

## Perancangan *Trainer Komunikasi Receiver Frequency Modulation* sebagai Media Pembelajaran Teknik Elektro

Diana Rahmawati<sup>1\*</sup>, Achmad Ubaidillah<sup>1</sup>, dan Ardian Wahyuni<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura

Jl Raya Telang No 02 Kamal Bangkalan Madura 69162 Jawa Timur

\*[diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id](mailto:diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.7999>

### ABSTRACT

*On a Frequency Modulation (FM) receiver there is an interference caused which is usually due to the distance and strong signal from the FM transmitter carried to the FM receiver device. The system used PLL (Phase Locked Loop) system on the oscillator. An oscillator is an electronic device that produces a voltage signal output. The use of oscillators as the carrier of the signal and the message signal produces waves with a certain frequency value, and has a frequency shift of 56,25KHz. The output of the FM receiver is a signal containing of the FM transmitter in the 88MHz-108MHz range. The signals received from the transmitter are short audio and sine signals, so they can be analyzed based on their waves in oscilloscopes and matlab experiments. In this trainer, there are tuners, IF amplifier, multiplexer demodulator, and digital counter frequency. The IC used is LA1260, LA3361, LB3500, LC7265. The result of making an FM receiver trainer get a satisfaction value of the practical test 80,12% based on aspects of media appearance, technical quality and usefulness. A device designed for UTM Electrical Engineering students as a trainer in FM telecommunications system learning medium practiced in the UTM Department of Electrical Engineering*

**Keywords :** demodulator, receiver, FM, trainer, IC

### PENDAHULUAN

Penyampaian informasi dengan jarak yang amat jauh membutuhkan suatu alat atau perangkat komunikasi yang berupa pesawat radio (Noersasongko, 1997). Pesawat radio merupakan salah satu jenis media dari bermacam-macam media dalam menyampaikan informasi. Sinyal informasi yang dipancarkan merupakan sinyal yang diubah terlebih dahulu sinyalnya ke dalam bentuk sinyal-sinyal listrik (modulasi) yang kemudian dikirim ke tempat-tempat yang jauh melalui saluran transmisi. Pemancar ini disebut dengan *transmitter*, sedangkan yang menerima sinyal informasi yang dipancarkan adalah *receiver*. Informasi elektrik yang diubah ke sinyal informasi asli disebut dengan isyarat demodulasi, yaitu dikembalikan ke sinyal informasi semula (Isyanto & Waloya, 2017).

Modulasi frekuensi merupakan frekuensi gelombang pembawa yang diubah oleh sinyal informasi sedangkan amplitudonya tetap (Murtianta, 2017). Dengan kinerjanya yang selektivitas dan sensitivitas perlu dicoba untuk

membuat alat yang berhubungan dengan penerima FM (*Frequency Modulation*). Menurut (Roeden, 2015), analog FM radio *stereo system*, memiliki saluran kiri (L) dan saluran kanan (R) dari sinyal audio yang disampaikan. Sehingga diperoleh sinyal (L + R) dan (L-R) yang beroperasi dalam kisaran saluran antara 87,5 hingga 108 MHz. Saluran L-R dibisukan ketika kondisi penerimaan menjadi terlalu berisik. Ketika sinyal L-R rendah, harus memilih menerima kebisingan dan output stereo nyata, atau penerima menjadi Mono.

Pada penelitian selanjutnya oleh Ashari dan Setiawan (2018) menerangkan bahwa *Phase Lock Loop* (PLL) sangat berperan penting pada *receiver* FM, sistem kerjanya yang membandingkan sinyal informasi dengan sinyal referensi yang kemudian dikontrol dengan pendeteksi fasa yang membutuhkan kestabilan frekuensi sehingga digunakan osilator Kristal. PLL juga dapat mengembalikan sinyal frekuensi yang termodulasi

### Cite this as:

Rahmawati, D., Ubaidillah, A & Wahyuni, A. (2021). Perancangan *Trainer Komunikasi Receiver Frequency Modulation* sebagai Media Pembelajaran Teknik Elektro. *Rekayasa 14 (1)*. 26-31 doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.7999>

© 2021 Diana Rahmawati, Achmad Ubaidillah, Ardian Wahyuni

### Article History:

**Received:** July, 7<sup>th</sup> 2020; **Accepted:** February, 15<sup>th</sup> 2021

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

menjadi sinyal frekuensi asli, dalam kata lain adalah demodulasi (Ashari & Setiawan, 2018).

Kinerja audio stereo encoder berfungsi dalam hal mengurangi adanya *noise* sehingga nilai sinyal pembawa atau yang disebut dengan sinyal *carrier* memiliki nilai yang akurat (Ashari & Suryani, 2015). Selanjutnya Prabowo (2017) membuat *trainer receiver* FM sederhana yang pengukuran analisisnya menggunakan osiloskop dengan percobaan terhadap beberapa *test point* sesuai dengan blok diagram *receiver* FM. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah alat berupa telekomunikasi FM sederhana sebagai perangkat yang dapat membantu mahasiswa Teknik Elektro UTM. Alat ini digunakan sebagai Media Pembelajaran Praktikum FM untuk Jurusan S1 Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Percobaan *trainer receiver* FM dilakukan di kampus Universitas Trunojoyo Madura khususnya di dalam ruangan Lab Elektro Lt.4 dan diluar ruangan Lab. Percobaan ini dilakukan dengan jarak 2 meter, 5 meter dan 15 meter pada waktu siang hari dalam kurun waktu bulan Desember 2019 sampai Januari 2020.

### Hardware Trainer

Sistem yang dibuat pada penelitian ini merupakan sistem yang dapat membantu para praktikan atau pengguna lainnya dalam hal uji coba *receiver* FM. Pada rangkaian *receiver* FM menggunakan IC LA1260 dan ICLA3361. Berikut adalah perangkat keras dari rangkaian *receiver* FM, ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini. Sehingga untuk mengetahui frekuensi yang dituning dibutuhkan *counter frequency digital*. Perangkat keras dari rangkaian *counter frequency digital*, ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 1. Hardware Rangkaian Receiver FM



Gambar 2. Hardware Rangkaian Counter Frequency Digital

Pada trainer ini menggunakan ring ukuran 0,5 inch sebanyak 4 pasang, *banana plug female* 3 pasang, 2 led (led merah dan led kuning), *jack stereo* dan engsel. Berikut ini adalah foto tampilan dari *trainer receiver* FM yang dibuat dengan tampak dari atas.

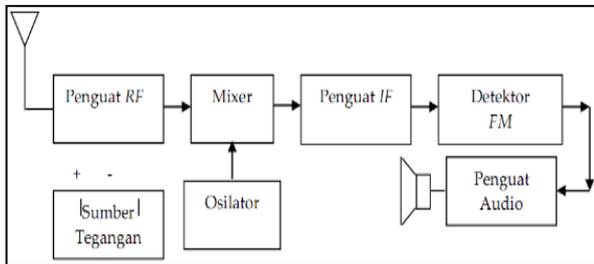


Gambar 3. Tampak Atas Trainer

Terdapat 3 tes poin yang telah ditandai dengan “TP.1, TP.2, dan TP.3”. Tes poin 0 sebagai inputan sinyal paling awal sebelum melalui proses-proses selanjutnya. Tes poin terdapat 2 bagian warna, yang merah (+), dan yang hitam (*ground*). Indikator yang berwarna kuning (sinyal RF yang tertangkap). Indikator merah (sinyal IF sangat kuat), biasanya berirama dengan suaranya.

**Penerima FM**

Penerima FM digunakan untuk menerima sinyal, memperkuat dan terdiri dari ujung depan RF/IF yang mengubah sinyal stereo RF FM menjadi sinyal stereo IF FM lalu dikolaborasi dengan demodulator stereo untuk demodulasi sinyal FM (Sudjendro, 2016).



Gambar 4. Bagan Penerima FM

Osiloskop merupakan suatu alat pengukur elektronika yang berfungsi memproyeksikan bentuk sinyal listrik berupa gambar gelombang sinyal/getaran. Sehingga tampilan gelombang sinyal yang diperoleh dapat di analisa berdasarkan sumbu x dan y (tampilan 2 dimensi) (Equipment, n.d.). Pengukurannya menggunakan alat bantu berupa osiloskop, osiloskop ini dengan merk ATEN tipe ADS1102CAL<sup>+</sup>.



Gambar 5. Osiloskop ADS1102CAL+

Dalam pengukurannya, tegangan pada osiloskop dapat dilakukan dengan menghitung jumlah div pada sumbu vertikal dikali dengan volt/div yang digunakan (Ramadhani, 2019).

$$V_{pp} = \text{div vertikal} \times \text{volt/div} \dots\dots\dots(1)$$

$V_{pp}$  : tegangan *peak to peak* (volt)  
 div vertical : div pada skala vertikal  
 volt/div : skala volt/div yang digunakan

**Power Supply**

Bagian yang memberikan energi pada setiap piranti inilah yang merupakan sumber tegangan dengan menggunakan *power supply* sebesar 12V DC dengan arus 2A.

**Phase Lock Loop (PLL)**

PLL adalah sistem kendali umpan balik loop tertutup dengan sinyal umpan balik suatu tegangan yang dihasilkan dari perbedaan fasa dua frekuensi. Sistem PLL merupakan sistem umpan balik yang mana sinyal *output*/keluaran dikunci dengan sinyal *input*/masukan (Anonim, 2015). Pada rangkaian PLL menggunakan pembagi frekuensi dengan *system Biner Code Digital* (BCD). IC yang digunakan sama seperti IC *Counter Frequency Digital*, yaitu IC LB3500 sebagai *prescaler*(1/8) dan IC LC7265 yang terdapat 4 *seven segmen* sebagai *performance* (tampilan). Dikarenakan Kristal yang digunakan adalah 7,2MHz, maka untuk menghitung frekuensi referensi dibutuhkan rumus berikut ini (Ashari & Setiawan, 2018):

$$F_{ref} = \frac{N_{kristal}}{Q} \dots\dots\dots (5)$$

$F_{ref}$  : Frekuensi Refrensi (Hz)  
 $N_{kristal}$  : Nilai Kristal  
 $Q$  :  $2^{10}$ (1024)

Untuk menghitung step frekuensi dengan rumus berikut (Ashari & Setiawan, 2018).

$$F_{step} = \frac{F_{ref}}{Prescaler} \dots\dots\dots (6)$$

$F_{step}$  : Step Frekuensi (nilai frekuensi yang dapat bergeser)

*Prescaler*: (1/8)

Untuk menentukan nilai kode biner, dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$X_{div} = \frac{\text{frekuensi}}{F_{ref}} \times \text{Prescaler} \dots\dots\dots (7)$$

$X_{div}$  : Nilai biner  
 Frekuensi : Frekuensi yang ingin ditampilkan (Hz)  
 $F_{ref}$  : Frekuensi Refrensi (Hz)  
*Prescaler* : (1/8)

Nilai dari biner tadi akan dikonfigurasi kembali melalui sistem BCD, yaitu Biner Code Digital.

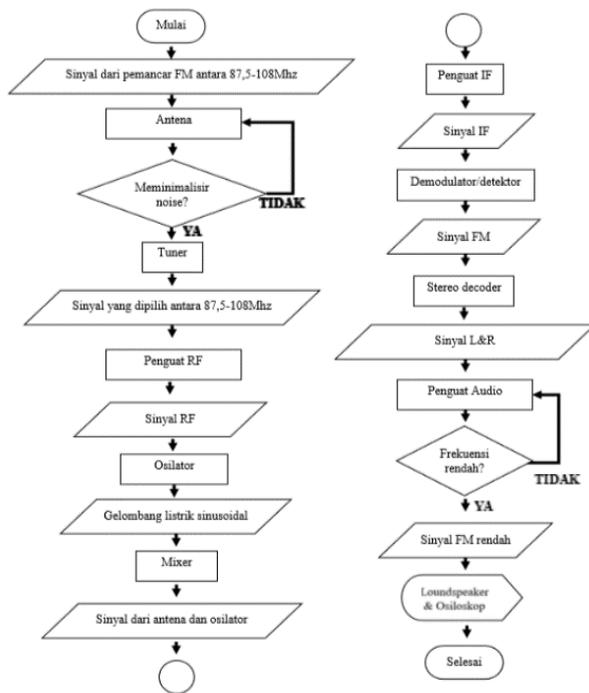
$$A3 B3 = A2B2C2D2 = A1B1C1D1 = A0B0C0D0$$

$$1 \ 2 = 1 \ 2 \ 4 \ 8 = 1 \ 2 \ 4 \ 8 = 1 \ 2 \ 4 \ 8$$

Untuk mengaktifkan led pada *seven segmen*, biner tersebut akan ada yang bernilai 1 (*on*) dan 0 (*off*) (Ashari & Setiawan, 2018).

**Flowchart system**

Pada bagian ini, dibuat suatu flowchart dalam memahami perancangan trainer dan cara kerjanya dengan ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Flow Chart System

Berdasarkan *flowhart system* di atas yang merupakan *flowchart system* dari *receiver FM*, dapat dijelaskan bahwa *trainer receiver FM* menerima sinyal FM dari pemancar FM yang kuat sinyalnya untuk ditangkap. Kemudian menangkap sinyal FM dengan kisaran 87,5MHz-108MHz oleh antenna *receiver FM*, serta berfungsi untuk meminimalisir noise. Kemudian sinyal tersebut dapat dipilih berdasarkan *tuning*, *men-tuning* dari 87,5MHz-108MHz.

Setelah terpilih sinyal yang diinginkan melalui tahap penguat RF (radio frekuensi), karena sinyal yang dipancarkan melewati *spectrum* udara sehingga masih terdapat sinyal pembawa atau sinyal *carrier*. *Output* penguat RF adalah sinyal RF, lalu ke proses *mixer*, dengan sinyal keluaran osilator 10,7MHz. Sehingga menghasilkan sinyal keluaran sinyal antara (IF), lalu diproses penguat IF.

Sinyal IF akan melalui *demodulator/detektor*, mengembalikan ke dalam bentuk sinyal FM semula yang telah termodulasi saat dipancarkan dan menghasilkan sinyal informasi sinyal FM. Kemudian ke proses *decoder* yaitu memecahkan sinyal informasi ke dalam bentuk L (*left*) dan R (*right*) lalu ke proses *decoder stereo*, dan *speaker* untuk mengetahui suara yang dihasilkan, serta bentuk gelombang sinyalnya dapat dilihat di osiloskop.

## HASIL DAN PEMBAHASAN Frekuensi yang Ditangkap

Frekuensi yang ditangkap oleh trainer penerima FM dapat ditunjukkan pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Tampilan Nilai Frekuensi  
Menghitung frekuensi referensi:

$$f_{ref} = \frac{N_{kristal}}{Q} = \frac{7200}{1024} = 7,031\text{KHz}$$

Untuk menghitung step frekuensi dengan rumus berikut.

$$f_{ref} = \frac{f_{ref} \text{ (Hz)}}{\text{Prescaler}} = \frac{7.031}{1} = 56,25\text{KHz}$$

Jadi, frekuensi yang selalu bergeser sebesar 56,25KHz. Untuk menentukan nilai kode biner, dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$X_{div} = \frac{\text{frekuensi(Hz)}}{f_{ref} \text{ (Hz)}} \times \text{Prescaler} = \frac{88600000}{7031} \times \frac{1}{8} = 1778$$

Nilai dari biner diatas akan dikonfigurasi kembali melalui sistem BCD, yaitu *Biner Code Digital*:

$$\begin{matrix} 1 & 7 & 7 & 8 \\ A3B3 = A2B2C2D2 = A1B1C1D1 = A0B0C0D0 \\ 1\ 2 = 1\ 2\ 4\ 8 = 1\ 2\ 4\ 8 = 1\ 2\ 4\ 8 \\ (1\ 0) \quad (1\ 1\ 1\ 0) \quad (1\ 1\ 1\ 0) \quad (0\ 0\ 0\ 1) \end{matrix}$$

Jadi *code biner* yang digunakan untuk menampilkan frekuensi 88,6MHz yaitu (10 1110 1110 0001).

### Pengujian 3 Jarak

Berdasarkan pengujian dengan jarak 2 meter, 5 meter dan 15 meter dapat direkapitulasi ke dalam bentuk tabel sesuai dengan kategori pengukuran. Dari data 3 pengujian jarak yang telah dilakukan, didapatkan hipotesa bahwa naik turunnya tegangan *peak to peak* dikarenakan adanya noise yang tidak dapat dikendalikan dan ditebak. *Noise* tersebut bisa terjadi karena panasnya alat yang

digunakan, kondisi sekitar ruangan misalnya ada berbagai handphone atau komputer yang dapat memantulkan *noise* sehingga *noise* yang dihasilkan sangat banyak, serta sifat sinyal sangat sensitif terhadap *noise* (Sehlstrom, 2015). Kemungkinan pula, perbedaan amplitude/volume yang diset sebelum dipancarkan kurang tajam sehingga saat sinyal diterima perbedaan tegangan *peak to peak* nya kurang tajam.

Tabel 1. Vpp terhadap Hasil Uji Jarak 2 Meter

No.	Kategori	Volume	TP.0	TP.1	TP.2	TP.3
1		Rendah	136 mv	168 mv	336 mv	88 mv
2	Audio Pendek	Sedang	136 mv	164 mv	148 mv	148 mv
3		Tinggi	232 mv	720 mv	812 mv	740 mv
4		Rendah	384 mv	720 mv	740 mv	516 mv
5	Sinyal Sinus	Sedang	536 mv	640 mv	246 mv	56 mv
6		Tinggi	360 mv	640 mv	688 mv	194 mv

Tabel 2. Vpp terhadap Hasil Uji Jarak 5 Meter

No.	Kategori	Volume	TP.0	TP.1	TP.2	TP.3
1		Rendah	360 mv	380 mv	258 mv	34 mv
2	Audio Pendek	Sedang	360 mv	780 mv	112 mv	192 mv
3		Tinggi	328 mv	224 mv	156 mv	264 mv
4		Rendah	328 mv	1.46 v	520 mv	640 mv
5	Sinyal Sinus	Sedang	304 mv	760 mv	184 mv	4800 mv
6		Tinggi	312 mv	1.48 v	184 mv	152 mv

Tabel 3. Vpp terhadap Hasil Uji Jarak 15 Meter

No.	Kategori	Volume	TP.0	TP.1	TP.2	TP.3
1		Rendah	192 mv	728 mv	680 mv	584 mv
2	Audio Pendek	Sedang	360 mv	660 mv	1.06 v	180 mv
3		Tinggi	376 mv	272 mv	1.1 v	520 mv
4		Rendah	264 mv	240 mv	1.06 v	532 mv
5	Sinyal Sinus	Sedang	220 mv	780 mv	1 v	336 mv
6		Tinggi	184 mv	376 mv	880 mv	248 mv

Berdasarkan data Tabel 2,3 dan 4 yang terlampir hasil uji coba *trainer receiver* FM berdasarkan berbagai jarak dalam kategori tegangan *peak to peak*, terdapat tes poin yang diamati dimisalkan pada kondisi volume rendah sinyal audio pendek dihasilkan data berikut. Pertama kali sinyal itu

diterima (tes poin 0) mengalami kenaikan setelah melewati penguat RF (radio frekuensi), dikarenakan sinyal yang diterima telah dikuatkan di tes poin 1. Kemudian saat melalui *mixer* (tes poin 2), tegangannya berkurang dan mengalami penurunan tegangan kembali setelah melewati proses demodulasi ke *decoding* (tes poin 3). Dan seharusnya pula, semakin amplitude dinaikkan, nilai Vpp juga naik. Berdasarkan data diatas, dapat dianalisa bahwa hal ini dikarenakan adanya noise yang tidak bisa dikendalikan dan ditebak, serta perbedaan amplitude/volumenya kurang tajam/ekstrim.

Pada pengujian Matlab berdasarkan 2 macam jenis sinyal inputan yang digunakan, dihasilkan bentuk sinyal sebagai berikut



Gambar 8. Percobaan Matlab

Pada gambar tampilan sinyal dengan menggunakan matlab berurutan dari atas ke bawah adalah sinyal informasi, sinyal modulasi dan sinyal demodulasi.

## KESIMPULAN

1. Cara kerja sistem telekomunikasi pada trainer receiver FM yaitu bekerja dengan menangkap sinyal dari pemancar FM.
2. Perbedaan nilai-nilai Vpp pada gelombang yang dihasilkan karena adanya noise yang tidak dapat ditebak dan perbedaan amplitude yang kurang tajam.
3. Berdasarkan uji praktikan yang dilakukan menghasilkan kepuasan sebesar 80,12% yaitu masuk kategori puas dan dapat digunakan dengan sedikit revisi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Akbar, S. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Anonim. (2015). *FM Demodulation Techniques & PLL*.
- Ashari, M. I., & Setiawan, R. (2018). *Analisa Pembagi Frekuensi Untuk Phase Locked Loop Berbasis Ic Tc9122*. 9, 95–108.
- Equipment, D. K. (n.d.). *Pengertian Osiloskop dan Spesifikasi penentu kinerjanya*. Teknik Elektronika. Retrieved January 3, 2020, from <https://teknikelektronika.com/pengertian-osiloskop-spesifikasi-penentu-kinerjanya/>
- Fatkurozi, S. (2012). *Trainer Pesawat Penerima Radio AM/FM Sebagai Media Pembelajaran untuk Kelas XI Teknik Audio Video Di SMK Negeri 3 Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ashari, I.M, Irmalia, F & Suryani, A. M. (2015). *Analisa Audio Stereo Encoder Untuk Pemancar Radio Siaran FM*. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 978-602-98569-1-0, 7–16.
- Isyanto, H., & Waloya, J. (2017). *Analisa Kemampuan Daya Pancar pada Gelombang Fm dengan Antena Dipole*. *Elektum: Jurnal Teknik Elektro*, 14(2), 21–24.
- Murtianta, B. (2017). *Pemancar dan Penerima FM*. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 16(02), 65–78.  
<https://doi.org/10.31358/techne.v16i02.160>
- Noersasongko. (1997). *Pesawat Radio Telekomunikasi Jilid 2*. CV Gunung Mas.
- Prabowo, C. S. (2017). *Trainer Radio Penerima FM Sebagai Sumber Belajar Terapan Laboratorium Pada Kelas XI Jurusan Teknik Audio Video Di SMK Negeri 1 Pundong*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Roeden, K.J.S. (2015). *Audio Signal Of An Fm Stereo Rado Receiver By Using Parametric Stereo*. In *United States Patent*.
- Sehlstrom, L. (2015). *Prediction-Based Fm Stereo Radio Noise Reduction Technical*. In *United States Patent*.
- Sudjendro, H. (2016). *Modul – Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Guru Elektronika Audio - Video* (Rugianto (ed.); 1st ed.). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suyato. (1978). *Pesawat Elektronika 1* (Istiyono (ed.); 1st ed.). Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.