

PENERAPAN GELOMBANG ULTRASONIK UNTUK PENERAS SUARA TERARAH

**Aad Hariyadi¹, Amira Tyar Anodya², Rizki Wijayanti³, dan
Mochammad Taufik⁴**

Abstrak

Suara yang tidak ingin didengar merupakan gangguan bagi orang lain. Penggunaan suatu speaker yang bisa diarahkan ke suatu daerah secara tepat tanpa mengganggu daerah lain disekitarnya merupakan cara yang tepat untuk memfokuskan suara yang akan dikirimkan. Sistem peneras suara terarah dapat memfokuskan suara pada lokasi yang diinginkan tanpa mengganggu daerah lain. Suara yang digunakan menggunakan frekuensi tinggi ultrasonik yang diaplikasikan untuk tata suara terarah. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan gelombang ultrasonik dalam penerapannya untuk menyearahkan gelombang suara pada satu daerah tertentu.

Tweeter ultasonik Tweeter OKAY II dapat beroperasi pada frekuensi 10 kHz sampai 35 kHz dipasang secara array dengan menggunakan 30 buah tweeter dengan tata letak tertentu sesuai analisa gelombang yang dilakukan. Osilator ultrasonik menghasilkan frekuensi 28 kHz dan sumber informasi dengan frekuensi 1kHz sampai 3kHz. Gelombang dimodulasi amplitudo yang dipancarkan oleh tweeter memiliki indeks modulasi 82% yang akan berinteraksi secara nonlinier di udara. Pancaran frekuensi ultrasonik dari pemancar memiliki beam 30°, dan pancaran audio dari pemancar memiliki beam 20°.

Kata-kata kunci: suara, ultrasonik, terarah

¹ *Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*

² *Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*

³ *Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*

⁴ *Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*

Abstract

Sound which does not want to hear is a disturbance to other people. The use of a speaker can be directed precisely to an area without disturbing the area around them is a great way to focus the sound to be transmitted.

The audio spotlight system can focus sound to the desired location without disturbing other areas. The voice used is using high frequency ultrasound which is applied for directional sound.

The purpose of this research is utilizing ultrasonic waves in its application to rectify the sound waves in a particular area.

Tweeter ultrasonic OKAY II which can operate in the frequency of 10 kHz to 35 kHz mounted array using 30 pieces tweeter with a certain layout corresponding wave analysis is performed. Ultrasonic oscillator generates a frequency of 28 kHz and 1kHz frequency resources up to 3kHz. Amplitude modulated wave emitted by the tweeters has a modulation index of 82% which will interact nonlinear in the air. Ultrasonic frequency of the transmitter beam has a beam of 30°, and the audio from the transmitter beam has a beam of 20°.

Keywords: *Sound, Ultrasonic, Spot*

1. PENDAHULUAN

Cafe merupakan tempat yang nyaman untuk mengobrol bersama teman-teman maupun keluarga dengan menikmati makanan dan minuman. Hampir semua *cafe* memberikan suguhan musik bagi para pengunjungnya. Ada beberapa *cafe* yang mengusung tema *outdoor*. *Cafe* yang mengusung tema *outdoor* sangat diminati oleh para pengunjung, khususnya remaja. *Cafe* bertema *outdoor* memiliki banyak meja yang dengan tata suara umum, yaitu satu musik untuk seluruh meja yang mengakibatkan terjadinya interferensi. Yang dapat menjadi masalah adalah selera musik masing-masing pengunjung di setiap meja berbeda. Pemilik *cafe* mengharapkan konsumennya nyaman berada di *cafenya*, namun hanya karena musik yang diputarnya tidak sesuai dengan selera konsumen, konsumen menjadi tidak nyaman.

Suara yang tidak ingin didengar merupakan gangguan bagi pengunjung yang lain. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi, yaitu penggunaan suatu speaker yang bisa diarahkan ke suatu

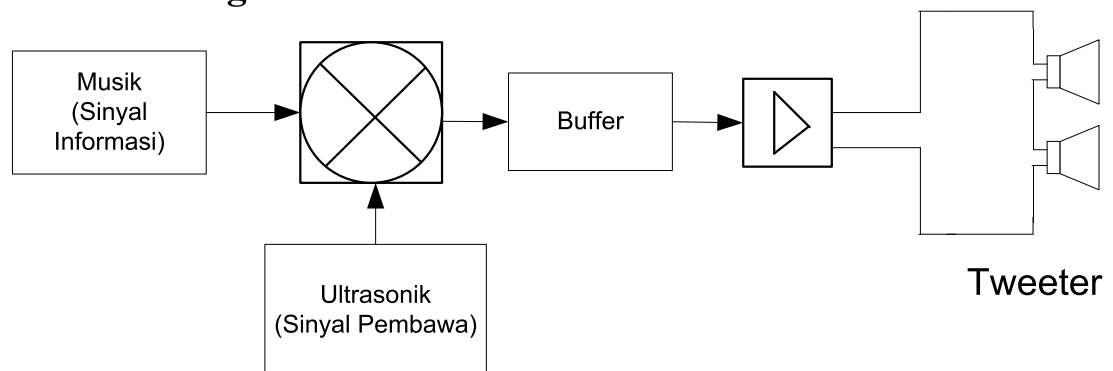
daerah dengan luasan tertentu secara tepat tanpa mengganggu daerah lain disekitarnya.

Suara dengan frekuensi rendah memiliki daerah pancaran lebih lebar daripada suara dengan frekuensi tinggi. Suara dengan frekuensi ultrasonik memiliki daerah pancaran yang lebih terarah. Sehingga dalam laporan ini menggunakan frekuensi ultrasonik yang digunakan untuk mengarahkan suara audio (Sumber : hyperphysics.phy-astr.gsu.edu).

Sebelumnya aplikasi *audio spotlight* ini telah digunakan oleh Masahide Yoneyama. Untuk membuat sebuah loudspeaker milik Yoneyama dibutuhkan biaya yang sangat besar, oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan *tweeter* sebagai *tranducer ultrasonik* untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik untuk menghemat biaya.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Blok Diagram Perencanaan

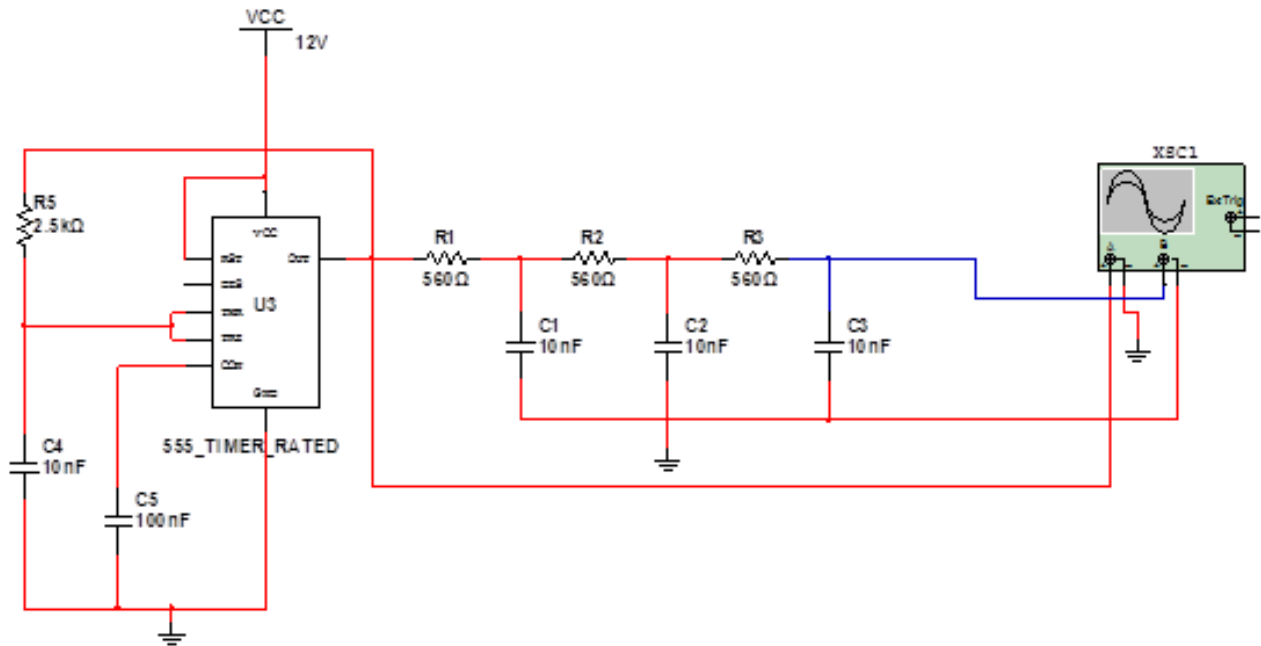


Gambar 1. Blok diagram sistem pengeras

Gambar 1 menunjukkan bahwa sumber informasi berupa audio dan osilator sebagai sinyal pembawa dengan frekuensi 28 KHz yang dimodulasi oleh modulator AM yang berfungsi untuk mencampur sinyal informasi dan sinyal pembawa. Sinyal termodulasi tersebut kemudian didistribusikan oleh *buffer* ke beberapa amplifier. Sinyal termodulasi dikuatkan oleh amplifier yang dirancang untuk menguatkan frekuensi di atas frekuensi 20 kHz. Kemudian sinyal yang telah dikuatkan di pancarkan oleh *tweeter* yang berfungsi sebagai *tranduser* untuk merubah sinyal elektrik menjadi sinyal ultrasonik. Sinyal termodulasi AM yang

dipancarkan oleh *tweeter* mengalami interaksi non-linier karena sifat udara, hasil interaksi tersebut menyerupai sinyal informasi yang dapat dipancarkan ke udara sehingga dapat didengar oleh pengguna.

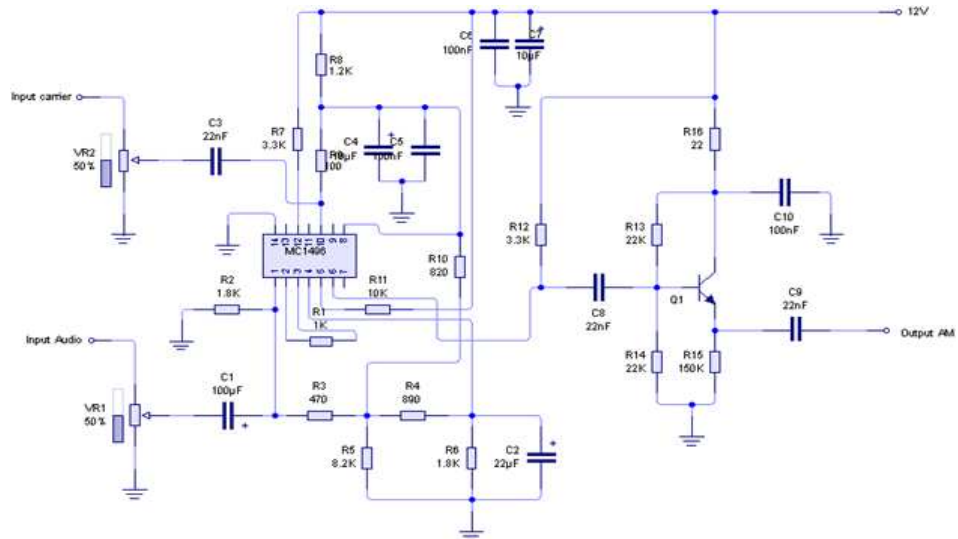
2.2 Perencanaan Osilator



Gambar 2. Perencanaan osilator

Osilator pada Gambar 2 menggunakan tegangan input 12V, rangkaian ini merupakan rangkaian astabil dari IC555 yang menghasilkan frekuensi 28 kHz. Keluaran yang dihasilkan pada rangkaian ini merupakan gelombang kotak sehingga pada keluarannya dihubungkan dengan filter LPF untuk meloloskan frekuensi di bawah 28 kHz sebagai sinyal carrier (sumber ultrasonik).

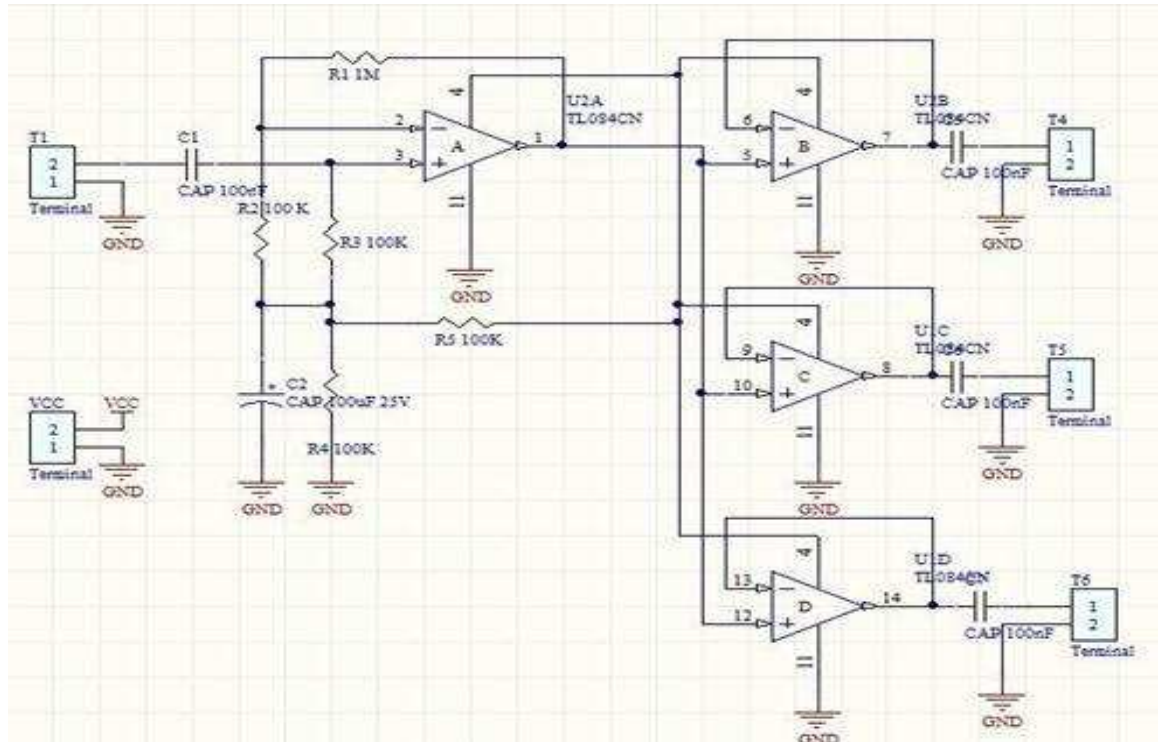
2.3 Perencanaan Modulator



Gambar 3. Perencanaan Modulator

Gambar 3 menunjukkan rangkaian pencampur sinyal (modulator) menggunakan dua buah MC1496 sebagai modulator AM DSB-FC.

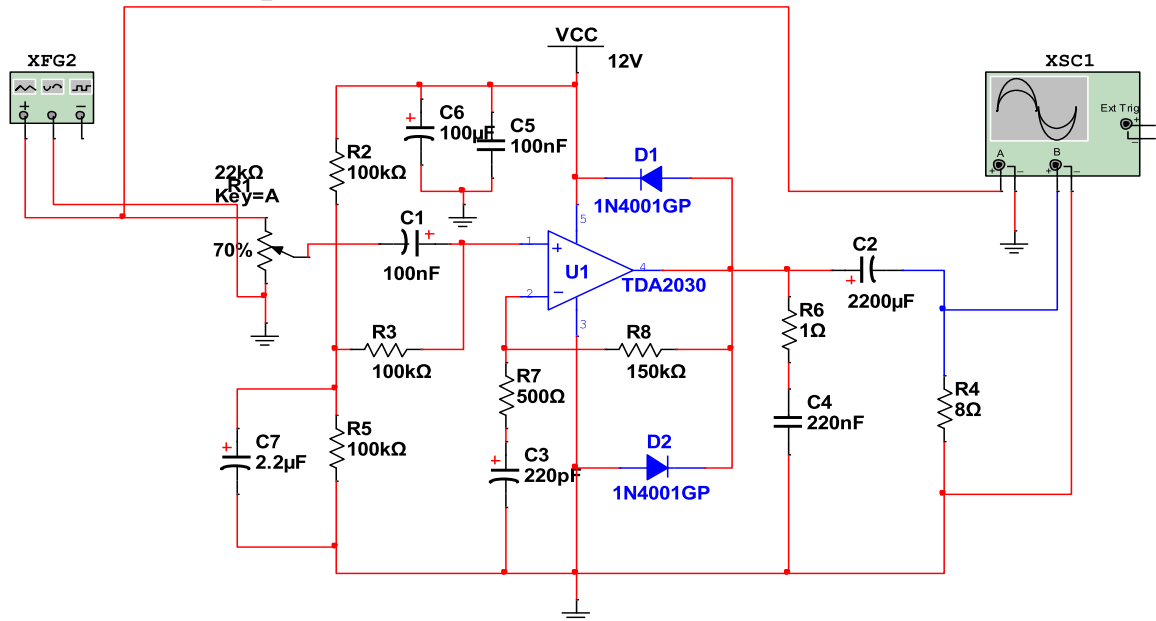
2.4 Perencanaan Buffer



Gambar 4. Perencanaan Buffer

Buffer digunakan untuk mendistribusikan tegangan dari modulator ke beberapa amplifier yang digunakan.

2.5 Perencanaan Amplifier



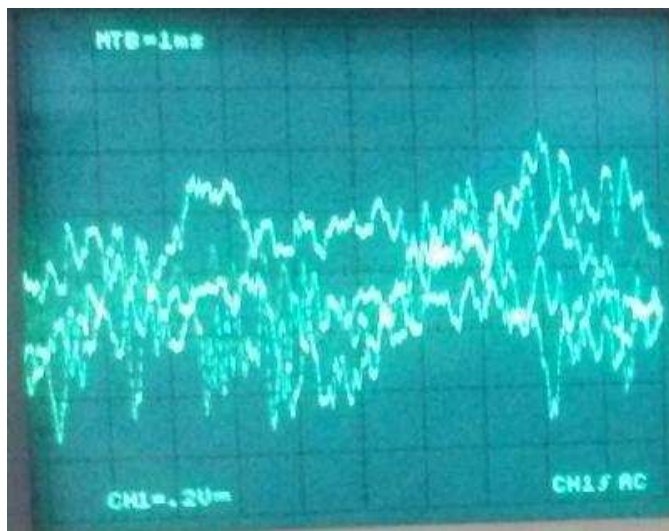
Gambar 5. Perencanaan Amplifier

Amplifier ini direncanakan sebagai penguat sinyal termodulasi yang akan dipancarkan ke udara.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Sumber informasi

Tujuan dari pengujian sumber informasi yang berupa MP3 Player ini adalah untuk mengetahui level tegangan keluaran maksimum.



Gambar 6. Keluaran musik (informasi) dari MP3 Player

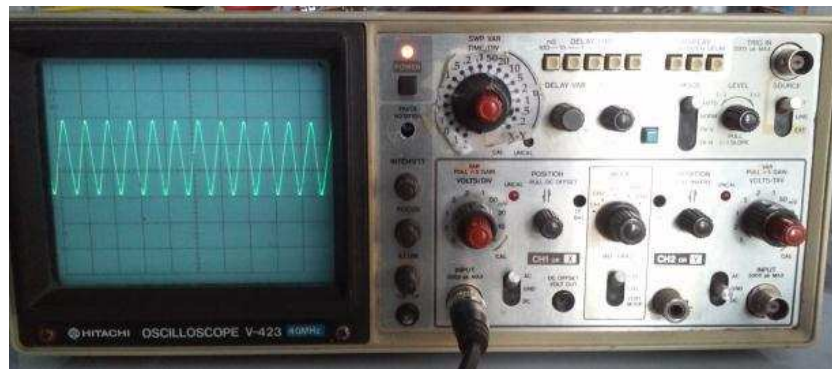
Gelombang nampak acak karena input berupa suara dan musik.

$$\text{Tegangan Maksimal} = 5 \text{ div} \times 0,2\text{V} = 1\text{Vpp}$$

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{pp}}}{2\sqrt{2}} = \frac{1\text{V}}{2\sqrt{2}} = \frac{1\text{V}}{2,828} = 0,35\text{ V}$$

3.2 Osilator

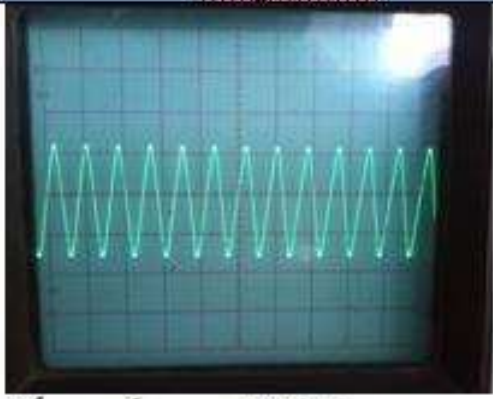
Tujuan pengujian osilator adalah mengetahui amplitudo maksimal dari keluaran osilator dan membandingkan nilai frekuensi osilator perhitungan, simulasi, dan pengukuran.



Gambar 7. Keluaran frekuensi dan level pada osilator

$$\text{Tegangan Maksimal} = 2,8 \text{ div} \times 1\text{V} = 2,8\text{Vpp}$$

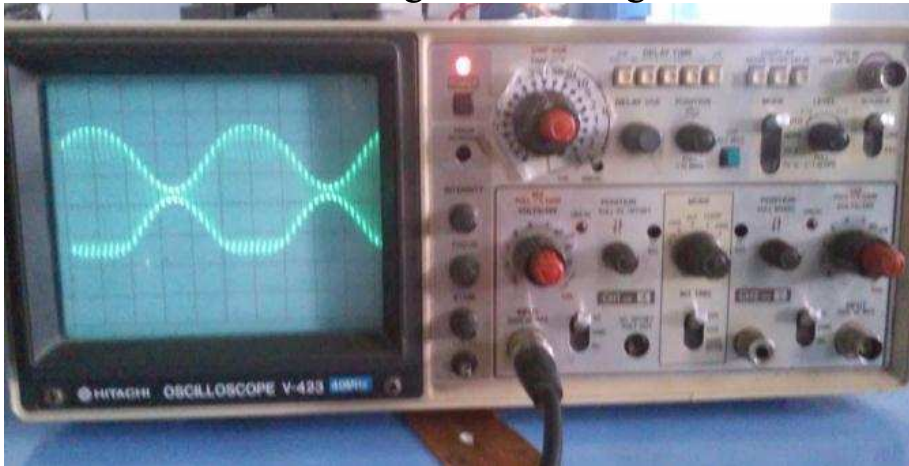
$$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{pp}}}{2\sqrt{2}} = \frac{2,8\text{Vpp}}{2\sqrt{2}} = \frac{2,8\text{Vpp}}{2,828} = 0,99\text{ Vrms}$$

Nilai R	f_r Perhitungan	f_r Simulasi	f_r Pengukuran
2,5k Ω	28 KHz	V: 5.05 V V(p-p): 2.51 V V(rms): 6.04 V V(dc): 5.97 V I: 0 A I(p-p): 7.23 pA I(rms): 6.04 pA I(dc): 5.97 pA Freq.: 28.2 kHz	 $f = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,7\text{div} \times 50\mu\text{s}} = 28,5\text{kHz}$

Gambar 8. Perbandingan Nilai Frekuensi

3.3 Modulator AM DSB-FC

Tujuan pengujian modulator ini adalah untuk mengetahui indeks modulasi minimum dan maksimum modulator bila sumber informasi dan ultrasonik dari generator fungsi.



Gambar 9. Keluaran modulator AM DSB-FC

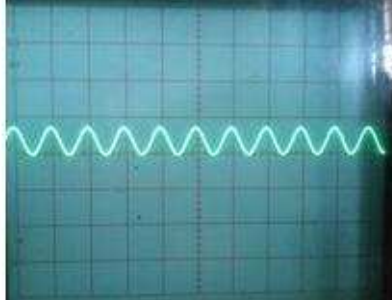
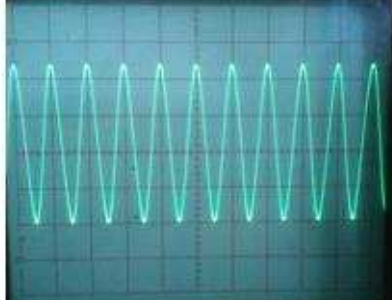
$$V = 1 \text{ V/div} \times 4 \text{ div} = 4 \text{ Vpp}$$

$$V_{rms} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{4V_{pp}}{2,828} = 1,4$$

$$TB = 0,2 \text{ ms}$$

3.4 Buffer

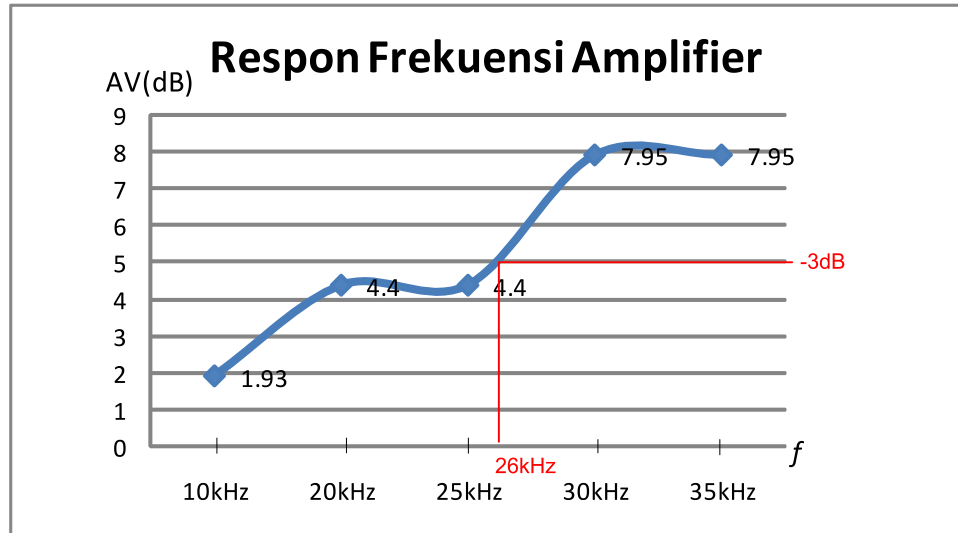
Tujuan pengujian buffer ini adalah untuk mengetahui sensitifitas buffer.

Keluaran pada Osiloskop	Keterangan
	<p>Amplitudo minimal.</p> $V = 2 \text{ V/div} \times 0,8 \text{ div} = 1,6 \text{ div}$ $V_{rms} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{1,6V_{pp}}{2,828} = 0,56 \text{ Vrms}$ $TB = 0,2 \text{ ms}$
	<p>Amplitudo maksimal buffer sebelum sinyal terpotong.</p> $V = 2 \text{ V/div} \times 4,4 \text{ div} = 8,8 \text{ Vpp}$ $V_{rms} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{8,8V_{pp}}{2,828} = 3,11 \text{ Vrms}$ $TB = 0,2 \text{ ms}$

Gambar 10. Keluaran modulator AM DSB-FC

3.5 Amplifier

Tujuan pengujian amplifier ini adalah untuk mengetahui respon frekuensi amplifier.



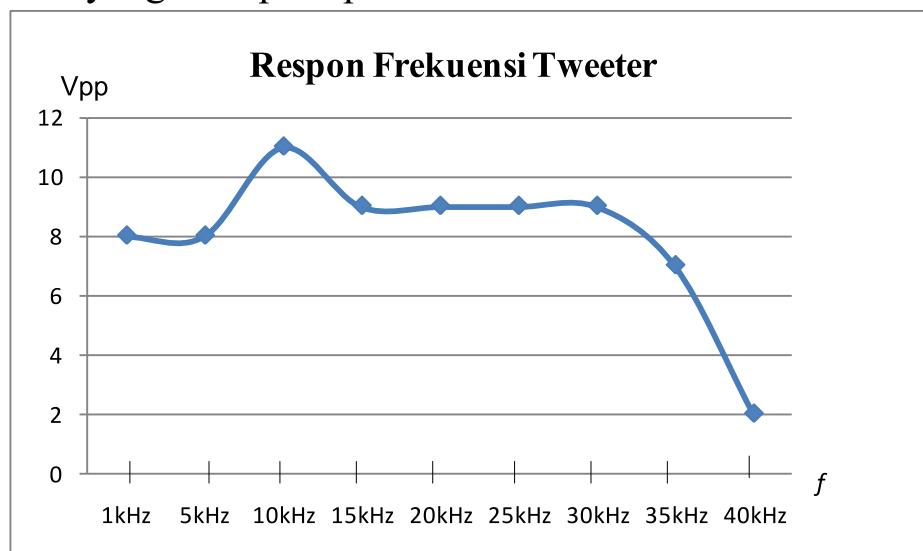
Gambar 11. Respon frekuensi dan penguatan amplifier.

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi cut-off}(f_c) &= 7,95\text{dB} - 3\text{dB} \\ &= 4,95\text{dB} \end{aligned}$$

Penguatan 4,95dB berada di frekuensi 26kHz.

3.6 Tweeter

Tujuan pengujian amplifier ini adalah untuk mengetahui frekuensi yang mampu dipancarkan oleh tweeter.



Gambar 12. Respon frekuensi tweeter.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari rumusan masalah dan hasil analisis yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. MP3 Player yang bekerja sebagai sumber informasi mengeluarkan frekuensi audio (musik) dengan keluaran tegangan maksimal adalah 0,35V, dan osilator mengeluarkan frekuensi ultrasonik 28,5 kHz dengan tegangan 0,99 V.
2. Modulasi yang terjadi sebesar 82%.
3. Sensitivitas buffer adalah dari 0,5 V sampai 3,11 V.
4. Amplifier dari TDA2030 berfungsi sebagai filter HPF yang hanya menguatkan frekuensi ultrasonik.
5. Sinyal ultrasonik yang dipancarkan oleh pemancar memiliki beam 30°, dan pancaran audio dari pemancar memiliki beam 20°.

4.2 Saran

Penempatan pengeras suara terarah harus lebih diperhatikan karena jarak antara sistem sangat mempengaruhi daerah yang lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Anonim1. AudioSpotlight. (<http://www.holosonics.com/?g&gclid=CM-02fDAorsCFcyt4god-R0AsA>), diakses tanggal 31 November 2013.*
- [2] *Anonim2. Proses Perambatan Bunyi. (<http://sbr.gafatar.org/proses-perambatan-bunyi/>), diakses tanggal 06 Desember 2013.*
- [3] *Anonim3. TranducerElectronic. (<http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/transducer-ultrasonic/>), diakses tanggal 29 November 2013.*
- [4] *Anonim4. Gejala-gejala Gelombang Bunyi. (<http://www.slideshare.net/siijuy/gejala-gejala-gelombang-bunyi>), diakses tanggal 28 November 2013.*
- [5] *Anonim5. Java Sound Line Array 8. (www.javasound-*

indonesia.blogspot.com,) diakses tanggal 11 Desember 2013

- [6] Anonim6. Interference beats and Tartini tones.
(www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/beats.htm),
diakses tanggal 12 Juni 2014
- [7] Anonim7. Sound from ultrasound.
(en.wikipedia.org/wiki/Sound_from_ultrasound), diakses
tanggal 12 Juni 2014
- [8] Anonim8. Teknik Telekomunikasi Digital.
<http://meandmyheart.files.wordpress.com/2009/09/kuliah-3-modulasi-amplitudo.pdf>, diakses tanggal 21 Juli 2014
- [9] Anonim9. Line Array or Column Loudspeakers.
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/audio/spk.html>,
diakses tanggal 14 agustus 2014
- [10] Barmawi, Malvino (1996). Prinsip-prinsip Elektronika.
Jakarta: Erlangga
- [11] Yoneyama, M., and Fujimoto, J., 1983, "The Audio Spotlight: An application of nonlinear interaction of sound waves to a new type of loudspeaker design", Tokyo 143, Japan.