

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS FREKUENSI STEREO MPX ENCODER SEBAGAI KOMUNIKASI PEMANCAR RADIO FM**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**AKMAL HENDANU PUTRA**  
**1407220166-P**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Akmal Hendanu Putra

NPM : 1407220166-P

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : ANALISIS FREKUENSI STEREO MPX ENCODER  
SEBAGAI KOMUNIKASI PEMANCAR RADIO FM

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 18 September 2019

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Noorly Evalina, S.T, M.T

Dosen Pembimbing II

Pastoran Harahap, S.T, M.T

Dosen Pembimbing I

Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T

Dosen Pembimbing II

Elvy Sahnur Nasution, S.T, M.Pd

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : AKMAL HENDANU PUTRA  
Tempat/Tanggal Lahir : Rantau Prapat / 09 April 1995  
NPM : 1407220166-P  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“ ANALISIS FREKUENSI STEREO MPX ENCODER SEBAGAI  
KOMUNIKASI PEMANCAR RADIO FM ”**

Dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di salah satu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Medan, 18 September 2019



yang menyatakan

( AKMAL HENDANU PUTRA )

## ABSTRAK

Radio siaran merupakan salah satu media elektronik komplementer media cetak dalam menyajikan informasi dan hiburan. Radio siaran merupakan salah satu layanan *terrestrial broadcasting* yang menggunakan teknologi elektronika dan telekomunikasi dalam memproses, mengirim materi informasi dan hiburan kepada pendengar. Dalam penelitian ini muncul suatu ide untuk membuat stereo encoder yang diharapkan bisa memecah Audio antara kiri dan kanan. Disisi lain pada proses pemecahan Audio Stereo harus mendapatkan beberapa nilai-nilai sinyal seperti Sub-pembawa sebesar 38 kHz dan sinyal pilot sebesar 19 kHz. Stereo Encoder banyak digunakan dalam pemancar radio FM yang digunakan seperti sekarang ini, metode yang digunakan untuk pembangkitan sinyal sub-pembawa 38-kHz. Mulai metode balance modulator biasa sampai dengan yang menggunakan metode pencuplikan sinyal. Salah satu yang paling menentukan kualitas pemisahan sinyal audio L dan R adalah keselarasan fasa antara fasa sinyal DSBC dari sub pembawa 38-kHz dan fasa dari sinyal pilot 19-kHz

***Kata Kunci :*** *Stereo MPX Encoder, Radio Indonesia*

## KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**ANALISIS FREKUENSI STEREO MPX ENCODER SEBAGAI KOMUNIKASI PEMANCAR RADIO FM**” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orangtua penulis: Suhenry dan Sa’adah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Ibu Noorly Evalina, S.T.M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Partaonan Harahap, S.T.M.T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Elvy Sahnur Nasution, S.T, M.Pd selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Diprogram Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Rekan-rekan Stambuk 2014 : Tubagus Cahyono, Ade Wiranata Susanto, Bangun Parulian dan lainnya yang tidak mungkin nama nya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Elektro.

Medan, 18 September 2019



( Akmal Hendanu Putra)

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Studi Literatur .....	5
2.2 Tinjauan Tentang Radio .....	7
2.2.1 Pengertian Radio .....	7
2.3 MPX Encoder .....	8
2.3.1 Audio .....	8
2.3.2 Stereo .....	10
2.3.3 Desain Rangkaian Osilator .....	11
2.3.4 Desain Rangkaian Pembagi Frekuensi .....	12
2.3.5 Desain Rangkaian Multiplexer .....	13
2.4. Low Pass Filter .....	14
2.4.1 Rangkaian Low Pass Filter .....	16
2.5 Komponen Stereo Encoder .....	18
2.5.1 Resistor .....	18
2.5.2 Variabel Resistor .....	22
2.5.3 Kapasitor .....	23
2.5.4 Induktor .....	24
2.5.5 IC NE555 .....	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	27
3.2 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian .....	27
3.2.1 Perangkat Lunak .....	27
3.2.2 Perangkat Keras .....	28
3.3 Jalannya Penelitian .....	32
3.4 Metodologi Penelitian .....	33
3.5 Proses Penelitian .....	35

3.6 Variabel Data .....	36
3.7 Langkah Penelitian .....	36
3.8 Diagram Alir Penelitian ( Flowchart ) .....	39
<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Kestabilan Frekuensi .....	40
4.2 Prinsip Kerja Stereo Encoder .....	47
4.3 Analisis Frekuensi Stereo Encoder .....	47
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	51
<b>Daftar Pustaka</b>	
<b>Lampiran</b>	



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Kode Warna Resistor .....	19
Tabel 3.5 Proses Penelitian .....	35
Tabel 4.1 Hasil Kestabilan Osilator Per menit .....	40
Tabel 4.2 Hasil Simpangan Frekuensi Rata-rata Per Menit .....	42
Tabel 4.3 Hasil Simpangan Frekuensi Rata-rata Per 5 ( Lima ) Menit .....	44
Tabel 4.4 Hasil Simpangan Frekuensi Rata-rata Per 5 ( Lima ) Menit .....	46
Tabel 4.5 Hasil Bentuk Gelombang Dan Data Osiloskop .....	48

## DAFTAR GAMBAR

## Halaman

Gambar 2.1 Panduan dalam menghitung cakupan area antara Frekuensi dengan jarak cakupan .....	7
Gambar 2.2 Sinyal Audio .....	9
Gambar 2.3 Rangkaian Skematik IC NE 555 .....	11
Gambar 2.4 Rangkaian Skematik IC CD 4027 .....	12
Gambar 2.5 Rangkaian Skematik IC CD 4066 .....	14
Gambar 2.6 Rangkaian Skematik LPF Menggunakan IC op-amp .....	15
Gambar 2.7 Rangkaian Low Pass Filter Aktif .....	17
Gambar 2.8 Rangkaian Low Pass Filter Pasif .....	17
Gambar 2.9 Simbol Resistor .....	19
Gambar 2.10 Contoh Resistor .....	20
Gambar 2.11 Prinsip Dasar Kapasitor.....	23
Gambar 2.12 Simbol Kapasitor .....	24
Gambar 2.13 Contoh Induktor .....	25
Gambar 2.14 IC NE 555.. .....	26
Gambar 3.1 Editing Gambar Menggunakan Photoshop CS 6 .....	28
Gambar 3.2 Microsoft Excel 2007.....	28
Gambar 3.3 Osiloskop CS-1577A.....	29
Gambar 3.4 Frequency Counter FC-756 .....	29
Gambar 3.5 Multitester NMT-830B .....	30
Gambar 3.6 Power Supply ( + 12 V / 2A ) .....	31
Gambar 3.7 Stereo Amplifier ( HB-D001-TE.12T ) .....	31
Gambar 3.8 MPX Stereo Encorder ( HB-D001-TE.03T ).....	32
Gambar 3.9 Sistem Blok Diagram Penelitian .....	33
Gambar 3.10 Mengecek Komponen Stereo Encorder .....	36
Gambar 3.11 Merangkai Rangkaian Stereo Encorder .....	37
Gambar 3.12 Menghubungkan Rangkaian ke Power Supply .....	37
Gambar 3.13 Data Penelitian Stereo Encorder .....	37
Gambar 3.14 Gambar Rangkaian Keseluruhan .....	38
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian .....	39
Gambar 4.1 Pengukuran Frekuensi Menggunakan Frequency Counter .....	41
Grafik 4.2 Kestabilan Frekuensi Per Menit.....	43
Grafik 4.3 Kestabilan Frekuensi Per 5 ( Lima ) Menit.....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Radio siaran merupakan salah satu media elektronik komplementer media cetak dalam menyajikan informasi dan hiburan. Radio siaran merupakan salah satu layanan *terrestrial broadcasting* yang menggunakan teknologi elektronika dan telekomunikasi dalam memproses, mengirim materi informasi dan hiburan kepada pendengar.

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk, jumlah stasiun radio siaran FM terus meningkat. Namun demikian, di sisi lain penambahan stasiun radio ini dibatasi oleh sumber daya spektrum frekuensi yang tersedia. Pengaturan penggunaan yang semakin padat harus dapat di selaraskan dengan spektrum frekuensi yang tersedia, dimana sumber daya alam ini terbatas dan ketersediaan spektrum tidak akan pernah bertambah.

Stereo encoder banyak digunakan dalam pemancar radio FM yang digunakan seperti sekarang ini. Metode yang digunakan untuk pembangkitan sinyal sub-pembawa 38 kHz. Mulai metode balance modulator biasa sampai dengan yang menggunakan metode pencuplikan sinyal.

Dalam penelitian ini muncul suatu ide untuk membuat stereo encoder yang diharapkan bisa memecah Audio antara kiri dan kanan. Disisi lain pada proses pemecahan Audio Stereo harus mendapatkan beberapa nilai-nilai sinyal seperti Sub-pembawa sebesar 38 kHz dan sinyal pilot sebesar 19 kHz.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis dapat merumuskan beberapa permasalahan antara lain :

1. Bagaimana prinsip kerja rangkaian encorder.
2. Mengukur bentuk gelombang dari Stereo MPX Encorder menggunakan beberapa IC.
3. Mengukur frekuensi pemancar radio FM dalam beberapa waktu di awal dengan menggunakan kestabilan osilator.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. Mengetahui prinsip kerja stereo encorder.
2. Mendapatkan bentuk gelombang dari Stereo MPX Encorder menggunakan beberapa IC.
3. Mendapatkan perbedaan frekuensi ketika diawal waktu pemancar radio FM dengan menggunakan kestabilan osilator.

## **1.4. Batasan Masalah**

Agar pembahasan dalam penulisan skripsi ini tidak meluas, maka permasalahan dibatasi :

1. Mendapatkan prinsip kerja stereo encorder dengan menggunakan IC NE555 sebagai pembangkit sinyal, IC CD4060 sebagai pencampur sinyal pembawa dan IC CD4027 sebagai pembagi sinyal.
2. Membandingkan bentuk gelombang pada radio FM antara IC NE555, IC CD4060 dan IC CD 4027 dengan frekuensi yang berbeda.

3. Pengukuran kestabilan frekuensi dengan menggunakan osilator pada encoder dengan percobaan merubah waktu dari menit pertama sampai menit ke-10 untuk mendapatkan bentuk frekuensi yang konstan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dapat mengetahui prinsip kerja pada stereo encoder, mendapatkan bentuk sinyal dari stereo encoder menggunakan beberapa IC dan mendapatkan jarak jauh pemancar radio FM dengan menggunakan stereo encoder pada siaran radio FM ( Frekuensi Modulation ).

### **1.6 Metodologi Penelitian**

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada Bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelian serta sistematika penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab ini memuat tentang kutipan dari penelitian terdahulu serta menguraikan tentang teori dasar – dasar telekomunikasi serta manfaat penggunaan stereo encoder pada siaran radio FM.

#### **BAB III : METODELOGI**

Pada Bab ini berisikan tempat data riset serta langkah – langkah pemecahan masalah yang akan di bahas, meliputi langkah – langkah pengumpulan data dengan cara riset serta pengolahan data.

**BAB IV : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan menguraikan hasil analisa dari data yang telah diambil di lapangan serta melakukan perhitungan – perhitungan sesuai dengan teori – teori untuk mencapai tujuan yang dimaksud.

**BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Studi Literatur**

Spektrum frekuensi radio (*Radio Frequency*) merupakan ruang operasional layanan komunikasi nirkabel yang dapat digunakan oleh berbagai teknologi dengan dan tanpa lisensi. Spektrum frekuensi radio ini mempunyai rentang dari 3 kHz hingga 300 GHz yang dibagi ke dalam kelompok dari *Very Low Frequency* (VLF) hingga *Extremely High Frequency* (EHF). Radio siaran FM merupakan teknologi telekomunikasi yang menggunakan bagian dari spektrum ini, yaitu pada *Very High Frequency* (VHF)[1].

Gelombang elektromagnetik yang dipancar dari sumber pengirim merambat di ruang bebas dengan kecepatan cahaya hingga ditangkap pada ujung terima. Ketika gelombang merambat pada ruang yang cenderung bebas dari hambatan maka dapat diasumsikan bahwa tidak terjadi redaman sinyal oleh medium yang dilalui. Propagasi ini disebut propagasi ruang bebas. Namun dalam implementasinya konsep ruang bebas tidak ditemui, gelombang yang merambat dapat dipengaruhi fenomena propagasi seperti refleksi, difraksi, absorpsi. Pengaruh ini dapat menyebabkan redaman sinyal yang diterima tidak sama seperti daya sinyal pancar dan dapat mempengaruhi kualitas siaran yang dinikmati pendengar[1].

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan RI No.15 Tahun 2003, untuk Kota Medan, pemerintah telah menetapkan kelas stasiun radio siaran adalah kelas B dengan daya pancar 2 kW hingga 15 kW dengan radius jangkauan

pancaran 10 km. Sementara kuat medan sebagai penunjuk kualitas diukur pada sisi penerima. Kuat medan (*field strength*) pada daerah terluar dari wilayah layanan dibatasi maksimum  $66 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ . Beberapa parameter teknik diukur pada sisi pemancar untuk memastikan bahwa nilainya sesuai dengan ketentuan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pengukuran parameter seperti frekuensi kerja, *bandwidth*, frekuensi deviasi, kuat medan pada daerah penerimaan dapat memberikan gambaran kualitas layanan yang diterima[2].

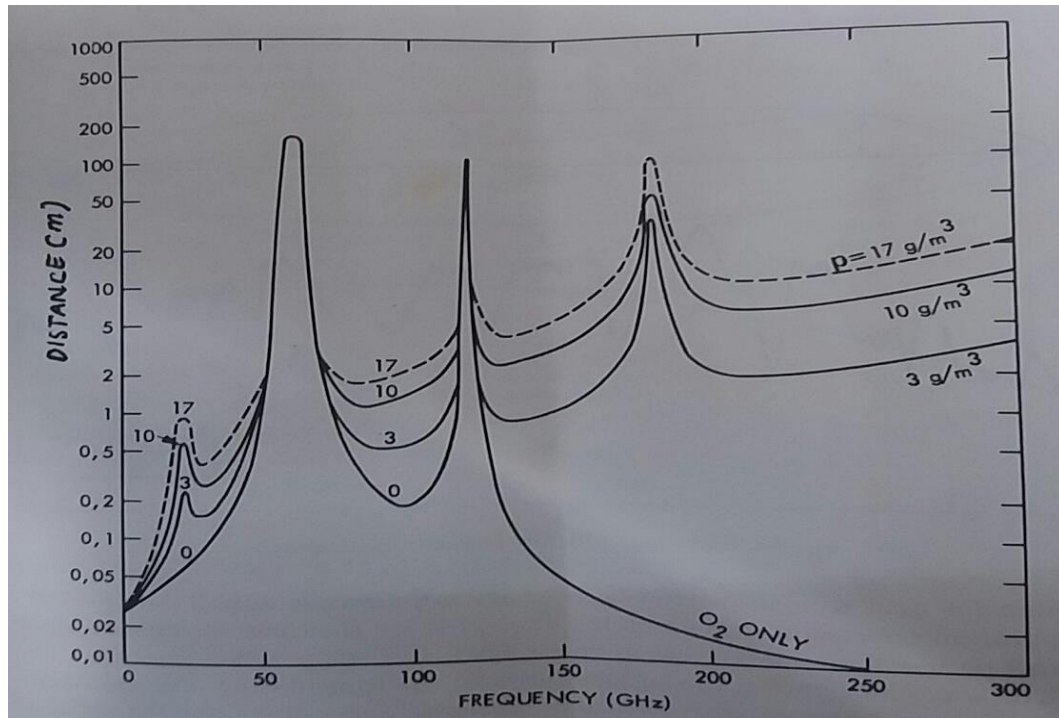
Kuat medan minimum ( $E_{min}$ ) merupakan syarat yang harus dipenuhi suatu pemancar di dalam area layanannya. Nilai minimum kuat medan (*Minimum Usable Field Strength*) diperlukan untuk mendapatkan kualitas penerimaan yang diinginkan, dalam kondisi penerima tertentu terhadap gangguan alam dan buatan, baik dalam situasi yang ada atau yang ditentukan oleh perjanjian atau perencanaan frekuensi.

Pada daerah layanan, kontur topografi daerah dapat mempengaruhi propagasi sinyal yang diterima. Daerah cakupan yang dilayani dapat didekati dengan menggunakan grafik seperti gambar 1. Secara matematis, area cakupan layanan suatu pemancar FM dapat dihitung dengan parameter total kuat medan ( $E_o$ ), kuat medan magnet ( $E$ ), radiasi daya pancar ( $ERP$ ), daya pancar ( $P$ ), gain antenna ( $G$ ) serta menggunakan rugi-rugi *feeder* =  $0,075 \text{ dB/m}$  (Untuk kabel koaksial)[2].

$$E_n \cong E - ERP$$

$$ERP \cong P ( \text{dBW} ) + G ( \text{dB} ) - \text{Loss feeder}$$





Gambar 2.1 Panduan dalam menghitung Cakupan Area antara Frekuensi dengan jarak cakupan

## 2.2. Tinjauan Tentang Radio

Radio merupakan salah satu bentuk media massa. Radio merupakan buah perkembangan teknologi yang memungkinkan suara di transmisikan secara serempak melalui gelombang elektromagnetik di udara. Radio biasanya menyiarkan berita, iklan, musik, sampai diskusi dan drama[3].

### 2.2.1 Pengertian Radio

Pengertian radio menurut ensiklopedia Indonesia, yaitu penyampaian informasi dengan pemanfaatan gelombang elektromagnetik bebas yang memiliki frekuensi kurang dari 300 GHz ( panjang gelombang lebih besar dari 1 mm ) [3].

### **2.3. MPX Encoder**

Stereo Encoder banyak digunakan dalam pemancar radio FM yang digunakan seperti sekarang ini, metode yang digunakan untuk pembangkitan sinyal sub-pembawa 38-kHz. Mulai metode balance modulator biasa sampai dengan yang menggunakan metode pencuplikan sinyal. Salah satu yang paling menentukan kualitas pemisahan sinyal audio L dan R adalah keselarasan fasa antara fasa sinyal DSBSC dari sub pembawa 38-kHz dan fasa dari sinyal pilot 19-kHz[4].

Berdasarkan pernyataan diatas, kemudian muncul suatu ide untuk membuat stereo encoder yang diharapkan bisa memecah audio antara kiri dan kanan. Disisi lain pada proses pemecahan audio Stereo harus mendapatkan beberapa nilai-nilai sinyal seperti sub-pembawa sebesar 38-kHz dan sinyal pilot sebesar 19 kHz. Selain itu kestabilan dari osilator 76-kHz sangat berpengaruh. Untuk pembangkit frekuensi utama dapat menggunakan IC yang dirancang sebagai frekuensi timer yang pada umumnya menggunakan IC 555 dan akan didapatkan frekuensi 76 kHz sebagai pembangkit sinyal[4].

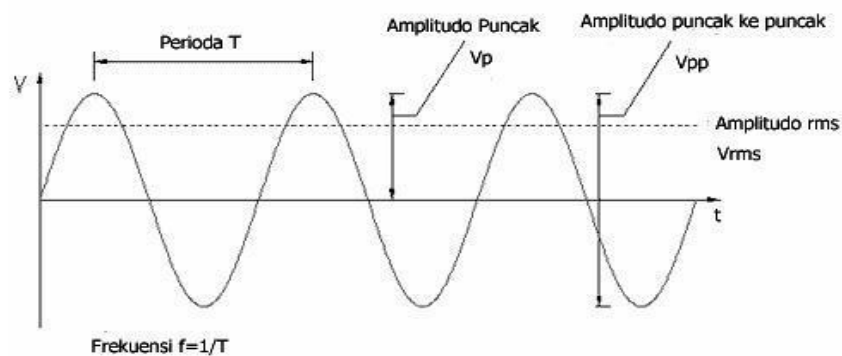
#### **2.3.1. Audio**

Audio dalam sistem komunikasi bercirikan suara, sinyal elektrik digunakan untuk membawa unsur bunyi. Istilah ini juga biasa digunakan untuk menerangkan sistem-sistem yang berkaitan dengan proses perekaman dan transmisi yaitu sistem pengambilan / penangkapan suara , sambungan transmisi pembawa bunyi, amplifier dan lainnya. Audio juga dikenali sebagai bunyi. Audio

berfungsi untuk memudahkan penerangan mengenai sesuatu konsep yang sukar untuk diterangkan melalui penggunaan teks grafik semata-mata[5].

Audio digital menggunakan digital signal untuk menghasilkan bunyi. Bunyi adalah gelombang yang dihasilkan oleh getaran molekul-molekul dalam medium seperti udara. Gelombang bunyi juga disebut sebagai gelombang mekanikal. Kekuatan bunyi yang diterima dikenali sebagai amplitude dan diukur dalam unit decibels ( dB ). Gelombang suara bervariasi sebagaimana variasi tekanan media perantara seperti udara. Suara diciptakan oleh getaran dari suatu obyek yang menyebabkan udara disekitarnya bergetar[5].

Getaran udara ini kemudian menyebabkan gendang telinga manusia bergetar, yang kemudian otak di interprestasikan sebagai suara. Dan semua gelombang pasti memiliki tiga sifat penting untuk kerja audio meliputi : panjang gelombang, amplitudo dan frekuensi. Gelombang suara dapat juga ditunjukkan dalam suatu grafik standar x versus y[5].



Gambar 2.2 Sinyal Audio

Pada sinyal tersebut memungkinkan untuk memvisualisasikan gelombang dengan sudut pandang matematis, menghasilkan kurva yang dikenal sebagai bentuk gelombang. Periode gelombang (T) : jarak antar titik gelombang dan titik

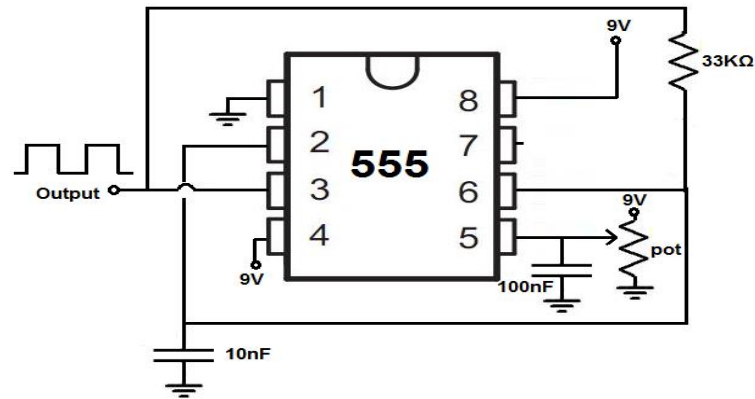
ekuivalen pada fasa berikutnya. Amplitudo (V) : Kekuatan atau daya gelombang sinyal. Tinggi gelombang yang bisa dilihat sebagai grafik. Gelombang yang lebih tinggi di interpretasikan sebagai volume yang lebih tinggi, sehingga dinamakan amplifier untuk perangkat yang menambah amplitudo. Frekuensi (F) : Jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik. Diukur dalam hertz atau siklus per detik. Getaran gelombang suara semakin cepat, frekuensi semakin tinggi. Frekuensi lebih tinggi di interpretasikan sebagai jalur lebih tinggi[6].

### **2.3.2. Stereo**

Suara stereoponik, lebih namun disebut stereo, adalah reproduksi dari suara, menggunakan lebih dari satu saluran audio independen, melalui sebuah susunan konfigurasi pengeras suara yang simetris, bertujuan untuk mendapatkan suara yang natural. Jika ada perbedaan suara seakan berpindah dari kiri ke kanan atau sebaliknya ini karena teknik rekaman dari rekayasa fase R dan L, bisa juga salah satu alat musik atau beberapa alat musik, suara dominan disebelah kiri atau kanan[7].

Dibuat sistem stereo ini merupakan perkembangan dari sistem mono supaya suara dapat dinikmati seolah-olah mendengarkan pagelaran musik yang alami dari depan panggung atau musik yang benar-benar Natural. Untuk perkembangan selanjutnya yaitu Surround dengan alat tambahan prosesor suara memerlukan paling sedikit empat speaker, dua speaker depan dan dua speaker belakang yang dayanya lebih kecil dari speaker depan. Dua stereo atau sistem yang lebih baik termasuk super bass[7].

### 2.3.3 Desain Rangkaian Osilator



Gambar 2.3 Rangkaian Skematik IC NE 555

Rangkaian osilator menggunakan IC NE555 mendapatkan nilai pembangkit frekuensi sebesar 76 kHz dan memiliki tahanan sebesar 18 K Ohm. Untuk mendapatkan nilai tersebut maka harus mencari nilai kapasitor dan resistor untuk mencari frekuensi yang di inginkan dari IC NE555 sebagai pembangkit frekuensi, maka di dapatkan perhitungan sebagai berikut :[8]

Diketahui :

$$f = 76 \text{ kHz}$$

$$R1 = 18 \text{ K Ohm}$$

$$R2 = 33 \text{ K Ohm}$$

$$76 \text{ kHz} = \frac{1}{R1 + 2R2}$$

$$76 = \frac{1}{18 + 2 \cdot 33}$$

$$76 = \frac{1}{84} = \frac{0,0119047619}{76}$$

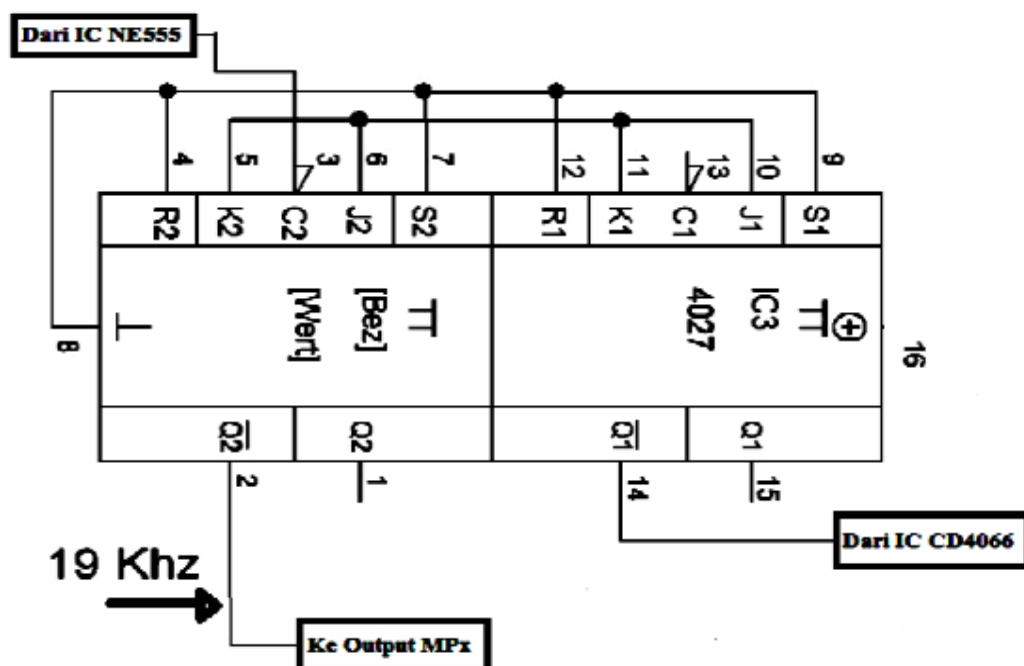
$$C = 0,0001566416$$

$$C = 156,64 \times 10^{-6} \text{ F}$$

Jadi nilai frekuensi pembangkit Osilator dari IC NE555 di dapatkan perhitungan frekuensi sebesar 76 kHz dengan nilai kapasitor  $156,64 \mu F$ , Resistor 18 K Ohm dan Resistor 33 K Ohm[8].

### 2.3.4. Desain Rangkaian Pembagi Frekuensi

Rangkaian pembagi frekuensi merupakan rangkaian yang di dalamnya terdapat IC flip-flop untuk pembagi frekuensi yang dihasilkan dari rangkaian osilator sebesar 76 kHz dan hasil dari gabungan sinyal informasi dari input kanan dan input kiri yang kemudian di olah pada IC CD4027 sebagai IC pembagi sehingga di dapatkan frekuensi keluaran sebagai output 38 kHz sebagai sub carier dan 19 kHz sebagai pilot tone[9].



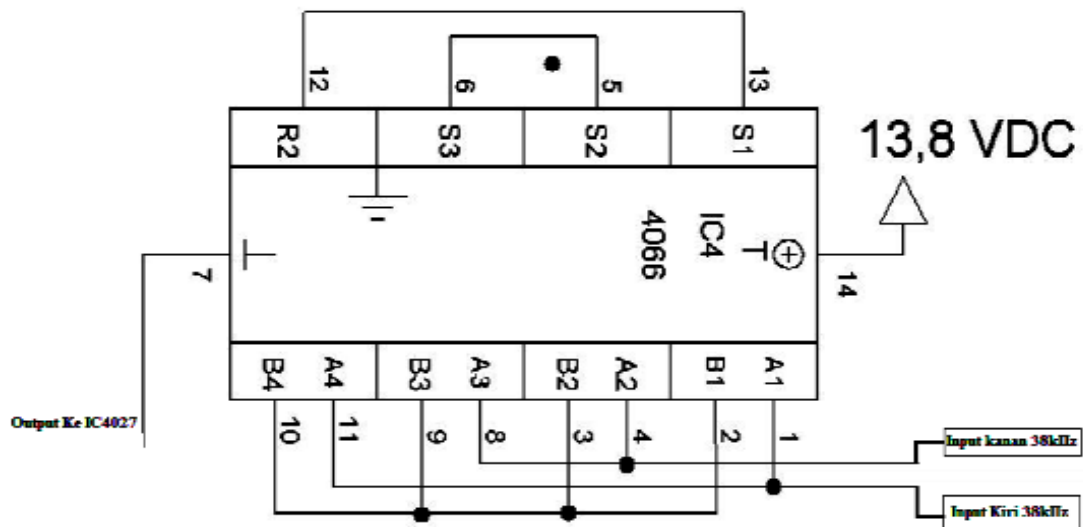
Gambar 2.4 Rangkaian Skematik IC CD 4027

Komponen yang dibutuhkan dalam desain IC CD 4027 sebagai pembagi frekuensi, masing-masing pin memiliki fungsi sebagai berikut :

- a) Pin 3 adalah masukan dari osilator IC NE555 sebagai IC timer yang menghasilkan frekuensi sebesar 76 kHz yang dijadikan sebagai pembangkit frekuensi kemudian dibagi dan diolah ke IC CD4027.
- b) Pin 14 adalah gabungan dua sinyal dari sinyal informasi dan sinyal pembawa yang kemudian masuk ke pembagi frekuensi dan diolah pada IC CD4027 sebagai pembagi.
- c) Pin 2 adalah keluaran dari hasil pembagi yang menghasilkan sinyal yang sudah terbagi menjadi pilot tone sebesar 19 kHz yang kemudian dikeluarkan ke output MPX berupa audio[9].

### **2.3.5. Desain Rangkaian Multiplexer**

Rangkaian multiplexer merupakan rangkaian yang di dalamnya terdapat IC pencampur untuk mencampur frekuensi yang dihasilkan dari inputan audio yang akan masuk ke dalam IC CD4066. Sinyal tersebut diolah di dalam IC CD 4066 sehingga akan mendapatkan keluaran dua sinyal kiri dan kanan ( L-R ) dan keluaran sinyal tersebut sebesar L 38 kHz dan R 38 kHz[10].



Gambar 2.5 Rangkaian Skematik IC CD 4066

Komponen yang dibutuhkan dalam perancangan IC CD 4066 :

Masing-masing pin memiliki fungsi sebagai berikut :

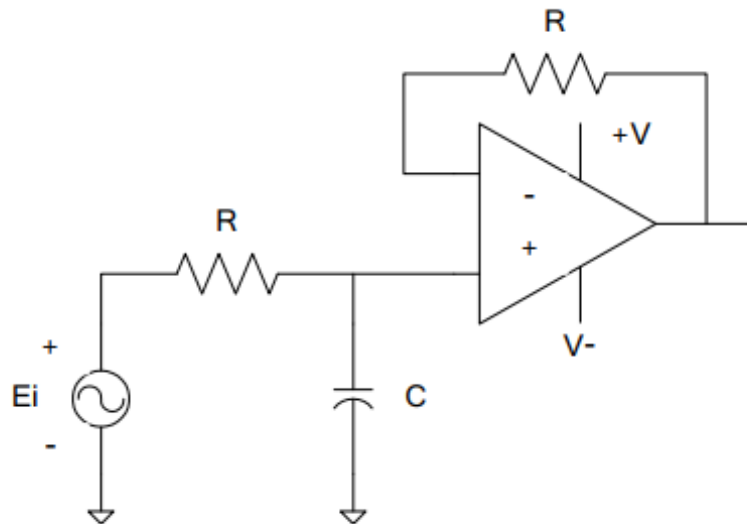
- Pin 4 adalah inputan kanan dari sinyal informasi berupa audio sampling yang akan di gabungkan pada pencampur IC CD4066
- Pin 1 adalah inputan kiri dari sinyal informasi berupa audio sampling yang akan di gabungkan pada pencampur IC CD4066
- Pin 7 adalah output dari hasil pencampuran yang akan diolah ke IC pembagi yang akan menghasilkan sinyal 19 kHz.
- Pin 14 adalah tegangan sebesar 13,8 volt yang dihubungkan ke catu daya[10].

## 2.4 Low Pass Filter

*Filter Low Pass* adalah sebuah rangkaian yang tegangan keluarannya tetap dari dc naik sampai ke suatu frekuensi cut-off ( $f_c$ ). Bersama naiknya frekuensi di atas frekuensi cut-off, tegangan keluarannya diperlemah (turun). *Low Pass Filter*



sederhana bisa dibuat dengan cara merangkai seri input dengan resistor kemudian dihubungkan dengan kapasitor kemudian di ground kan[11].



Gambar 2.6 Rangkaian Skematik LPF menggunakan IC op-amp

LPF ( Low Pass Filter ) pada stereo encoder ini memiliki rentang frekuensi dari ( 50 Hz – 15 kHz ) sebagai referensi dari sinyal audio ( L + R ), sehingga sebelumnya kita harus mendapatkan nilai frekuensi cut-off nya terlebih dahulu, Setelah nilai frekuensi cut-off (  $f_c$  ) di dapatkan maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai resistor R yang terdapat pada rangkaian tersebut[11].

Dengan nilai kapasitor C sebesar 520 pF dan untuk menghasilkan frekuensi cut-off sebesar 44,25 kHz untuk audio kiri, maka diperoleh perhitungan untuk menentukan nilai resistor R yang terdapat pada rangkaian :

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

$$44,25 = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot 520 \times 10^{-12}}$$

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

$$R = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 44,25 \times 10^3 \times 520 \times 10^{-12}}$$

$$R = \frac{1 \times 10^9}{144502,8 \times 10^9}$$

$$R = \frac{1 \times 10^9}{144502,8}$$

$$= 6,92 \times 10^3 \text{ Ohm}$$

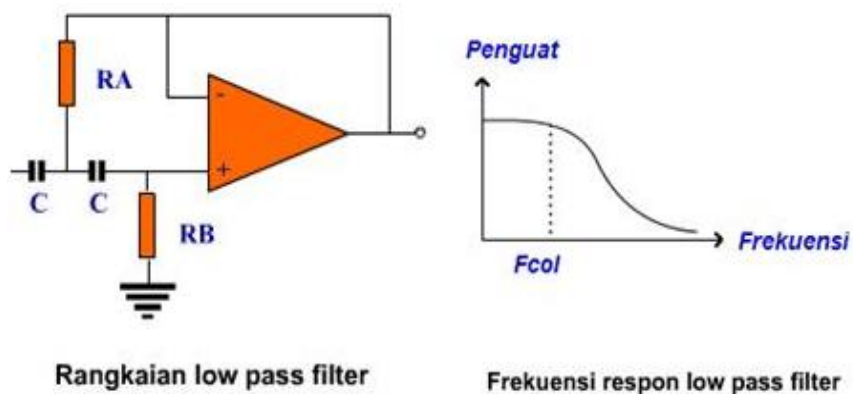
$$= 6,92 \text{ k Ohm}$$

Jadi Resistor yang akan digunakan dalam rangkaian LPF (*Low Pass Filter*) 7 K karena disini resistor 6,92 k Ohm tidak ada maka yang digunakan nilai yang mendekati[11].

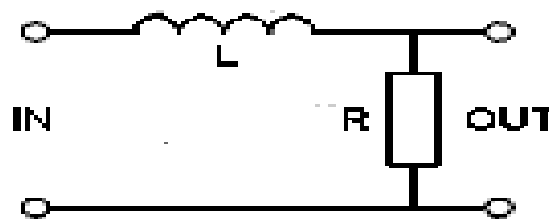
#### 2.4.1 Rangkaian Low Pass Filter

*Low Pass Filter* adalah filter yang berfungsi meneruskan sinyal input yang frekuensinya berada di bawah frekuensi tertentu, di atas frekuensi tersebut (frekuensi *cut-off*) sinyal akan diredam (FcoL). Rangkaian *low pass filter* dapat dibangun menggunakan dua jenis rangkaian dasar, yakni rangkaian *low pass filter* induktif rangkaian *low pass filter* kapasitif. Untuk rangkaian *low pass filter* induktif, rangkaian terdiri dari induktor (L) dan beban (R) sedangkan rangkaian *low pass filter* kapasitif dibangun menggunakan dua komponen utama yaitu resistor (R) dan kapasitor (C)[12].

*Low pass filter* digunakan dalam catu daya elektronika untuk melewatkan DC dan menahan perubahan arus atau tegangan. Filter ini dapat juga digunakan dalam rangkaian frekuensi suara pembicaraan dimana hanya frekuensi-frekuensi sampai 1 KHz – 2 KHz dilewatkan. Selain itu dapat juga digunakan di antara pemancar dan antenna untuk menghindarkan frekuensi-frekuensi yang lebih tinggi. Bentuk respon LPF seperti ditunjukkan gambar 2.7[12].



Gambar 2.7 Rangkaian *Low pass* filter aktif



Gambar 2.8 Rangkaian *Low pass* filter pasif

Untuk sinyal listrik, low-pass filter direalisasikan dengan meletakkan kumparan secara seri dengan sumber sinyal atau dengan meletakkan kapasitor secara paralel dengan sumber sinyal. Contoh penggunaan filter ini adalah pada aplikasi audio, yaitu pada peredaman frekuensi tinggi (yang biasa digunakan pada tweeter) sebelum masuk speaker bass atau *subwoofer* (frekuensi rendah).

Kumparan yang diletakkan secara seri dengan sumber tegangan akan meredam frekuensi tinggi dan meneruskan frekuensi rendah, sedangkan sebaliknya kapasitor yang diletakkan seri akan meredam frekuensi rendah dan meneruskan frekuensi tinggi[13].

Suatu filter lolos bawah orde satu dapat dibuat dari satu tahanan dan satu kapasitor. Filter orde satu ini mempunyai pita transisi dengan kemiringan -20 dB/dekade atau -6 dB/oktav. Penguatan tegangan untuk frekuensi lebih rendah dari frekuensi cut off adalah:[13].

$$AV = \frac{-R_2}{R_1} \dots\dots\dots(2.1)$$

Sementara besarnya frekuensi *cut off* didapat dari:

$$Fc = \frac{1}{(2.R_2.C_1)} \dots\dots\dots(2.2)$$

## 2.5 Komponen Stereo Encoder

### 2.5.1 Resistor

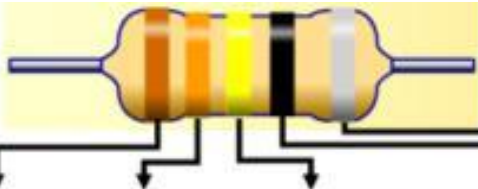
Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon .Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya[14].

Hubungan antara hambatan, tegangan, arus, dapat disimpulkan melalui hukum berikut ini, yang dikenal sebagai Hukum Ohm:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana  $V$  adalah beda beda potensial antara kedua ujung benda penghambat,  $I$  adalah besar arus yang melalui benda penghambat, dan  $R$  adalah besarnya hambatan benda penghambat tersebut[14].

Tabel 2.1 Tabel Kode Warna Resistor



Warna	Gelang 1	Gelang 2	Gelang 3	Multiplier Gelang 4	Toleransi Gelang 5
Hitam		0	0	1 Ohm	
Coklat	1	1	1	10 Ohm	$\pm 1 \%$
Merah	2	2	2	100 Ohm	$\pm 2 \%$
Orange	3	3	3	1 K Ohm	
Kuning	4	4	4	10 K Ohm	
Hijau	5	5	5	100 K Ohm	$\pm 0,5 \%$
Biru	6	6	6	1 M Ohm	$\pm 0,25 \%$
Ungu	7	7	7	10 M Ohm	$\pm 0,10 \%$
Abu-abu	8	8	8		$\pm 0,05 \%$
Putih	9	9	9		
Emas				0,1 Ohm	$\pm 5 \%$
Perak				0,01 Ohm	$\pm 10 \%$

Fungsi dari resistor ini sendiri adalah sebagai pengatur kuat arus ataupun pengatur dan pembagi tegangan (beda potensial).

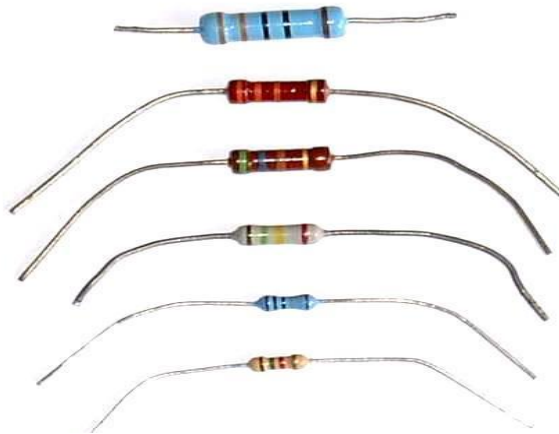


*Resistor tetap*



*Variabel resistor*

Gambar 2.9 Simbol Resistor



Gambar 2.10 Contoh Resistor

Jenis resistor sendiri dibedakan menjadi dua macam, yakni komponen Axial atau biasa disebut Radial dan Chip. Pada resistor Radial, perhitungan dilakukan berdasarkan warna, sedangkan untuk Chip, perhitungan resistor ini berdasarkan kode tertentu. Dalam cara menghitung resistor ini, standar dunia menggunakan ukuran satuan Ohm. Pada setiap resistor sendiri biasanya terdapat 4 hingga 5 kabel penghubung[14].

Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut[15].

Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Gelang

pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya[15].

Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah, gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna violet dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi. Dari tabel diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Masih dari tabel-1 diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang violet nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau  $47 \times 100 = 4.7\text{K Ohm}$  dan toleransinya adalah 5% [15].

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar  $W=I^2R$  watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut [15].

Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100W 5W.

### **2.5.2 Variabel Resistor**

Resistor variabel atau biasa disebut resistor tidak tetap merupakan salah satu jenis komponen resistor yang nilai hambatannya dapat berubah-ubah (variabel). Perubahan nilai dari resistor variabel biasanya dimanfaatkan untuk mengatur sesuatu yang sifatnya tidak tetap dan bergantung dari kondisi penerapan rangkaian[15].

Simbol resistor variabel pada umumnya digambarkan seperti simbol resistor dengan tanda panah ditengahnya atau tanda yang menyerupai huruf "T" namun agak miring sebagai simbol trimpot atau preset. Karena kebanyakan resistor variabel berkaki tiga maka panah yang berada ditengah merupakan kaki ketiga yang berada ditengah dengan nilai resistansi yang berubah-ubah terhadap kaki pinggir. Perubahan nilai resistor ini tergantung pada posisi kaki tengah terhadap kaki pinggir[15].

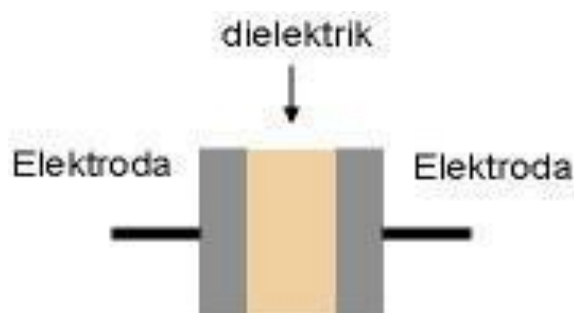
Jenis-jenis pada resistor variabel dibagi berdasarkan nilainya, yaitu resistor yang dapat diubah secara manual sesuai dengan fungsinya (Adjustable Resistor) dan resistor yang berubah tergantung pada kondisi fisik (Resistor Dependent On Physical Condition)[15].



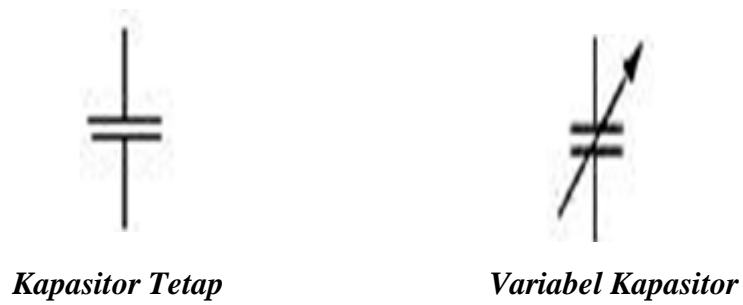
### 2.5.3 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan[16].

Kapasitor atau kondensator adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan energi listrik (muatan listrik) untuk sementara waktu tanpa melalui reaksi. Kapasitor elektrolit tersebut dari bahan dielektrik oksida aluminium yang mempunyai kutub positif dan kutub negatif. Oleh karena itu pemasangan tidak boleh terbalik[16].



Gambar 2.11 Prinsip Dasar Kapasitor



Gambar 2.12 Simbol Kapasitor

Pada simbol kapasitor ini biasanya terdapat 2 garis horizontal dengan posisi yang sejajar. Garis ini melambangkan adanya aliran atau muatan listrik yang terdapat dalam kapasitor. Dua garis ini mewakili tanda muatan listrik positif untuk sebelah kanan dan muatan negatif untuk sebelah kiri. Selain itu, terdapat simbol lain untuk kapasitor jenis lainnya. Seperti pada kapasitor elektrolit yang memiliki dua garis dengan maksud yang sama dengan simbol pada kapasitor pada umumnya. Penggunaan dari adanya kapasitor elektrolit ini untuk penyaring arus dalam menghalangi adanya arus DC sehingga akan tersisa arus AC saja. Sedangkan untuk kapasitor variabel, simbol pada kapasitornya berupa dua garis horizontal seperti pada kapasitor umum lainnya ditambah dengan adanya tanda panah yang serong ke arah kanan. Maksud dari simbol ini adalah untuk tanda bahwa kapasitor variabel ini pada inti kapasitornya menggunakan udara[16].

#### **2.5.4 Induktor**

Induktor atau disebut juga dengan coil (kumparan) adalah komponen elektronika pasif yang berfungsi sebagai pengatur frekuensi. Filter dan juga sebagai alat kopel (penyambung). Induktor atau coil banyak ditemukan pada

peralatan atau rangkaian elektronika yang berkaitan dengan frekuensi seperti tuner untuk pesawat radio. Satuan induktansi untuk induktor adalah Henry (H)[17].



Gambar 2.13 Contoh Induktor

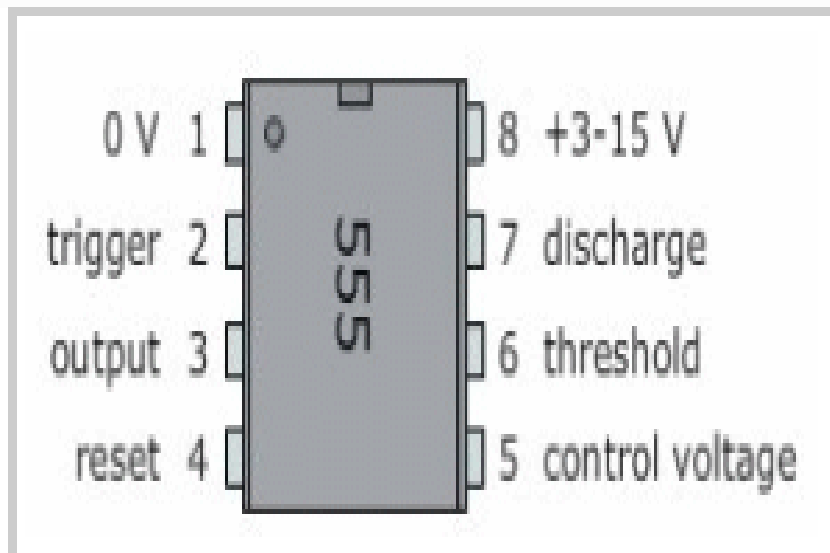
Induktor sering digunakan pada sirkuit analog dan pemroses sinyal. Induktor berpasangan dengan kondensator dan komponen lain membentuk sirkuit. Penggunaan induktor bervariasi dari penggunaan induktor besar pada pencatu daya untuk menghilangkan dengung pencatu daya, hingga induktor kecil yang terpasang pada kabel untuk mencegah interferensi frekuensi radio melalui kabel. Kombinasi induktor-kondensator menjadi rangkaian dalam pemancar dan penerima radio. Dua induktor atau lebih yang terkopel secara magnetik membentuk transformator[17].

Induktor digunakan sebagai penyimpan energi pada beberapa pencatu daya moda sakelar. Induktor dienergikan selama waktu tertentu, dan dikuras pada sisa siklus. Perbandingan transfer energi ini menentukan tegangan keluaran[17].

### 2.5.5 IC NE555

NE555 yang mempunyai 8 pin (kaki) ini merupakan salah satu komponen elektronika yang cukup terkenal, sederhana, dan serba guna dengan ukurannya yang kurang dari 1/2 cm<sup>3</sup>.

Pada dasarnya aplikasi utama IC NE555 ini merupakan rangkaian yang dapat dimanfaatkan sebagai penunda waktu, pendeteksi pulsa gelombang yang hilang, penekanan switch ( saklar ) sekali, saklar sentuh, pembagi frekuensi dan kapasitansi meter. Cara kerja rangkaian dengan memanfaatkan pengisian dan pengosongan kapasitor sebagai delay timer / penunda waktunya.



Gambar 2.14 IC NE555

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

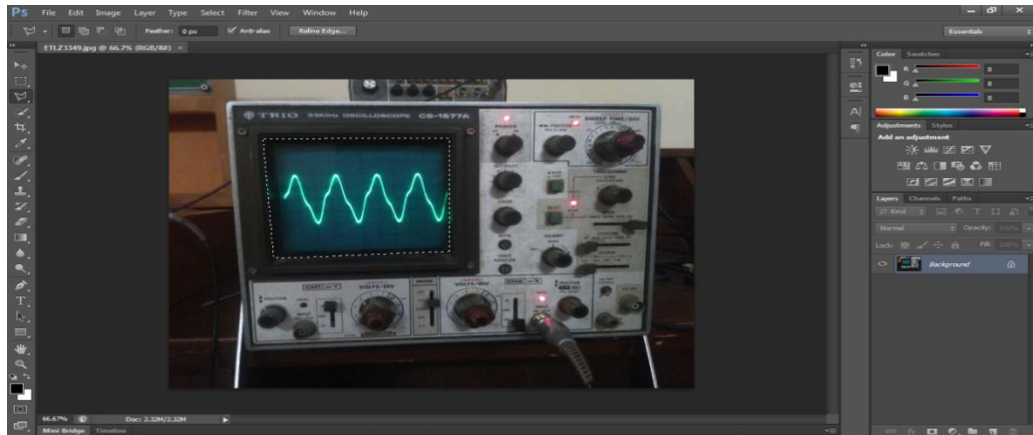
Penelitian dilakukan pada tanggal 8 Juli 2019 sampai dengan 9 Juli 2019 bertempat di Laboratorium Dasar Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### **3.2 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam analisa frekuensi stereo MPX encoder, terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak digunakan untuk membantu dalam proses perhitungan matematis serta digunakan untuk melakukan simulasi dan untuk mengetahui karakteristik stereo MPX. Sedangkan perangkat keras digunakan untuk alat pensimulasi, fabrikasi dan pengukuran

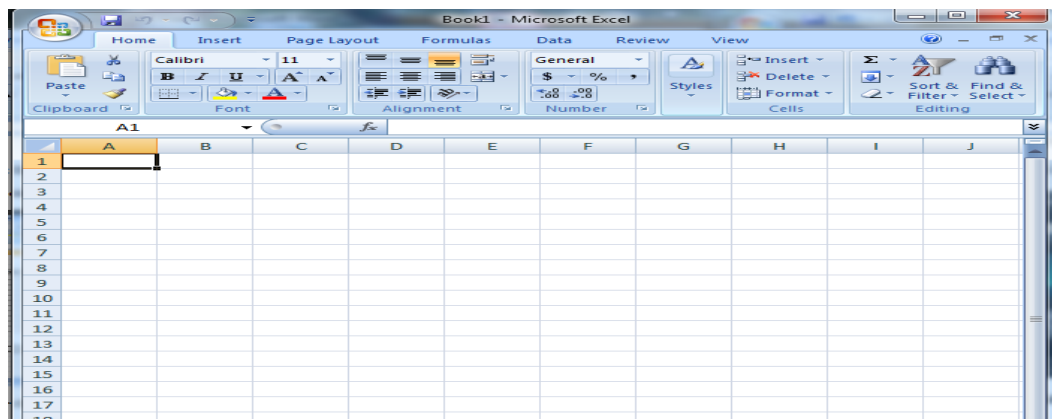
##### **3.2.1 Perangkat Lunak**

- 1) LiveWire, perangkat lunak ini digunakan untuk rangkaian filter yang berfungsi sebagai pensimulasi, untuk mengetahui tanggapan respon frekuensi.
- 2) Photoshop CS6, perangkat lunak ini digunakan sebagai pengedit gambar yang diambil dari osiloskop menggunakan kamera smartphone.



**Gambar 3.1 Editing Gambar Menggunakan Photoshop CS 6**

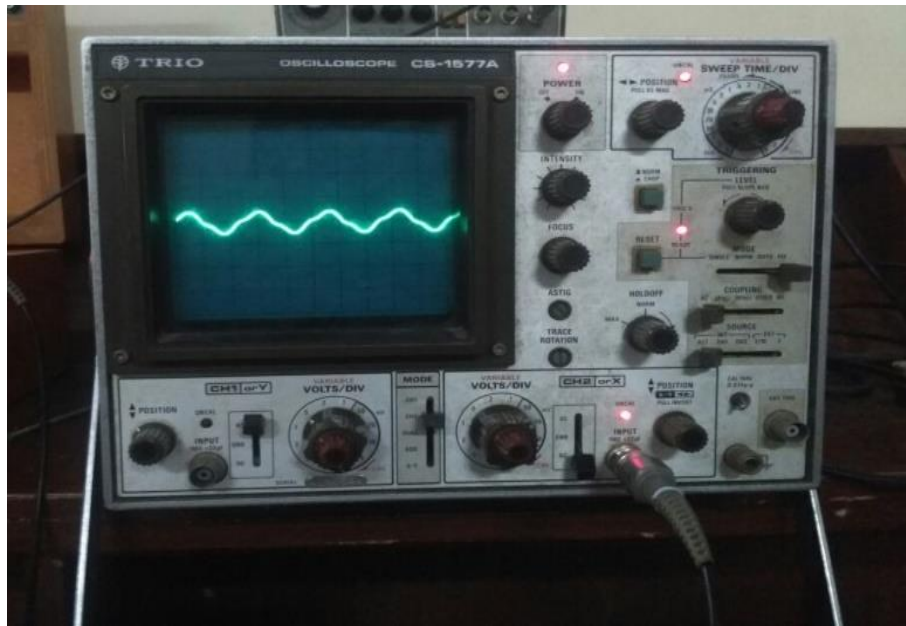
- 3) Microsoft Excel 2007, digunakan sebagai pengolah data yang didapatkan dari hasil data yang diambil dari osiloskop.



**Gambar 3.2 Microsoft Excel 2007**

### 3.2.2 Perangkat Keras

- 1) Osiloskop, digunakan sebagai penampil sinyal gelombang input dan output rangkaian dan data yang ada pada layar osiloskop adalah data yang akan digunakan untuk analisa data.



**Gambar 3.3 Osiloskop CS-1577A**

- 2) Frequency Counter, digunakan untuk mengetahui frekuensi sinyal gelombang pada rangkaian.



**Gambar 3.4 Frequency Counter FC-756**

- 3) Multitester, digunakan sebagai alat yang menggunakan untuk mengecek komponen penelitian dari analisa pengujian frekuensi stereo MPX encoder untuk pemancar radio.



**Gambar 3.5 Multitester NMT-830B**

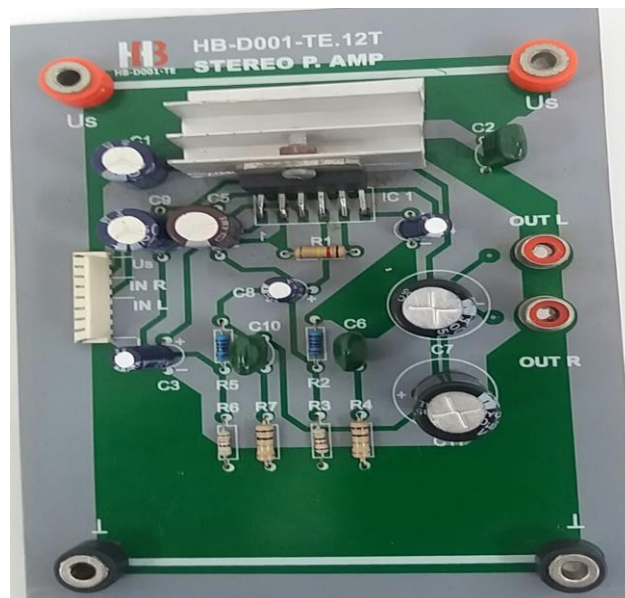
- 4) Power Supply ( Sumber Tegangan ), digunakan untuk menyuplai tegangan langsung ke komponen yang membutuhkan tegangan. Input power supply berupa arus bolak-balik (AC) sehingga power supply harus mengubah tegangan AC menjadi DC (arus searah), karena MPX Encoder hanya dapat beroperasi dengan arus DC.





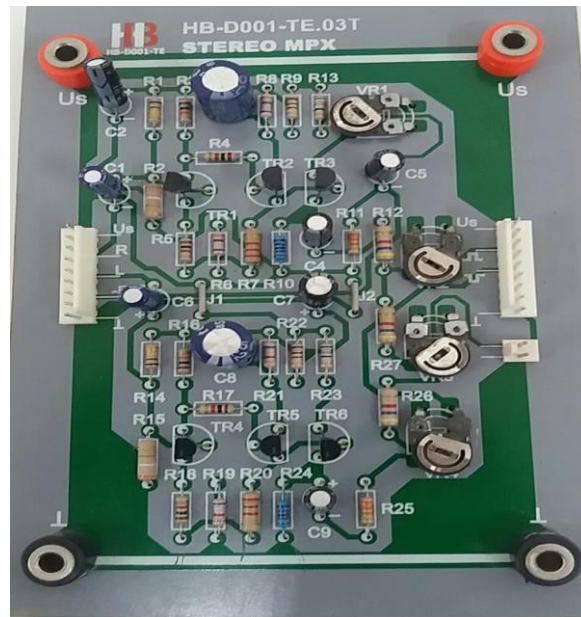
**Gambar 3.6 Power Supply ( +12 V / 2A )**

- 5) Stereo Amplifier ( Penguat Suara ), digunakan sebagai penguat akhir bagian sistem tata suara yang berfungsi sebagai penguat sinyal audio yang pada dasarnya merupakan penguat tegangan dan arus dari sinyal audio yang bertujuan untuk menggerakkan pengeras suara ( Loudspeaker ).



**Gambar 3.7 Stereo Amplifier ( HB-D001-TE.12T )**

- 6) MPX Stereo Encoder, digunakan sebagai pembangkit sinyal sub-pembawa yang bisa memecah audio antara kiri dan kanan.



**Gambar 3.8 MPX Stereo Encoder ( HB-D001-TE.03T )**

### 3.3 Prosedur Penelitian

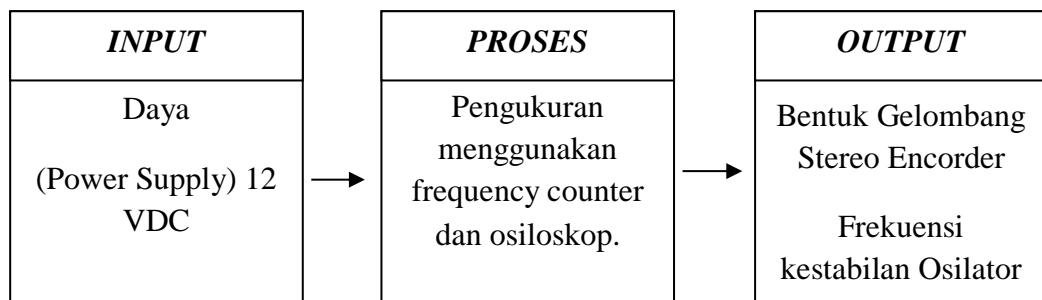
Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menganalisa data-data penelitian terkait dengan data yang didapat dengan proses dari media sosial, internet, jurnal-jurnal, dan konsultasi terhadap ketua jurusan program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Melakukan pengecekan komponen terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian untuk memastikan rangkaian dalam keadaan bagus atau dapat digunakan.
3. Melakukan uji coba stereo mpx encoder sesuai variabel data.

4. Mengumpulkan data yang diambil dari hasil penelitian maupun dari media sosial, internet, jurnal-jurnal, dan konsultasi dari para dosen-dosen dengan cara wawancara.

### 3.4 Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dibahas mengenai apa yang akan dilakukan dalam menganalisa menguji rangkaian stereo encoder yang dihasilkan rangkaian sampai menganalisa frekuensi dari IC yang ada pada stereo encoder. Penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 3.8



**Gambar 3.9 Sistem Blok Diagram Penelitian**

Blok diagram diatas merupakan proses penelitian yang dilakukan setelah diimplementasikan. Berikut adalah keterangan dari setiap blok diagram pada gambar 3.8

#### 1. Input

Pada blok input, daya merupakan besarnya nilai daya listrik yang diberikan menggunakan power supply yaitu sebesar 12 Volt DC.

## 2. Proses

Proses yang dilakukan adalah pengukuran pada frequency counter dan osiloskop untuk mendapatkan nilai frekuensi osilator yang dihasilkan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan nilai dari parameter – parameter pada blok input yang berbeda – beda. Pengukuran dilakukan menggunakan osiloskop untuk mendapatkan nilai tegangan dan frekuensinya.

## 3. Output

- a. Menggunakan IC NE555 sebagai pembangkit sinyal, IC CD4060 sebagai pencampur sinyal pembawa dan IC CD4027 sebagai pembagi sinyal.
- b. Membandingkan bentuk gelombang pada radio FM antara IC NE555, IC CD4060 dan IC CD 4027 dengan frekuensi yang berbeda.
- c. Pengukuran kestabilan frekuensi dengan menggunakan osilator pada encoder dengan percobaan merubah waktu dari menit pertama sampai menit ke-10 untuk mendapatkan bentuk frekuensi yang konstan.

Stereo Encoder tersebut sudah didesain dengan menggunakan bentuk sinusoidal *open-loop resonator* dimana bentuk *resonator* ini mudah untuk dibentuk dan didesain, sehingga mudah untuk difabrikasi dengan menggunakan material PCB. Dalam proses analisa, ada beberapa langkah penting yang akan dilakukan guna memperoleh sebuah data yang sesuai dengan yang diinginkan penulis. Beberapa langkah tersebut diantaranya adalah:

1. Mengecek komponen elektronika pada rangkaian osilator satu-persatu dengan menggunakan multimeter atau ohm meter untuk memastikan tidak

ada kerusakan yang akan mengakibatkan kerusakan modul dan data yang tidak konkrit.

2. Mengecek alat ukur dan mengkalibrasi terlebih dahulu sebelum menggunakannya.
3. Penentuan data yang akan diambil tergantung pada Frequency Counter dan Osiloskop, maka alat digunakan seefektif mungkin atau menghindari pemakaian yang terlalu lama.
4. Pengukuran frekuensi pada rangkaian osilator ditulis dalam beberapa catatan dan mengambil gambar rangkaian langsung menggunakan kamera digital.

### 3.5 Jadwal Penelitian

Adapun proses penelitian di Laboratorium Dasar Telekomunikasi Fakultas Teknik UMSU. Dapat di lihat pada tabel 3.1 di bawah ini:

**Tabel 3.1 proses penelitan di Laboratorium Dasar Telekomunikasi Fakultas Teknik UMSU**

No	Tgl/Bulan/Tahun	Pukul	Uraian Kegiatan	Keterangan
1	08-07-2019	11:00 s/d 16:00	Menganalisa rangkaian Stereo MPX Encoder untuk pemancar radio dengan data beban (Resistor) yang berbeda.	Di Laboratorium Dasar Telekomunikasi Fakultas Teknik UMSU
2	09-07-2019	11:00 s/d 13:00	Mengambil gambar rangkaian, komponen, serta alat-alat yang digunakan dalam proses analisis.	Di Laboratorium Dasar Telekomunikasi Fakultas Teknik UMSU

### 3.6 Variabel Data

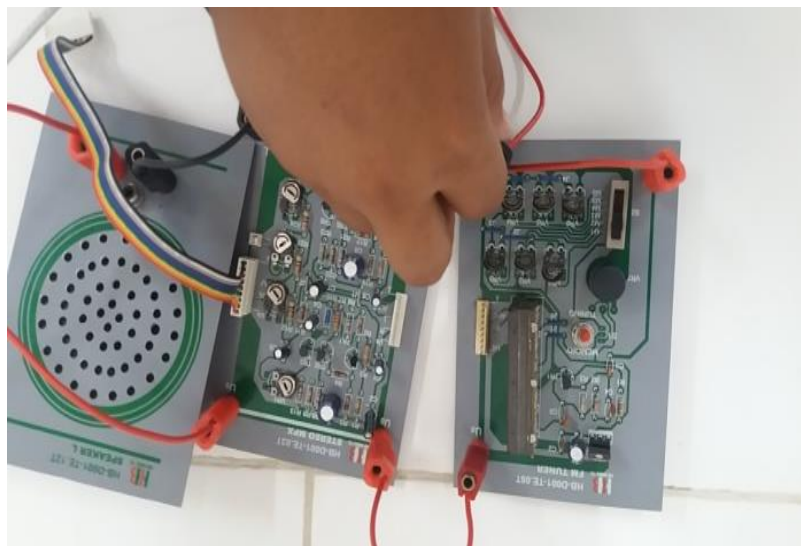
Data-data yang dibutuhkan adalah :

1. Data analisa gelombang frekuensi dari osiloskop.
2. Data perbandingan jarak pemancar radio FM dengan mengetahui noise yang dihasilkan.
3. Analisis karakteristik rangkaian stereo mpx encoder.

### 3.7 Langkah Penelitian

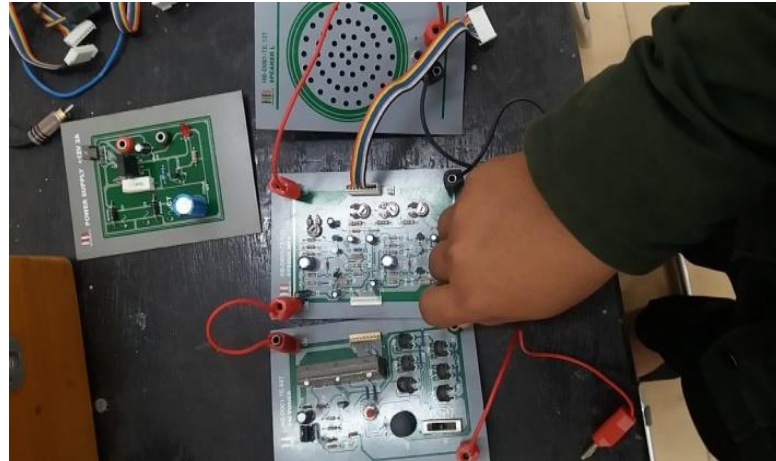
Ada beberapa langkah kerja yang akan dilakukan guna memperoleh sebuah data yang sesuai dengan yang diinginkan penulis. Beberapa langkah tersebut diantaranya adalah :

1. Menyiapkan seluruh bahan-bahan dan peralatan penelitian.
2. Mengecek komponen demi komponen stereo MPX encoder untuk memastikan rangkaian dalam kondisi baik.



**Gambar 3.10 Mengecek Komponen Stereo Encoder**

3. Merangkai rangkaian stereo encoder sesuai dengan gambar rangkaian.



**Gambar 3.11 Merangkai Rangkaian Stereo Encoder**

4. Menghubungkan rangkaian dengan power supply.



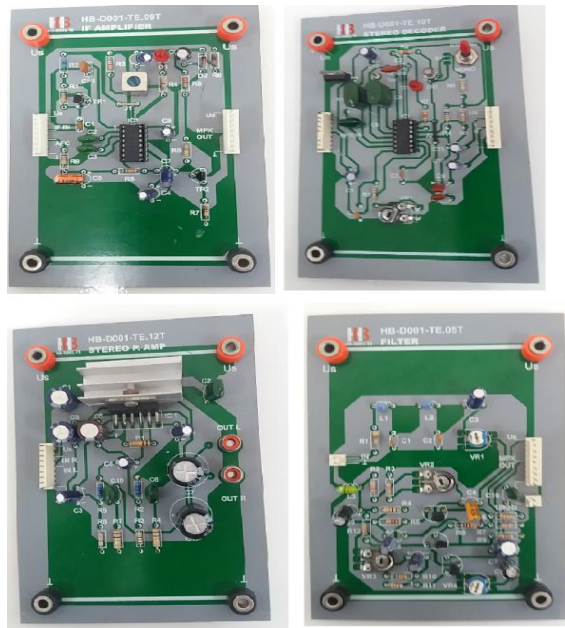
**Gambar 3.12 Menghubungkan Rangkaian ke Power Supply**

5. Mengambil data penelitian dari osiloskop kemudian menghitung noise yang dihasilkan pemancar radio dengan jarak yang berbeda.



**Gambar 3.13 Data Penelitian Stereo Encoder**

6. Mencatat dan mengambil data gambar pada proses penelitian untuk dianalisis pada BAB IV.
7. Setelah melakukan penelitian melepaskan kembali tiap-tiap komponen stereo MPX encoder seperti semula.

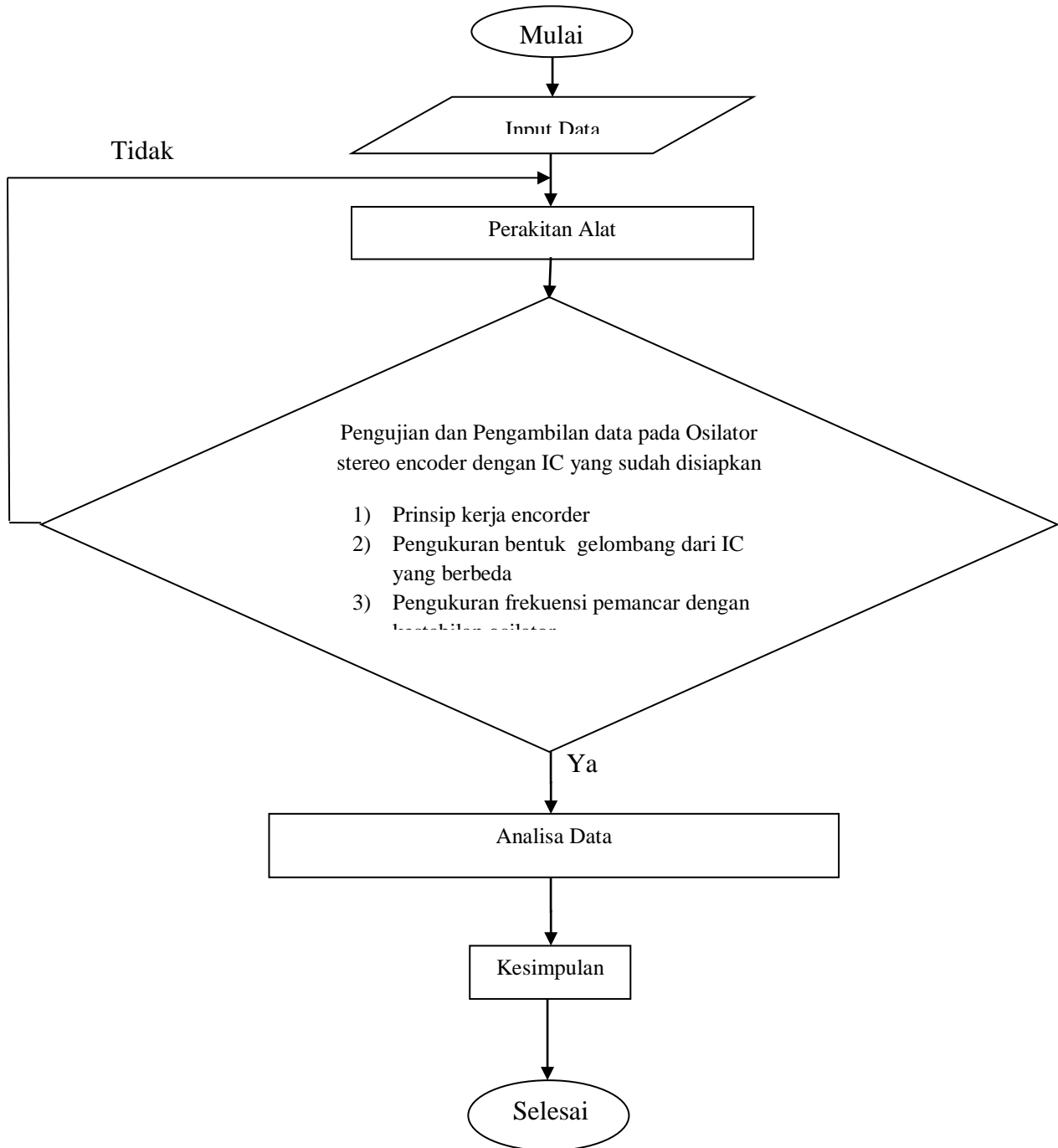


**Gambar 3.14 Gambar Rangkaian Keseluruhan**

8. Memastikan rangkaian tetap dalam keadaan baik.
9. Merapikan bahan-bahan dan peralatan penelitian.
10. Memasukkan hasil-hasil percobaan penelitian kedalam penulisan.



### 3.8 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



**Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian**

## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Kestabilan Frekuensi

Pengukuran kestabilan frekuensi bertujuan untuk menganalisa kestabilan alat yang telah dibuat, karena dalam proses demodulasi dibutuhkan frekuensi yang mempunyai kestabilan yang cukup. Kestabilan frekuensi merupakan parameter yang menentukan kualitas hasil pengukuran dari stereo encoder tersebut. Untuk melihat hasil dari kestabilan osilator, maka dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1 Tabel Kestabilan Osilator Per Menit**

No	T (menit)	Frekuensi (MHz)
1	Menit ke 1	62.604
2	Menit ke 2	58.010
3	Menit ke 3	42.098
4	Menit ke 4	41.099
5	Menit ke 5	63.098
6	Menit ke 6	63.096
7	Menit ke 7	42.096
8	Menit ke 8	60.096
9	Menit ke 9	60.094
10	Menit ke 10	60.095



**Gambar 4.1 Pengukuran Frekuensi Menggunakan Frequency Counter**

1) Frekuensi Rata-rata Per Menit

Nilai frekuensi rata-rata osilator dihitung seperti persamaan dibawah ini :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{n} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$\bar{x} = \frac{1 + 2 + \dots}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{552.386}{10}$$

$$\bar{x} = 55,2386 \text{ Mhz}$$

2) Simpangan Frekuensi Rata-rata Per Menit

Setelah diketahui rata-rata frekuensi, maka langkah selanjutnya menentukan simpangan rata-rata frekuensi. Persamaan simpangan frekuensi rata-rata dihitung seperti persamaan dibawah ini :

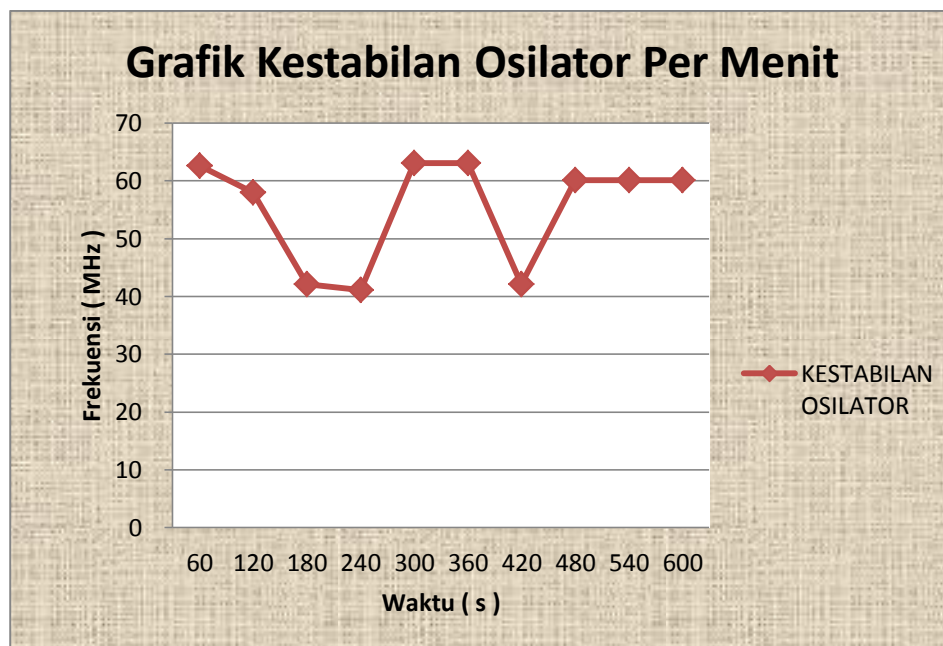
$$SR = \frac{|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + |x_3 - \bar{x}| + \dots}{\Sigma} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$\begin{aligned} SR &= \frac{|62.604 - 55.2386| + |58.010 - 55.2386| + |42.098 - 55.2386|}{552.386} \\ &= \frac{|41.099 - 55.2386| + |63.098 - 55.2386| + |63.096 - 55.2386|}{552.386} \\ &= \frac{|42.096 - 55.2386| + |60.096 - 55.2386| + |60.094 - 55.2386|}{552.386} \\ &= \frac{|60.095 - 55.2386|}{552.386} \\ &= -0.001 \end{aligned}$$

**Tabel 4.2 Tabel Simpangan Frekuensi Rata-rata Per Menit**

No	T (menit)	Frekuensi (MHz)	Simpangan Frekuensi (SR)
1	Menit ke 1	62.604	0,013
2	Menit ke 2	58.010	0.005
3	Menit ke 3	42.098	-0.024
4	Menit ke 4	41.099	-0.026
5	Menit ke 5	63.098	0.014
6	Menit ke 6	63.096	0.014
7	Menit ke 7	42.096	-0.024
8	Menit ke 8	60.096	0.009

9	Menit ke9	60.094	0.009
10	Menit ke 10	60.095	0.009
	Jumlah	$\Sigma 1 = 552,386$	$\Sigma 2 = -0,001$



**Gambar 4.2 Grafik Kestabilan Frekuensi Per Menit**

Dalam Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa, frekuensi yang dihasilkan oleh osilator tidak terlalu stabil. Karena rangkaian menggunakan sangat sensitif dan karna adanya gangguan lainnya dapat menimbulkan frekuensi akan berubah-ubah. Analisis simpangan rata rata frekuensi osilator Grafik dapat dilihat pada gambar 4.2 Sebagai penentu frekuensinya maka kestabilan *VFO (Variable Frequency*

*Oscillator*) sangat tergantung dari kestabilan nilai inductor, dan kapasitor didalam rangkaian stereo encoder.

**Tabel 4.3 Tabel Kestabilan Osilator Per 5 ( Lima ) Menit**

No	T (menit)	Frekuensi (MHz)
1	Menit ke 5	63.098
2	Menit ke 10	63.095
3	Menit ke 15	63.097
4	Menit ke 20	64.006
5	Menit ke 25	64.004
6	Menit ke 30	63.099
7	Menit ke 35	64.003
8	Menit ke 40	64.003
9	Menit ke 45	63.098
10	Menit ke 50	63.099

### 3) Frekuensi Rata-rata Per 5 Menit

Nilai frekuensi rata-rata osilator dihitung seperti persamaan dibawah ini :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{n} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$\bar{x} = \frac{1 + 2 + \dots}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{570.596}{10}$$

$$\bar{x} = 57,0596 \text{ Mhz}$$

#### 4) Simpangan Frekuensi Rata-rata Per 5 Menit

Setelah diketahui rata-rata frekuensi, maka langkah selanjutnya menentukan simpangan rata-rata frekuensi. Persamaan simpangan frekuensi rata-rata dihitung seperti persamaan dibawah ini :

$$SR = \frac{|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + |x_3 - \bar{x}| + \dots}{\Sigma} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$SR = \frac{|63.098 - 57,0596| + |63.095 - 57,0596| + |63.097 - 57,0596|}{570.596}$$

$$= \frac{|64.006 - 57,0596| + |64.004 - 57,0596| + |63.099 - 57,0596|}{570.596}$$

$$= \frac{|64.003 - 57,0596| + |64.003 - 57,0596| + |63.098 - 57,0596|}{570.596}$$

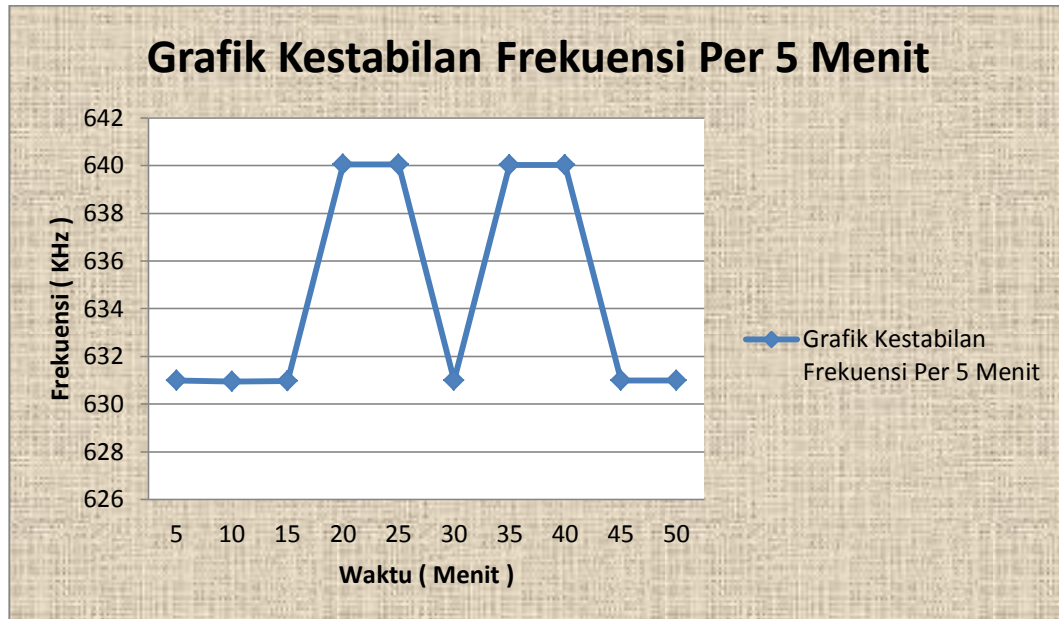
$$= \frac{|63.099 - 57,0596|}{570.596}$$

$$= 64,006$$

**Tabel 4.4 Tabel Simpangan Frekuensi Rata-rata Per 5 Menit**

No	T (menit)	Frekuensi (MHz)	Simpangan Frekuensi (SR)
1	Menit ke 5	63.098	6,0384
2	Menit ke 10	63.095	6,0354
3	Menit ke 15	63.097	6,0374
4	Menit ke 20	64.006	6,9464
5	Menit ke 25	64.004	6,9444
6	Menit ke 30	63.099	6,0394
7	Menit ke 35	64.003	6,9434
8	Menit ke 40	64.003	6,9434
9	Menit ke 45	63.098	6,0384
10	Menit ke 50	63.099	6,0394
	Jumlah	$\Sigma 1 = 570,596$	$\Sigma 2 = 64,006$





**Gambar 4.3 Grafik Kestabilan Frekuensi Per 5 Menit**

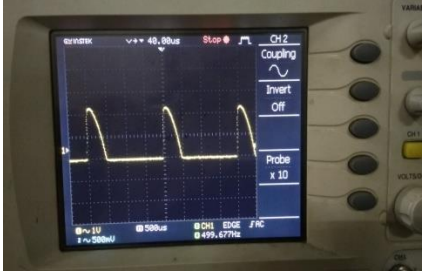

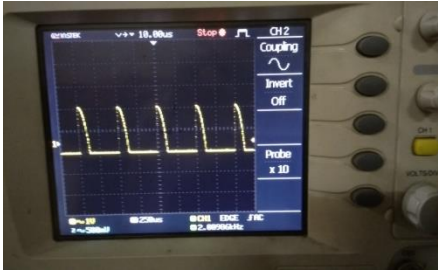
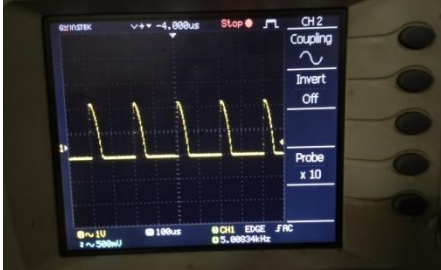
#### 4.2 Prinsip Kerja Stereo Encoder

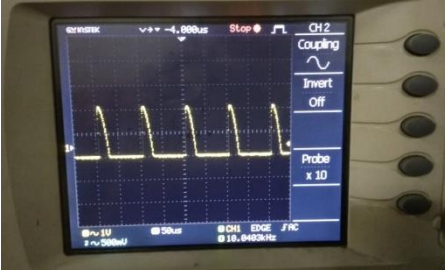

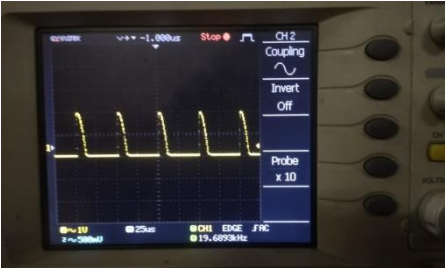
Stereo Encoder berfungsi sebagai untuk menghasilkan suara dengan menggunakan lebih dari satu saluran audio independen, melalui sebuah susunan konfigurasi pengeras suara yang simetris, bertujuan untuk mendapatkan suara yang natural. Jika ada perbedaan suara seakan berpindah dari L-R atau sebaliknya, ini karena menggunakan teknik rekaman dari rekayasa fase R dan L.

#### 4.3 Analisis Frekuensi Stereo Encoder

Untuk menghitung frekuensi dari stereo encoder terlebih dahulu Frequency Counter disetting pada gelombang sinus dengan tegangan  $1V_{p-p}$ , dengan begitu dapat mempermudah dalam pembacaan gambar di oscilloskop. Dari pengumpulan data yang dilakukan, data diambil dari posisi VR2 dan VR3 yang berbeda-beda, yaitu:

Tabel 4.5 Tabel Bentuk Gelombang Dan Data Osiloskop

No	Frekuensi	Grafik	Data
1	500 Hz		<p><math>V_{osc} = 1 \text{ V}</math></p> <p><math>V_{pp} = 1,2 \text{ V}</math></p> <p><math>t/div = 10 \mu\text{s}</math></p> <p><math>t_{osc} = 2,8 \text{ s}</math></p>
2	1 KHz		<p><math>V_{osc} = 500 \text{ mV}</math></p> <p><math>V_{pp} = 6,2 \text{ V}</math></p> <p><math>t/div = 5 \mu\text{s}</math></p> <p><math>t_{osc} = 5,6 \text{ s}</math></p>
3	2 KHz		<p><math>V_{osc} = 2 \text{ V}</math></p> <p><math>V_{pp} = 2,6 \text{ V}</math></p> <p><math>t/div = 2 \mu\text{s}</math></p> <p><math>t_{osc} = 5,4 \text{ s}</math></p>
4	5 KHz		<p><math>V_{osc} = 2 \text{ V}</math></p> <p><math>V_{pp} = 4 \text{ V}</math></p> <p><math>t/div = 5 \mu\text{s}</math></p> <p><math>t_{osc} = 3,8 \text{ s}</math></p>

5	<i>10 KHz</i>		$V_{osc} = 2 \text{ V}$ $V_{pp} = 4 \text{ V}$ $t/div = 5 \mu s$ $t_{osc} = 3,8 \text{ s}$
6	<i>15 KHz</i>		$V_{osc} = 2 \text{ V}$ $V_{pp} = 4 \text{ V}$ $t/div = 5 \mu s$ $t_{osc} = 3,8 \text{ s}$
7	<i>20 KHz</i>		$V_{osc} = 2 \text{ V}$ $V_{pp} = 4 \text{ V}$ $t/div = 5 \mu s$ $t_{osc} = 3,8 \text{ s}$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melaksanakan penelitian di Laboratorium Dasar Telekomunikasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tanggal 8 Juli 2019 sampai dengan 9 Juli 2019 diperoleh :

1. MPX Encoder adalah suatu peralatan yang digunakan untuk mempersingkat jalur input yang awalnya berjumlah banyak menjadi output dengan jumlah yang sedikit. Prinsip kerja MPX Encoder yaitu merubah kondisi input menjadi kondisi tertentu dan kondisi tersebut dapat dikembalikan lagi seperti semula.
2. Dari hasil penelitian pada tabel 4.1 sudah dijelaskan dan dilampirkan bahwasanya kestabilan Osilator dari menit pertama hingga menit ke-10, frekuensi tidak stabil dikarenakan masih diawal-awal percobaan, tetapi ketika di menit ke-10 keatas frekuensi sudah stabil.
3. Dari hasil penelitian pada tabel 4.5 sudah di jelaskan dan dilampirkan bahwasanya ketika diawal frekuensi baik 500 Hz, 1 KHz dan 2 KHz nilai  $V_{osc}$ ,  $V_{pp}$ ,  $T/div$ , dan  $T_{osc}$  tidak beraturan dan belum konstan, tetapi ketika di frekuensi 5 KHz, 10 KHz, 15 KHz dan 20 KHz  $V_{osc}$ ,  $V_{pp}$ ,  $T/div$ , dan  $T_{osc}$  sudah konstan dan seimbang.

## 5.2 Saran

Dari penelitian Tugas Akhir telah diperoleh beberapa saran yang bertujuan agar menjadi masukan yang baik bagi mahasiswa yang melakukan Tugas akhir baik proses pengerjaan tugas akhir dengan membuat alat atau menganalisis alat yang berkaitan dengan Teknik Elektro ,yaitu sebagai berikut :

1. Waktu Tugas Akhir yang telah diselesaikan oleh mahasiswa ternyata kurang untuk dapat dimengerti secara dalam mengenai tentang Frekuensi Stereo MPX Encoder sehingga untuk dikemudian hari dianjurkan bagi mahasiswa yang melaksanakan Tugas Akhir harus terlebih dahulu memiliki gambaran tentang apa yang akan dilakukan pada saat pelaksanaan Tugas Akhir agar lebih menghemat waktu sehingga dapat memahami lebih dalam mengenai apa yang akan dipelajari.
2. Hendaknya suatu hubungan baik antara mahasiswa dan perguruan tinggi lebih ditingkatkan dengan cara pemberian fasilitas yang mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Perlu diadakan peningkatan sosialisasi antara perguruan tinggi dengan mahasiswa sehingga timbul kesadaran mahasiswa untuk ikut berperan dalam usaha mengatasi masalah dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang sangat dibutuhkan mahasiswa agar Tugas Akhir selesai pada waktunya.
4. Radio Indonesia perlu pembaharuan baik sistem penyiaran maupun sistem pengiklanan supaya masyarakat lebih menyukai siaran radio yang bermanfaat dan bermutu untuk di dengar oleh pendengar baik anak-anak maupun orang dewasa.

## DAFTAR PUSTAKA

- B. A. B. Li and T. Pustaka, "Osilator," vol. 1, pp. 6-30, 1985.
- B. Pengajaran, "Sistem Instrumen Elektronika," 1989.
- C. K. A. & M. N. . Sadiku, "Fundamentals of Electric Circuit."
- Fadliandi, "Studi Parameter Pada Dioda P-N," *Tek. Elektro, Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 14, no. 1, pp. 52-58, 1979.
- H. Isyanto, J. Waloya, and W. Speaker, "Analisa Kemampuan Daya Pancar pada Gelombang FM dengan Antena Dipole," vol. 14, no. 2, pp. 21-24, 1979.
- I. T. Umum, "Resistor dan Hukum Ohm," pp. 1-56.
- J. T. Elektro, F. T. Industri, I. T. N. Malang, and J. K. K. Malang, "ANALISA AUDIO STEREO ENCORDER UNTUK PEMANCAR RADIO SIARAN FM," pp. 7-16, 2015.
- L. B. Nugroho, P. Studi, T. Informatika, F. T. Informasi, U. Kristen, and S. Wacana, "Analisa Pemanfaatan Frekuensi Radio FM ( Frequency Modulation ) Untuk Telekomunikasi Bawah Air," 2017.
- M. Dhofir, "Pengaruh Penyisipan Induktor dan Kapasitor pada Sambungan Saluran Udara dan Kabel Distribusi 20 kV terhadap Perambatan Gelombang Tegangan Surya," *J. EECCIS*, vol. III, no. 1, pp. 18-27, 2009.

- O. Amatir and R. Indonesia, “ Buku Pegangan Amatir Radio Pemula & Siaga,” 2007.
- P. Umpan, B Dalam, and B. Gerak, “Pemberian Umpan Balik Dalam Belajar Gerak ( Heny Setyawati),” vol. 11, no.2, pp. 27-39, 2011.
- P. Utomo, *Teknik Telekomunikasi Jilid I*, 2008.
- P. Utomo, *Teknik Telekomunikasi Jilid II*, 2008.
- P.Utomo, *Teknik Telekomunikasi Jilid III*. 2008.
- R. Munadi and E. D. Meutia, “ Jurnal Rekayasa Elektrika, ” vol. 11, no. 2, 2014.
- S. A. & M. James, “ Transistor Circuit’s. ”
- T. Colpitts, D. A. N. Clapp, and U. Pengkondisi, “ Universitas Indonesia Perbandingan Karakteristik Rangkaian Osilator, ” 2010.



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
 Kampus Utama Umsu, Jln. Kapt. Mucktar Basri no.3 Medan 20238, Telp (061) 661059

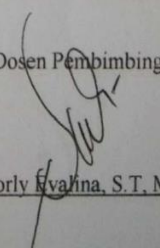
**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : AKMAL HENDANU PUTRA  
 NPM : 1407 220 166 - P  
 Judul TA : Analisis Frekuensi Stereo MPX Encoder Sebagai Komunikasi Pemancar Radio FM

NO	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	20/2 - 2019	Revisi Judul - Revisi lembar pengantar dan konten	Sudh
2	2/7 - 2019	Revisi lembar tabel yg salah	Sudh
3	3/7 - 2019	Revisi Gambar dan grafik yg salah	Sudh
4	9/7 - 2019	Revisi lembar semua yang berkaitan dgn frekuensi, dan komponen peralatan	Sudh
5	23/8 - 2019	Revisi BAB II, meliputi Hasil Analisis dan Kesimpulan	Sudh
6	24/8 - 2019	Revisi Hasil Disert & Kesimpulan	Sudh

7

Dosen Pembimbing I

  
 Noorly Eyalina, S.T., M.T.





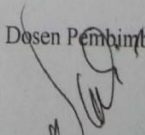
**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
 Kampus Utama Umsu, Jln. Kapt.Mucktar Basri no.3 Medan 20238, Telp (061) 661059

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : AKMAL HENDANU PUTRA  
 NPM : 1407 220 166 - P  
 Judul TA : Analisis Frekuensi Stereo MPX Encoder Sebagai Komunikasi Pemancar  
 Radio FM

NO	Tanggal	Keterangan	Paraf
7	26/8-13	Publikasi Kumpul	Sudri
8	28/8-13	Revisi Seminar	Sudri

Dosen Pembimbing I

  
 Noorly Evalina, S.T., M.T



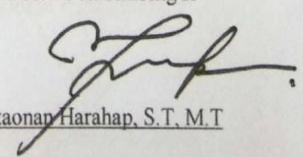
**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
 Kampus Utama Umsu, Jln. Kapt. Mucktar Basri no.3 Medan 20238, Telp (061) 661059

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : AKMAL HENDANU PUTRA  
 NPM : 1407 220 166 -P  
 Judul TA : Analisis Frekuensi Stereo MPX Encoder Sebagai Komunikasi Pemancar Radio FM

NO	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	17/2/2019.	Perbaiki lafo kelabg. lihat jadwal kembali	✓
2.	27/6/2019.	Lampit Bab 2. tnyer pskeb. Perbaikan kawat.	✓
3.	27/7/2019	Tilos nama peceloti di bab 3	✓
4.	18/8/2019.	Lampit Bab III diperbaiki pwhoy 1	✓
5.	26/8/2019.	Lampit Bab IV diperbaiki	✓
6.	29/8/2019.	Flou cap - Lampit Bab 4 koral kaphoy I	✓
7.	2/8/2019	Buat kumpula dan saran daptop pskeb	✓
8.	4/8/2019	Acc seminar	✓

Dosen Pembimbing II

  
 Partaonap Harahap, S.T. M.T

## BIODATA PENULIS



### I. Data Pribadi

Nama : Akmal Hendanu Putra  
Tempat/Tgl. Lahir : Rantau Prapat / 09 April 1995  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Nama Ayah : Suhenry  
Nama Ibu : Sa'adah  
Email : [hendanuputra0904@gmail.com](mailto:hendanuputra0904@gmail.com)

### II. Riwayat Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Tahun
SDN 118240 Rantau Prapat	2001-2007
SMP N 1 Perbaungan	2007-2010
SMK N 1 Lubuk Pakam	2010-2013
S1 Teknik Elektro UMSU	2014-2019