



RANCANGAN PENGUAT DEPAN MICROPON UNTUK ALAT  
PENGUKURAN KAREKTERISTIK MATERIAL AKUSTIK  
DENGAN METODE *IMPEDANCE TUBE*

SKRIPSI

OLEH :

RUDI EBEN EZER SIAGIAN

NIM : 09.812.0018



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2015

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

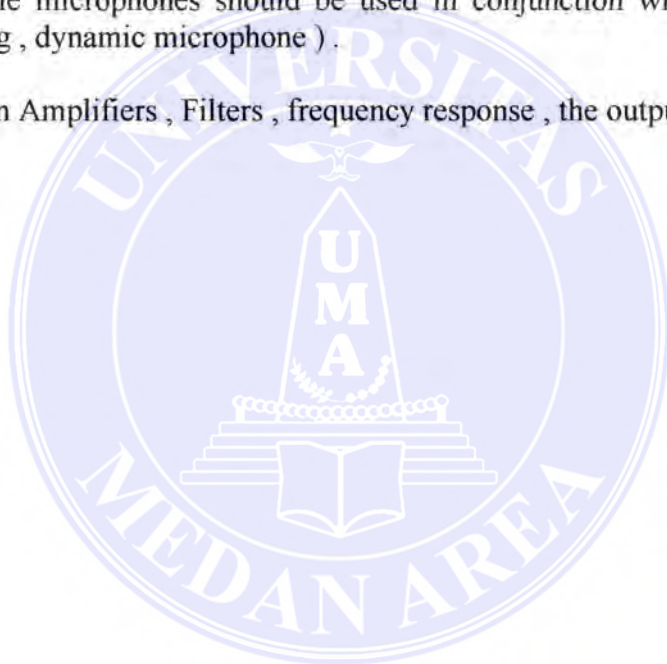
Document Accepted 7/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRACT

A microphone preamplifier is the sound engineer who prepares the microphone signal to be processed by other equipment . Microphone signal is often too weak to be transmitted to the unit as mixing consoles and recording devices with adequate quality . Microphone preamplifiers improve line-level signals ( ie signal power level required by the device ) to provide stable profits while preventing the induced noise that would otherwise distort the voltage sinyal. Output dynamic microphone may be very low , typically in the range of 1 to 100 microvolt . A microphone preamplifier increase the rate up to 70 dB , anywhere up to 10 volts . This is a stronger signal is used to drive the equalization circuit in an audio mixer , to encourage external audio effects , and for a number of other signals to create an audio mix for audio recording or live sound microphone preamplifier also affect the sound quality of an audio mix . A possible microphone preamplifier with a low impedance load , forcing the microphone to work harder and so change the tone quality . Preamplifier that has been studied very well be used at a frequency of 125Hz - 2000 Hz at intervals of secondary reinforcement . Some microphones should be used in conjunction with a preamplifier to function properly ( eg , dynamic microphone ) .

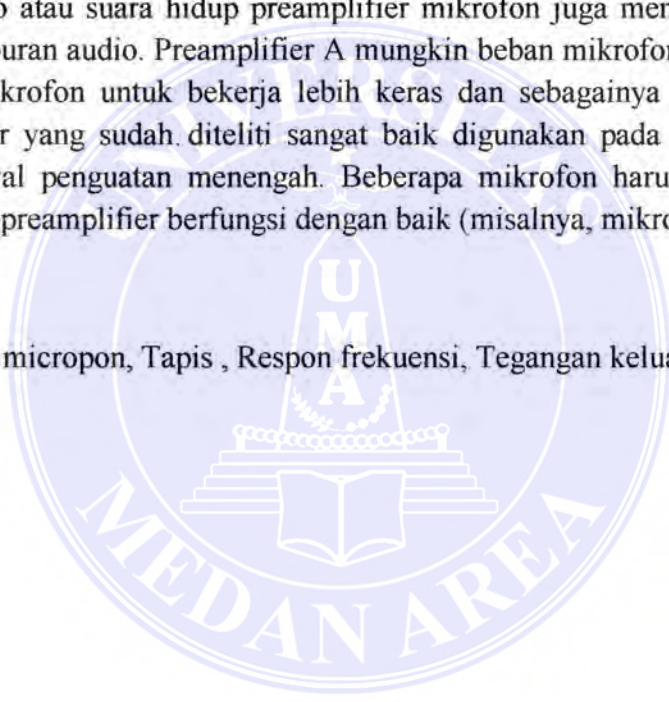
Keywords : micropon Amplifiers , Filters , frequency response , the output voltage



## ABSTRAK

Sebuah preamplifier mikrofon adalah perangkat sound engineering yang mempersiapkan sinyal mikrofon untuk diproses oleh peralatan lainnya. Sinyal mikrofon sering terlalu lemah untuk ditransmisikan ke unit seperti pencampuran konsol dan perangkat rekaman dengan kualitas yang memadai. Preamplifiers meningkatkan sinyal mikrofon line-level (yaitu tingkat kekuatan sinyal yang dibutuhkan oleh perangkat tersebut) dengan memberikan keuntungan yang stabil sementara mencegah akibat kebisingan yang dinyatakan akan mendistorsi sinyal. Output tegangan pada mikrofon dinamis mungkin sangat rendah, biasanya dalam kisaran 1 sampai 100 mikrovolt. Sebuah preamplifier mikrofon meningkatkan tingkat itu hingga 70 dB, ke mana saja sampai dengan 10 volt. Ini sinyal yang lebih kuat digunakan untuk menggerakkan sirkuit pemerataan dalam sebuah mixer audio, untuk mendorong efek audio eksternal, dan untuk jumlah dengan sinyal lain untuk menciptakan campuran audio untuk merekam audio atau suara hidup preamplifier mikrofon juga mempengaruhi kualitas suara dari suatu campuran audio. Preamplifier A mungkin beban mikrofon dengan impedansi rendah, memaksa mikrofon untuk bekerja lebih keras dan sebagainya mengubah kualitas nadanya. Preamplifier yang sudah diteliti sangat baik digunakan pada frekuensi 125Hz – 2000 Hz pada interval penguatan menengah. Beberapa mikrofon harus digunakan dalam hubungannya dengan preamplifier berfungsi dengan baik (misalnya, mikrofon dinamik).

Kata Kunci : Penguat micropon, Tapis , Respon frekuensi, Tegangan keluaran





# DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN .....	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Pengertian Penguat .....	4
2.2 Transistor dan IC sebagai penguat.....	7
2.3. Jenis-jenis Penguat .....	11
2.3.1 Power Amplifier OT.....	11
2.3.2. Power Amplifer OTL.....	12
2.3.3. Power Amplifier OCL.....	12
2.3.4. Power Amplifier BTL.....	13
2.4 Power Supplay .....	14
2.5. Teori Gelombang dan Bunyi .....	15
2.5.1 Pengertian Gelombang .....	15
2.5.2. Jenis-jenis Gelombang .....	16
2.5.3. Pengertian Bunyi.....	17

2.5.4. Sifat-sifat Bunyi.....	19
2.5.4.1. Frekuensi. ....	19
2.5.4.2. Kecepatan Perambatan.....	20
2.5.4.3. Panjang Gelombang.....	21
2.5.4.4. Intensitas Bunyi.....	21
2.5.4.5. Kecepatan Partikel.....	21
2.6. Analog digital converter merek labjack U-3 LV.....	22
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Perancangan Penguat Micropon.....	24
3.2.1 Alat.....	25
3.2.2 Bahan.....	27
3.2.2.1. Pre Amp Mic.....	27
3.2.2.2. Power Supplay.....	27
3.4 Eksperimental Setup.....	28
3.5 Prosedur Pengujian.....	29
3.6. Prosedur Pengujian simulasi.....	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Hasil Analisa Perancangan Penguat Depan Micropon.....	33
4.2 Hasil Pengujian.....	35
4.2.1 Pengukuran Pada Frekuensi 125 Hz.....	35
4.2.2 Pengukuran Pada Frekuensi 250Hz.....	36
4.2.3 Pengukuran Pada Frekuensi 500Hz.....	36
4.2.4 Pengukuran Pada Frekuensi 1000Hz.....	37
4.2.5 Pengukuran Pada Frekuensi 1500Hz.....	37
4.2.6 Pengukuran Pada Frekuensi 2000Hz.....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	40

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>ix</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	
----------------------	--



## BAB I

### LATAR BELAKANG

Audio diartikan sebagai suara atau reproduksi suara. Gelombang suara adalah gelombang yang dihasilkan dari sebuah benda yang bergetar. Gambarnya adalah senar gitar yang dipetik, gitar akan bergetar dan getaran ini merambat di udara, atau air, atau material lainnya. Satu-satunya tempat dimana suara tak dapat merambat adalah ruangan hampa udara. Gelombang suara ini memiliki lembah dan bukit, satu buah lembah dan bukit akan menghasilkan satu siklus atau periode. Siklus ini berlangsung berulang-ulang, yang membawa pada konsep frekuensi. Jelasnya, frekuensi adalah jumlah dari siklus yang terjadi dalam satu detik. Satuan dari frekuensi adalah Hertz atau disingkat Hz. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 KHz (20.000Hz) sesuai batasan sinyal audio. Karena pada dasarnya sinyal audio adalah sinyal yang dapat diterima oleh telinga manusia. Angka 20 Hz sebagai frekuensi suara terendah yang dapat didengar, sedangkan 20 KHz merupakan frekuensi tertinggi yang dapat didengar.

Pemanfaatan sinyal audio memberikan lapangan kerja bidang produksi sinyal audio meliputi, perekaman, manipulasi sinyal dan reproduksi gelombang suara. Untuk memahami audio harus memiliki pemahaman dua hal yaitu :

\_ gelombang suara : apa itu suara, bagaimana menghasilkan dan bagaimana mendengarkannya

\_ peralatan suara : apa perbedaan komponen, bagaimana kerjanya, bagaimana memilih peralatan yang benar dan bagaimana menggunakannya dengan tepat.

Teori audio lebih sederhana dari pada teori video dan biasa dipahami jalur dasar sumber suara, peralatan suara untuk mendengar, ini semua dimulai dari pembuatan penginderaan. Sebagai catatan teknis, secara fisik suara merupakan bentuk energi dikenal sebagai energi akustik. Oleh karenanya diperlukan perangkat penguat audio yang handal untuk mendukung pengembangan penelitian di bidang audio. Untuk dapat menangkap gelombang audio yang sangat lemah diperlukan penguat micropon awal agar dapat gelombang tersebut dikuatkan oleh perangkat audio yang lain.

## 1.2 Batasan Masalah

1. Penguat mic yang digunakan pada alat uji tube impedance.
2. Sistem menggunakan OP AMP 4558-L sebagai penguat depan mic.
3. pengujian frekuensi dilakukan dari 125Hz-2000Hz

## 1.3 Perumusan Masalah

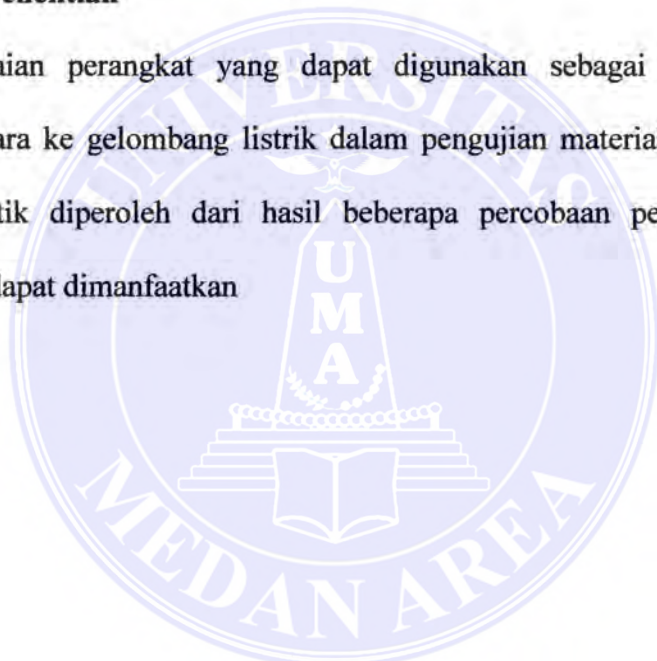
Kajian penelitian ini adalah rancangan pembuatan penguat micropon awal gelombang audio. Proses pembuatan rancangan ini yang terdiri dari penentuan sistim rangkaian yang akan disesuaikan kebutuhan.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan teknik pembuatan penguat awal micropon gelombang audio .
2. Untuk mendapatkan hasil penguatan oleh penguatawal micropon .
3. Untuk mendapatkan perangkat penguat micropon awal yang akan digunakan sebagai penguat suara pada alat ukur Tube Impedance.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Pemakaian perangkat yang dapat digunakan sebagai konversi gelombang suara ke gelombang listrik dalam pengujian material akustik. Material akustik diperoleh dari hasil beberapa percobaan pengolahan limbah untuk dapat dimanfaatkan





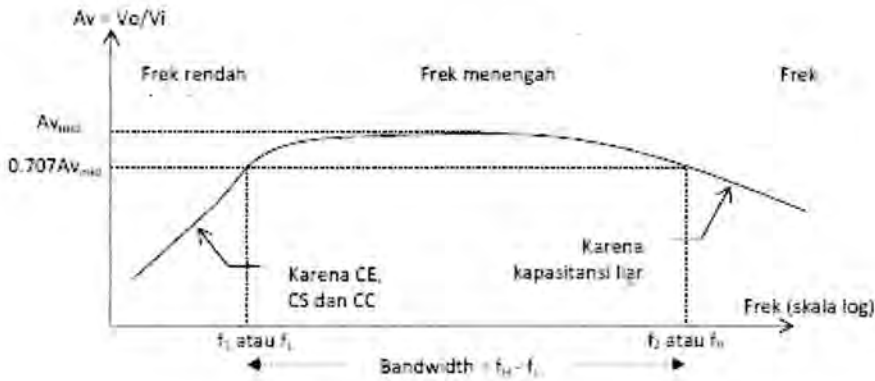


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Penguat

Suatu penguat tentunya mempunyai keterbatasan dalam hal kemampuan melewati frekuensi sumber sinyal yang disebut sebagai respon frekuensi penguat. Secara umum penguat hanya mampu melewati daerah frekuensi menengah. Hal ini berarti faktor penguatan dari penguat tersebut menurun baik pada daerah frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Oleh karena itu penguat tersebut dikatakan mempunyai tanggapan frekuensi (respon frekuensi) tertentu. Respon frekuensi dari setiap penguat berbeda-beda, yakni tergantung dari penggunaan penguat tersebut. Ukuran untuk menyatakan seberapa lebar tanggapan frekuensi suatu penguat biasanya disebut dengan lebar band (bandwidth). Karakteristik suatu penguat pada frekuensi rendah akan berbeda apabila diberi masukan frekuensi tinggi. Pada frekuensi rendah, kapasitor-kapasitor kopling dan by-pass tidak lagi diganti dengan ekivalen hubung singkat (dengan reaktansi kapasitif = 0) karena nilai reaktansinya menjadi semakin besar pada frekuensi rendah. Demikian juga apabila bekerja pada frekuensi tinggi, kapasitor liar yang timbul pada kaki-kaki transistor dan karena pengkabelan PCB yang nilainya sangat kecil (dalam orde pF) akan mempunyai reaktansi kapasitif yang cukup berarti pada frekuensi tinggi, sehingga akan mempengaruhi faktor penguatan.



Gambar 2.1 Kurva Respon Frekuensi Penguat CE Kopling Kapasitor

Kurva respon frekuensi secara umum dari penguat CE dengan kopling C dapat dilihat pada gambar diatas. Kurva respon frekuensi ini dibuat dengan sumbu horisontal berupa besaran frekuensi (masukan) dalam skala logaritmis dan sumbu vertikal berupa besaran penguatan (atau keluaran) dalam skala linier. Kertas yang digunakan untuk menggambarkan kurva respon frekuensi disebut kertas semi-log (artinya semi logaritmis). Dengan menggunakan skala logaritmis yakni jarak antara satu titik dengan lainnya tidaklah linier melainkan secara logaritmis, maka penggambaran besaran frekuensi akan efisien. Terlihat pada kurva respon frekuensi diatas bahwa pada daerah frekuensi rendah, semakin rendah frekuensi semakin kecil pula penguatannya (atau gain). Hal ini disebabkan karena pengaruh CE (C by-pass pada emitor), CS (C kopling pada masukan), dan CC (C kopling pada keluaran). Ketiga kapasitor ini reaktansi kapasitipnya akan semakin besar bila frekuensinya semakin rendah ( $X_C = 1/2\pi fC$ ), sehingga faktor penguatannya menjadi berkurang. Sedangkan pada daerah frekuensi tinggi, semakin tinggi frekuensi semakin kecil penguatan. Hal ini disebabkan karena reaktansi dari kapasitor liar menjadi kecil dan ini akan

membebani penguat sehingga penguatannya menjadi menurun. Lebar bidang frekuensi yang menentukan ukuran bandwidth dari suatu respon frekuensi dibatasi oleh  $f_1$  (atau  $f_L$ ) untuk frekuensi rendah dan  $f_2$  (atau  $f_H$ ) untuk frekuensi tinggi. Istilah  $f_1$  dan  $f_2$  ini biasanya disebut dengan frekuensi corner, cutoff, break, atau half power (setengah daya). Nilai penguatan pada titik  $f_1$  dan  $f_2$  ini adalah sebesar  $0.707 A_{V_{mid}}$ . Faktor sebesar  $0.707$  ini dipilih karena pada titik ini daya keluaran menjadi setengah dari daya keluaran pada frekuensi menengah. Daya output pada frekuensi menengah, ( $P_{O_{mid}}$ ) :

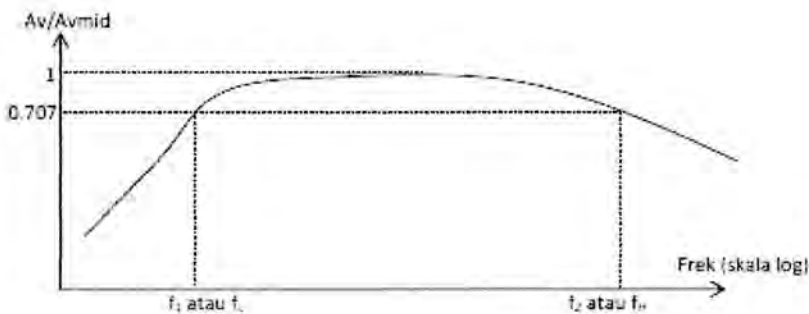
$$P_{O_{mid}} = [V_o^2] / R_o = [A_{V_{mid}}^2] / R_o \dots\dots\dots(2.1)$$

Daya output pada  $f_1$  dan  $f_2$ , ( $P_{O_{HPF}}$ ) :

$$P_{O_{HPF}} = [0.707 A_{V_{mid}} \cdot V_i]^2 / R_o = 0.5 [A_{V_{mid}}]^2 / R_o = 0.5 P_{O_{mid}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Bandwidth (BW) :

$$BW = f_2 - f_1 = f_h - f_l \dots\dots\dots(2.3)$$

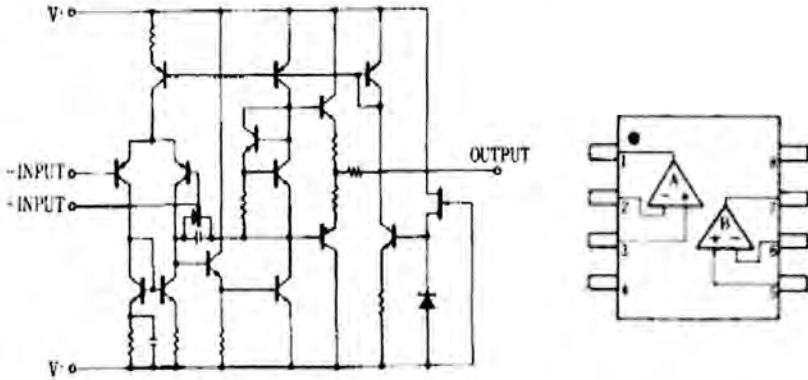


Gambar 2.2 Kurva Respon Frekuensi Yang Dinormalisasi

Dalam sistem komunikasi baik audio maupun video, penggambaran kurva respon frekuensi digunakan ukuran decibel untuk menunjukkan level penguatan (gain). Untuk menggambarkan kurva dalam satuan decibel terlebih dahulu kurva pada gambar kurva respon frekuensi perlu di normalisasi, seperti gambar diatas. Sumbu vertikal merupakan satuan  $A_v/A_{v_{mid}}$ , sehingga pada saat  $A_v$  nya adalah  $A_{v_{mid}}$ , maka nilai pada titik tersebut adalah 1. Selanjutnya kurva dengan satuan decibel dapat dibuat dengan mengkonversi satuan penguatan ke decibel (dB). Kurva respon frekuensinya dapat dilihat pada gambar berikut. Pada frekuensi menengah nilai dBnya adalah  $20 \log 1 = 0$  dB, sedangkan pada frekuensi cut off nilainya adalah  $20 \log 1/\sqrt{2} = -3$  dB. Kurva Respon Frekuensi Dalam Decibel (dB)

## 2.2. Transistor dan IC sebagai penguat

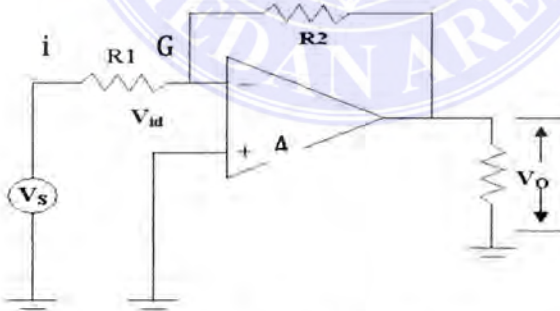
Op amp sebagai penguat, yang karekteristiknya di tentukan oleh komponen-komponen feed back (umpan balik). Op amp kini di jumpai dalam bentuk integrated circuit (IC) yang cukup kecil bentuknya. Dalam perencanaan elektronik di gunakan Op amp jenis LM-4558l yang mempunyai 8 kaki (pin). Berikut ini dapat dilihat rangkain op amp LM-4558L.



Gambar 2.2.1 Blok diagram IC

Untuk memudahkan pembahasan, maka operational amplifier ini mempunyai satu buah terminal output, 2 buah terminal input yaitu non inverting input dan inverting input, serta terminal catu daya.

1. Sistem inverting



Gambar 2.2.2 penguat pembalik (inverting)

Sinyal dimasukkan ke input inverting ditanahkan (ground). Dengan sistem ini sinyal output akan berlawanan fasanya dengan fasa inputnya.

Penguatan pembalik (inverting) menunjukkan penguatan pembalik dasar

dengan masukan  $R_1$  dan tahanan umpan balik  $R_2$ , terminal masuk bukan

pembalik(non inverting) di bumikan. Tegangan masuk  $V_s$  dan tegangan keluar  $V_o$  karena perolehan A dari penguat operasional (A juga dinamakan perolehan lingkaran terbuka) sangat besar, tegangan  $v$  pada terminal masuk pada pembalik sangat kecil, pada enyataannya mendekati potensial bumi.

Jadi, walaupun titik G, sebenarnya tidak dihubungkan ke bumi, secara semu (virtual) berada pada potensial bumi, tidak tergantung pada besarnya potensial  $v_1$  dan  $v_o$ . arus yang mengalir melewati  $R_1$  dibarikan oleh  $i=(v_1-v)/R_1$ . Dengan mengumpamakan penuat operasional ideal yang mempunyai impedansi masuk tidak terhingga, arus I akan mengalir melewati  $R_f$  dan tidak kedalam OP AMP. Dengan menggunakan hukum arus Kirchhoff pada titik G dapat kita tuliskan:

$$\frac{v_1-v}{R_1} = \frac{v-v_0}{R_2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Karena titik G di bumikan semu, yakni  $v \approx 0$ , dari persamaan (2.4)

$$v_1/R_1 = -v_0/R_2$$

Perbandingan tegangan keluaran  $v_0$  dan tegangan masukan  $v_1$  merupakan perolehan dari penguat. Sehingga untuk perolehan penguat pembalik:

$$\frac{v_0}{v_1} = -\frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots(2.5)$$

Jadi perolehan tegangan diberikan oleh perbandingan resistansi umpan-balik  $R_f$  ke resistensi masukan  $R_1$ . Tanda negatif menunjukkan bahwa tegangan keluaran terbalik dibandingkan dengan tegangan masukan.

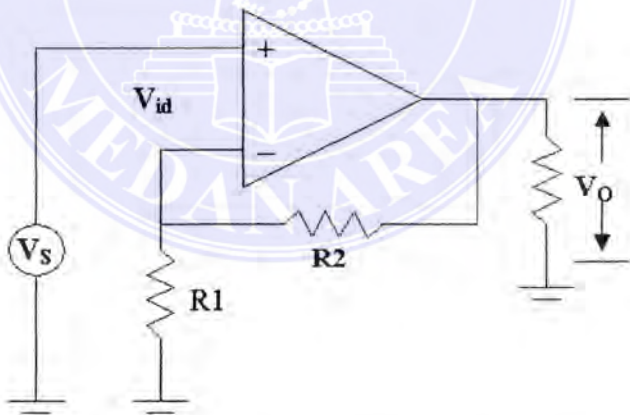
Resistansi masukan ( $R_{in}$ ) dari penguat keseluruhan diberikan oleh perbandingan tegangan  $v_1$  dan arus masukan  $(v_1-v)/R_1$ . Jadi,

$$R_{in} = v_1 / \left( \frac{v_1 - v}{R_1} \right) \approx R_1 \dots \dots \dots (2.6)$$

Karena  $v \approx 0$ . Bahwa  $R_{in}$  mangacu ke penguat keseluruhan, dan bukan ke OP AMP yang mempunyai impedansi tak terhingga. Resistansi keluaran dari rangkaian penguat pembalik sangat rendah.

2. Sistem non inverting (follower)

Sinyal dimasukkan ke input non inverting, sedangkan input inverting ditanahkan sinyal output akan mempunyai fasa yang sama dengan fasa inputnya.



Gambar 2.2.3 penguat bukan pembalik (non inverting)

Rangakain bukan pembalik dapat dilihat pada gambar 2.2.3. dalam hal ini, tegangan masuk  $v_s$  di berikan ke terminal bukan pembalik. Potensial titik G juga sama dengan  $V_s$  karena perolehan OP AMP tidak terhingga. Maka , seperti sebelumnya, karena masukan arus ke OP AMP

UNIVERSITAS MEDAN AREA

diabaikan, dapat kita tuliskan persamaan di titik G, dengan menggunakan hokum arus Kirchhoff:

$$\frac{v_0 - v_s}{R_2} = \frac{v_s}{R_1} \dots\dots\dots(2.7)$$

Kaarena itu, perolehan penguat bukan pembalik sama dengan

$$\frac{v_0}{v_s} = \frac{R_2 + R_1}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots(2.8)$$

Bahwa dalam hal ini, perolehan sama dengan 1 ditambahkan perbandingan dua resistensi  $R_2$  dan  $R_1$ . Juga, tegangan keluaran sefase dengan tegangan masukan. Rangkaian ini memberikan impedansi masukan tinggi dan impedansi keluaran rendah.

### 2.3 Jenis-jenis penguat

#### 2.3.1 Power Amplifier OT (Output Transformer)



Gambar 2.3.1 Contoh rangkaian power amplifier OT

Power amplifier OT (Output Transformer) merupakan jenis power amplifier yang menggunakan kopling sebuah transformer OT untuk menghubungkan rangkaian penguat akhir dengan beban pengeras suara (loud speaker).

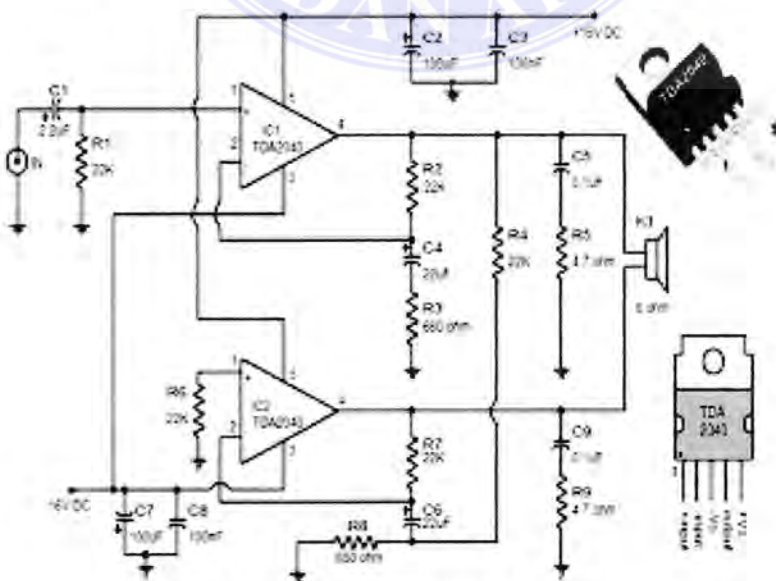




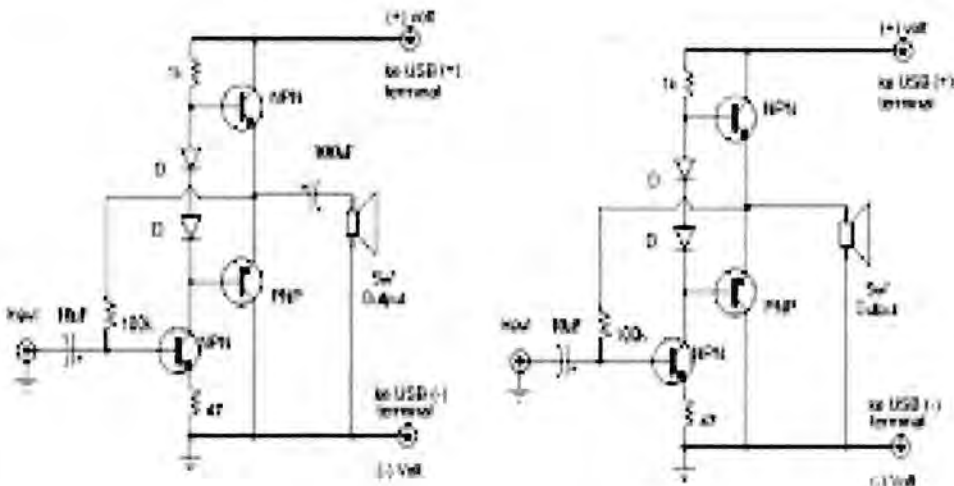
amplifier OCL memiliki respon frekuensi yang lebar, sehingga semua range frekuensi audio dapat direproduksi dengan baik. Power amplifier OCL memiliki kelemahan, apabila terjadi short circuit pada bagian akhir power amplifier maka penguat suara (loud speaker) akan rusak.

### 2.3.4 Power Amplifier BTL (Bridge Transformer Less)

Power amplifier BTL (bridge transformer less) merupakan penggabungan 2 unit rangkaian power amplifier OTL atau OCL yang bertujuan untuk menguatkan sinyal audio dengan fasa yang berbeda secara terpisah dan memberikannya ke loud speaker secara bersama sehingga diperoleh suatu penguatan tegangan yang lebih besar atau minimal 2x lebih besar dari penggunaan penguat OTL atau OCL biasa. Pada power amplifier BTL (bridge transformer less) penguat suara (loud speaker) sebagai beban dihubungkan dengan rangkaian power amplifier secara bridge (jembatan) yaitu setiap kutub pada penguat suara (loud speaker) masing-masing dihubungkan dengan rangkaian power amplifier yang terpisah.



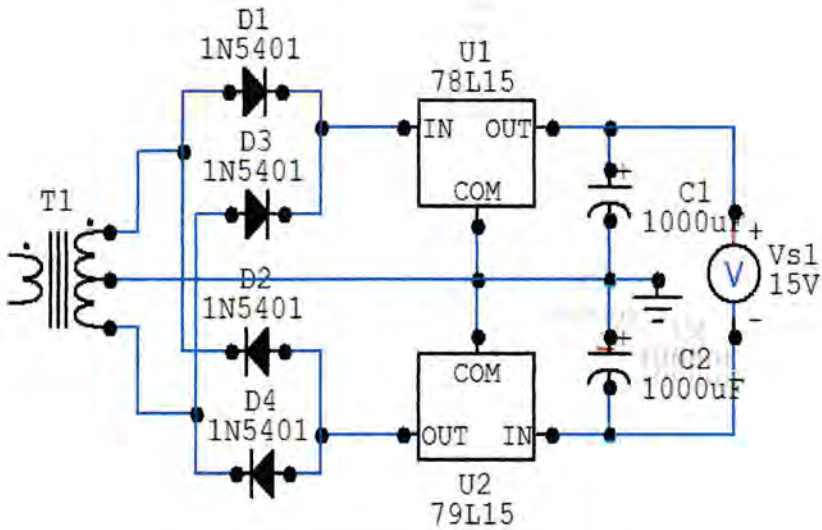
Gambar 2.3.3 power amplifier BTL



Gambar 2.3.4. Amplifier OTL dan OCL

## 2.4. Power supply

Pre amp mic pada dasarnya memerlukan energi atau tenaga untuk dapat beroperasi, sehingga diperlukan sebuah penyuplai daya dalam bentuk constant-voltage atau constant-current power supply. Power supply dapat diambil langsung dari jalur listrik PLN atau menggunakan sumber listrik lain. Untuk alat-alat elektronik otomatis yang dioperasikan jauh dari jalur listrik PLN, biasanya menggunakan power supply dari baterai atau solar cell. Instrumen-instrumen elektronik umumnya menggunakan arus searah (DC), sehingga bila sumber tegangan masih dalam bentuk arus bolak-balik (AC) maka diperlukan pengubah arus. Rangkaian elektronik sederhana untuk penyearah arus dapat dilihat seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rangkaian power supply

## 2.5. Teori Gelombang dan Bunyi

Pada bagian ini akan diberikan beberapa definisi dan pengertian dasarmengenai gelombang dan bunyi serta hal-hal yang berkaitan dengan teori ini.

### 2.5.1 Pengertian Gelombang

Gelombang adalah suatu getaran, gangguan atau energi yang merambat. Dalam hal ini yang merambat adalah getarannya, bukan medium perantaranya. Satu gelombang terdiri dari satu lembah dan satu bukit (untuk gelombang transversal) atau satu renggangan dan satu rapatan (untuk gelombang longitudinal). Besaran-besaran yang digunakan untuk mendiskripsikan gelombang antarlain panjang gelombang ( $\lambda$ ) adalah jarak antara dua puncak yang berurutan, frekuensi ( $f$ ) adalah banyaknya gelombang yang melewati suatu titik tiap satuan waktu, periode ( $T$ ) adalah waktu yang diperlukan oleh gelombang melewati suatu titik, amplitudo ( $A$ ) adalah simpangan maksimum dari titik setimbang, kecepatan gelombang

(v) adalah kecepatan dimana puncak gelombang (atau bagian lain dari gelombang) bergerak.

Kecepatan gelombang harus dibedakan dari kecepatan partikel pada medium itu sendiri. Pada waktu merambat gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Saat gelombang merambat melalui medium maka energi dipindahkan sebagai energi getaran antar partikel dalam medium tersebut.

### 2.5.2. Jenis-Jenis Gelombang

Jenis-jenis gelombang dikelompokkan berdasarkan arah getar, amplitudo dan fasenya, medium perantaranya dan frekuensi yang dipancarkannya. Berdasarkan arah getarnya gelombang dikelompokkan menjadi:

#### a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatannya. Satu gelombang terdiri dari satu lembah dan satu bukit.

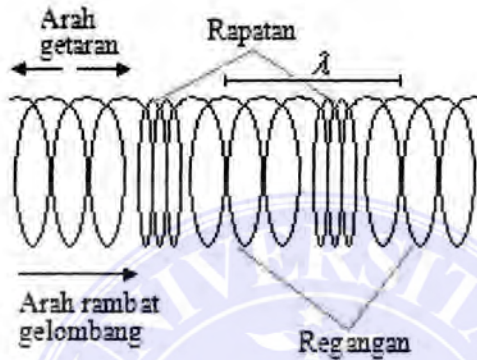


Gambar 2.5.2a Gelombang transversal.

(Sumber: <http://fisikagelombang.blogspot.com/2010/02/gelombang>)

## b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar atau berimpit dengan arah rambatannya. Gelombang yang terjadi berupa rapatan dan renggangan seperti ditunjukkan pada gambar 2.5.2b



Gambar 2.5.2b Gelombang longitudinal.

### 2.5.3. Pengertian Bunyi

Bunyi secara harafiah dapat diartikan sebagai sesuatu yang kita dengar. Bunyi merupakan hasil getaran dari partikel-partikel yang berada di udara dan energi yang terkandung dalam bunyi dapat meningkat secara cepat dan dapat menempuh jarak yang sangat jauh.

Defenisi sejenis juga dikemukakan oleh Bruel & Kjaer (1986) yang menyatakan bahwa bunyi diidentikkan sebagai pergerakan gelombang di udara yang terjadi bila sumber bunyi mengubah partikel terdekat dari posisi diam menjadi partikel yang bergerak.

Secara lebih mendetail, Doelle (1972) menyatakan bahwa bunyi mempunyai dua defenisi, yaitu:

1. Secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Definisi ini dikenal sebagai bunyi objektif.
2. Secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis yang digambarkan pada bagian atas. Hal ini disebut sebagai bunyi subjektif.

Secara singkat, Bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Rambatan gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan peregangannya partikel-partikel udara yang bergerak ke luar, yaitu karena penyimpangan tekanan. Hal serupa juga terjadi pada penyebaran gelombang air pada permukaan suatu kolam dari titik dimana batu dijatuhkan.

Gelombang bunyi adalah gelombang yang dirambatkan sebagai gelombang mekanik longitudinal yang dapat menjalar dalam medium padat, cair dan gas. Medium gelombang bunyi ini adalah molekul yang membentuk bahan medium mekanik ini. Gelombang bunyi ini merupakan vibrasi/getaran molekul-molekul zat dan saling beradu satu sama lain namun demikian zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi bahkan tidak pernah terjadi perpindahan partikel.

### 2.5.4 Sifat–Sifat Bunyi

Bunyi mempunyai beberapa sifat, seperti frekuensi bunyi, kecepatan perambatan, panjang gelombang, intensitas dan kecepatan partikel.

#### 2.5.4.1 Frekuensi

Frekuensi merupakan gejala fisis objektif yang dapat diukur oleh instrumen-instrumen akustik. Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang diberikan. Untuk memperhitungkan frekuensi, seseorang menetapkan jarak waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi hitungan ini dengan panjang jarak waktu. Hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan hertz (Hz) yaitu nama pakar fisika Jerman Heinrich Rudolf Hertz yang menemukan fenomena ini pertama kali.

Frekuensi yang dapat didengar oleh Manusia berkisar 20 sampai 20.000 Hz dan jangkauan frekuensi ini dapat mengalami penurunan pada batas atas rentang frekuensi sejalan dengan bertambahnya umur manusia. Jangkauan frekuensi audio manusia akan berbeda jika umur manusia juga berbeda. Besarnya frekuensi ditentukan dengan rumus:

$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (2.9)$$

dimana:  $f$  = Frekuensi (Hz)

$T$  = perioda (detik)

Periode adalah banyaknya waktu per banyaknya getaran, sehingga periode berbanding terbalik dengan frekuensi.



$$T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana:  $f$  = Frekuensi (Hz)

$T$  = periode (detik)

**2.5.4.2 Kecepatan Perambatan**

Bunyi bergerak pada kecepatan berbeda-beda pada tiap media yang dilaluinya. Pada media gas udara, cepat rambat bunyi tergantung pada kerapatan, suhu, dan tekanan.

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P_a}{\rho}} \dots\dots\dots(2.11)$$

atau dalam bentuk yang sederhana dapat ditulis:

$$c = 20,05\sqrt{T}$$

dimana:  $c$  = Cepat rambat bunyi (m/s)

$\gamma$  = Rasio panas spesifik (untuk udara = 1,41)

$P_a$  = Tekanan atmosfir (Pascal)

$\rho$  = Kerapatan (Kg/m<sup>3</sup>)

$T$  = Suhu (K)

Pada media padat bergantung pada modulus elastisitas dan kerapatan, sedangkan pada media cair bergantung pada modulus bulk dan kerapatan.

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana:  $E$  = Modulus Elastisitas (Pascal)

$\rho$  = Kerapatan (Kg/m<sup>3</sup>)

### 2.5.4.3. Panjang Gelombang

Panjang suatu gelombang bunyi dapat didefinisikan sebagai jarak antara dua muka gelombang berfase sama. Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan cepat rambat bunyi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana:       $\lambda$  = Panjang gelombang bunyi  
                   $c$  = Cepat rambat bunyi (m/s)  
                   $f$  = Frekuensi (Hz)

### 2.5.4.4. Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi adalah aliran energi yang dibawa gelombang udara dalam suatu daerah per satuan luas. Intesitas bunyi pada tiap titik dari sumber dinyatakan dengan:

$$I = \frac{W}{A} \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana:       $I$  = Intensitas bunyi ( $W/m^2$ )  
                   $W$  = Daya akustik (Watt)  
                   $A$  = Luas area ( $m^2$ )

Ambang batas pendengaran manusia, yaitu nilai minimum intensitas daya bunyi yang dapat dideteksi telinga manusia, adalah  $10^{-6} W/cm^2$ .

### 2.5.4.5. Kecepatan Partikel

Radiasi bunyi yang dihasilkan suatu sumber bunyi akan mengelilingi udara sekitarnya. Radiasi bunyi ini akan mendorong patikel udara yang dekat dengan permukaan luar sumber bunyi. Hal ini akan menyebabkan

bergeraknya partikel-partikel di sekitar radiasi bunyi yang disebut dengan kecepatan partikel.

$$V = \frac{p}{\rho c} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :  $V$  = Kecepatan partikel (m/detik)

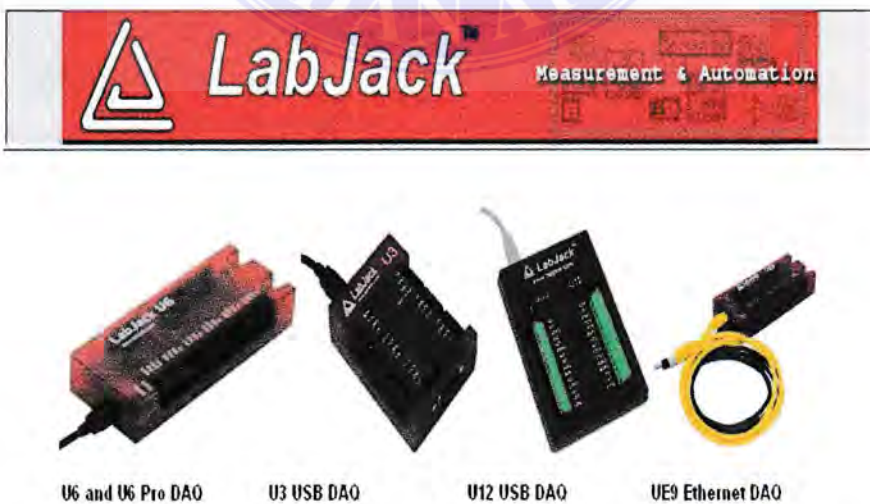
$p$  = Tekanan (Pa)

$\rho$  = kerapatan ( $\text{Kg/m}^3$ )

$c$  = Kecepatan rambat gelombang (m/detik)

### 2.6 Analog digital converter merek Labjack U-3 LV

Labjack pertama kali di rilis tahun 2001 oleh Labjack Corporation, menggunakan USB (Universal Serial Bus)/internet dalam peralatan ukur dan automisasi untuk merubah input/output analog serta digital. Labjack dirancang agar mudah digunakan antara computer dan dunia fisik. Beberapa contoh peralatan Labjack:



Gambar 2.6. Beberapa tipe ADC merek Labjack

Labjack adalah peralatan yang dapat digunakan converter untuk memonitor dan mengontrol proyek dari PC atau mobile phone, seperti penghubung antara dunia nyata dan virtual. Dapat digunakan untuk pembacaan keluaran tegangan sensor, arus, daya, temperature, humidity, wind speed, force, pressure, strain, acceleration, RPM, intensitas cahaya, intensitas suara, konsentrasi gas, posisi dan lain-lain. Labjack ini dapat memperkuat tegangan sinyal kecil Hasil terbaik umumnya diperoleh ketika tegangan sinyal mencakup rentang masukan analog penuh Labjack. Jika sinyal terlalu kecil dapat diperkuat sebelum tersambung ke Labjack. Salah satu cara yang baik untuk menangani sinyal tingkat rendah seperti termokopel adalah LJTick-InAmp, yang merupakan 2-channel modul instrumentasi amplifier yang dihubungkan ke U3 sekrup-terminal. Untuk solusi tegangan yang kecil.

## BAB III

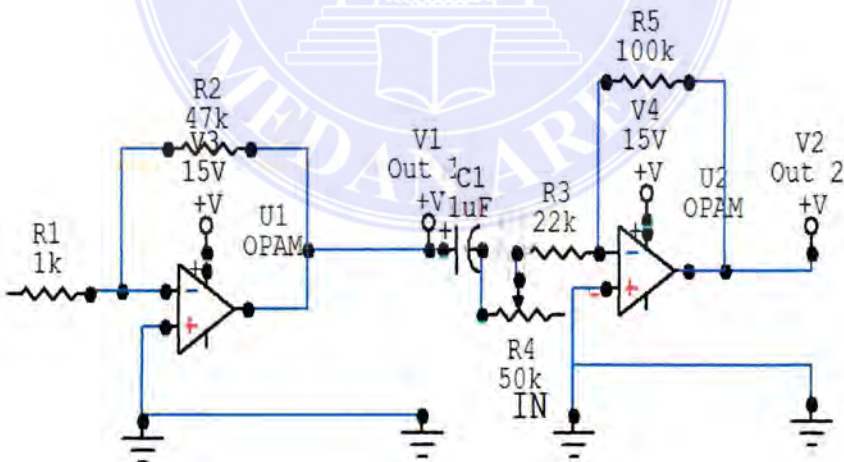
### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama sekitar 8 minggu. Tempat pelaksanaan penelitian adalah di Laboratorium elektro dan akustik, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

#### 3.2 Perancangan Penguat Micropon(Pre amplifier mic)

Berdasarkan teori Op AMP diatas dan sesuai dengan kebutuhan alat uji tube impedance maka dirancang lah rangkaian pre amp seperti gambar 3.3



Gambar 3.2a. Rangkaian penguat micropon



Gambar 3.2b. Tampak dalam dan Luar Penguat micropon

### 3.2.1 Alat

#### 1. Osiloskop



Gambar 3.2.1. osiloskop

Dengan speifikasi:

- 1) Kenwood CS-4026
- 2) Frekuensi 0-20Mhz

## 2. fungsi generator



Gambar 3.2.2 fungsi generator

Dengan spesifikasi:

- 1) Jiwatsu SG-4101
- 2) Frekuensi 0-10Mhz

## 3. Solder dan timah



Gambar 3.2.5. solder dan timah

## 4. Multimeter



Gambar 3.2.4 multimeter

## 5. Mikropon

Digunakan sebagai sensor untuk menangkap sinyal bunyi yang berinterferensi didalam tabung impedansi. Mikropon yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.2.5 Mikropon.

Dengan spesifikasi:

- 1) Frekuensi respon 50 – 15,000 Hz
- 2) Out put Impedance 300 Ohm.

### 3.2.2. Bahan

#### 3.2.2.1. Pre Amp Mic

$R_1$ 47k	1 buah
$R_2$ 1k	1 buah
$R_3$ 100 $\Omega$	1 buah
$R_4$ 100k	1 buah
Potensio 50k	1 buah

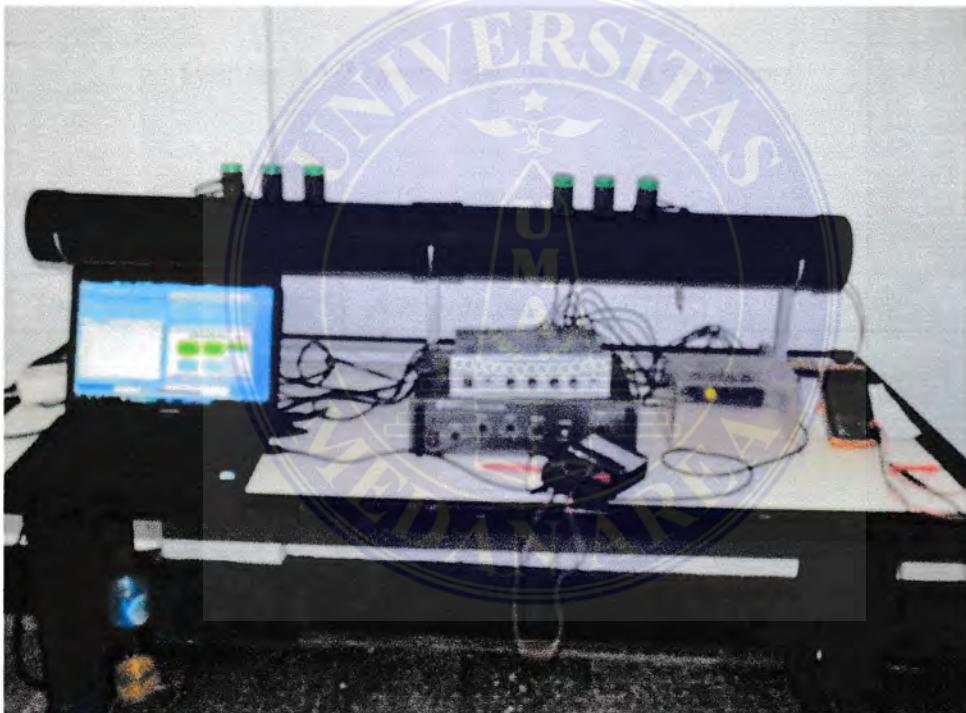


Kapasitor mika 22pf	1 buah
Kapasitor elektrolit 1 $\mu$ f/50v	1 buah
IC 4558L	1 buah

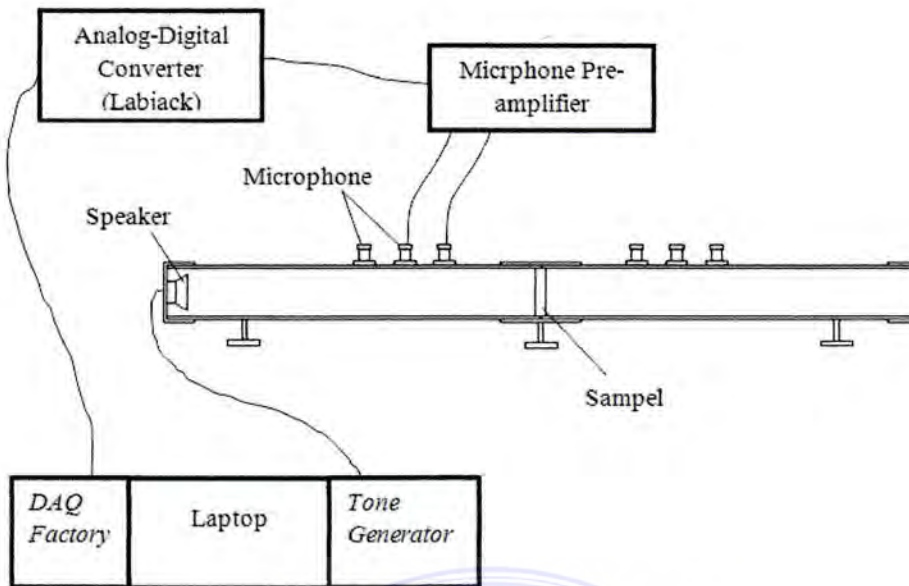
### 3.2.2.2. power supplay

Dioda IN 5401	4 buah
Elco 1000 $\mu$ f/16v	2 buah
Trafo CT 350mA	1 buah

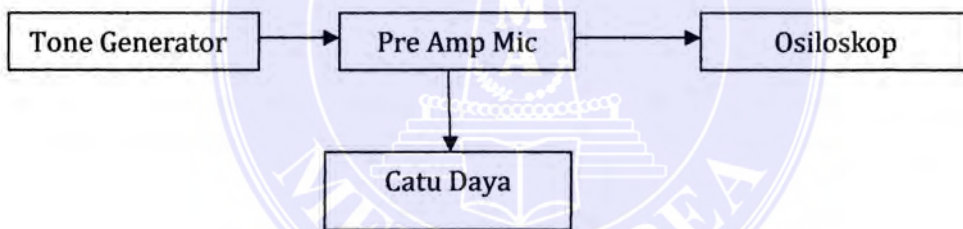
## 3.4 Eksperimental Setup



Gambar 3.4.1. Set up peralatan



Gambar 3.4.2 Skema alat uji Tabung Impedansi.



Gambar 3.4.3. Set Up Peralatan Pengujian

### 3.5. Prosedur Pengujian

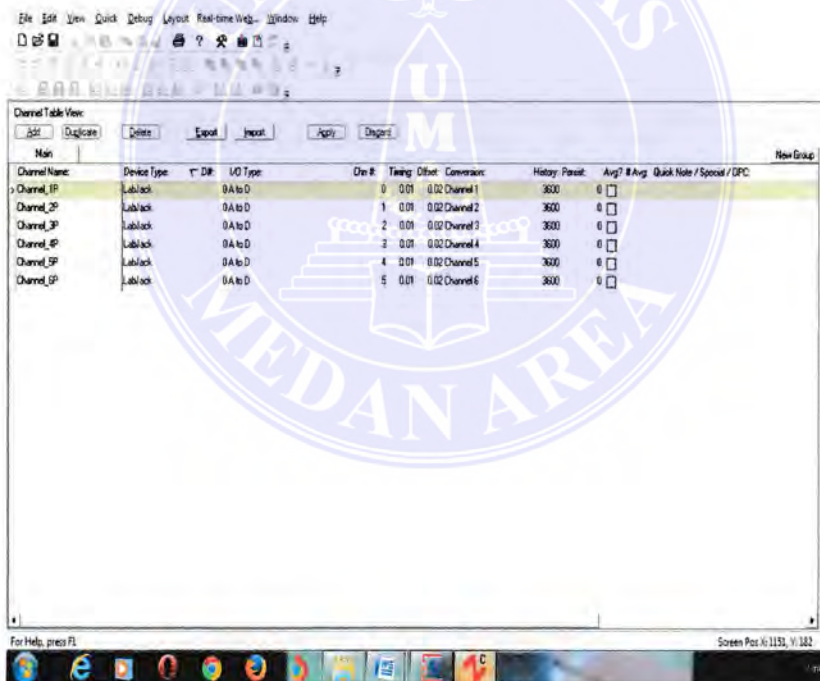
Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan semua peralatan uji dengan diatur sesuai gambar set up peralatan pengujian.
2. Mengaktifkan Tone generator dengan mengatur frekuensi sumber sinyal.

3. Pengukuran dilakukan pada frekuensi 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 1500Hz, dan 2000 Hz serta mengatur amplitude dengan tegangan 50 mv.
4. Mengaktifkan seluruh peralatan
5. Lalu lihat lah tegangan keluaran (Vout) pada osiloskop
6. Ulangi langkah no.3 untuk mencari tegangan keluaran (Vout) untuk frekuensi yg berbeda.

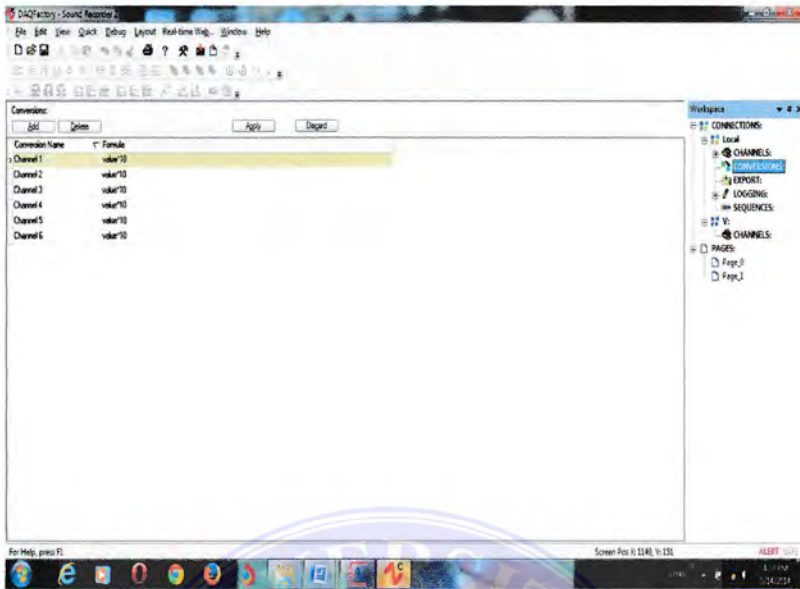
### 3.6. Prosedur Pengujian dengan Simulasi

#### 1. Pemilihan chanel input ke labjack



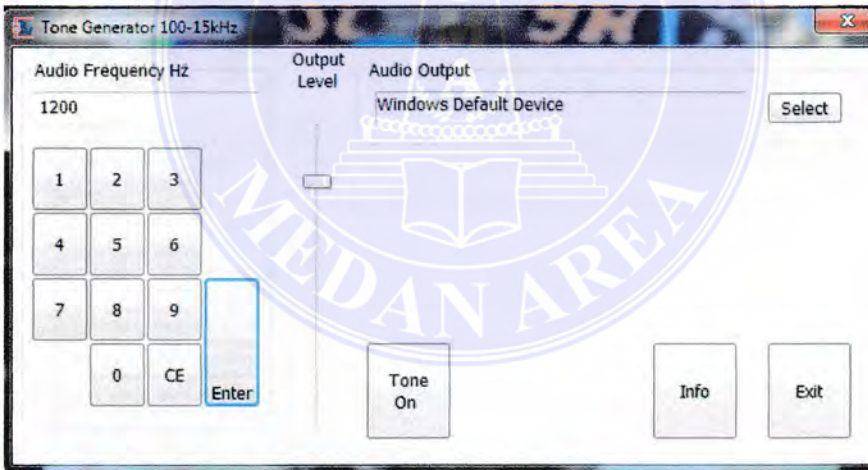
Gambar 3.6.1. chanel input

## 2. Pengkonversian dengan menggunakan software labjack



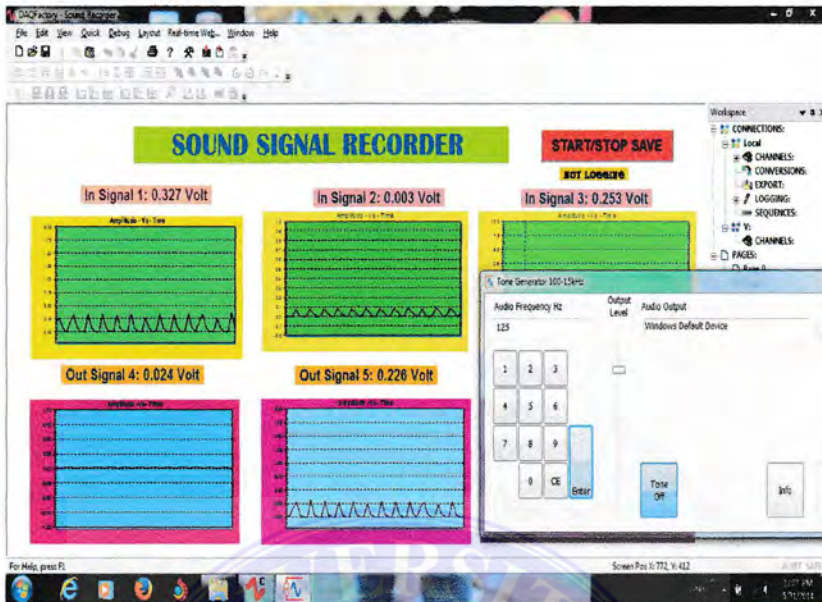
Gambar 3.6.2. Pengkonversian Software Labjack

## 3. Aktifkan software tone generitor



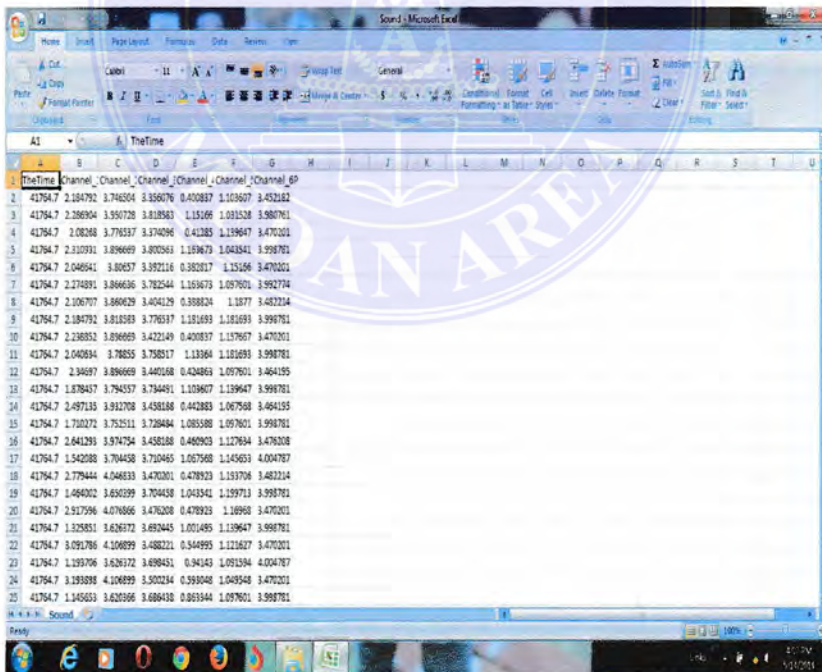
Gambar 3.6.3 Tone Generator

#### 4. Tampilkan sound signal recorder



Gambar 3.6.4 Sound Signal Generator

#### 5. Hasil perekaman oleh software labjack yang di tujukan ke excel



Gambar 3.6.5. hasil perekaman labjack



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari seluruh kegiatan penelitian mulai dari perancangan, pembuatan alat uji dan pengujian, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Telah didesain sebuah alat uji akustik berupa tabung impedansi sesuai standar ISO 10534-2:1998 dengan batas frekuensi pengujian 114 Hz sampai 2 kHz.
2. Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi frekuensi maka peralatan preamp micnya mengalami pemotongan amplitude gelombang.
3. Interval penguatan yang baik pada posisi potensiometer di interval menengah.
4. Amplitudo yang dihasilkan dengan simulasi menggunakan software ADC hampir sama dengan osiloskop.
5. Dari hasil perhitungan terdapat perbedaan tegangan keluaran dengan hasil pengujian di karenakan terjadi klipper(pemotongan) pada penguatan satu kali sampai di tiga kali, sehingga dalam praktek penggunaan pengukuran absorpsi (tube impedance) di sarankan menggunakan penguatan enam kali.

## 5.2 Saran

1. Untuk penelitian lanjutan variasi frekuensi dapat dilakukan diatas 2000 Hz dengan menggunakan diameter tabung impedansi yang lebih kecil.
2. Sebaiknya hasil penelitian dapat lebih diverifikasi dengan menggunakan perangkat lunak (simulasi).
3. Hasil penelitian dapat dibandingkan dengan menggunakan sinyal analisis yang berbeda seperti osiloskop.



## DAFTAR PUSTAKA

Malvino, Elektronika Terpadu, Penerbit Air Langga

Sutrisno, Dasar Elektronika, Penerbit Air Langga

NN, Signal Conditioning PC-Based Data Acquisition Handbook, [info@mccdaq.com](mailto:info@mccdaq.com)

Jacob, Handbook of Modern Sensors,, Springer, New York

William, Fundamental Of Industrial Instrumentation and Process Control, Mc

<http://journal.unnes.ac.id/suj/index.php/eduel>

[behrooz.j.y@gmail.com](mailto:behrooz.j.y@gmail.com)

ASTM standard:

E 2611-09 Test Method for Measurement of Normal Insidance Sound Transmission of Acoustical Materials Based on the Transfer Matrix Method.

E 1050-98 Test Method for Impedance and Absorbption of Acoustical Materials Using A Tube, Two Microphones and A Digital Frequency Analysis System.

[www.bksv.com](http://www.bksv.com)

Christer Heed, sound Absorbption and Acoustic Surface Impedance, Stockhlom, Oktober 2008

Journal of the Korean Physical Sosiety, Vol.53 No.2, Agust 2008,pp.596-600

AndrewR Bernard and Mohan D.Rao, Measurement of Sound Transmission Loss Using a Modified Four Microphone impedance Tube, Noise-Con, 2004

Kalyan Chakravarthy Vengala, Bachelor of Technology in Mechanical engineering, Jawaharla Nehru Technology University, Heyderabad, Andhra Pradesh, 2007