

PEMBUATAN AUDIO UNTUK MENGOLAH SINYAL INPUT DARI HANDPHONE

Mohamad Amin

Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan

e-mail: mohamad.amin@poltekba.ac.id

Abstract

Has conducted experiments in the manufacture of audio to process the input signal from the hanphone into a modifier indicator is the intensity of the sound from the speakers. The circuit is essentially changing the mechanical waves into electricity and then changed again to become a mechanic. This transformation using multiple circuits, ie step-down transformer, power supply, tone control, poweramp small class AB power transistor pair BD 139 and BD 140, and speaker. Obtained from an experiment in class AB power amp happen reinforcement 16.67 times. After going through this series, in accordance with the desired signal that changes in volume can be regulated by the sliding barrier which change the value of the current flowing, and then change the intensity of the sound volume is also shown on the changes sound from the speakers when the tone control is rotated to right or left rotated.

Keywords: power supply, tone control, power amp small class AB power transistor pair BD 139 and BD 140

Abstrak

Telah dilakukan eksperimen dalam pembuatan audio untuk mengolah sinyal input dari hanphone yang menjadi indicator pengubahannya adalah intensitas bunyi dari speaker. Rangkaian ini pada intinya mengubah gelombang mekanik menjadi listrik kemudian diubah lagi menjadi mekanik. Pengubahan ini menggunakan beberapa rangkaian, yaitu trafo step down, catu daya, tone control, poweramp kelas AB daya kecil dengan pasangan transistor BD 139 dan BD 140, dan speaker. Didapatkan dari percobaan pada power amp kelas AB terjadi penguatan sebesar 16,67 kali. Setelah melalui rangkaian ini, sinyal sesuai dengan yang diinginkan bahwa perubahan volume bisa diatur dengan hambatan geser yang mengubah nilai arus yang mengalir, kemudian perubahan intensitas volume suara juga ditunjukkan pada perubahan suara dari speaker pada saat tone control diputar kekanan atau diputar ke kiri.

Kata Kunci: catu daya, *tone control*, power amp kelas AB daya kecil dengan pasangan transistor BD 139 dan BD 140

1. Pendahuluan

Pendengaran merupakan indra yang sangat penting untuk manusia, karena dengan kemampuan mendengar ini manusia bisa saling bertukar informasi melalui bunyi. Selain sebagai jalan bertukar informasi, bunyi juga sering dipakai untuk hiburan melalui musik. Musik dengan ragam frekuensi dari vokal dan alat musik menghasilkan bunyi tertentu yang bisa didengar sesuai dengan batas pendengaran telinga manusia.

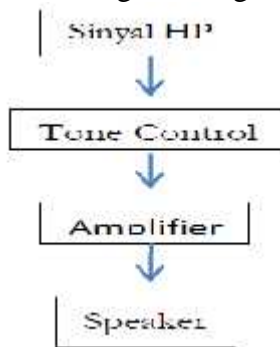
Bunyi merupakan besaran fisika yang dipengaruhi oleh besaran lain seperti amplitudo dan frekuensi yang berbeda-beda. Dengan berbagai keperluan yang kita butuhkan, kita perlu mengubah nilai

frekuensi dan amplitudo yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Bunyi merupakan gelombang mekanik yang bisa diubah variabel-variabel penyusunnya dengan dilewatkan melalui rangkaian elektronik untuk mengubah amplitudo dan frekuensinya.

Melalui rangkaian elektronik ini maka gelombang mekanik diubah menjadi gelombang listrik dan setelah itu ia diubah kembali menjadi gelombang mekanik melalui speaker. Hal ini terjadi karena gelombang listrik adalah gelombang yang mudah diubah.

2. Teori Dasar

Pada dasarnya eksperimen ini bertujuan untuk mengolah sinyal input dari sumber bunyi (handphone). Sinyal input dari handphone akan dimasukkan ke rangkaian *tone control*. Sinyal yang berfrekuensi rendah akan diolah oleh rangkaian Low Pass Filter (LPF), sedangkan frekuensi tinggi akan diolah oleh rangkaian High Pass Filter (HPF). Kemudian setelah melalui rangkaian *tone control*, sinyal ini dikuatkan kembali oleh amplifier yang kemudian dihubungkan dengan speaker.

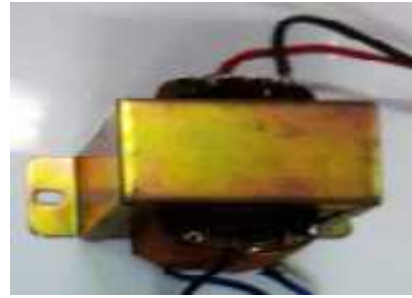


Gambar 1. Alur Perjalanan Sinyal Hp

Adapun penjelasan rangkaian yang digunakan sebagai berikut :

a. Trafo

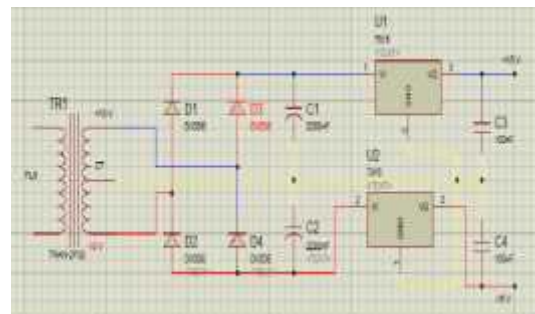
Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu rangkakaan atau lebih kerangkakaan listrik yang lain melalui suatu gandingan magnet menggunakan prinsip induksi electromagnet^[4]. Alat ini berfungsi mengubah tegangan masuk yang akan digunakan kepada rangkaian. Berhubung tegangan sumber tegangan AC dari PLN 220 V , maka trafo yang digunakan adalah trafo CT step down dengan keluaran tegangan AC + 18 V.



Gambar 2. Trafo CT Step down

b. Catu Daya

Rangkaian ini berfungsi untuk mengkonversi dan menurunkan tegangan AC dari trafo menjadi tegangan ± 15 Volt DC dan menstabilkan tegangan yang dihasilkan^[5]. Rangkaian yang digunakan untuk catu daya sebagai berikut :



Gambar 3. Desain Rangkaian Catu Daya ± 15 V

Beberapa komponen yang digunakan yaitu trafo step down, 4 buah diode, 2 buah kapasitor electrolyte 2200 μ F, 2 buah kapasitor 100 μ F, 1 buah IC Regulator 7815, dan 1 buah IC Regulator 7915, er, kapasitor, transistor, dan resistor. Berikut rangkaian yang digunakan dalam percobaan kami:



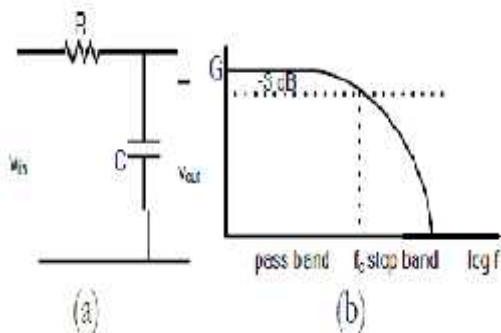
Gambar 4. Rangkaian catu daya pada eksperimen

c. Tone Control

Rangkaian ini berfungsi untuk mengatur nilai mid, bass, dan treblenya. Untuk mengatur mid, bass, dan treblenya maka rangkaian yang digunakan adalah rangkaian *Low Pass Filter* (LPF) dan rangkaian *High Pass Filter* (HPF).

1. Low Pass Filter (LPF)

Filter lolos rendah ini hanya melewatkan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi potong. Diatas frekuensi itu outputnya mengecil (idealnya tidak ada). Rangkaian dan grafik penguatan terhadap log frekuensinya dinyatakan sebagai berikut :



Gambar. 5. a. Rangkaian RC LF pasif, b.tanggapannya^[1]

Persamaan untuk penguatan dayanya adalah:

$$G = 20 \log \frac{V_o}{V_i} \dots\dots\dots \text{Pers. 1}^{[1]}$$

Keterangan :

V_o = tegangan output

V_i = tegangan input

Penguatan Filternys adalah :

$$G = \frac{1}{1 + \frac{f}{f_c}^2} \dots\dots\dots \text{Pers. 2}^{[2]}$$

Keterangan :

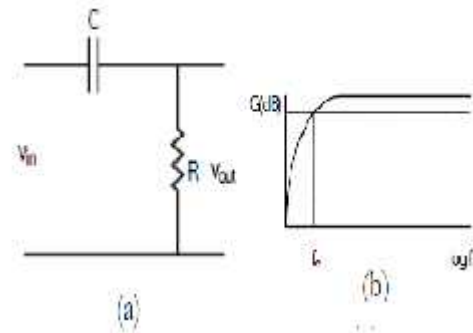
f = frekuensi input

f_c = frekuensi potong

2. High Pass Filter (HPF)

Filter Lolos tinggi melewatkan frekuensi di atas frekuensi potongnya, dibawah frekuensi itu

output idealnya tidak ada. Rangkaian RC HPF dan tanggapan frekuensinya ditunjukkan pada gambar berikut.

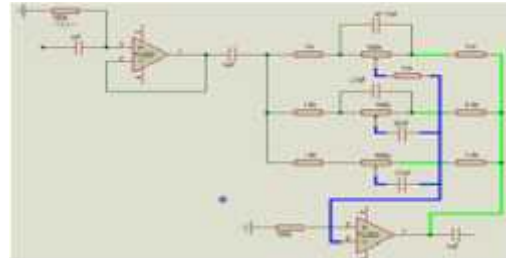


Gambar 6. (a). Rangkaian HPF pasif (b) tanggapan frekuensinya^[1]

Persamaan penguatan filternya :

$$G = \frac{\frac{f}{f_c}}{1 + \frac{f}{f_c}^2} \dots\dots\dots \text{Pers. 3}^{[2]}$$

Pada eksperimen kami desain rangkaian tone control sebagai berikut:



Gambar 7. Desain Rangkaian 3-Band Tone Control dengan *Buffer Op-amp IC TL082*

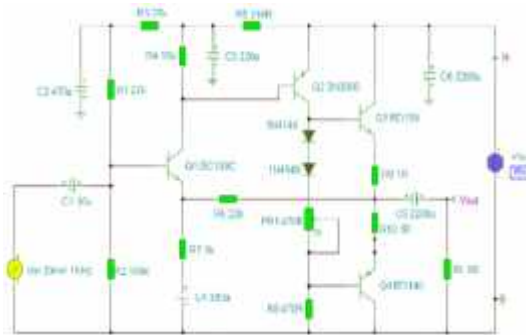
Pada eksperimen untuk tone control adalah sebagai berikut:



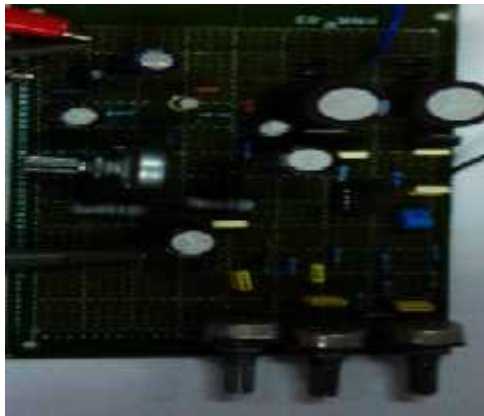
Gambar 8. Rangkaian 3-Band Tone Control dengan *Buffer Op-amp IC TL082*

d. Penguat (amplifier)

Alat ini berfungsi untuk menguatkan sinyal yang telah diolah oleh tone control.



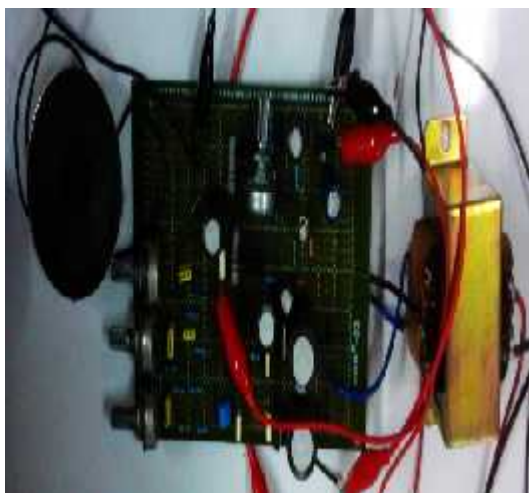
Gambar 9. Desain Rangkaian Amplifier Kelas AB sederhana^[2]



Gambar 10. Rangkaian RBL Audio dengan Rangkaian Amplifier Kelas AB sederhana

e. Speaker

Alat ini berfungsi untuk menunjukkan hasil pengolahan sinyal oleh tune control dan amplifier.



Gambar 11. Rangkaian RBL dengan speaker

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Adapun langkah-langkah yang diambil untuk melakukan penelitian ini meliputi persiapan bahan dan alat, perakitan alat, dan melakukan pengujian alat peraga.

4. Data Hasil Penelitian

a. Catu Daya (Power Supply)

- Pada rangkaian catu daya (Gambar 3) didapatkan data yang disajikan sebagai berikut :
- Tegangan Keluaran Positif = 15V
- Tegangan Keluaran Negatif = 14,9V

Tabel 1. Data Pembebanan Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh dengan IC

RL(Ω)	Vout (Volt)
909	15.02
841	15.02
749	15.02
655	15.02
564	15.02
471	15.02
382	15.02
192.5	15.02
96.9	15.02
89.9	15.02
79.4	15.02
69.8	14.99
60.8	14.97
50.1	14.96
40.6	14.95
30.4	14.94
21.1	14.93
11.7	14.92
9.5	14.92
8.1	14.92
7.1	14.92
6.5	14.91
5.3	14.91
4.2	14.91
3.1	14.91
2.3	14.9
1.2	14.89

b. Tone Control

Data hasil pengukuran tone kontrol untuk 5 kondisi sebagai berikut :

Tabel 2. Kondisi 1 Bass Flat, Mid Flat, dan Trebel Flat

f (Hz)	Vi (V)	Vo (V)	G (dB)
10	1	1	0
20	1	1	0
30	1	1	0
40	1	1	0
50	1	1	0
60	1	1	0
70	1	1	0
80	1	1	0
90	1	1	0
100	1	1	0
200	1	1	0
300	1	1	0
400	1	1	0
500	1	1	0
600	1	1	0
700	1	1	0
800	1	1	0
900	1	1	0
1000	1	1	0
2000	1	1	0
3000	1	1	0
4000	1	1	0
5000	1	1	0
6000	1	1	0
7000	1	1	0
8000	1	1	0
9000	1	1	0
10000	1	1	0
20000	1	1	0
30000	1	1	0
40000	1	1	0
50000	1	1	0
60000	1	1	0
70000	1	1	0
80000	1	1	0
90000	1	1	0
100000	1	1	0
200000	1	1	0
300000	1	1	0
400000	1	1	0
500000	1	1	0
600000	1	1	0
700000	1	1	0

800000	1	1	0
900000	1	1	0
1000000	1	1	0

Tabel 3. Kondisi 2 Bass Boost, Mid Flat, dan Trebel Boost

f (Hz)	Vi (V)	Vo (V)	G (dB)
10	1	1,6	4,08239965
20	1	4,2	12,4649858
30	1	5,2	14,3200669
40	1	5	13,9794001
50	1	4,6	13,2551566
60	1	4	12,0411998
70	1	3,8	11,5956719
80	1	3,4	10,6295783
90	1	3	9,54242509
100	1	2,8	8,94316063
200	1	1,6	4,08239965
300	1	1,3	2,27886705
400	1	1,2	1,58362492
500	1	1,1	0,82785370
600	1	1,1	0,82785370
700	1	1,1	0,82785370
800	1	1,1	0,82785370
900	1	1,2	1,58362492
1000	1	1,2	1,58362492
2000	1	1,7	4,60897843
3000	1	2,2	6,84845362
4000	1	2,8	8,94316063
5000	1	3,3	10,3702788
6000	1	3,8	11,5956719
7000	1	4,4	12,8690535
8000	1	5	13,9794001
9000	1	5,4	14,6478752
10000	1	5,8	15,2685599
20000	1	9,2	19,2757566
30000	1	10,8	20,6684751
40000	1	11,6	21,2891598
50000	1	12	21,5836249
60000	1	12,4	21,8684337
70000	1	12,8	22,1441994
80000	1	12,8	22,1441994
90000	1	12,8	22,1441994
100000	1	12,8	22,1441994
200000	1	11,2	20,9843605
300000	1	8	18,0617997
400000	1	5,6	14,9637605
500000	1	4,4	12,8690535
600000	1	3,4	10,6295783
700000	1	2,6	8,29946695
800000	1	2,2	6,84845361
900000	1	1,9	5,57507201
1000000	1	1,6	4,08239965

Tabel 4. Kondisi 3 Bass Cut, Mid Flat, dan Trebel Cut

f (Hz)	Vi (V)	Vo (V)	G (dB)
10	1	0,044	-27,1309
20	1	0,084	-21,5144
30	1	0,12	-18,4164
40	1	0,152	-16,3631
50	1	0,18	-14,8945
60	1	0,21	-13,5556
70	1	0,24	-12,3958
80	1	0,27	-11,3727
90	1	0,29	-10,7520
100	1	0,32	-9,8970
200	1	0,6	-4,4370
300	1	0,72	-2,8534
400	1	0,76	-2,3837
500	1	0,8	-1,9382
600	1	0,8	-1,9382
700	1	0,8	-1,9382
800	1	0,8	-1,9382
900	1	0,8	-1,9382
1000	1	0,76	-2,3837
2000	1	0,56	-5,0362
3000	1	0,46	-6,7448
4000	1	0,34	-9,3704
5000	1	0,28	-11,0568
6000	1	0,24	-12,3958
7000	1	0,22	-13,1515
8000	1	0,19	-14,4249
9000	1	0,18	-14,8945
10000	1	0,17	-15,3910
20000	1	0,112	-19,0156
30000	1	0,092	-20,7242
40000	1	0,088	-21,1103
50000	1	0,084	-21,5144
60000	1	0,084	-21,5144
70000	1	0,084	-21,5144
80000	1	0,084	-21,5144
90000	1	0,084	-21,5144
100000	1	0,08	-21,9382
200000	1	0,076	-22,3837
300000	1	0,072	-22,8534
400000	1	0,068	-23,3498
500000	1	0,068	-23,3498
600000	1	0,068	-23,3498
700000	1	0,068	-23,3498
800000	1	0,068	-23,3498
900000	1	0,068	-23,3498
1000000	1	0,068	-23,3498

Tabel 5. Kondisi 4 Bass Flat, Mid Bosst, dan Trebel Flat

f (Hz)	Vi (V)	Vo (V)	G (dB)
10	1	0,42	-7,5350142
20	1	0,72	-2,8533501
30	1	0,88	-1,1103466
40	1	0,96	-0,3545753
50	1	1,04	0,3406668
60	1	1,12	0,9843605
70	1	1,2	1,5836249
80	1	1,28	2,1441994
90	1	1,32	2,4114786
100	1	1,5	3,5218252
200	1	2,3	7,2345567
300	1	3	9,5424251
400	1	3,9	11,821292
500	1	4,8	13,624825
600	1	5,6	14,963761
700	1	6,6	16,390879
800	1	7,4	17,384634
900	1	8	18,0618
1000	1	8,4	18,485586
2000	1	5,4	14,647875
3000	1	3,4	10,629578
4000	1	2,6	8,299467
5000	1	2,2	6,8484536
6000	1	1,9	5,575072
7000	1	1,7	4,6089784
8000	1	1,6	4,0823997
9000	1	1,5	3,5218252
10000	1	1,4	2,9225607
20000	1	1,12	0,9843605
30000	1	1,04	0,3406668
40000	1	1	0
50000	1	1	0
60000	1	1	0
70000	1	1	0
80000	1	1	0
90000	1	1	0
100000	1	1	0
200000	1	1	0
300000	1	1	0
400000	1	1	0
500000	1	1	0
600000	1	0,96	-0,3545753
700000	1	0,92	-0,7242435
800000	1	0,92	-0,7242435
900000	1	0,88	-1,1103466
1000000	1	0,84	-1,5144143

Tabel 6. Kondisi 5 Bass Flat, Mid Bosst, dan Trebel Flat

f (Hz)	Vi (V)	Vo (V)	G (dB)
10	1	0,38	-8,4043281
20	1	0,64	-3,8764005
30	1	0,72	-2,8533501
40	1	0,74	-2,6153656
50	1	0,72	-2,8533501
60	1	0,7	-3,0980392
70	1	0,66	-3,6091213
80	1	0,64	-3,8764005
90	1	0,6	-4,436975
100	1	0,58	-4,7314401
200	1	0,38	-8,4043281
300	1	0,32	-9,8970004
400	1	0,28	-11,056839
500	1	0,22	-13,151546
600	1	0,18	-14,89455
700	1	0,132	-17,588521
800	1	0,116	-18,71084
900	1	0,108	-19,331525
1000	1	0,108	-19,331525
2000	1	0,18	-14,89455
3000	1	0,27	-11,372725
4000	1	0,36	-8,87395
5000	1	0,44	-7,1309465
6000	1	0,5	-6,0205999
7000	1	0,56	-5,0362395
8000	1	0,6	-4,436975
9000	1	0,64	-3,8764005
10000	1	0,78	-2,1581079
20000	1	0,88	-1,1103466
30000	1	0,8	-1,9382003
40000	1	0,96	-0,3545753
50000	1	0,96	-0,3545753
60000	1	0,96	-0,3545753
70000	1	0,96	-0,3545753
80000	1	0,96	-0,3545753
90000	1	0,96	-0,3545753
100000	1	0,96	-0,3545753
200000	1	0,96	-0,3545753
300000	1	0,96	-0,3545753
400000	1	0,96	-0,3545753
500000	1	0,96	-0,3545753
600000	1	0,96	-0,3545753
700000	1	0,96	-0,3545753
800000	1	0,92	-0,7242435
900000	1	0,88	-1,1103466
1000000	1	0,88	-1,1103466

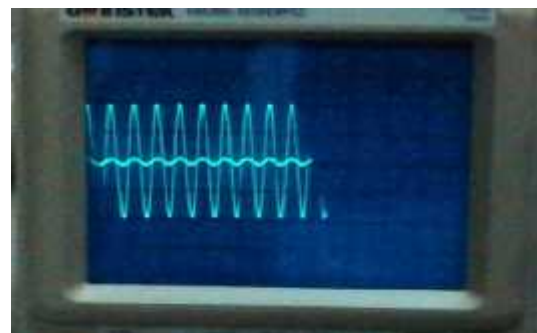
c. Poweramp Kelas AB

Dari percobaan poweramp kelas AB daya rendah dengan menggunakan

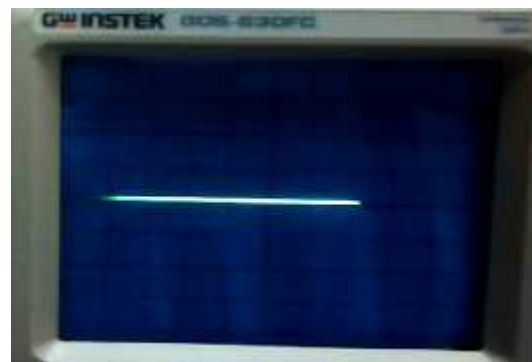
sepasang transistor BD 139 dan BD 140 diperoleh data seperti berikut :



Gambar 12. Pengujian Rangkaian Poweramp Kelas AB



Gambar 13. Hasil Pengujian Power AMP Kelas Ab Untuk Chanel 1 Dan Chanel 2 Tidak Di Groundkan



Gambar 14. Hasil pengujian Power AMP Saat Chanel 1 Dan Chanel 2 Di Groundkan



Gambar 15. Hasil pengujian Power AMP Saat Chanel 1 dan Chanel 2 di Groundkan

Tabel 7. Besar Penguatan dengan Frekuensi Bervariasi dari 10 Hz sampai dengan 100 k Hz

f (log)	Frekuensi (Hz)	Vi (Volt)	Vo (Volt)	G (dB)
1	10	0.36	6	24.4370
1.30103	20	0.36	6	24.4370
1.477121	30	0.36	6	24.4370
1.60206	40	0.36	6	24.4370
1.69897	50	0.36	6	24.4370
1.778151	60	0.36	6	24.4370
1.845098	70	0.36	6	24.4370
1.90309	80	0.36	6	24.4370
1.954243	90	0.36	6	24.4370
2	100	0.36	6	24.4370
2.30103	200	0.36	6	24.4370
2.477121	300	0.36	6	24.4370
2.60206	400	0.36	6	24.4370
2.69897	500	0.36	6	24.4370
2.778151	600	0.36	6	24.4370
2.845098	700	0.36	6	24.4370
2.90309	800	0.36	6	24.4370
2.954243	900	0.36	6	24.4370
3	1000	0.36	6	24.4370
3.30103	2000	0.36	6	24.4370
3.477121	3000	0.36	6	24.4370
3.60206	4000	0.36	6	24.4370
3.69897	5000	0.36	6	24.4370
3.778151	6000	0.36	6	24.4370
3.845098	7000	0.36	6	24.4370
3.90309	8000	0.36	6	24.4370
3.954243	9000	0.36	6	24.4370
4	10000	0.36	6	24.4370
4.30103	20000	0.36	6	24.4370
4.477121	30000	0.36	6	24.4370
4.60206	40000	0.36	6	24.4370
4.69897	50000	0.36	6	24.4370
4.778151	60000	0.36	6	24.4370
4.845098	70000	0.36	6	24.4370
4.90309	80000	0.36	6	24.4370
4.954243	90000	0.36	6	24.4370
5	100000	0.36	6	24.4370
5.30103	200000	0.36	6	24.4370
5.477121	300000	0.36	6	24.4370
5.60206	400000	0.36	5.8	24.1425
5.69897	500000	0.36	5.7	23.9914
5.778151	600000	0.36	5.6	23.8377

5.845098	700000	0.36	5.3	23.3595
5.90309	800000	0.36	5	22.8534
5.954243	900000	0.36	4.8	22.4988
6	1000000	0.36	4.6	22.1291

d. Pengujian Rangkaian Audio dengan Hp

Setelah semua rangkaian diuji dan diambil data maka dilakukanlah pengujian secara keseluruhan dengan menggunakan Hp dan dicek tone kontrol apakah rangkaian berfungsi dengan baik dengan menghubungkan Hp ke rangkaian dan mengatur bass, mid, dan trebel pada kondisi cut sampai dengan boost.



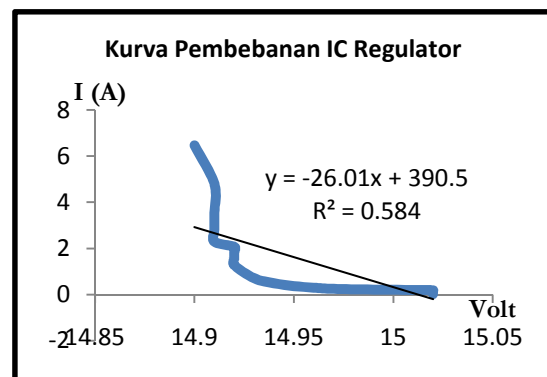
Gambar 16. Pengujian Rangkaian Audio menggunakan HP

5. Pengolahan Data dan Analisis

a. Pengolahan Data

1. Catu Daya (Power Supply)

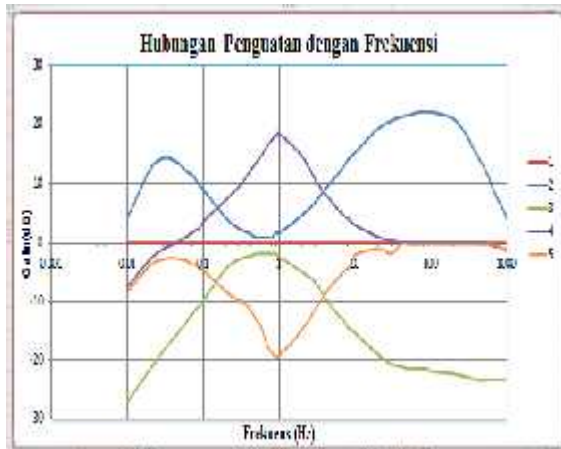
Adapun data dari table 1 dapat dibentuk seperti pada gambar 17 seperti dibawah ini :



Gambar 17. Grafik Kurva pembebanan dengan IC Regulator

2. Tone Control

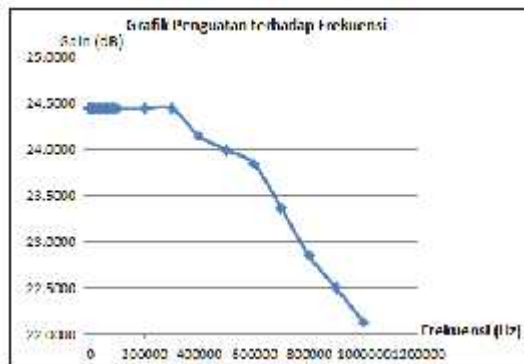
Adapun data dari tabel 2 sampai tabel 6 dapat dibentuk seperti pada gambar 18 seperti dibawah ini :



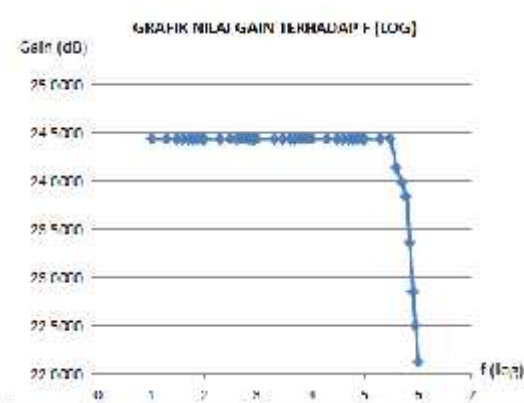
Gambar 18. Grafik Kurva hubungan penguatan dengan Frekuensi

3. Poweramp Kelas AB

Adapun data dari tabel 7 untuk penguatan dapat dibuat grafik seperti pada gambar seperti pada gambar 19 dan gambar 20.



Gambar 19. Grafik Gain terhadap Frekuensi



Gambar 20. Grafik Gain terhadap Frekuensi(log)

b. Analisis

1. Catu Daya (Power Supply)

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian dengan menggunakan IC 7815 dan IC 7915 sebesar ± 15 Volt. Berdasarkan data praktikum yang kita peroleh adalah nilai tegangan keluaran positif maka yang terukur sebagai keluaran selama positif adalah pada keluaran IC 7815 (Vcc+) dengan slope kurva pembebanan adalah -26,015 .

2. Tone Control

Rangkaian 3-Band Tone Control dengan *Buffer* Op-amp TL082 menggunakan konsep filter aktif baxandall dengan penguat berupa Op-amp IC tipe TL082. Rangkaian tone control ini memiliki 3 tone pengaturan nada yaitu kontrol nada Bass, Midrange dan Treble. Rangkaian tone control 3 nada ini bekerja dengan sumber tegangan simetris ± 15 volt.

Rangkaian penguat depan dibangun dengan penguat operasional Op-amp IC TL082 dengan penguatan 1 kali dan pada Bagian filter aktif baxandall untuk mengatur level penguatan atau pelemahan sinyal audio untuk 3 nada yaitu nada bass, midrange dan treble menggunakan jaring filter baxandall dengan penguat tegangan berupa Op-amp IC TL082.

3. Poweramp Kelas AB

Rangkaian Amplifier Kelas AB daya kecil dengan pasangan transistor BD139 – BD140 terjadi penguatan sebesar 16,67 dengan G sebesar. Pada saat chanel 1 sebagai input dan chanel 2 sebagai output pada saat digroundkan maka posisi pada osiloskop pada satu garis yang sama seperti pada gambar 14 itu menandakan bahwa rangkaian siap dipasangkan dengan speaker dan pada saat amplitudo diputar pada signal generator dan pada frekuensi terus

diubah semakin besar maka akan diperoleh signal terpotong seperti pada gambar 15.

Secara keseluruhan penguatan terjadi dihasilkan rasio dari 22 k dan 1 k. Daya disipasi timbul yang menyebabkan panas padapasangan transistor BD 139 dan BD 140. Secara teori nilai efisiensi daya pada kelas AB yaitu sekitar 60% dan 40% sisanya terbuang menjadi panas.

6. Kesimpulan

Rangkaian audio menggunakan beberapa komponen telah berhasil dibuat untuk memanipulasi sinyal input dari hp sehingga nilai bass, mid, dan trebelnya bisa diatur menggunakan tapis lolos rendah dan tinggi sehingga dapat dibedakan dari speaker saat bass, mid, dan trebel diubah-ubah.

7. Saran

Sebaiknya pada saat melakukan penelitian jaga keselamatan untuk diri praktikan, alat, dan bahan. Setelah dilakukan percobaan ini maka penelitian ini dapat digunakan sebagai modul praktikum pada mata kuliah basic elektrik sehingga mahasiswa dapat mengenal dan mengaplikasikan komponen elektronika.

8. Daftar Pustaka

- [1] Kusuma, Sastra Wijaya, 2013. *Diktat Elektronika 1*, Depok : Fisika FPMIPA UI
- [2] Sutrisno, 1986, *Elektronika Teori dan Penerapannya*, ITB, Hal 2-34.
- [3] <http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/Audio/2wamp.html>.
- [4] Zaki, 2008. *Cara Mudah Belajar Merangkai Elektronika Dasar*, Cetakan Kedua, Yogyakarta : Absolut
- [5] <http://curious-giant.blogspot.co.id/2009/12/catu-daya-power-supply.html>