnya. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh salah satunya berupa catu daya DC power amplifier yang tidak stabil atau kapasitas catu dayanya kurang.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sinyal input dengan frekuensi yang berbeda dari 20 Hz sampai dengan 20 KHz terhadap kebutuhan catu daya DC nya pada power amplifier OCL tersebut.

Dari penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa dengan perubahan frekuensi input power amplifier maka terjadi perubahan kebutuhan kapasitas daya yang berubah pula, pada frekuensi input rendah membutuhkan catu daya yang lebih besar dibandingkan dengan pada saat diberikan sinyal frekuensi input tinggi, sehingga dalam merancang *power supply* DC untuk power amplifier OCL sangat perlu diperhatikan kestabilannya pada kondisi frekuensi rendah atau nada-nada rendah pada saat mendengarkan musik.

Kata kunci : *audio amplifier, frekuensi input, power supply DC*

ABSTRACT

Audio amplifiers will ideally produce output signal which form is identical with that of the input signal. However, its amplitude is bigger since there is gain. Unfortunately, there is nothing ideal in the world. Output signal from of audio amplifier is not always the same as the input signal.

Audio amplifier defects can be hum, less strong sound, not focused *treble*, not full *bass*, interference and some others. It can be resulted by some factors, one of which is unstable DC power supply or its power supply is less capacity.

The research was done to recognize input signal effect with difference frequency of 20 Hz until 20 KHz to its DC power on the OCL amplifier.

This research result showed that with change in amplifier power input frequency power need also changed, where low input frequency needed greater power than that when it was given higher input frequency signal. The condition requires that in designing DC power supply for OCL amplifier power its stability in low frequency condition or low tones during listening to music shall be given attention.

Keywords : *audio amplifier, input frequency, DC power supply*

I. PENDAHULUAN

Audio amplifier idealnya akan menghasilkan sinyal keluaran yang bentuknya sama persis dengan bentuk sinyal masukan, hanya amplitudonya lebih besar karena adanya penguatan (gain). Namun, sayangnya di dunia ini tidak ada yang ideal. Sinyal keluaran dari audio amplifier selalu tidak sama persis bentuknya dibandingkan dengan sinyal masukannya.

Cacat pada audio amplifier dapat berupa dengung, suara kurang kencang, *treble* pecah, *bass* tidak penuh, interfrensi dan lainnya. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh salah satunya berupa catu daya DC power amplifier yang tidak stabil.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sinyal frekuensi input dengan frekuensi yang berbeda dari 20 Hz sampai dengan 20 KHz terhadap kebutuhan catu daya DC nya pada power amplifier OCL tersebut.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Amplifier

Ada berbagai cara untuk menggambarkan amplifier. Misalnya, kita bisa menggambarkan amplifier dengan operasi kelas mereka, dengan kopling antarstage mereka, atau dengan frekuensi kisaran mereka.

2.1.1. Kelas-kelas Operasi Amplifier

a. Operasi Amplifier Kelas A

Merupakan sebuah penguat yang beroperasi di wilayah aktif setiap saat. Ini berarti bahwa transistor yang bekerja sebagai penguat akan mengalirkan arus kolektor sepanjang 360° dari siklus AC nya, seperti ditunjukkan pada gambar 1- a.

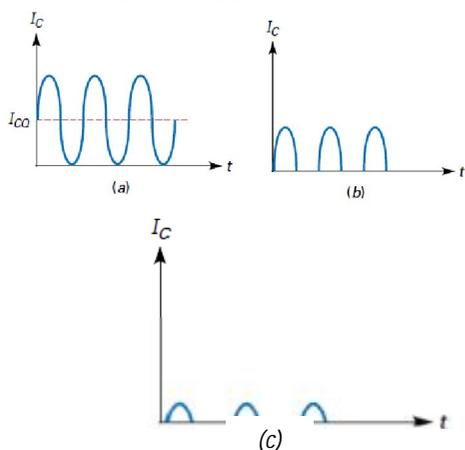
Dengan penguat kelas A, perancang biasanya mencoba untuk menempatkan titik Q di sekitar pertengahan garis beban. Dengan cara ini, sinyal dapat berayun selama rentang maksimum yang mungkin tanpa membuat transistor jenuh atau *cut-off*, sehingga sinyal tidak menjadi cacat.

b. Operasi Amplifier Kelas B

Ini berarti bahwa arus kolektor mengalir hanya setengah siklus (180°), seperti ditunjukkan pada gambar 1-b. Untuk memilih jenis operasi ini, perancang menempatkan titik Q di *cut-off*. Kemudian, hanya setengah positif dari tegangan AC dapat menghasilkan arus kolektor. Hal ini mengurangi panas yang terbuang dalam transistor daya.

c. Operasi Amplifier Kelas C

Ini berarti bahwa arus kolektor mengalir selama kurang dari 180° dari siklus AC, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1-c. Dengan operasi kelas C, hanya bagian dari setengah siklus positif dari tegangan basis AC menghasilkan arus kolektor. Sebagai hasilnya, didapatkan pulsa singkat arus kolektor seperti yang gambar 1c.

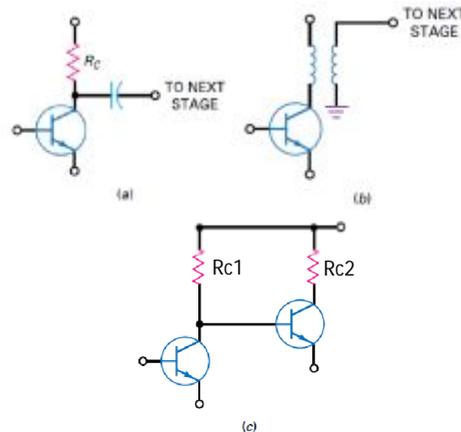


Gambar-1 Operasi Kelas Amplifier

2.1.2. Tipe-tipe Kopling Amplifier

Gambar 2-a menunjukkan kopling kapasitor. Kopling kapasitor mentransmisikan serta memperkuat tegangan AC ke tahap berikutnya. Gambar 2-b menggambarkan kopling transformator. Berikutnya

tegangan AC digabungkan melalui transformator ke tahap berikutnya. Kopling kapasitif dan transformator adalah contoh dari kopling AC, yang berfungsi menghambat tegangan DC. Gambar 2-c, adalah kopling hubungan langsung antara kolektor dari transistor pertama dengan basis transistor kedua. Karena itu, kedua tegangan DC dan AC langsung digabungkan, karena tidak ada batas frekuensi terendah, maka penguat kopling langsung kadang-kadang disebut penguat DC.



Gambar 2. Tipe-tipe Kopling

2.1.3. Rentang Frekuensi

Cara lain untuk menggambarkan amplifier adalah dengan menyatakan rentang frekuensi mereka. Penguat audio mengacu pada penguat yang beroperasi di kisaran 20 Hz sampai 20 kHz. Amplifier juga diklasifikasikan sebagai *narrowband* atau *wideband*. Sebuah *narrowband-amplifier* bekerja pada rentang frekuensi kecil seperti 450-460 kHz. Sedangkan *wideband-amplifier* beroperasi pada rentang frekuensi besar seperti 0-1 MHz.

2.1.4. Tingkat sinyal

Pada operasi-sinyal kecil, ayunan gelombang puncak ke puncak dari arus kolektor saat ini kurang dari 10 persen dari arus pasif kolektor. Dalam operasi sinyal besar, sinyal puncak ke puncak menggunakan seluruh atau sebagian dari garis beban. Dalam sistem stereo, sinyal kecil dari *tuner* radio, tape, *compact disc player* digunakan sebagai masukan untuk *preamp*, selanjutnya dikuatkan untuk menghasilkan *output* yang lebih besar. Sinyal tersebut kemudian digunakan sebagai input untuk power amplifier, yang menghasilkan daya *output* mulai dari beberapa ratus miliwatt hingga ratusan watt.

2.1.5. Garis Beban

Setiap *amplifier* memiliki rangkaian ekuivalen DC dan rangkaian ekuivalen AC. Karenaitu, *amplifier* memiliki dua garis beban yaitu garis beban DC dan garis beban AC. Untuk operasi sinyal kecil, lokasi titik Q tidak kritis. Tetapi dengan amplifier sinyal besar, titik Q harus di tengah-tengah garis beban AC untuk mendapatkan hasil ayunan keluaran (*output*) maksimal.

a. Garis Beban DC

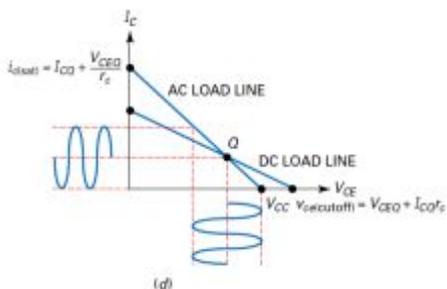
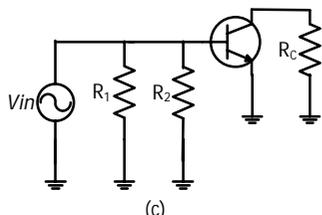
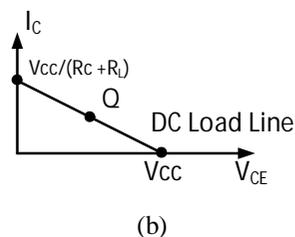
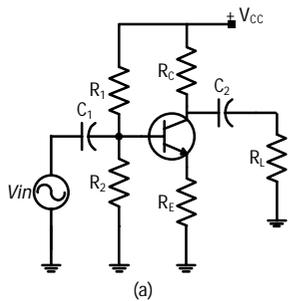
Gambar 3-a adalah penguat basis-pembagi- tegangan (VDB). Salah satu cara untuk memindahkan titik Q adalah dengan memvariasikan nilai R₂. Untuk nilai R₂ yang sangat besar, transistor menjadi jenuh dan besarnya arus adalah :

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \dots\dots\dots(1)$$

Nilai R₂ yang sangat kecil akan mendorong transistor menjadi *cut-off*, dan tegangannya :

$$V_{CE (cutoff)} = V_{CC} \dots\dots\dots(2)$$

Gambar 3-b menunjukkan garis beban DC dengan titik Q.



Gambar 3(a) Penguat VDB; (b) Garis beban DC; (c) Rangkaian ekivalen AC; (d) Garis Beban AC

b. Garis Beban AC

Gambar 3-c adalah rangkaian ekivalen AC untuk penguat VDB. Dengan emitor di-ground-kan, RE tidak berpengaruh pada operasi AC. Selain itu, resistensi kolektor AC lebih kecil dari resistansi DC kolektor. Karena itu, ketika sinyal AC datang, titik operasi seketika bergerak sepanjang garis beban AC seperti pada gambar 3-d. Dengan kata lain, arus dan

tegangan sinusoidal puncak-ke-puncak ditentukan oleh garis beban AC.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3-d, saturasi dan titik *cutoff* pada garis beban AC berbeda dengan garis beban DC. Karena resistensi AC kolektor dan emitor yang lebih kecil dari resistansi DC masing-masing, maka garis beban AC jauh lebih curam. Sangat penting untuk dicatat bahwa garis beban AC dan DC berpotongan di titik Q. Hal ini terjadi ketika tegangan input AC melintasi nol. Berikut ini adalah cara untuk menentukan ujung garis beban AC. Loop tegangan kolektor dapat ditulis :

$$V_{ce} + i_c r_c = 0$$

atau

$$i_c = -\frac{V_{ce}}{r_c} \dots\dots\dots(3)$$

Arus kolektor AC diberikan oleh :

$$i_c = \Delta I_C = I_C - I_{CQ}$$

dan tegangan kolektor AC :

$$v_{ce} = \Delta V_{CE} = V_{CE} - V_{CEQ}$$

Ketika persamaan diatas diekspresikan ke dalam persamaan (3) diperoleh :

$$I_C = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{r_c} - \frac{V_{CE}}{r_c} \dots\dots\dots(4)$$

Ini adalah persamaan garis beban AC. Ketika transistor menuju kesaturasi, maka V_{CE} adalah nol, dan akhirnya persamaan (3) menjadi :

$$I_{sat} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{r_c} \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

- I_{c(sat)} = arus saturasi AC
- I_{CQ} = arus kolektor DC
- V_{CEQ} = tegangan kolektor-emitor DC
- r_c = resistensi AC dilihat dari kolektor

Ketika transistor menuju *cut-off*, I_c sama dengan nol. Sehingga

$$V_{CE (cutoff)} = V_{CEQ} + \Delta V_{CE}$$

dan

$$\Delta V_{CE} = (\Delta I_C) \cdot (r_c)$$

dapat disubstansikan sehingga :

$$\Delta V_{CE} = (I_{CQ} - 0A) (r_c)$$

Akhirnya diperoleh :

$$V_{CE (cutoff)} = V_{CEQ} + I_{CQ} \cdot r_c \dots\dots\dots(6)$$

Karena garis beban AC memiliki kemiringan lebih tinggi dari garis beban DC, maka keluaran puncak ke puncak (MPP) maksimum selalu kurang dari tegangan catu. Sebagairumunya :

$$M_{PP} < V_{CC} \dots\dots\dots(7)$$

2.2. Power Supply DC

Pencatu Daya (*power supply*) adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Catu daya DC merubah arus listrik AC (arus bolak-balik) menjadi arus listrik DC (arus searah).

2.2.1. Power Supply untuk Power Amplifier

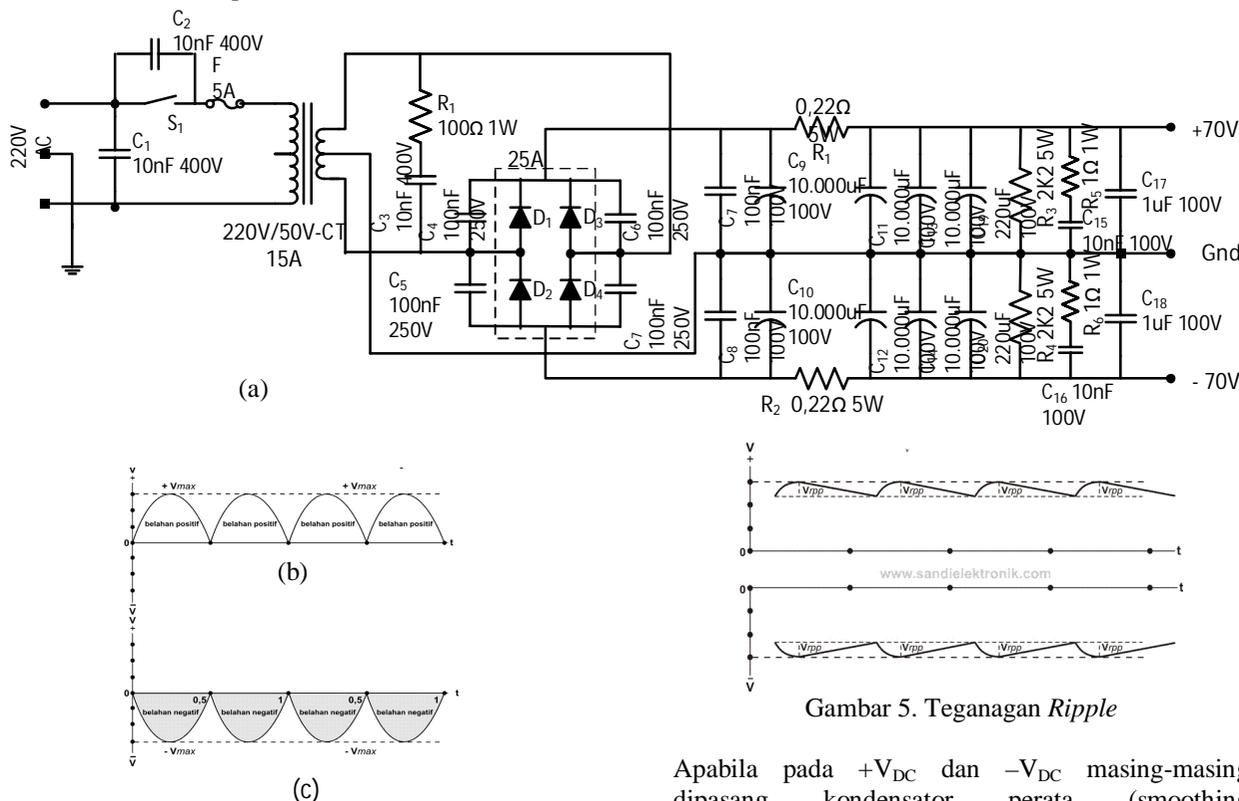
Power supply power amplifier untuk daya (watt) besar rancangannya pada dasarnya sama seperti power supply untuk daya kecil/rendah, yang membedakan besar kecilnya adalah ukuran atau nilai

komponennya. Semakin besar watt power amplifier maka semakin banyak dan kuat pula power /tenaga yang di butuhkan power amplifier tersebut. Sementara untuk men-supply kebutuhan power/ tenaga power amplifier yang watt nya besar maka harus di tunjang dengan ukuran yang besar dan juga kualitas komponen yang bagus agar hasil nya bisa maksimal sebagai contoh apabila kita hendak merakit power amplifier 1.200watt maka transformator nya pun harus memiliki ampere yang besar, dapat dipergunakan transformator 20A (Ampere) atau 25 A, semakin besar ampere dari transformator semakin

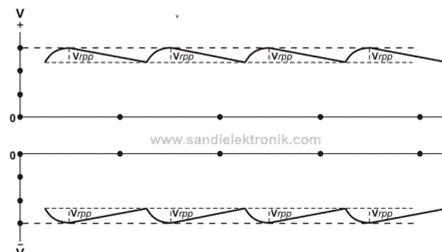
bagus dan komponen lain yang harus di persiapan adalah :

- Elco 10.000uf / 100V = 6 buah
- Dioda Bridge / kiprok 25A = 1 buah
- Resistor 0,22 Ω / 5W = 2 buah
- Resistor 2,2 KΩ / 5W = 2 buah
- Elco 220 uF/100V = 2 bh
- Kapasitor milar 100nF/100V = 6 buah
- Kapasitor milar 0,1uF/100V = 2 buah

Lebih jelasnya rangakaiannya seperti gambar 4-a ;



Gambar 4. (a) Power Supply DC; (b) (c) Gelombang Hasil Penyearah



Gambar 5. Tegangan Ripple

Transformator CT adalah transformator yang sekundernya mempunyai dua gulungan tegangan yang sama (kembar) namun saling berlawanan fasa. Dalam contoh gambar (4-a) dapat dilihat penyearahan dioda bridge diambil dari dua ujung tegangan 50V dari transformator. CT transformator menjadi jalur ground atau jalur nol Volt (0V). Hasil penyearahan adalah dua tegangan yang simetrik terhadap ground, yaitu tegangan positif terhadap ground dan tegangan negatif terhadap ground. Pada jalur +V_{DC} muncul denyut-denyut tegangan positif hasil penyearahan gelombang penuh sebagaimana digambarkan pada gambar (4-b).
 $+V_{max} = 1,41 \times V_{eff}$
 Pada jalur -V_{DC} muncul pula denyut-denyut tegangan negatif hasil penyearahan gelombang penuh sebagaimana diperlihatkan pada gambar (4-c).
 $-V_{max} = 1,41 \times V_{eff}$

Apabila pada +V_{DC} dan -V_{DC} masing-masing dipasang kondensator perata (smoothing condensor C₉, C₁₀, C₁₁, C₁₂, C₁₃ dan C₁₄ seperti pada gambar 4-a, maka hasilnya adalah tegangan dengan kurva berbentuk garis. Vrpp adalah tinggi tegangan ripple yang terbentuk. Pendekatan untuk mendapatkan nilai kapasitas kondensator perata adalah :

$$C = (I_L / Vrpp) / f \dots \dots \dots (8)$$

dimana : C dalam satuan Farad (F), I_L dalam satuan Ampere (A), Vrpp dalam satuan Volt (V), dan f dalam Hertz (Hz). Untuk penyearahan gelombang penuh f = 100 Hz.

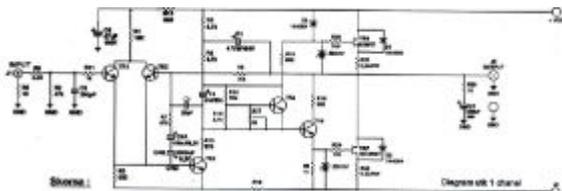
2.2.2. Regulasi Tegangan

Perubahan besarnya tegangan output, dari suatu tegangan arus searah tanpa beban ke keadaan berbeban penuh disebut sebagai regulasi tegangan.
 $\% V_R = ((V_{NL} - V_{FL}) / V_{FL}) \times 100 \dots \dots \dots (9)$
 dimana : V_R = regulasi tegangan (%)
 V_{NL} = tegangan tanpa beban
 V_{FL} = tegangan beban penuh

2.2. Bahan dan Alat

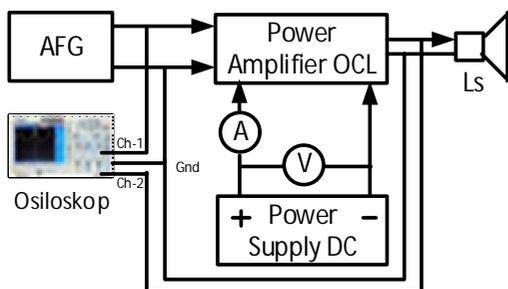
Power Amplifier OCL (Output Capacitor Less) merupakan jenis power amplifier tanpa kopling

tambahan antara rangkaian penguat dengan pengeras suara (loudspeaker). Power amplifier ini langsung menghubungkan *output* rangkaian power amplifier ke *loudspeaker*. Power amplifier OCL memiliki respon frekuensi yang lebar, sehingga semua range frekuensi audio dapat direproduksi dengan baik.



Gambar 6. Rangkaian Power Amplifier OCL

2.4. Cara dan Rancangan Penelitian



Gambar 7. Blok Diagram Pengujian

2.5 Analisis Data

Pada penelitian ini digunakan metode eksperimen dengan pengukuran langsung pada alat uji, pengambilan data dilakukan sebagai berikut yaitu pengukuran besarnya arus dan tegangan output power supply DC pada saat input power amplifier diberikan sinyal input dengan frekuensi yang bervariasi dari 20Hz sampai dengan 20KHz dengan amplitudo tetap.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

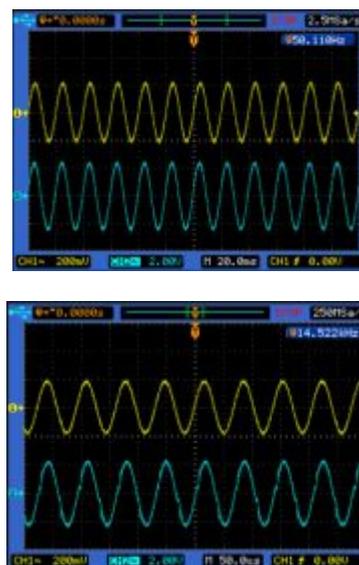
3.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian diperoleh hasil berupa data tegangan, arus, frekuensi dan amplitudo seperti tabel-1, bentuk gelombang input dan output seperti gambar-8 dibawah ini.

Tabel-1 Hasil Pengukuran Tegangan, Arus, Frekuensi dan Amplitudo

No	Input		Catu Daya		Output	
	Frek (KHz)	Amplitudo (mV)	Tegangan (V)	Arus (A)	Frek (KHz)	Amplitudo (V)
1	0,02	200	46	0,160	0,02	2,6
2	0,03	200	46	0,170	0,03	2,6
3	0,04	200	46	0,175	0,04	2,6
4	0,05	200	46	0,180	0,05	2,6
5	0,06	200	46	0,183	0,06	2,6
6	0,07	200	46	0,190	0,07	2,6
7	0,08	200	46	0,196	0,08	2,6
8	0,09	200	46	0,200	0,09	2,6
9	0,1	200	46	0,210	0,1	2,6
10	0,2	200	46	0,210	0,2	2,6
11	0,3	200	46	0,206	0,3	2,6
12	0,4	200	46	0,200	0,4	2,6
13	0,5	200	46	0,200	0,5	2,6
14	0,6	200	46	0,198	0,6	2,6
15	0,7	200	46	0,195	0,7	2,6

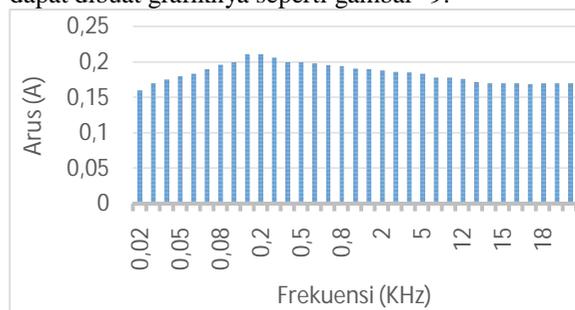
16	0,8	200	46	0,194	0,8	2,6
17	0,9	200	46	0,191	0,9	2,6
18	1	200	46	0,190	1	2,6
19	2	200	46	0,188	2	2,6
20	3	200	46	0,186	3	2,6
21	4	200	46	0,185	4	2,6
22	5	200	46	0,183	5	2,6
23	10	200	46	0,180	10	2,6
24	11	200	46	0,178	11	2,6
25	12	200	46	0,176	12	2,6
26	13	200	46	0,172	13	2,6
27	14	200	46	0,170	14	2,6
28	15	200	46	0,170	15	2,6
29	16	200	46	0,170	16	2,6
30	17	200	46	0,169	17	2,6
31	18	200	46	0,170	18	2,6
32	19	200	46	0,170	19	2,6
33	20	200	46	0,170	20	2,6



Gambar-8. Bentuk gelombang input dan output Power Amplifier OCL.

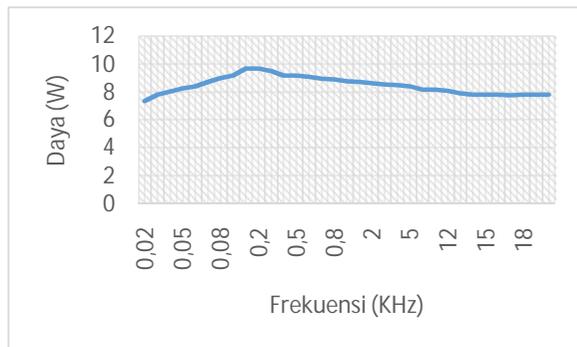
3.2 Pembahasan

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh data seperti tabel-1, dimana pada saat input diberikan sinyal dengan frekuensi rendah maka arus dari cadu daya DC cenderung besar dibandingkan pada saat diberikan input dengan frekuensi tinggi, untuk itu dapat dibuat grafiknya seperti gambar -9.



Gambar-9 Grafik arus dengan frekuensi

Begitu pula daya yang dibutuhkan pada saat diberikan sinyal input dengan frekuensi rendah adalah lebih besar dibanding dengan daya pada saat diberikan sinyal input dengan frekuensi tinggi, maka grafik daya (P) nya dapat dibuat seperti gambar 10.



Gambar-10 Grafik daya (P) terhadap frekuensi.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Dari hasil uraian diatas dapat disimpulkan bahwa dengan perubahan frekuensi input power amplifier maka terjadi perubahan kebutuhan kapasitas daya yang berubah pula, pada frekuensi input rendah membutuhkan catu daya yang lebih besar dibandingkan dengan pada saat diberikan sinyal frekuensi input tinggi, sehingga dalam merancang power supply DC untuk power amplifier OCL sangat perlu diperhatikan kestabilannya pada kondisi frekuensi rendah atau nada-nada rendah.

4.2 Saran

Pada saat merancang catu daya DC untuk power amplifier adalah harus betul-betul mengetahui kegunaan power amplifier tersebut karena terkait dengan dioperasikan maksimum atau sedang-sedang saja dari power amplifier tersebut .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Albert Paul Malvino. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Salemba Teknika. Jakarta. 2003.
- [2] Daryanto. *Teknik Dasar Elektronika Komunikasi*, Sarana Tutorial Nurani Sejahtera. Bandung. 2012.
- [3] Saludin Muis. *Power Supply Jenis Switch Mode*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 2014.
- [4] www.broadcast-magz.co

