

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengembangan media pembelajaran Sistem Audio dengan *Troubleshooting* pada mata kuliah Sistem Audio ini menggunakan metode penelitian ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*) yang dikemukakan oleh Robert Maiebe Branch (2009). Berikut tahapan-tahapan hasil penelitian yang telah dilakukan :

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis dilaksanakan dengan mengumpulkan informasi melalui observasi dan wawancara langsung yang terkait dengan mata kuliah sistem audio di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika. Berikut merupakan hasil dari tahap analisis :

a. Analisis permasalahan yang ada pada proses pembelajaran

Pembelajaran mata kuliah sistem audio masih belum berjalan efektif. Mahasiswa kesulitan dalam memahami materi yang telah dijelaskan pada mata kuliah sistem audio. Hal ini disebabkan karena beberapa media pembelajaran yang sudah ada tidak berfungsi dengan baik.

b. Analisis tujuan dan kompetensi dasar pada mata kuliah sistem audio

Berdasarkan pada RPS beberapa capaian pembelajaran mata kuliah sistem audio adalah mampu mengidentifikasi karakteristik penguat awal, penguat daya, pengatur nada dan menguasai setting audio. Tujuan dan kompetensi dasar yang

dikembangkan pada capaian pembelajaran tersebut mengalami kendala dalam penggunaan media pembelajaran. Dalam proses pembelajaran materi tersebut mahasiswa jarang menggunakan media pembelajaran yang sudah ada, mahasiswa masih menggunakan komponen-komponen terpisah dengan merangkai sendiri pada *project board*.

c. Analisis fasilitas penunjang pembelajaran

Berdasarkan hasil pengamatan, permasalahan yang terjadi pada fasilitas penunjang pembelajaran mata kuliah sistem audio yaitu beberapa trainer lama yang sudah ada masih sederhana dan sering kali trainer tidak berfungsi dengan baik. Trainer tersebut bahkan kurang terawat, sehingga ditemui beberapa bagian trainer dalam kondisi rusak dan berdebu.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan dilaksanakan setelah permasalahan yang terjadi pada pembelajaran mata kuliah sistem audio didapatkan melalui hasil tahap analisis. Tahap-tahap perancangan yang dilakukan antara lain:

a. Cakupan materi trainer dan jobsheet sistem audio

Setelah melakukan analisis terhadap tujuan dan kompetensi dasar mata kuliah sistem audio, selanjutnya dapat ditentukan materi yang dikembangkan pada trainer dan jobsheet dalam penelitian ini. Cakupan materi tersebut antara lain adalah penguat awal, penguat daya, pengatur volume, nada, dan balance, serta setting audio. Dari setiap materi tersebut kemudian dijabarkan ke dalam beberapa tujuan praktikum yang disusun pada jobsheet dan disesuaikan dengan trainer yang dikembangkan. Berikut adalah tabel cakupan materi yang akan dikembangkan:

Tabel 1. Cakupan Materi Media Pembelajaran

Minggu ke-	Capaian Pembelajaran	Pokok Bahasan
2	Mengidentifikasi karakteristik penguat awal pada penguat audio	Penguat awal (pre amplifier)
3	Mengidentifikasi karakteristik penguat daya pada penguat audio	Penguat daya (power amplifier)
4	Mengidentifikasi fungsi pengatur	volume, nada, balance
6	Menguasai penggunaan loudspeaker sesuai dengan spesifikasinya	pengaman loudspeaker (protector speaker)
11, 12	Menguasai setting audio	Setting audio

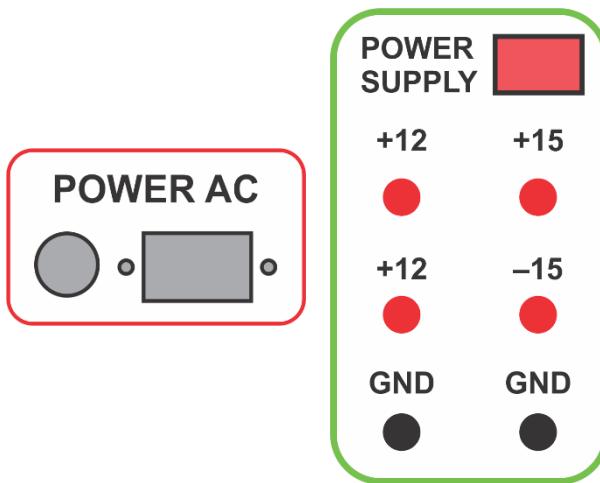
b. Desain trainer sistem audio

Pengembangan trainer disesuaikan berdasarkan analisis kebutuhan mata kuliah sistem audio di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Berdasarkan hasil analisis, trainer yang dibutuhkan adalah trainer yang terpadu dan mampu memberikan pemahaman lebih mudah bagi mahasiswa, sehingga juga dapat membekali mahasiswa agar siap mengajar materi sistem audio di SMK nantinya.

Trainer sistem audio tersusun dari blok power, blok input, blok rangkaian dan blok output. Trainer terdiri dari 5 rangkaian sistem audio, yaitu rangkaian preamp mic, tone control, mixer audio, amplifier OCL, dan protektor speaker. Pengembangan trainer sistem audio ini dilengkapi dengan titik pengukuran dan simulasi kerusakan (*troubleshooting*) pada bagian komponen aktif yang terdapat pada setiap rangkaian. Berikut ini merupakan desain visualisasai dari setiap rangkaian yang akan tercetak pada permukaan trainer :

1) Blok Power

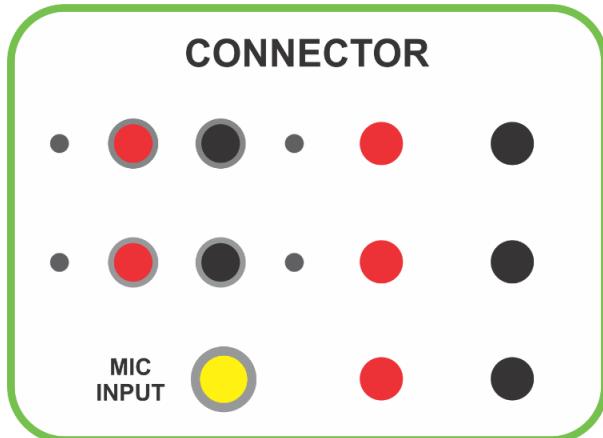
Blok power terdiri dari blok power AC dan blok power supply. Blok power AC merupakan blok yang dihubungkan dengan menggunakan kabel power ke sumber listrik tegangan AC 220 volt. Blok ini akan terhubung pada rangkaian power supply. Blok power supply tersusun dari rangkaian power supply asimetris 12 volt dan simetris 15 volt. Blok ini digunakan sebagai sumber tegangan DC rangkaian-rangkaian yang ada pada trainer sistem audio.



Gambar 1. Desain Blok Power AC dan Blok Power Supply

2) Blok Input

Blok input merupakan blok yang akan digunakan sebagai penghubung antara sumber input dengan konektor. Blok input (konektor) terdiri dari 2 pasang socket RCA dan 1 socket mic TOA. Connector socket RCA digunakan untuk menghubungkan input rangkaian ke mp3/laptop/handphone dengan menggunakan kabel RCA. Dan connector socket mic TOA digunakan untuk menghubungkan input rangkaian ke mikrofon.

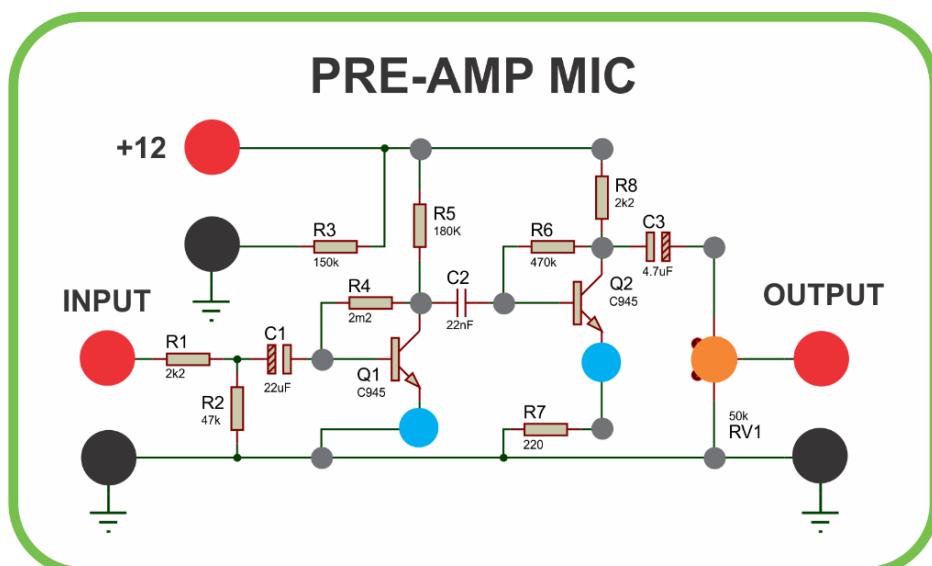


Gambar 2. Desain Blok Connector

3) Blok Rangkaian

a) Blok Preamp Mic

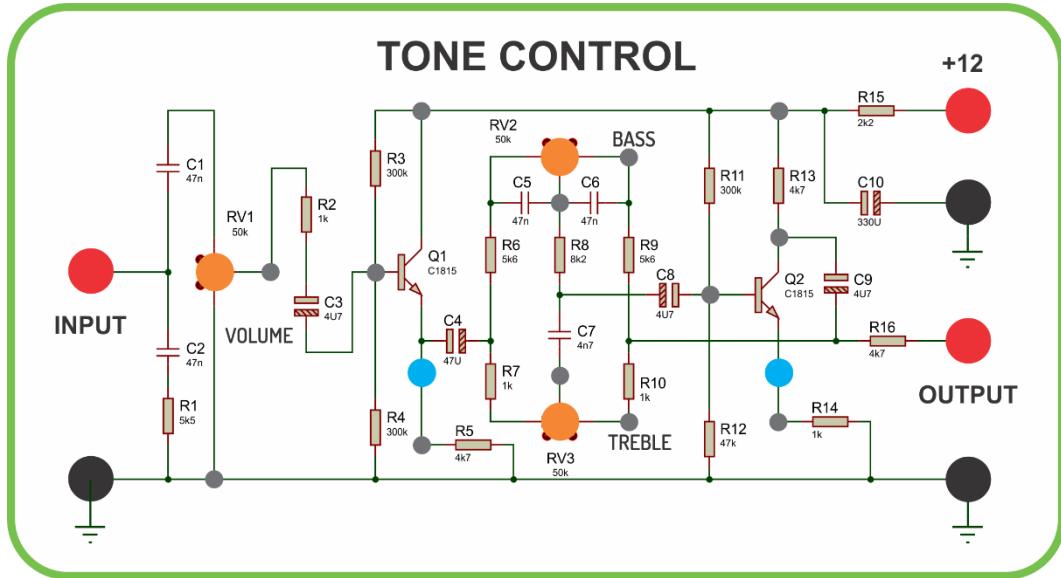
Rangkaian preamp mikrofon merupakan rangkaian yang digunakan untuk menguatkan sinyal masukan dari mikrofon yang kemudian akan diteruskan ke amplifier. Blok preamp mic menggunakan sumber tegangan asimetris 12 volt. Blok ini dilengkapi dengan 2 toggle switch troubleshooting, 9 titik pengukuran, dan 1 potensiometer sebagai pengubah sinyal output.



Gambar 3. Desain Blok Preamp Mic

b) Blok Tone Control

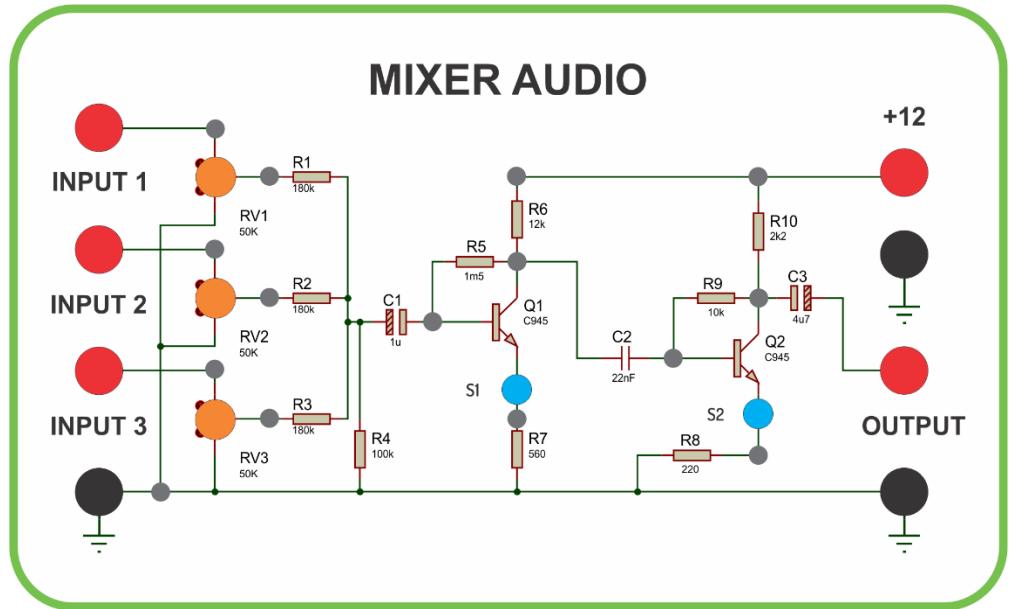
Rangkaian tone control merupakan rangkaian yang digunakan untuk mengatur ukuran nada bass, treble, dan volume. Blok tone control menggunakan sumber tegangan asimetris 12 volt. Blok ini dilengkapi dengan 2 toggle switch troubleshooting, 13 titik pengukuran, dan 3 potensiometer sebagai pengatur nada.



Gambar 4. Desain Blok Tone Control

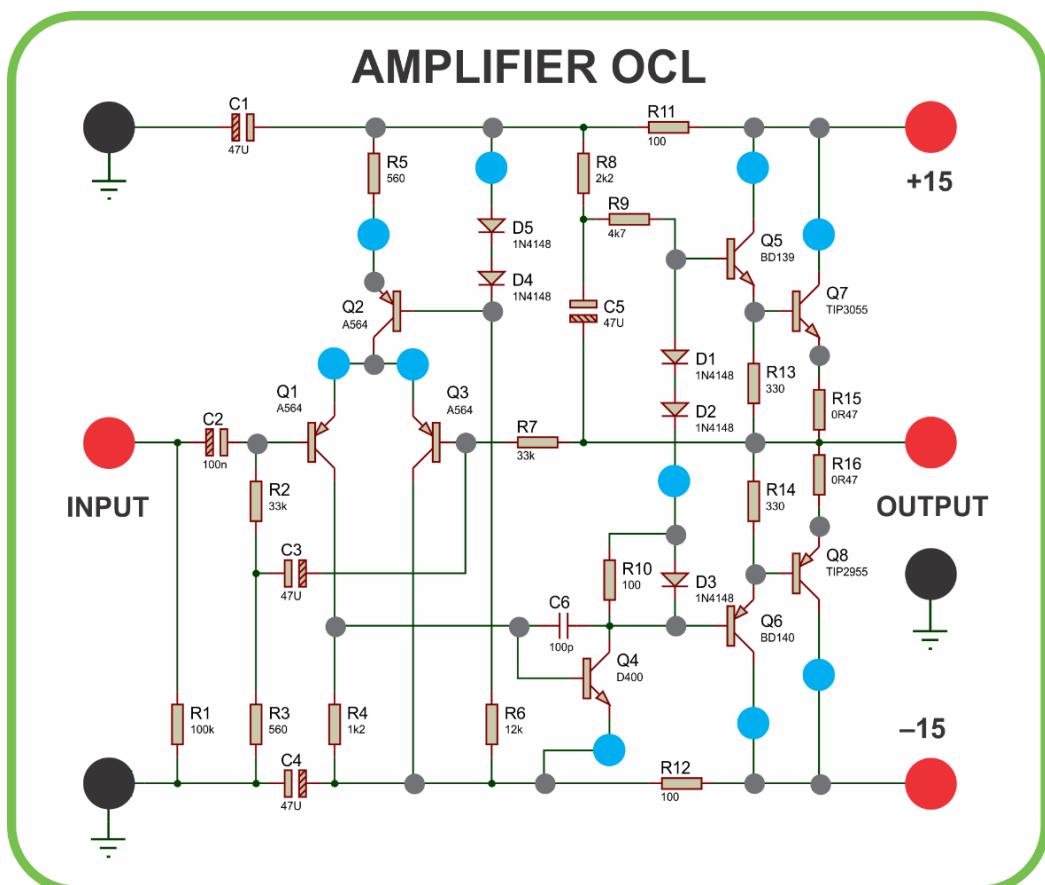
c) Blok Mixer Audio

Rangkaian mixer audio merupakan rangkaian untuk mencampur beberapa sinyal masukan dengan tanpa saling mempengaruhi. Blok mixer audio menggunakan sumber tegangan asimetris 12 volt. Blok ini dilengkapi dengan 2 toggle switch troubleshooting, 15 titik pengukuran, dan 3 potensiometer sebagai pengatur sinyal masukan tiap channel.



Gambar 5. Desain Blok Mixer Audio

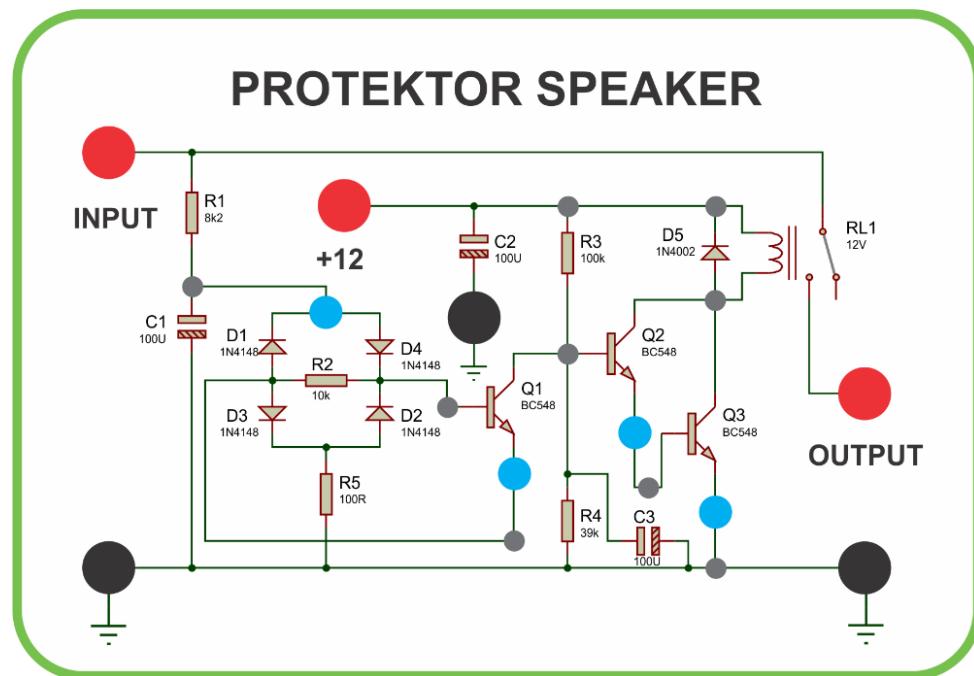
d) Blok Amplifier OCL



Gambar 6. Desain Amplifier OCL

Amplifier atau power amplifier merupakan perangkat untuk menguatkan sinyal audio setelah mengalami proses. Sinyal yang diterima akan dikuatkan untuk kemudian diumpulkan ke loudspeaker. Power amplifier *Output Capacitor Less* (OCL) merupakan salah satu jenis amplifier yang pada keluarannya tanpa kapasitor tambahan antara rangkaian penguat dengan speaker. Blok amplifier OCL menggunakan sumber tegangan simetris 15 volt. Blok ini dilengkapi dengan 10 toggle switch troubleshooting dan 23 titik pengukuran.

e) Blok Protektor Speaker

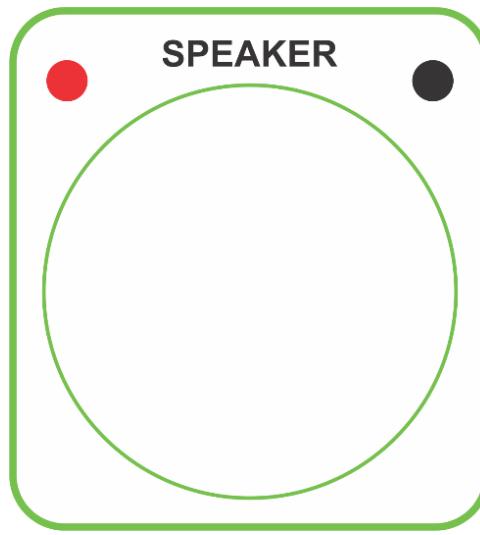


Gambar 7. Desain Protektor Speaker

Protektor speaker merupakan rangkaian yang berfungsi untuk melindungi speaker dari kerusakan akibat tegangan DC yang masuk dari rangkaian penguat daya audio. Blok protektor speaker menggunakan sumber tegangan asimetris 12volt. Blok ini dilengkapi dengan 4 toggle switch troubleshooting, 9 titik pengukuran.

4) Blok Output

Blok output merupakan blok yang digunakan sebagai hasil keluaran rangkaian sistem audio. Dalam trainer ini output merupakan sebuah speaker berukuran 3 inchi. Speaker nantinya digunakan sebagai keluaran suara yang dihubungkan dari output rangkaian amplifier OCL atau protektor speaker.

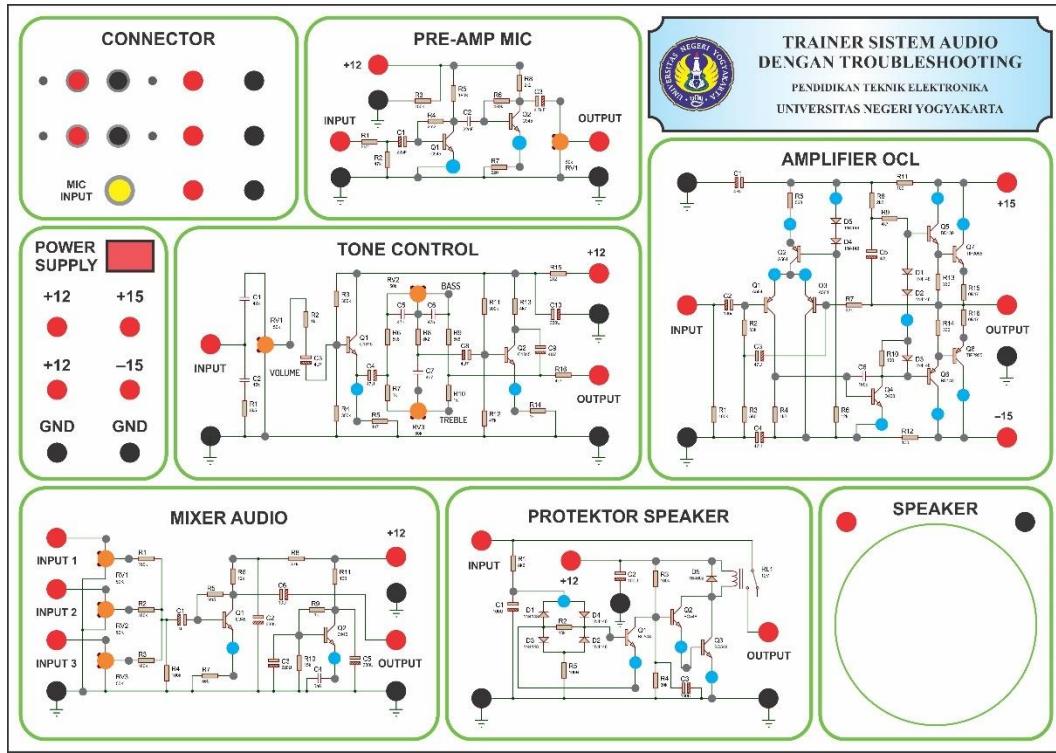


Gambar 8. Desain Blok Speaker

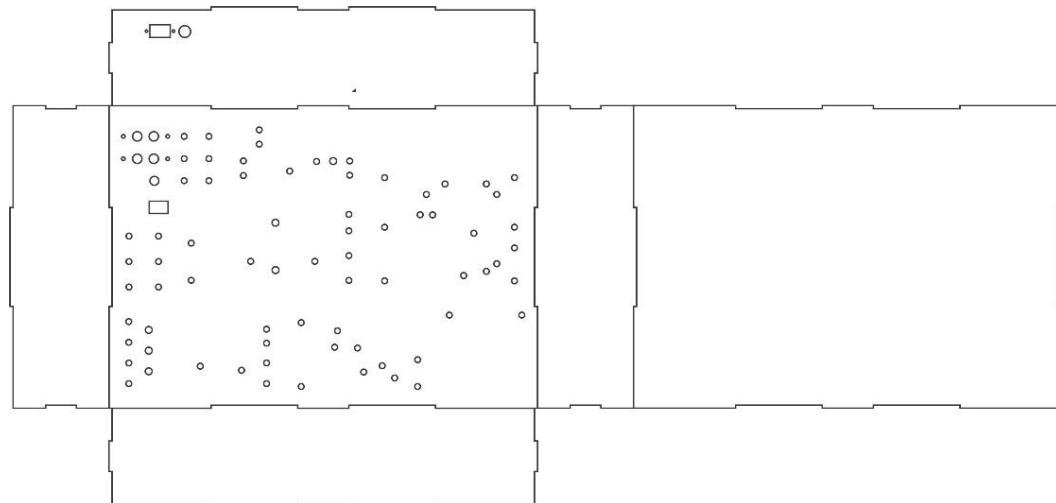
Berdasarkan desain blok tersebut, trainer sistem audio yang dibuat berbentuk balok dengan ukuran dimensi 42 cm x 29,7 cm x 10 cm, dengan menyesuaikan kebutuhan tata letak setiap blok. Dalam menghubungkan atau merangkai antar blok trainer ini menggunakan soket banana pada setiap blok rangkaian. Pada sistem simulasi kerusakan (*troubleshooting*) dalam trainer ini menggunakan komponen *toggle switch* 2 arah. Untuk titik-titik pengukuran pada setiap rangkaian menggunakan baut.

Material trainer yang dipakai adalah akrilik dengan ketebalan 3mm. Pada permukaan trainer digunakan stiker sebagai keterangan di setiap blok rangkaian yang disesuaikan dengan ukuran desain akrilik trainer. Pembuatan desain kerangka

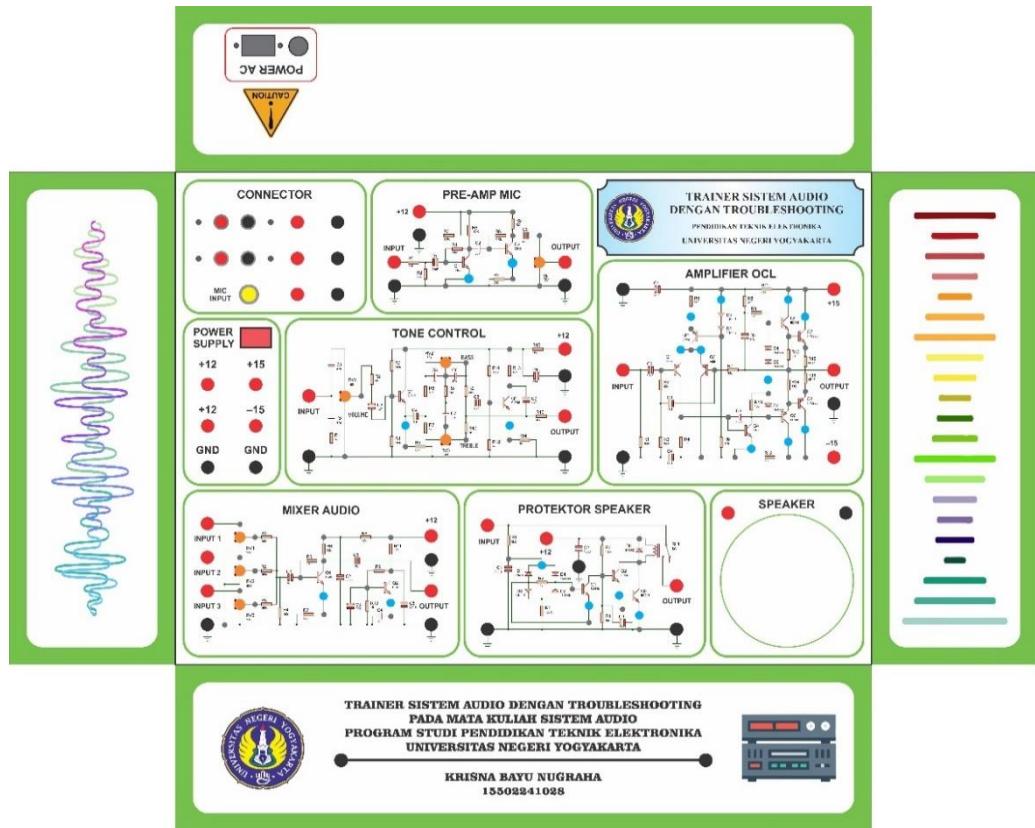
box dan stiker pada trainer ini menggunakan software *CorelDraw X7*. Berikut merupakan desain visualisasi dari trainer sistem audio :



Gambar 9. Desain Tata Letak Blok Trainer Sistem Audio



Gambar 10. Desain Akrilik Trainer Sistem Audio



Gambar 11. Desain Stiker Trainer Sistem Audio

Trainer sistem audio yang dibuat dilengkapi dengan manual book. Manual book trainer sistem audio dirancang dengan ukuran A5 (14,8 cm x 21 cm) posisi *layout orientation landscape*. Berikut merupakan desain manual book:



Gambar 12. Desain Sampul Manual Book

c. Desain jobsheet sistem audio

Jobsheet merupakan lembar kerja yang digunakan sebagai petunjuk praktikum. Pembuatan jobsheet sistem audio disesuaikan dengan trainer yang telah dibuat dan berdasarkan pada analisis kebutuhan materi pembelajaran sistem audio. Jobsheet yang dibuat ada enam, yaitu meliputi 1) Preamp Mic, 2) Tone Control, 3) Mixer Audio, 4) Amplifier OCL, 5) Protektor Speaker, dan 6) Setting Audio. Sistematika penyusunan masing-masing jobsheet antara lain adalah kompetensi, sub kompetensi, dasar teori, alat dan bahan, keselamatan kerja, langkah kerja, dan bahan diskusi. Berikut ini merupakan desain dari jobsheet trainer sistem audio :



Gambar 13. Desain Sampul Jobsheet Trainer Sistem Audio

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan merupakan tahapan realisasi pembuatan media pembelajaran dari hasil proses perancangan. Berikut merupakan langkah-langkah tahapan pengembangan media pembelajaran :

- a. Membuat trainer sistem audio

Dalam proses pembuatan trainer dimulai dari menganalisis kebutuhan trainer, kemudian realisasi bentuk fisik trainer, dan pengujian unjuk kerja trainer.

Berikut adalah penjelasan masing-masing tahap pembuatan trainer:

- 1) Analisis kebutuhan

Tujuan dari analisis kebutuhan adalah untuk mempersiapkan komponen-komponen yang akan digunakan dalam pembuatan trainer sistem audio. Tabel berikut merupakan daftar komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan trainer :

Tabel 2. Daftar Kebutuhan Komponen Trainer

No.	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Socket power ac	2 pin, 220 VAC	1
2	Fuse + holder	10 A, 220 VAC	1
3	Saklar power	On off , 220 VAC + indikator	1
4	Socket RCA	2 pin	2
5	Socket Mic TOA	1/4 inch (6,35 mm)	1
6	Socket Banana	Warna merah & hitam	47
7	Trafo CT step down	3A, 12 volt & 15 volt	1
8	Power Supply	simetris 15v & asimetris 12v	2
9	Baut + mur	2,5 mm & 2 mm	79
10	Toggle switch	2 arah, on off	20
11	Kapasitor	Mylar	7
		Elco	20

12	Resistor	1/4 watt	14
		1/2 watt	40
		5 watt, kapur	2
13	Potensiometer + Knop	50k ohm	7
14	Dioda	1N4148	9
		1N4002	1
15	Transistor	C945	4
		C1815	2
		BC548	3
		A564	3
		D400	1
		BD139 & BD140	1 psg
		TIP3055 & TIP2955	1 psg
16	Relay	12 volt	1
17	Led	Merah, 5mm	1
18	Speaker	3 inchi, 5 watt, 4 ohm	1

2) Realisasi Trainer

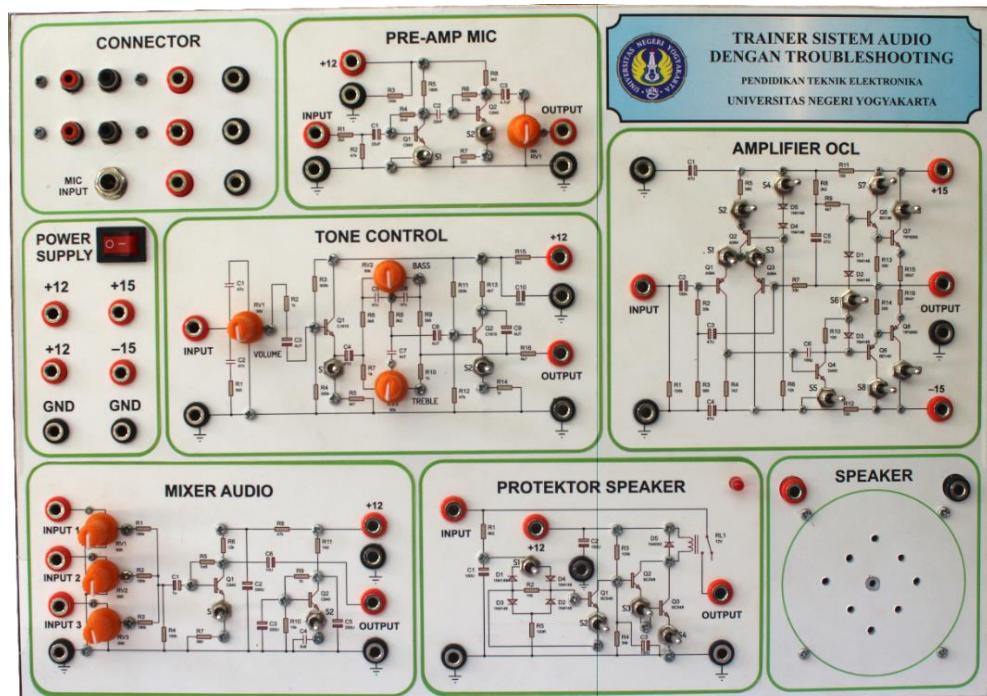
Realisasi trainer dilakukan setelah daftar komponen telah dibuat. Realisasi trainer diawali dengan pembuatan box trainer sesuai dengan desain perancangan. Pemotongan dan pembuatan lubang akrilik dilakukan dengan metode *laser cutting*. Hasil laser cutting akrilik selanjutnya dirangkai menjadi box trainer. Bagian atas, depan, belakang, samping kanan dan kiri dipasang secara permanen. Sedangkan bagian bawah box trainer dipasang menggunakan baut agar mudah dibuka tutup ketika melakukan pengecekan bagian dalam trainer.

Pemasangan stiker pada trainer dilakukan dengan teliti dan hati-hati. Terutama pada bagian atas permukaan trainer yang terdapat banyak lubang untuk pemasangan komponen. Pembuatan rangkaian trainer sistem audio dilakukan

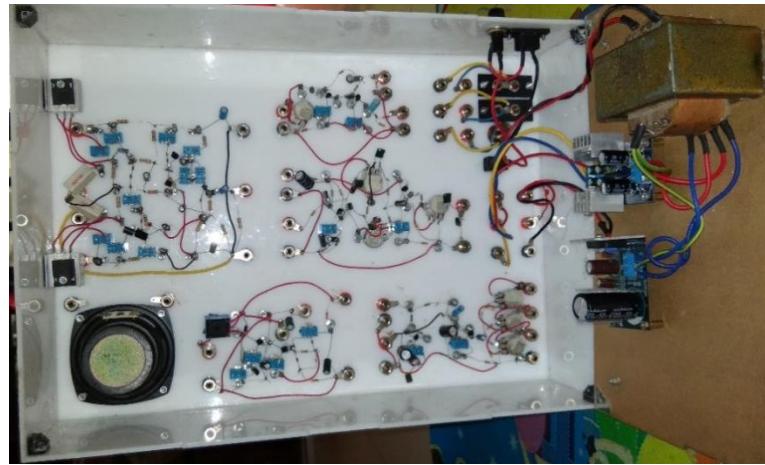
dengan merangkai langsung semua komponen pada box trainer. Penyelesaian akhir realisasi trainer dilakukan dengan mengecek seluruh sambungan pada rangkaian trainer. Berikut merupakan hasil realisasi trainer sistem audio:



Gambar 14. Trainer Sistem Audio Tampak Depan



Gambar 15. Trainer Sistem Audio Tampak Atas



Gambar 16. Trainer Sistem Audio Bagian Dalam

3) Pengujian Trainer

Setelah pembuatan trainer selesai, selanjutnya melakukan pengujian unjuk kerja trainer sistem audio. Pengujian trainer yang dilakukan adalah pengetesan fungsi kerja setiap blok rangkaian sistem audio yaitu power supply, connector input, preamp mic, tone control, mixer audio, amplifier OCL, protektor speaker dan speaker. Berikut hasil ujicoba masing-masing blok rangkaian selengkapnya:

a) Power supply

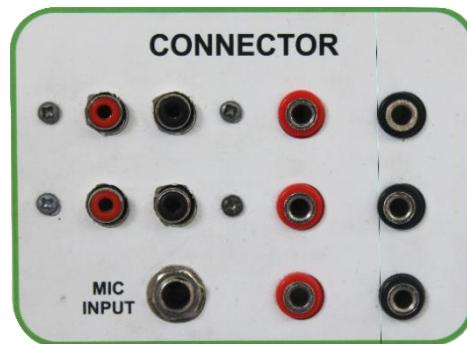


Gambar 17. Gambar Blok Power Supply

Tabel 3. Pengujian Blok Power Supply

Pengujian	Hasil
Saklar power	Indikator : 0 = Mati, 1= Menyala
Power supply asimetris 12 VDC	Tegangan : +11,75 V, +11,75 V, ground
Power supply simetris 15 VDC	Tegangan : +14,5 V, -15,8 V, ground

b) Connector input

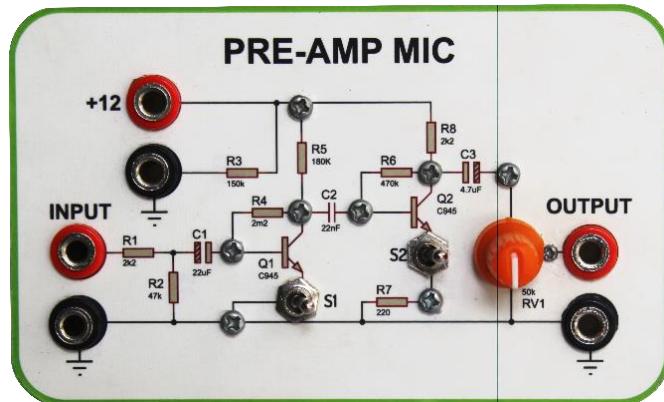


Gambar 18. Gambar Blok Connector Input

Tabel 4. Tabel Pengujian Connector Input

Pengujian	Keterangan
Input RCA 1	Mono, R + L = banana merah, ground = banana hitam
Input RCA 2	Mono, R + L = banana merah, ground = banana hitam
Input mic TOA	Mono, input = banana merah, ground = banana hitam

c) Preamp mic

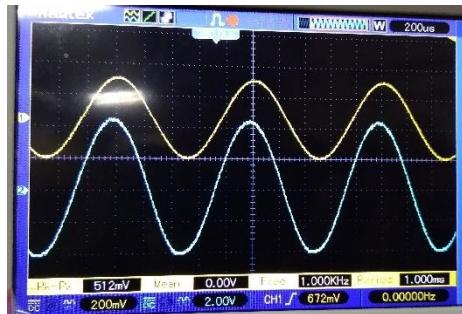


Gambar 19. Gambar Blok Preamp Mic

Tabel 5. Pengukuran Titik Kerja Transistor Preamp Mic

Titik Ukur	V_{CE} (Volt)	V_{BE} (Volt)	V_{BC} (Volt)
Q1	1.35	0.7	1.28
Perhitungan	2	0.7	1.3
Error	33%	0%	2%
Q2	4.61	0.64	3.85
Perhitungan	6.5	0.7	5.8
Error	29%	9%	34%

Penguatan Tegangan



Frekuensi Input = 1 KHz

V_{in} (kuning) = 2,5 x 200 mV

$$= 500 \text{ mV} = 0,5 \text{ Vpp}$$

V_{out} (biru) = 4,2 x 2 V

$$= 8,4 \text{ Vpp}$$

Gambar 20. Penguatan Preamp Mic

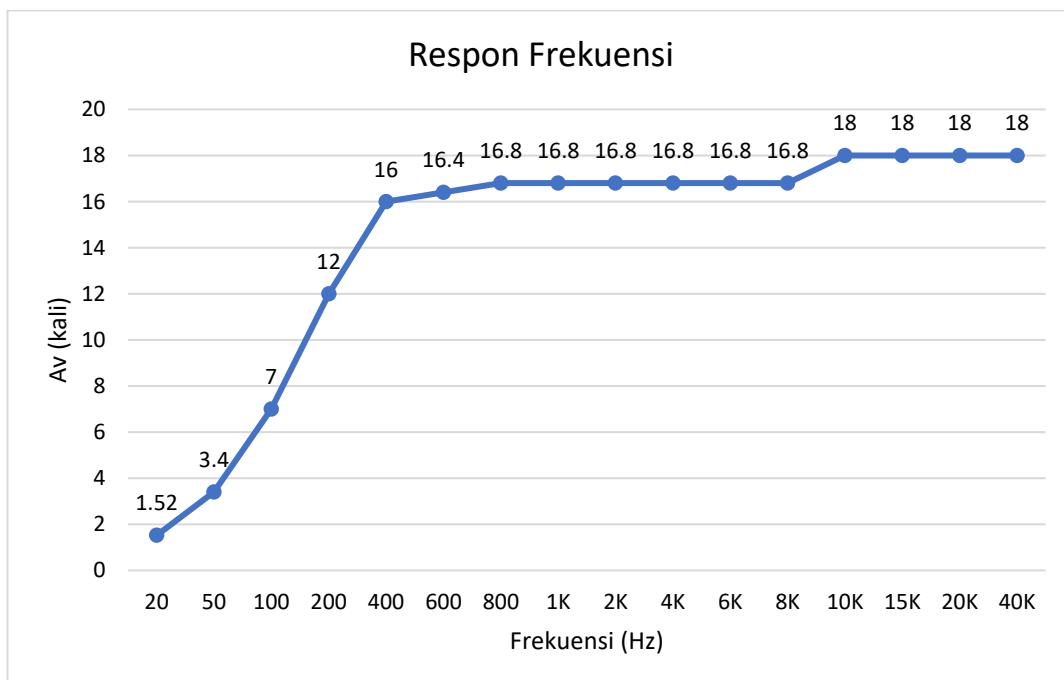
$$AV = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{8,4}{0,5} = 16,8 \text{ kali}$$

$$AV (\text{dB}) = 20 \log 16,8 = 24,51 \text{ dB}$$

Tabel 6. Pengukuran Respon Frekuensi Preamp Mic

NO	Frekuensi (Hz)	V_{in} (Vpp)	V_{out} (Vpp)	AV (kali)	AV (dB)
1	20	0,5	0,76	1,52	3,64
2	50	0,5	1,7	3,4	10,63
3	100	0,5	3,5	7	16,90
4	200	0,5	6	12	21,58
5	400	0,5	8	16	24,08

NO	Frekuensi (Hz)	Vin (Vpp)	Vout (Vpp)	AV (kali)	AV (dB)
6	600	0,5	8,2	16,4	24,30
7	800	0,5	8,4	16,8	24,51
8	1K	0,5	8,4	16,8	24,51
9	2K	0,5	8,4	16,8	24,51
10	4K	0,5	8,4	16,8	24,51
11	6K	0,5	8,4	16,8	24,51
12	8K	0,5	8,4	16,8	24,51
13	10K	0,5	9	18	25,11
14	15K	0,5	9	18	25,11
15	20K	0,5	9	18	25,11
16	40K	0,5	9	18	25,11



Gambar 21. Grafik Respon Frekuensi Preamp Mic

Tabel 7. Percobaan Troubleshooting Preamp Mic

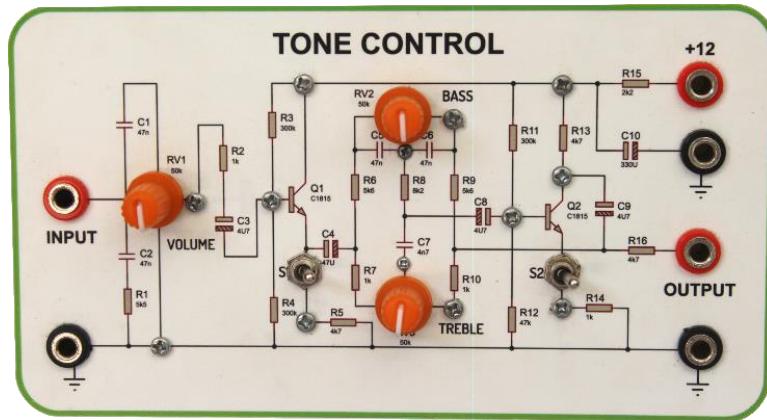
NO	Posisi switch		Hasil Bentuk Gelombang		Keterangan
	SW1	SW2	Gambar		
1	ON	ON			Input = 0,5 Vpp Output = 8,4 Vpp AV = 16,8 kali
2	ON	OFF			Input = 0,5 Vpp Output = 0 Tidak ada penguatan
3	OFF	ON			Input = 0,5 Vpp Output = 0,12 Vpp AV = 0,24 kali
4	OFF	OFF			Input = 0,5 Vpp Output = 0 Vpp Tidak ada penguatan

d) Tone control

Tabel 8. Pengukuran titik kerja transistor tone control

Titik Ukur	V _{CE} (Volt)	V _{BE} (Volt)	V _{BC} (Volt)
Q1	5.5	0.65	4.8
Perhitungan	5.1	0.7	4.4
Error	-8%	7%	-9%

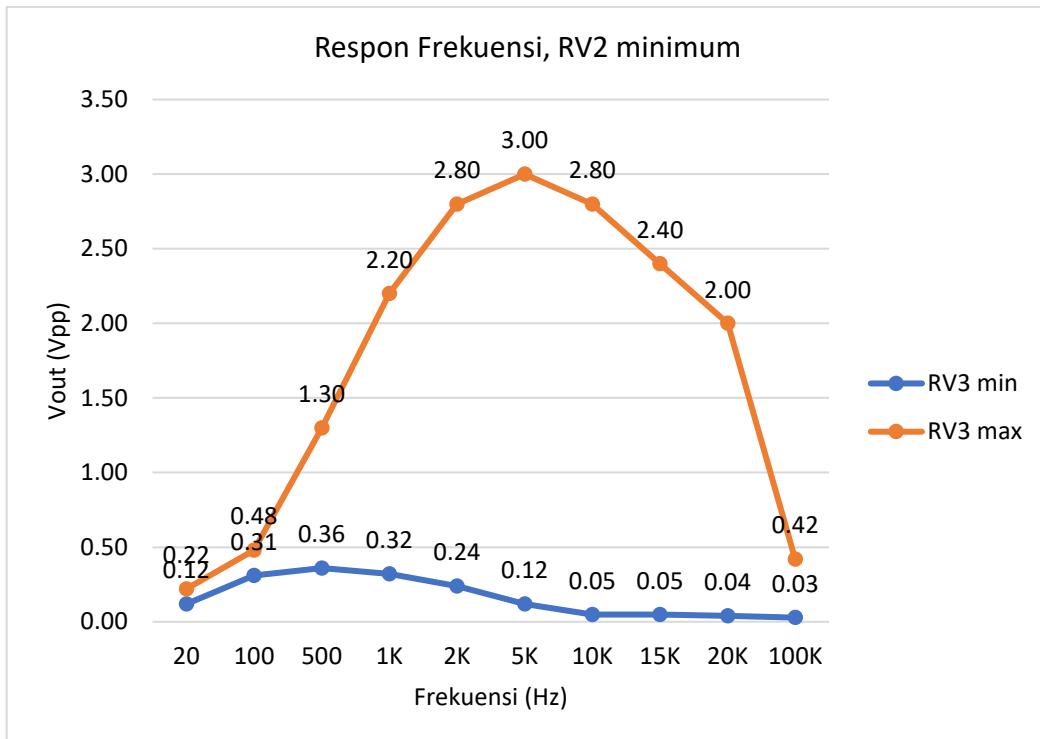
Titik Ukur	V _{CE} (Volt)	V _{BE} (Volt)	V _{BC} (Volt)
Q2	6	0.6	5.3
Perhitungan	6.6	0.7	5.9
Error	9%	14%	10%



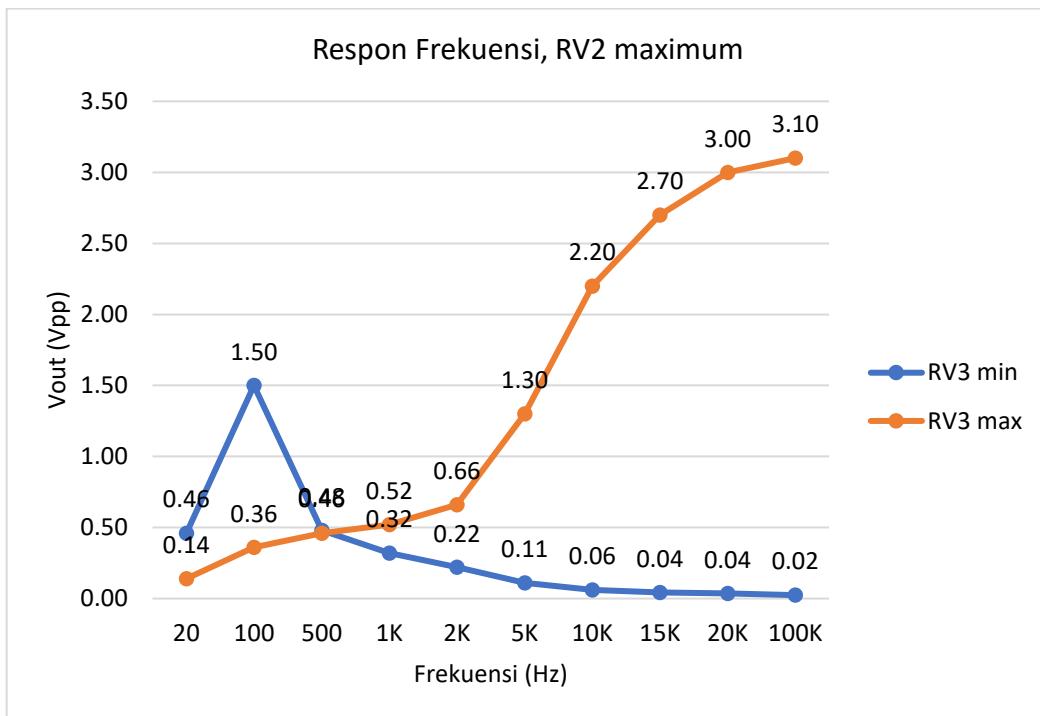
Gambar 22. Blok Tone Control

Tabel 9. Pengukuran Respon Frekuensi saat RV1 Posisi Tengah

NO	Frekuensi Input AFG (Hz)	V _{out} (Vpp) saat RV1 posisi middle			
		RV2 minimum		RV2 maximum	
		RV3 min	RV3 max	RV3 min	RV3 max
1	20	0.12	0.22	0.46	0.14
2	100	0.31	0.48	1.50	0.36
3	500	0.36	1.30	0.48	0.46
4	1K	0.32	2.20	0.32	0.52
5	2K	0.24	2.80	0.22	0.66
6	5K	0.12	3.00	0.11	1.30
7	10K	0.05	2.80	0.06	2.20
8	15K	0.05	2.40	0.04	2.70
9	20K	0.04	2.00	0.04	3.00
10	100K	0.03	0.42	0.02	3.10

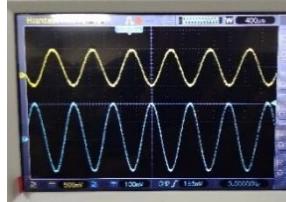
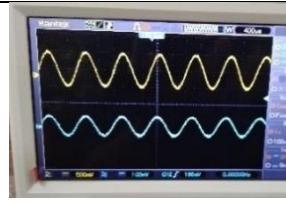
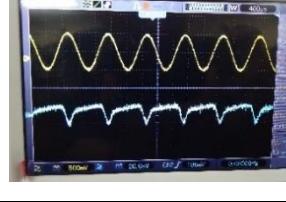


Gambar 23. Grafik Respon Frekuensi RV1 Middle, RV2 Minimum



Gambar 24. Grafik Respon Frekuensi RV1 Middle, RV2 Maximum

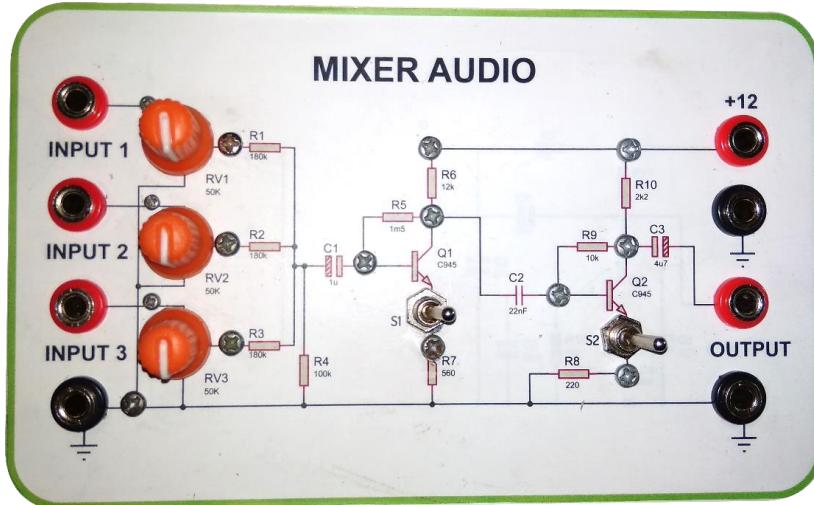
Tabel 10. Percobaan Troubleshooting Tone Control

NO	Posisi switch		Hasil Bentuk Gelombang	
	SW1	SW2	Gambar	Keterangan
1	ON	ON		Input = 1 Vpp Output = 8,4 Vpp AV = 8,4 kali
2	ON	OFF		Input = 1 Vpp Output = 0,12 Vpp AV = 0,12 kali
3	OFF	ON		Input = 1 Vpp Output = 24 mVpp (cacat) AV = 0,024 kali
4	OFF	OFF		Input = 1 Vpp Output = 80 mVpp (cacat) AV = 0,08 kali

e) Mixer audio

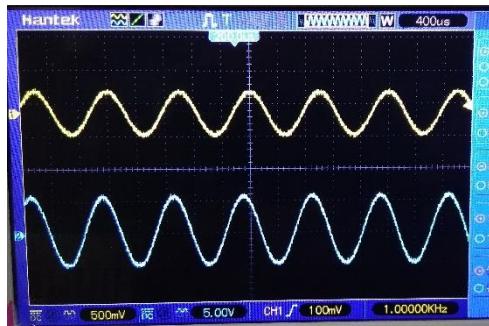
Tabel 11. Pengukuran titik kerja transistor mixer audio

Titik Ukur	V _{CE} (Volt)	V _{BE} (Volt)	V _{BC} (Volt)
Q1	3.48	0.61	2.6
Perhitungan	5.2	0.7	4.5
Error	33%	13%	42%
Q2	0.85	0.71	0.14
Perhitungan	0.95	0.7	0.25
Error	11%	-1%	44%



Gambar 25. Blok Mixer Audio

Penguatan Tegangan



Frekuensi Input = 1 KHz

Vin (kuning) = $1,4 \times 500 \text{ mV}$

$$= 700 \text{ mV} = 0,7 \text{ Vpp}$$

Vout (biru) = $2,2 \times 5 \text{ V}$

$$= 11 \text{ Vpp}$$

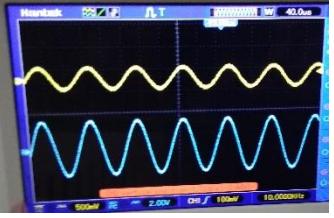
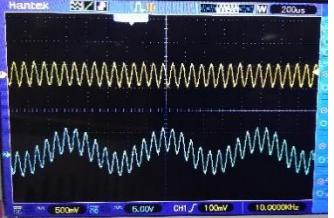
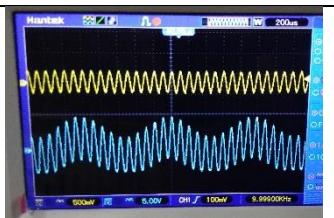
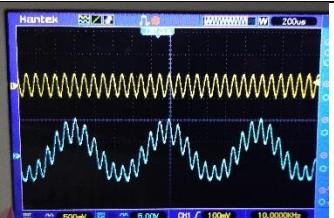
Gambar 26. Penguatan Tegangan Mixer Audio

$$AV = \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = \frac{11}{0,7} = 15,71 \text{ kali}$$

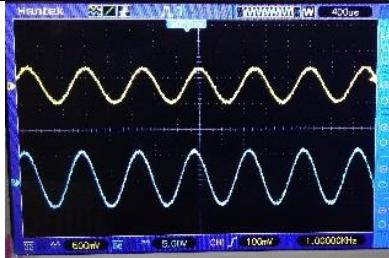
$$AV (\text{dB}) = 20 \log 15,71 = 23,92 \text{ dB}$$

Tabel 12. Hasil Bentuk Gelombang Pencampuran Mixer Audio

NO	RV ₁ (1 KHz)	RV ₂ (10 KHz)	Hasil Bentuk Gelombang	
			Gambar	Keterangan
1	0	25k		<p>Input = 0,6 Vpp</p> <p>Output = 5,6 Vpp</p> <p>(output sinyal 2 saja)</p> <p>AV = 9,33 kali</p>

2	25k	0		Input = 1 Vpp Output = 0,9 Vpp (output sinyal 1 saja) AV = 0,9 kali
3	25k	25k		Input = 0,5 Vpp Output = 11 Vpp (output sinyal campur) AV = 22 kali
4	25k	50k		Input = 0,5 Vpp Output = 14 Vpp (output sinyal campur) AV = 28 kali
5	50k	25k		Input = 0,6 Vpp Output = 15 Vpp (output sinyal campur) AV = 25 kali
6	50k	50k		Input = 0,6 Vpp Output = 17 Vpp (output sinyal campur) AV = 28,33 kali

Tabel 13. Percobaan Troubleshooting Mixer Audio

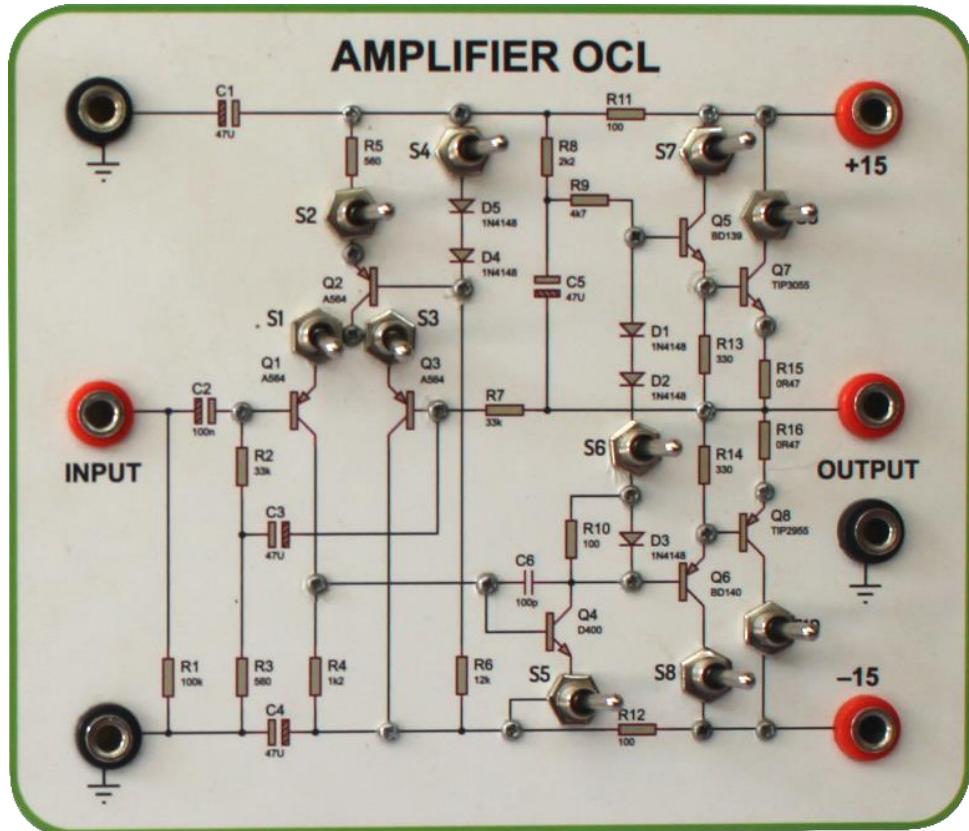
NO	Posisi switch		Hasil Bentuk Gelombang	
	SW1	SW2	Gambar	Keterangan
1	ON	ON		Input = 0,7 Vpp Output = 11 Vpp AV = 8,4 kali

2	ON	OFF		Input = 0,7 Vpp Output = 1,8 Vpp AV = 1,26 kali
3	OFF	ON		Input = 0,7 Vpp Output = 0 AV = tanpa penguatan
4	OFF	OFF		Input = 0,7 Vpp Output = 0 AV = tanpa penguatan

f) Amplifier OCL

Tabel 14. Pengukuran Titik Kerja Transistor Amplifier OCL

Titik Ukur	V_{CE} (Volt)	V_{BE} (Volt)	V_{BC} (Volt)
Q1	14,6	0,6	14
Q2	12,4	0,6	11,8
Q3	15	0,6	14,5
Q4	14,1	0,6	13,5
Q5	14,2	0,6	13,6
Q6	15,2	0,55	14,6
Q7	14,35	0,15	14,2
Q8	15,3	0,15	15,1



Gambar 27. Blok Amplifier OCL

Penguatan Tegangan



Frekuensi Input = 1 KHz

$$\begin{aligned}
 V_{in} (\text{kuning}) &= 2 \times 100 \text{ mV} \\
 &= 200 \text{ mV} = 0,2 \text{ Vpp} \\
 V_{out} (\text{biru}) &= 3,5 \times 5 \text{ V} \\
 &= 17,5 \text{ Vpp}
 \end{aligned}$$

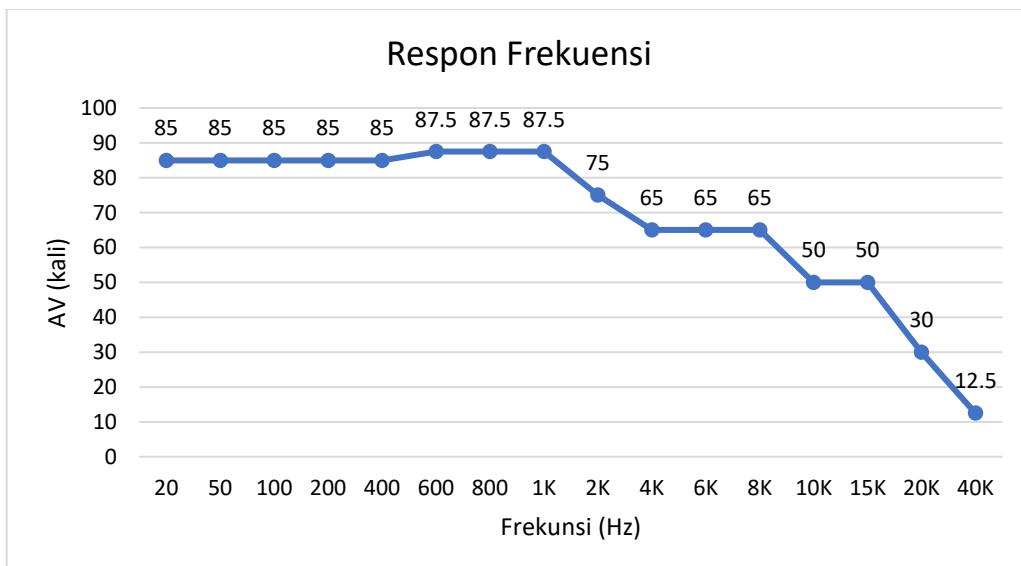
Gambar 28. Penguatan Tegangan Amplifier OCL

$$AV = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{17,5}{0,2} = 87,5 \text{ kali} = 38,84 \text{ dB}$$

$$\text{Daya output (Pout)} = \frac{(V_{outpeak})^2}{2 R} = \frac{8,75^2}{2 \times 10} = \frac{76,5625}{20} = 3,83 \text{ Watt}$$

Tabel 15. Pengukuran tanggapan frekuensi amplifier OCL

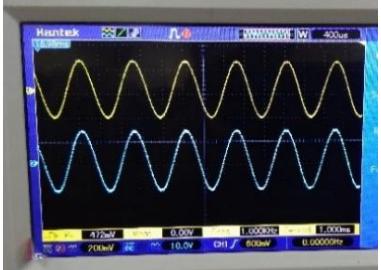
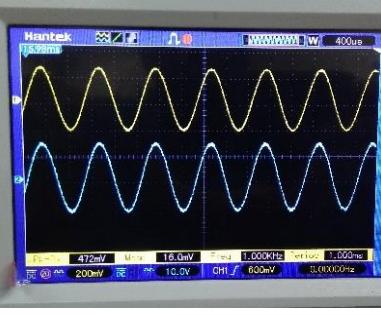
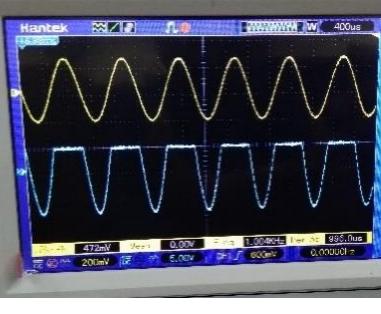
NO	Frekuensi (Hz)	V _{in} (Vpp)	V _{out} (Vpp)	AV (kali)	AV (dB)
1	20	0,2	17	85	38,59
2	50	0,2	17	85	38,59
3	100	0,2	17	85	38,59
4	200	0,2	17	85	38,59
5	400	0,2	17	85	38,59
6	600	0,2	17,5	87,5	38,84
7	800	0,2	17,5	87,5	38,84
8	1K	0,2	17,5	87,5	38,84
9	2K	0,2	15	75	37,5
10	4K	0,2	13	65	36,26
11	6K	0,2	13	65	36,26
12	8K	0,2	13	65	36,26
13	10K	0,2	10	50	33,98
14	15K	0,2	10	50	33,98
15	20K	0,2	6	30	29,54
16	40K	0,2	2,5	12,5	21,94



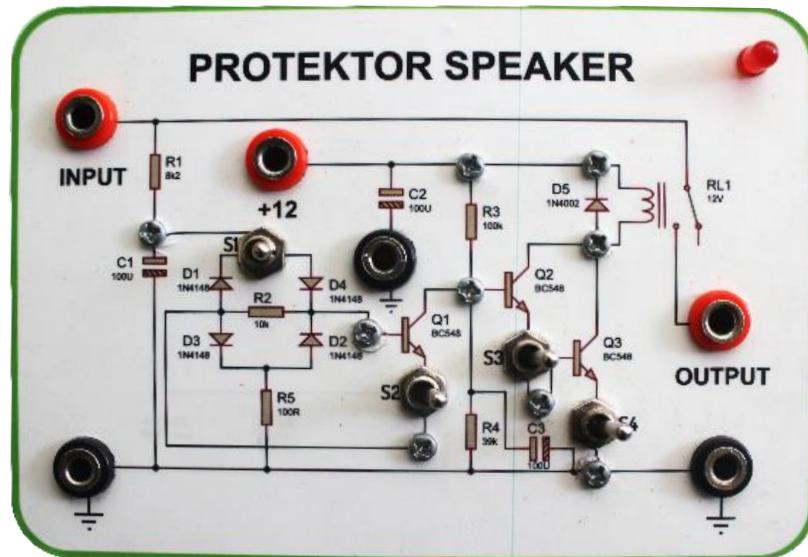
Gambar 29. Grafik Respon Frekuensi Amplifier OCL

Tabel 16. Percobaan Troubleshooting Amplifier OCL

NO	Posisi switch OFF	Hasil Bentuk Gelombang	
		Gambar	Keterangan (output tanpa beban)
1	S1 & S3		<p>Input = 0,48 Vpp Output = 0 Vpp Tidak ada penguatan</p>
2	S2		<p>Input = 0,48 Vpp Output = 0 Vpp Tidak ada penguatan</p>
3	S4		<p>Input = 0,48 Vpp Output = 24 Vpp (cacat) AV = 50 kali</p>
4	S5		<p>Input = 0,48 Vpp Output = 0 Vpp Tidak ada penguatan</p>
5	S6		<p>Input = 0,48 Vpp Output = 4,4 Vpp (cacat) AV = 9,17 kali</p>

6	S7 & S8		Input = 0,48 Vpp Output = 26 Vpp AV = 54,17 kali
7	S9 & S10		Input = 0,48 Vpp Output = 26 Vpp AV = 54,17 kali
8	S7, S8, S9 & S10		Input = 0,48 Vpp Output = 13 Vpp (cacat) AV = 27,08 kali

g) Protektor Speaker



Gambar 30. Blok Protektor Speaker

Tabel 17. Pengukuran titik kerja transistor protektor speaker

NO	Titik Ukur	V _{BE} (Volt)		V _{CE} (Volt)		V _{BC} (Volt)	
		Relay (LED) ON	Relay (LED) OFF	Relay (LED) ON	Relay (LED) OFF	Relay (LED) ON	Relay (LED) OFF
1	Q1	0	0,7	1,5	0	1,5	0,7
2	Q2	0,6	0,25	0	11	0,6	10,9
3	Q3	1	0,4	1	11,6	0	11

Tabel 18. Percobaan troubleshooting pada rangkaian protektor speaker

NO	Input Sinyal	Posisi Switch		Kondisi Relay/ LED Indikator (Nyala/Mati)
		ON	OFF	
1	AC	S2, S3, S4	S1	Nyala
2		S1, S3, S4	S2	Nyala
3		S1, S2, S4	S3	Mati
4		S1, S2, S3	S4	Mati
5	DC	S2, S3, S4	S1	Nyala
6		S1, S3, S4	S2	Nyala
7		S1, S2, S4	S3	Mati
8		S1, S2, S3	S4	Mati

h) Speaker



Gambar 31. Blok Speaker

Tabel 19. Pengujian Blok Speaker

Pengujian dengan Multimeter Analog	Hasil
Probe merah dengan banana merah (+) Probe hitam dengan banana hitam (-) dan sebaliknya	Menghasilkan bunyi pada speaker (multimeter pada batas ukur buzzer)
	Nilai resistansi sebesar 4 ohm (multimeter pada batas ukur x1)

i) *Manual Book*

Manual book merupakan buku panduan/petunjuk penggunaan untuk menyampaikan informasi tentang suatu alat pada pengguna. *Manual book* yang dibuat pada penelitian ini adalah *manual book* trainer sistem audio yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang trainer. Konten dalam *manual book* trainer sistem audio adalah spesifikasi trainer, pendahuluan, bagian-bagian trainer, perlengkapan trainer, penjelasan tiap blok, perawatan dan perbaikan trainer. Berikut merupakan hasil realisasi pembuatan manual book :

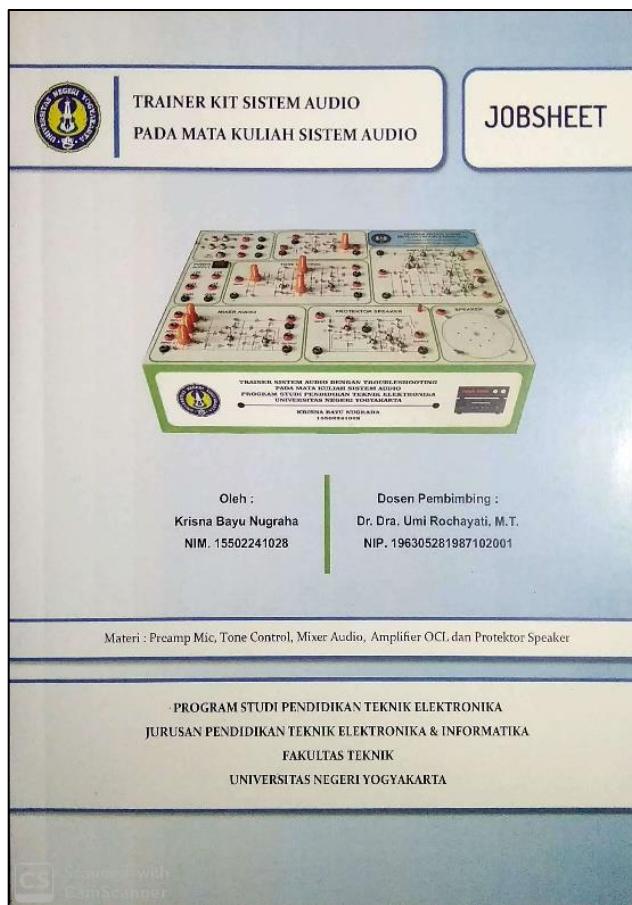


Gambar 32. Manual Book Trainer Sistem Audio

b. Membuat jobsheet sistem audio

Jobsheet merupakan lembar kerja yang digunakan sebagai petunjuk praktikum. Pembuatan jobsheet sistem audio menggunakan kertas HVS ukuran A4

(21 cm x 29,7 cm) berat 70 gram. Sampul jobsheet dibuat lebih tebal menggunakan kertas Art paper berat 170 gram. Jobsheet yang dibuat ada enam, yaitu 1) Preamp Mic, 2) Tone Control, 3) Mixer Audio, 4) Amplifier OCL, 5) Protektor Speaker, dan 6) Setting Audio. Berikut ini merupakan hasil pembuatan jobsheet trainer sistem audio :



Gambar 33. Jobsheet Trainer Sistem Audio

c. Melakukan validasi ahli materi dan ahli media

Sebelum melakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media, dilakukan pembuatan angket instrumen penelitian. Instrumen yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan validasi instrumen. Berikut merupakan hasil validasi instrumen yang perlu diperbaiki :

Tabel 20. Saran Perbaikan Instrumen Penelitian

NO.	Variabel	Saran/Tanggapan
1.	Kriteria yang setara	Dipilih salah satu.
2.	Kriteria yang belum jelas	Diperbaiki susunan kalimatnya.

Setelah melakukan perbaikan pada angket instrumen, selanjutnya instrumen penelitian dapat digunakan untuk melakukan validasi ahli materi dan ahli media.

1) Validasi Ahli Materi

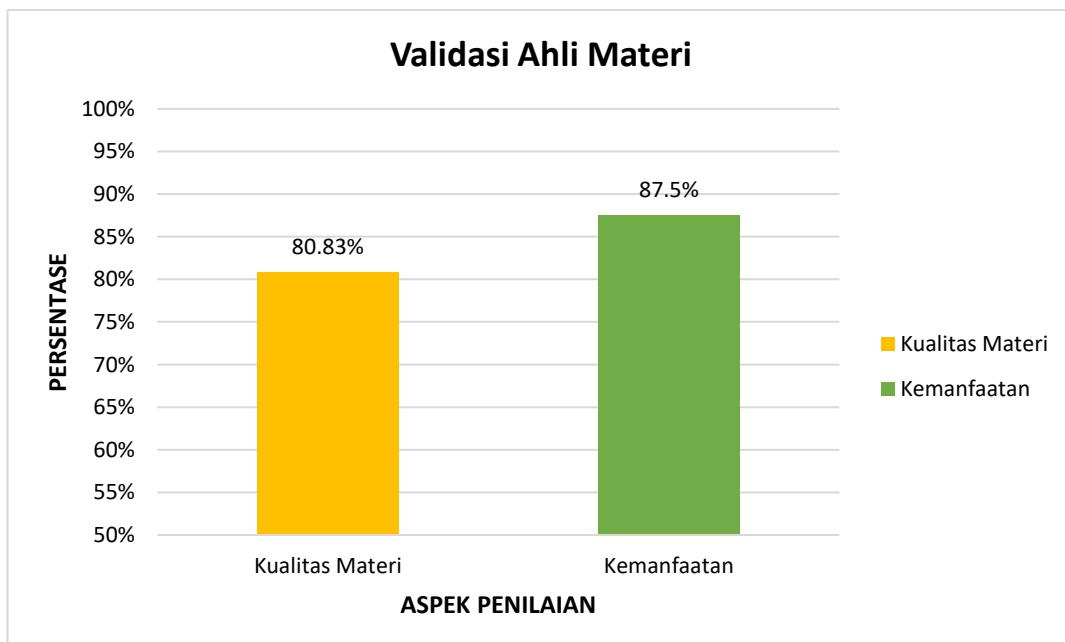
Validasi oleh ahli materi dilakukan untuk menguji kelayakan terhadap materi yang terkandung dalam media pembelajaran. Penilaian instrumen validasi ahli materi mencakup dua aspek yaitu aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Aspek kualitas materi terbagi dalam 3 indikator dengan 15 butir penilaian dan aspek kemanfaatan terbagi dalam 2 indikator dengan 5 butir penilaian. Hasil validasi materi oleh kedua ahli materi dapat dilihat pada tabel.

Tabel 21. Data Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	No. Butir	Ahli Materi 1	Ahli Materi 2
Kualitas Materi	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	1	4	4
		2	4	4
		3	3	4
		4	3	3
	Kesesuaian dengan materi	5	3	3
		6	3	3
		7	3	3
		8	3	3
		9	3	3
		10	3	3
		11	3	4
	Kesesuaian dengan situasi mahasiswa	12	3	4
		13	3	3
		14	3	3
		15	3	3

		Subtotal	47	50
		Total	97	
		Rerata	48.5	
		Harapan	60	
		Persentase	80,83 %	
Aspek	Indikator	No. Butir	Ahli Materi 1	Ahli Materi 2
Kemanfaatan	Membantu proses pembelajaran	16	3	4
		17	3	4
		18	3	4
	Meningkatkan minat, kreatifitas dan skill mahasiswa	19	3	4
		20	3	4
		Subtotal	15	20
		Total	35	
		Rerata	17.5	
		Harapan	20	
		Persentase	87,5 %	

Berdasarkan tabel persentase hasil validasi materi yang ditinjau dari aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan dapat digambarkan dalam diagram pada Gambar 43.



Gambar 34. Diagram Hasil Validasi Ahli Materi

2) Validasi Ahli Media

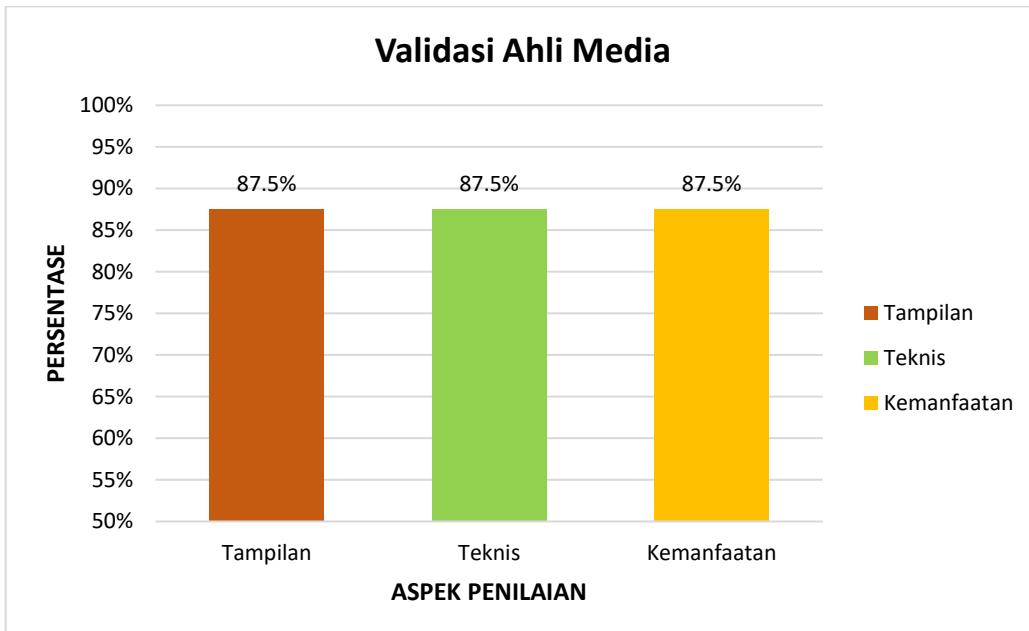
Validasi oleh ahli media dilakukan untuk menguji kelayakan media pembelajaran trainer sistem audio. Penilaian instrumen validasi ahli media mencakup tiga aspek yaitu aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan. Aspek tampilan terbagi dalam 3 indikator dengan 8 butir penilaian, aspek teknis terbagi dalam 3 indikator dengan 8 butir penilaian dan aspek kemanfaatan terbagi dalam 2 indikator dengan 6 butir penilaian. Hasil validasi media oleh kedua ahli media dapat dilihat pada tabel.

Tabel 22. Data Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	No. Butir	Ahli Media 1	Ahli Media 2	
Tampilan	Tata letak komponen rangkaian	1	4	4	
		2	4	4	
	Kejelasan komponen rangkaian	3	3	3	
		4	4	3	
		5	4	4	
	Daya tarik secara visual	6	4	3	
		7	3	3	
		8	3	3	
		Subtotal	29	27	
		Rerata	28		
		Total	56		
		Harapan	32		
		Percentase	87,5 %		
Teknis	Unjuk kerja trainer	9	3	4	
		10	3	3	
	Kemudahan penggunaan trainer	11	3	4	
		12	3	4	
		13	4	3	
		14	3	3	
	Kualitas trainer	15	4	4	
		16	4	4	
		Subtotal	27	29	

		Total	56
		Rerata	28
		Harapan	32
		Percentase	87,5 %
Kemanfaatan	Membantu proses pembelajaran	17	4
		18	4
		19	4
	Meningkatkan minat, motivasi dan skill mahasiswa	20	3
		21	3
		22	4
		Subtotal	22
		Total	42
		Rerata	21
		Harapan	24
		Percentase	87,5 %

Berdasarkan tabel persentase hasil validasi media yang ditinjau dari aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan dapat digambarkan dalam diagram pada Gambar



Gambar 35. Diagram Hasil Validasi Ahli Media

B. Hasil Uji Coba Produk

Tahap uji coba produk merupakan langkah yang dilakukan sesuai prosedur pengembangan setelah tahap *develop* yaitu tahap *implement* dan *evaluation*. Pada tahap *implement* ini dilakukan pengujian media pembelajaran kepada pengguna.

1. Implementasi (*Implement*)

Tahap implementasi (*implement*) merupakan tahap uji coba penggunaan oleh responden atau mahasiswa terdiri dari empat aspek, yaitu kualitas materi, tampilan, teknis, dan kemanfaatan. Kegiatan uji coba penggunaan dilakukan pada mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah sistem audio dan sebagian mahasiswa Prodi Penididikan Teknik Elektronika dengan total responden 20 mahasiswa. Berikut merupakan hasil uji penggunaan oleh mahasiswa:

Tabel 23. Hasil Uji Coba Pengguna oleh Mahasiswa

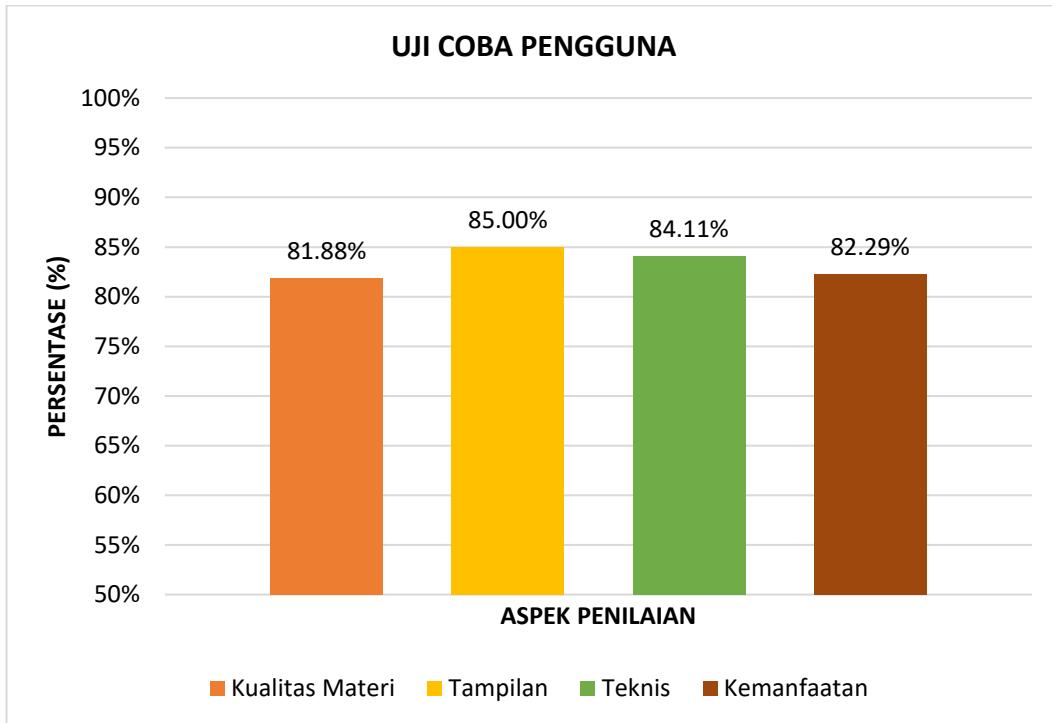
Responden	Jumlah Skor	Skor Maksimal	Persentase
1	86	100	86%
2	80	100	80%
3	73	100	73%
4	86	100	86%
5	80	100	80%
6	88	100	88%
7	92	100	92%
8	80	100	80%
9	93	100	93%
10	85	100	85%
11	86	100	86%
12	83	100	83%
13	82	100	82%
14	83	100	83%

15	87	100	87%
16	66	100	66%
17	90	100	90%
18	87	100	87%
19	92	100	92%
20	73	100	73%
Jumlah	1672	2000	83.6%

Tabel 24. Hasil Uji Coba Pengguna Ditinjau dari Aspek Penilaian

Responden	Aspek Penilaian				Jumlah
	Kualitas Materi	Tampilan	Teknis	Kemanfaatan	
1	13	27	24	22	86
2	12	26	23	19	80
3	12	25	21	15	73
4	15	28	24	19	86
5	13	27	22	18	80
6	13	30	25	20	88
7	14	30	24	24	92
8	12	26	25	17	80
9	15	30	26	22	93
10	12	29	24	20	85
11	13	29	26	18	86
12	13	25	25	20	83
13	13	25	23	21	82
14	13	29	22	19	83
15	13	29	24	21	87
16	11	20	17	18	66
17	13	29	27	21	90
18	14	28	25	20	87
19	16	28	25	23	92
20	12	24	19	18	73
Jumlah	262	544	471	395	1672
Jumlah Skor Maksimal	320	640	560	480	2000
Persentase	81.88%	85%	84.11%	82.29%	83.60%

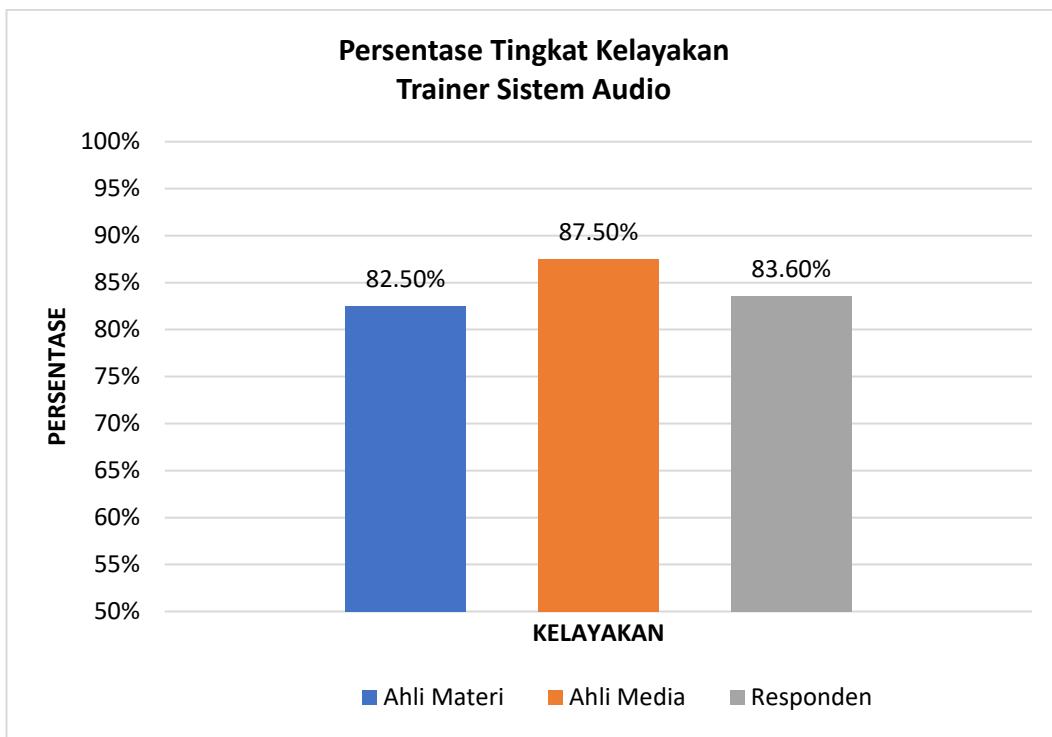
Berdasarkan tabel persentase hasil uji coba pengguna yang ditinjau dari aspek kualitas materi, aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan dapat digambarkan dalam diagram pada Gambar 45.



Gambar 36. Diagram Hasil Uji Coba Pengguna

2. Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi merupakan proses penilaian penelitian dari data yang telah didapatkan dari proses validasi ahli materi dan validasi ahli media, serta pada tahap implementasi dengan uji coba pengguna oleh mahasiswa. Hasil uji kelayakan materi mendapat nilai persentase sebesar 82,5%, uji kelayakan media sebesar 87,5%, dan uji coba pengguna oleh mahasiswa sebesar 83,6%. Hasil uji kelayakan Trainer Sistem Audio dapat digambarkan dalam diagram pada Gambar 46.



Gambar 37. Diagram Tingkat Kelayakan Trainer Sistem Audio

C. Kajian Produk Akhir

1. Pengembangan Trainer Sistem Audio

Dalam proses pengembangan trainer dimulai dengan mendesain trainer. Desain trainer disesuaikan berdasarkan analisis kebutuhan mata kuliah sistem audio di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Langkah-langkah dalam melakukan desain perancangan Trainer Sistem Audio meliputi (1) Menentukan cakupan materi trainer dan jobsheet, (2) Mendesain rangkaian, tata letak, box, dan stiker trainer, (3) Mendesain *manual book* (4) Mendesain *jobsheet* praktikum.

Langkah berikutnya setelah mendesain adalah pembuatan trainer yang dimulai dari menganalisis kebutuhan trainer, kemudian merealisasikan bentuk fisik trainer. Trainer sistem audio tersusun dari blok power, blok input, blok rangkaian

dan blok output. Trainer terdiri dari 5 blok rangkaian sistem audio, yaitu rangkaian preamp mic, tone control, mixer audio, amplifier OCL, dan protektor speaker. Pengembangan trainer sistem audio ini dilengkapi dengan titik pengukuran dan simulasi kerusakan (*troubleshooting*) pada bagian komponen aktif yang terdapat pada setiap rangkaian.

Trainer Sistem Audio juga dilengkapi dengan *manual book* dan *jobsheet* praktikum. *Manual book* berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang petunjuk penggunaan trainer Sistem Audio. *Manual book* trainer sistem audio berisi spesifikasi trainer, pendahuluan, bagian-bagian trainer, perlengkapan trainer, penjelasan tiap blok, perawatan dan perbaikan trainer. Kemudian *jobsheet* merupakan lembar kerja yang digunakan sebagai petunjuk praktikum. *Jobsheet* yang dibuat ada enam, yaitu meliputi 1) Preamp Mic, 2) Tone Control, 3) Mixer Audio, 4) Amplifier OCL, 5) Protektor Speaker, dan 6) Setting Audio.

2. Unjuk Kerja Trainer Sistem Audio

Unjuk kerja trainer Sistem Audio dilakukan dengan pengujian unjuk kerja secara keseluruhan pada trainer. Pengujian meliputi pengujian pada blok power, blok input, blok rangkaian dan blok output. Pada pengujian blok rangkaian dilakukan beberapa hal yaitu mengukur titik kerja transistor, mengukur penguatan tegangan, mengukur respon/tanggapan frekuensi, dan menguji simulasi kerusakan (*troubleshooting*) rangkaian. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pengujian trainer Sistem Audio secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik dan stabil pada setiap bagian blok rangkaian.

3. Kelayakan Trainer Sistem Audio

a. Uji Kelayakan Ahli Media

Penilaian uji kelayakan oleh ahli media terdiri dari tiga aspek, yaitu aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan. Hasil penilaian oleh ahli media dapat dilihat pada Tabel 36.

Tabel 25. Penilaian Ahli Media

NO.	Aspek Penilaian	Skor Rerata	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Tampilan	28	32	87,5 %	Sangat Layak
2	Teknis	28	32	87,5 %	Sangat Layak
3	Kemanfaatan	21	24	87,5 %	Sangat Layak
Kualitas Keseluruhan Media			87,5 %	Sangat Layak	

Dari hasil penilaian oleh ahli media secara keseluruhan dapat diketahui bahwa aspek tampilan mendapatkan persentase sebesar 87,5 %, aspek teknis mendapatkan persentase sebesar 87,5 %, dan aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 87,5 %. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *trainer* Sistem Audio masuk kategori **Sangat Layak** dengan persentase sebesar **87,5 %**.

Saran dari ahli media yang perlu diperbaiki dalam pengembangan *trainer* sistem audio ini yaitu menambah label pada bagian konektor dan membuat stiker agar tahan lama dengan menambah akrilik pada bagian permukaan *trainer*.

b. Uji Kelayakan Ahli Materi

Penilaian uji kelayakan oleh ahli materi terdiri dari dua aspek, yaitu aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Hasil penilaian oleh ahli materi dapat dilihat pada Tabel 37.

Tabel 26. Penilaian Ahli Materi

NO.	Aspek Penilaian	Skor Rerata	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Kualitas Materi	48,5	60	80,83 %	Sangat Layak
2	Kemanfaatan	17,5	20	87,5 %	Sangat Layak
Kualitas Keseluruhan Materi			82,5 %	Sangat Layak	

Dari hasil penilaian oleh ahli materi secara keseluruhan dapat diketahui bahwa aspek kualitas materi mendapatkan persentase sebesar 80,83 %, dan aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 87,5 %. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *trainer* Sistem Audio masuk kategori **Sangat Layak** dengan persentase sebesar **82,5 %**.

Saran dari ahli materi yang perlu diperbaiki pada *jobsheet* dan *manul book* sistem audio ini yaitu membuat judul menjadi lebih spesifik, mengembangkan bahan diskusi yang lebih fokus pada tujuan praktikum dan memperbaiki penulisan yang dicetak miring.

c. Uji Kelayakan Pengguna (Mahasiswa)

Penilaian uji kelayakan oleh mahasiswa terdiri dari empat aspek, yaitu aspek kualitas materi, aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan. Hasil penilaian oleh pengguna dapat dilihat pada Tabel 38.

Tabel 27. Penilaian Pengguna (Responden)

NO.	Aspek Penilaian	Skor Rerata	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Kualitas Materi	13,1	16	81,88 %	Sangat Layak
2	Tampilan	27,2	32	85 %	Sangat Layak
3	Teknis	23,6	28	84,11 %	Sangat Layak
4	Kemanfaatan	19,8	24	82,29 %	Sangat Layak
Kualitas Keseluruhan Media			83,6 %	Sangat Layak	

Dari hasil penilaian oleh mahasiswa secara keseluruhan dapat diketahui bahwa aspek kualitas materi mendapatkan persentase sebesar 81,88%, aspek tampilan mendapatkan persentase sebesar 85%, aspek teknis mendapatkan persentase sebesar 84,11%, dan aspek kemanfaatan mendapatkan persentase sebesar 82,29 %. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *trainer* Sistem Audio masuk kategori **Sangat Layak** dengan persentase sebesar **83,6%**.

D. Keterbatasan Penelitian dan Produk

Penelitian dan pengembangan produk Trainer Sistem Audio masih terdapat beberapa keterbatasan, antara lain :

1. Kualitas kabel jack banana yang kurang baik. Terdapat sebagian jack banana yang susah dilepas dan sebagian jack banana yang lain longgar ketika dihubungkan dengan socket, sehingga ketika tersentuh menimbulkan gangguan pada hasil suara.
2. Simulasi kerusakan (*troubleshooting*) baru sebatas pemutusan rangkaian kaki emitor pada transistor dan sambungan dioda saja. *Troubleshooting* komponen yang lain masih perlu dikembangkan.
3. Loudspeaker yang ada pada trainer kurang bisa menghasilkan suara yang maksimal.
4. Pembuatan produk trainer masih terbatas, sehingga ketika digunakan saat praktikum harus bergantian.