

SKRIPSI
SPEAKER AKTIF TANPA KABEL



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :
Agung Rusdianto
2000 012 0059

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

SKRIPSI
SPEAKER AKTIF TANPA KABEL



Disusun Oleh :

Agung Rusdianto

2000.012.0059

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



HALAMAN PENGESAHAN I

SKRIPSI

SPEAKER AKTIF TANPA KABEL

Disusun Oleh :

Agung Rusdianto

2000.012.0059

Telah diperiksa dan disetujui :

Dosen Pembimbing Utama

(Ir. Rifan Fauzif M.T.)

Dosen Pembimbing Muda

(Ir. HM. Fathul Qodir)



HALAMAN PENGESAHAN II

SKRIPSI

SPEAKER AKTIF TANPA KABEL

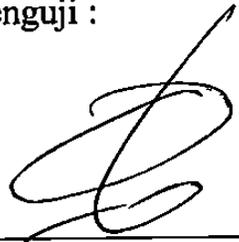
Skripsi ini telah dipertahankan dan disahkan di depan penguji pada tanggal

10 Maret 2008 di Ruang Pendaran Fakultas Teknik

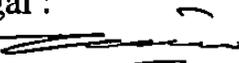
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji :

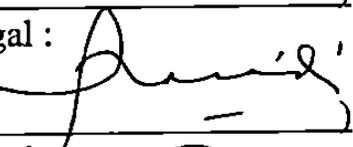
Ir. Rif'an Tsaqif, M.T.
Dosen Pembimbing Utama

()
Tanggal :

Ir. HM. Fathul Qodir
Dosen Pembimbing Muda

()
Tanggal :

Ir. Tony K. Hariadi, M.T.
Dosen Penguji I

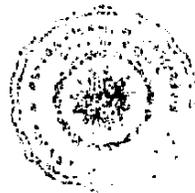
()
Tanggal :

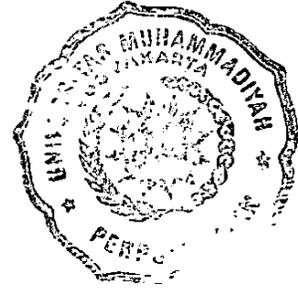
Ir. HM. Ikhsan
Dosen Penguji II

()
Tanggal : 23-6-2008

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta





HALAMAN PERNYATAAN

Semua yang tertulis dalam naskah skripsi ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan atau bukan menjiplak hasil karya orang lain, kecuali yang secara tertulis dijadikan acuan dalam penulisan naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, Juni 2008

Yang menyatakan



Agung Rusdianto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

- *Keluargaku yang aku banggakan, Bapak dan Ibu yang telah mendidik dan membesarkanku dengan kasih sayang yang tulus dan ikhlas, karena doa dan restunya membuatku bisa bersyukur dalam kehidupan ini, serta adik-adikku atas dorongan semangatnya selama ini*
- *Kepada orang-orang yang ikhlas memberikan kasih sayang dan kebaikannya kepada ku selama ini.*
- *Nur"UMI" Iryani. Amd. yang telah memberikan dorongan, motivasi, nasehat dan doanya selama ini semoga ini adalah awal dari kebahagiaan kita kelak dan Allah senantiasa meridhoi niat*

HALAMAN MOTTO

*“ Dan AKU tidak menciptakan jin dan manusia melainkan
supaya mereka menyembah-KU (ALLAH) SWT”*

(Adz-Dzaariyaat : 56)

- Kata lain dari hidup ialah ibadah –

*Barang siapa berjalan untuk mencari ilmu, maka ALLAH akan memudahkan
baginya jalan ke surga*

(HR. Muslim)

Hidup adalah proses pencarian makna, namun akan sangat berbahagialah orang-orang yang telah menjadi makna untuk orang lain.

Kalau seseorang menyalahkan orang lain ketika ia mengalami kegagalan, sebaiknya ia juga menyatakan bahwa orang lainlah yang berhasil kalau ia sukses

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT, yang Maha Pemurah, Pengasih, Penyayang yang telah memberikan hidayah, kenikmatan, kebahagiaan, kecerdasan, dan kehidupan ini, sehingga atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini dengan judul **“SPEAKER AKTIF TANPA KABEL”**. *Shalawat* serta salam penulis curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sang penutup para nabi-nabi, panutan tauladan seluruh umat.

Laporan Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik Program Strata 1 (S1) yang telah ditetapkan oleh Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari jasa dan andil dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang banyak, kepada :

1. Bapak Ir. Slamet Suripto, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Rif'an Tsaqif, MT. selaku dosen Pembimbing Utama yang telah dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis sehingga penulisan laporan ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Ir. HM. Fathul Qodir, selaku dosen Pembimbing Muda yang telah dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis sehingga penulisan laporan ini dapat diselesaikan.

4. Semua Dosen Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang selama ini dengan ikhlas memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Karyawan Tata Usaha Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu kelancaran administrasi.
6. Ibunda, Ayahanda, adik-adikku dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungan serta kepercayaan yang begitu besar.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan '00 dan seluruh mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
8. Kepada seluruh sahabat-sahabat dan juga teman-teman Drajat, Kandar, Wahyu, Sri, Farid, Andre, Yogi, Dephi serta yang lain tidak cukup saya sebut satu-persatu, terima kasih atas dukungan, bantuan dan doa kalian Good Luck 4 U Guys God Bless U.
9. Teman-teman di KUMAT 'Kumpulan malam juMAT', terima kasih atas dukungan serta tukar pikiran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dan semoga segala amal dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang setimpal, dan semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Yogyakarta, Juni 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Tujuan.....	4
F. Kontribusi.....	4
G. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Kajian Penelitian Terdahulu.....	7
B. Landasan Teori.....	8
1. <i>Frequency Modulation</i> (FM).....	8
a. Sistem Modulasi FM.....	8
b. Sistem Pemancar Radio FM.....	10
c. Filter.....	11

d. Sistem Wireless.....	13
2. Osilator.....	15
a. Bentuk Umum Konfigurasi Osilator.....	15
b. Perolehan Lingkar (loop gain).....	16
c. Elemen-elemen Aktif Z1, Z2 dan Z3.....	16
3. Transistor Sebagai Penguat.....	19
4. Pembangkit Gelombang FM.....	20
5. Multiplexer FM Stereo.....	24
6. Demultipelxer FM Stereo.....	25
7. Radio Frequency (RF) Transmitter Dan Receiver.....	26
8. Tuner FM.....	26
9. IC Multiplexer BA 1404.....	27
10. IC LA 1260.....	28
11. IC Demultiplexer LA 3361.....	29
12. Tone Control.....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....31

A. Prosedur Penelitian.....	31
1. Analisa Kebutuhan.....	32
2. Spesifikasi Awal.....	32
3. Desain Alat.....	33
4. Perancangan Alat.....	35
5. Verifikasi.....	36
6. Prototipe.....	36
7. Validasi.....	36

B. Alat Dan Bahan.....	36
1. Alat Penelitian.....	36
2. Bahan.....	37
a. Bagian Pemancar.....	38
1. Catu Daya.....	38
2. Multiplexer.....	38
3. Rangkaian Pemancar.....	38
b. Bagian Penerima.....	38
1. Catu Daya.....	38
2. Demultiplexer.....	39
3. Rangkaian Penerima.....	39
C. Pengumpulan Data.....	39
D. Analisis Data.....	40

BAB IV DATA DAN ANALISA.....41

A. Tahap Perancangan Perangkat Keras.....	41
1. Rangkaian Penerima.....	41
2. Rangkaian Demultiplexer.....	43
3. Rangkaian Catu Daya Penerima.....	44
4. Rangkaian Pemancar.....	45
5. Pembuatan Induktor.....	47
6. Rangkaian Catu Daya Pemancar.....	49
7. Rangkaian Multiplexer.....	49
B. Tahap Pengujian Perangkat Keras.....	51
1. Pengujian Rangkaian Catu Daya.....	51

a. Penerima (Receiver).....	51
b. Pemancar (Transmitter).....	53
2. Pengujian Rangkaian Penerima.....	54
3. Pengujian Rangkaian Demultiplexer.....	55
4. Pengujian Rangkaian Pemancar.....	56
5. Pengujian Rangkaian Multiplexer.....	64
6. Pengujian Frekuensi kerja Pemancar.....	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....67

A. Kesimpulan.....67

B. Saran.....67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tabel Pengamatan Rangkaian <i>Demultiplexer</i>	56
Tabel 4.2 Data Pengamatan Pengujian Taraf Tanggapan Masukan.....	58
Tabel 4.3 Tabel Pengukuran Arus Pada Pemancar.....	61
Tabel 4.4 Data Pengujian Jarak Efektif Antara Pemancar Dengan Penerima.....	62
Tabel 4.5 Tabel Pengamatan Rangkaian 16 bit 1.....	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Modulasi frekuensi.....	8
Gambar 2.2 Lengkung frekuensi waktu.....	9
Gambar 2.3 Diagram blok dasar sistem pemancar radio FM.....	10
Gambar 2.4 Tanggapan frekuensi LPF.....	12
Gambar 2.5 <i>Low pass filter</i> LC.....	12
Gambar 2.6 Konfigurasi dasar untuk sebagian besar osilator rangkaian resonansi....	15
Gambar 2.7 Rangkaian ganti linier dengan menggunakan penguat operasional, yang mempunyai resistansi masuk yang sangat tinggi dan perolehan tegangan rangkaian terbuka – A_v	15
Gambar 2.8 Osilator <i>Colpitts</i> transistor.....	18
Gambar 2.9 Osilator <i>Hartley</i> transistor.....	18
Gambar 2.10 Transistor p-n-p yang dicatu di daerah aktif.....	19
Gambar 2.11 Proses modulasi amplitudo.....	21
Gambar 2.12 Gelombang modulasi amplitudo.....	21
Gambar 2.13 Gelombang frekuensi modulasi.....	22
Gambar 2.14 Resonator dengan kapasitor variabel.....	23
Gambar 2.15 Pin out IC BA1404.....	27
Gambar 2.16 Pin out IC LA 1260.....	28
Gambar 2.17 Diagram isi dari IC LA 3361.....	29
Gambar 2.18 Diagram blok <i>tone control</i>	30
Gambar 3.1 Prosedur langkah kerja.....	31
Gambar 3.2 Blok Diagram Alat Speaker Aktif Tanpa Kabel.....	33
Gambar 4.1 Skema rangkaian penerima.....	42

Gambar 4.2 Rangkaian <i>Demultiplexer</i> FM stereo.....	44
Gambar 4.3 Skema catu daya untuk rangkaian penerima.....	45
Gambar 4.4 Rangkaian Pemancar.....	46
Gambar 4.5 Detil lilitan untuk L1 dan L2.....	48
Gambar 4.6 Rangkaian catu daya untuk pemancar.....	49
Gambar 4.7 Skema Rangkaian <i>Multiplexer</i>	50
Gambar 4.8 Skema pengukuran rangkaian catu daya untuk penerima.....	52
Gambar 4.9 Pengujian catu daya penerima.....	53
Gambar 4.10 Skema pengukuran rangkaian catu daya untuk pemancar.....	53
Gambar 4.11 Pengukuran catu daya pemancar.....	54
Gambar 4.12 Pengujian rangkaian penerima.....	55
Gambar 4.13 Pengujian taraf tanggapan masukan.....	57
Gambar 4.14 Grafik antara level masukan pada pemancar versus noise pada Penerima.....	59
Gambar 4.15 Pengukuran arus yang dibutuhkan rangkaian pemancar untuk mengetahui kebutuhan daya dari pemancar.....	60
Gambar 4.16 Pengujian hasil penerimaan dengan jarak antara pemancar dan penerima.....	62
Gambar 4.17 Grafik antara jarak pemancar dengan penerima versus daya tangkap pada penerima.....	63
Gambar 4.18 Diagram pengujian rangkaian <i>multiplexer</i>	64
Gambar 4.19 hasil pengujian frekuensi basis dari pemancar.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pengkoneksian antara suatu perangkat audio dengan perangkat speaker aktif (*amplifier* yang dipasang dalam satu boks dengan speakernya), dalam penyaluran sinyal audio biasanya dilakukan dengan menggunakan saluran kabel yang terhubung antara kedua perangkat tersebut, misalnya sinyal audio dari *player* VCD, televisi, radio, penguat mic, peralatan band dan lain sebagainya.

Penggunaan kabel sebagai saluran pengiriman sinyal audio antar dua perangkat audio sistem memiliki kelemahan yang antara lain, membutuhkan tempat terpasangnya kabel tersebut, tidak fleksibel dalam memindah-mindahkan perangkat audio karena kabel yang terhubung tadi, ada proses tarik ulur kabel bila kedua perangkat audio yang terpasang hendak dijauhkan atau didekatkan dan lain sebagainya.

Solusi untuk menghilangkan penggunaan kabel dalam penyaluran sinyal audio adalah dengan memancarkan sinyal audio tersebut pada medium udara, yang tentu saja untuk maksud ini harus digunakan suatu rangkaian pemancar (*transmitter*) radio pada peralatan sumber sinyal audio dan rangkaian penerima (*receiver*) pada speaker aktifnya. Untuk tidak mengurangi kualitas suara yang akan dikeluarkan oleh speaker aktif, tentu saja rangkaian pemancar dan penerima yang digunakan untuk alat ini harus memiliki beberapa persyaratan yang antara lain yaitu, memiliki tingkat distorsi yang kecil, mempunyai dua kanal saluran

untuk tidak mengurangi efek *stereo* dari sumber audionya dan memiliki daya pancar dan penerimaan yang baik untuk menambah fleksibilitas dalam penempatan perangkatnya.

Agar isyarat audio *stereo* yang dikirimkan dengan menggunakan frekuensi ke speaker aktif tidak hilang, dibutuhkan suatu sistem pemodulasian *stereo* yang dapat disatukan menjadi satu isyarat sinyal agar dapat disertakan pada frekuensi pembawa (*carrier*). Sistem ini dikenal dengan sistem pemancaran *stereo* yang rangkaian untuk mewujudkannya dinamakan rangkaian *multiplexer*. Pada rangkaian *multiplexer* ini saluran dari kanal kanan dan kiri dikodekan menjadi isyarat $L + R$ dan isyarat $L - R$ serta frekuensi pilot sebesar 19 kHz sebagai acuan bagi penerima bahwa isyarat yang dikirimkan adalah isyarat *stereo*.

Agar kualitas suara tetap baik diterima oleh penerima dibutuhkan suatu sistem pemancaran dan sistem penerimaan dengan kualitas yang juga baik, dimana untuk mewujudkan hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rancangan pemancar dan penerima yang rendah derau. Salah satu pendukung untuk mewujudkan ini adalah sumber catu daya yang digunakan adalah sumber catu daya yang stabil.

B. Identifikasi Masalah

1. Penggunaan kabel dalam menyalurkan sinyal audio memiliki ketidakpraktisan dalam penggunaannya yang antara lain, dapat menimbulkan keruwetan kabel, pemindahan peralatan audio tidak fleksibel dan

2. Untuk menggantikan fungsi kabel, dapat digunakan frekuensi radio untuk menyalurkan sinyal audio, akan tetapi pada suatu sistem audio *stereo* dibutuhkan suatu teknik untuk menyalurkan isyarat *stereo* tersebut pada satu frekuensi pembawa.

C. Rumusan Masalah

Dari ulasan mengenai permasalahan diatas, penulis merumuskan permasalahan tersebut sebagai berikut :

1. Berapa besar frekuensi yang digunakan pada rangkaian pemancar dan frekuensi tersebut berada pada rentang frekuensi apa.
2. Bagaimana membangkitkan frekuensi tersebut dan menguatkannya sehingga dapat memancar pada radius jarak tertentu.
3. Bagaimana sistem pemodulasian dari sumber sinyal audio ke pemancar.
4. Bagaimana proses pada penerima sehingga diperoleh kembali sinyal audio yang akan dikuatkan pada *amplifier* speaker aktif.

D. Batasan Masalah

Untuk tidak meluasnya lingkup pembahasan masalah dalam memberikan keterangan dalam tugas akhir ini, penulis akan memberikan batasan-batasan masalah yang akan dibahas. Adapun masalah-masalah yang akan diterangkan dalam tugas akhir ini adalah masalah teori yang menunjang tersusunnya rangkaian ini, fungsi/kegunaan dari komponen yang akan dipakai, perencanaan dan cara kerja rangkaian, pembuatan/perakitan serta pengujian rangkaian

Sementara itu batasan dari alat yang dibuat adalah membuat suatu perangkat speaker aktif tanpa kabel (*wireless active speaker*) untuk penggunaan dalam rumah dengan menggunakan 1 rangkaian pemancar *stereo* dan 1 rangkaian penerima *stereo* untuk menyalurkan sinyal audio, dengan ukuran ruangan sebesar $5 \times 5 \text{ m}^2$.

E. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

Merancang dan membuat speaker aktif tanpa kabel (*wireless active speaker*), dengan menggunakan 1 rangkaian pemancar *stereo* dan 1 penerima *stereo*, sehingga didapat suatu speaker aktif yang memiliki fleksibilitas dalam penempatannya pada suatu ruangan.

F. Kontribusi

1. Bagi masyarakat:

- Mengurangi pemakaian kabel dalam pengkoneksian saluran audio yang berarti juga penghematan dalam biaya.
- Menambah kepraktisan dalam pemasangan suatu perangkat sistem audio.

2. Bagi keilmuan:

Memberikan khasanah dalam perluasan ide dalam pembuatan alat

G. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, kontribusi, sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang kajian penelitian terdahulu, landasan teori tentang *Frequency Modulation* (FM), Osilator, Transistor Sebagai Penguat, Pembangkit Gelombang FM, *Multiplexer FM Stereo*, *Demultiplexer FM Stereo*, *Radio Frequency* (RF) *Transmitter* dan *Receiver*, Tuner FM, IC *Multiplexer* BA 1404, IC LA 1260, IC *Demultiplexer* LA 3361 dan *Tone Control*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang Prosedur penelitian, Analisa Kebutuhan, Spesifikasi Awal, Desain Alat, Perancangan Alat, Verifikasi, Prototipe, Validasi Alat dan Bahan, Pengumpulan Data dan Analisis Data

BAB IV DATA DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang Tahap Perancangan Perangkat Keras seperti Perancangan Rangkaian Penerima, Perancangan Rangkaian Demultiplekser, Perancangan Rangkaian Catu Daya Penerima, Perancangan Rangkaian Pemancar, Pembuatan Induktor, Perancangan Rangkaian Catu Daya Pemancar, Perancangan Rangkaian Multiplekser

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Penelitian Terdahulu

Sinyal audio yang dibangkitkan oleh suatu perangkat elektronik seperti VCD *player*, *tape*, komputer, TV dan lain sebagainya biasanya adalah merupakan sinyal audio yang masih lemah untuk dapat langsung dihubungkan dengan speaker, dengan demikian dibutuhkan lagi suatu perangkat tambahan untuk menguatkannya. Perangkat tersebut biasanya disebut *power amplifier* atau biasanya dalam masyarakat hanya dikatakan “ampli” saja.

Dewasa ini untuk meringkas perangkat-perangkat elektronik yang dibuat, perangkat-perangkat tersebut penempatannya dijadikan satu boks. Seperti halnya juga suatu perangkat *tone control*, *amplifier* dan speakernya. Semua perangkat tersebut dijadikan satu dalam satu kotak speaker. Dalam masyarakat perangkat ini dikenal dengan sebutan speaker aktif.

Pada alat yang telah ada sebelumnya sistem transmisi audio antara amplifier dengan speaker menggunakan media kabel. Namun sistem kabel mengakibatkan instalasi akan menjadi ruwet dan tidak rapi apabila dipasang pada beberapa titik. Untuk mengatasi hal inilah dirancang sistem penguat suara tanpa kabel audio yang akan membuat instalasi menjadi tidak rapi. Dipilih frekuensi FM karena memiliki sistem *stereo* sehingga dua sinyal suara L dan R dapat dikirim bersamaan dan diterima oleh penerima secara bersamaan pula, dibandingkan dengan FM suara yang dihasilkan menjadi lebih jernih karena yang dimodulasi

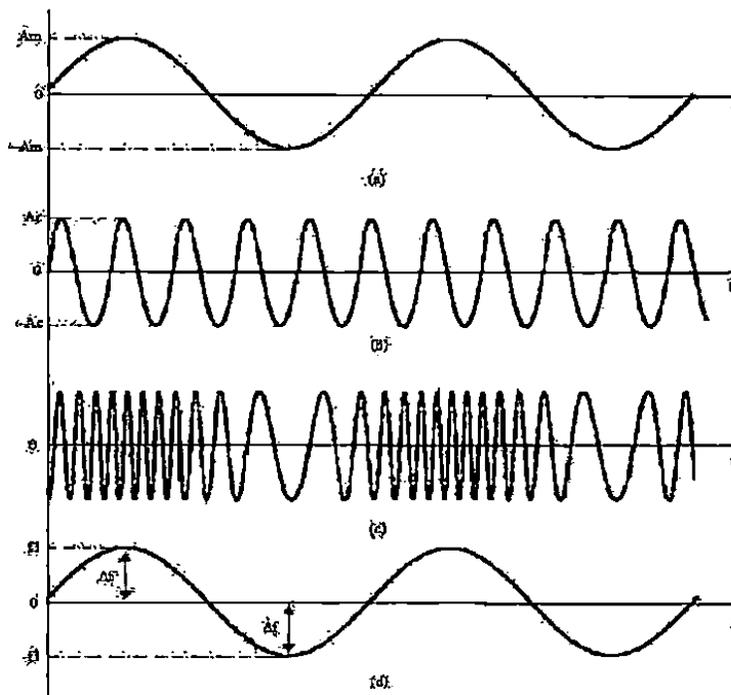
adalah frekuensi dan bukan amplitudo (volume) seperti pada *amplitudo modulation* (AM).

B. Landasan Teori

1. Frequency Modulation (FM)

a. Sistem Modulasi FM.

Modulasi adalah proses penumpangan sinyal informasi pada sinyal *carrier* yang berasal dari osilator RF, sedangkan modulasi frekuensi adalah suatu proses modulasi dengan cara mengubah-ubah frekuensi gelombang *carrier* dengan amplitudo tetap.



Gambar 2.1. Modulasi Frekuensi.

- (a) Sinyal informasi. (b) Sinyal carrier. (c) Gelombang termodulasi frekuensi dengan tegangan sebagai fungsi waktu. (d) Gelombang termodulasi frekuensi dengan frekuensi sebagai fungsi waktu.

Dari Gambar 2.1 terlihat bahwa, ketika amplitudo sinyal informasi positif, frekuensi carrier disimpangkan sebesar Δf menjadi $f_c + \Delta f$. Sedangkan

pada saat amplitudo sinyal informasi negatif, frekuensi pembawa disimpangkan sebesar Δf menjadi $-f_1$.

Deviasi frekuensi (Δf) adalah simpangan yang dialami oleh frekuensi pembawa (f_c) karena amplitudo informasi (A_m). Semakin besar amplitudo informasi, semakin besar pula deviasinya sehingga dapat mengganggu pemancar lain [6]. Frekuensi pembawa sesaat dapat dinyatakan:

pers 2.1
$$f_i(t) = f_c(t) + k e_m(t)$$

Sinyal modulasi $e_m(t)$ digunakan untuk mengubah frekuensi pembawa.

Perubahan pada frekuensi adalah $k e_m(t)$, dengan k adalah konstanta deviasi frekuensi. Frekuensi pembawa tanpa modulasi dilambangkan dengan f_c .

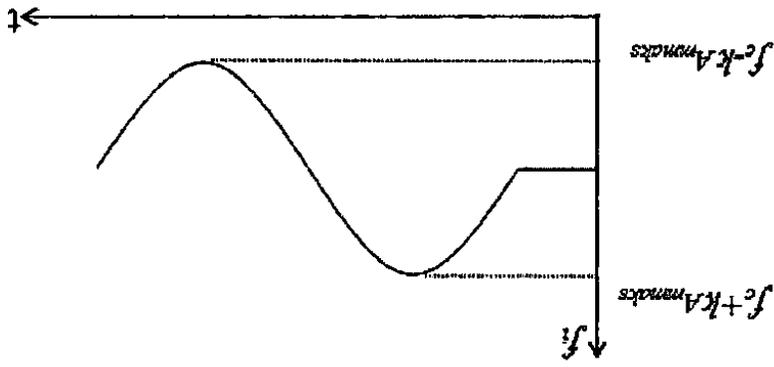
Bila $e_m(t)$ suatu gelombang sinus

pers 2.2
$$e_m(t) = A_{maks} \sin \omega_m t$$

frekuensi pembawa sesaat menjadi

pers 2.3
$$f_i(t) = f_c(t) + k A_{maks} \sin \omega_m t$$

Sketsa dari f_i ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Enaknya frekuensi-waktu

Deviasi frekuensi puncak dari sinyal didefinisikan sebagai:

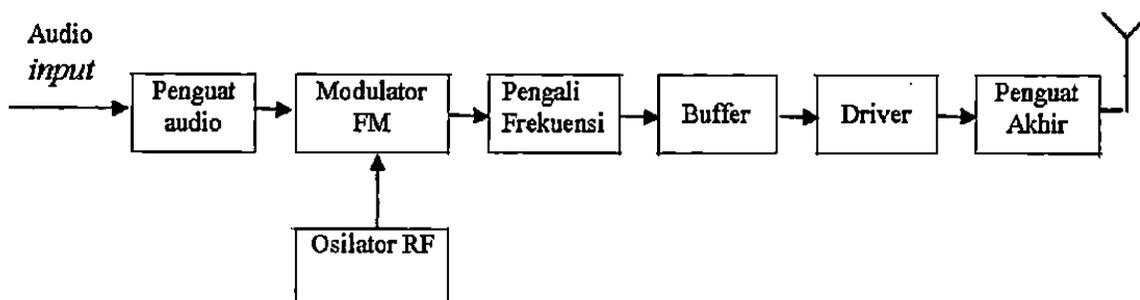
$$\Delta f = kA_{maks} \quad \text{pers 2.4}$$

sehingga persamaan 2.3 menjadi

$$f_i(t) = f_c(t) + \Delta f \sin \omega_m t \quad \text{pers 2.5}$$

b. Sistem Pemancar Radio FM

Pemancar FM merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk memancarkan sinyal informasi beserta sinyal *carrier* dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Diagram kotak pemancar radio FM dasar ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Diagram blok dasar sistem pemancar radio FM.

Keterangan Gambar 2.3

1. *Audio input* digunakan sebagai sumber sinyal informasi.
2. Penguat audio digunakan sebagai penguat awal yang menguatkan sinyal dari *audio input*.
3. Osilator RF digunakan sebagai penghasil frekuensi *carrier* yang oleh modulator FM akan dimodulasi dengan sinyal informasi.

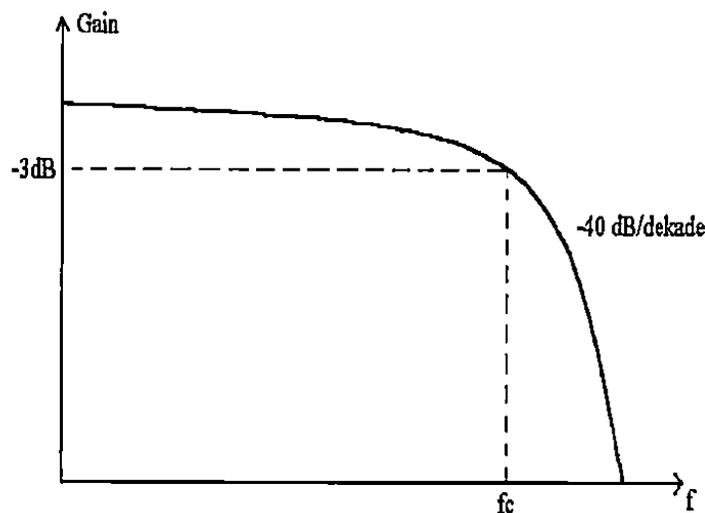
4. Modulator FM digunakan sebagai alat untuk memodulasi sinyal informasi dari penguat audio dengan sinyal dari osilator RF, sehingga menghasilkan gelombang termodulasi.
5. Pengali frekuensi digunakan sebagai pengali frekuensi dari *output* modulator untuk mendapatkan frekuensi *carrier* yang diinginkan.
6. Penguat penyangga (*buffer*) digunakan untuk mengisolasi osilator dari tingkat-tingkat selanjutnya sehingga perubahan dalam penggandengan dan pembebanan antena tidak mempengaruhi frekuensi osilator RF.
7. Penguat penggerak (*driver*) digunakan untuk menggerakkan frekuensi osilator RF dari penguat penyangga sebelum diumpankan ke penguat akhir.
8. Penguat akhir digunakan untuk menguatkan dan mendorong gelombang termodulasi ke antena agar dapat dipancarkan oleh antena dengan jangkauan yang cukup jauh.
9. Antena pemancar digunakan untuk memancarkan gelombang termodulasi dari penguat akhir yang berupa gelombang elektromagnetik.

c. *Filter*

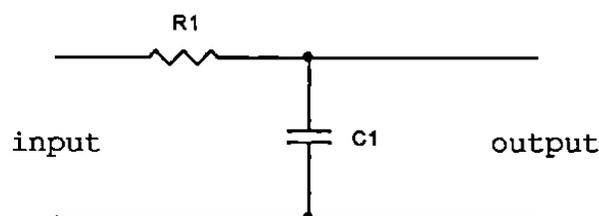
Filter adalah rangkaian yang dirancang untuk melewatkan suatu pita frekuensi tertentu dan memperlemah pita frekuensi yang lain. *Filter* pasif terdiri dari komponen pasif seperti resistor, kapasitor dan induktor.

Kelebihan dari *filter* pasif adalah lebih sederhana dan murah serta jangkauan frekuensi yang luas. Kekurangan dari *filter* aktif adalah *losses* yang besar khususnya jika induktor yang dioperasikan pada frekuensi rendah, karena jika induktor digunakan untuk menyimpan induksi yang cukup lama maka akan banyak daya yang hilang.

Pada perancangan pemancar FM, *low pass filter* (LPF) digunakan untuk menghilangkan komponen frekuensi tinggi dari *output* blok *phase detector* dan menghasilkan tegangan DC rata-rata sebagai pengendali osilator. Tanggapan frekuensi untuk LPF dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Tanggapan frekuensi LPF.



Gambar 2.5. *Low pass filter* pasif RC

Frekuensi *cut off filter* (f_c) dihitung menggunakan persamaan 2.6. Dengan f_c adalah frekuensi *cut off filter*, R_1 adalah resistor *filter* dan C_1 adalah kapasitor *filter*.

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad \text{pers 2.6}$$

d. Sistem *Wireless*

Dengan ditemukannya modulasi frekuensi, atau suatu frekuensi dapat membawa informasi dalam bentuk frekuensi juga, perkembangan dunia elektronika menjadi lebih pesat lagi dalam penerapan aplikasinya. Dimana yang biasanya semua penyaluran sinyal ditransmisikan melalui kawat penghantar, dewasa ini penggunaan kawat penghantar sebagai saluran transmisi tersebut menjadi semakin banyak dikurangi (*wireless*). Hal ini dapat dilihat dengan kemajuan yang ada dewasa ini, yaitu saat ini banyak terjadi pengurangan pemasangan telepon kabel beralih ke telepon dengan menggunakan frekuensi (sistem GSM maupun CDMA), komunikasi antar muka komputer tidak lagi menggunakan kabel melainkan dengan menggunakan frekuensi (*bluetooth*), maupun inframerah, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya.

Yang dimaksud dengan sistem *wireless* adalah suatu sistem yang sebenarnya berhubungan akan tetapi hubungan tersebut tidak terjadi melalui sarana kawat penghubung, melainkan melalui sarana lain yang tidak berupa kawat melainkan ke bentuk perambatan frekuensi

elektromagnet (termasuk didalamnya cahaya). Sistem *wireless* adalah merupakan pengembangan dari sistem pemancar, dimana yang terjadi dalam suatu pemancar adalah frekuensi pembawa (*carrier*) ditumpangi oleh frekuensi isyarat yang biasanya nilai frekuensinya lebih rendah seperti frekuensi audio dan lain sebagainya.

Saat ini sistem *wireless* telah banyak mengalami kemajuan, sehingga saat ini komunikasi datapun (digital biner) telah dapat ditransmisikan tanpa menggunakan kabel, yaitu dengan menggunakan teknologi *frequency shift keying* (FSK), dimana isyarat biner yang ditransmisikan diubah menjadi dua buah kode frekuensi yang mengkodekan bilangan biner 0 dan 1.

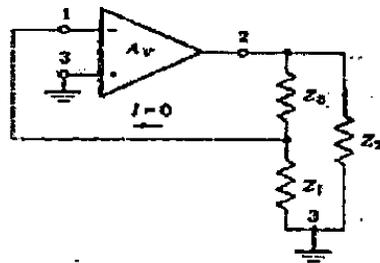
Pengembangan lain dari sistem *wireless* adalah dengan menggunakan sarana transmisi cahaya, berbeda dengan sistem modulasi frekuensi, pada cahaya ini getaran frekuensi yang akan ditransmisikan dengan menggunakan cahaya ini, digunakan untuk membentuk denyut cahaya, perubahan denyut cahaya ini akan menimbulkan denyut perubahan yang sama pada penerima yang biasanya berupa *phototransistor* ataupun *light dependent resistor* (LDR) dan perubahan denyut inilah yang kemudian diubah lagi seperti sinyal aslinya. Contoh sistem *wireless* yang menggunakan sarana cahaya ini misalnya *remote controll TV*, *mouse* optik, komunikasi infra merah pada *handphone* dan lain sebagainya.

2. Osilator

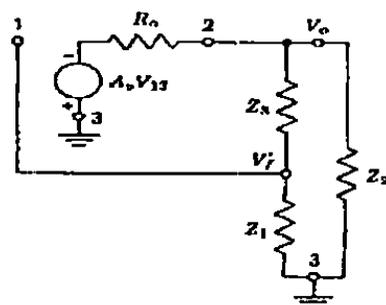
Jenis-jenis dari osilator banyak ragamnya, mulai dari bentuk frekuensi yang dihasilkan hingga sistem rangkaian osilator yang digunakan. Dalam sistem pemancar jenis frekuensi yang digunakan adalah sinusoida, demikian pula halnya dengan alat yang akan dibuat dalam tugas akhir ini.

a. Bentuk umum konfigurasi osilator

Banyak rangkaian osilator termasuk bentuk umum, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Dalam analisa berikut, kita misalkan suatu peralatan aktif dengan resistansi masuk yang sangat tinggi seperti FET, atau suatu penguat operasional.



Gambar 2.6. Konfigurasi dasar untuk sebagian besar osilator rangkaian resonansi (sumber: Mikroelektronika, jilid 2)



Gambar 2.7. Rangkaian ganti linier dengan menggunakan penguat operasional, yang mempunyai resistansi masuk yang sangat tinggi dan

Gambar 2.7 merupakan rangkaian pengganti dari gambar 2.6, dengan menggunakan satu penguat dengan satu perolehan rangkaian negatif terbuka $-A_v$ dan reistansi keluar R_o , jelas bahwa topologi dari gambar 2 merupakan topologi umpan balik tegangan seri.

b. Perolehan lingkaran (*loop gain*)

Harga dari $-A\beta$ akan didapat dengan menganggap gambar 1 sebagai penguat umpan balik dengan keluaran yang diambil dari terminal 2 dan 3 dan dengan terminal-terminal masukan 1 dan 3. Impedansi beban Z_L terdiri dari Z_2 paralel dengan kombinasi Z_1 dan Z_3 . Perolehan tanpa umpan balik sama dengan $A = -A_v Z_L / (Z_L + R_o)$. Faktor umpan balik $\beta = -V_f / V_o = -Z_1 / (Z_1 + Z_3)$. Perolehan lingkaran ditemukan sama dengan :

$$-A\beta = \frac{-A_v Z_1 Z_2}{R_o(Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_2(Z_1 + Z_3)} \quad \text{pers. 2.7}$$

c. Elemen-elemen aktif Z_1 , Z_2 dan Z_3

Kalau impedansi merupakan reaktansi (baik induktif maupun kapasitif) murni, maka $Z_1 = jX_1$, $Z_2 = jX_2$ dan $Z_3 = jX_3$. Untuk induktor, $X = \omega L$ dan untuk kapasitor $X = -1/\omega C$. Sehingga :

$$-A\beta = \frac{+A_v X_1 X_2}{jR_o(X_1 + X_2 + X_3) - X_2(X_1 + X_3)} \quad \text{pers. 2.8}$$

Untuk perolehan yang riil (nyata) (pergeseran fase nol), dimana :

Sehingga

$$-A\beta = \frac{+AvX_1X_2}{-X_2(X_1+X_3)} = \frac{-AvX_1}{X_1+X_3}, \quad \text{pers. 2.10}$$

Dari persamaan 2.9 kita lihat bahwa rangkaian akan beresonansi pada frekuensi resonansi dari kombinasi seri X_1 , X_2 dan X_3 .

Dengan menggunakan persamaan 2.9 ke dalam persamaan 2.10

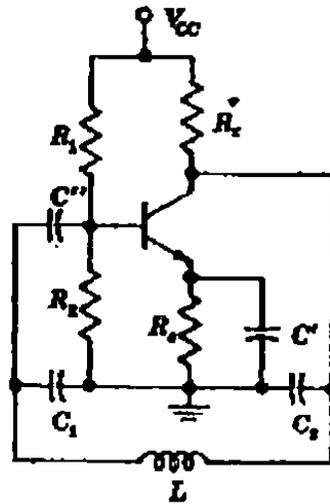
didapatkan;

$$-A\beta = \frac{+AvX_1}{X_2} \quad \text{pers. 2.11}$$

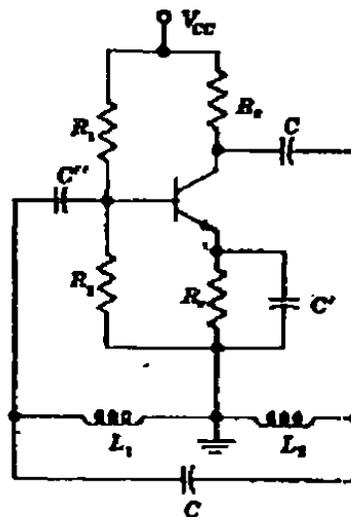
Karena $-A\beta$ harus positif dan paling tidak besarnya sama dengan satu, maka X_1 dan X_2 harus mempunyai tanda yang sama (Av positif). Dengan kata lain mereka harus merupakan reaktansi yang sejenis, apakah keduanya induktif atau kapasitif. Maka dari persamaan 2.9, $X_3 = -(X_1 + X_2)$, harus bersifat induktif, kalau X_1 dan X_2 kapasitif, atau sebaliknya.

Kalau X_1 dan X_2 , kapasitor dan X_3 , induktor, rangkaian dinamakan osilator *Colpitts*. Sedangkan Kalau X_1 dan X_2 , induktor dan X_3 kapasitor, rangkaian dinamakan osilator *Hartley*.

Dalam lain keadaan mungkin terjadi dimana antara X_1 dan X_2 (dan persamaan diatas) tidak digunakan



Gambar 2.8. Osilator *Colpitts* transistor
(sumber: Mikroelektronika, jilid 2)



Gambar 2.9. Osilator *Hartley* transistor.
(sumber: Mikroelektronika, jilid 2)

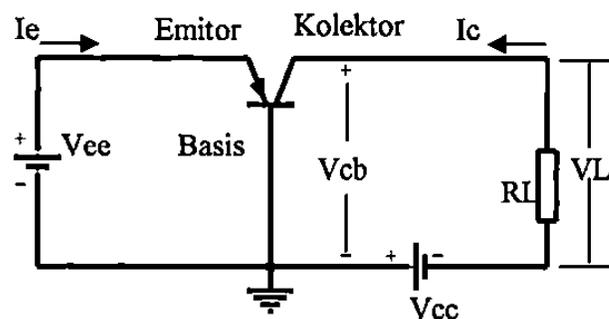
Versi transistor dari jenis-jenis osilator *LC* juga dimungkinkan. Sebagai contohnya, osilator *Colpitts* transistor ditunjukkan pada gambar 2.8. Secara kualitatif, rangkaian ini bekerja seperti seperti yang diterangkan diatas. Tetapi, analisa yang lebih terperinci dari rangkaian osilator transistor lebih sulit, karena dua alasan dasar. Pertama impedansi masukan rendah transistor membeban Z_{in} dalam gambar 2.7 sehingga

memperumit persamaan untuk perolehan lingkaran atas. Kedua kalau frekuensi osilasi disekitar daerah audio, model parameter $-h$ frekuensi rendah tidak berlaku lagi.

3. Transistor Sebagai Penguat

Suatu tahanan R_L dihubungkan seri dengan tegangan catu kolektor V_{CC} (gambar 2.5). Perubahan tegangan kecil ΔV_i antara emitor dan basis mengakibatkan perubahan arus-emitor yang relatif besar ΔI_E . Kita definisikan dengan simbol α' fraksi perubahan arus ini, yang dikumpulkan dan melewati R_L , atau $\Delta I_C = \alpha' \Delta I_E$. Perubahan keluaran lewat tahanan beban :

$$\Delta V_L = -R_L \Delta I_C = -\alpha' R_L \Delta I_E \quad \text{pers.2.12}$$



Gambar 2.10. Transistor p-n-p yang dicatu didaerah aktif
(sumber: Mikroelektronika, jilid 2)

Mungkin beberapa kali lebih besar perubahan masukan ΔV_i . Dalam keadaan ini, penguatan tegangan $A \equiv \Delta V_L / \Delta V_i$ akan lebih besar dari satu, dan transistor berperan sebagai penguat. Kalau resistansi dinamis hubungan emitor

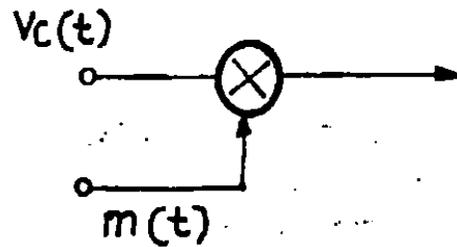
Bila diketahui bahwa $r_e = 52/I_E$, dimana I_E arus emitor tetap dalam miliampere. Misalnya, kalau $r_e = 40 \Omega$ (untuk $I_E = 1,3 \text{ mA}$), $\alpha' = -1$, dan $R_L = 3.000 \Omega$, $A = +75$. Perhitungan ini nampaknya terlalu disederhanakan, tetapi pada hakekatnya benar dan memberikan pengertian fisika mengapa transistor berperan sebagai penguat. Transistor menghasilkan baik perolehan daya maupun penguatan arus dan tegangan. Dari keterangan diatas, jelas bahwa arus dalam rangkaian untuk ber-resistansi rendah dipindahkan kerangkaian keluar ber-resistansi tinggi. Kata “transistor” yang berasal dari kependekan “transfer resistor”, berdasarkan kepada gambaran diatas.

4. Pembangkit Gelombang FM

Perambatan energi dalam bentuk gelombang adalah sinusoidal, bentuk ini adalah bentuk yang alami, dan manusia telah dapat memanfaatkannya untuk berbagai keperluan. Bentuk ini dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$v(t) = V \cos(\omega t + s) \quad \text{pers 2.14}$$

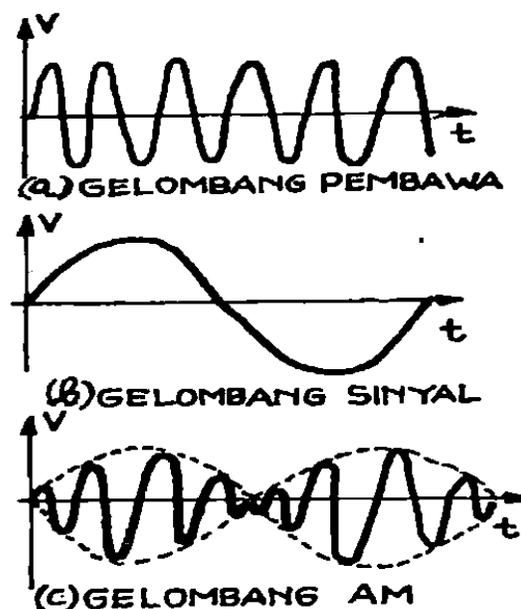
Bentuk sinusoidal ini mempunyai tiga parameter yaitu, amplitudo, frekuensi dan phase. Ketiga parameter ini dapat diubah-ubah sesuai dengan sinyal informasi yang dititipkan pada sinyal tersebut, proses ini disebut modulasi. Sebagai contoh adalah modulasi amplitudo yang penggambarannya adalah



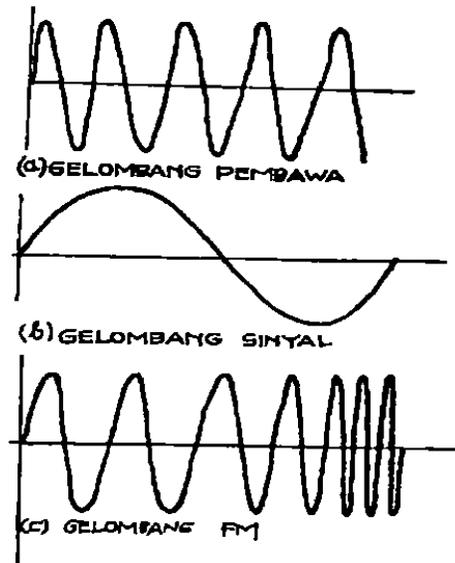
Gambar. 2.11. Proses modulasi amplitudo
(sumber: Majalah elektron no.32. 1987)

Dimana amplitudo gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan variasi amplitudo $m(t)$. Jadi dari gambar 2.11, amplitudo konstan gelombang *carrier* diubah-ubah sesuai dengan amplitudo sinyal pemodulasi. Penggambaran gelombang amplitudo modulasi adalah sebagai berikut:

Untuk frekuensi modulasi, yang terjadi adalah frekuensi konstan diubah-ubah sesuai dengan amplitudo sinyal pemodulasi. Diagram gelombangnya dapat dilihat pada gambar 2.12. berikut ini.



Gambar 2.12. Gelombang modulasi amplitudo
(sumber: Majalah elektron no 32. 1987)



Gambar 2.13. Gelombang frekuensi modulasi
(sumber: Majalah elektron no.32. 1987).

Secara matematis, kecepatan sudut (*angular velocity*) ω gelombang FM dibuat berubah-ubah sesuai dengan amplitudo sinyal modulasi.

$$\omega = \omega_0 + K_f \cdot V_m \cdot \cos \omega_m \cdot t \quad \text{pers 2.15}$$

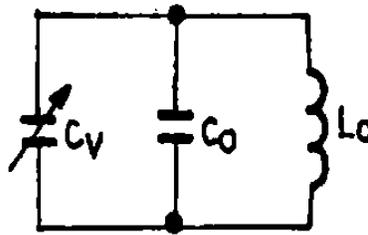
dimana ω_0 = frekuensi sudut tengah, ω_m = frekuensi sudut sinyal yang dimodulasi, $K_f \cdot V_m$ = sudut variasi frekuensi yang sesuai dengan modulasi amplitudo.

Untuk membangkitkan frekuensi FM biasanya digunakan osilator dengan menggunakan resonator LC. Sebagai syarat terjadinya resonansi pada rangkaian osilator adalah, adanya *feedback* dan pergeseran phase murni pada loop *feedback* kelipatan 2π , atau syarat ini sering disebut sebagai syarat Barkhausen

Pada osilator dengan menggunakan resonator LC, frekuensi yang dihasilkan dapat diubah-ubah dengan mengubah nilai komponen resonatornya, cara ini disebut metoda langsung. Komponen yang biasanya diubah-ubah nilainya

adalah nilai kapasitas C nya, yaitu dengan menggunakan kondensator variable.

Bentuk umum dari rangkaian resonator adalah sebagai berikut:



Gambar 2.14. Resonator dengan kapasitor variabel
(sumber: Majalah elektron no.32. 1987)

Frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{pers. 2.16}$$

diketahui nilai $L = 130 \text{ nH} = 130 \times 10^{-9}$
 $C = 10 \text{ pF}$ hingga $22 \text{ pF} = 10 \times 10^{-12} \text{ F}$ hingga $22 \times 10^{-12} \text{ F}$

Untuk nilai $C = 10 \times 10^{-12} \text{ F}$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(130 \times 10^{-9}) \times (10 \times 10^{-12})}} \text{ Hz} = 120,475 \text{ MHz}$$

Untuk nilai $C = 22 \times 10^{-12} \text{ F}$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(130 \times 10^{-9}) \times (22 \times 10^{-12})}} \text{ Hz} = 81,224 \text{ MHz}$$

5. *Multiplexer FM Stereo*

Sinyal audio yang banyak digunakan dalam masyarakat umumnya adalah sinyal audio *stereo* atau sinyal kiri dan kanan. Dengan demikian speaker aktifpun yang banyak digunakan adalah speaker aktif *stereo*. Salah satu kelebihan dari frekuensi FM adalah dapat mengirimkan isyarat audio *stereo* dalam satu frekuensi pembawa, yang tentu saja untuk dapat memancarkan isyarat *stereo* tadi telah ada beberapa ketentuan yang telah dibuat sebagai standar internasional.

Rangkaian yang digunakan untuk memodulasi isyarat *stereo* ke dalam suatu pemancar FM adalah rangkaian *multiplexer*. Rangkaian ini akan mengolah isyarat audio *stereo* menjadi suatu isyarat kompleks dalam satu saluran.

Ketentuan dari rangkaian *multiplexer* ini adalah sebagai berikut:

- Rangkaian akan menjumlahkan sinyal kiri dan kanan untuk membentuk L+R sinyal.
- Membangkitkan frekuensi pilot sebesar 19 kHz.
- Menggunakan frekuensi *subcarrier* pada 38 kHz dalam phase dengan frekuensi pilot 19 kHz. Frekuensi *subcarrier* adalah frekuensi samping (*side band*) L/R yang dimasukkan pada frekuensi audio yang diinputkan pada frekuensi carrier FM. Sehingga pada kedua frekuensi informasi terdapat 2 frekuensi *subcarrier*.
- Membuat amplitudo modulasi pada frekuensi AM *subcarrier* 38 kHz dengan sinyal L-R. AM hanya berfungsi untuk membawa sinyal pilot (*indicator*) stereo pada perangkat penerima dan tidak berpengaruh pada

- Menghilangkan frekuensi *subcarrier* 38 kHz, hal ini dimaksudkan untuk mengembalikan sinyal audio kembali ke aslinya tanpa ada sinyal pembawa. Dengan penghilangan *subcarrier* ini maka sinyal audio dapat didengarkan secara lebih jernih untuk masing-masing kiri dan kanan.
- Langkah tersebut diatas menghasilkan sinyal *multiplex* yang komplit untuk dimodulasikan pada frekuensi FM.

6. *Demultiplexer FM stereo*

Untuk mengubah kembali isyarat *stereo* yang dikirimkan oleh suatu pemancar FM menjadi dua keluaran, digunakan rangkaian *demultiplexer*. Rangkaian ini akan mensintesa gabungan isyarat yang dikirim oleh pemancar FM *stereo* menjadi suatu sinyal yang akan dikeluarkan oleh rangkaian *demultiplexer*.

Langkah kerja dari rangkaian *demultiplexer* ini adalah sebagai berikut:

- Menangkap isyarat pilot 19 kHz yang akan mengaktifkan rangkaian *stereo decoder*.
- Dekoder akan meng-ekstrak sinyal L+R yang didapat dari sinyal *multiplex*
- Dekoder akan membangkitkan frekuensi 38 kHz dengan menduakali lipatkan frekuensi pilot 19 kHz yang diterima. Ini untuk memastikan bahwa sinyal 38 kHz berada dalam phase dengan frekuensi 19 kHz tadi.
- Dekoder akan me-demodulasi sinyal dari 23 kHz hingga 53 kHz untuk mendapatkan kembali sinyal saluran L-R.
- Dekoder akan menggunakan L+R sinyal dan L-R sinyal untuk mendapatkan kembali sinyal L dan R yang asli

7. *Radio Frequency (RF) Transmitter dan Receiver*

RF *transmitter* adalah suatu alat yang dapat memancarkan gelombang radio. Didalam RF *transmitter* ini terdapat suatu osilator yang digunakan sebagai pembangkit frekuensi yang akan dipancarkan. Gelombang RF ini biasanya dapat ditumpangkan gelombang dengan frekuensi yang lain (yang jauh lebih rendah) dan gelombang ini akan ikut terbawa oleh gelombang RF, dalam hal ini gelombang RF dikatakan sebagai gelombang *carrier* dan gelombang yang ditumpangkan sebagai gelombang modulasi.

RF *receiver* adalah suatu alat yang dapat menerima frekuensi radio, dimana didalam alat ini juga terdapat osilator akan tetapi dengan maksud yang berbeda seperti pada *transmitter*. Pada RF *receiver* ini osilator digunakan untuk membangkitkan frekuensi yang sesuai dengan frekuensi pemancar agar didapat resonansi sehingga hanya frekuensi dari pemancar yang sesuai dengan frekuensi osilator penerima sajalah yang diperkuat dan diteruskan oleh rangkaian.

Selanjutnya untuk memisahkan antara frekuensi pembawa dan modulasi pada rangkaian penerima biasanya terdapat suatu dioda detektor yang akan menggroundkan gelombang pembawa dan meneruskan gelombang modulasi sehingga pada akhir rangkaian hanya gelombang modulasi saja yang diterima

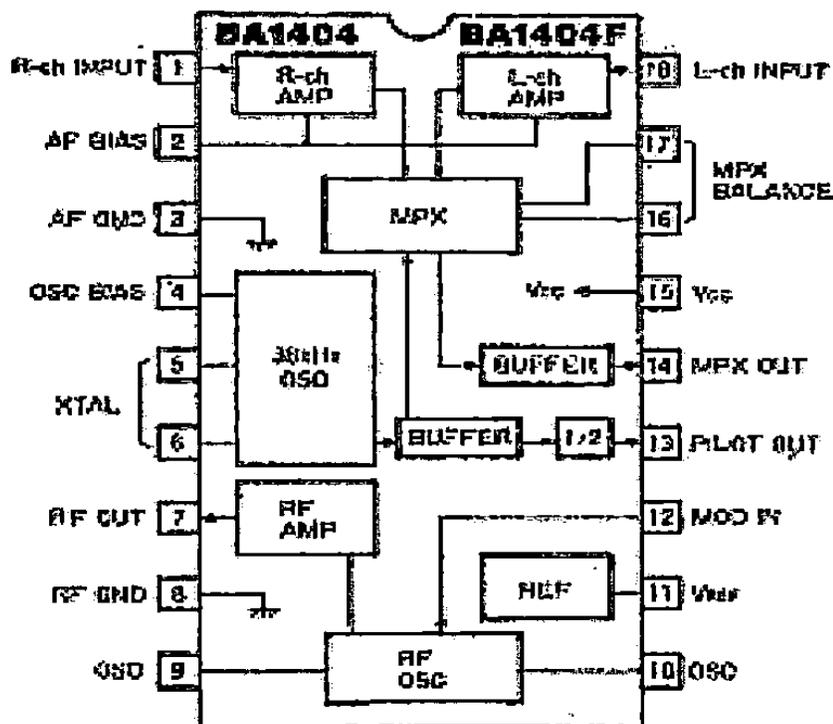
8. *Tuner FM*

Tuner FM yang dimaksud disini adalah suatu *tuner* khusus penerima frekuensi FM. *Tuner* FM sebenarnya adalah merupakan suatu rangkaian osilator penerima frekuensi FM. Rangkaian osilator ini telah merupakan suatu rangkaian

terintegrasi dalam suatu modul rangkaian dengan jumlah pin keluaran sebanyak 6 buah yang antara lain pin catu + dan -, pin IF out, pin *automatic frequency controlled* (AFC), pin antena dan pin osilator. Dari keenam keluaran ini yang umum dipakai pada rangkaian penerima adalah pin +, -, IF out, AFC dan antena.

9. IC *Multiplexer* BA 1404

Untuk menggabungkan sinyal kiri dan kanan kedalam bentuk satu sinyal yang dapat dimodulasikan ke pemancar FM, digunakan IC *multiplexer* BA 1404 yang merupakan produksi dari ROHM CO.LTD. Digunakannya IC ini sebagai jantung utama rangkaian *multiplexer* hanya membutuhkan komponen tambahan luar yang sedikit sehingga rangkaian dapat menjadi lebih sederhana.

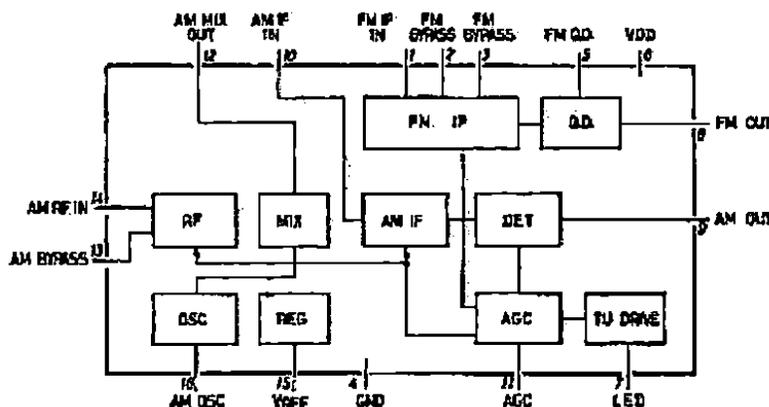


Gambar 2.15. Pin out IC BA1404

Segala proses kerja yang telah ditentukan sebagai syarat dihasilkannya sinyal *multiplex* FM stereo telah dapat dilakukan oleh satu IC ini. Sebagai dasar utama pembangkitan sinyal frekuensi 38 kHz digunakan kristal pada daerah kerja frekuensi tersebut, dan untuk mendapatkan sinyal pilot sebesar 19 kHz, frekuensi 38 kHz tadi dibagi menjadi dua secara digital didalam IC ini. Gambar 2.15. adalah gambar pin out dari IC BA 1404.

10. IC LA 1260

IC LA 1260 adalah merupakan IC pengolah isyarat masukan sinyal FM dan AM. IC ini merupakan keluaran dari Sanyo Semiconductor. Dengan digunakannya IC ini, rangkaian penerima FM menjadi lebih sederhana, karena hanya menambahkan sedikit komponen rangkaian telah menjadi suatu penerima FM dengan kualitas tinggi. Penggunaan IC ini biasanya dipadukan dengan FM tuner seperti yang telah dijelaskan diatas, atau juga dengan pembangkit osilator penerima FM yang lain. Gambar 2.16, menunjukkan pin out dari IC LA 1260 tersebut.

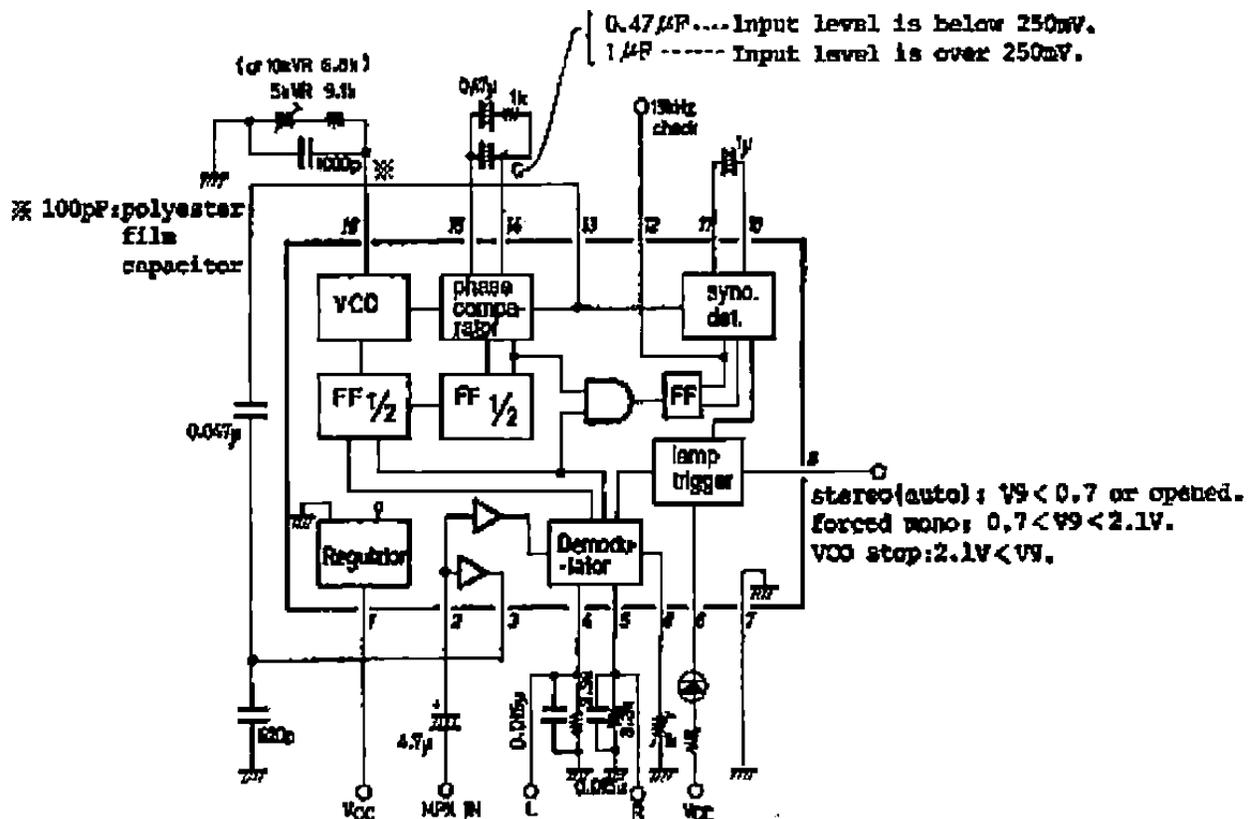


Gambar 2.16. Pin out IC LA 1260
(Sumber data sheet IC LA 1260)

11. IC Demultiplexer LA 3361

Untuk mengkodekan kembali sinyal *multiplex* yang diterima oleh rangkaian penerima, diperlukan suatu rangkaian *demultiplexer* yang dapat memecah kembali isyarat multiplexer yang dikirimkan oleh pemancar.

Salah satu komponen yang dapat melakukan itu adalah IC LA 3361 yang merupakan produksi dari Sanyo Semiconductor. Berikut ini adalah gambar diagram dari IC tersebut.

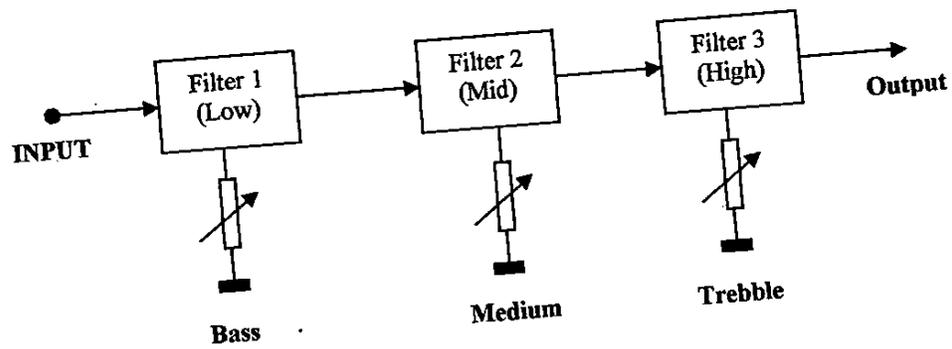


Gambar 2.17. Diagram isi dari IC LA3361
(sumber: datasheet IC LA 3361)

12. Tone Control

Tone Control merupakan pengatur frekuensi audio, pada *tone control*

frekuensi dibedakan menjadi frekuensi tinggi (*high*), menengah (*middle*), dan



Gambar 2.18 Diagram blok *tone control*

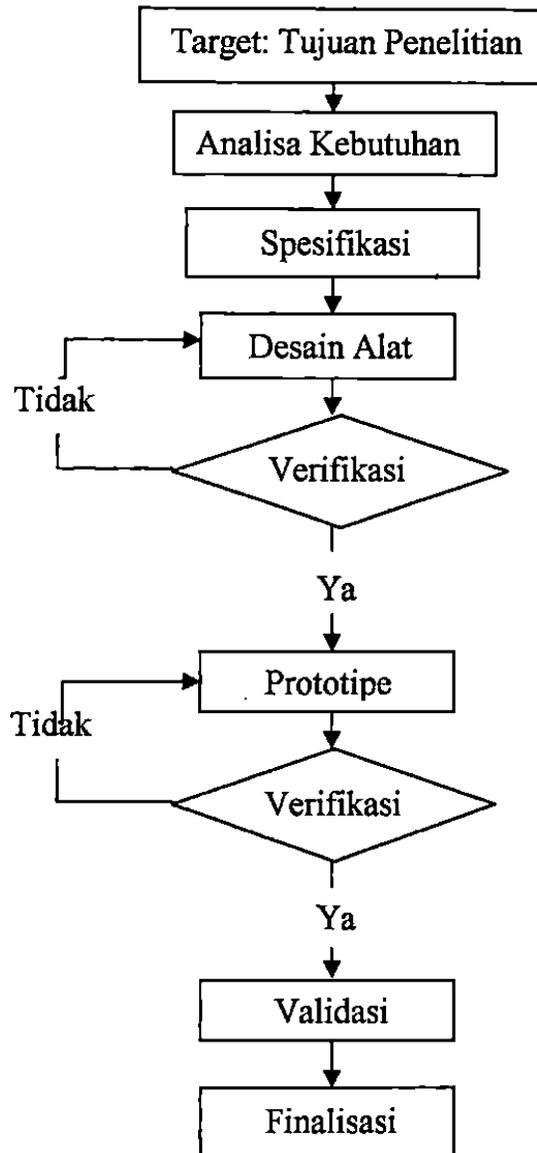
Pada *tone control* ini terdapat beberapa pengaturan suara yaitu bass (20 – 5000 Hz), treble (10 KHz – 18 KHz), midrange (5 KHz – 9 KHz), volume 20 dB, dan balance. Pengaturan frekuensi audio keluaran dari *tone control* dilakukan dengan memutar salah satu potensiometer yang ada.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dimaksud adalah tata cara pencapaian target penelitian sebagaimana tertulis dalam tujuan penelitian. Prosedur penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur langkah kerja

1. Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan tahapan untuk menganalisa apa yang diinginkan dan diharapkan oleh pengguna terhadap sistem yang dibangun agar dapat bekerja dengan baik sehingga dapat diketahui apa yang diperlukan dalam pembuatan alat sesuai syarat alat dan cara kerja alat. Kebutuhan pokok sistem yang hendak dibangun adalah :

1. Sistem harus mampu menjangkau *range* (jarak) tertentu dalam hal ini mampu menjangkau jarak minimal 5 untuk dapat mencakup area seluas $5 \times 5 \text{ m}^2$.
2. Agar tidak terganggu oleh frekuensi yang digunakan radio FM umum pada 88 – 108 MHz (frekuensi *broadband*), maka perangkat dibuat untuk bekerja pada frekuensi 86 MHz yang merupakan frekuensi di bawah frekuensi *broadband*.
3. Sistem yang dibangun mempunyai dua kanal saluran dengan tujuan agar tidak mengurangi efek *stereo* dari sumber audionya.

2. Spesifikasi Awal

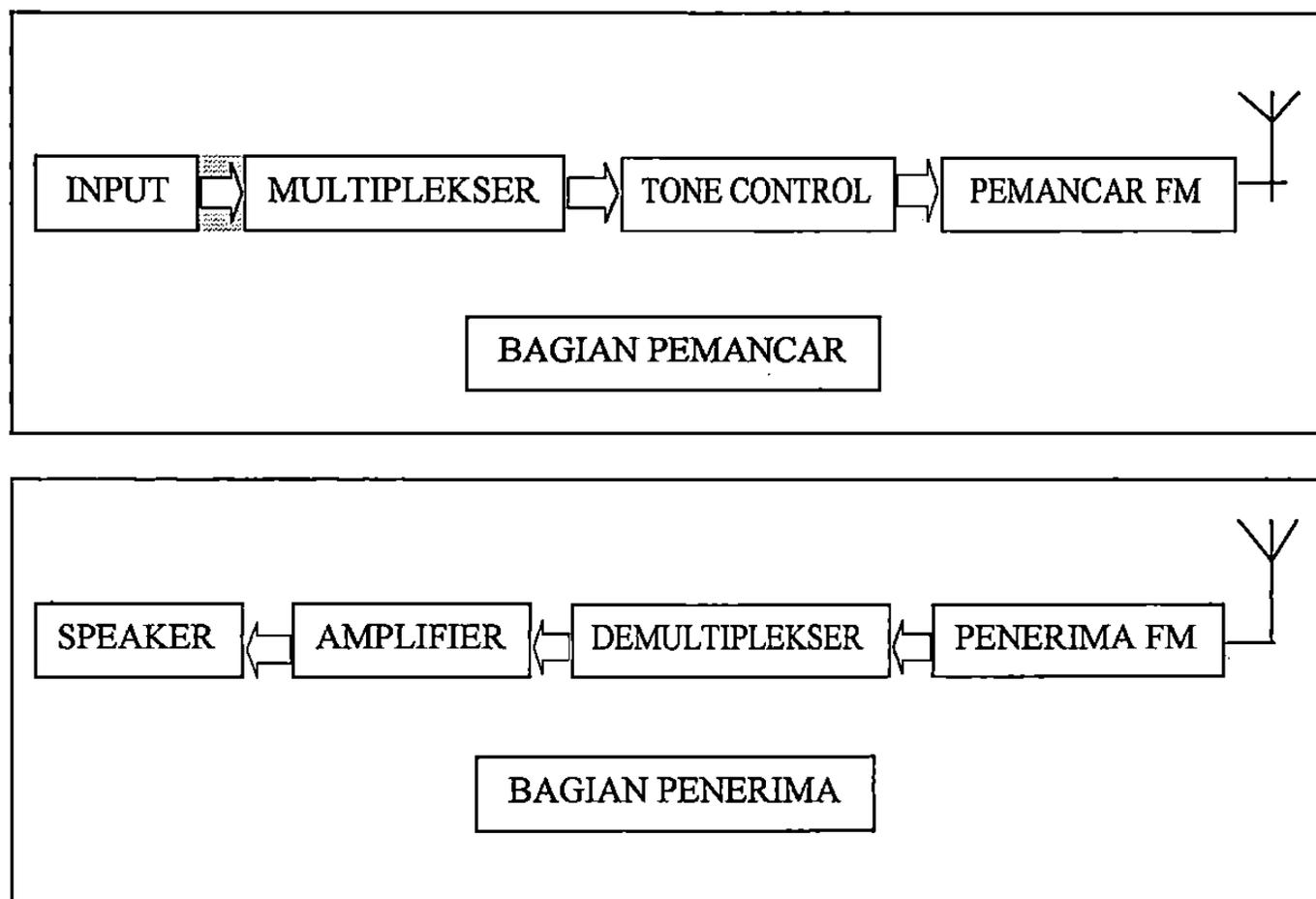
Sebelum proses pembuatan alat dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan perencanaan tentang alat itu sendiri yaitu mengenai spesifikasi awal dari alat yang akan dibuat. Hal tersebut sangat penting dilakukan sebagai pedoman arah pembuatan alat ke depan. Berikut ini adalah spesifikasi dari alat yang dibuat:

1. Penransmisian sinyal audio tersebut menggunakan sarana komunikasi

2. Frekuensi kerja sistem tersebut adalah pada frekuensi 86,6 MHz.
3. Jangkauan sistem tersebut adalah 5 m.
4. Arus yang digunakan sebesar 83 mA, daya 0,747 watt dan tegangan 9,03 volt.
5. Daya pancar sistem tersebut adalah 92 mW.

3. Desain Alat

Gambaran umum dari alat yang akan dikembangkan ini dapat dilihat pada blok diagram pada gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Blok Diagram Alat Speaker Aktif Tanna Kabel

Penjelasan dari masing-masing blok diagram pada gambar 3.2 yaitu :

a. *Input.*

Input dalam hal ini adalah berasal dari perangkat audio seperti televisi, playerVCD, radio, penguat mic, peralatan band dan lain sebagainya.

b. *Tone control.*

Untuk mengatur nada-nada suara yang akan dikirimkan ke speaker aktif sehingga pengaturan suara tidak lagi dilakukan pada peralatan penerima.

Pada *tone control* ini terdapat beberapa pengaturan suara yaitu bass (20 – 5000 Hz), *treble* (10 KHz – 18 KHz), *midrange* (5 KHz – 9 KHz), *volume* 20 dB, dan *balance*. *Tone control* yang digunakan disini adalah *tone control* yang sudah jadi dan ada di pasaran yaitu merek BI FET sehingga pembahasan untuk *tone control* ini tidak diikutsertakan pada penulisan tugas akhir ini.

c. *Multiplexer.*

Rangkaian *multiplexer* adalah suatu rangkaian untuk menggabungkan sinyal audio *stereo* menjadi satu sinyal komposit (dengan kode sinyal kiri dan kanan) agar dapat dipancarkan dengan menggunakan satu pemancar. Kristal 38 kHz sebagai pembangkit frekuensi pilot 19 kHz, dimana frekuensi kristal tersebut dibagi dua oleh IC BA 1404.

d. Pemancar FM.

Bagian pemancar dibuat dengan menggunakan 2 buah transistor seri BC

549. 2 transistor disini difungsikan sebagai bagian osilator dan final

e. Penerima FM.

Penerima FM yang digunakan adalah penerima siaran radio FM yang tersedia di pasaran. Untuk itu dapat digunakan pesawat radio FM sebagai penerima FM. Penerima FM yang digunakan adalah *tuner* FM dengan beberapa komponen pendukung. Rangkaian penerima terdiri dari *tuner* FM produksi SAKATA dan IC pengolah isyarat FM seri LA 1260.

f. *Demultiplexer*

Rangkaian *demultiplexer* dirakit dengan menggunakan komponen utama LA 3361. Rangkaian ini dipergunakan untuk mengembalikan isyarat FM *stereo* dalam bentuk sinyal komposit kembali menjadi sinyal audio *stereo*, sehingga efek *stereo* dari sumber masih dapat terasa pada penerima.

g. *Amplifier*.

Amplifier disini adalah *amplifier* yang terdapat pada sebuah speaker aktif Simbada seri CST 5000 yang didalamnya terdapat pengaturan *volume*, *bass* dan *treble*.

h. Speaker.

Sebagai keluaran audio yang dihasilkan.

4. Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat ini meliputi (i) pengadaan alat, bahan, serta komponen elektronika dan non-elektronika, (ii) pembuatan skema rangkaian (iii) pembuatan desain pada PCB, (iv) perakitan masing-masing blok yang dibutuhkan

5. Verifikasi

Verifikasi yaitu blok-blok rangkaian tersebut diuji apakah telah berfungsi dengan baik atau belum, kalau belum maka harus diadakan perbaikan pada masing-masing blok tersebut.

6. Prototipe

Setelah spesifikasi dan perancangan telah selesai ditetapkan, maka pada tahap ini dilakukan pembangunan sistem. Pembangunan sistem meliputi pembangunan perangkat keras. Sistem dibangun setiap bagian fungsi. Dalam prototipe ini sering ditemukan kesalahan-kesalahan, sehingga diperlukan evaluasi terhadap perangkat yang sedang dikerjakan.

7. Validasi

Validasi yaitu menguji kerja alat tersebut apakah menunjukkan kinerja yang baik apa belum jika belum, dilakukan perbaikan pada hal-hal yang menyebabkan alat tidak bekerja dengan baik.

B. Alat dan Bahan

1. Alat Penelitian.

Untuk mewujudkan rancangan pembuatan speaker aktif tanpa kabel ini diperlukan beberapa alat bantu dan alat pengujian yang antara lain adalah sebagai

- a. *Personal Computer* (PC) digunakan untuk membuat *layout* PCB dari rangkaian yang akan dibuat.
 - b. Multimeter yang digunakan untuk mengukur tegangan catu daya, arus yang mengalir, mengecek jalur *printed circuit board* (PCB).
 - c. *Spectrum Analyzer* yang digunakan untuk mengetahui bentuk gelombang dari pemancar dan mengetahui *range* frekuensi dari pemancar tersebut.
 - d. Solder.
 - e. Tenol (sesuai kebutuhan).
 - f. *Atractor* (penyedot timah).
 - g. Obeng, tang jepit, bor dan tang potong.
2. Bahan.
- Bi-Fet LF-037C IC Stereo Pre Amplifier.
 - Kabel power.
 - Akrilik 22,5 x 6 cm 2 buah dan 23 x 22 cm.
 - Kabel audio.
 - Konektor audio.
 - Sekrup (sesuai kebutuhan).
 - PCB Grid-holes (PCB Lubang, sesuai kebutuhan).
 - PCB Plain (PCB Polos).
 - Kabel jumper (sesuai kebutuhan).

a. Bagian Pemancar.

1. Catu daya

- Trafo *step down* 1 A dan 500 mA.
- Dioda bridge RC 201.
- Led.
- Kapasitor.
- Resistor .
- IC Regulator 7809.
- Antena batang.

2. *Multiplexer*

- Kapasitor.
- Resistor.
- *Crystal* 38 KHz.
- IC BA 1404.
- *Dioda Zener* 3,3 V.

3. Rangkaian Pemancar

- Kapasitor.
- Resistor.
- Induktor 130 nH.
- *Trimmer* 22 pF dan 12 pF.
- Transistor BC 549.

b. Bagian Penerima

1. Catu daya

- Trafo *step down* 500 mA.
- Dioda.
- Kapasitor.
- Transistor C 945.
- Resistor 1 K Ω dan 100 K Ω .

2. Demultiplexer

- IC LA 3361.
- Resistor.
- Kapasitor.
- Led.

3. Rangkaian Penerima

- *Tuner* FM produk SAKATA.
- IC LA 1260.
- Led.
- Antena batang.
- Resistor.
- Kapasitor.

C. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya yang pertama adalah data tentang kondisi hardware apakah masing-masing blok rangkaian telah

bekerja dengan baik. Proses pengujian rangkaian *hardware* ini dapat dilakukan dengan menguji konektifitas dan besar tegangan yang masuk pada rangkaian *hardware*, untuk hal ini dapat digunakan alat multimeter untuk mengujinya.

D. Analisis Data

Setelah dilakukan pengujian untuk pengambilan data, maka data-data tersebut haruslah diperiksa apakah telah sesuai dengan yang direncanakan, kalau belum maka data tersebut dianalisa untuk dicari tahu kira-kira apa penyebab penyimpangan data tersebut untuk kemudian dicari jalan keluarnya setelah itu diuji kembali hingga diperoleh data yang sesuai dengan yang direncanakan.

Untuk pengujian *hardware* data-data yang diperoleh haruslah bersesuaian dengan yang direncanakan bila data hasil pengujian belum sesuai maka harus dilakukan pengkalibrasian ulang atau bahkan mungkin pergantian nilai komponen yang dipasang agar rangkaian ini dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Bila dari hasil pengujian masing-masing rangkaian *hardware* telah menunjukkan unjuk kerja yang benar dan kemudian masing-masing rangkaian *hardware* ini dijadikan satu, sehingga menjadi kesatuan alat yang utuh dan selanjutnya adalah menguji kinerja alat secara keseluruhan.

BAB IV DATA DAN ANALISA

A. Tahap Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perancangan perangkat keras ini meliputi perancangan masing-masing blok rangkaian yang menjadi bagian dari keseluruhan alat Speaker Aktif Tanpa Kabel yang utuh. Pada tahap ini meliputi:

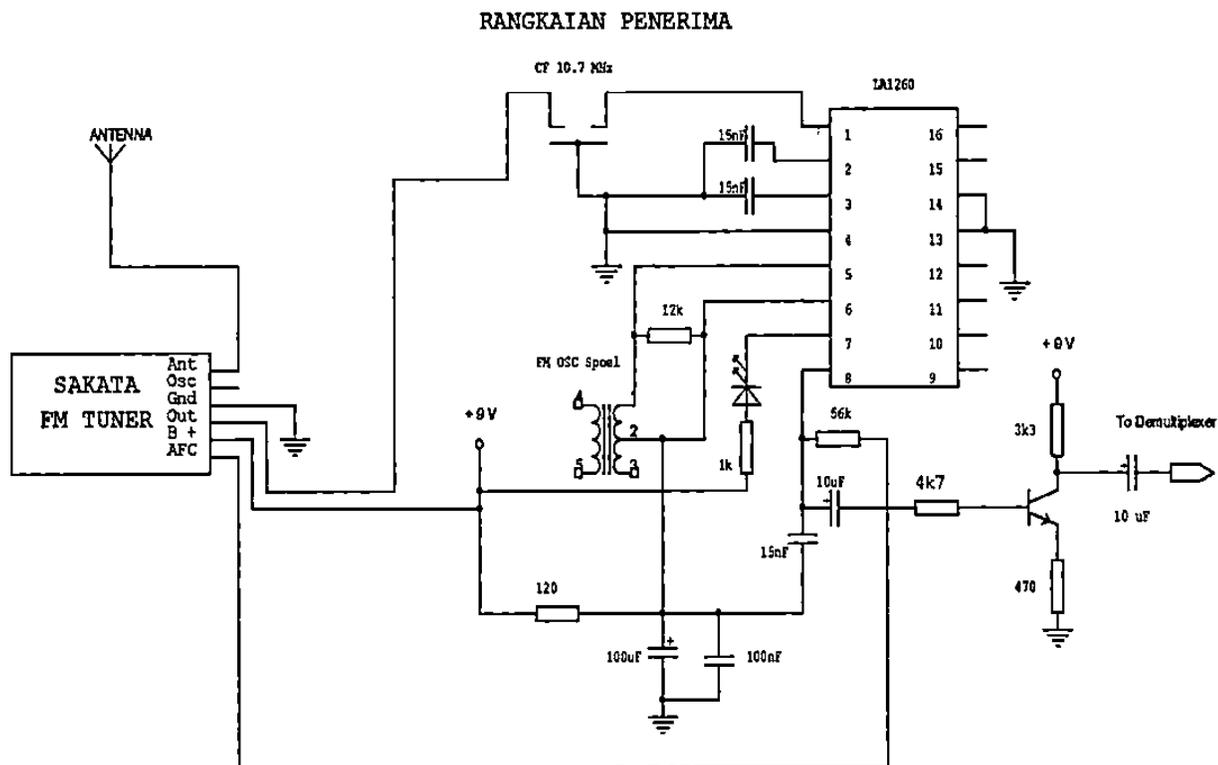
- Perancangan Rangkaian Penerima.
- Perancangan Rangkaian *Demultiplexer*.
- Perancangan Rangkaian Catu Daya Penerima.
- Perancangan Rangkaian Pemancar.
- Pembuatan Induktor.
- Perancangan Rangkaian Catu Daya Pemancar.
- Perancangan Rangkaian *Multiplexer*.

1. Rangkaian Penerima.

Komponen utama rangkaian penerima adalah *Tuner* FM produksi sakata dan IC LA 1260 yang merupakan IC AM/FM *system*. *Tuner* FM berfungsi sebagai penerima frekuensi FM dari pemancar, dan seperti juga pada rangkaian *tuner* lain pada umumnya, *tuner* FM disini didalamnya juga terdapat osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi lokal, yang mana daerah kerja frekuensi osilator ini adalah pada daerah penerima FM yaitu 88 MHz hingga 108 MHz.

Dengan men 'tune' osilator pada *tuner* ini akan merubah frekuensi yang dihasilkan, dan bila ada suatu pemancar yang frekuensi sesuai dengan frekuensi dari osilator ini maka frekuensi dari pemancar tersebut akan dikuatkan

(resonansi) dan diteruskan ke keluaran pin IF dari *tuner* tersebut menuju ke masukan IC LA1260. Gambar skema dari rangkaian penerima adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Skema Rangkaian Penerima
(Sumber: Ronica SC – 709)

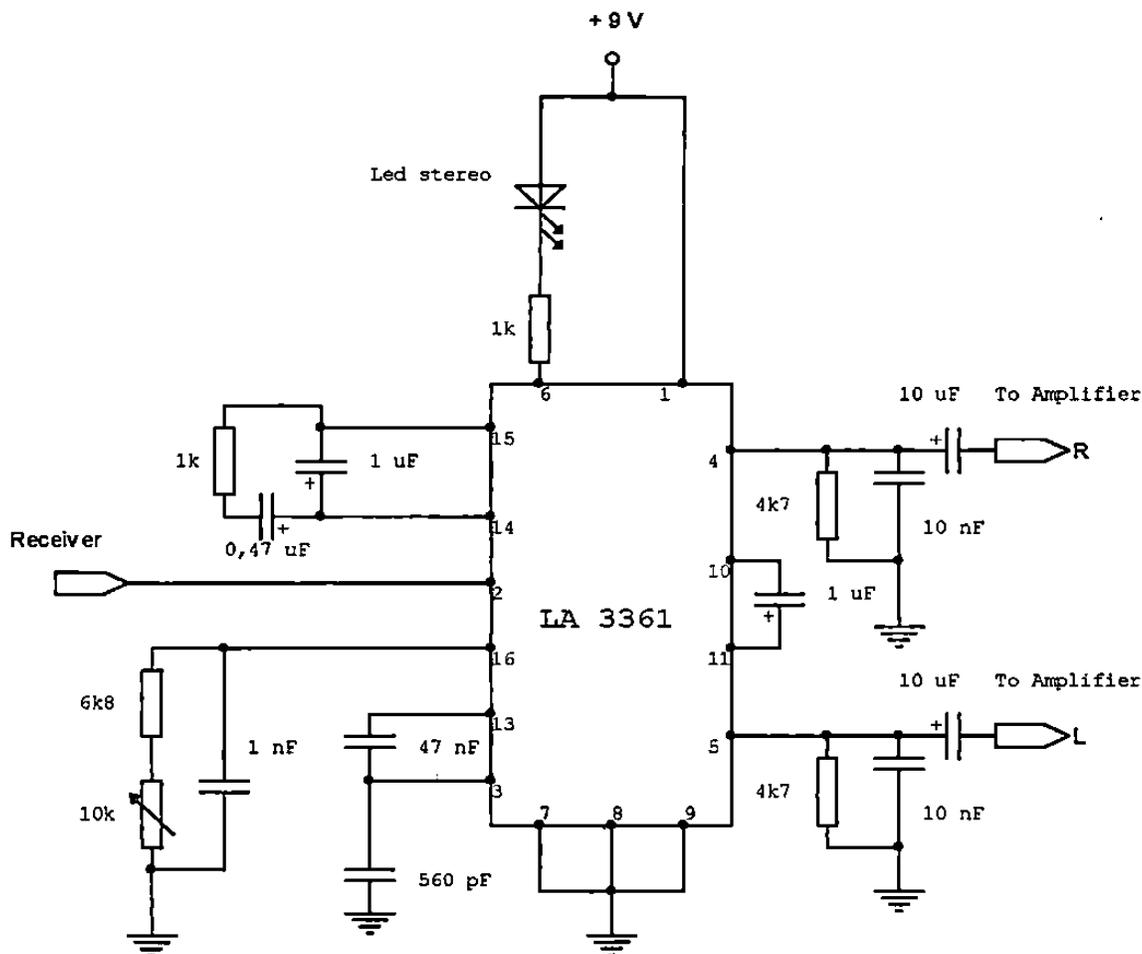
Penggunaan IC LA 1260 pada rangkaian penerima disini hanya diaktifkan fungsi penerima FM nya saja, sementara fungsi penerima AM nya tidak diaktifkan. Pada gambar 15, kaki-kaki IC yang tidak terpakai adalah merupakan kaki-kaki yang dapat difungsikan untuk penerima AM. Sebagai indikasi diterimanya suatu sinyal dari pemancar digunakan led, dimana led ini akan menyala pada saat suatu sinyal pemancar diterima dan sebaliknya bila tidak ada

2. Rangkaian *Demultiplexer*.

Untuk mengkodekan kembali sinyal audio *stereo* yang diterima oleh rangkaian penerima dibutuhkan suatu rangkaian *demultiplexer*. Komponen utama untuk rangkaian *demultiplexer* ini menggunakan IC LA 3361 yang merupakan produksi dari Sanyo Semikonduktor. Gambar skema dari rangkaian *demultiplexer* tersebut nampak pada gambar 16.

Pin nomor 2 dari IC tersebut adalah merupakan saluran masukan yang bersumber dari penerima FM, yang pada alat ini berasal dari keluaran IC LA 1260. Untuk mengatur penerimaan *stereo*nya dapat diatur pada trimpot yang terpasang pada pin nomor 16, dan sebagai indikasi bahwa sinyal yang diterima adalah *stereo* dapat diketahui pada led yang terpasang pada pin nomor 6.

Dengan demikian untuk mengkalibrasi rangkaian *demultiplexer* agar dapat mengkodekan sinyal *stereo*, pengguna harus memutar trimpot tersebut hingga didapatkan lampu led indikasi *stereo* menyala, bila dalam proses pemutaran trimpot ini tidak didapatkan led menyala, maka dapat dikatakan bahwa sinyal yang diterima oleh penerima tidaklah mengandung isyarat FM *stereo*.

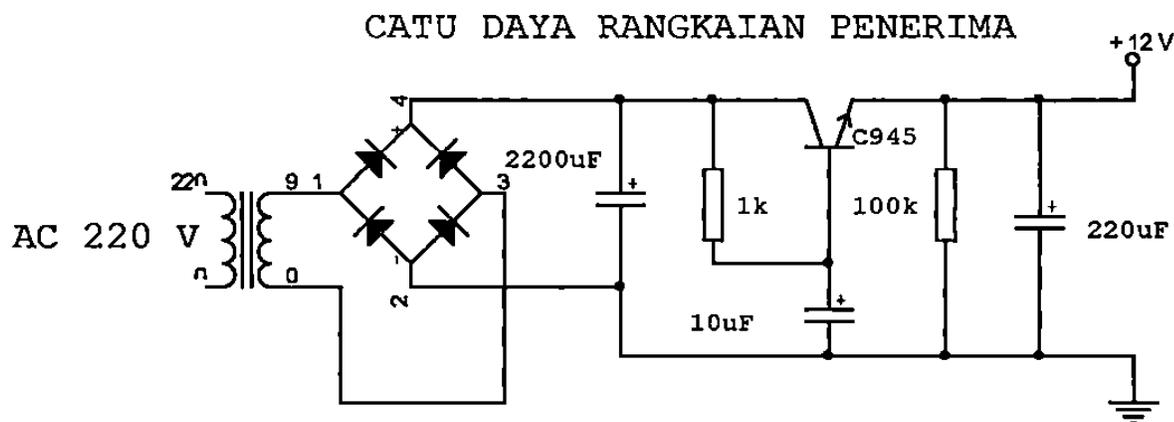


Gambar 4.2 Rangkaian *Demultiplexer* FM stereo
(Sumber: Ronica SC – 709)

3. Rangkaian Catu Daya Penerima

Catu daya yang diperlukan untuk rangkaian penerima adalah dengan tegangan sebesar 12 Volt. *Transformer* yang digunakan pada catu daya adalah *transformator* 500 mA. Agar kualitas suara yang dihasilkan oleh rangkaian penerima bersih dari derau, dibutuhkan rangkaian catu daya dengan tingkat derau yang rendah. Pada rangkaian catu daya biasanya yang menjadi penyebab munculnya derau dari rangkaian yang disuplainya adalah karena rangkaian catu daya tersebut masih mengalirkan frekuensi getaran listrik ke rangkaian. Berikut

ini adalah rangkaian catu daya yang digunakan untuk mensuplai arus ke rangkaian penerima.



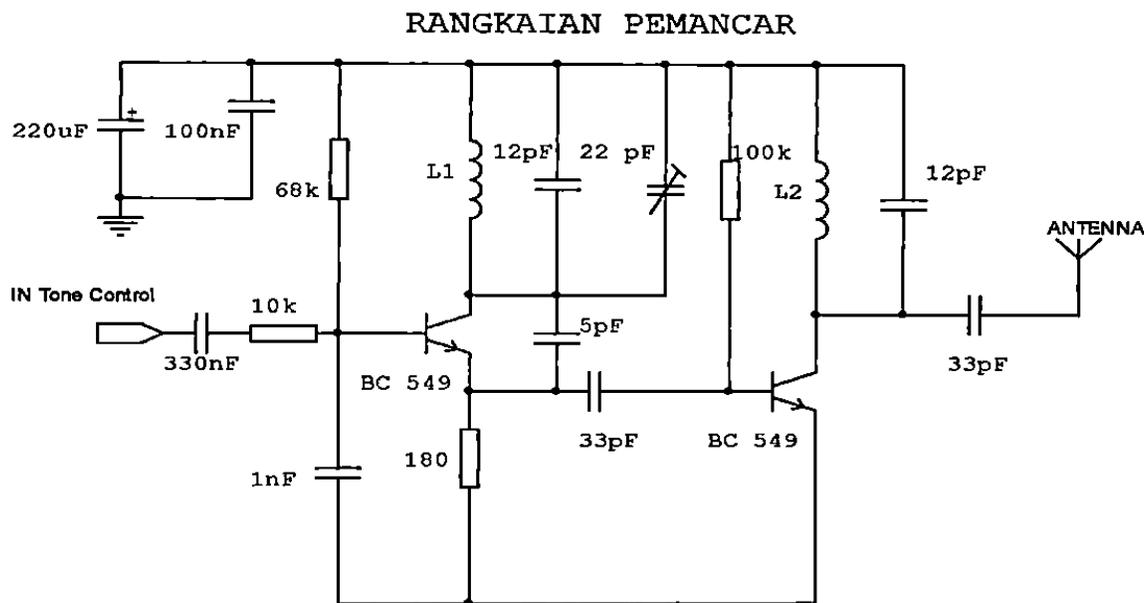
Gambar 4.3 Skema Catu Daya Untuk Rangkaian Penerima

Untuk mengatasi gangguan derau yang masuk pada rangkaian catu daya digunakan suatu transistor. Transistor ini difungsikan sebagai penindas derau dari penyearahan arus AC listrik.

4. Rangkaian Pemancar.

Pemancar yang digunakan pada alat adalah pemancar dengan menggunakan transistor dua tingkat, dimana tingkat pertama adalah sebagai pembangkit frekuensi dan sekaligus sarana pemodulasi frekuensi yang dihasilkan dengan frekuensi audio. Dan tingkat yang kedua adalah sebagai penguat RF nya.

Skema dari rangkaian pemancar adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Rangkaian Pemancar
(sumber: Rod Elliot (ESP) *low power FM transmitter*)

Rangkaian osilator yang dibentuk oleh transistor pertama adalah rangkaian osilator Colpitts. Sebagai sumber penjangkitan frekuensi pada rangkaian ini adalah rangkaian L dan C, dimana yang pada skema adalah L1 yang terpasang paralel dengan *trimmer* 22 pF dan C 12 pF. Perubahan nilai kapasitas pada *trimmer* akan merubah nilai frekuensi yang dihasilkan. Keluaran dari rangkaian osilator ini kemudian diumpungkan ke transistor yang kedua yang berfungsi sebagai *buffer* sekaligus *amplifier*.

Fungsi yang sangat penting dari penguat transistor yang kedua ini adalah, rangkaian ini mengisolasi antena dengan rangkaian osilator, sehingga hal ini akan membuat kestabilan frekuensi menjadi lebih tinggi. L2 dan kondensator yang terpasang paralel padanya membentuk beban tuning dari kolektor transistor. Beban *tuning* ini akan menguatkan frekuensi dari osilator yang telah diterimanya

Sebelum sinyal RF yang dihasilkan diumpankan ke antena terlebih dahulu dikopel dengan menggunakan kondensator (pada skema dengan menggunakan kondensator 33 pF). Kondensator ini digunakan untuk mencegah kerusakan pada transistor bila terjadi hubungan singkat pada antena dengan titik *ground*.

Jenis kapasitor yang digunakan pada rangkaian pemancar ini diusahakan semuanya merupakan kapasitor dengan bahan isolasi keramik, karena bahan keramik adalah merupakan bahan isolasi yang baik untuk rangkaian-rangkaian yang mempunyai frekuensi tinggi.

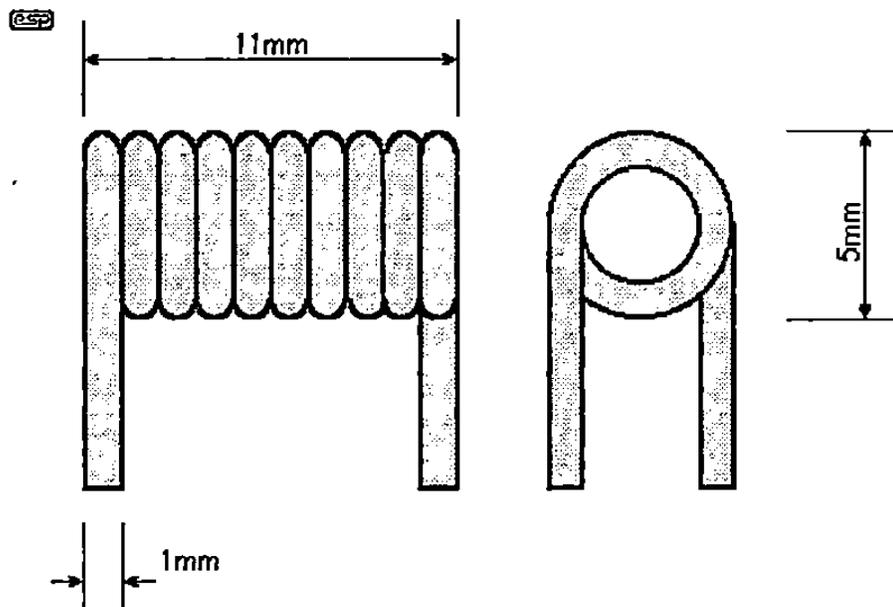
Sinyal audio yang diberikan pada basis transistor yang pertama akan menyebabkan perubahan frekuensi, yang maksudnya adalah arus kolektor transistor termodulasikan oleh sinyal audio. Dan hal ini berarti menyediakan suatu sistem *frequency modulation* (FM), dimana keluaran dari frekuensi ini dapat diterima oleh penerima FM standar.

Nilai masukan sinyal audio untuk rangkaian pemancar ini adalah berada pada maksimum masukan sebesar 100 mV. Nilai masukan yang lebih tinggi akan menyebabkan deviasi (kenaikan maksimum frekuensi) yang akan melebihi batas dari suatu penerima FM. Dimana batasnya adalah berada pada 75 kHz.

5. Pembuatan *Inductor*

Induktor L1 dan L2 yang digunakan pada rangkaian pemancar mempunyai jumlah lilitan sebanyak 10 lilit (seharusnya adalah 9,5 lilit). Lilitan ini dibuat dengan menggunakan kawat tembaga email dengan diameter 1 mm. Untuk

diameter lilitan pada bagian dalam adalah sebesar 3 mm. Berikut ini adalah gambar dari lilitan *inductor* untuk L1 dan L2 yang dibuat.



Gambar 4.5 Detil lilitan untuk L1 dan L2

Perlu diperhatikan adalah setelah lilitan untuk L1 dan L2 selesai dibuat, pada ujung-ujung lilitan tersebut haruslah terlebih dahulu dibuang lapisan emailnya sehingga dapat terhubung dengan baik pada saat disolder ke rangkaian .

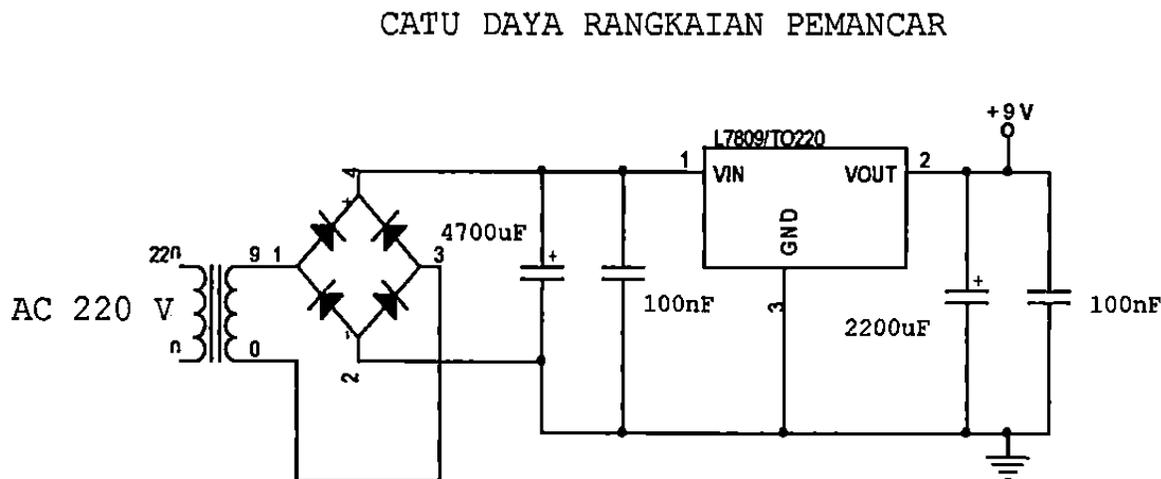
Nilai induktansi dari induktor yang dibuat adalah sekitar 130 nH. Nilai ini diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$L = N^2 \times r^2 / (228r + 254l), \quad \text{pers 4.1}$$

Dimana, L adalah nilai induktansi dalam mikrohenry (uH), N adalah jumlah lilitan, r adalah rata-rata jari-jari koil dan l adalah panjang koil yang terbentuk dari besarnya lilitan tersebut. Semua ukuran diatas adalah dalam milimeter

6. Rangkaian Catu Daya Untuk Pemancar.

Gambar berikut ini menunjukkan rangkaian catu daya untuk rangkaian pemancar.



Gambar 4.6 Rangkaian Catu Daya Untuk Pemancar.

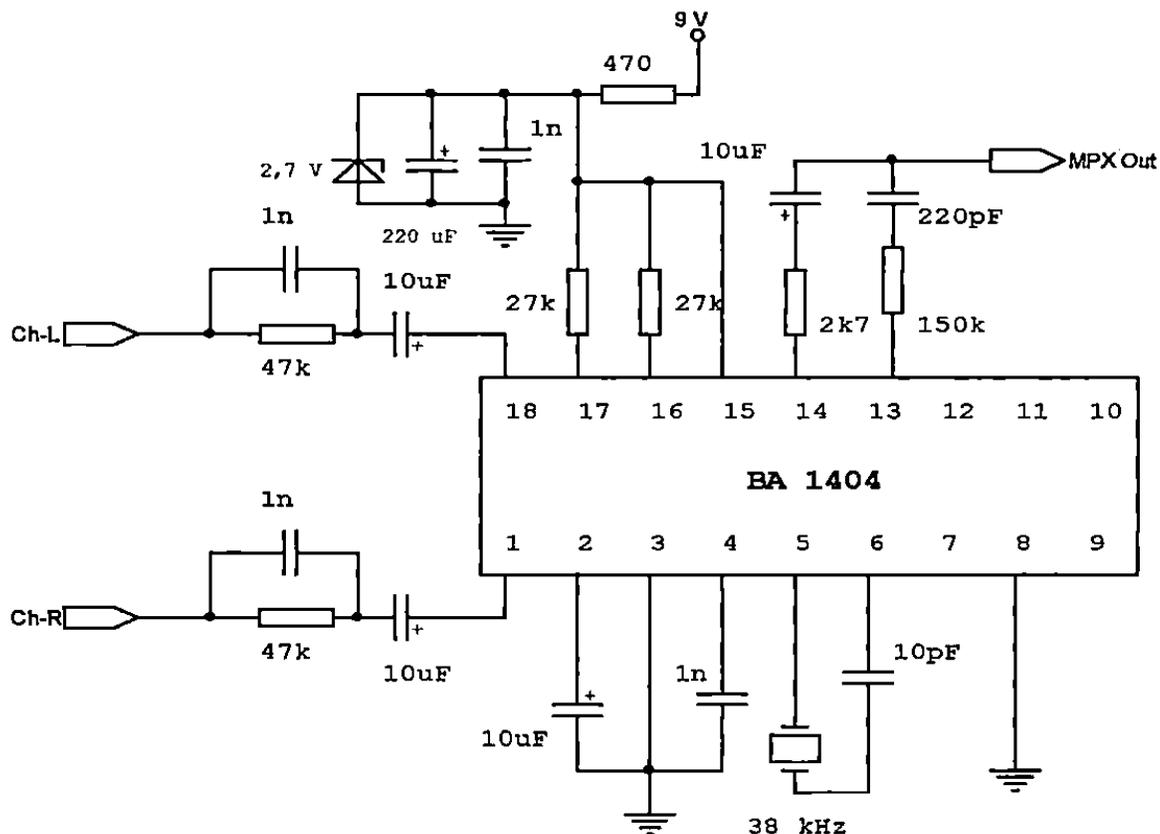
Rangkaian catu daya yang dibutuhkan untuk rangkaian pemancar adalah dengan tegangan keluaran sebesar 9 Volt. Berbeda dengan rangkaian catu pada rangkaian penerima, pada rangkaian catu daya ini digunakan suatu IC regulator seri 7809 yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran pada 9 Volt. Hal ini diharuskan adalah karena rangkaian pemancar lebih membutuhkan kestabilan tegangan agar kestabilan frekuensi yang dihasilkan juga menjadi lebih terjamin.

7. Rangkaian *Multiplexer*.

Untuk menggabungkan sinyal audio *stereo* menjadi satu sinyal komposit yang dapat dipancarkan oleh pemancar FM diperlukan suatu rangkaian *multiplexer*. Rangkaian *multiplexer* ini akan membentuk sinyal I-R sinyal I+R

dan sinyal pilot 19 kHz. Kesemuanya digabungkan menjadi satu hingga dapat dimodulasikan ke suatu pemancar FM.

Komponen utama rangkaian *multiplexer* ini adalah IC BA 1404 yang merupakan produksi dari ROHM CO. LTD. Gambar skema dari rangkaian *multiplexer* tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Skema Rangkaian *Multiplexer*
(sumber: electronic-diy.com)

Sebagai sumber frekuensi untuk pilot 19 kHz, yang akan ikut dikirimkan ke pemancar FM, pada rangkaian *multiplexer* ini digunakan kristal dengan frekuensi 38 kHz yang kemudian oleh IC ini dibagi menjadi 2 hingga didapat

frekuensi sebesar 19 kHz.

Penggabungan sinyal audio L-R, L+R dengan sinyal pilot terjadi pada keluaran *multiplexer* yang bersumber dari kaki IC nomor 13 dan 14. dimana kaki nomor 13 untuk keluaran sinyal audionya, dan kaki nomor 14 untuk keluaran sinyal pilotnya (19 kHz).

B. Tahap Pengujian Perangkat Keras

Setelah alat yang dibuat selesai, tahapan berikutnya adalah menguji alat, dan berdasarkan pengujian tersebut, maka bab ke empat ini disusun. Sebelum alat diuji kinerjanya secara keseluruhan, terlebih dahulu bagian-bagian alat diuji satu persatu. Pada pengujian bagian-bagian dikelompokkan sebagai berikut;

- Pengujian Rangkaian Catu Daya Untuk Penerima.
- Pengujian Rangkaian Catu Daya Untuk Pemancar.
- Pengujian Rangkaian Penerima.
- Pengujian Rangkaian *Demultiplexer*.
- Pengujian Rangkaian *Multiplexer*.
- Pengujian Rangkaian Pemancar.
- Pengujian Frekuensi Kerja Pemancar.

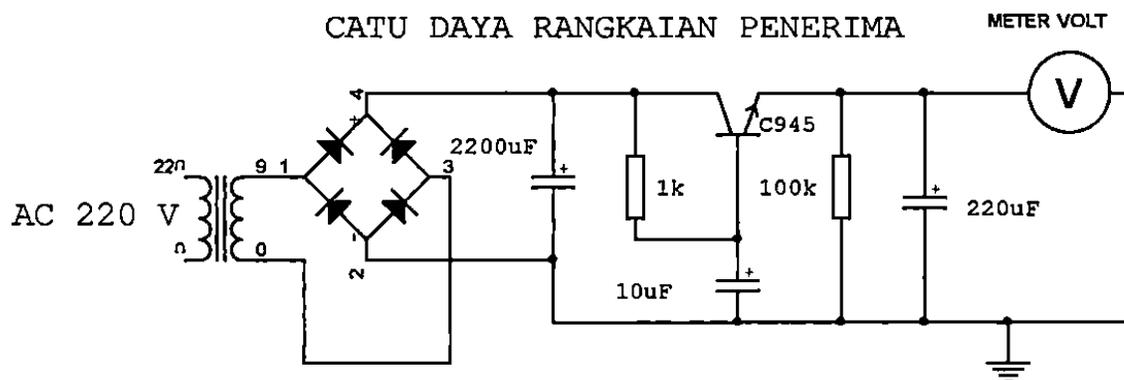
1. Pengujian Rangkaian Catu Daya.

a. Penerima (*receiver*).

Untuk menguji rangkaian catu daya, instrumen yang digunakan adalah voltmeter, yang dalam hal ini voltmeter yang digunakan adalah voltmeter yang terdapat pada multitester. Rangkaian catu daya yang diperuntukkan untuk

mensuplai arus ke rangkaian penerima, tegangan yang dikeluarkan haruslah berada pada 12 Volt. Pada skema dan alat yang dibuat memang sumber AC yang masuk ke rangkaian penyearah adalah sebesar 9 Volt AC, akan tetapi tegangan ini adalah merupakan tegangan rms. Nilai tegangan RMS setelah melalui suatu rangkaian penyearah akan menjadi tegangan efektif yang besarnya dapat dicari dengan menggunakan rumus $V_{\text{eff}} = V_{\text{rms}} \sqrt{2}$.

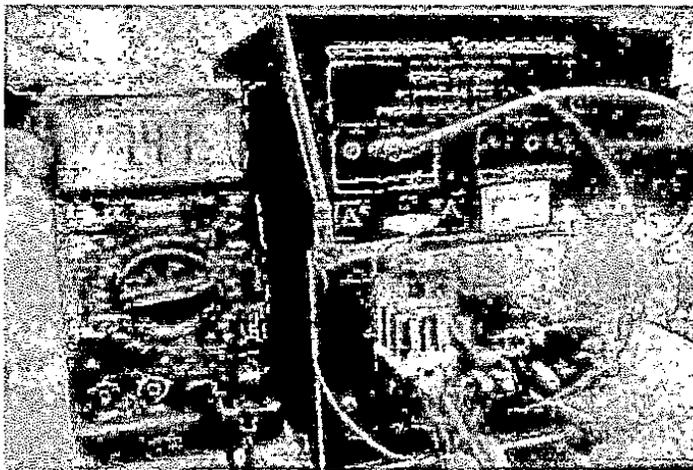
Dengan demikian bila tegangan sumbernya adalah sebesar 9 Volt, maka tegangan keluarannya adalah $9 \times \sqrt{2} = 12,72$ Volt. Berikut ini adalah gambar catu daya penerima dengan titik dimana dilakukannya pengukuran.



Gambar 4.8 Skema Pengukuran Rangkaian Catu Daya Untuk Penerima.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap rangkaian catu daya ini diperoleh hasil pengukuran tegangan sebesar 11,98 Volt. Tegangan ini mendekati tegangan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus. Akan tetapi berada pada nilai dibawahnya. Hal ini terjadi adalah karena tegangan hasil penyearahan oleh *dioda bridge* yang menurut rumus adalah sebesar 12,72 Volt, setelah melewati transistor terdapat rugi-rugi yang menyebabkan tegangan keluarannya menjadi menurun

Akan tetapi walaupun demikian rangkaian catu daya untuk penerima ini dapat digunakan untuk menyuplai rangkaian penerima, karena selisih tegangan sebesar itu tidak terlalu dipermasalahkan untuk rangkaian penerima yang digunakan.

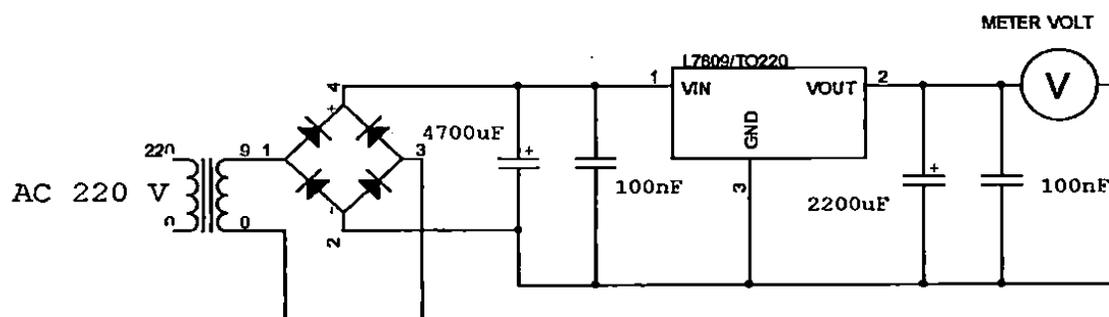


Gambar 4.9 Pengujian Catu Daya Penerima.

b. Pemancar (*transmitter*)

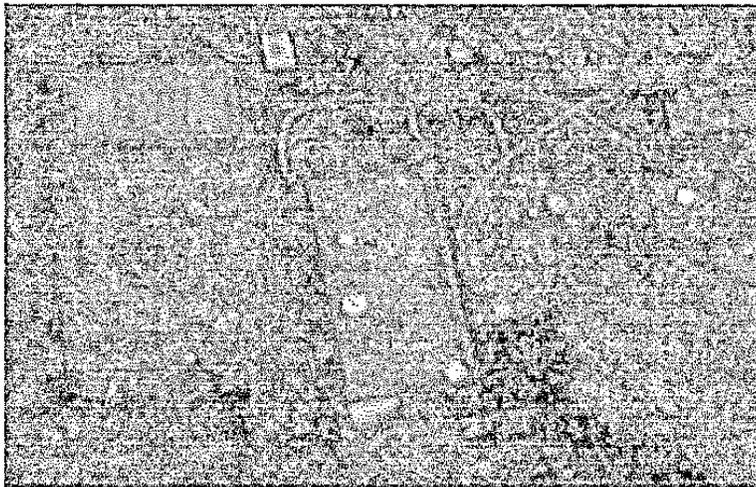
Rangkaian pemancar membutuhkan tingkat kestabilan yang lebih tinggi. Dengan demikian karena penggunaan IC ini pengukuran yang dilakukan haruslah menunjukkan tegangan keluaran pada catu daya sebesar 9 Volt. Gambar ini adalah tempat dilakukannya pengukuran pada rangkaian catu daya.

CATU DAYA RANGKAIAN PEMANCAR



Gambar 4.10 Skema Rangkaian Catu Daya Untuk Pemancar

Masukan tegangan untuk IC regulator 7809 bersumber dari penyearahan tegangan AC dari *transformator* 12 Volt. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada rangkaian catu daya yang diperuntukkan untuk rangkaian pemancar ini diperoleh data hasil pengukuran sebesar 9,03 Volt.



Gambar 4.11 Pengukuran Catu Daya Pemancar.

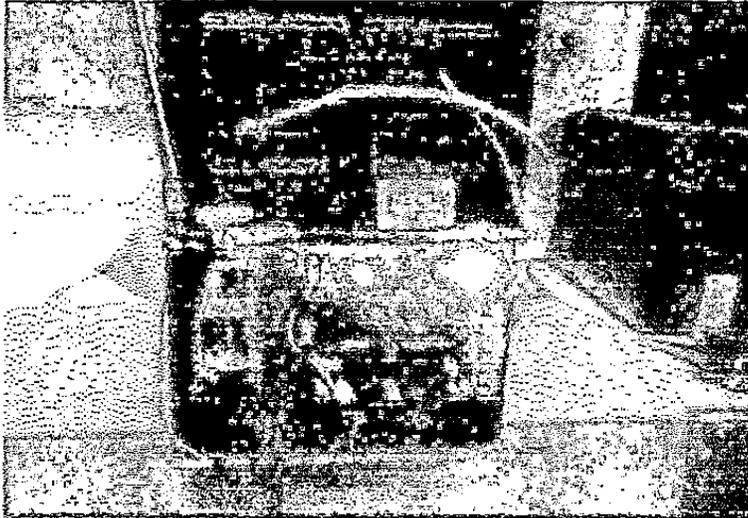
2. Pengujian Rangkaian Penerima.

Rangkaian penerima pada alat ini adalah rangkaian penerima pada daerah frekuensi FM sehingga pengujian untuk rangkaian penerima ini menjadi sangat mudah, dimana sebagai indikasi rangkaian telah bekerja dengan baik adalah rangkaian penerima ini bila dituning dapat menerima siaran radio FM.

Tentu saja pada aplikasinya nanti, rangkaian penerima ini diusahakan untuk mencari frekuensi yang kosong dan kemudian rangkaian pemancar ditala agar tepat pada frekuensi yang kosong tersebut.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap rangkaian penerima, diperoleh data bahwa rangkaian penerima telah dapat menerima siaran radio FM

yang ada sehingga dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian penerima telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 4.12 Pengujian Rangkaian Penerima.

3. Pengujian Rangkaian *Demultiplexer*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa rangkaian *demultiplexer* adalah suatu rangkaian yang digunakan pada penerima FM *stereo*, untuk mengkodekan kembali sinyal FM yang diterima menjadi sinyal audio *stereo* yang akan dikirimkan ke suatu *amplifier stereo*. Pada rangkaian *demultiplexer* ini pengujian dilakukan dengan mengamati led indikasi *stereo* pada keluaran kaki nomor 6 dari IC LA 3361.

Led indikasi *stereo* akan menyala apabila menerima sinyal FM *stereo* dari pemancar, dan akan mati bila menerima sinyal FM mono. Langkah pengujian untuk rangkaian *demultiplexer* ini adalah mencari siaran radio FM *stereo* dan siaran radio FM mono. Tabel berikut ini adalah data hasil pengamatan dari

Tabel. 4.1. Tabel Pengamatan Rangkaian *Demultiplexer*.

Siaran yang diterima	Kondisi led Indikasi
FM stereo	Menyala
FM mono	Mati

Dari tabel tersebut didapat kesimpulan bahwa rangkaian *demultiplexer* pada penerima FM telah berfungsi, dan dapat mengkodekan kembali sinyal FM *stereo* menjadi sinyal audio untuk kanal L dan R.

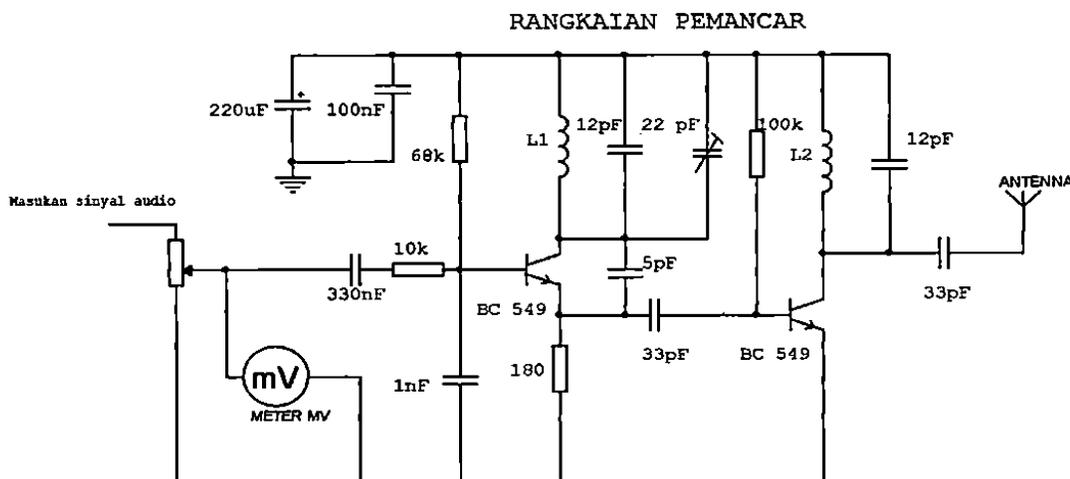
4. Pengujian Rangkaian Pemancar.

Untuk pengujian rangkaian pemancar dilakukan dalam empat macam pengujian yaitu pengujian *tuning* rangkaian pemancar, pengujian taraf tanggapan masukan, pengujian daya pemancar, dan pengujian jarak efektif pemancar dengan penerima.

Pengujian *tuning* rangkaian pemancar dilakukan adalah untuk mengetahui apakah rangkaian pemancar yang dibuat telah bekerja dengan baik atau tidak. Langkah pengujian adalah pertama-tama penerima dihidupkan dan disetel pada daerah frekuensi yang kosong (pada saat ini lampu indikator diterimanya sinyal dari pemancar dalam kondisi mati), kemudian pemancar juga dihidupkan. Selanjutnya *trimmer* osilator pada pemancar diputar hingga didapatkan suatu posisi yang tepat dengan indikasi lampu led sinyal pada penerima menyala. Pemancar dikatakan berfungsi dengan baik bila rangkaian penerima menerima frekuensi yang dipancarkan, bila sebaliknya pemancar dikatakan belum berfungsi

Dari hasil pengujian *tuning* pemancar yang telah dilakukan didapat hasil bahwa pemancar yang dibuat telah dapat mengirimkan sinyalnya ke penerima (pada saat tersebut lampu diterimanya sinyal pada rangkaian penerima menyala), dan hal ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian pemancar telah bekerja dengan baik.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian taraf tanggapan sinyal audio pada masukan rangkaian pemancar. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan masukan sinyal audio pada pemancar, dimana sinyal audio ini amplitudonya dibuat variabel mulai dari nilai yang paling kecil dan kemudian dibesarkan (pengaturan amplitudo sinyal audio dapat diidentikkan dengan pengaturan volume pada rangkaian audio). Skema pengujian untuk mengetahui taraf tanggapan masukan adalah sebagai berikut;



Gambar 4.13. Pengujian Taraf Tanggapan Masukan.

Potensio yang terpasang pada masukan digunakan untuk mengatur amplitudo atau tegangan masukan, sementara milivoltmeter digunakan untuk

menentukan tegangan masukan pada saat potensiometer diseting

Tolok ukur tanggapan masukan adalah kondisi suara audio yang diterima pada keluaran rangkaian penerima, dimana hal yang diukur adalah perbandingan antara sinyal dan noise nya (*signal to noise ratio/S/N*) yang diukur dengan satuan dB (desibel). Untuk mendapatkan hasil perbandingan S/N ini dapat dicari dengan menggunakan rumus: $S/N = 20 \text{ Log } (V_{\text{signal}} : V_{\text{noise}})$ dB. Jika nilai dalam dB S/N ini semakin membesar maka kualitas suara dapat dikatakan semakin membaik, sebaliknya jika semakin mengecil, kualitas suaranya berarti semakin memburuk.

Berikut ini adalah data pengamatan dari pengujian taraf tanggapan rangkaian pemancar.

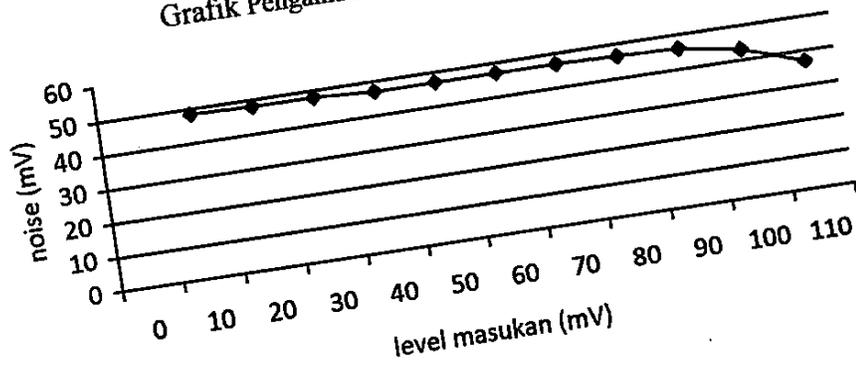
Tabel 4.2. Data Pengamatan Pengujian Taraf Tanggapan Masukan.

Amplitudo masukan Sinyal Audio (mV)	Perbandingan S/N pada penerima (dB)
0	-
10	48,5
20	48
30	48
40	47
50	47
60	47
70	47
80	46,5
90	46
100	43
110	37

Gambar berikut ini adalah grafik antara besarnya nilai tegangan masukan

pada pemancar berbanding dengan kualitas suara yang dihasilkan pada penerima

Grafik Pengamatan Pengujian Taraf Tanggapan Masukan.



Gambar 4.14 Grafik Antara Level Masukan Pada Pemancar Versus Noise Pada Penerima.

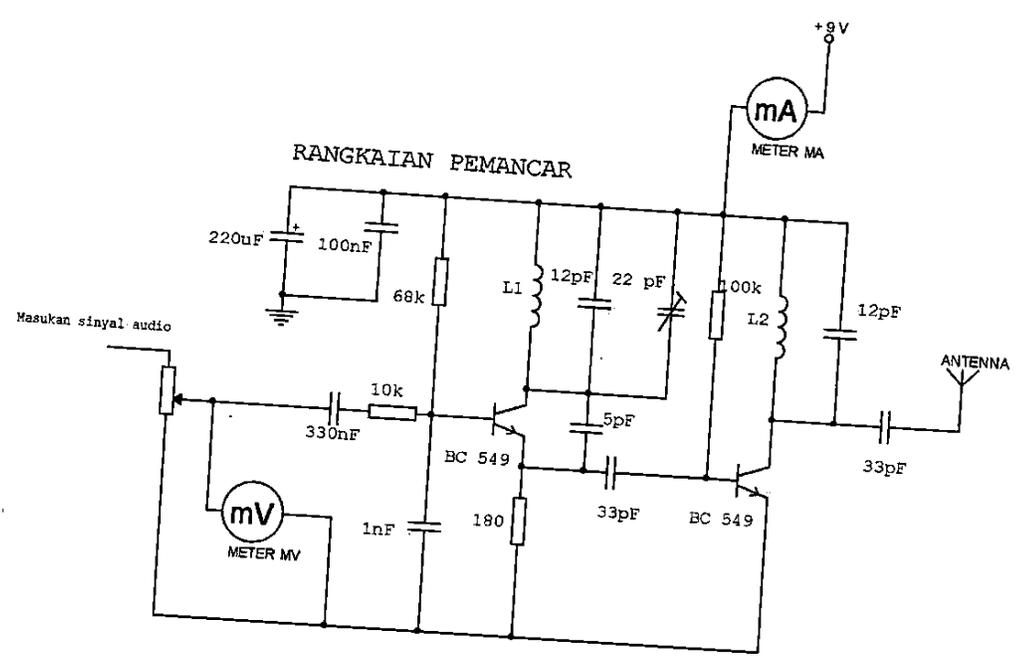
Pada grafik antara level tegangan pada masukan pemancar dengan kualitas suara yang diterima pada penerima didapat bahwa kenaikan tingkat *noise* yang diterima berbanding lurus dengan kenaikan nilai tegangan masukan pada input pemancar.

Dari data pengujian untuk mengetahui taraf tanggapan masukan dari rangkaian pemancar diperoleh kesimpulan bahwa tanggapan masukan rangkaian pemancar berada pada kondisi baik pada level tegangan masukan antara 10 hingga 100 mV, dimana pada level ini nilai S/N nya cukup stabil. Pada taraf masukan diatas 100 miliVolt, diperoleh suara yang buruk pada penerima, nilai S/N nya mengalami penurunan yang cukup besar, sedangkan hasil suara yang didengar pada penerima pecah dan berderau.

Pengujian untuk mengetahui daya yang dibutuhkan oleh pemancar adalah dengan menggunakan DC mili Amperemeter yang dipasang secara serial dengan masukan catu positifnya. Pengujian dilakukan dalam dua kali dengan

pada saat tidak diberikannya sinyal audio pada masukan dan yang kedua diberikan sinyal masukan pada level maksimum sinyal masukan audio yang masih diterima dalam kondisi baik pada penerima. Dan dalam hal ini berdasarkan pada pengujian diatas adalah pada level masukan 100 mV. Dari kedua pengujian ini diamati pembacaan mili Amperemeter, dan kemudian untuk mendapatkan daya yang dibutuhkan pemancar digunakan rumus $P = V \times I$, dimana P adalah daya, V adalah tegangan catu dan I adalah arus yang terukur.

Skema pengujian untuk mengetahui kebutuhan daya dari pemancar adalah sebagai berikut:



Gambar 4.15 Pengukuran Arus Yang Dibutuhkan Rangkaian Pemancar Untuk Mengetahui Kebutuhan Daya Dari Pemancar

Dari pengukuran arus yang dilakukan pada pengujian diatas diperoleh data sebagai berikut:

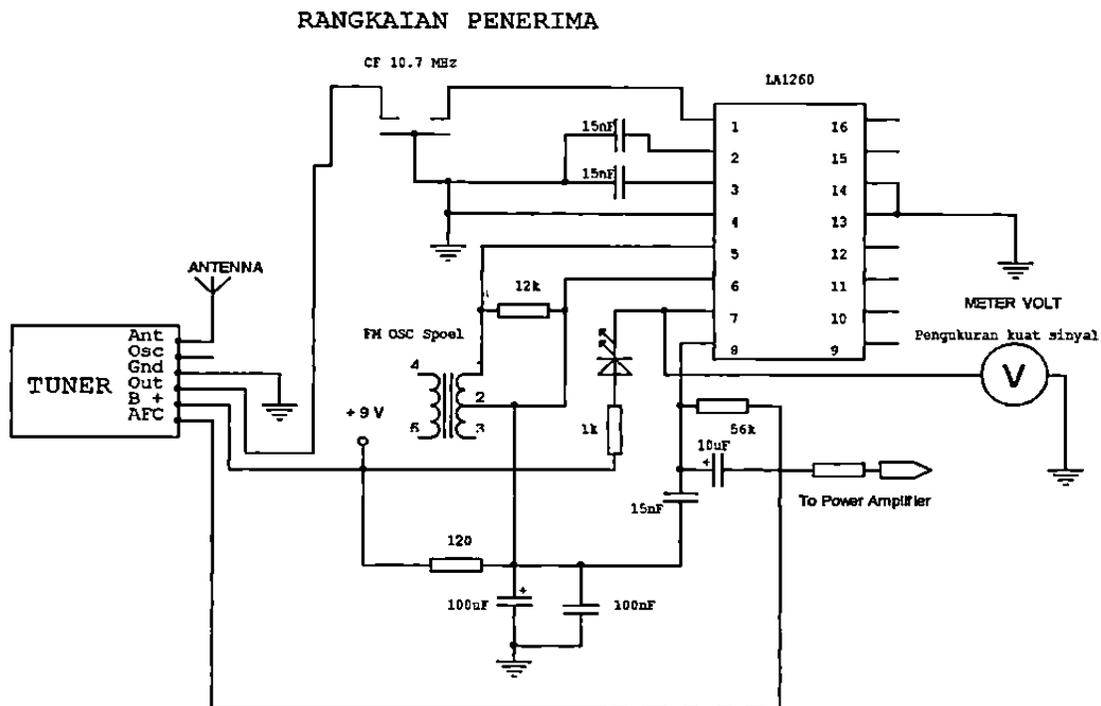
Tabel 4.3. Tabel Pengukuran Arus Pada Pemancar.

Amplitudo masukan Sinyal Audio (mV)	Arus yang Terukur (mA)
0	57 mA
100	83 mA

Berdasarkan rumus untuk mencari daya, diperoleh nilai daya yang dibutuhkan rangkaian pemancar pada saat tidak ada sinyal masukan dari audio adalah sebesar $9 \times 57 \text{ mA} = 0,513 \text{ Watt}$, sedangkan pada saat ada masukan sinyal audio posisi maksimal adalah sebesar $9 \times 83 \text{ mA} = 0,747 \text{ Watt}$.

Untuk menguji jarak efektif pemancar dengan penerima adalah dengan merubah-ubah jarak antara pemancar dengan penerima. Indikasi bahwa jarak tertentu masih baik, adalah apabila penerima masih memberikan keluaran suara yang baik. Apabila penerima telah menunjukkan kualitas penerimaan yang buruk, maka pada jarak tersebut dapat dikatakan tidak efektif. Berikut ini adalah data pengujian jarak efektif. Sebagai catatan pengujian ini dilakukan pada ruang terbuka tanpa adanya halangan dinding dan mengecualikan *blank spot*.

Pengujian hasil penerimaan dengan jarak antara pemancar dan penerima dilakukan dengan mengukur besar tegangan pada keluaran indikator sinyal (led sinyal) pada kaki nomor 7 IC LA 1260. Kondisi tegangan keluaran pada kaki ini adalah akan semakin kecil (mendekati negatif) apabila sinyal yang diterima sangat kuat dan sebaliknya tegangan akan semakin membesar bila sinyal diterima semakin lemah. Berikut ini adalah skematik pengukurannya :



Gambar 4.16 Pengujian Hasil Penerimaan Dengan Jarak Antara Pemancar Dan Penerima.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat tabel sebagai berikut:

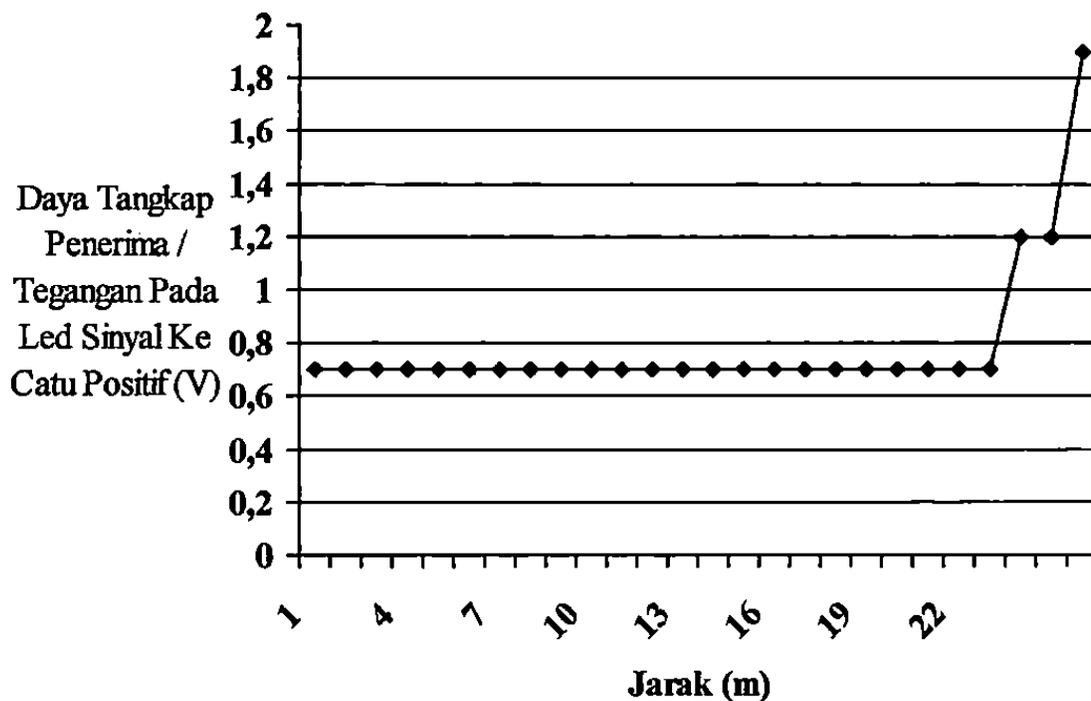
Tabel 4.4. Data Pengujian Jarak Efektif Antara Pemancar Dengan Penerima.

Jarak (m)	Tegangan Keluaran (V)
1	0,7 Volt
2	0,7 Volt
3	0,7 Volt
4	0,7 Volt
5	0,7 Volt
6	0,7 Volt
7	0,7 Volt
8	0,7 Volt
9	0,7 Volt
10	0,7 Volt
11	0,7 Volt
12	0,7 Volt
13	0,7 Volt

Jarak (m)	Tegangan Keluaran (V)
14	0,7 Volt
15	0,7 Volt
16	0,7 Volt
17	0,7 Volt
18	0,7 Volt
19	0,7 Volt
20	0,7 Volt
21	0,7 Volt
22	0,7 Volt
23	0,7 Volt
24	1,2 Volt
25	1,2 Volt
26	1,9 Volt

Kondisi keluaran pada tegangan 0,7 Volt merupakan indikasi penerimaan yang baik, semakin jauh jarak penerimaan semakin memburuk hal ini ditandai dengan naiknya tegangan pada kaki nomor 7 tersebut, berikut ini adalah grafik dari hasil pengujian tersebut.

Grafik Pengujian Jarak Efektif Antara Pemancar Dan Penerima



Gambar 4.17 Grafik Antara Jarak Pemancar Dengan Penerima Versus Daya Tangkap Pada Penerima.

Dari grafik tersebut didapat bahwa kenaikan nilai jarak antara pemancar dan penerima berbanding terbalik dengan kualitas suara yang diterima pada penerima.

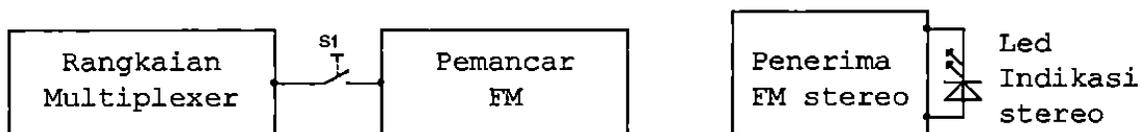
Dari data pengujian untuk mengetahui jarak efektif antara pemancar dengan penerima diperoleh kesimpulan bahwa penerimaan baik pada jarak antara pemancar dan penerima berada dibawah 23 meter. Sebenarnya jarak ini masih

dimungkinkan untuk lebih jauh lagi, apabila antena yang digunakan adalah antena yang berkualitas baik.

5. Pengujian Rangkaian *Multiplexer*

Pengujian rangkaian *multiplexer* dilakukan dengan menghubungkan keluaran rangkaian *multiplexer* tersebut dengan masukan rangkaian pemancar dan mengamati hasilnya pada rangkaian penerima FM *stereo*. Seperti yang telah dijelaskan pada pengujian rangkaian *demultiplexer* bahwa bila menerima sinyal FM *stereo* maka led indikasi *stereonya* akan menyala. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bila rangkaian *multiplexer* yang dibuat adalah untuk mengkodekan sinyal *stereo* untuk dapat dimodulasikan ke pemancar maka bila rangkaian *multiplexer* tersebut bekerja dengan baik, maka pada penerima akan mengindikasikan bahwa sinyal yang diterima adalah sinyal FM *stereo*.

Diagram blok pengujian dari rangkaian *multiplexer* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.18 Diagram Pengujian Rangkaian *Multiplexer*.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat hasil pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Tabel Pengamatan Rangkaian *Multiplexer*.

Kondisi sakelar	Kondisi led
Terbuka	Mati
Tertutup	M menyala

Dari tabel pengamatan diperoleh kesimpulan bahwa rangkaian *multiplexer* yang dibuat telah dapat menyalurkan sinyal stereo ke pemancar.

6. pengujian Frekuensi Kerja Pemancar.

Pada pengujian frekuensi kerja pemancar ini digunakan alat *Spektrum Analyzer* produk HAMEG HM 5010. Langkah kerja pengujian ini adalah sebagai berikut:

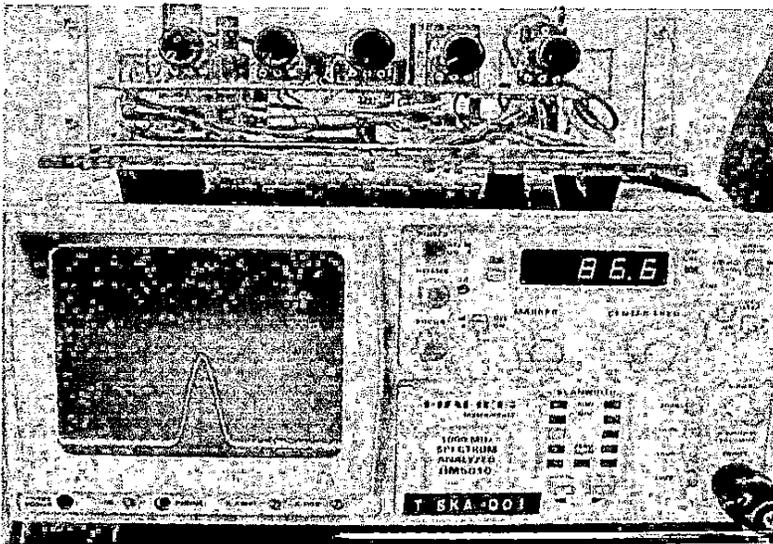
- a. Persiapkan alat pemancar dan *Spektrum Analyzer*.
- b. Hidupkan pemancar dan *Spektrum Analyzer* dengan menekan tombol on-off pada masing-masing alat.
- c. Dekatkan probe dari *Spektrum Analyzer* ke pemancar dengan demikian didapatkan bentuk gelombang dan frekuensi dari pemancar tersebut.
- d. Setinglah *Spektrum Analyzer* sehingga didapatkan bentuk gelombang yang lebih jelas.
- e. Jika belum didapatkan bentuk gelombang yang jernih dapat pula diatur dari trimmer yang ada pada rangkaian pemancar. Dengan pengaturan trimmer ini juga dapat diketahui frekuensi kerja dari pemancar.
- f. Dengan mensetting *Spektrum Analyzer* dapat diketahui bentuk gelombang yang dihasilkan dan frekuensi kerja dari pemancar tersebut.

Dari hasil settingan tersebut didapatkan data sebagai berikut:

1. *Scanwidth* sebesar 0,5 MHz / div.
2. *Attenuasi* sebesar 20 dB.
3. *Bandwidth* sebesar 400 KHz.

4. Filter On.
 5. Tinggi gelombang 3,6 kotak.
- g. Dari setingan alat tadi dapat diketahui bahwa pemancar bekerja pada frekuensi sebesar 86,6 MHz.

Gambar 4.19 merupakan gambar hasil pengujian frekuensi kerja dari pemancar



Gambar 4.19 Hasil Pengujian Frekuensi Kerja Dari Pemancar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari kerja yang telah dilakukan mulai dari merancang, merakit hingga menguji alat, dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa alat Speaker Aktif Tanpa Kabel yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik dimana:

1. Sinyal audio yang diberikan pada rangkaian pemancar telah dapat diterima oleh rangkaian penerima.
2. Jarak efektif penerima masih mendapatkan sinyal dengan baik adalah pada jarak 23 meter, lebih dari itu penerimaan menjadi berderau atau timbul noise. Jarak tersebut diperoleh pada ruang terbuka tanpa halangan dinding.
3. Frekuensi kerja dari pemancar adalah 86,6 MHz.

B. Saran

Pemanfaatan gelombang radio sebagai media transmisi sinyal suara perlu diteliti lebih lanjut, sehingga sistem baru yang dirancang mempunyai kemampuan untuk mentransmisikan sinyal audio dengan kualitas yang lebih baik, dimana suara

DAFTAR PUSTAKA

- Millman, Jacob, Mikroelektronika Sistem Digital dan Rangkaian Analog, Terjemahan Sutanto, Jakarta: Universitas Indonesia, 1984.
- Malvino, Albert Paul, Prinsip-prinsip Elektronika, Terjemahan Alb Joko Sutoso, Jakarta: Salemba Teknik, 2003.
- Majalah Elektron No: 32, 1987, ITB Bandung.
- P.H Smale, Sistem Telekomunikasi, Terjemahan Ir. Chris Timoteus, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Roddy, Dennis, Coolen, John, Komunikasi Elektronika, Erlangga, Jakarta, 1999.
- Situs Internet www.Alldatasheet.com, www.electronics-diy.com, www.Rodeelliott.com.
- S. Wasito, Pelajaran Elektronika, Jilid 26, Cetakan IV, Karya Utama, Jakarta, 1984.
- S. Wasito, Vademekum Elektronika, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2004.
- William David Cooper, Instrumentasi Elektronik Dan Teknik Pengukuran, Terjemahan Ir. Sahat Pakpahan, Erlangga, Jakarta, 1985.
- Wahyu Noersasongko, Teknik Dasar Komunikasi Radio Dan Frekuensi Tinggi, Cetakan