

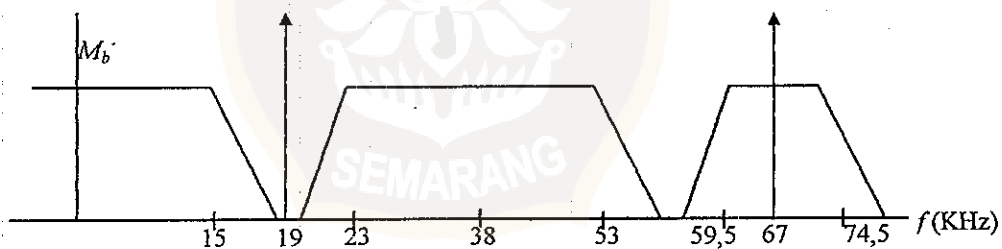
## BAB III

### DESAIN DAN REALISASI

#### 3.1. Gambaran Umum Alat

Sistem pengiriman data dalam penelitian ini dirancang untuk mengirimkan data digital secara bersama dengan masukan audio stereo melalui pemancar radio FM stereo. Sistem ini berdasarkan metode *frequency deviation multiplexing* (FDM) yaitu pengiriman banyak masukan secara bersama dengan menyusun pada bidang frekuensi yang berbeda dan dikirim melalui satu saluran transmisi.

Pengiriman data melalui pemancar FM stereo dapat dilaksanakan karena lebar pita pemancar FM stereo menurut standar radio komersial sebesar 150 KHz. Lebar pita yang digunakan untuk mengirim audio sebesar 53 KHz, jadi masih 22 KHz yang belum digunakan. Gambar 3.1 menunjukkan spektrum frekuensi pemancar FM stereo .

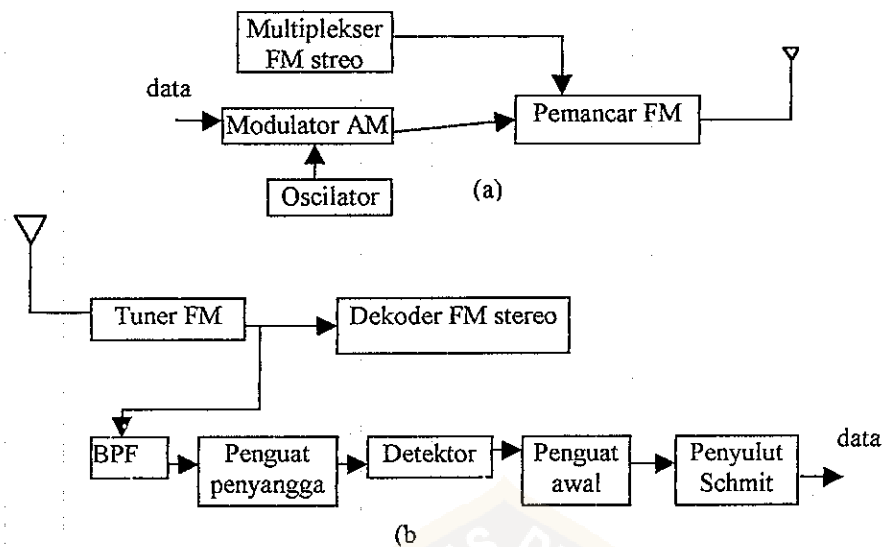


Gambar.3.1. Skema FDM pada pemancar FM stereo.

#### 3.2. Bagan Rangkaian

Pengiriman data melalui pemancar FM stereo disusun oleh dua bagian pokok yaitu modulator dan demodulator seperti gambar 3.2. Modulator terdiri dari oscilator, modulator AM, dan penguat penyangga. Demodulator terdiri dari

rangkaian filter lolos pita (BPF), penguat penyangga, detektor AM, penguat awal, penyulut Schmit.



Gambar 3.2. (a). Skema pengirim dan (b). penerima

Prinsip kerja sistem adalah sebagai berikut: data digital yang akan dikirim merupakan isyarat tegangan 5 volt untuk logika 1 dan 0 volt untuk logika 0. Tegangan ini digunakan untuk memodulasi amplitudo frekuensi sub pembawa 67 kHz. Sebelum digabungkan dengan masukan audio, keluaran modulator dikuatkan dengan rangkaian penguat penyangga.

Bagian penerima terdiri dari penerima FM yang digunakan untuk menerima semua sinyal yang dikirim oleh pemancar FM stereo. Keluaran detektor penerima FM dibagi dua bagian yaitu bagian untuk dekoder FM stereo dan bagian data. Pengambilan sinyal modulasi amplitudo dipisahkan dengan sinyal audio melalui rangkaian filter lolos pita (BPF) dengan frekuensi potong 67 KHz. Keluaran BPF dikuatkan dengan penguat penyangga agar dapat dideteksi.

Pada tahapan selanjutnya sinyal keluaran penguat penyangga dilewatkan rangkaian detektor untuk memisahkan sinyal informasi dengan frekuensi sub pembawa. Detektor yang digunakan adalah detektor selubung yang terdiri dari dioda untuk mengambil selubung dan rangkaian filter lolos rendah (LPF) untuk menghilangkan komponen frekuensi sub pembawa.

Keluaran detektor dikuatkan dengan mengkaskadekan dua buah penguat umpan balik. Keluaran akhir dari rangkaian diharapkan berbentuk kotak, maka gelombang sinus keluaran detektor yang telah dikuatkan diubah menjadi gelombang kotak oleh rangkaian penyulut Schmit. Rangkaian penyulut dimulai dengan dioda untuk memotong bagian atas dan bagian bawah gelombang sinus, IC LM 386 sebagai penguat dan dipertegas dengan rangkaian saklar dan gerbang NAND.

### **3.3. Bagian-Bagian Pengirim dan Penerima Data**

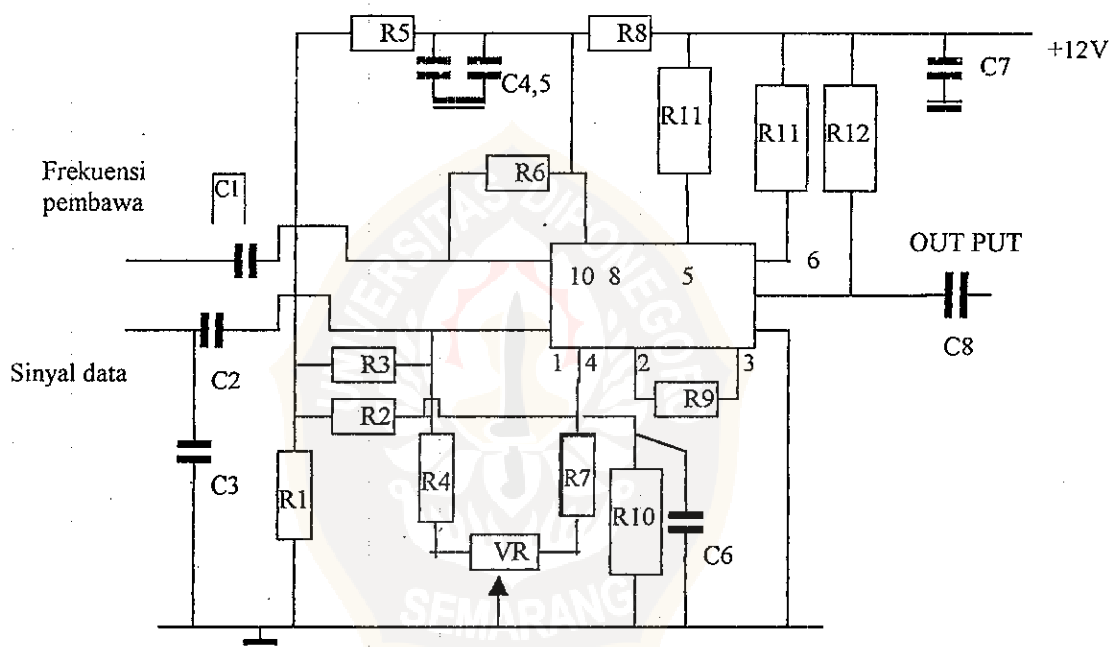
Rangkaian sistem pengiriman data melalui pemancar FM dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian pengirim yang terdiri dari modulator AM, oscilator sub pembawa dan penguat penyangga. Bagian kedua adalah bagian penerima atau pengkodean kembali terdiri dari rangkaian BPF, detektor, penguat penyangga, penguat awal, pemotong rangkaian Schmit, seperti gambar 3.2.

#### **3.3.1. Modulator Amplitudo**

Sinyal data yang akan dikirim tidak dapat dimodulasi secara langsung ke oscilator pemancar FM karena akan mengganggu sinyal audio. Oleh karena itu data dimodulasikan ke frekuensi sub pembawa 67 KHz dengan modulasi amplitudo.

Modulasi amplitudo dipilih karena mudah, murah dan praktis dengan lebar pita yang sempit yaitu sebesar dua kali frekuensi data.

Modulator amplitudo gambar 3.3 dirancang menggunakan IC MC 1496 yang merupakan penerapan rangkaian saklar elektronik untuk modulator amplitudo. IC ini mempunyai keluaran sampai 100 mW dengan masukan frekuensi pembawa sebesar 100 mV dan sinyal informasi sebesar 300 mV. Modulator dengan IC 1496 mempunyai frekuensi kerja sampai 10 MHz.



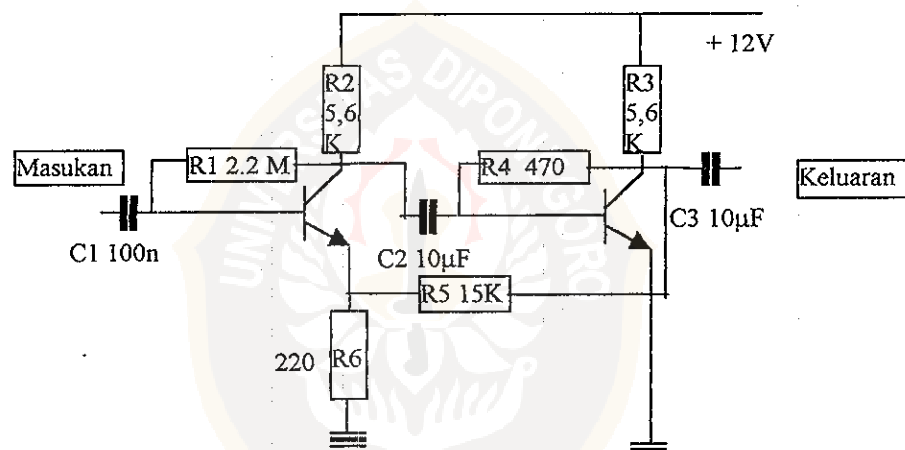
Gambar 3.3. Rangkaian modulator amplitudo.

Mengingat masukan data digital mempunyai tegangan 5 V sedangkan tegangan maksimum input modulator hanya 300 mV, maka dipasang potensiometer untuk mengatur tegangan masukan sekaligus mengatur besarnya indeks modulasi.

### 3.3.2. Penguat Penyangga

Penguat tegangan sangat banyak dijumpai pada setiap rangkaian elektronika baik menggunakan transistor maupun dalam bentuk IC. Penguat tegangan digunakan sebagai penguat penyangga untuk menguatkan tegangan agar tidak membebani rangkaian sebelumnya.

Penguat dirancang menggunakan penguat transistor bertingkat dengan sistem umpan balik tegangan dengan penguatan sebesar 50 dB pada frekuensi 67 kHz. Penguat umpan balik dipilih untuk mengurangi derau/noise dan penguatan yang stabil.



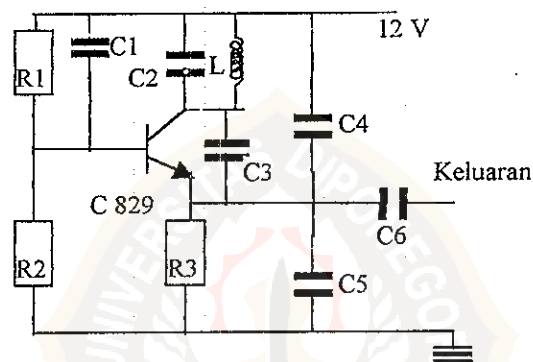
Gambar. 3.4. Rangkaian penguat penyangga

Penguat umpan balik gambar 3.4, terdiri dari rangkaian kaskade dua buah penguat transkonduktans. Penguat transkonduktans sangat cocok untuk penguat tegangan dan murah serta mudah direalisasikan. Transistor yang digunakan adalah transistor penguat frekuensi rendah yaitu 2SC 829. Resistor 2M2 dan 470 K digunakan untuk memberikan bias ke kaki basis dan sekaligus membentuk

jaringan umpan balik untuk masing-masing transistor. Sedangkan 15K dan 220 membentuk jaringan umpan balik kedua tingkat penguat.

### 3.3.3. Oscilator Sub Pembawa

Dalam sistem FDM penempatan bidang frekuensi ditentukan oleh frekuensi sub pembawa. Gambar 3.4 merupakan rancangan pembangkit frekuensi pembawa yang berisikan sebuah rangkaian tangki osilasi LC dan transistor sebagai penguat.

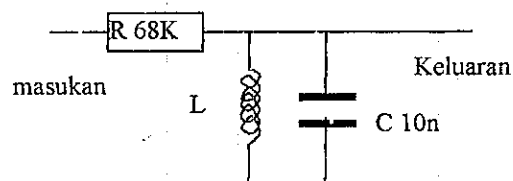


Gambar 3.5. Rangkaian Oscilator sub pembawa

Oscilator sub pembawa diharuskan mengeluarkan frekuensi sebesar 67 KHz. Dalam rangkaian di atas pemegang peran terbesar dalam menentukan frekuensi adalah  $C_2$  dan  $L$ . Untuk mendapatkan frekuensi 67 KHz dipilih harga  $C_2$  sebesar 16 nf, maka harga  $L$  adalah 352,67  $\mu\text{H}$ . Untuk merealisasikan  $L$  sebesar itu dipilih induktor oscilator radio AM dengan induktansi yang dapat diatur dari 250-500  $\mu\text{H}$ .  $R_1$ ,  $C_1$  dan  $R_2$  digunakan untuk memberikan bias basis dan sekaligus untuk proteksi frekuensi tinggi, sedang  $C_3$  dan  $C_4$  merupakan jaringan umpan balik.  $C_5$  merupakan kodensator penyetabil penguatan.

### 3.3.4. Fiter Lolos Pita (BPF)

Penerima FM stereo akan menerima semua sinyal yang dikirim oleh pemancar yaitu: sinyal audio kiri+kanan, sinyal audio kiri+kanan, pilot stereo dan data. Untuk memisahkan data dari sinyal lain, dibuat rangkaian BPF seperti gambar 3.6 dengan frekuensi pusat sama dengan frekuensi sub pembawa sebesar 67 KHz. Filter ini didesain dengan rangkaian LC paralel.

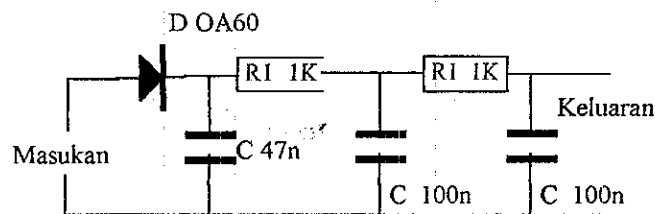


Gambar 3.6. Rangkaian filter BPF

Frekuensi potong filter dapat ditentukan dengan persamaan (12), sehingga dengan memilih nilai C sebesar 10 nF dibutuhkan induktansi L sebesar 564,27  $\mu$ H. Untuk membuat filter ini dipilih induktor penguat IF radio AM dengan nilai induktansi dapat diatur dari 0,5-1,025 mH dengan komponen  $Q = 15,57$  pada frekuensi 100 KHz. Dari harga Q dapat dihitung lebar pita filter sebesar 6410 Hz. Lebar pita filter BPF cukup untuk menampung sinyal data yang dikirim sebesar 2 KHz.

### 3.3.5. Detektor Amplitudo Modulasi

Detektor selubung digunakan untuk memisahkan antara frekuensi sub pembawa dengan sinyal data yang dimodulasi amplitudo. Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian detektor AM paling praktis yang terdiri dari sebuah dioda IN60 dan rangkaian filter lolos rendah. Dioda yang digunakan mempunyai waktu pensaklaran cepat dan tegangan ambang relatif kecil sebesar 0.2 V.

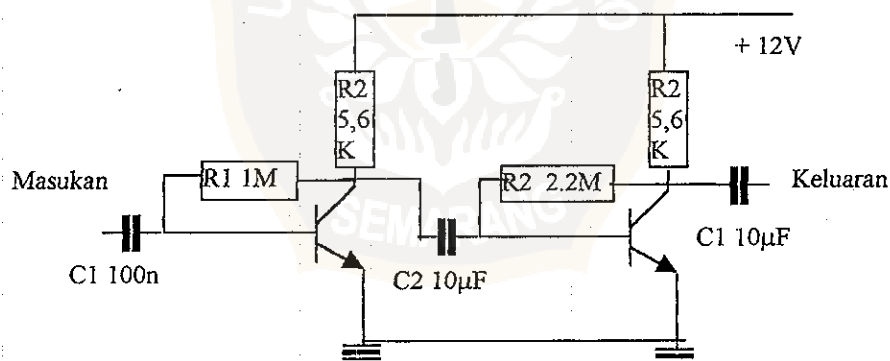


Gambar 3.7. Rangkaian detektor AM

Rangkaian filter lolos rendah dibangun oleh rangkaian RC dikaskade agar dapat menekan frekuensi tinggi sekecil mungkin. Besarnya frekuensi potong adalah 1591 Hz.

### 3.3.6. Penguat Awal

Penguat tegangan dirancang mempunyai penguatan sebesar 77 dB agar dapat mengeluarkan tegangan sebesar 2 V dengan input beberapa mV. Penguatan sebesar ini didapatkan dengan mengkaskade dua penguat transistor dengan penguatan masing-masing 41 dB dan 36 dB, ditunjukkan gambar 3.8.



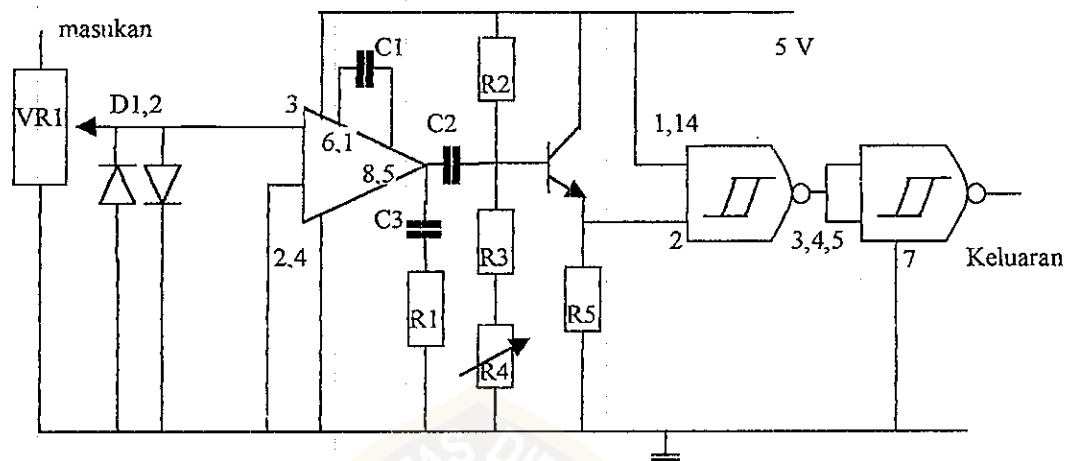
Gambar 3.8. Rangkaian penguat awal

Penguat awal disusun menggunakan transistor 2SC828, merupakan transistor penguat audio. R 1M dan R 2M2 digunakan untuk memberikan bias basis dan untuk membuat jaringan umpan balik pada masing-masing transistor.



### 3.3.7. Penyulut Schmit

Penyulut Schmit digunakan untuk mengubah gelombang sinus menjadi gelombang kotak. Rangkaian penyulut Schmit disusun oleh transistor BC 107, dioda IN 4001, IC LM 386 dan 74LS132, ditunjukkan gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rangkaian penyulut Schmit

Dioda dipasang bolak-balik untuk memotong gelombang sinus menjadi gelombang kotak dengan amplitudo 0.7 V. LM 386 merupakan rangkaian penguat audio dengan penguatan dapat diatur sampai 46 dB, sehingga dapat menghasilkan tegangan sebesar 4 V. Untuk memantapkan tegangan keluaran digunakan transistor BC 107 dan IC 74LS132. Vr pada kaki transistor digunakan untuk mengatur tegangan ambang agar IC 74LS132 dapat bekerja. Kaki emitor transistor merupakan jalan keluaran sinyal untuk menggerakkan IC 74LS132 dengan nilai ambang sebesar 1,7 V. Tegangan ambang diatur melalui tegangan basis:

$$V_b = \frac{V_{DD}(R_4 + R_3)}{R_4 + R_3 + R_2} \quad (17)$$

Sehingga didapatkan nilai masing-masing komponen:  $R_2 = 6k8$ ,  $R_3 = 2k2$ ,  $R_4 = 5k$ .