

Perancangan dan implementasi Pemancar Radio FM- RDS berbasis Raspberry Pi untuk Stasiun Radio Komunitas D3 Teknologi Telekomunikasi

1st Lingga Aliffansyah
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

linggaaliff@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Denny Darlis
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dennydarlis@telkomuniversity.ac.
id

3rd Sugondo Hadiyoso
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sugondo@telkomuniversity.
ac.id

Abstrak — Penelitian ini membahas implementasi dan pengujian sistem pemancar radio FM RDS berbasis Raspberry Pi untuk kebutuhan stasiun radio komunitas. Sistem ini menggunakan modul pi_fm_rds sebagai perangkat lunak utama, kabel jumper sebagai antena, dan perangkat penerima berbasis SDR (Software Defined Radio) untuk verifikasi siaran. Proses implementasi meliputi instalasi dan konfigurasi perangkat lunak, konversi file MP3 ke WAV, serta transmisi audio disertai data RDS seperti Program Service (PS) dan Radio Text (RT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menyiarkan audio dengan kualitas baik dan menyisipkan informasi RDS secara real-time, yang dapat diterima dan ditampilkan dengan benar oleh perangkat penerima. Penggunaan antena kabel jumper sepanjang 20–30 cm memberikan jangkauan efektif sekitar 1–5 meter di lingkungan indoor dan hingga 10–20 meter di kondisi outdoor, dengan daya keluaran GPIO sekitar 10–15 mW tanpa penguat. Faktor-faktor seperti panjang antena, daya pancar, kondisi lingkungan, dan kualitas koneksi memengaruhi performa sistem. Implementasi ini tidak hanya memberikan sarana siaran lokal, tetapi juga menjadi media pembelajaran teknologi penyiaran bagi komunitas dan mahasiswa

Kata kunci: Raspberry Pi, pemancar radio FM, RDS, pi_fm_rds, stasiun radio komunitas, audio streaming, siaran digital, konversi MP3 ke WAV, antena kabel jumper, SDR.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Radio adalah alat komunikasi yang dapat digunakan oleh semua orang, menjadikannya media informasi universal yang mampu menjangkau berbagai lapisan masyarakat. Dengan siaran yang dapat disampaikan dalam berbagai bahasa dan format, radio memiliki peran penting dalam menyebarkan berita, hiburan, dan edukasi, bahkan ke daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh media lainnya. Dibutuhkan pengembangan teknologi radio yang

dapat menerima lebih dari siaran radio audio karena banyak siaran radio yang belum dimanfaatkan sepenuhnya [1]. Misalnya, radio yang terintegrasi dengan fitur visual, seperti teks, gambar, atau video, dapat memberikan pengalaman yang lebih interaktif dan informatif bagi pendengar. Selain itu, pengembangan ini juga dapat membuka peluang baru bagi penyiar untuk menghadirkan konten yang lebih kreatif dan relevan dengan kebutuhan masyarakat modern. Dengan demikian, cara informasi diberikan dapat lebih beragam, mencakup kombinasi antara audio, visual, dan data interaktif yang memungkinkan pendengar untuk lebih memahami dan terlibat dengan konten yang disajikan. Hal ini juga dapat meningkatkan aksesibilitas informasi bagi berbagai kalangan, termasuk mereka yang memiliki keterbatasan pendengaran atau penglihatan, sehingga menciptakan media komunikasi yang lebih inklusif dan efektif [2].

Membangun pemancar radio FM-RDS (berbasis raspberry pi) adalah proyek yang sangat bermanfaat, terutama di bidang komunikasi dan penyiaran radio. Komunikasi merupakan frekuensi media ruang bebas yang menggunakan gelombang elektromagnetik. Dengan adanya komunikasi radio, keperluan media fisika seperti kabel dapat dikurangi sehingga lebih efisien serta dapat menghemat biaya. Pemancar FM (Frequency Modulation) sebagai pemancar yang bertugas mengirimkan sinyal audio ke radio melalui frekuensi tertentu. RDS (Radio Data System) yaitu fitur tambahan yang memungkinkan penyampaian informasi digital seperti 1 nama stasiun, lagu yang sedang diputarkan serta informasi lalu lintas pada siaran FM melalui subcarrier pada sinyal FM. Sedangkan raspberry pi merupakan suatu komputer portable yang dapat digunakan sebagai pengirim/transmitter atau penerima/receiver gelombang radio [3].

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari tugas akhir ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana mengintegrasikan fitur RDS (Radio Data System) pada pemancar radio berbasis raspberry pi untuk meningkatkan pengalaman pendengar?

2. Bagaimana pemanfaatan teknologi ini dalam mendukung operasional dan pengelolaan stasiun radio komunitas secara efisien?
3. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan pemancar radio FM- RDS berbasis raspberry Pi untuk stasiun radio komunitas?

C. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan Raspberry Pi sebagai platform komputasi untuk mendukung siaran digital dengan fitur RDS, seperti teks dinamis (judul lagu, nama stasiun, dan informasi komunitas).
2. Pengembangan pemancar radio digital yang terjangkau, mudah dioperasikan, dan dilengkapi teknologi RDS.
3. Analisis kinerja pemancar FM-RDS yang diimplementasikan, meliputi jangkauan siaran, kualitas audio, dan stabilitas sinyal RDS.

II. KAJIAN TEORI

A. Stasiun Radio Komunitas

Radio komunitas berperan penting sebagai media komunikasi lokal yang mandiri, non-komersial, dan partisipatif. Selain menyampaikan informasi, edukasi, dan hiburan, radio komunitas juga menjadi sarana pengawasan sosial yang mendukung peningkatan kualitas hidup masyarakat. Dalam pembangunan, radio komunitas berfungsi sebagai penghubung antara komunikator, pesan, dan komunikan, sehingga mampu mendorong partisipasi masyarakat serta menciptakan inovasi yang relevan dengan kebutuhan masa kini maupun masa depan [4].

B. Raspberry pi

Raspberry Pi merupakan komputer mini berukuran kecil namun memiliki kemampuan layaknya komputer biasa, sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, mulai dari pemrograman hingga pengendalian perangkat keras. Kehadiran Raspberry Pi yang dikembangkan oleh The Raspberry Pi Foundation tidak hanya menjadi inovasi teknologi, tetapi juga sarana pendidikan yang bertujuan memperluas akses teknologi, mendorong kreativitas, serta meningkatkan keterampilan komputasi dan pemrograman bagi semua kalangan, khususnya pelajar [5].

C. Frequency Modulation (FM)

Siaran FM merupakan teknologi penyiaran yang menawarkan kualitas suara lebih jernih dibandingkan AM, karena menggunakan modulasi frekuensi dengan amplitudo pembawa yang stabil. Dengan rentang 88–108 MHz, FM menjadi media penting dalam kehidupan sehari-hari untuk menyampaikan musik, berita, dan berbagai informasi secara lebih jelas dan rinci [6].

D. Radio Data System (RDS)

Teknologi RDS adalah teknologi radio yang dapat mengalirkan data suara dan teks secara langsung melalui gelombang radio. Dengan penerapan teknologi RDS, sebuah sistem informasi akan dirancang dengan membuat alat pengirim informasi radio yang berlandaskan mikrokontroler untuk menyampaikan data dalam bentuk suara dan teks [7].

E. Modul Pemancar FM

Pemakaian Raspberry Pi sebagai pemancar radio FM dengan kemampuan RDS memungkinkan siaran audio serta informasi digital seperti nama stasiun dan judul lagu tanpa perlu peralatan tambahan. Modul `pi_fm_rds` beroperasi berbasis perangkat lunak dengan memanfaatkan pin GPIO untuk menciptakan sinyal RF melalui modulasi FM dan protokol RDS. Inovasi ini, yang merupakan pengembangan dari pemancar FM awal dan ditingkatkan oleh Christophe Jacquet, menunjukkan kemampuan Raspberry Pi dalam mendukung fungsi siaran sederhana, baik untuk audio monofonik maupun stereofonik, pada berbagai versi perangkat Raspberry Pi [8].

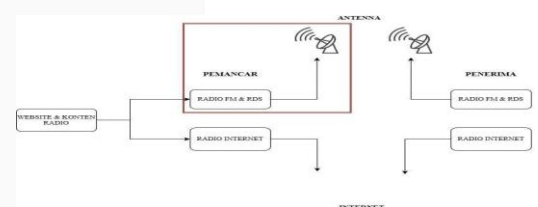
F. SDRSharp.dotnetG

Radio yang didefinisikan oleh Perangkat Lunak (SDR) menggunakan konversi dari sinyal analog menjadi digital (ADC/DAC) dan pemrosesan yang berbasis software untuk mengubah berbagai fungsi radio tradisional. Dengan adanya perangkat keras RF yang bisa disesuaikan serta prosesor digital seperti mikroprosessor atau FPGA, SDR memungkinkan penerapan fungsi penerima dan pemancar yang lebih efisien, fleksibel, dan dapat menawarkan fitur-fitur yang sulit dicapai melalui teknologi analog [8].

III. PEMODELAN DAN PERANCANGAN

A. DIAGRAM SISTEM

Berikut ini adalah gambar diagram sistem dirancang untuk mengirim sinyal radio FM RDS. Rancangan sistem meliputi model sistem, diagram alir sistem, dan skenario pengerjaan.

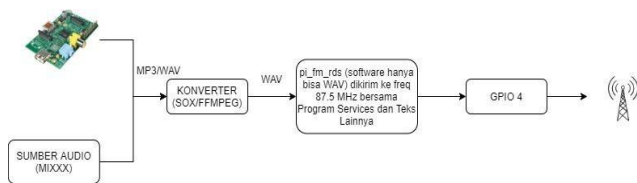


Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Website berperan sebagai sarana utama dalam manajemen konten, pemancar, dan penerima radio, baik melalui jaringan internet maupun FM RDS. Tujuan utama dari proyek ini adalah untuk merancang dan menerapkan pemancar radio FM RDS yang menggunakan Raspberry Pi, dengan proses kerjanya dijelaskan melalui diagram alir guna memberikan pemahaman yang jelas tentang keseluruhan langkah siaran.

B. MODEL SISTEM

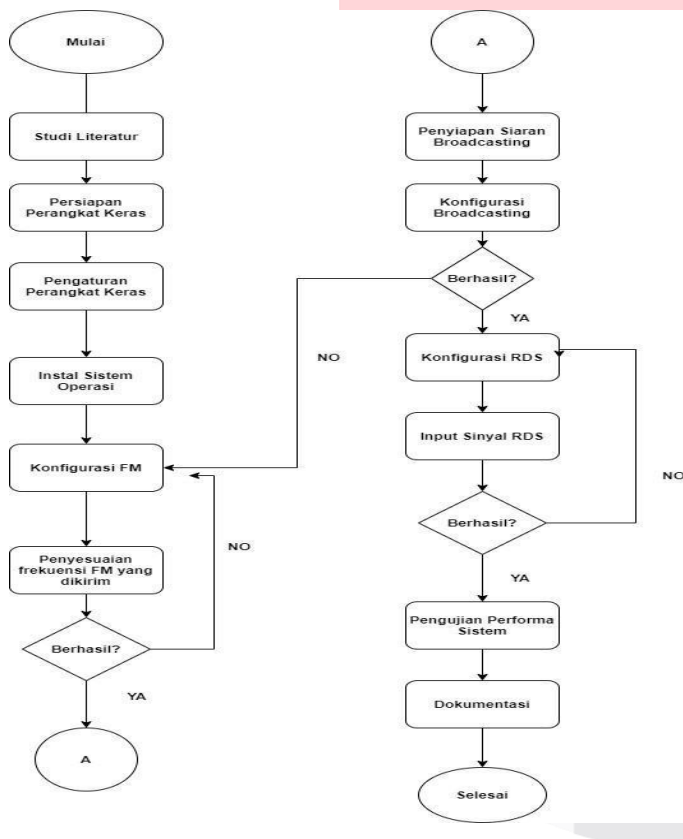
Model sistem ini mengindikasikan bahwa Raspberry Pi mampu berfungsi sebagai pemancar FM yang dilengkapi dengan fitur RDS, dimana suara dari aplikasi seperti Mixxx diubah menjadi format WAV melalui perangkat lunak seperti SoX atau FFmpeg sebelum diproses oleh `pi_fm_rds`. File audio WAV yang dihasilkan bersama dengan informasi RDS kemudian dimodulasi menjadi sinyal FM pada frekuensi 87,5 MHz, yang memungkinkan untuk siaran sederhana dengan informasi digital tambahan [9].



Gambar 2 Model Sistem

C. ANTAR MUKA PENGGUNA

Tahapan perancangan rancangan ini dilakukan dengan metode eksperimental dan prosesnya bisa dilihat pada, tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut.



Gambar 3 Flowchart

Perancangan serta pelaksanaan pemancar radio FM-RDS yang berbasis Raspberry Pi mencakup langkah-langkah dari penentuan spesifikasi siaran, persiapan perangkat keras dan lunak, instalasi serta pengaturan sistem, hingga evaluasi kinerja. Raspberry Pi bertindak sebagai pusat pengendalian yang memproses file audio (WAV/MP3) menggunakan perangkat lunak pi_fm_rds dan alat bantu seperti SoX, yang kemudian digunakan untuk memancarkan sinyal FM beserta informasi RDS. Penyesuaian pada frekuensi, teks RDS, dan sumber audio memungkinkan proses penyiaran berlangsung dengan stabil, dengan hasil pengujian memperlihatkan bahwa sistem dapat menghasilkan kualitas suara yang baik serta menampilkan informasi tambahan pada penerima yang mendukung RDS. Dokumentasi dan pengujian sangat penting untuk memastikan keamanan serta peluang untuk pengembangan sistem di masa depan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Menampilkan Informasi Frekuensi dan Program Service



Gambar 4 Tampilan program service di penerima

Tampilan RDS di alat penerima menunjukkan bahwa sistem pemancar FM RDS berfungsi dengan baik. Dalam gambar pertama, nampak informasi frekuensi 87.5 MHz dengan nama stasiun "D3TEKTEL" yang ditampilkan sebagai Program Service (PS), yang menandakan bahwa sinyal RDS telah dikenali dan bisa muncul di receiver. Sedangkan pada gambar kedua, fitur Radio Text (RT) beroperasi dengan baik, menampilkan informasi tambahan seperti judul lagu atau konten yang sedang diputar, contohnya "LINI - BAWA DIA KEMBALI" dan "SEDANG DIPUTAR: MAHALINI".

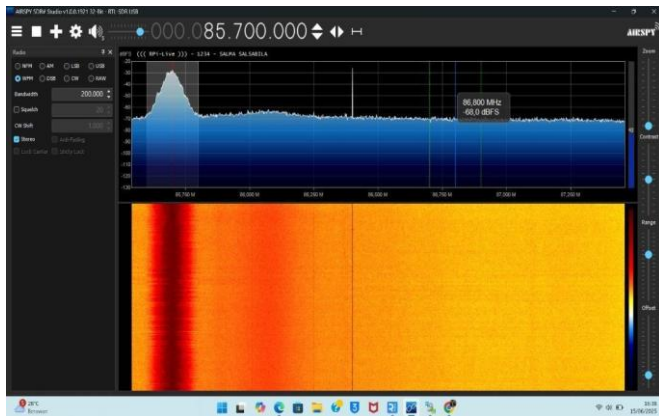
B. Menampilkan Teks Berjalan



Gambar 5 Tampilan teks berjalan di penerima

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa data RDS yang dikirim oleh pemancar menggunakan Raspberry Pi dapat diterima dan dianalisis secara langsung oleh penerima yang menggunakan SDR. Teks yang bergerak (RT) terlihat dengan jelas di layar LCD, dan menunjukkan adanya sinkronisasi yang baik antara konten siaran audio dan informasi teks. Uji coba ini mengkonfirmasi keberhasilan sistem dalam menggabungkan audio dan data RDS menjadi satu siaran FM yang utuh.

C. Keluaran dari SDRSharp.dotnetG



Gambar 6 Tampilan dari SDRSharp.dotnetG

Gambar ini memperlihatkan tampilan penerimaan sinyal radio FM pada frekuensi 85,7 MHz dengan menggunakan software SDR# (SDRSharp) dalam mode WFM, dengan bandwidth sebesar 200 kHz, serta pengodean RDS yang menunjukkan teks “(((RPi-Live))) – 1234 – SALMA SALSABILA”. Di bagian atas, grafik spektrum menunjukkan puncak daya sinyal mendekati -40 dBFS, sementara di bagian bawah, tampilan waterfall menggambarkan kekuatan sinyal secara real-time dengan gradasi warna dari merah pekat (kuat) hingga kuning (lemah).

D. Jangkauan Pemancar FM Raspberry Pi



Gambar 7 Jarak pancaran antenna

Jika Raspberry Pi melakukan pemancaran FM dengan menggunakan modul seperti pi_fm_rds dan antenanya hanya berupa kabel jumper yang terhubung ke pin GPIO 4, jarak penerimaannya akan sangat terbatas. Kabel jumper yang memiliki panjang hanya sekitar 20 hingga 30 cm tidak berfungsi sebagai antenna yang efektif, sehingga daya pancarnya menjadi sangat rendah. Di samping itu, output dari GPIO umumnya hanya berkisar antara 10 hingga 15 mW tanpa adanya penguat, dan panjang kabel pun tidak sesuai dengan panjang gelombang FM (88–108 MHz), yang mengakibatkan banyaknya daya yang terbuang [10].

Berikut adalah tabel pengujian jarak jangkauan dari pancaran antenna ke penerima.

Tabel 1 Jarak pengukuran langsung

Jarak (m)	Preceived (dBm)	Preceived (pW)	Kualitas Suara dan Kualitas RDS
1	-74.10 dBm	3.89×10^{-11} W	Sangat Jernih
2	-80.12 dBm	9.73×10^{-12} W	Sangat Jernih
3	-83.64 dBm	4.32×10^{-12} W	Jernih dan Stabil
4	-86.14 dBm	2.43×10^{-12} W	Jernih dan Kadang Hilang
5	-88.08 dBm	1.56×10^{-12} W	Cukup dan Kadang Hilang
6	-89.66 dBm	1.08×10^{-12} W	Cukup dan Jarang Terbaca
7	-91.00 dBm	7.94×10^{-13} W	Buruk dan Jarang Terbaca
8	-92.16 dBm	6.08×10^{-13} W	Buruk dan Tidak Terbaca
9	-93.18 dBm	4.80×10^{-13} W	Buruk dan Tidak Terbaca
10	-94.10 dBm	3.89×10^{-13} W	Sangat Buruk / Hampir Hilang dan Tidak Terbaca

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa jangkauan pemancar FM yang menggunakan Raspberry Pi memiliki batasan, yakni sekitar 1 hingga 5 meter di dalam ruangan dan 10 hingga 20 meter di luar ruangan dalam kondisi tanpa banyak hambatan, tetapi sangat terpengaruh oleh gangguan dari lingkungan sekitar. Untuk memperluas jangkauan secara sah dan aman, disarankan untuk menggunakan antenna dengan panjang yang sesuai dengan gelombang FM (sekitar 75 cm) serta filter low-pass, daripada meningkatkan daya pancar, sehingga kualitas siaran tetap terjaga dengan baik sekaligus mematuhi peraturan penyiaran.

V. KESIMPULAN

Proyek ini berhasil merancang dan menerapkan sistem pemancar radio FM-RDS yang berbasis Raspberry Pi, yang dirancang untuk membantu operasi stasiun radio komunitas. Dalam sistem ini, Raspberry Pi berfungsi sebagai pengendali utama untuk memancarkan sinyal audio melalui frekuensi FM, serta menyertakan informasi tambahan seperti nama stasiun dan teks yang dapat berubah-ubah menggunakan fitur Radio Data System (RDS). Dengan bantuan modul pi_fm_rds dan perangkat lunak seperti SoX dan FFmpeg, sistem ini dapat mengubah dan memutar file audio dari berbagai format dan menyiarkannya sebagai siaran radio analog yang bisa diterima oleh perangkat FM biasa maupun penerima RDS yang menggunakan mikrokontroler seperti ESP32.

Hasil uji menunjukkan bahwa pemancar berfungsi dengan baik dalam jangkauan tertentu dan dapat menampilkan informasi RDS dengan tepat di alat penerima.

Selain menawarkan kualitas suara yang jelas dan stabil, sistem ini juga menunjukkan kemudahan dalam penggunaannya serta efisiensi biaya, sehingga sangat ideal untuk dipakai di lingkungan pendidikan, komunitas setempat, atau wilayah dengan infrastruktur penyiaran yang terbatas. Dengan cara ini, proyek ini tidak hanya memberikan solusi teknologi yang tepat, tetapi juga berkontribusi dalam memperluas akses informasi lewat media radio komunitas yang terjangkau dan kontemporer.

REFERENSI

- [1] S. Hastuti, J. D. Widodo, P. Studi Manajemen Produksi Siaran, S. Tinggi Multi Media Yogyakarta Jl Magelang NoKM, and D. I. Yogyakarta, "STRATEGI PRODUSER MELALUI METODE SCAMPER DALAM PRODUKSI PROGRAM BUDAYA DI RADIO SEMERU FM LUMAJANG", [Online]. Available: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/HERITAGE>
- [2] A. Tianto, D. Darlis, and S. Hadiyoso, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENERIMA INFORMASI RADIO MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DAN RDS DENGAN SISTEM ALARM DESIGN AND IMPLEMENTATION RECEIVER RADIO INFORMATION DEVICE USING MICROCONTROLLER AND RDS WITH ALARM SYSTEM."
- [3] A. Mustofa, S. Kusmaryanto, R. Ambarwati, and B. Dwika Nanda, "Transmitter Gelombang Frekuensi Radio (RF) FM Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal FORTECH*, vol. 3, no. 2, pp. 85–92, Jan. 2023, doi: 10.56795/fortech.v3i2.105.
- [4] Ratih Siti Aminah, "radio komunitas jurnal," *Jurnal Universitas Pakuan*, vol. Vol. 1, pp. 60–71, 2016.
- [5] F. Humani, K. Adi, D. Catur, and E. Widodo, "APLIKASI PENGOLAHAN CITRA PADA RASPBERRY PI UNTUK MEMBEDAKAN BENDA BERDASARKAN WARNA DAN BENTUK," 2016.
- [6] E. Fernandes, B. Crispo, and M. Conti, "FM 99.9, radio virus: Exploiting FM radio broadcasts for malware deployment," *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 8, no. 6, pp. 1027–1037, 2013, doi: 10.1109/TIFS.2013.2259818.
- [7] A. Hanif, A. Hariyadi, P. Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, P. Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro, and P. Negeri Malang, "Rancang Bangun FM Transmitter Dengan Metode Spread Spectrum Signal Berbasis Raspberry Pi," 2021.
- [8] Christophe Jacquet, "PiFmRds," 2014. Accessed: Jul. 24, 2025. [Online]. Available: <https://github.com/ChristopheJacquet/PiFmRds>
- [9] I. H. Palendeng, J. O. Wuwung, E. K. Allo, and B. S. Narasiang, "Rancang Bangun Sistem Audio Nirkabel Menggunakan Gelombang Radio FM," 2012.
- [10] onnocenter.or.id, "WSPR: RaspberryPi," 2 Mei 2016.