



## **Penerima AM/FM Kompak *Reconfigurable* Berbasis *Software Defined Radio***

**ARFAH ATHIROH, NURUL FAHMI ARIEF HAKIM, IWAN KUSTIAWAN**

Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia  
Email : arfahathiroh@upi.edu

### **ABSTRAK**

*Makalah ini menjelaskan desain sistem penerima siaran AM dan FM berbasis SDR. Perangkat SDR yang digunakan adalah RTL2832U Rafael micro R820T2 dengan rentang frekuensi 500 kHz hingga 1,7 GHz. Di sini, RTL-SDR dikonfigurasi menggunakan perangkat lunak. Tujuan lain dari menggunakan perangkat lunak adalah sebagai pemodelan sistem penerima. Sinyal yang diterima akan diproses menggunakan perangkat lunak RTL-SDR dan GNURadio. Diagram blok yang terkandung dalam GNURadio dapat digunakan sebagai kompiler untuk sistem penerima siaran AM dan FM. Makalah ini bertujuan untuk perbandingan kualitas radio AM dan FM menggunakan software defined radio. Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa desain dan experiment penerima AM dan FM. Hasil yang didapatkan berupa output suara dan sinyal dari sistem penyiaran AM dan FM. Hasil tersebut menunjukkan bahwa RTL-SDR dapat digunakan sebagai penerima AM dan FM.*

**Kata kunci:** *Sistem Penerima, Software Defined Radio (SDR), GNURadio, sinyal AM dan FM.*

### **ABSTRACT**

*This paper described the design of SDR-based AM dan FM broadcast receiver systems. The SDR device used is the RTL2832U Rafael micro R820T2 with a frequency range of 500 kHz to 1.7 GHz. Here, RTL-SDR is configured using software. Another purpose of using the software is as a modeling of the receiving system. The received signals will be processed using RTL-SDR and GNURadio software. Block diagrams contained in GNURadio can be used as compilers for AM and FM broadcast receiver systems. This paper aims to compare the quality of AM and FM radios using software defined radio. The methods used in this study are the design and experiment of AM and FM receivers. The results obtained in the form of sound output and signals from AM and FM broadcasting systems. The results showed that RTL-SDR could be used as both AM and FM receivers.*

**Keywords:** *Receiver System, Software Defined Radio (SDR), GNURadio. AM and FM signal*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang komunikasi berkembang pesat. Saat ini, teknologi nirkabel telah diintegrasikan ke dalam berbagai bidang (Zhang et al., 2017). Selain digunakan untuk sistem seluler, teknologi nirkabel berbasis digital juga digunakan dalam sistem penerima siaran AM dan FM (Vachhani, K., & Mallari, R. A., 2015). Penerima radio berbasis perangkat keras hanya dapat dimodifikasi melalui intervensi fisik yang mengakibatkan biaya produksi tinggi dan fleksibilitas terbatas (Llames et al., 2016). Masalah lain untuk perangkat penerima adalah jumlah komponen konstituen yang relative besar. Komponen yang membentuk sistem pemancar dan penerima memiliki spesifikasi yang berbeda, sehingga sinkronisasi diperlukan pada tahap persiapan. Masalah lain adalah bahwa tidak semua komponen tersedia di pasar. Ketika satu komponen tidak tersedia, itu harus disinkronkan ulang untuk semua komponen (Prata et al., 2015). Teknologi SDR (*Software Defined Radio*) menyediakan solusi yang fleksibel dan hemat biaya untuk mendorong komunikasi dengan manfaat jangkauan yang luas bagi pengguna. *Software Defined Radio* (SDR) dapat menggantikan radio perangkat keras tradisional dengan radio perangkat lunak, memungkinkan lebih banyak fungsi untuk diintegrasikan ke dalam set radio. Joseph Mitola, yang menemukan dan memperkenalkan SDR pada awal 90-an sebagai perangkat radio yang dapat diprogram dan dikonfigurasi ulang menggunakan perangkat lunak. GNURadio adalah perangkat lunak berbasis open-source yang dapat digunakan untuk merancang sistem dan mengintegrasikannya dengan perangkat keras. GNU Radio menggunakan bahasa pemrograman C++ atau Python dalam implementasinya (Harianto et al., 2021). Selain open source, pengguna GNURadio juga dapat membuat block diagram sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. GNURadio dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti akuisisi data GPS, DVB, komunikasi data, dan pengukuran spektrum (Ferreira et al., 2020; Zhang et al., 2017; Fanan et al., 2015).

Penelitian mengenai AM receiver dan FM receiver telah dilakukan sebelumnya, pada AM receiver desain dilakukan menggunakan matlab. Peneliti membagi menjadi 2 bagian yaitu desain pada software matlab dan yang kedua berupa hardware pada FPGA. Model pada matlab untuk memverifikasi dan mengubah desain awal menjadi VHDL. Desain FPGA digunakan untuk perangkat keras dan kecepatan sinyal yang tinggi (RS. Gupta et al., 2016). Sedangkan FM receiver diuji pada radio FM dengan frekuensi 101,7MHz. SDR digunakan sebagai sistem komunikasi untuk desain yang lebih kompleks dan hemat biaya serta untuk mengeksplorasi dan menganalisis sinyal radio. GNUradio digunakan untuk membuat aliran grafik yang kompleks dan dapat mengeksplorasi spektrum frekuensi yang diinginkan. Pada diagram blok FM hanya menampilkan sinyal baseband dan output sinyal spektrum FM (Meshram, S., & Kolhare, N., 2019).

Pada artikel ini, sistem penerima AM dan FM berbasis software defined radio dirancang. Desain sistem penerima dilakukan dengan menggunakan RTL - SDR seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (Senjaya, A., & Zulkifli, F. Y., 2019). Artikel ini bertujuan untuk perbandingan kualitas radio AM dan FM berbasis software defined radio. Output yang dihasilkan pada radio FM berupa sinyal spektrum FM, sinyal baseband, sinyal audio, serta konstelasi.



**Gambar 1. RTL- SDR Realtek RTL2832U tuner Rafael micro R820T2**

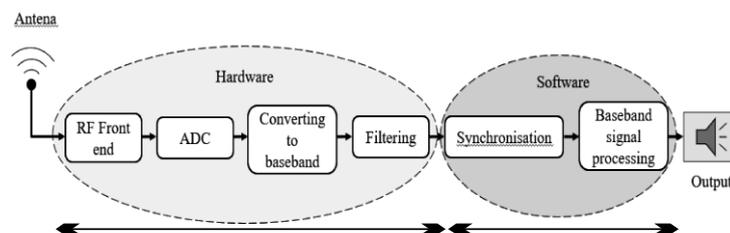
## 2. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini menggunakan desain dan experiment penerima AM dan FM. Hasil yang didapatkan berupa output suara dan sinyal dari sistem penyiaran AM dan FM. Sistem penerima menggunakan GNURadio sebagai perangkat lunak dan RTL-SDR sebagai perangkat keras. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam sistem penerima AM dan FM ditampilkan dalam Gambar 2 yang terdiri dari laptop, Antena, serta RTL – SDR. tuner Rafael RTL2832U Rafael micro R820T2 dengan rentang frekuensi 500kHz – 1766MHz dan BW 3,2MHz adalah perangkat SDR yang digunakan pada penelitian ini (Senjaya, A., & Zulkifli, F. Y., 2019).



**Gambar 2. Perangkat yang digunakan**

Sinyal RF yang diterima melalui antena terhubung langsung melalui konektor RF koaksial ke port RF seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sinyal RF diterima oleh antena, maka Sinyal analog dikonversi ke sinyal digital oleh RTL-SDR, dan sampel dalam fase / quadrature (IQ) dikirimkan ke GNURadio (Stewart et al., 2017). Desain penerima diimplementasikan menggunakan algoritma yang sesuai untuk menurunkan sinyal ke baseband dan mengekstrak sinyal informasi dalam bentuk audio.



**Gambar 3. Diagram blok receiver**

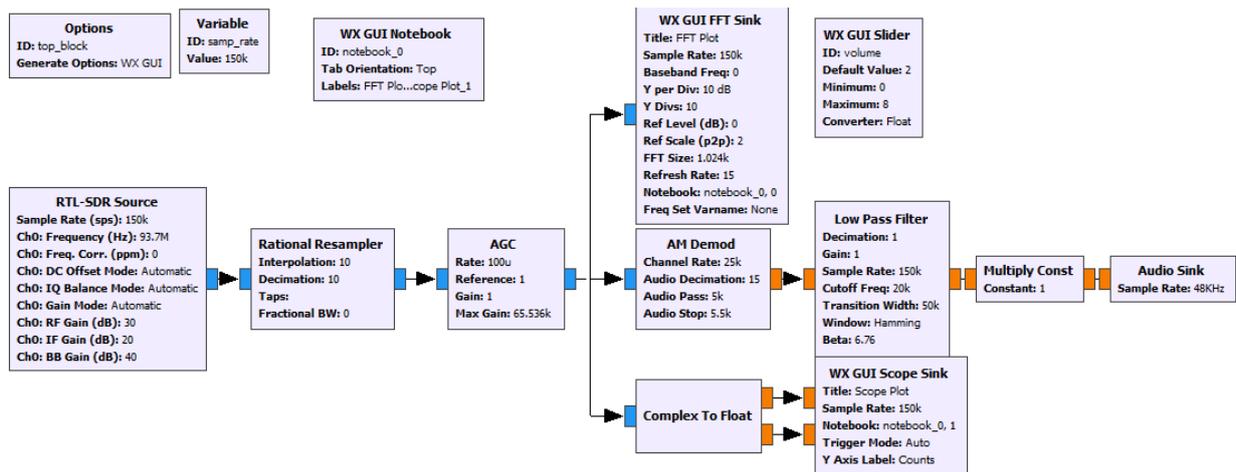
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil

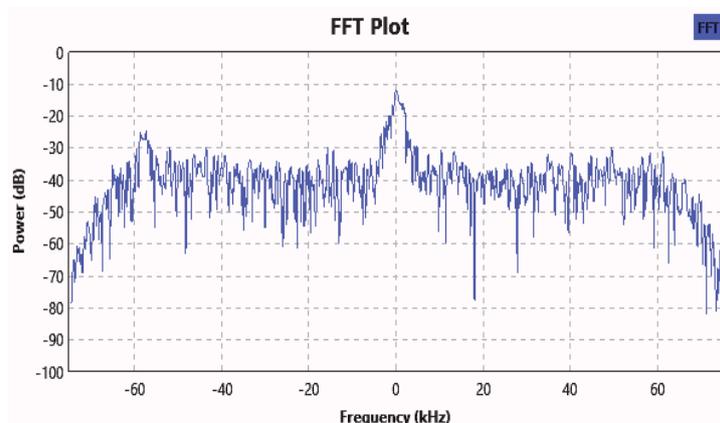
#### a. AM Receiver

AM demodulasi adalah proses detektor untuk mengekstrak informasi asli dari sinyal termodulasi. Penerima AM ditampilkan dalam Gambar 4. Sinyal audio diumpankan ke amplifier IF sebagai tegangan Automatic Gain Control (AGC). Diagram blok ini menggunakan sumber RTL-SDR untuk input dan audio sink, FFT sink digunakan untuk output. Parameter yang digunakan adalah RF gain, IF gain, AGC, tingkat sampel, dan LPF.

Hasil dari diagram blok penerima AM ditunjukkan dalam Gambar 5. Pada frekuensi 93.7MHz, dapat dilihat bahwa RTL-SDR menerima sinyal yang ditransmisikan dalam pita frekuensi siaran AM. Sinyal yang ditransmisikan melalui media udara akan bercampur dengan kebisingan dan mengalami pelebaran. Daya puncak sinyal AM yang diterima adalah -12,8 dB.



**Gambar 4. Diagram blok AM receiver**

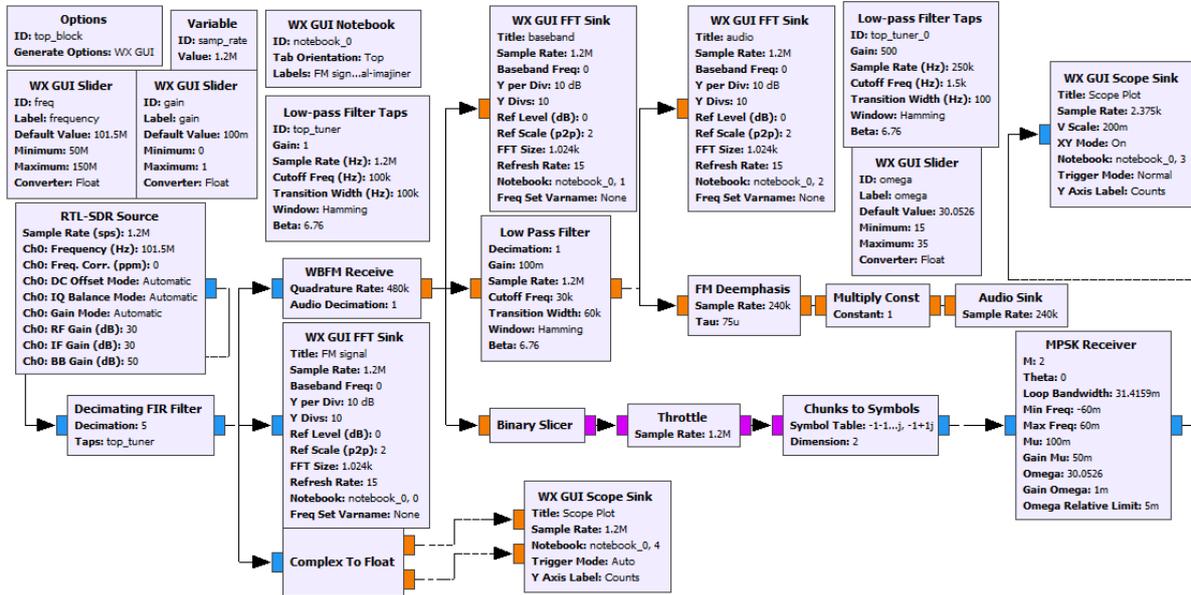


**Gambar 5. Output sinyal spektrum AM receiver**

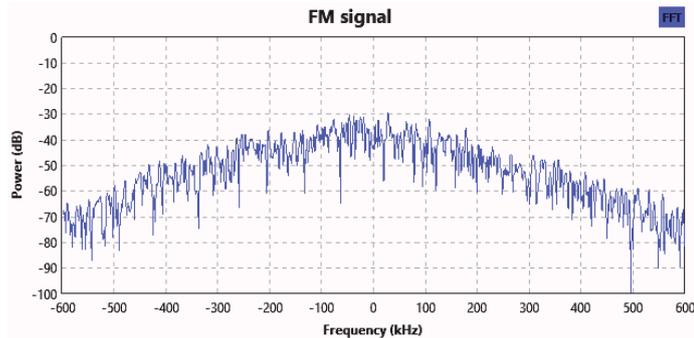
b. FM Receiver

Desain diagram blok penerima FM menggunakan penerima WBFM sehingga suara dapat didengar dengan jelas dan tidak banyak suara. Diagram blok penerima FM ditampilkan dalam Gambar 6. Parameter yang mempengaruhi diagram blok penerima FM ini adalah frekuensi cut-off LPF dan BPF, sinyal RF, sinyal IF, sampling rate, dan decimation. Di blok penerima GNURadio FM, slider WX GUI ditambahkan yang berfungsi untuk menyesuaikan rentang frekuensi yang diinginkan. Fungsi lain dari slider GUI WX adalah untuk mengatur parameter blok fungsi ke nilai yang diinginkan. Untuk mengetahui apakah output suara yang diterima dapat didengar dengan jelas, bagian output ditambahkan dengan binary slicer, throttle, chunk to symbol, dan penerima MPSK. Blok binary slicer digunakan untuk mengubah nilai float menjadi byte. Blok throttle digunakan untuk menentukan tingkat sampling. Kemudian, blok Chunks to Symbols akan

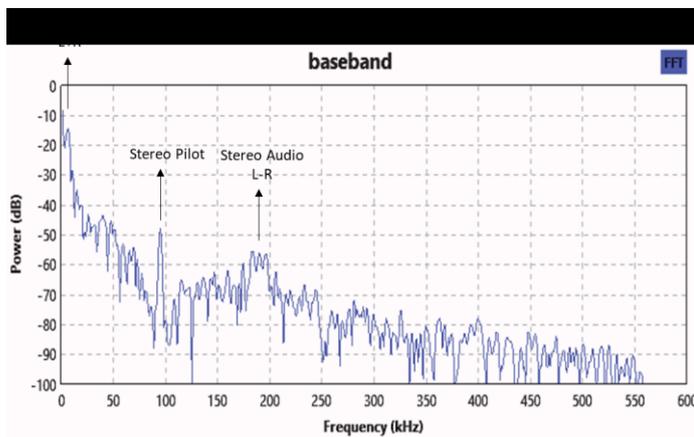
mengubah output throttle menjadi angka yang kompleks. Blok penerima MPSK akan memetakan nilai kompleks dalam bentuk diagram konstelasi. Jenis modulasi digital yang digunakan dalam percobaan ini adalah PSK.



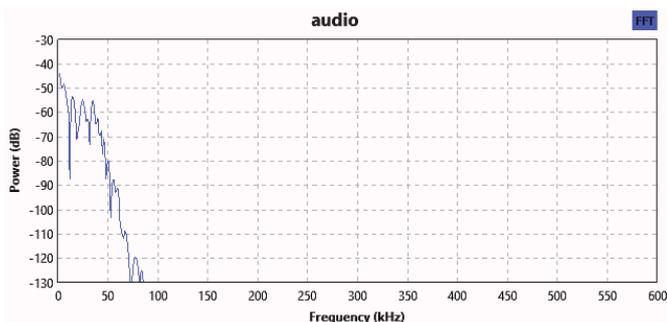
Gambar 6. Diagram blok AM receiver



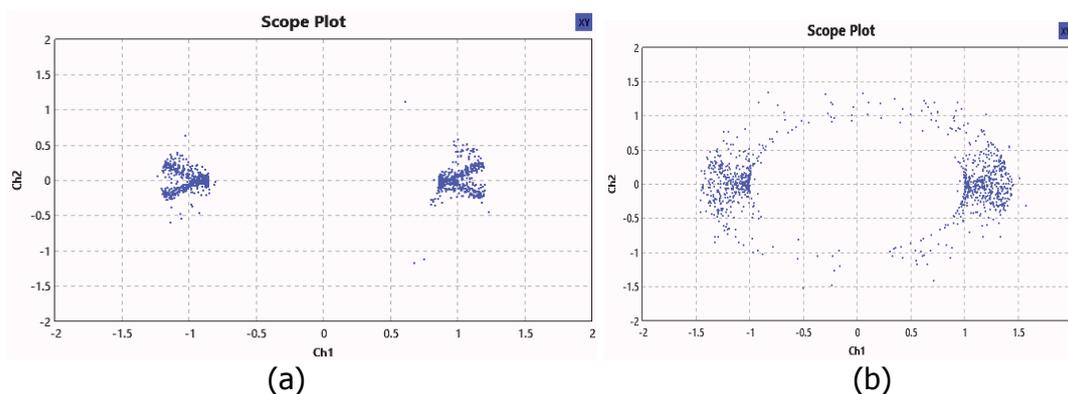
Gambar 7. Output sinyal FM



Gambar 8. Output spektrum sinyal dari baseband



**Gambar 9. Output sinyal audio dari penerima FM**



**Gambar 10. Konstelasi PSK penerima FM (a) terdapat siaran radio (b) tidak ada siaran radio**

Output penerima FM ditampilkan dalam Gambar 7-9. Gambar 7 Menunjukkan adanya sinyal yang dipancarkan pada frekuensi tersebut dengan daya puncak di kisaran -34,3dB dan sinyal yang dihasilkan berupa sinyal RF. Selanjutnya di Gambar 8 adalah sinyal baseband yang akan disaring. Kekuatan puncak sinyal baseband yang diperoleh adalah sekitar -10dB. Mono audio hanya didapat pada frekuensi dibawah 15 kHz. Pilot tone diletakkan pada 90 kHz menunjukkan bahwa terdapat sinyal yang dihasilkan dari pentransmian. Output sinyal baseband akan melewati filter low-pass yang berfungsi untuk melewati sinyal di bawah frekuensi cut-off. Spektrum output dari sinyal audio ditampilkan dalam Gambar 9 di mana penerima diatur ke siaran FM 101,5 MHz. Daya sinyal yang diperoleh adalah sekitar -45dB. Pada spektrum output sinyal audio, daya sinyal menjadi lebih kecil karena efek LPF. Namun, dengan kekuatan sinyal yang diperoleh, output siaran FM masih dapat didengar dengan jelas.

Konstelasi sinyal FM yang diterima ditampilkan dalam Gambar 10 (a) dalam bentuk PSK. Dapat dilihat bahwa ada 2 poin ketika sistem penerima FM telah menerima siaran radio dengan output suara yang baik. Dua poin berada di -1 dan 1 di ch1 dan 0 di ch2, dimana keduanya dipisahkan sejauh 180°. Ketika penerima tidak menerima sinyal siaran FM, bentuk konstelasi akan menyebar atau membentuk huruf "O" seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 (b). Ketika nilai M meningkat, bentuk "O" yang terlihat akan lebih jelas. Titik konstelasi pada PSK memiliki jarak sudut yang seragam sehingga dapat ditransmisikan dengan energi yang sama. Selain itu, konstelasi memiliki pergeseran phase yang konstan, sedangkan amplitude dan frekuensi – nya mempunyai nilai yang tetap. Dimana,  $\phi_1 = \frac{2\pi i}{M}$  Sehingga, didapat phase pada gambar 10 sebesar n dan 0.

### **3.2 Pembahasan**

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan terdapat perbedaan yang diperoleh antara penerima AM dan FM. Karakteristik AM lebih rentang terhadap kebisingan menyebabkan output suara yang dihasilkan menjadi kurang jelas. Ketika mengubah nilai amplitude karena kebisingan, itu akan mempengaruhi sinyal informasi yang diterima. Berbeda dengan sinyal AM, pita frekuensi yang lebih luas sinyal FM bebas dari pengaruh interferensi udara. FM relative bebas dari interferensi atmosfer dan interferensi yang tidak diinginkan.

Konfigurasi sistem penerima FM terlihat lebih kompleks. Hal ini terjadi karena variasi sinyal modulasi harus diubah dan dideteksi dari variasi frekuensi yang sesuai. Dalam sistem penerima FM, suara yang dipulihkan tergantung pada frekuensi bukan amplitude. Oleh karena itu, efek kebisingan dapat diminimalkan oleh sistem penerima FM. Bandwidth FM mencakup semua rentang frekuensi yang dapat didengar manusia. Oleh karena itu, output dari sistem penerima FM memiliki kualitas suara yang lebih baik daripada sistem penerima AM.

## **4. KESIMPULAN**

Percobaan sistem penerima AM dan FM telah berhasil dilakukan dengan menggunakan RTL-SDR dan GNURadio. Manfaat menggunakan RTL-SDR adalah mampu membuat sistem penerimaan multi-fungsi tanpa perlu mengubah atau menambahkan perangkat lain. Untuk mengubah fungsi sistem, cukup untuk mengkonfigurasi RTL-SDR menggunakan perangkat lunak seperti GNURadio. Radio AM dan radio FM memiliki karakteristik yang berbeda dimana pada radio AM lebih rentang terhadap kebisingan, ketika mengubah nilai amplitude akan mempengaruhi informasi yang diterima. Sedangkan, pada radio FM bebas dari interferensi atmosfer sehingga tidak menyebabkan banyak kebisingan. Percobaan yang dilakukan juga menghasilkan penerima dengan bentuk yang sederhana. Adapun yang perlu dikembangkan pada penelitian ini ialah mengatasi kebisingan pada penerima AM agar output yang diperoleh lebih baik.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini sebagian didukung oleh Program Penelitian UPI (Penelitian Afirmasi Dosen Muda) 2021 Kontak Nomor 836/UN40 /PT.01.07/2021.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Fanan, A., Riley, N., Mehdawi, M., Ammar, M., & Zolfaghari, M. (2015, November). Comparison of spectrum occupancy measurements using software defined radio RTL-SDR with a conventional spectrum analyzer approach. In *2015 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)* (pp. 200-203). IEEE.
- Ferreira, R., Gaspar, J., Sebastião, P., & Souto, N. (2020). Effective GPS Jamming Techniques for UAVs using low-cost SDR platforms. *Wireless Personal Communications, 115*(4), 2705-2727.

- Harianto, B. B., Rifai, M., Irfansyah, A., & Suprpto, Y. (2021, March). Design Indoor FM Communication Based on SDR and GNU Radio Using Validated Spectrum Analyzer. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1845, No. 1, p. 012078). IOP Publishing.
- Llames, G. J. M., & Banacia, A. S. (2016, January). Spectrum sensing system in software-defined radio for determining spectrum availability. In *2016 International Conference on Electronics, Information, and Communications (ICEIC)* (pp. 1-5). IEEE.
- Meshram, S., & Kolhare, N. (2019, November). The advent software defined radio: FM receiver with RTL SDR and GNU radio. In *2019 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)* (pp. 230-235). IEEE.
- Prata, A., Oliveira, A. S., & Carvalho, N. B. (2015, August). An agile and wideband all-digital SDR receiver for 5G wireless communications. In *2015 Euromicro Conference on Digital System Design* (pp. 146-151). IEEE.
- RS. Gupta, Ankit Kumar, & Tejas Sanjay Bodhe. "212." *Design of Software Defined AM radio receiver*, ISSN: 2454-1362, 2, no. 6 (2016): 1128–30.
- Senjaya, A., & Zulkifli, F. Y. (2019, November). Low-Cost Continuous-Wave Radar System Design for Detection of Human Respiration Rate. In *2019 IEEE R10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)(47129)* (pp. 90-92). IEEE.
- Stewart, Robert W., Louise H. Crockett, Kenneth W. Barlee, & Atkinson Dale S W. (2017). *Software Defined Radio Using MATLAB® & Simulink® and the RTL-SDR*. Glasgow, Scotland, UK: Department of Electronic and Electrical Engineering, University of Strathclyde.
- Vachhani, K., & Mallari, R. A. (2015, August). Experimental study on wide band FM receiver using GNURadio and RTL-SDR. In *2015 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)* (pp. 1810-1814). IEEE.
- Zhang, E., Zambrano, J., Amrhar, A., Landry, R., & Ajib, W. (2017, April). Design and implementation of a Wideband Radio using SDR for avionic applications. In *2017 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS)* (pp. 2D2-1). IEEE.
- Zhang, Z., Li, Z., & Dou, Z. (2017, July). Digital Modulation and FPGA Implementation of MSK Based on SDR. In *International Conference in Communications, Signal Processing, and Systems* (pp. 669-676). Springer, Singapore.

Athiroh dkk.

---

Pertanyaan :

Konstelasi hanya digunakan di FM saja, kenapa di AM tidak :

Jawab :

Karena ketika di AM banyak noise