

BAB III

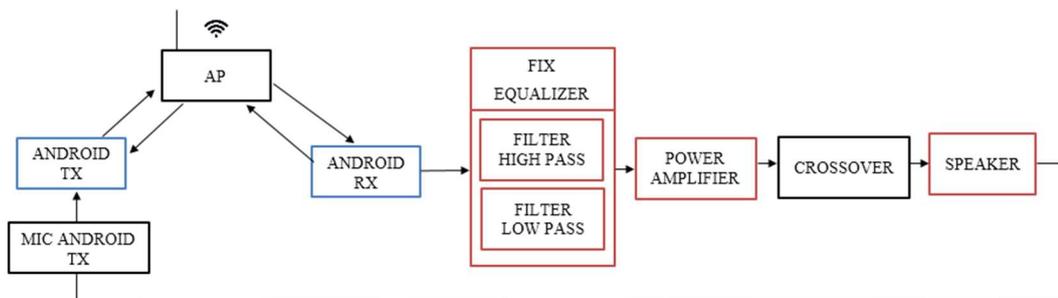
PERANCANGAN ALAT

3.1 Pendahuluan

Untuk memudahkan dalam perancangan dan implementasi perangkat, maka harus dilakukan beberapa tahap agar implementasi sesuai dan terstruktur. Pertama, tentukan spesifikasi *box* dan *speaker*. Kedua adalah membuat *power amplifier* untuk menyalakan *speaker*. Ketiga menentukan nilai spesifikasi *filter* aktif untuk *crossover* untuk membuat *equalizer* yang berfungsi memaksimalkan *frekuensi output power amplifier* agar suara *speaker* maksimal. Terakhir membuat program pada android untuk pengolahan data *streaming* dan aplikasi untuk menampilkan nilai keluaran suara yang dihasilkan.

3.2 Perancangan Sistem

Pada bagian perancangan ini yaitu menggambarkan sketsa antara komunikasi pada *smartphone* android, modul *wifi*, dan mikrokontroler yang dapat mengirim musik dan mengatur *equalizer*. Blok sistem perancangan keseluruhan alat dapat dilihat blok diagram **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Perancangan Alat

Dari **Gambar 3.1** dapat dijelaskan seperti berikut :

1. Blok *Input*
 - a. Android TX : Berfungsi untuk mengirimkan data *audio* melalui jaringan *wifi* ke access Point
2. Blok Proses
 - a. *Access Point* : Berfungsi sebagai jembatan antara android rx dan android rtx
 - b. Android RX : Berfungsi untuk menerima data audio dari *access point*
 - c. *Fix Equalizer* : Berfungsi untuk memfilter frekuensi *audio* tertentu yang diloloskan
 - d. *Power Amplifier* : Berfungsi untuk menguatkan sinyal *audio* agar lebih besar dan bisa terdengar di *speaker*
 - e. *Crossover* : Berfungsi untuk memproteksi, dan membatasi frekuensi yang akan dikeluarkan.
3. Blok *Output*
 - a. Android : Berfungsi untuk menampilkan menu – menu dan nilai yang dikur diantaranya level intensitas kebisingan, THD, dan SNR
 - b. *Speaker* : Berfungsi untuk mengeluarkan suara *audio*

Catatan: - Blok sistem warna merah merupakan blok sistem *hardware* yang dirancang.

- Blok sistem warna biru merupakan blok sistem *software* yang dirancang.

- Blok sistem warna hitam merupakan blok sistem berbentuk modul yang sudah ada dipasaran.

3.3 Pengadaan Komponen

Pengadaan komponen merupakan hal utama dalam pembuatan sebuah alat.

Berikut adalah alat yang digunakan dalam perancangan system ini, diantaranya :

Tabel 3. 1 Pengadaan Komponen

No	Nama Komponen	Jumlah
1	<i>Speaker Mid-Bass</i>	2
2	<i>Speaker Tweeter</i>	2
3	Transistor A564	6
4	Transistor D438	2
5	Transistor B507	2
6	Transistor D313	2
7	Transistor TIP3055	2
8	Transistor TIP2955	2
9	Modul Crossover 2 way	2
10	Modul Inverter DC to DC CT	1
11	LF353	6
12	Dan komponen pasif lainnya	-

3.3.1 Speaker dan Box Speaker

Speaker dan *Box Speaker* merupakan hal yang tidak bisa dipisahkan, karena produksi suara yang dihasilkan tergantung dari desain keduanya. Pada sub bab kali ini akan dijelaskan mengenai spesifikasi *speaker* dan *box speaker* yang di.

3.3.1.1 *Speaker Tweeter*

Speaker Tweeter merupakan penguat suara yang berfungsi untuk memproduksi suara diatas 2 KHz atau bisa dikatakan nada yang tinggi. Sangat disarankan menggunakan *speaker tweeter* yang mempunyai magnet besar, agar

suara yang diproduksi lebih maksimal. **Gambar 3.2** merupakan *speaker tweeter* type ACR 701, serta spesifikasi jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 3.2**^[14].



Gambar 3. 2 *Speaker Tweeter*

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Speaker Tweeter*

Nama	Keterangan
<i>Nominal Diameter</i>	3.4 inch
<i>Nominal Impedance</i>	8 Ohm
<i>Cone Material</i>	<i>Black Mylar</i>
<i>Maximum Power</i>	100 Watt
<i>Magnet Weight</i>	1.7 Oz
<i>Frequency Response</i>	2 KHz -20 KHz
<i>Sensitivity 1 M / 1 W</i>	89 Db
<i>Voice Coil Diameter</i>	0.52 inch / 1.32 cm

3.3.1.2 *Speaker Mid-Bass*

Speaker Mid-Bass merupakan pengeras suara yang berfungsi untuk memproduksi suara dari 60 Hz sampai 1 KHz atau bisa dikatakan nada rendah menengah. Untuk produksi nada rendah memang tidak begitu baik dari *subwoofer* tetapi nada yang dihasilkan tidak dibuat – buat atau *real* dari suara asli yang diproduksi. **Gambar 3.3** merupakan *speaker mid-bass* type MKII AX-5035.



Gambar 3. 3 *Speaker Mid-Bass*

Tidak ada yang memberikan spesifikasi spesifik dari *speaker* ini, karena *speaker* ini modifikasi dari yang sebelumnya. Tetapi yang hampir mendekati spesifikasi *speaker* ini dapat dilihat dari **Tabel 3.3**.

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Speaker Midbass*

Nama	Keterangan
<i>Nominal Diameter</i>	5 inch
<i>Nominal Impedance</i>	8 Ohm
<i>Cone Material</i>	-
<i>Maximum Power</i>	80 Watt
<i>Magnet Weight</i>	-
<i>Frequency Response</i>	60 KHz - 2 KHz
<i>Sensitivity 1 M / 1 W</i>	-
<i>Voice Coil Diameter</i>	-

3.3.1.3 Box Speaker

Box Speaker merupakan piranti yang sangat penting dalam sistem *audio*, karena kualitas suara yang dihasilkan salah satunya berasal dari sini. Pemilihan

bahan dan perhitungan dimensi harus sangat diperhatikan. **Gambar 3.4** adalah kayu MDF, bahan yang baik digunakan dalam pembuatan *box speaker*^[15].



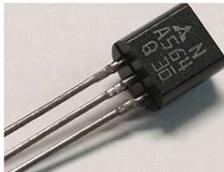
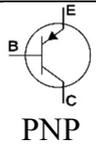
Gambar 3. 4 Kayu MDF

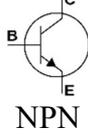
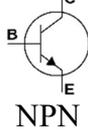
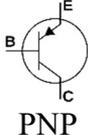
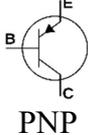
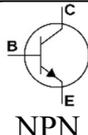
Dikarenakan jika polos seperti pada gambar 3.4 rasa seninya kurang. Maka dapat dihiasi kayu vinyl pada saat *box* sudah terbentuk agar lebih artistik. Sebaiknya *box speaker* menggunakan bahan dari kayu, karena untuk memaksimalkan redaman agar suara rendah dapat dihasilkan. Apabila menggunakan bahan dari plastik atau *acrylic*, dapat menimbulkan suara kaleng.

3.3.2 Transistor

Transistor merupakan komponen aktif elektronika yang dapat berfungsi sebagai saklar atau penguat. Namun kali ini, transistor akan digunakan sebagai penguat pada *power amplifier*.^[1] Berikut adalah penjelasan dan spesifikasi transistor yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 3.4**.

Tabel 3. 4 Spesifikasi Transistor

Nama	Gambar	Jenis	Simbol	Keterangan
A564		BJT	 PNP	Suhu Maximum = 150°C Hfe = 140 Daya Maximum = 400mW

D438		BJT	 NPN	Suhu Maximum = 150°C Hfe = 100 Daya Maximum = 900mW
D313		BJT	 NPN	Suhu Maximum = 150°C Hfe = 320 Daya Maximum = 30W
B507		BJT	 PNP	Suhu Maximum = 150°C Hfe = 320 Daya Maximum = 30W
TIP2955		BJT	 PNP	Suhu Maximum = 25°C Hfe = 100 Daya Maximum = 90W
TIP3055		BJT	 NPN	Suhu Maximum = 25°C Hfe = 100 Daya Maximum = 90W

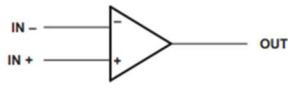
Pada **Table 3.4** ditunjukkan beberapa tipe dan spesifikasi transistor yang digunakan pada perancangan alat. Untuk lebih jelasnya fungsi masing – masing transistor pada perancangan kali ini yaitu sebagai berikut :

- d. Transistor A564, berfungsi sebagai penguat diferensial
- e. Transistor D438, berfungsi sebagai VAS
- f. Transistor D313 dan B507, berfungsi sebagai penguat driver awal
- g. Transistor TIP3055 dan TIP2955, berfungsi sebagai penguat akhir

3.3.3 Op-Amp

Op-Amp merupakan komponen aktif elektronika yang dapat berfungsi sebagai penguat. *Op-Amp* pada kali ini akan digunakan sebagai penguat untuk *filter*, sehingga *filter* tersebut dinamakan *filter* aktif. *Op-Amp* yang digunakan kali ini adalah tipe LF353, karena pada dasarnya memiliki sensitivitas yang tinggi dan redaman yang rendah. Untuk spesifikasinya dapat dilihat di **Tabel 3.5**.

Tabel 3. 5 Spesifikasi Op-Amp Lf353

Nama	Gambar	Jenis	Simbol	Keterangan
LF353		Op Amp		Gain BW = 3 MHz Suhu = 0 - 70°C Power = 500mW

Pada **Tabel 3.5** dijelaskan mengenai *Op-Amp* LF353. Pada perancangan kali ini *Op-Amp* tersebut digunakan sebagai penguat *High Pass filter* dan *Low Pass filter* aktif *chebyshev*.

3.4 Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan hal yang sangat penting dalam penulisan ini, karena perancangan ini yang nantinya akan dianalisis. Perancangan pada penulisan ini terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*, penjelasan mengenai perancangan alat akan dibahas lebih detail pada subbab selanjutnya.

3.4.1 Perancangan *Hardware*

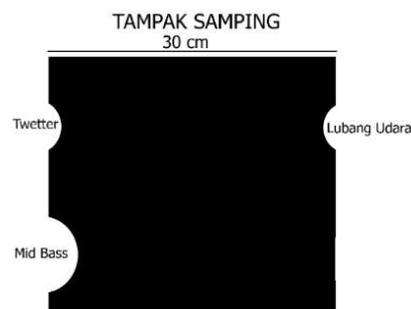
Perancangan *hardware* adalah pembuatan perangkat yang bersifat fisik, yang nantinya dapat memenuhi keperluan sistem, dan untuk memberikan gambaran secara jelas parameter yang nantinya akan diukur dan dikomunikasikan dengan *software*.

3.4.1.1 Perancangan *Box Speaker*

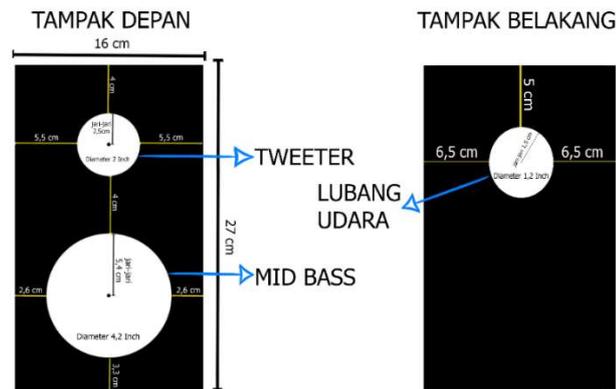
Speaker yang dibuat berjumlah masing- masing dua, karena sistem yang dibuat adalah stereo. **Table 3.6** menjelaskan mengenai spesifikasi speaker yang digunakan pada alat yang dibuat. Pada **Gambar 3.5** merupakan desain *box speaker* tampak samping dan **Gambar 3.6** merupakan desain box tampak depan dan belakang. Serta realisasi dari *box speaker* yang telah dirancang dapat dilihat pada **Gambar 3.7**.

Tabel 3. 6 Spesifikasi Speaker

Jenis	Ukuran	Impedansi
<i>Midbass</i>	5 inc	8 Ohm
<i>Tweeter</i>	3.4 inc	8 Ohm
<i>Box Speaker</i>	30 cm x 16 cm x 27 cm	-



Gambar 3. 5 Desain Box Speaker Tampak Samping



Gambar 3. 6 Desain Box Speaker Tampak Depan dan Belakang



Gambar 3. 7 Realisasi *Box Speaker*

3.4.1.2 Perancangan *Fix Equalizer Chebysev*

Fix merupakan salah satu jenis *equalizer* yang berfungsi untuk mengatur nada agar nada yang dihasilkan terdengar lebih bagus. Perancangan *fix equalizer* ini ini menggunakan desain *filter chebysev* orde ke 6 menggunakan IC Op-Amp LF355 dimana *fix equalizer* yang dirancang merupakan gabungan dari *lowpass filter* dan *highpass filter*. Adapun tahapann perancangannya adalah sebagai berikut:

- A. Perancangan *lowpass filter* chebysev orde 6 dengan frekuensi *cut-off* 17 KHz ± 3 dB.

Seperti pada **Gambar 2.2**, untuk membuat *lowpass filter* chebysev orde 6, gabungkan secara seri 3 rangkaian yang sama. Untuk komponen R dan C sesuaikan

dengan komponen yang terjual dipasaran, dalam perancangan kali ini nilai $R = 10 \text{ K}\Omega$, dan nilai $C = 1 \text{ nF}$. *Filter chebysev* sudah memiliki tabel normalisasi dapat dilihat pada **Tabel 2.1**, untuk memudahkan dalam proses perancangan.

Pada **Tabel 2.1** didapatkan nilai α dan β untuk orde 6 adalah $\alpha_1 = 0,5120$, $\alpha_2 = 0,3906$, $\alpha_3 = 0,1430$, dan $\beta_1 = 0,2588$, $\beta_2 = 0,7072$, $\beta_3 = 0,9660$. Sebelum mencari nilai komponen selain dari komponen pasif yang telah ditentukan, tentukan dulu nilai FSF nya, rumusnya dapat dilihat di persamaan 2.1;

$$\text{FSF} = 2\pi \cdot 17000 \text{ Hz} = 106760 \text{ Hz}$$

maka jika nilai FSF sudah diketahui, dapat dilakukan denormalisasi dengan melihat rumus 2.2 dan 2.3, sehingga dapat dicari nilai,

$$\alpha'_1 = 0,5120 \times 106760 = 54661,12$$

$$\alpha'_2 = 0,3906 \times 106760 = 41700,45$$

$$\alpha'_3 = 0,1430 \times 106760 = 15266,68$$

$$\beta'_1 = 0,2588 \times 106760 = 27629,48$$

$$\beta'_2 = 0,7072 \times 106760 = 75500,67$$

$$\beta'_3 = 0,9660 \times 106760 = 103130,16$$

nilai denormalisasi diatas dapat digunakan untuk mencari nilai R_1 dan R_2 yang harus dihitung, selain komponen R dan C yang sudah ditentukan diatas, untuk mencari nilai R_1 dan R_2 dapat menggunakan rumus 2.4 dan 2.5, maka nilainya adalah sebagai berikut;

$$R_{11} = \frac{1}{2.54661,12 \cdot 1 \text{ nF}} = 9,14 \text{ K}\Omega \approx 10 \text{ K}\Omega$$

$$R_{12} = \frac{2.54461,12}{1 \text{ nF} \cdot (54661,12^2 + 27629,48^2)} = 29,15 \text{ K}\Omega \approx 30 \text{ K}\Omega$$

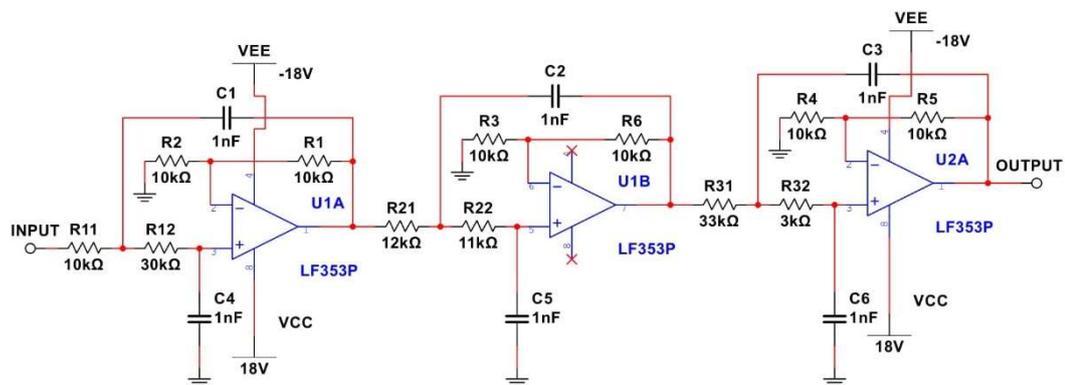
$$R_{21} = \frac{1}{2.41700,45 \cdot 1nF} = 11,99 K\Omega \approx 12 K\Omega$$

$$R_{22} = \frac{2.41700,45}{1nF \cdot (41700,45^2 + 75500,67^2)} = 11,2 K\Omega \approx 12 K\Omega$$

$$R_{31} = \frac{1}{2.15266,68 \cdot 1nF} = 32,75 K\Omega \approx 33 K\Omega$$

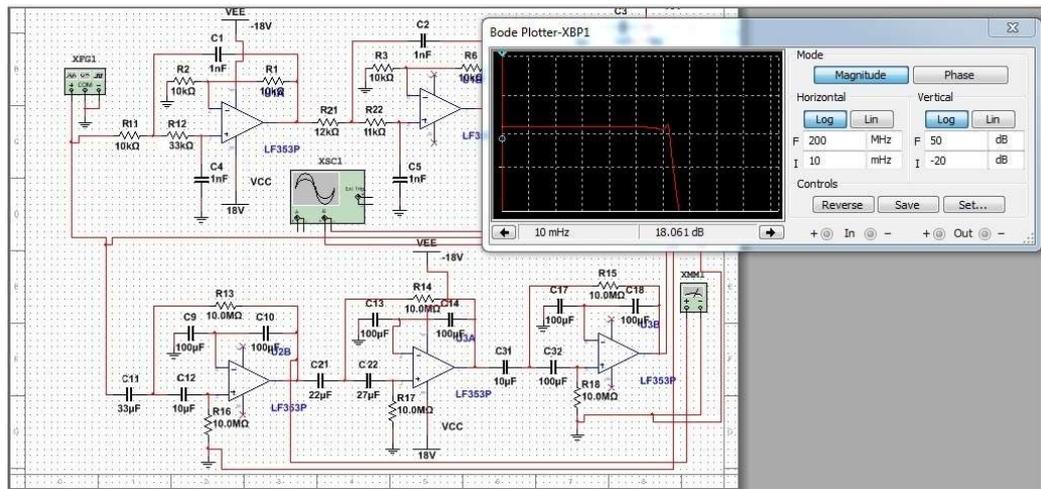
$$R_{32} = \frac{2.15266,68}{1nF \cdot (15266,68^2 + 103130,16^2)} = 2,8 K\Omega \approx 3 K\Omega$$

jika dilihat dari perhitungan nilai komponen yang didapatkan, tidak semua nilai ada dipasaran, untuk itu dilakukan pembulatan ke nilai terdekat yang ada dipasaran, maka nilainya menjadi $R_{11} = 10 K\Omega$, $R_{12} = 30 K\Omega$, $R_{21} = 12 K\Omega$, $R_{22} = 11 K\Omega$, $R_{31} = 33 K\Omega$, dan $R_{32} = 3 K\Omega$. Sehingga didapatkan rangkaian seperti pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3. 8 Rangkaian *Lowpass Filter Chebysev* Orde 6 $F_c = 17$ KHz

Selanjutnya setelah dirancang maka dilakukan simulasi, untuk melihat *bode plot/grafik* dari *Lowpass Filter* seperti pada **Gambar 3.9**.



Gambar 3. 9 Simulasi Grafik *Lowpass Filter Chebyshev*

- B. Perancangan *highpass filter chebyshev* orde 6 dengan frekuensi *cut-off* 50 Hz ± 3 dB.

Seperti pada **Gambar 2.4**, untuk membuat *highpass filter chebyshev* orde 6, gabungkan secara seri 3 rangkaian yang sama. Untuk komponen R dan C sesuaikan dengan komponen yang terjual dipasaran, dalam perancangan kali ini nilai R = 100 K Ω , dan nilai C = 100 nF. *Filter chebyshev* sudah memiliki tabel normalisasi dapat dilihat pada **Tabel 2.1**, untuk memudahkan dalam proses perancangan.

Pada **Tabel 2.1** didapatkan nilai α dan β untuk orde 6 adalah $\alpha_1 = 0,5120$, $\alpha_2 = 0,3906$, $\alpha_3 = 0,1430$, dan $\beta_1 = 0,2588$, $\beta_2 = 0,7072$, $\beta_3 = 0,9660$. Sebelum mencari nilai komponen selain dari komponen pasif yang telah ditentukan, tentukan dulu nilai FSF nya, rumusnya dapat dilihat pada persamaan 2;

$$FSF = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz} = 314 \text{ Hz}$$

maka jika nilai FSF sudah diketahui, dapat dilakukan denormalisasi dengan melihat rumus 2.2 dan 2.3, sehingga dapat dicari nilai,

$$\alpha'_1 = 0,5120 \times 314 = 160,768$$

$$\alpha'_2 = 0,3906 \times 314 = 112,648$$

$$\alpha'_3 = 0,1430 \times 314 = 44,900$$

$$\beta'_1 = 0,2588 \times 314 = 81,263$$

$$\beta'_2 = 0,7072 \times 314 = 222,06$$

$$\beta'_3 = 0,9660 \times 314 = 303,324$$

nilai denormalisasi diatas dapat digunakan untuk mencari nilai R1 dan R2 yang harus dihitung, selain komponen R dan C yang sudah ditentukan diatas, untuk mencari nilai R1 dan R2 dapat menggunakan rumus 2.4 dan 2.5, maka nilainya adalah sebagai berikut;

$$R_{11} = \frac{1}{2.160,768.100nF} = 31,1 \text{ K}\Omega$$

$$R_{12} = \frac{2.160,768}{100nF. (160,768^2 + 81,263^2)} = 99 \text{ K}\Omega$$

$$R_{21} = \frac{1}{2.112,648.100nF} = 44,38 \text{ K}\Omega$$

$$R_{22} = \frac{2.112,648}{100nF. (112,648^2 + 222,06^2)} = 36,33 \text{ K}\Omega$$

$$R_{31} = \frac{1}{2.44,9.100nF} = 111,358 \text{ K}\Omega$$

$$R_{32} = \frac{2.44,9}{100nF. (44,9^2 + 303,324^2)} = 9,5 \text{ K}\Omega$$

perbedaan pada penentuan komponen *highpass* filter terletak disini, dengan melihat rumus 2.6 dan 2.7, pada rangkaian *lowpass* balik lah posisi R menjadi C maupun sebaliknya maka akan menjadi *highpass* seperti berikut ini;

$$C_{11} = \frac{1}{R_{11}} = \frac{1}{31,1 \text{ K}\Omega} = 32,1 \text{ uF} \approx 33 \text{ uF}$$

$$C_{12} = \frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{99 \text{ K}\Omega} = 10 \text{ uF}$$

$$C_{21} = \frac{1}{R_{21}} = \frac{1}{44,38 \text{ K}\Omega} = 22,5 \text{ uF} \approx 22 \text{ uF}$$

$$C_{22} = \frac{1}{R_{22}} = \frac{1}{36,33 \text{ K}\Omega} = 27,5 \text{ uF} \approx 27 \text{ uF}$$

$$C_{31} = \frac{1}{R_{31}} = \frac{1}{111,358 \text{ K}\Omega} = 9 \text{ uF} \approx 10 \text{ uF}$$

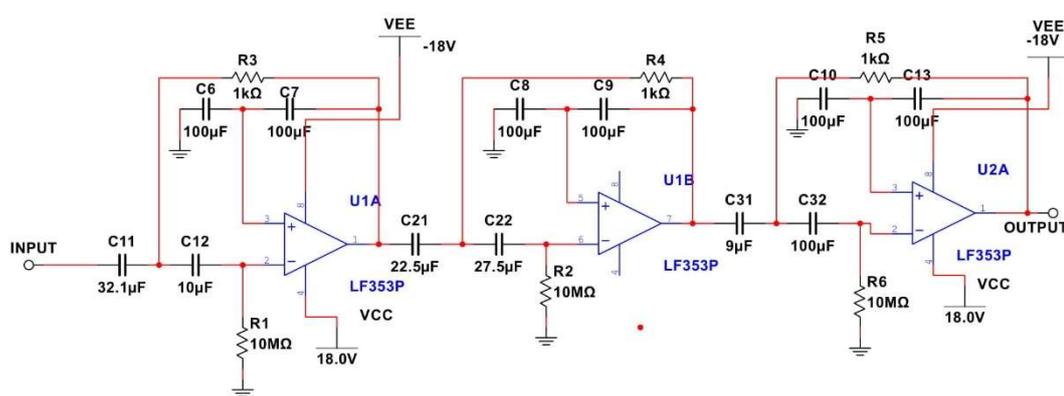
$$C_{32} = \frac{1}{R_{32}} = \frac{1}{9,5 \text{ K}\Omega} = 100 \text{ uF}$$

selain itu nilai C dan R yang telah ditentukanpun harus diubah menjadi;

$$R_{Lp} = \frac{1}{100 \text{ nF}} = 10 \text{ M}\Omega$$

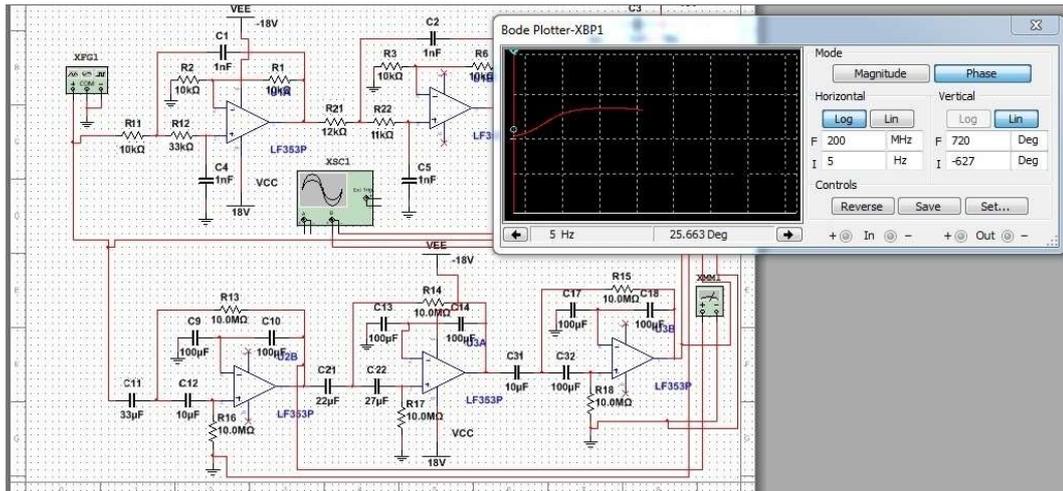
$$C_{Lp} = \frac{1}{100 \text{ K}\Omega} = 10 \text{ uF}$$

sama seperti pada perancangan *lowpass* filter sesuaikan komponen dengan yang ada dipasaran sehingga menjadi $C_{11} = 33 \text{ uF}$, $C_{12} = 10 \text{ uF}$, $C_{21} = 22 \text{ uF}$, $C_{22} = 27 \text{ uF}$, $C_{31} = 10 \text{ uF}$, dan $C_{32} = 100 \text{ uF}$. Sehingga didapatkan rangkaian seperti pada **Gambar 3.10**



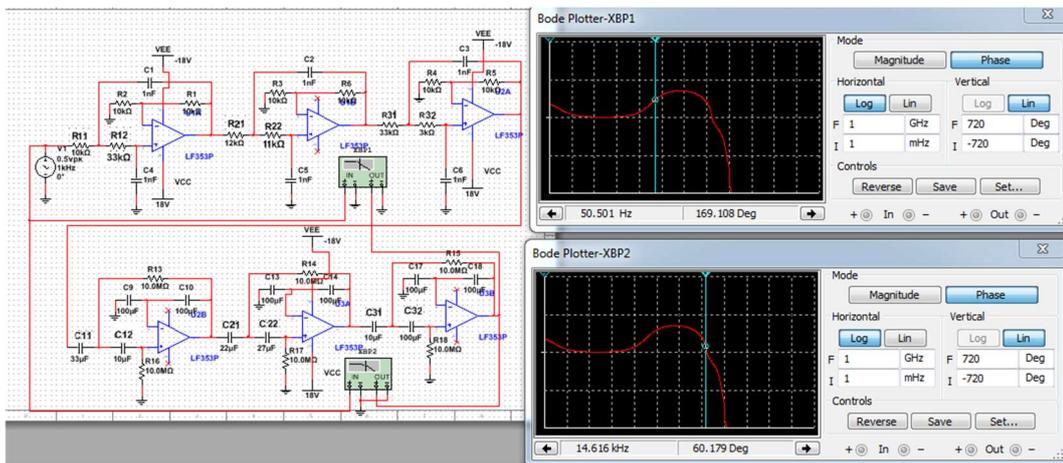
Gambar 3. 10 Rangkaian *Highpass Filter Chebysev* Orde 6 $F_c = 50 \text{ Hz}$

Selanjutnya setelah dirancang maka dilakukan simulasi, untuk melihat *bode plot*/grafik dari *Highpass Filter* seperti pada **Gambar 3.11**.



Gambar 3. 11 Simulasi Grafik Highpass Filter Chebyshev

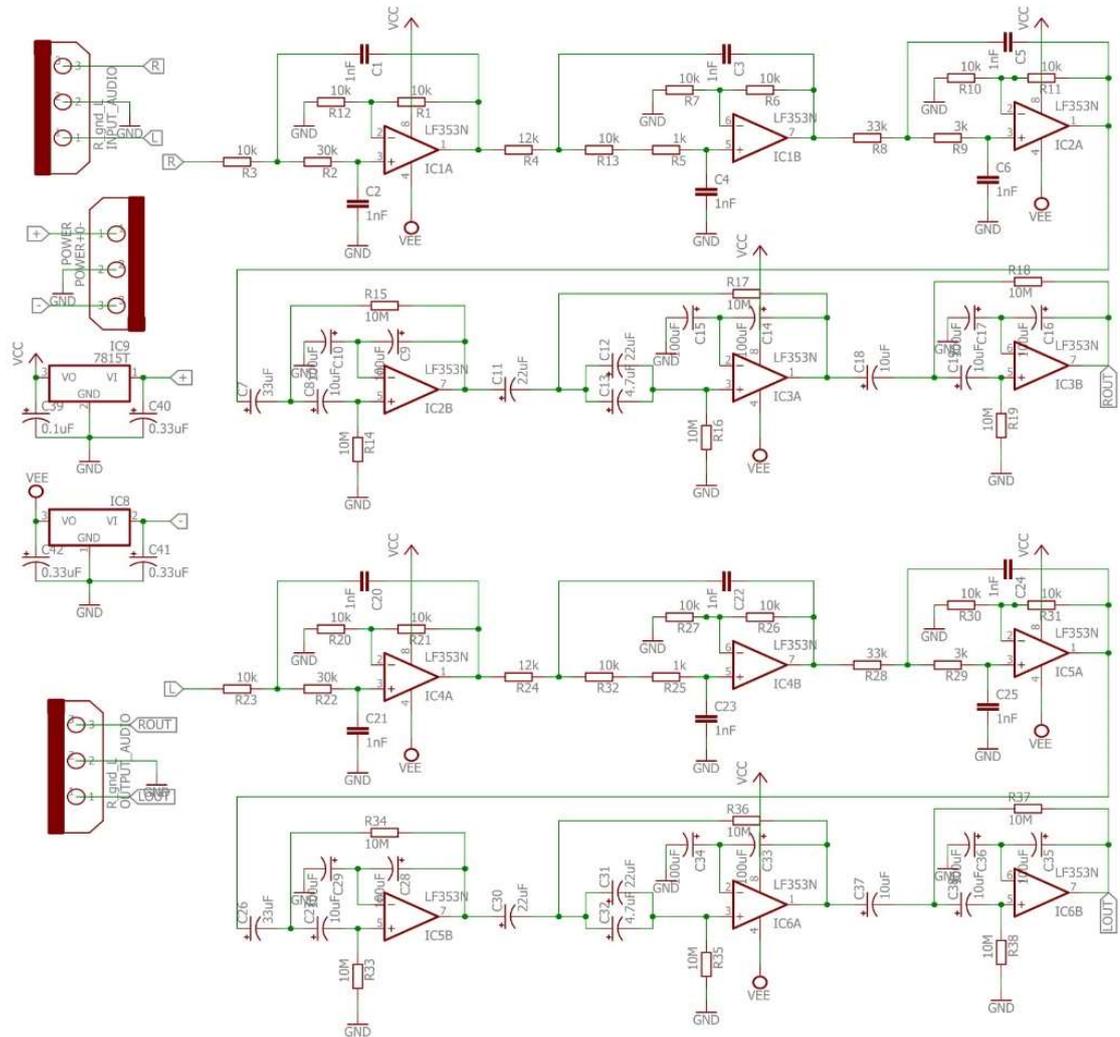
Sehingga jika rangkaian filter *lowpass* dan *highpass* dipasang secara seri maka akan menghasilkan *bandpass* filter. Untuk memastikan perhitungan yang sudah dilakukan, gunakan aplikasi untuk simulasi. **Gambar 3.12** merupakan simulasi gabungan dari *lowpass filter* dan *highpass filter*, sehingga menjadi *bandpass* filter. Dengan *range* antara 60 Hz – 16 KHz.



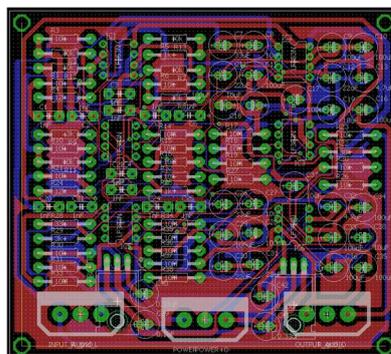
Gambar 3. 12 Simulasi Grafik Bandpass Filter Chebyshev

Maka dibuat rangkaian filter *stereo*. Untuk skematiknya dapat dilihat pada **Gambar 3.13**. Gambar berikut merupakan gabungan dari *filter highpass* dan *lowpass*, sehingga disebut sebagai *fix equalizer* yang frekuensinya telah ditetapkan

agar bisa masuk ke semua telinga pendengar sistem *audio*. Sedangkan **Gambar 3.14** merupakan *layout* PCB yang dicetak, sehingga dapat direalisasikan kebentuk fisik untuk mendapatkan nilai yang sesuai.



Gambar 3.13 Rangkaian *Fix Equalizer Stereo*



Gambar 3.14 *Layout PCB Fix Equalizer*

3.4.1.3 Perancangan Rangkaian Sistem Penguat Daya

Penguat daya adalah sistem penguat yang berfungsi untuk menguatkan sinyal masukan agar lebih besar dikeluarkannya. Penguat daya sangat menentukan suara keluaran juga selain *equalizer*. Pada pembuatan alat ini penguat daya menggunakan transistor yang berdaya 200 watt stereo atau 100 watt perkanal. Pembuatan penguat daya ini terdiri atas 3 bagian yaitu merancang penguat diferensial, membuat VAS, dan membuat penguat akhir.

Gambar 2.5 menunjukkan skema umum dari rangkaian penguat daya *kelas ab*. Untuk mendapatkan daya yang diinginkan maka parameter utama yang ditentukan adalah daya yang akan dihasilkan, yaitu sebesar 100 Watt mono (perkanal). Maka daya maksimum atau $P_o (ac) = 100 \text{ W}$, serta beban *speaker* sebesar 8Ω . Sedangkan untuk rangkaian keseluruhan agar sistem *audio* dapat berjalan dengan maksimal harus memiliki 3 unsur utama, yaitu penguat diferensial, VAS, dan penguat akhir. Maka perhitungan dilakukan dengan cara sebagai berikut.

A. Perhitungan penguat akhir

Penguat kelas akhir yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 2.8**. Jika diketahui nilai $\beta_{D313} = 320$ dan $\beta_{TIP3055} = 100$. Karena penguat akhir terpasang secara darlington maka nilai $\beta = 320 \times 100 = 32000$. Penguatan akhirnya langsung dapat diketahui dengan $G = \frac{8\Omega}{8\Omega + 0,5\Omega} = 0,94$.

Untuk mengetahui tegangan dan arus yang digunakan dapat digunakan rumus 2.14, maka tegangan *input* yang harus digunakan adalah sebagai berikut;

$$V_L(p) = \sqrt{2} \cdot 8 \cdot 100 \text{ W} = 40 \text{ V}$$

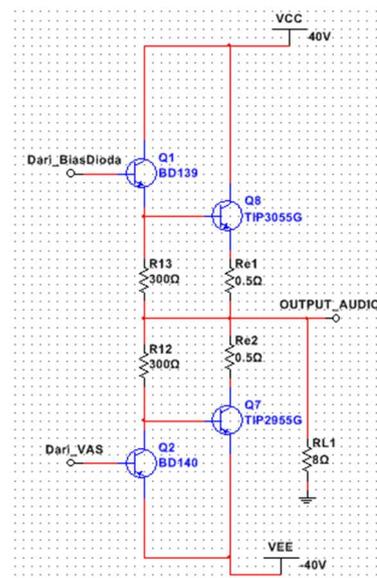
maka untuk membuat *power amplifier* kelas ab dengan daya 100 W maka dibutuhkan tegangan *input* sebesar 40 V. Faktor tegangan hubungannya sangat erat dengan arus, karena untuk menghasilkan daya 100 W dengan tegangan 40 V arus yang diperlukan juga harus ditentukan. Untuk menentukannya pertama digunakan rumus 2.15, sebagai berikut;

$$I_L(p) = \frac{40 \text{ V}}{8 \Omega} = 5 \text{ A}$$

sehingga catudaya yang diperlukan untuk membuat daya 100 W yaitu harus dapat mencapai tegangan 40 V dan arus 5 A. Maka komponen yang digunakan memerlukan disipasi daya yang harus sesuai, untuk itu diperlukan perhitungan disipasi daya menggunakan rumus 2.18 yaitu $P_Q = \frac{P_i - P_o}{2}$, karena nilai P_i belum diketahui, maka gunakan rumus 2.16;

$$P_i(dc) = 40 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 200 \text{ W}$$

sehingga disipasi daya maksimum adalah 50 W. Dengan efisiensi $\% \eta = \frac{100}{200} \times 100\% = 50\%$. **Gambar 3.15** merupakan hasil perancangan penguat akhir.



Gambar 3.15 Rangkaian Penguat Akhir

B. Perhitungan VAS

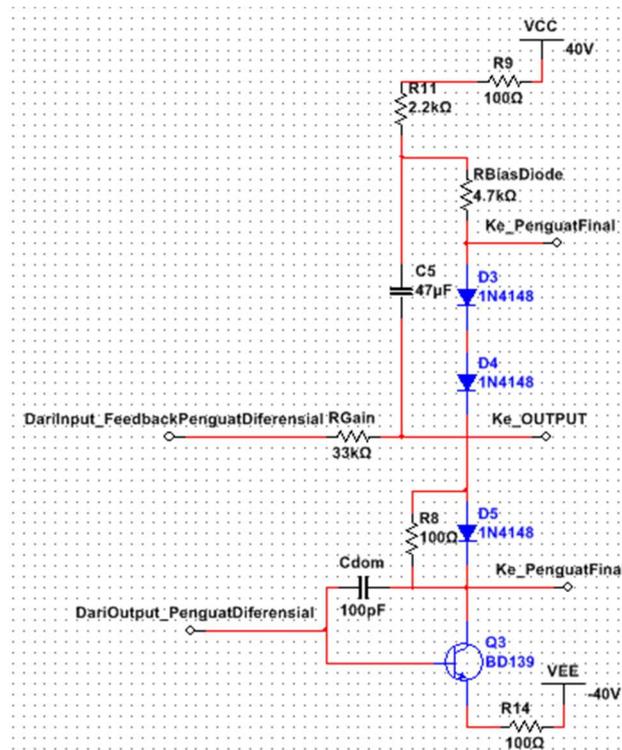
VAS merupakan hal yang fundamental, karena akan meloloskan arus ke *driver* dan penguat akhir, sehingga arus yang diloloskan harus cukup dan jangan terlalu besar. Karena jika arus terlalu besar akan mengakibatkan tegangan menaik, dan didalam sistem *audio* itu tidak dianjurkan, karena dapat menimbulkan *noise* yang cukup besar. Pada kaki kolektor VAS harus menghasilkan arus sebesar 10 mA, maka digunakan biasing dioda dengan nilai sebesar 2,1 mV untuk meminimalisir *ripple* pada sinyal *output*, jika V_d untuk 1 dioda 1n4002 sebesar 0,7 V, maka diperlukan 3 dioda yang sama yang dipasang secara seri. Untuk nilai R yang dibutuhkan dapat menggunakan rumus pada 2.12.

$$R = \frac{40 V - 2,1V}{10 mA} = 3,8 k\Omega$$

Karena dipasaran nilai untuk resistor 3k8 tidak ada kecuali resistor variable, maka yang paling mendekati adalah 4k7. Untuk penguatan VAS jika arus pada kolektor sudah sesuai, dan jika penguat akhir yang digunakan adalah darlington, dengan nilai $R_E = 100\Omega$ dan nilai $\beta = 11200$, maka lihat rumus 2.13 sebagai berikut.

$$G = \frac{32000}{100} = 320x$$

Gambar 3.16 merupakan hasil dari perancangan VAS.



Gambar 3. 16 Rangkaian VAS

C. Perhitung pada bagian penguat diferensial

Pada **Gambar 2.2** diperlihatkan mengenai skema umum dari penguat diferensial, dari gambar tersebut terdapat 3 buah transistor PNP, kali ini transistor yang digunakan adalah A564, penguat diferensial yang dirancang menggunakan jenis *Tail Constan Current* arus pada *tail* AC dapat dihitung jika diketahui frekuensi maksimal audio = 20 KHz , $C_{dom} = 100 \text{ pF}$ dan $V_{pk} = V_{cc} = 40\text{v}$. Maka nilai $\omega = 2.3,14.20000 = 125600$, dengan menggunakan rumus 2.8.

$$i_{tail} = 125600. 10^{-10}. 40 = 0,5 \text{ mA}$$

Pada **Gambar 2.5** ditunjukkan bahwa nilai I_{tail} dc yang baik pada penguat diferensial adalah $\pm 2 \text{ mA}$, untuk mendapatkan nilai resistansi agar arus yang mengalir sesuai, digunakan metode *constant current bias* dengan catatan

karakteristik dioda harus sama dengan transistor yang digunakan, sehingga jika diperlukan arus yang mengalir ke emiter sebesar 2 mA dan $V_D = 0,7 \text{ V}$ maka $R_E = \frac{0,7V}{2 \text{ mA}} = 350\Omega$. Karena nilai tersebut untuk resistor jenis fix tidak ada dipasaran, maka dapat menggunakan 470Ω atau 560Ω .

Sebelum menghitung penguatan makan resistansi dalam dari kaki emiter penguat diferensial harus dihitung dimana $r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{2 \text{ mA}/2} = 25\Omega$ dan $\beta_{vas} = 100$. Sehingga penguatan dapat dicari dengan rumus 2.9 sebagai berikut.

$$AD = -\frac{1K // (100 \cdot 25\Omega)}{2(25\Omega + 350\Omega)} = -0,128$$

dari perhitungan penguatan diatas maka dapat dicari tegangan output dengan rumus 2.10 berikut dengan asumsi bahwa nilai input audio sebesar 200 mV.

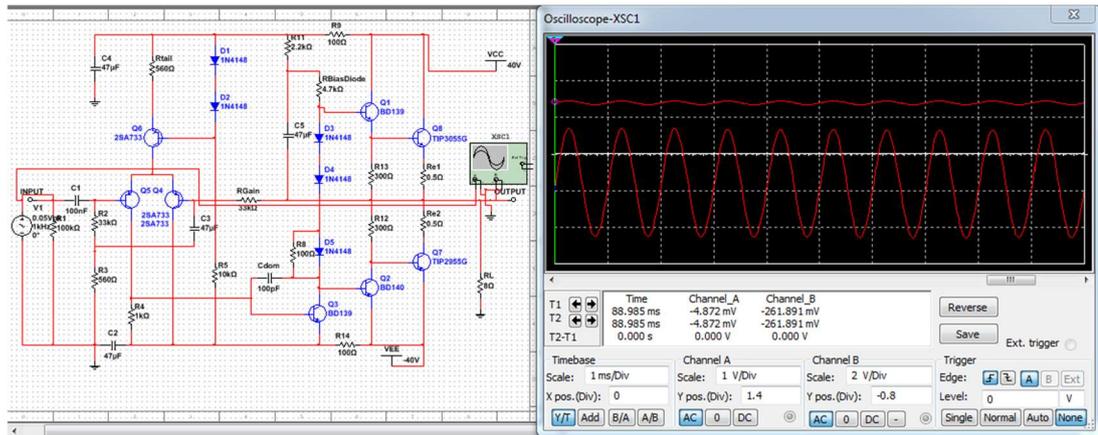
$$v_{out} = 50 \text{ mV} \cdot -0,128 = 6,4 \text{ mV}$$

terlihat terjadi atenuasi pada v_{out} penguat diferensial, karena fungsi dari penguat diferensial adalah untuk mengatenuasi. Karena jika sinyal *input* terlalu besar akan mengakibatkan cacat pada sinyal *output* pada penguat akhir. karena itu dapat dihitung juga impedansi input dengan melihat datasheet bahwa nilai $\beta = 140$. Maka dapat menggunakan rumus 2.11;

$$Z_i = 2 \cdot 140 \cdot 560\Omega = 156,8 \text{ K}\Omega$$

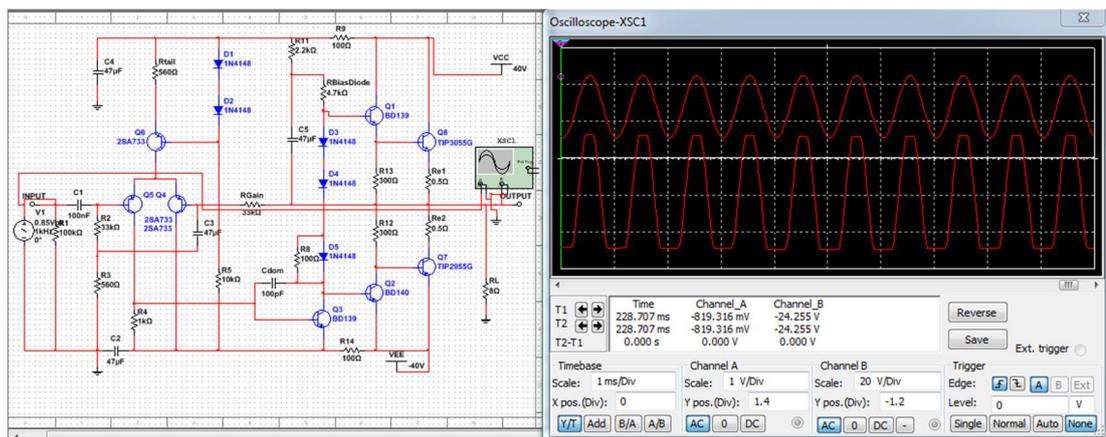
nilai impedansi input cukup besar dikarenakan mengatasi lonjakan arus berlebih yang diakibatkan oleh *short circuit*, agar rangkaian tidak langsung terbakar.

Gambar 3.17 adalah desain rangkaian penguat diferensial *Common-mode Operation -CM* yang telah dirancang.

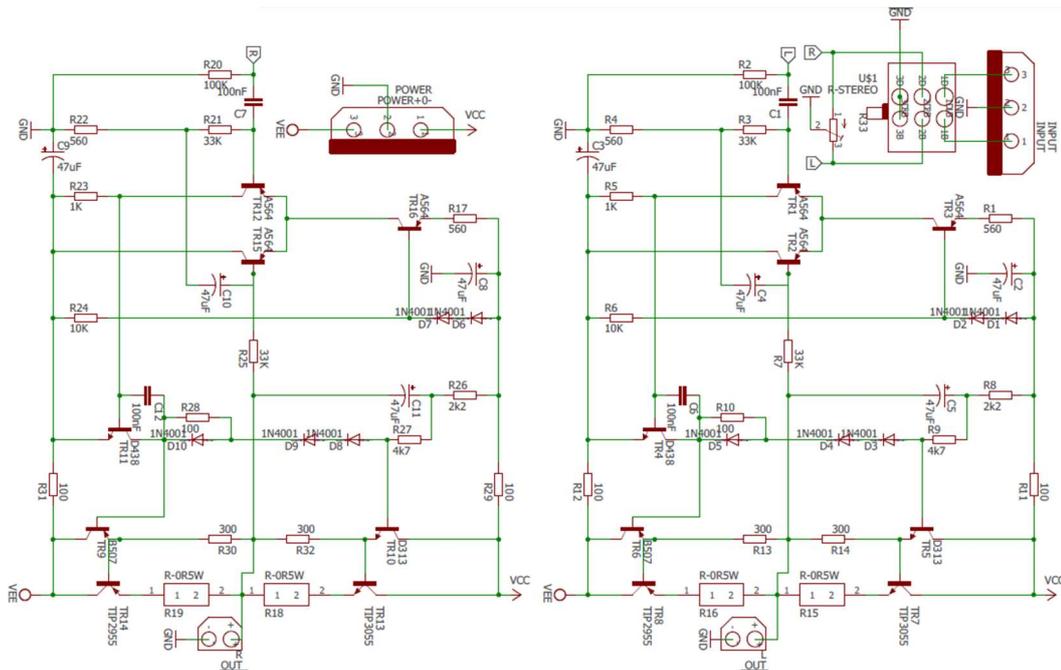


Gambar 3. 18 Simulasi pada saat $V_{in} = 50 \text{ mV}$ dan $F = 1 \text{ KHz}$ pada hasil simulasi dengan tegangan input yang tertera di osiloskop bernilai 48,180 mV dan serta tegangan output bernilai 2,628 V. Maka penguatannya adalah sebesar 54x.

Lalu dilakukan simulasi dengan tegangan maksimum yang membuat sinyal keluarannya menjadi cacat, pada simulasi sinyal keluaran yang cacat terjadi ketika tegangan input bernilai $\geq 850 \text{ mV}$ dengan frekuensi 1 KHz, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.19**.

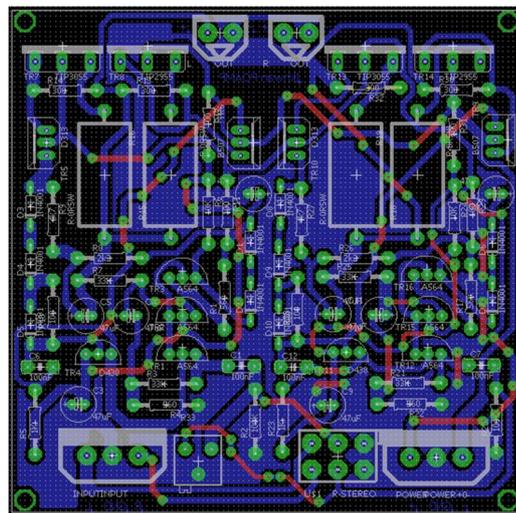


Gambar 3. 19 Simulasi pada saat $V_{in} = 850 \text{ mV}$ dan $F = 1 \text{ KHz}$



Gambar 3. 20 Rangkaian *Power Amplifier Stereo* Kelas AB

Jika skematik sudah dirancang, maka tahap selanjutnya adalah membuat layout untuk PCB. Tidak jauh dari rangkaian pada **Gambar 3.20**, pembuatan jalur tinggal mengikutinya. **Gambar 3.21** merupakan *layout poamp* kelas AB.



Gambar 3. 21 *Layout PCB PoAmp* Kelas AB

Maka jida kedua tahapan pada **Gambar 3.20** dan **Gambar 3.21** sudah dilakukan. Selanjutnya cetak kedalam bentuk fisik. **Gambar 3.22** merupakan PCB setelah dicetak dan dipasang komponen.



Gambar 3. 22 PCB PoAmp Kelas AB

3.4.1.4 Perhitungan THD

THD dapat dihitung sesuai dengan frekuensi kerja yang dibuat, frekuensi audio bekerja dari 20 Hz s.d 20 KHz. Pada perancangan *fix equalizer*, frekuensi kerja dibatas hanya sampai 17 KHz, dan frekuensi fundamental yang digunakan pada perhitungan dan simulasi adalah 1 KHz. Perhitungan untuk THD tidak bisa dilakukan tanpa ada data hasil pengukuran, sehingga perhitungan ini akan dibahas lebih lanjut pada BAB IV, berikut dengan perhitungan SNR.

3.4.1.5 Perhitungan Tingkat Kebisingan Suara

Dalam sistem *audio* tingkat kebisingan suara sangat diperlukan untuk kenyamanan dan keamanan telinga pendengarnya. *Level* intensitas kebisingan suara dapat dilihat pada referensi di **Tabel 2.2**. Ketika berada di suatu ruangan yang memiliki luas 5 m² dan daya yang dikeluarkan dari sistem audio adalah $P_{max} = 100$ watt, maka harus dihitung dengan menggunakan rumus 2.28 dan 2.27, untuk

memastikan apakah aman atau tidak untuk pendengaran manusia. Perhitungannya sebagai berikut.

$$I = \frac{100 \text{ Watt}}{5 \text{ m}^2} = 20 \text{ W/m}^2$$

maka level intensitas kebisingannya adalah sebagai berikut;

$$L_1(\text{dB}) = 10 \log \left(\frac{20 \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} \right) \text{dB} = 133 \text{ dB}$$

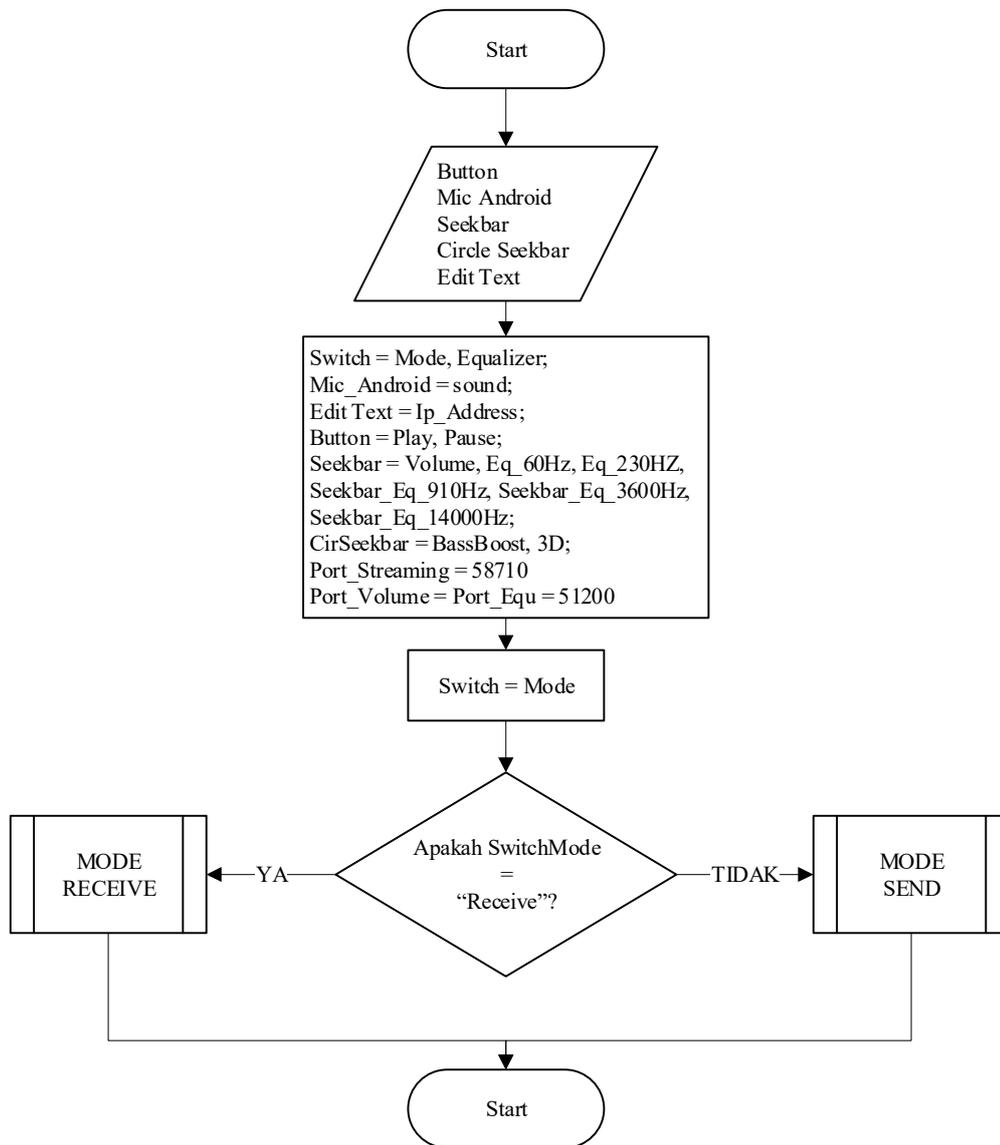
Jika melihat tabel 2.2 dengan level 133 dB maka berada di zona batas ambang sakit telinga, sehingga membahayakan bagi kesehatan telinga manusia, lebih baik dihindari memutar musik dengan daya maximal 100 watt pada ruangan seluas 5 m².

3.4.2 Perancangan *Software*

Perancangan *software* adalah pembuatan aplikasi dan program yang akan digunakan bersamaan dengan *hardware*. Perancangan *software* meliputi, pembuatan algoritma, pembuatan *coding*/program, dan aplikasi. Berikut adalah penjelasan mengenai perancangan *software*.

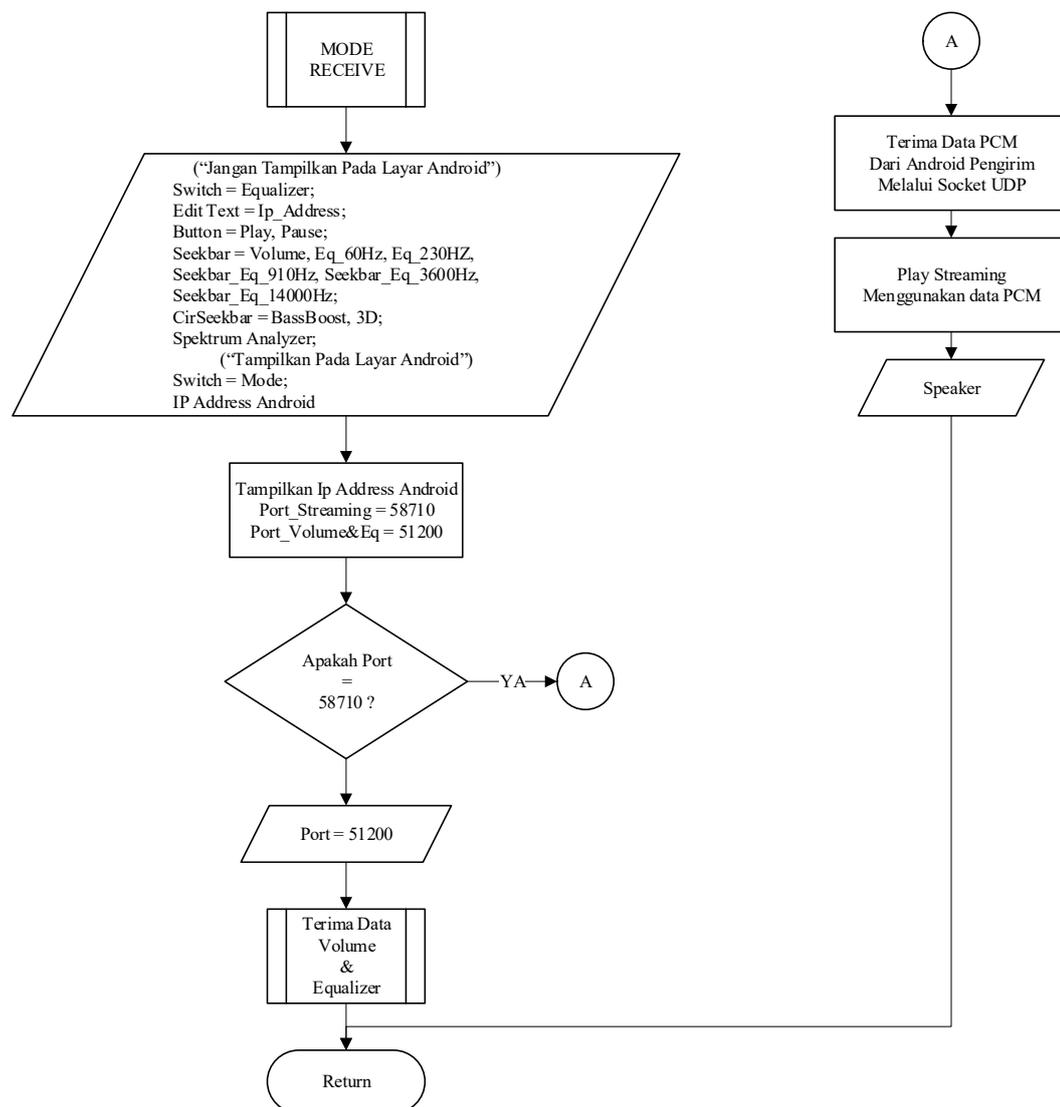
3.4.2.1 *Flowchart*

Flowchart merupakan tahapan – tahapan dalam pembuatan suatu sistem atau program, yang biasanya berupa susunan tertulis atau berupa diagram alir (*flowchart*) yang menunjukkan alur kerja dari keseluruhan sistem, baik dari pembuatan program pada *hardware*, maupun pembuatan aplikasi pada Android. Untuk *Flowchart* di bagian android pengirim dapat dilihat pada **Gambar 3.23**.

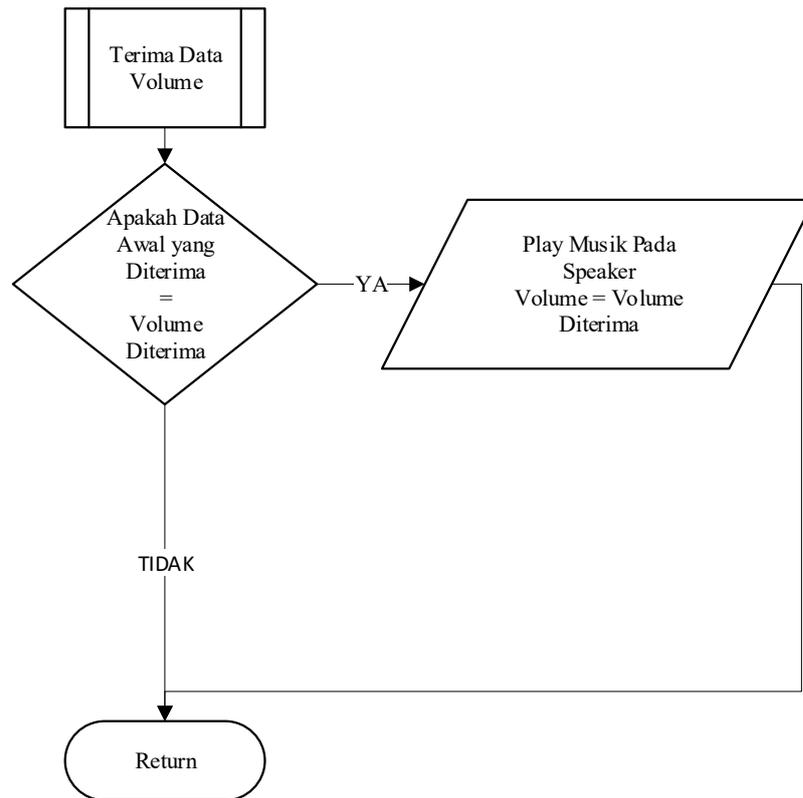


Gambar 3. 23 Flowchart Keseluruhan Aplikasi

Pada bagian Android *mode send* semua *button* difungsikan untuk mengirimkan data ke android penerima saja, jadi ketika di tekan tidak akan berpengaruh pada android pengirim. Sedangkan pada bagian Android *mode receive*, hanya menampilkan Ip Address saja. Yang nantinya digunakan untuk *pairing* antara android pengirim dan penerima. Untuk *Flowchart* android bagian penerima dapat dilihat pada **Gambar 3.24**.



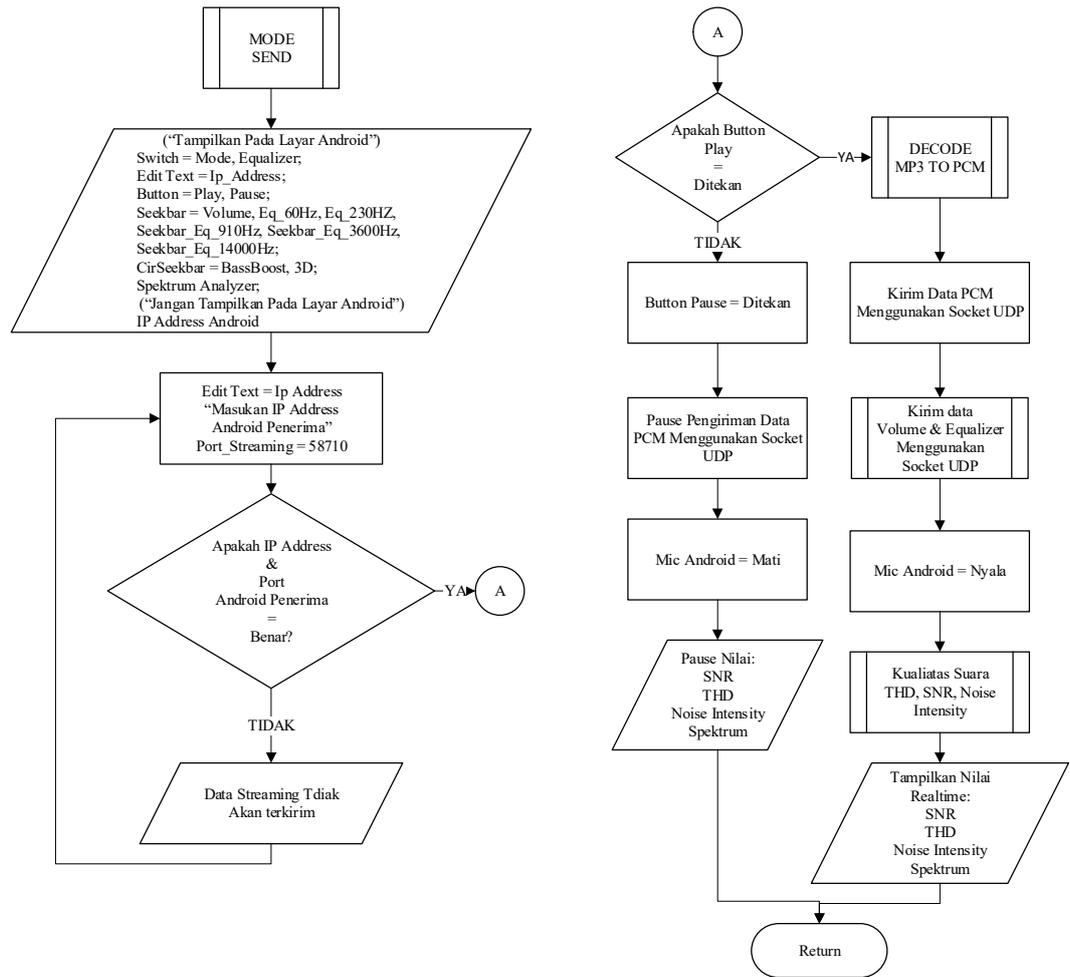
Gambar 3. 24 *Flowchart Mode Receive*



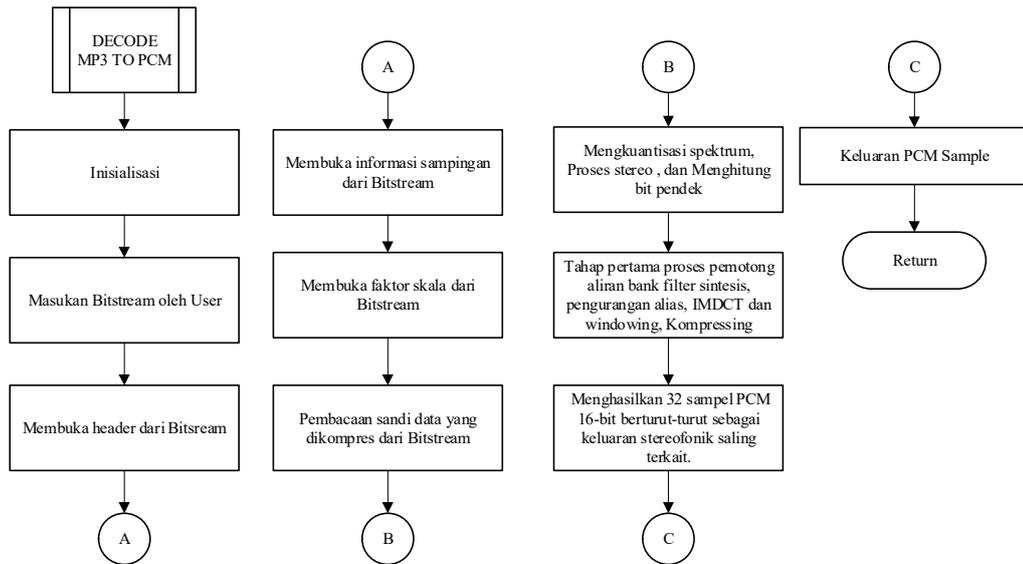
Gambar 3. 25 *Sub Mode Receive Terima Data Volume*

Pada **Gambar 3.24** dan **Gambar 3.25** itu berkaitan satu sama lain, dimana fungsi utama dari mode penerima yaitu tidak melakukan pengolahan data apapun. Mode penerima hanya menerima data lalu langsung mengeksekusi data yang diterima.

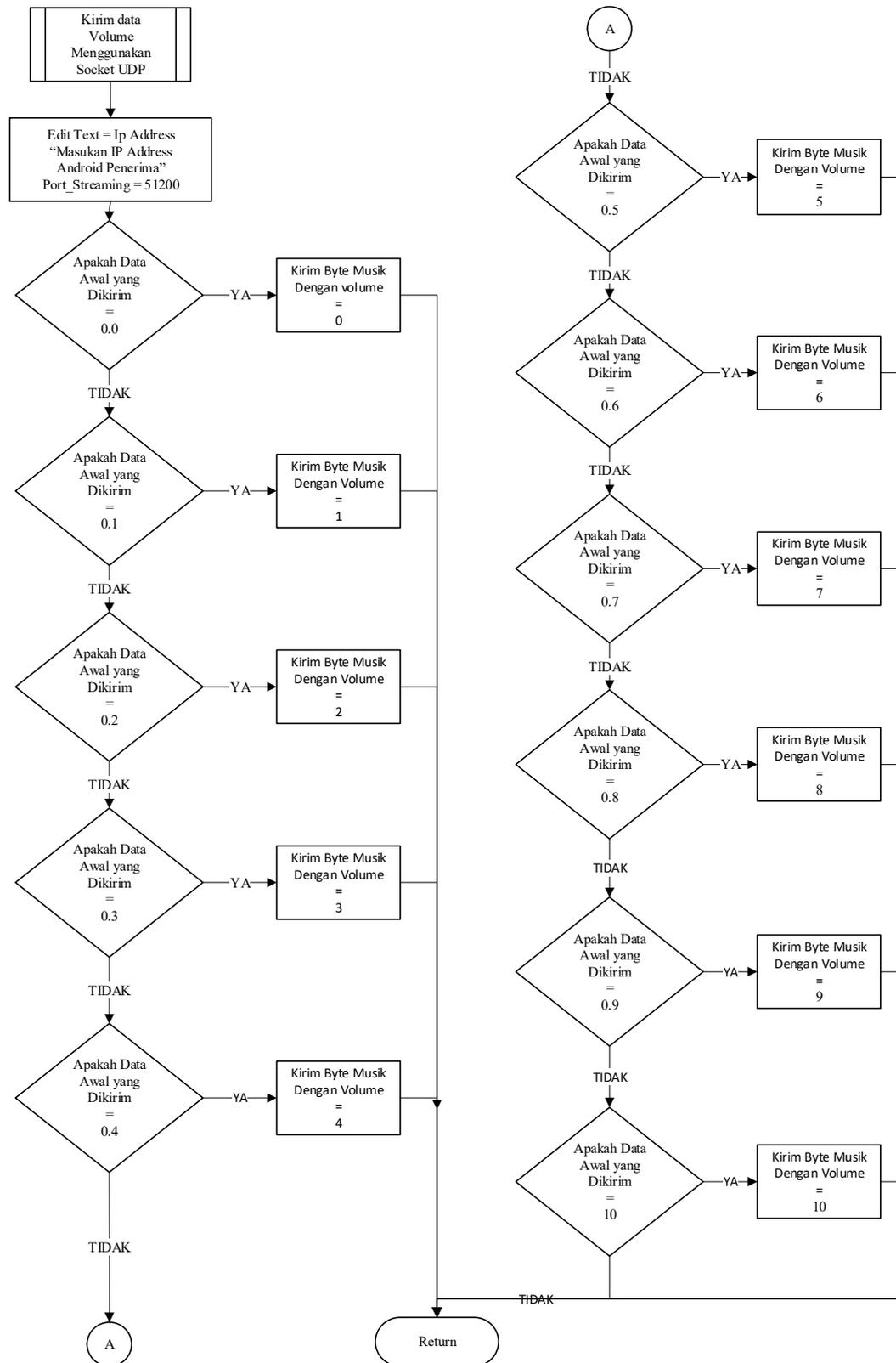
Pengolahan data dilakukan di *mode send*, karena berhubungan langsung dengan user. Oleh karena itu proses dan fitur pada mode ini cukup banyak. Seperti yang terlihat pada **Gambar 3.26**.



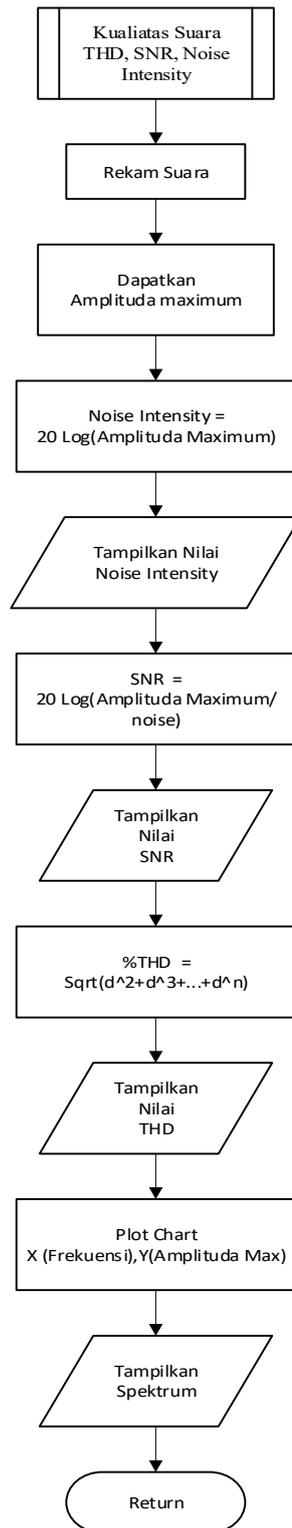
Gambar 3. 26 Flowchart Mode Send



Gambar 3. 27 Sub Program Mode Send Decode MP3 to PCM



Gambar 3. 28 Sub Program Mode Send Mengirim Data Volume Menggunakan Socket UDP



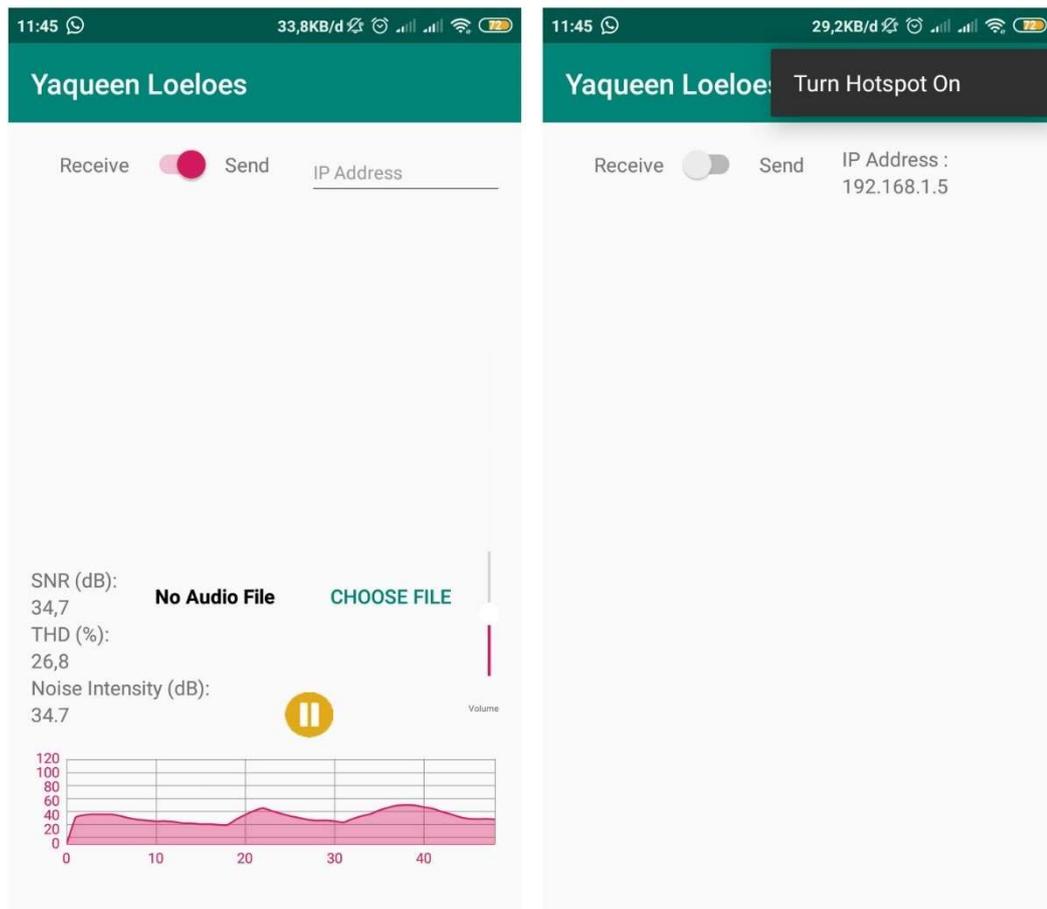
Gambar 3. 29 *Sub Program Mode Send Tampilan Kualitas Suara THD, SNR, Noise Intensity*

3.4.2.2 Aplikasi pada Android

Aplikasi yang di buat dengan menggunakan aplikasi android studio ini berfungsi untuk menampilkan menu pengukur *audio*, seperti THD, SNR, dan Intensitas kebisingan. Aplikasi dibuat menjadi satu aplikasi saja, dimana terdapat *switch mode* yang berfungsi untuk menjadikan android tersebut sebagai pengirim atau penerima.

Pada mode pengirim diperuntukan untuk *user* sehingga semua fitur disimpan di mode pengirim. Proses pengkoneksian antar device dilakukan hanya dengan memasukan alamat ip penerima saja, dengan koneksi jaringan yang sama. Maka dari itu proses pemilihan file, kualitas pengukuran suara seperti android studio ini berfungsi untuk menampilkan menu pengukur *audio*, seperti THD, SNR, dan Intensitas kebisingan disimpan di *mode* ini. Adapun grafik yang menunjukkan frekuensi terhadap intensitas kebisingan suara.

Sedangkan di mode penerima hanya terdapat alamat ip saja, untuk dimasukan di pengirim agar dapat berkomunikasi antar device untuk proses streaming. Pada mode ini juga terdapat fitur hotspot, yang bertujuan bila tidak ada router, perangkat android penerima akan memancarkan koneksi sendiri. Sehingga pengirim dapat masuk ke jaringan penerima dan dapat berkomunikasi. Pada **Gambar 3.30** gambar kiri menunjukkan aplikasi pada android untuk mode send, dan gambar sebelah kanan menunjukkan aplikasi android mode penerima.



Gambar 3. 30 Tampilan Aplikasi Pengirim dan Penerima *Audio*