

# Pemancar dan Penerima FM

**Budihardja Murtianta**

Program Studi Teknik Elektro,  
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,  
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga  
budihardja.murtianta@staff.uksw.edu

## Ringkasan

Pada tulisan ini dirancang dan direalisasikan piranti pemancar dan penerima *FM*. Pada piranti pemancar dan penerima *FM*, isyarat pembawa bekerja pada frekwensi 88–108 MHz dengan isyarat informasi berupa isyarat sinusoidal dengan frekwensi 10KHz. Bagian pemancar akan memodulasi isyarat informasi dengan isyarat pembawa sehingga dihasilkan isyarat *FM*. Isyarat *FM* ini kemudian ditransmisikan secara *wireless* ke bagian penerima radio *FM* dengan daya pada penguat *RF* 0,8 Watt. Bagian penerima akan mendemodulasikan isyarat *FM* menjadi isyarat informasi awal. Dari pengujian yang dilakukan, secara keseluruhan piranti pemancar dan penerima *FM* yang direalisasikan dapat digunakan untuk mengirimkan dan menerima informasi sesuai yang diharapkan. Akan tetapi isyarat informasi yang diterima pada penerima mengalami gangguan derau yang cukup besar.

**Kata kunci:** pemancar, penerima, modulasi, *wireless*

## 1. Pendahuluan

Pada sistem telekomunikasi elektrik, pesan atau informasi yang bukan dari besaran listrik diubah dahulu menjadi isyarat listrik dan ditumpangkan pada sebuah isyarat pembawa yang akan menghantarkan pesan tersebut ke tujuan. Isyarat pesan yang telah berubah bentuk menjadi isyarat informasi elektrik ini disebut dengan isyarat pemodulasi.

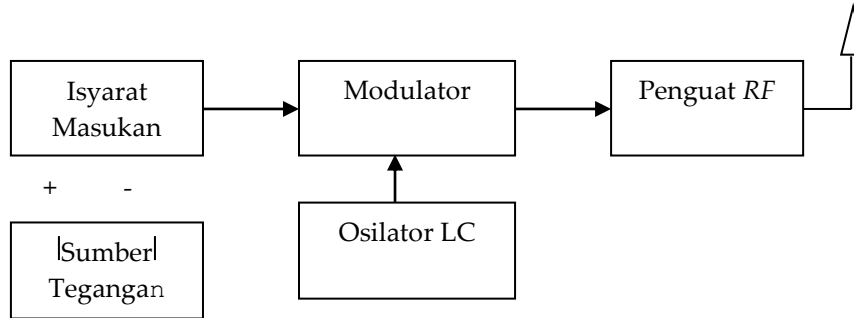
Guna mendukung proses pengiriman informasi tanpa kabel (*wireless*), dibutuhkan suatu teknik modulasi analog ataupun digital. Modulasi analog dapat dibedakan menjadi tiga yaitu, modulasi frekwensi, modulasi amplitudo dan modulasi fase. Modulasi frekwensi merupakan sistem modulasi yang mengubah frekwensi isyarat pembawa sebanding dengan amplitudo sesaat isyarat pemodulasi. Berbeda dengan modulasi amplitudo yang amplitudo isyarat pembawanya yang diubah - ubah sebanding dengan amplitudo isyarat informasi, pada modulasi frekwensi, amplitudo dipertahankan tetap. *FM* (*Frequency Modulation*) merupakan kasus khusus modulasi sudut (*angular modulation*). Dalam sistem modulasi sudut, frekwensi gelombang pembawa berubah terhadap waktu menurut fungsi isyarat yang dimodulasikan (ditumpangkan).

## 2. Pemancar dan Penerima FM

Pada bagian ini akan dibahas pengertian – pengertian dan fungsi setiap modul sistem piranti pemancar dan penerima *FM* yang akan dibangun sesuai dengan perancangan.

## 2.1. Pemancar FM

Pada prinsipnya, sebuah pembangkit gelombang radio (pemancar radio) terdiri dari sebuah osilator radio frekwensi, modulator, penguat daya, jalur transmisi, dan antena. Sistem modulator dan penguat daya pemancar sangat ditentukan oleh jenis modulasi yang digunakan. Bagan kotak pemancar FM ditunjukkan pada Gambar 2.1.



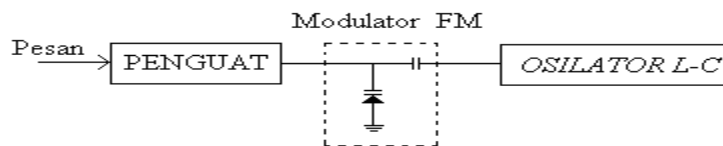
Gambar 2.1. Bagan Kotak Pemancar FM

### 2.1.1. Isyarat Masukan

Isyarat masukan merupakan isyarat informasi yang diubah menjadi isyarat listrik dalam ranah frekwensi yang akan dikirim oleh pemancar, misalnya berupa isyarat audio yang berasal dari luar sistem. Isyarat pesan yang telah berubah bentuk menjadi isyarat informasi elektrik ini disebut dengan isyarat pemodulasi.

### 2.1.2. Modulator

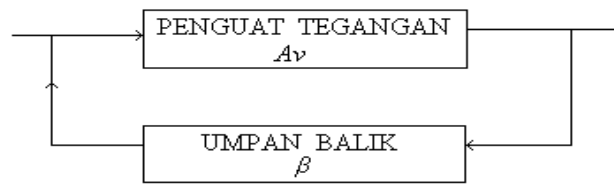
Modulator adalah bagian pengolah isyarat dengan frekwensi informasi ditumpangkan pada frekwensi pembawa yang kemudian disalurkan ke untai penguat dan dipancarkan ke udara melalui antena. Proses modulasi pada gelombang radio adalah proses menumpangkan isyarat informasi ke dalam isyarat pembawa dengan cara – cara modulasi yang digunakan. Tujuannya adalah agar isyarat informasi bisa dikirimkan ke tempat yang jauh. Syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam proses modulasi ialah frekwensi isyarat pemodulasi harus lebih rendah dari frekwensi isyarat pembawa. Pada prakteknya, modulator sebuah pemancar bukan merupakan suatu untai tersendiri.



Gambar 2.2. Modulator FM

### 2.1.3. Osilator

Osilator merupakan pembangkit arus rangka dengan amplitudo tetap dengan frekwensi tertentu. Pada dasarnya, osilator adalah sebuah penguat tegangan dengan bati tinggi yang diberi umpan balik (*feed-back*) positif sehingga penguat menjadi tidak stabil dan berosilasi dengan osilasi tertentu. Agar frekwensi osilasinya dapat diatur dan ditentukan, maka penguat itu dilengkapi dengan resonator.



Gambar 2.3 Bagan Kotak Osilator

Untai akan beresilasi jika dipenuhi syarat :

$$\frac{\text{bati simpal}}{\text{untai tertutup (loop gain)}} = 1 \quad (1)$$

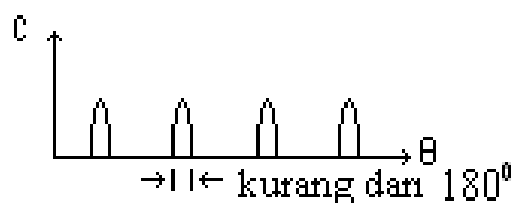
atau bentuk dalam persamaan :

$$-\beta A_v = 1 \quad (2)$$

Syarat ini disebut sebagai kriteria Barkhausen, dan merupakan syarat yang mutlak harus dipenuhi agar sebuah penguat bisa beresilasi secara kontinyu. Apabila bati simpal lebih kecil dari 1 maka akan terjadi osilasi yang semakin lama semakin membesar. Osilator menghasilkan frekwensi pembawa ( $f_c$ ) yang merupakan frekwensi tinggi, frekwensi pembawa berguna untuk menumpangkan frekwensi informasi ( $f_m$ ) yang relatif lebih rendah. Osilator yang digunakan untuk untuk frekwensi tinggi umumnya osilator L- C.

#### 2.1.4. Penguat daya RF

Penguat daya frekwensi radio adalah penguat akhir yang memperkuat isyarat pembawa yang telah termodulasi. Penguat RF berfungsi untuk menapis atau menyaring isyarat - isyarat harmonisa dan isyarat lain yang dihasilkan osilator selain isyarat utama, penguat RF juga berfungsi untuk memperkuat frekwensi pancaran. Penguat RF ini merupakan penguat akhir tertala yang hanya memperkuat satu pita frekwensi tertentu dan meredam pita frekwensi diluarnya. Penguat RF yang digunakan pada pemancar ini ialah penguat RF kelas C. Untuk memperkuat gelombang sinus, penguat kelas C harus ditala ke frekwensi gelombang sinus. Karenanya penguat kelas C yang ditala merupakan untai pita arus sempit, penguat kelas C hanya dapat memperkuat frekwensi – frekwensi disekitarnya. Dalam untai kelas C, arus mengalir jauh lebih kecil dari  $180^\circ$ , dan tampak seperti pulsa sempit. Jika pulsa arus sempit seperti ini menggerakkan rangkaian resonan, tegangan pada untai penguat hampir mendekati gelombang sinus sempurna.



Gambar 2.4. Pulsa Arus Sempit

#### 2.1.5. Antena

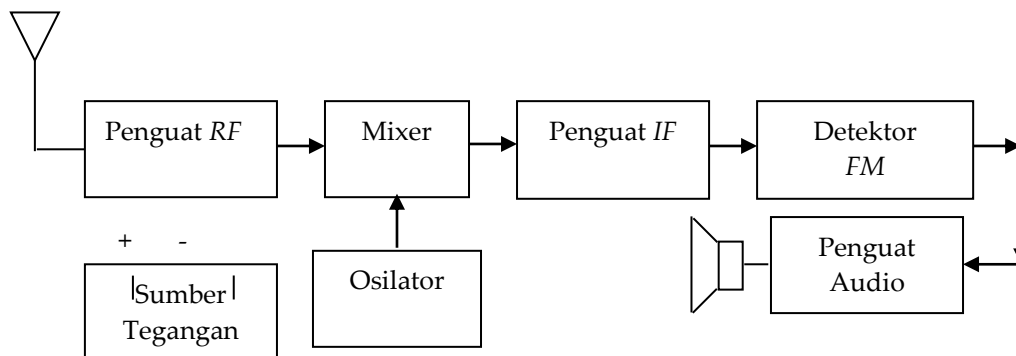
Antena digunakan untuk memancarkan atau meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Agar antena dapat memancarkan isyarat dengan efisien maka panjang antena adalah seperempat panjang gelombang.

### 2.1.6. Sumber Tegangan

Sumber tegangan merupakan bagian yang memberikan daya listrik kepada bagian – bagian pemancar *FM*. Tanpa adanya tenaga listrik maka bagian – bagian pada pemancar *FM* tidak dapat bekerja. Sumber listrik yang digunakan merupakan sumber tegangan *DC*.

## 2.2. Penerima

Penerima radio *FM* bertugas menerima isyarat *RF*, memperkuat, mendemodulasikan, dan memperkuat isyarat informasi yang didapat sehingga bisa dimengerti.



Gambar 2.5 Bagan Kotak Penerima *FM*

### 2.2.1. Antena

Gelombang elektromagnetik di udara ditangkap oleh antena yang berguna sebagai peranti untuk menangkap pancaran gelombang elektromagnetik, kemudian diubah menjadi isyarat listrik.

### 2.2.2. Penguat *RF*

Untuk meningkatkan unjuk kerja radio penerima *FM*, isyarat pembawa ( $f_c$ ) perlu dikuatkan pada penguat *RF*. Penguat *RF* merupakan penguat yang bersifat penapis. Penguat *RF* digunakan untuk memilah isyarat pada penala sehingga dapat mencegah masuknya frekwensi lain yang masuk pada untai pencampur yang dapat menimbulkan frekwensi bayangan dan meningkatkan unjuk kerja radio penerima *FM*

### 2.2.3. Mixer

*Mixer* atau pencampur merupakan tempat pencampuran antara frekwensi yang berasal dari penguat *RF* ( $f_c$ ) dengan frekwensi yang dihasilkan osilator ( $f_o$ ). Keluarannya setelah ditapis adalah sebuah isyarat berfrekwensi ( $f_o - f_c$ ). Isyarat ini lazim disebut dengan isyarat frekwensi-menengah (*intermediate-frequency, IF*). Pada pencampur ini akan dihasilkan frekwensi menengah 10.7MHz.

### 2.2.4. Osilator

Merupakan pembangkit isyarat elektrik arus rangka dengan amplitudo tetap dan frekwensi ( $f_o$ ) yang akan dicampurkan dengan isyarat masukan ( $f_c$ ) pada pencampur. Karena perubahan frekwensi penalaan di bagian penguat *RF* dibuat sama dengan perubahan frekwensi penalaan osilator lokal, maka hasil pencampuran antara frekwensi

osilator ( $f_o$ ) dan frekwensi pembawa ( $f_c$ ) yang dikuatkan penguat *IF* memiliki frekwensi yang tetap, yang secara praktis nilainya sekitar 10,7 MHz

### 2.2.5. Penguat *IF*

Penguat *IF* disebut juga penguat frekwensi menengah. Hasil pencampuran getaran listrik dari lingkaran penala yang telah dicampur pada bagian *mixer*, yang merupakan frekwensi menengah ini masih lemah oleh karena itu harus diperkuat pada penguat *IF*.

### 2.2.6. Detektor

Untuk dapat mendeteksi suatu isyarat maka diperlukan suatu untai yang tegangan keluarannya linear sesuai dengan frekwensi isyarat masukan. Pada bagian penguat *IF* dan transformator *MF* masih tercampur antara frekwensi tinggi ( $f_c$ ) dan frekwensi informasi. Jika keduanya tidak dibedakan maka kita tidak dapat mendengarkan suara dari radio sehingga diperlukan detektor untuk memisahkan antara frekwensi pembawa ( $f_c$ ) dan frekwensi suara ( $f_m$ ).

### 2.2.7. Penguat Audio

Oleh karena untuk mengeluarkan suara *loudspeaker* memerlukan tenaga atau aliran listrik yang cukup, maka itu frekwensi isyarat suara harus dikuatkan pada penguat audio sehingga amplitudo isyarat suara tersebut dapat menggerakkan membran penyuar.

### 2.2.8. Sumber Tegangan

Sumber tegangan merupakan bagian yang memberikan daya listrik kepada bagian – bagian penerima *FM*. Tanpa adanya tenaga listrik maka bagian – bagian pada penerima *FM* tidak dapat bekerja. Sumber listrik yang digunakan merupakan sumber tegangan *DC*.

## 3. Perancangan Untai Pemancar dan Penerima *FM*

Sistem yang digunakan untuk merealisasikan piranti telah dijelaskan pada tulisan di atas, sedangkan pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan alat yang dilakukan untuk merealisasikan sistem piranti pemancar dan penerima *FM*.

### 3.1. Pemancar *FM*

Dalam mengirimkan informasi jarak jauh diperlukan pemancar. Pada piranti pemancar *FM* sederhana ini terdapat bagian – bagian yang akan dijelaskan sebagai berikut.

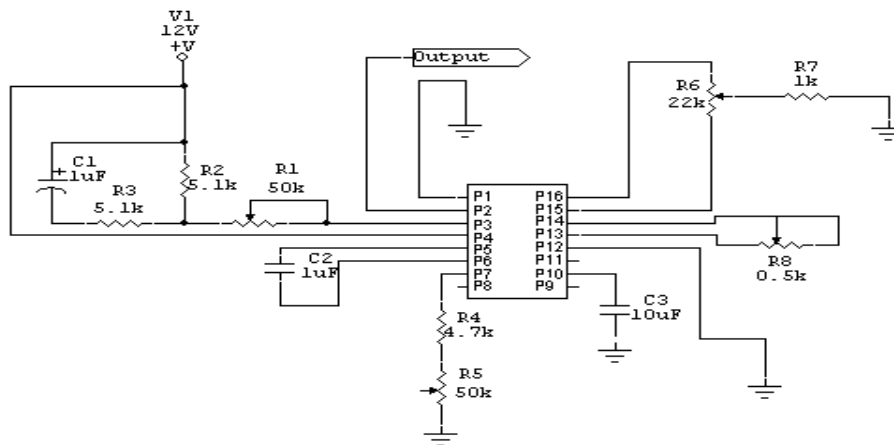
#### 3.1.1. Pembangkit Isyarat Informasi

Isyarat informasi pada piranti yang dirancang ini berupa isyarat sinusoidal. Perancangan pembangkit isyarat sinusoidal menggunakan *IC monolith function generator XR 20206* yang selain dapat membangkitkan isyarat sinusoidal juga dapat membangkitkan isyarat gelombang segitiga dan gergaji. *IC XR 2206* terdiri 16 *pin*, untuk mengatur frekwensi pembangkit isyarat sinus di tentukan oleh *pin* 5 dan 6 pada *IC XR 2206* dan nilai resistor *pin* 7 dan *ground*. Nilai frekwensi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$f = \frac{1}{2\pi.R.C} \quad (3)$$

- $f$  = frekwensi;
- $C$  = kapasitor pada *pin* 5 dan 6; dan
- $R$  = resistor yang terpasang pada *pin* 7.

Spesifikasi piranti yang dirancang menggunakan gelombang sinusoidal dengan frekwensi 10 KHz, yang direalisasikan dengan menetapkan nilai kapasitor yaitu 10nF. Dari hasil penghitungan didapat nilai resistor yaitu 15915,49Ω. Nilai resistor ini didapat dengan menggunakan *variable resistor*. Amplitudo pada keluaran sinusoidal diatur dengan mengubah – ubah nilai resistor *pin* 3. Untuk mengatur kesimetrisan gelombang sinusoidal pada keluaran, dilakukan dengan mengubah – ubah nilai resistor yang terpasang pada *pin* 15 dan 16. Bentuk gelombang diatur pada resistor *pin* 13 dan 14.



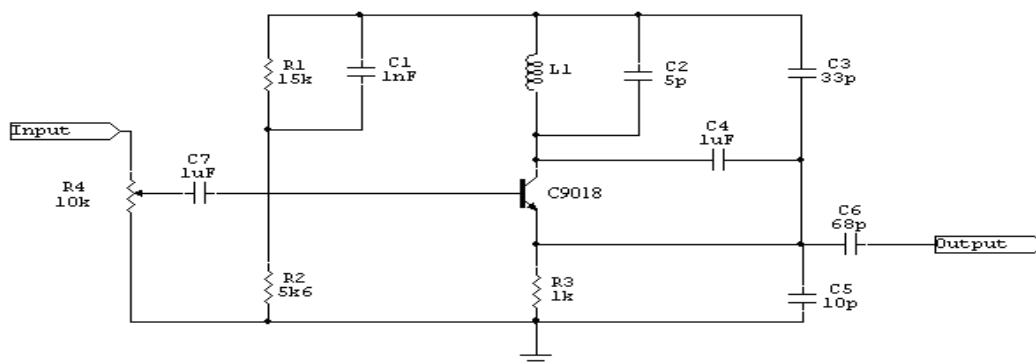
Gambar 3.1. Untai Pembangkit Isyarat Informasi

### 3.1.2. Modulator

Modulator untuk menumpangkan isyarat informasi ke dalam isyarat pembawa. Syarat mutlak yang harus dipenuhi agar proses modulasi dapat dilakukan yakni frekwensi isyarat pemodulasi harus lebih rendah daripada frekwensi isyarat pembawa. Perancangan ini menggunakan modulasi aras rendah dengan memodulasikan isyarat informasi di tingkat – tingkat awal penguat untai pemancar. Modulator *FM* ini menyatu dengan untai pemancar.

### 3.1.3. Osilator

Osilator merupakan bagian pemancar *FM* dimana isyarat pembawa dibangkitkan. Osilator sendiri pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu penguat dan untai umpan balik. Salah satu frekwensi yang dihasilkan tersebut akan menjangkitkan umpan balik dengan fase yang benar ( $0^0$ ). Sedangkan penguat akan menghasilkan isyarat keluaran yang telah dikuatkan beberapa kali. Osilator yang digunakan pada perancangan ini berupa osilator *LC colpitts*. Perancangan osilator menggunakan *VFO (Variable Frequency Oscillator)* yang merupakan modifikasi osilator *colpitts* yang dapat membangkitkan isyarat pembawa dengan frekwensi 88 MHz – 108 MHz. Dengan demikian dibutuhkan untai dengan komponen – komponen kapasitor dan induktor yang dapat beresilasi dari 88MHz – 108MHz.



Gambar 3.2. Untai Osilator

Penentu frekwensi yang dibangkitkan pada osilator ini adalah nilai L1 dan C2 yang memiliki hubungan matematis sebagai berikut.

$$f \cong \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4)$$

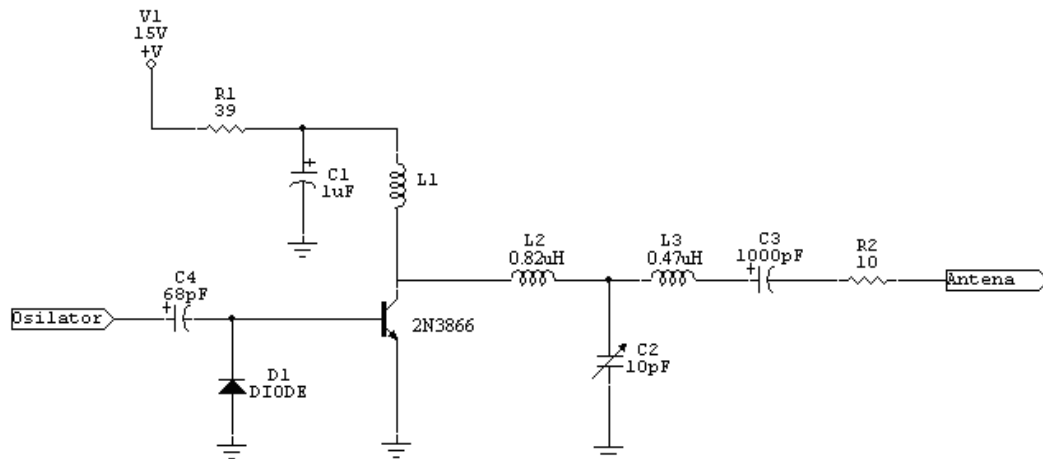
Nilai kapasitor C2 ditetapkan sebesar 5pF dan nilai induktor bisa diubah – ubah. Untuk mendapatkan nilai induktor yang dapat diubah – ubah digunakan koker dengan inti batang ferit 4 mm yang dililiti oleh kawat email dengan diameter 0,8mm. Inti ferit dapat diputar sehingga impedansi induktor berubah – ubah dan menghasilkan frekwensi pembawa yang diinginkan. Diameter koker dan jumlah lilitan kawat email sangat berpengaruh terhadap isyarat yang dibangkitkan. Nilai induktor dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3.2) dengan nilai kapasitor dan frekwensi pembawa yang diketahui.

#### 3.1.4. Penguat RF

Isyarat hasil pemodulasian perlu dikuatkan, sehingga diperlukan sebuah penguat RF. Penguat RF yang digunakan dalam perancangan ini adalah penguat RF kelas C dengan daya Output 1 Watt. Untai pada Gambar 3.3 mempunyai output 1 Watt dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_{o-maks} = \frac{V_{cc}^2}{2 \cdot z_c} \quad (5)$$

- $P_{o-maks}$  : daya keluaran maksimum (Watt)
- $V_{cc}$  : tegangan pada kolektor (V)
- $z_c$  : impedansi C1 dan L1



Gambar 3.3. Untai Penguat RF

Pulsa arus kolektor pada penguat kelas C yang mengalir kurang dari  $180^\circ$ . Jika pulsa arus sempit menggerakkan untai resonansi yang terdiri dari  $C_2$  dan  $L_1$ , akan dihasilkan gelombang sinus dari tegangan yang hampir sempurna. Untuk mendapatkan gelombang sinus dengan frekwensi dasar, frekwensi resonansi pada penguat RF harus sama dengan frekwensi dasar gelombang yang dipulsakan. Pada untai penguat RF ini menggunakan induktor berupa gulungan kawat email dengan nilai induktansi  $1\mu\text{H}$ .

### 3.1.5. Antena

Pada pemancar, antenna berfungsi sebagai peranti yang memancarkan gelombang elektromagnetik. Antena akan dapat bekerja efektif jika dimensi dari antenna sama dengan panjang isyarat yang hendak dipancarkan. Antena akan meradiasikan gelombang elektromagnetik secara maksimal jika panjang fisik antenna sebesar seperempat panjang gelombang ( $\frac{1}{4}\lambda$ ) elektromagnetik yang dipancarkan. Pada perancangan ini antenna yang digunakan adalah antenna vertikal.

### 3.1.6. Sumber Tegangan

Sumber tegangan merupakan bagian yang memberikan energi listrik kepada bagian – bagian pemancar FM. Tanpa adanya tenaga listrik maka bagian – bagian pada penerima FM tidak dapat bekerja. Sumber listrik yang digunakan merupakan sumber tegangan sebesar 12 VDC.

## 3.2. Penerima FM

Penerima FM terdiri dari antenna, penguat RF, pencampur, osilator, penguat IF, detektor, penguat audio dan penyuar. Pada beberapa bagian perancangan penerima ini digunakan penala FM yang banyak di pasaran.

### 3.2.1. Antena

Antena yang digunakan dalam perancangan ini adalah antenna teleskopik. Panjang antenna ini dapat diatur. Agar dapat bekerja maksimal antenna diatur panjangnya yaitu sebesar seperempat panjang gelombang.

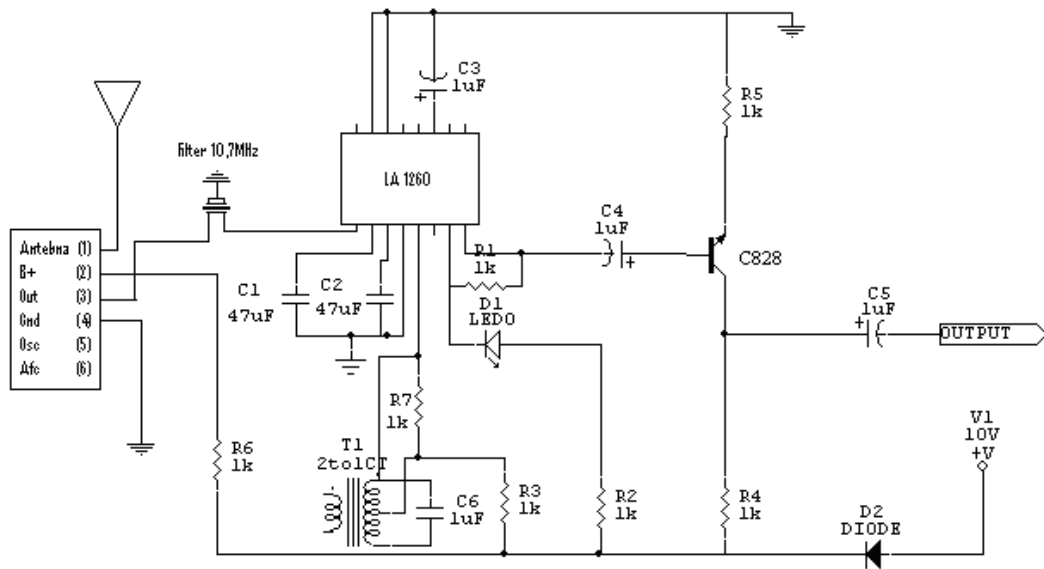


### 3.2.2. Penguat RF, Pencampur, Osilator, dan Penguat IF

Pada penerima FM ini digunakan penala FM yang didalamnya telah terdapat penguat RF, pencampur, osilator, dan penguat IF. Penala FM yang digunakan memiliki 6 pin. Pin pertama berfungsi sebagai masukan isyarat elektromagnetik yang ditangkap antenna. Pin kedua sebagai masukan tegangan penala FM. Untuk dapat bekerja, penala FM membutuhkan tegangan masukan sebesar 9-12 VDC. Pin ketiga berfungsi sebagai keluaran penguat IF. Penguat IF berupa sebuah komponen transformator berfungsi sebagai penguat frekwensi menengah yang pada penerima FM nilainya adalah 10,7 MHz. Transformator frekwensi dapat bekerja apabila frekwensi yang diterimanya sebesar 10,7 MHz. Pin keempat pada penala FM berfungsi sebagai ground. Pin kelima untuk keluaran osilator dan pin keenam untuk keluaran penguat.

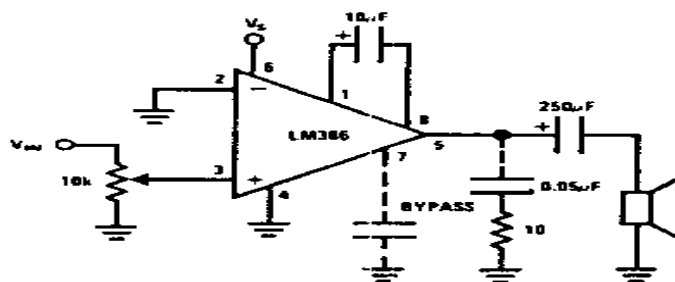
### 3.2.3. Detektor

Detektor berfungsi untuk memisahkan getaran frekwensi isyarat pembawa dan frekwensi isyarat informasi. Dalam perancangan detektor digunakan IC monolith LA 1260 yang terdiri dari 16 pin. Pin pertama sebagai masukan penguat IF yang terlebih dahulu ditapis pada tapis pada 10,7MHz. Pin kedua dan ketiga berfungsi sebagai bypass. Pin keempat merupakan ground dan pin 7 adalah keluaran yang dikuatkan oleh transistor C828. Piranti detektor pada penerima dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Untai Penerima FM

### 3.2.4. Penguat Audio



Gambar 3.5. Untai Penguat Audio

Penguat audio yang digunakan seperti pada Gambar 3.5, adalah penguat audio dengan IC LM 386 yang merupakan penguat daya audio bertegangan kecil. Dari *datasheet* komponen diketahui penguat audio ini dapat meningkatkan bati dari 20 sampai 200 kali dengan menambahkan komponen resistor atau kapasitor antara *pin* 1 dan 8.

### 3.2.5. Sumber Tegangan

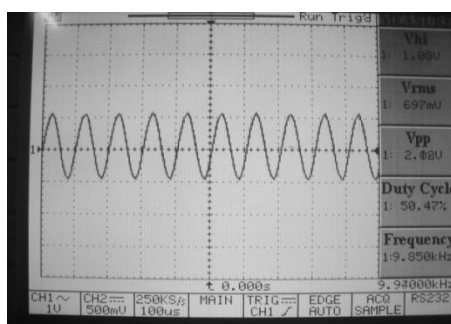
Sumber tegangan pada penerima FM merupakan bagian yang meberikan energi listrik kepada penerima FM. Sumber listrik yang digunakan merupakan sumber tegangan sebesar 9-12 VDC.

## 4. Pengujian Piranti

### 4.1. Pemancar FM

#### 4.1.1. Isyarat Pembangkit informasi

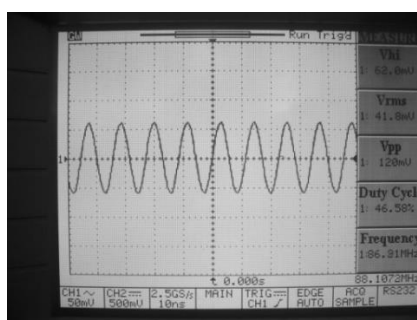
Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pembangkit isyarat sinus dapat membangkitkan isyarat sinus dengan frekwensi 10KHz dengan amplitudo 2Vpp.



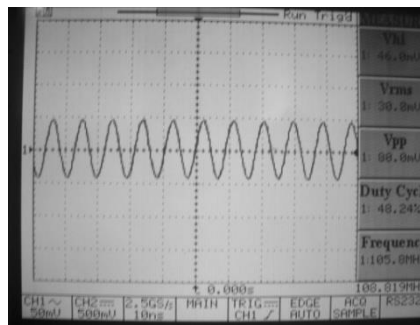
Gambar 4.1. Keluaran Pembangkit Isyarat Informasi

#### 4.1.2. Isyarat Keluaran Osilator

Pengujian osilator pada pemancar FM dilakukan dengan mengubah – ubah nilai induktansi induktor osilator. Perubahan nilai induktansi ini berpengaruh terhadap nilai frekwensi yang dihasilkan osilator. Induktor pada osilator berupa koker dengan inti ferit yang dililiti kawat email. Dari hasil penalaan osilator, didapat frekwensi yang dapat dihasilkan yaitu 88-108MHz. Isyarat sinus yang dihasilkan cukup baik dengan kisaran amplitudo 100mV seperti yang disajikan pada Gambar 4.2 dan 4.3.



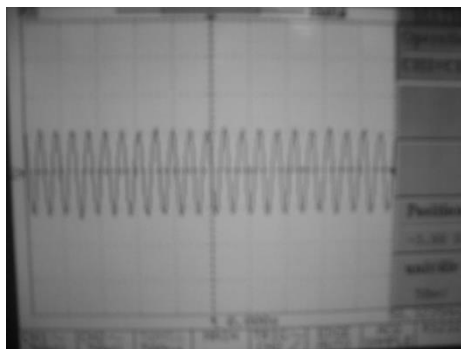
Gambar 4.2. Isyarat Osilator Frekwensi 88MHz



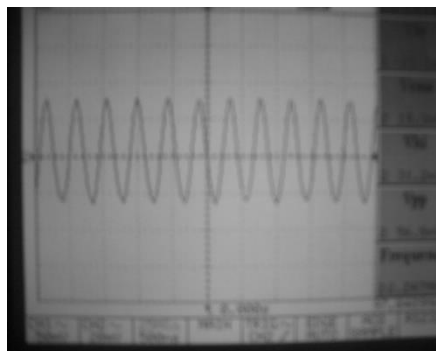
Gambar 4.3. Isyarat Osilator Frekwensi 108 MHz

#### 4.1.3. Isyarat Keluaran Modulator

Dalam pengukuran, modulator merupakan tempat isyarat informasi ditumpangkan pada isyarat pembawa. Pada pengukuran ditentukan frekwensi isyarat pembawa sebesar 100MHz dengan frekwensi isyarat informasi sebesar 10 KHz yang beramplitudo 2Vpp. Pada Gambar 4.4, rapat - renggang frekwensi osilasi yang menjadi ciri modulasi FM tidak begitu terlihat dengan jelas. Ini terjadi karena kurangnya sensitifitas dan ralat alat ukur pada frekwensi tinggi.



Gambar 4.4. Modulasi  $f_c$  100MHz & Amplitudo 100mV



Gambar 4.5. Isyarat Keluaran Penguat RF Pemancar

#### 4.1.4. Isyarat Penguat RF

Pengukuran dan pengujian penguat RF dilakukan menggunakan *spectrum analyzer* dan meter daya. Untuk membedakan isyarat keluaran modulator dan penguat RF digunakan *spectrum analyzer*. Untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh penguat RF digunakan meter daya yang dibebani *dummy load*. Pada hasil pengukuran penguat RF, amplitudo isyarat keluaran pada penguat RF jauh lebih besar dibanding dengan keluaran isyarat modulator karena adanya penguatan. Pada pengukuran menggunakan

meter daya, penguat *RF* dihubungkan dengan meter daya yang dibebani *dummy load*. Hasil pengukuran penguat *RF* disajikan pada Gambar 4.5. dan daya yang dihasilkan 0,8 Watt.

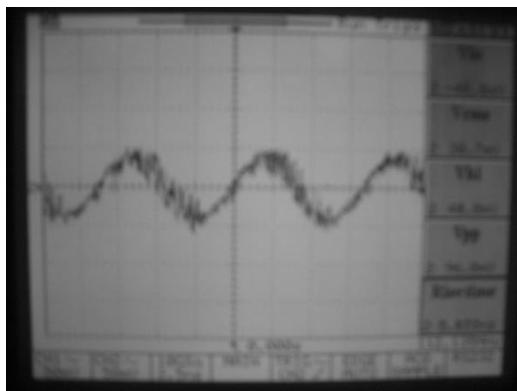
## 4.2. Penerima *FM*

### 4.2.1. Isyarat Keluaran Osilator Penerima

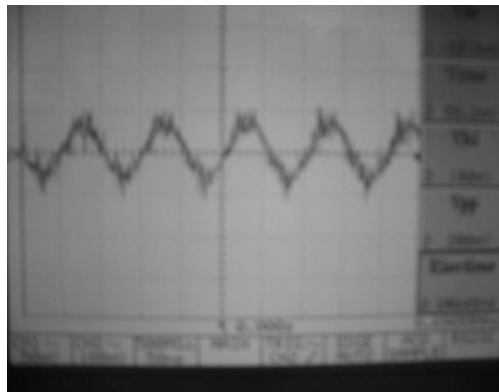
Isyarat pada osilator penerima pada Gambar 4.6 berfrekwensi 111,3 MHz dengan amplitudo 121mVpp. Osilator yang ada pada penala *FM* membangkitkan isyarat sinus dengan frekwensi 111,3 MHz. Secara teori osilator akan menghasilkan frekwensi  $f_o$  yang bila dicampur dengan frekwensi pembawa  $f_c$  pada pencampur akan menghasilkan frekwensi menengah (*intermediate-frequency, IF*). Jika frekwensi isyarat pembawa yang ditentukan 100 MHz dan frekwensi menengah pada *FM* lazimnya adalah 10,7 MHz, maka seharusnya osilator menghasilkan frekwensi 110,7 MHz tetapi pada kenyataan pada pengukuran meleset 0,6 MHz. Hal ini terjadi karena adanya ralat komponen dan ralat alat ukur.

### 4.2.2. Isyarat Keluaran Penguat *IF*

Gambar 4.7 menunjukkan keluaran *IF* penerima pada frekwensi 9,2MHz dengan amplitudo 260mVpp. Isyarat keluaran *IF* merupakan hasil pencampuran antara isyarat osilator lokal  $f_o$  pada *penala* dengan isyarat masukan  $f_c$ . Isyarat ini lazim disebut frekwensi-menengah. Karena perubahan penalaan di bagian penguat *RF* dibuat sama dengan perubahan frekwensi penalaan osilator lokal, maka hasil keluaran isyarat *IF* akan memiliki frekwensi yang tetap di sekitar 10,7 MHz. Dari hasil pengukuran keluaran *IF* penerima adalah 9,2 MHz sedikit berbeda dari teori yang seharusnya 10,7 MHz. Hal ini terjadi karena ralat alat ukur dan ralat komponen yang digunakan.



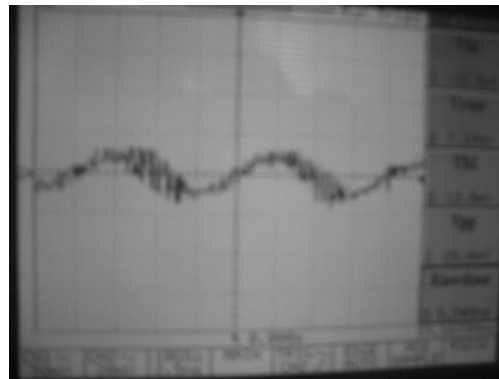
Gambar 4.6. Isyarat Keluaran Osilator Penerima



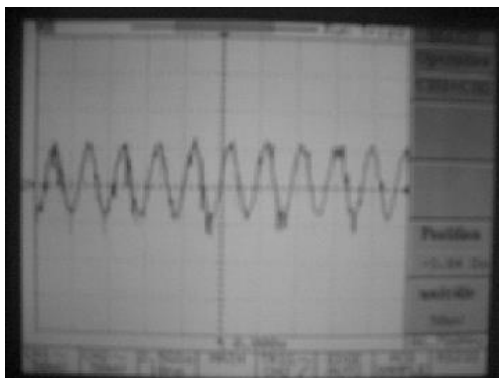
Gambar 4.7. Isyarat Keluaran Penguat *IF*

#### 4.2.3. Isyarat Keluaran Detektor

Detektor berfungsi untuk memisahkan isyarat pembawa dengan isyarat informasi. Pada tahap ini isyarat pembawa akan ditapis sehingga hanya tertinggal isyarat informasi. Isyarat keluaran detektor pada penerima *FM* disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Isyarat Keluaran Detektor



Gambar 4.9. Isyarat Keluaran Penguat Audio

#### 4.2.4. Isyarat Keluaran Penguat Audio.

Isyarat pada keluaran penguat audio merupakan penguatan amplitudo isyarat keluaran untai detektor. Pada penguat ini amplitudo isyarat informasi ( $f_m$ ) dikuatkan beberapa kali sehingga dapat menggerakkan membran penyuar. Pada Gambar 4.9, isyarat sinus yang dihasilkan tidak begitu sempurna. Tampak adanya derau yang terdengar sebagai desis jika penguat audio ini dihubungkan dengan penyuar.

## 5. Kesimpulan

1. *IC monolith function generator XR2206* dapat digunakan sebagai pembangkit gelombang sinus yang baik, stabil.
2. Osilator pada pemancar *FM*, dapat menghasilkan isyarat dengan frekwensi 88-108 MHz.
3. Penguat *RF* kelas C yang digunakan dapat memancarkan daya 0.8 Watt.
4. Pada pancaran isyarat pembawa 100MHz osilator penerima bekerja pada frekwensi 111,3 MHz
5. Derau pada penerima cukup besar, sehingga berpotensi mengganggu isyarat informasi.

## Daftar Pustaka

- [1] Malvino, Albert Paul, "*Prinsip – Prinsip Elektronik*", Edisi ke-2, Jakarta Erlangga, 1989
- [2] S., Wasito, "*Vademekum Elektronika*" Edisi ke-2, Jakarta Gramedia Pusataka Utama, 2001
- [3] Rappaport, Theodore. S, "*Wireless Communication System*" 2<sup>nd</sup> Edition, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 2002.