

## Pemancar FM – 1

FIRT RELEASE 1 MARCH 2001 (at <http://alds.stts.edu>)  
Update JULY 2001

REVISION & PDF AUGUST 8, 2005  
BY : DWI HARTANTO

dwi\_hartanto@telkom.net  
[www.geocities.com/my\\_aircom](http://www.geocities.com/my_aircom)

## Pemancar FM 12 Watt (Bagian I)

*Komunikasi pada dasarnya adalah pertukaran informasi antara dua tempat yang berjauhan. Informasi yang dimaksud disini adalah sinyal suara, percakapan atau musik.*

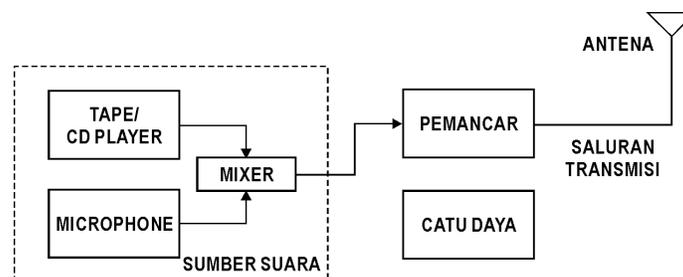
Sinyal suara tidak dapat langsung dipancarkan karena sinyal suara bukan gelombang elektromagnetik. Jika sinyal suara tersebut dirubah menjadi gelombang elektromagnetik sekalipun maka berapa panjang antena yang dibutuhkan. Untuk dapat mengirimkan sinyal suara dengan lebih mudah maka sinyal suara tersebut terlebih dahulu ditumpangkan pada sinyal radio dengan frekuensi yang lebih tinggi dari sinyal suara tersebut.

Metode untuk menumpangkan sinyal suara pada sinyal radio disebut modulasi. Modulasi yang sering dipakai adalah modulasi amplitudo (AM – Amplitude Modulation), modulasi frekuensi (FM – Frequency Modulation) dan modulasi fasa (PM – Phase Modulation). Metode modulasi lain adalah kombinasi dari tiga metode modulasi ini.

Penggunaan frekuensi untuk keperluan eksperimen berbeda-beda pada tiap negara. Di Kanada dan Jepang misalnya, pemancar FM bisa mendapatkan izin dengan syarat daya pemancar yang digunakan sangat kecil. Di Amerika Serikat pemancar FM tanpa izin diperbolehkan dengan syarat kuat sinyal yang dihasilkan kurang dari 250uV terukur 3 meter dari antena. Dengan syarat ini akan didapatkan radius jangkauan  $\pm 100$  meter. Lain halnya di India, pemancaran tanpa ijin adalah hal yang ilegal. Di Indonesia sendiri, penggunaan frekuensi tanpa izin masih ditolerir untuk pemancar SW.

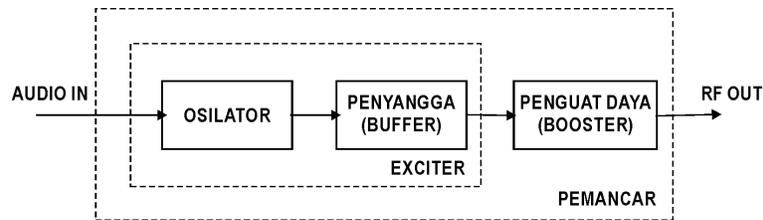
Dengan mengabaikan masalah perizinan, eksperimen dengan pemancar FM selain dapat menambah ilmu dan pengalaman bisa menjadi kesenangan tersendiri untuk para pecinta elektronika.

Sistem pemancar FM secara umum terdiri dari bagian-bagian seperti Gambar 1



**Gambar 1**  
**Diagram blok sistem pemancar FM**

Sumber suara yang dapat digunakan bermacam-macam. Tape, CD-player, mp3-player, microphone bahkan radio juga dapat dipakai. Segala jenis catu daya juga dapat dipakai pada sistem pemancar FM asalkan catu daya tersebut bisa menghasilkan tegangan yang sesuai dan arus yang cukup. Bagian yang penting dari sistem pemancar FM adalah antena, saluran transmisi dan pemancar itu sendiri. Pemancar FM secara umum terdiri dari blok-blok bagian seperti gambar 2



**Gambar 2**  
**Diagram blok pemancar FM**

## Osilator

Inti dari sebuah pemancar adalah osilator. Untuk dapat membangun sistem komunikasi yang baik harus dimulai dengan osilator yang dapat bekerja dengan sempurna. Pada sistem komunikasi, osilator menghasilkan gelombang sinus yang dipakai sebagai sinyal pembawa. Sinyal informasi kemudian ditumpangkan pada sinyal pembawa dengan proses modulasi.

Osilator dengan frekuensi yang bisa dirubah disebut VFO (Variable Frequency Oscillator). VFO memiliki kelebihan pada deviasi frekuensinya yang lebar. Untuk menghasilkan frekuensi 88MHz – 108MHz dapat dipakai VFO. Karena pada VFO dipakai induktor dan kapasitor sebagai penentu frekuensinya maka kestabilan VFO sangat tergantung dari kestabilan nilai induktor dan kapasitor. Komponen-komponen pada VFO yang mudah terpengaruh oleh suhu menyebabkan VFO mempunyai kestabilan yang rendah.

VFO yang frekuensinya bisa berubah karena diberi besaran tegangan tertentu pada inputnya disebut sebagai VCO (Voltage Controlled Oscillator). VCO paling banyak dipakai pada rangkaian osilator FM karena sinyal suara langsung dapat dimasukkan pada input VCO. Osilator jenis lain memakai crystal sebagai komponen penentu frekuensinya. Osilator crystal memiliki kestabilan frekuensi yang sangat tinggi. Kestabilan yang sangat tinggi ini membuat osilator crystal menjadi sulit untuk diterapkan pada metode modulasi frekuensi.

Kestabilan frekuensi dari osilator crystal dapat digabungkan dengan deviasi frekuensi VFO yang lebar dengan menerapkan osilator yang terkontrol dengan PLL. Pada osilator terkontrol PLL, osilator crystal dipakai sebagai penghasil frekuensi referensi. Dengan demikian akan didapatkan frekuensi referensi yang sangat stabil. Sedangkan VFO dipakai pada osilator yang sebenarnya.

## Penyangga

Semua jenis osilator membutuhkan penyangga. Penyangga berfungsi untuk menstabilkan frekuensi dan/atau amplitudo osilator akibat dari pembebanan tingkat selanjutnya. Biasanya penyangga terdiri dari 1 atau 2 tingkat penguat transistor yang dibias sebagai kelas A.

Dengan penguat kelas A akan didapatkan penguatan dan linearitas yang tinggi meskipun demikian penguat kelas A memiliki efisiensi yang paling rendah dibandingkan kelas yang lain. Osilator yang dilengkapi dengan penyangga biasanya disebut sebagai exciter. Dan exciter sebenarnya sudah bisa dipakai sebagai pemancar FM dengan daya yang relatif kecil.

## Penguat Daya

Sinyal yang didapat dari exciter masih relatif lemah. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar dibutuhkan penguat daya frekuensi radio. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan pada penguat daya frekuensi radio adalah :

- Bandwidth dan faktor kualitas  
Tiap kanal dari pemancar FM stereo membutuhkan bandwidth 75kHz. Sedangkan bandwidth frekuensi kerja radio FM adalah 20MHz. Frekuensi kerja dari rangkaian (f) dibandingkan dengan bandwidthnya (Bw) dapat dinyatakan dengan faktor kualitas (Q).

$$Q = f / Bw$$

Rangkaian penguat dengan faktor kualitas yang sangat tinggi sulit sekali dibuat dan rangkaian cenderung beresilasi. Contoh dari penguat dengan faktor kualitas tinggi dan memang didesain agar beresilasi adalah osilator.

Biasanya penentuan faktor kualitas penguat didapatkan dari frekuensi tengah dari frekuensi kerja dibandingkan dengan bandwidth. Sebagai contoh diinginkan penguat yang bekerja pada frekuensi 88MHz sampai 108MHz. Berarti frekuensi tengahnya adalah 100MHz. Sedangkan bandwidthnya adalah 20MHz. Dengan demikian dibutuhkan penguat dengan faktor kualitas

$$Q = 100\text{MHz} / 20\text{MHz} = 5$$

Dengan faktor kualitas penguat yang makin rendah memang akan didapatkan daya keluaran yang lebih kecil tetapi akan didapatkan kemudahan pada penalaan.

- Penguatan tiap tingkat dan daya input output tiap tingkat  
Transistor dengan daya keluaran besar biasanya membutuhkan daya masukan yang besar pula. Karena itu penguat dengan daya keluaran besar biasanya dibuat beberapa tingkat agar didapatkan daya yang cukup untuk menggerakkan transistor tingkat akhir. Tiap transistor mempunyai penguatan. Untuk transistor dengan daya keluaran yang kecil biasanya mempunyai penguatan yang besar. Sebaliknya untuk transistor dengan daya keluaran yang besar penguatannya justru mengecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penguatan dan daya keluaran adalah hal yang saling bertolak belakang.
- Impedansi input dan output tiap tingkat  
Pada penguat daya frekuensi radio impedansi sumber dan impedansi beban tiap tingkat harus sama. Dengan demikian semua daya yang dihasilkan sumber akan diserap seluruhnya oleh beban (terjadi transfer daya maksimal). Keadaan dimana terjadi kesamaan impedansi dinamakan keadaan match. Jika impedansi yang ada belum sama maka impedansi tersebut harus disamakan dengan matching network.
- Linearitas dan Effisiensi  
Linearitas dan effisiensi adalah hal yang bertolak belakang. Dengan linearitas penguat yang tinggi akan didapatkan effisiensi yang rendah. Dan dengan linearitas penguat yan rendah akan didapatkan effisiensi yang tinggi.  
Pada pemancar FM, linearitas dari sinyal tidak begitu berpengaruh karena informasi dari sinyal FM ada frekuensinya. Lain dengan pemancar AM yang memerlukan linearitas sinyal yang tinggi karena informasi dari sinyal AM terletak pada amplitudonya.  
Untuk pemancar FM penguat transistor yang dibias sebagai kelas C bisa menjadi pilihan. Pada penguat kelas C, transistor tidak dibias sama sekali sehingga transistor akan menghantar hanya pada saat ada separuh gelombang positif pada basisnya (transistor NPN). Walaupun demikian keluaran penguat kelas C masih dapat menghasilkan gelombang sinus yang utuh karena adanya induktor pada kolektor akan menghasilkan setengah gelombang.

## Saluran transmisi

Daya yang dihasilkan oleh pemancar akan diradiasikan oleh antena. Saluran transmisi adalah bagian yang menghantarkan daya yang dihasilkan pemancar ke antena. Sebagai bagian yang menghantarkan daya, saluran transmisi yang ideal tidak akan mengurangi daya yang dihantarkannya dan juga tidak meradiasikan daya yang menjadi tugas antena.

Pada kenyataannya, saluran transmisi juga mengurangi daya yang disalurkan. Daya yang berkurang berubah menjadi panas dan sebagian kecil diradiasikan. Agar transfer daya terjadi secara maksimal maka saluran transmisi juga harus mempunyai impedansi karakteristik yang sama dengan sumber dan beban. Impedansi karakteristik saluran transmisi yang umum adalah  $300\Omega$  (kabel pita pada TV hitam putih),  $75\Omega$  (kabel coaxial pada TV berwarna) dan  $50\Omega$  (kabel coaxial pada peralatan radio amatir).

## Antena

Antena adalah bagian yang paling penting dari sistem pemancar. Antena berfungsi sebagai alat yang dapat meradiasikan gelombang radio. Sebagai bagian dari sistem penerima, antena berfungsi sebagai bagian yang dapat menangkap radiasi gelombang radio. Antena yang ideal akan meradiasikan gelombang radio ke segala arah. Antena yang ideal disebut sebagai antena isotropis. Sebagai gambaran, jika antena isotropis diletakkan pada titik pusat dari bola maka antena isotropis akan mengisi semua ruang yang ada pada bola tersebut dengan radiasi gelombang radio. Beberapa parameter-parameter pada antena adalah :

- Polarisasi  
Polarisasi dibedakan menjadi polarisasi vertikal dan polarisasi horizontal. Sebagai gambaran yang sederhana sebuah antena dapat dikatakan mempunyai polarisasi vertikal jika antena tersebut diletakkan pada posisi vertikal terhadap bumi. Antena dengan polarisasi vertikal akan menghasilkan gelombang radio dengan polarisasi vertikal juga. Untuk dapat menangkap gelombang radio yang mempunyai polarisasi vertikal pada penerima radio juga dibutuhkan antena dengan polarisasi yang sama.
- Penguatan antena  
Antena adalah komponen yang pasif. Secara harafiah antena tidak mungkin menguatkan sinyal yang diberikan kepadanya. Penguatan pada antena sebenarnya adalah seberapa banyak antena tersebut meradiasikan gelombang radio ke arah yang diinginkan. Sebagai referensi dipakai antena isotropi dengan penguatan 0 dB.
- Pengarahan  
Antena dibedakan menjadi Omnidirectional (segala arah) dan Bidirectional (dua arah). Antena omnidirectional dapat dikatakan meradiasikan gelombang radio yang sama kuat ke segala arah.

**Dwi Hartanto**