

Rancang Bangun FM Transmitter Dengan Metode *Spread Spectrum Signal* Berbasis Raspberry Pi

Achmad Hanif¹, Aad Hariyadi², Aisah³

¹Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital,

^{2,3}Program Studi Teknik Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

ahhamikz5@gmail.com, aad.hariyadi2@polinema.ac.id, aisah@polinema.ac.id

Abstract—The need for a communication system that can solve interference problems, can guarantee the confidentiality of information sent and can operate at low S / N (Signal to Noise Ratio) levels or is resistant to large noise. One of the technology in communication systems is the spread spectrum system An important characteristic of spread-spectrum communication is that it can provide protection against interfering signals with limited radio communication power using RDS technology and SBC-based spread spectrum which is compatible with spread spectrum technology which requires little power for operation SBC (Raspberry pi) can be implemented into an FM transmitter using the Broadcom bcm 2837 SOC socket which will produce a base clock, then the output signal will be generated via the GPIO 7.

Keywords— FM Transmitter, Raspberry, Spread Spectrum, SBC, rds.

Abstrak—Kebutuhan akan sistem Komunikasi yang dapat mengatasi masalah interferensi, dapat menjamin kerahasiaan informasi yang dikirim dan dapat beroperasi pada tingkat S/N (*Signal to Noise Ratio*) yang rendah atau tahan terhadap pada derau yang besar. Salah teknologi dalam sistem komunikasi adalah sistem *spread spectrum*. karakteristik penting dari komunikasi *spread-spectrum* adalah bahwa dapat memberikan perlindungan terhadap sinyal yang mengganggu dengan daya yang terbatas. SBC (Raspberry pi) dapat diimplementasikan menjadi sebuah pemancar FM dengan menggunakan *socket SOC* Broadcom bcm 2837 yang akan menghasilkan sebuah *base clock*, kemudian sinyal *output* akan dihasilkan melalui pin GPIO 7.

Kata kunci— FM Transmitter, Raspberry, Spread Spectrum, SBC, rds.

I. PENDAHULUAN

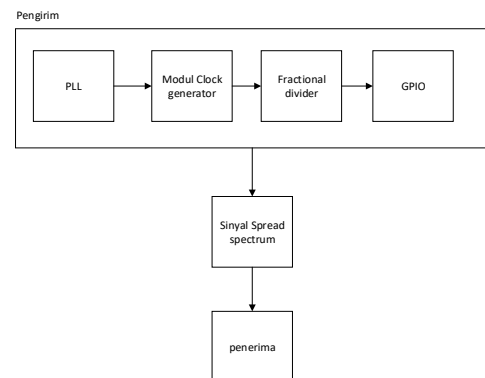
Kebutuhan akan sistem komunikasi yang dapat mengatasi masalah interferensi, dapat menjamin kerahasiaan informasi yang dikirim dan dapat beroperasi pada tingkat S/N (*Signal to Noise Ratio*) yang rendah atau tahan terhadap pada derau yang besar. Dalam sistem komunikasi sekarang ini, dimana penggunaan frekuensi sudah cukup padat sehingga interferensi dan noise dari *transceiver* lain cukup besar [1].

Salah satu teknologi dalam sistem komunikasi adalah sistem *spread spectrum*. Karakteristik penting dari komunikasi *spread-spectrum* adalah bahwa dapat memberikan perlindungan terhadap sinyal yang mengganggu dengan daya yang terbatas [2].

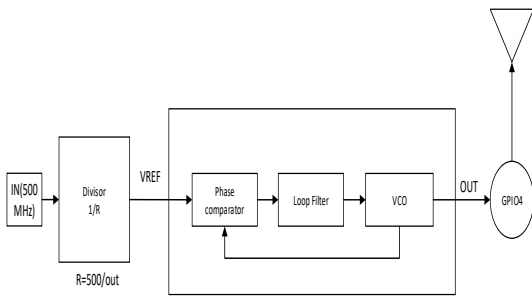
Teknologi RDS adalah teknologi radio yang dapat mengirimkan informasi suara dan teks berjalan yang akan dikirimkan melalui gelombang radio [3]. Dengan adanya teknologi RDS maka akan dirancang sebuah sistem informasi dengan membuat alat pengirim informasi radio berbasis mikrocontroller yang informasinya berupa suara dan teks [4].

II. METODE

A. Pemodelan Sistem



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Sistem

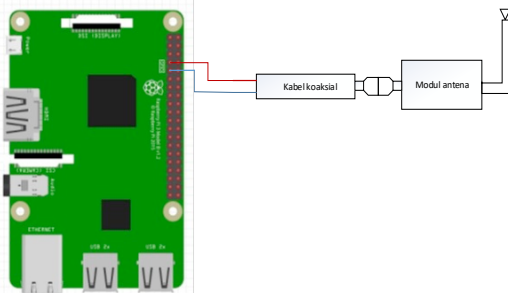


Gambar 2. Diagram pembangkitan frekuensi pemancar FM

Gambar 2 menunjukkan perancangan proses kerja keseluruhan sistem bagaimana pada blok pengirim yaitu sebuah SBC Raspberry pi B 3+ terdapat *hardware* berupa *clock generator module* yang berperan sebagai pembangkit *clock* yang akan digunakan sebagai frekuensi [5]. Sumber dari *clock* yang akan digunakan tersebut berupa sebuah rangkaian *phase lock loop* yang ada pada chip Broadcom SOC 2837. Transmisi audio dapat dilakukan jika *clock* yang sudah ditentukan akan dihitung menggunakan *frequency divider* yang kemudian akan digunakan sebagai frekuensi *output* menggunakan *pwm generator*.

B. Instalasi antena pemancar pada SBC

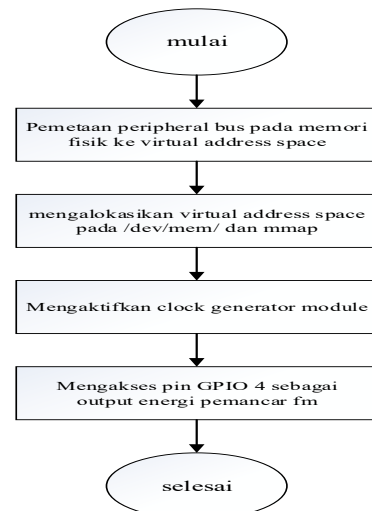
Antena dihubungkan dengan kabel coaxial terlebih dahulu kemudian pada ujung ujung kabel coaxial dihubungkan pada GPIO4 Header yang ada pada Raspberry Pi. Pemasangan kabel koaksial dengan modul antena dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Skema pengoperasian pemancar fm melalui SBC

C. Pembangkitan Frekuensi pada SBC

Proses pembangkitan frekuensi dilakukan pada SBC menggunakan *hardware* yang ada pada raspberry pi. Seperti GPIO pin dengan *chip* SOCBroadcom 2837 sebagai kontrolnya. Proses pembangkitan frekuensi dilakukan oleh SBC dengan menggunakan modul *clock generator* sebagai sumber *clock* dan GPIO pin 4 sebagai *output*.



Gambar 4. Diagram Alir Pembangkitan Frekuensi pada Raspberry Pi

Program C memetakan Peripheral Bus dalam memori fisik ke ruang alamat virtual menggunakan / dev / mem dan mmap [6]. Untuk melakukan ini perlu akses *root*, maka memerlukan perintah *sudo* [8]. Selanjutnya mengatur modul *clock generator* untuk diaktifkan dan menetapkannya pada GPIO4 sebagai output.

D. Konfigurasi frekuensi output

Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi} = 300 / \text{panjang antenna} / 16 * 100$$

$$\text{Frekuensi} = 300 / 21.42 \text{ cm} / 16 * 100$$

$$\text{Frekuensi} = 87.5 \text{ MHz}$$

Dengan catatan panjang antena disini dapat juga berupa sebuah kabel jumper yang dimasukkan pada pin GPIO 4 dengan panjang 21.42 cm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembahasan SBC dapat digunakan sebagai pemancar

Raspberry Pi memiliki sistem digital sinkron yang terkait dengannya yang digunakan untuk mengurangi interferensi elektromagnetik. Penindasan EMI ini dilakukan oleh sinyal yang disebut *Spread-spectrum clock signal* atau SSCS. Frekuensi sinyal ini dapat bervariasi dari 1 MHz hingga 250 MHz, hal ini dapat dimanfaatkan sebagai pemancar karena masuk didalam pita gelombang radio FM. Chip Broadcom bcm2873 menggunakan PLLD 500 MHz sebagai input [8].

Sinyal termodulasi akan diberikan melalui pin 4 GPIO dari Raspberry Pi, dengan memasang kabel normal minimum 20 cm ke pin 4 GPIO tersebut sebagai antena. Pemancar FM ini akan bekerja dari sekitar 1 Mhz hingga 250 Mhz.

B. Perhitungan daya rata-rata pemancar

Dengan mengingat bahwa *output* tegangan maksimum dari Raspberry Pi 3.3 Volt, arus maksimum GPIO adalah 16 mA. Untuk memperhitungkan daya yang dipancarkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [9] seperti berikut:

$$P_{avg} = V_{rms} \times I_{max} \quad (1)$$

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

$$P_{avg} = 3,3 \cdot 0,707 \cdot 0,0001 = 0,37 \text{ Watt} \quad (3)$$

Dimana:

P_{avg} = Daya rata-rata,

V_{rms} = Tegangan rms

I_{max} = Arus Maksimal

V_{pp} = Tegangan peak-to-peak.

Pada persamaan (1) hingga (3) terlihat daya yang dihasilkan masih dalam taraf yang kurang dari 500 mW, sehingga tidak diperlukan untuk perijinan untuk memperkuat daya pemancar FM.

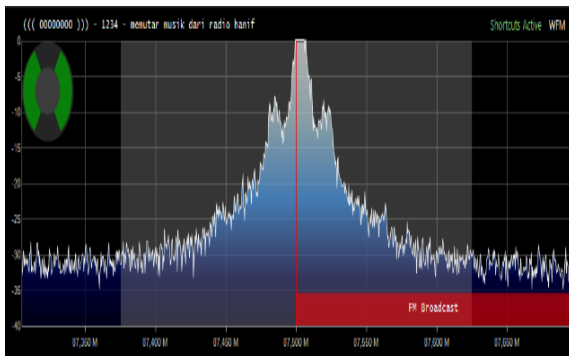
```

pi@pi:~/PiFmRds/src $ sudo ./pi_fm_rds -freq 87.5 -audio rasputin.wav -rt 'playi
ng rasputin by bonnie m from radio hanif'
Using mbox device /dev/vcio.
Allocating physical memory: size = 3403776 mem_ref = 5 bus_addr = fe7b00
00 virt_addr = 0x768a5000
ppm corr is 0.0000, divider is 1096.4912 (1096 + 2012*2^-12) [nominal 1096.4912]

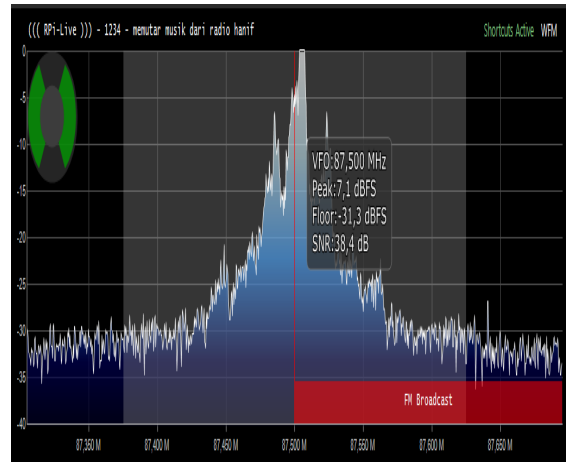
Using audio file: rasputin.wav
Input: 48000 Hz, upsampling factor: 4.75
2 channels, generating stereo multiplex.
Created low-pass FIR filter for audio channels, with cutoff at 12000.0 Hz
PI: 1234, PS: <Varying>.
RT: "playing rasputin by bonnie m from radio hanif"
Starting to transmit on 87.5 MHz.
    
```

Gambar 7. Input audio

C. Hasil pengukuran parameter pemancar FM



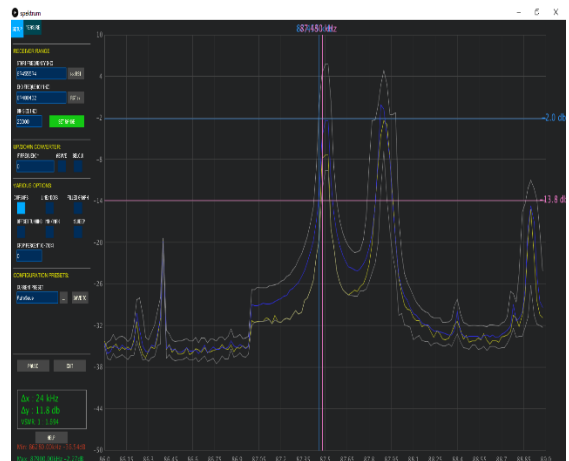
Gambar 5. Spektrum fm dari pemancar SDR



Gambar 8. Hasil scanning transmisi fm audio



Gambar 6. Sinyal DSSS domain waktu



Gambar 9. Hasil pengukuran deviasi frekuensi transmisi fm

Dari hasil pengukuran di atas dapat menghasilkan perhitungan parameter sebagai berikut:

Deviasi (∂) = 24 Khz

Frekuensi pemodulasi (fm) = 48 Khz

Sehingga indeks modulasi:

$$mf = \frac{\partial}{fm} = \frac{24}{48} = 0.5$$

Dan *bandwidth* dengan aturan carson sebesar:

$$BW = 2(\partial + fm) = 2(24 + 48) = 144 \text{ KHz}$$

Nilai SNR:

$$SNR = \text{sinyal} - \text{noise floor} = 7 - (-31.3) = 38.3$$

Sehingga modulasi sesaat:

$$eFM = e\cos(\omega ct + m\sin \omega mt)$$

$$eFM = 3.3 \sin (628 + 0.5 \sin(0.301))$$

$$eFM = -0.56 \text{ Mhz}$$

D. Perbandingan hasil pengukuran transmisi fm mono dan stereo

TABEL I
HASIL PENGUKURAN SINYAL FM STEREO

Nama parameter	Satuan
VFO (center frequency)	87.5 MHz
Level (peak)	7 dBFS
Noise floor	-31.3 dBFS
Signal to noise ratio (SNR)	38.3 dB
Deviasi frekuensi	24 Khz
Frekuensi pemodulasi	48 Khz
Indeks modulasi	0.5
Bandwidth	144 Khz
Frekuensi cutoff filter	12 Khz

TABEL II
HASIL PENGUKURAN SINYAL FM MONO

Nama parameter	Satuan
VFO (center frequency)	87.5 MHz
Level (peak)	12.5 dBFS
Noise floor	-31.2 dBFS
Signal to noise ratio (SNR)	43.7 dB
Deviasi frekuensi	24 Khz
Indeks modulasi	1.08
bandwidth	92.1 Khz
Frekuensi pemodulasi	22.05 Khz
Frekuensi cutoff filter	8.82 Khz

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan pengujian sistem informasi pada proyek akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. *SBC (Raspberry pi)* dapat diimplementasikan menjadi sebuah pemancar FM dengan menggunakan *socket SOC Broadcom bcm 2837* yang akan menghasilkan sebuah *base clock* yang akan digunakan sebagai sinyal carrier. kemudian sinyal *output* akan dihasilkan melalui *pin GPIO 7* yang ada pada *SBC*
2. Sinyal *spread spectrum* yang dihasilkan oleh pemancar *SBC* merupakan sinyal *Direct sequence spread spectrum (DSSS)* dan bertipe *wideband FM*, namun dengan nilai *bandwidth* yang cukup rendah, sehingga dapat

diakatakan sinyal fm masih dapat terkena interferensi elektromagnetik dan *jamming*.

3. Dari analisis dan perhitungan dari *parameter-parameter* pemancar *SBC* dengan tipe *audio stereo* dan *mono* didapatkan nilai yang berbeda untuk tiap *parameter*. Hal tersebut diakibatkan karena adanya perbedaan nilai frekuensi pemodulasi untuk *audio mono* dan *stereo* yang berbeda.

REFERENSI

- [1] D. S., E. M. S. Ignatius Yoslan Kurniawan, "Perancangan Dan Implementasi Alat Pengirim Informasi Radio Menggunakan Mikrokontroler Dan Rds" Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, 2018.
- [2] dini novarianti, "Design and Implementation of Chebyshev Band Pass Filter with M-Derived Section in Frequency Band 88 - 108 MHz", Jurnal Jartel, vol. 8, no. 1, pp. 7-11, Mar. 2019.
- [3] B. M. Dietmar Kopitz, "RDS: The Radio System," in RDS: The Radio System, Boston, Artech, 1999.
- [4] J. Kelly, "Introduction to FM Stereo-RDS," US: Verigy, 2010.
- [5] S. W. Matt Richardson, Getting Started With Raspberry Pi, New York: O'Reilly Media, Inc., 2012.
- [6] R. H. Yoga Perdana, N. Hidayati, A. W. Yulianto, V. Al Hadid Firdaus, N. N. Sari and D. Suprianto, "Jig Detection Using Scanning Method Base On Internet Of Things For Smart Learning Factory," 2020 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS), 2020, pp. 1-5.
- [7] Upton, Programming the Raspberry Pi, US: Element14.com, 2012.
- [8] M. Mark, Advance Linux Programming, USA: New Riders Publishing, 2001.
- [9] Pangera, "Perbandingan FHSS dan DSSS" Jurnal STMIK AMIKOM Yogyakarta, 2012.