

PENGEMBANGAN RADIO DIGITAL PEMBELAJARAN JARAK JAUH MENGUNAKAN MODUL RPITX RASPBERRY PI

Stephanie I Pella¹, Hendro F J Lami²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, universitas Nusa Cendana Kupang
Email: s.i.pella@staf.undana.ac.id, h.lami@staf.undana.ac.id

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Mar 10, 2022

Direvisi Mar 15, 2022

Disetujui Mar 29, 2022

ABSTRACT

This study aims to develop learning media via digital radio broadcasting. The research comprises three parts, namely frequency planning, digital radio module development using the RPITX, and implementation and testing. The system has a database and has a web-based user interface to make it easier for the administrators to manage the learning content. The system can run in two transmission modes. Wideband frequency modulation (WBFM) mode uses 75 kHz bandwidth, while narrowband frequency modulation (NBFM) uses a communication bandwidth of 2.5 kHz. In the testing phase, the operation frequency used for both models is 88.3MHz, since there is no radio communication system running with a licensed frequency in the area. Users of the system can access the learning schedule of 12 classes through the website. The system also provides several administrative features to manage broadcast schedules, classes, subjects, subject matter, and transmitters.

Keywords: RPITX, WBFM, NBFM, database

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran melalui siaran radio digital. Penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu perencanaan frekuensi, pengembangan modul radio digital menggunakan RPITX, serta implementasi dan pengujian. Sistem memiliki database dan memiliki antarmuka pengguna berbasis web untuk memudahkan administrator mengelola konten pembelajaran. Sistem dapat berjalan dalam dua mode transmisi. Mode modulasi frekuensi pita lebar (WBFM) menggunakan bandwidth 75 kHz, sedangkan modulasi frekuensi pita sempit (NBFM) menggunakan bandwidth komunikasi 2,5 kHz. Pada tahap pengujian, frekuensi operasi yang digunakan untuk kedua model adalah 88,3MHz, karena tidak ada sistem komunikasi radio yang berjalan dengan frekuensi berlisensi di area tersebut. Pengguna sistem dapat mengakses jadwal pembelajaran 12 kelas melalui website. Sistem ini juga menyediakan beberapa fitur administrasi untuk mengatur jadwal siaran, kelas, mata pelajaran, materi pelajaran, dan pemancar.

Kata Kunci: RPITX, WBFM, NBFM, database

Penulis Korespondensi:

Stephanie I Pella,

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik,
universitas Nusa Cendana,

Jl. Adisucipto – Penfui Kupang.

Email: s.i.pella@staf.undana.ac.id



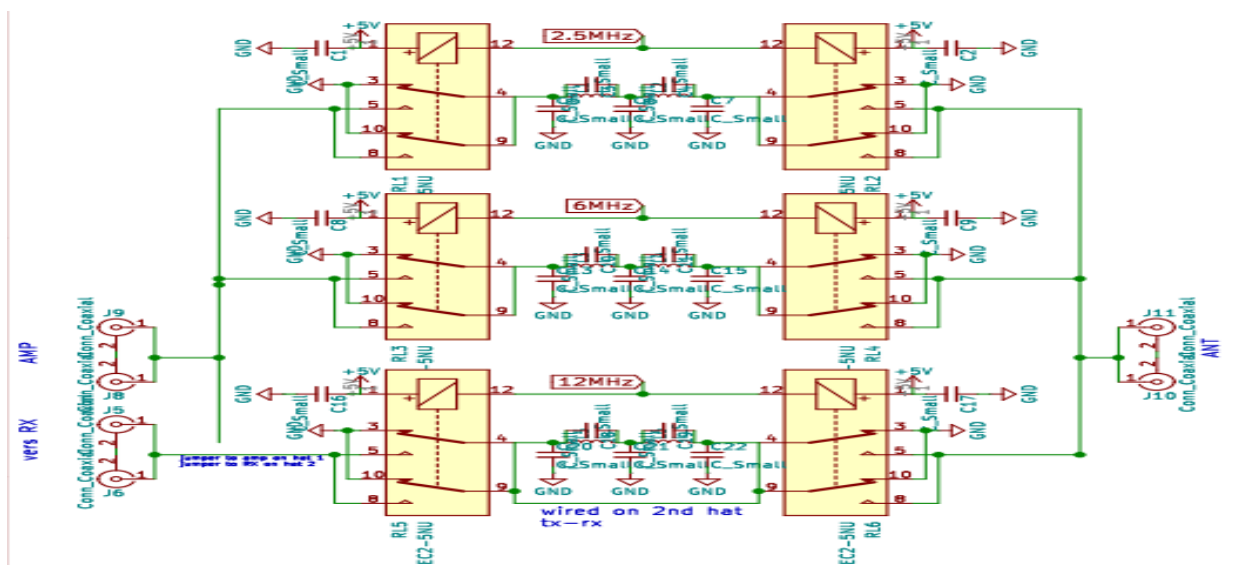
1. PENDAHULUAN

Pembelajaran jarak jauh membutuhkan media telekomunikasi untuk mendukung kegiatan tersebut. Beberapa media telekomunikasi seperti website-internet, radio-internet, televisi-satelit dan FM-radio penerapannya sudah berlangsung untuk model pembelajaran tersebut misalnya pada [1]. Walaupun tujuan penggunaan media telekomunikasi tersebut untuk mendukung transaksi informasi pendidikan namun terdapat beberapa kelemahan untuk masing-masing media. Misalnya ketika penggunaan media internet untuk kebutuhan *streamming* audio/video maupun *video conference* membutuhkan kestabilan koneksi internet pada bitrate minimum tertentu yang tidak didukung oleh infrastruktur di beberapa daerah di Indonesia, terutama pada daerah terpencil. Penggunaan media internet juga membutuhkan kuota internet yang cukup besar, yang berakibat pada meningkatnya biaya pada sisi client dan server [2]. Media televisi-satelit mampu menjangkau seluruh daerah indonesia walaupun demikian membutuhkan biaya investasi yang sangat tinggi [3][4].

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penggunaan media pembelajaran untuk kebutuhan terbatas misalnya pada pandemi covid banyak yang mengarah pada penggunaan media FM-radio. Melalui media ini peserta didik dapat mendengarkan materi presentasi berupa rekaman audio yang nantinya tugas ataupun responsi dapat mengirimkan langsung ke sekolah

[5][6][7]. Selain menggunakan FM-radio, penelitian pada [8] memanfaatkan radio komunitas untuk penyebaran materi pembelajaran. Keuntungan menggunakan FM-radio maupun radio komunitas yaitu dapat menjangkau jarak transmisi 30Km-40Km [9] karena menggunakan band frekuensi pada *High Frequency* (HF) hingga *Verry High frequency* (VHF).

Berdasarkan perkembangan penggunaan media telekomunikasi pembelajaran jarak jauh tersebut, penelitian ini mengembangkan radio digital untuk alternatif media telekomunikasi pembelajaran jarak jauh menggunakan modul rpitx raspberry pi. RPITX merupakan sebuah *Software Define Radio* (SDR) untuk mentransmisikan sinyal radio pada band frekuensi 5KHz-1500MHz [10]. Transmisi radio RPITX membutuhkan biaya yang relative murah pada sisi pengirim maupun penerima. Pada sisi pengirim dapat menggunakan sebuah antenna kawat ataupun dengan penambahan sebuah modul low pass filter dan sebuah eksternal antenna. Model rangkaian filter untuk modul RPITX terlihat pada gambar 1 yang tersusun atas beberapa induktor dan kapasitor. Filter pada gambar 1 merupakan model *Keep It Simple Stupid* (KISS) dengan menerapkan *eliptic multiband*. Sedangkan pada sisi penerima dibutuhkan perangkat penerima radio FM atau telepon genggam yang mendukung siaran radio FM.



Gambar 1 Modul Filter RPITX [10]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas empat tahapan utama perencanaan sebagai berikut :

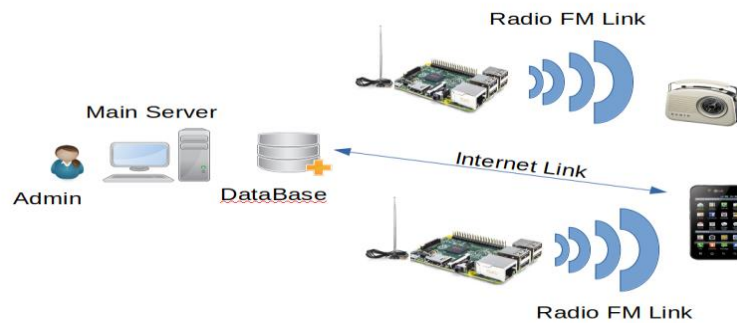
1. Perhitungan kebutuhan bitrate dan kuota internet untuk streaming audio pengajaran melalui jaringan internet

2. Perencanaan frekuensi operasi

3. Pengembangan modul FM-radio rpitx

4. Pengembangan basis data dan website jadwal streaming materi pembelajaran.

Blok diagram sistem siaran radio digital terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Sistem pada gambar 2 tersusun atas admin, main server, database, dan pemancar radio FM (raspberry pi+rpitx). Pengguna dapat terhubung ke sistem melalui link radio pada frekuensi 88.3MHz untuk mendengarkan siaran materi pembelajaran ataupun dapat terhubung melalui link internet untuk mengambil data jadwal siaran berdasarkan jenjang pendidikan, kelas, dan materi pembelajaran. Admin pada sistem bertugas untuk menginput audio pembelajaran dan jadwal pembelajaran.

Main server terdiri atas webserver apache, bahasa pemrograman php dan database server mysql. Pemancar radio FM terdiri atas sebuah single board computer raspberry pi dan modul rpitx. Modul rpitx memiliki beberapa bagian pemancar namun penelitian ini hanya menggunakan pifmrds (Pi FM Radio Data

System) sebagai blok SDR pemancar. Pifmrds dibangun menggunakan bahasa pemrograman c++ dengan library librpitx.h sehingga bisa mentransmisikan sinyal *radio wide band* FM.

Perancangan database sistem terlihat pada gambar 3. Tabel kelas berisi informasi mengenai kelas dan jenisnya (umum, kejuruan). Tabel pelajaran berisi informasi mengenai mata pelajaran dan kelas yang terhubung dengan mata pelajaran tersebut. Tabel bahasan berisi pokok bahasan/materi pembelajaran yang akan disiarkan dan terhubung dengan mata pelajaran yang berkaitan. Tabel pemancar berisi informasi mengenai id pemancar dan frekuensi pemancar. Tabel jadwal berisi informasi mengenai file pembelajaran yang akan disiarkan, waktu siaran, durasi file dan terhubung dengan pemancar dan pokok bahasan yang berkaitan.



Gambar 3. Diagram Relasi Antar Tabel

Pengujian sistem dilakukan pada skala lab dimana untuk internet link menggunakan local area network(LAN) dan pada pemancar radio FM hanya menggunakan antena kawat (monopole). Pada sisi penerima menggunakan radio penerima FM analog dan penerima radio FM smart phone

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan Kebutuhan Streaming Audio

Jaringan Internet dan Siaran Radio FM RPITX. Streaming file audio melalui jaringan internet membutuhkan koneksi yang stabil pada bitrate tertentu, tergantung pada jenis file yang dikirimkan, panjang file dan jumlah pengguna/user yang mengakses siaran secara bersamaan. Kebutuhan kuota dan kecepatan internet di sisi server pada streaming audio 128 kbps selama 1 bulan (20 hari kerja) terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Internet Streaming Audio Sisi Sever

Durasi Siaran/hari	Jumlah Siswa	Kuota (Giga Byte)	Data Rate (Kbps)
1 Jam	10	10,99	11253.76
	30	32,96	33751.04
	50	54,93	56248.32
3 Jam	10	32,96	33751.04
	30	98,88	101253.12
	50	164,79	168744.96
5 Jam	10	54,93	56248.32
	30	164,79	168744.96
	50	274,66	281251.84

Kebutuhan kuota dan kecepatan internet pada sisi client selama 1 bulan terdapat pada Tabel 2

Tabel 2. Kebutuhan Internet Streaming Audio Sisi Sever

Durasi Siaran/hari	BitRate (Kbps)	Kuota (Giga Byte)	Data Rate (Kbps)
1 Jam	96	0,82	839,68
	128	1,1	1126,4
	192	1,65	1689,6
3 Jam	96	2,47	2529
	128	3,3	3379,2
	192	4,98	5058
5 Jam	96	4,12	4218,88
	128	5,49	5621
	192	8,24	8437

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa kebutuhan internet pada sisi server meningkat berdasarkan durasi siaran, jumlah pendengar, dan bitrate streaming.

Kebutuhan internet pada sisi client dan server pada sistem yang ditawarkan hanya untuk akses website jadwal siaran dengan ukuran file 5 KB. Kebutuhan kuota di sisi server adalah jumlah akses dikalikan ukuran file. Untuk 50 pengguna, dan 20 hari kerja, kebutuhan kuota per bulan adalah 5MB. Streaming audio pembelajaran menggunakan media radio FM, sehingga tidak menggunakan bandwidth dan kuota internet

3.2. Perencanaan Frekuensi Operasi

Regulasi Indonesia menetapkan perencanaan kanal frekuensi radio FM berada pada rentang 87.6MHz(Kanal1) hingga 107.5MHz(Kanal 200). Berdasarkan hasil pengukuran untuk wilayah kota kupang terdapat 12 kanal radio yang telah berjalan seperti terlihat pada tabel 3. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kanal radio yang tersedia dan penentuan frekuensi yang berjalan saat implementasi dan pengujian.

Tabel 3. Daftar Kanal Radio FM Kota Kupang

No	No. Kanal	Nama Radio
1	18	Radio Suara Kasih Kupang
2	26	Radio Swara Timor
3	34	RRI Pro 2 Kupang
4	69	RRI Pro 1 Kupang
5	77	AFB
6	85	Suara Kupang
7	101	Kaisarea Voice
8	109	Lizbeth
9	136	Tirilolog Swara Verbum
13	144	RRI Pro 3
11	158	DMWS
12	168	RRI Pro 4 Kupang

Penelitian ini menggunakan no kanal 8 pada frekuensi 88.3MHz yang belum teduduki sehingga tidak menginterferensi 12 kanal yang sudah berjalan pada sisi penerima lain di sekitar lingkungan pengujian.

3.3. Pengembangan Modul FM-radio Rpitx

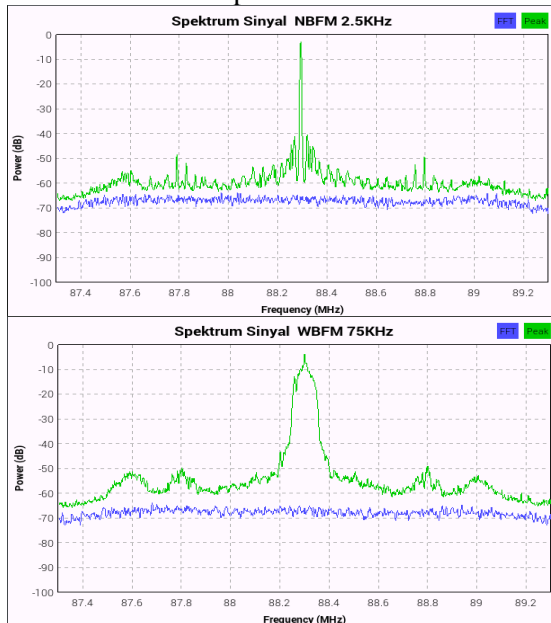
Konfigurasi perangkat pemancar pada skala lab terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi Pemancar Skala Lab

Secara teoritis panjang antena kawat menyesuaikan dengan panjang gelombang pemancar sebesar 3.3m dan panjang keseluruhan kawat menurut teori tersebut sebesar 162cm[12]. Pada implementasi skala lab menggunakan panjang kawat sebesar 20cm yang terhubung pada GPIO02 raspberry pi dan penempatannya pada ketinggian 1.6m.

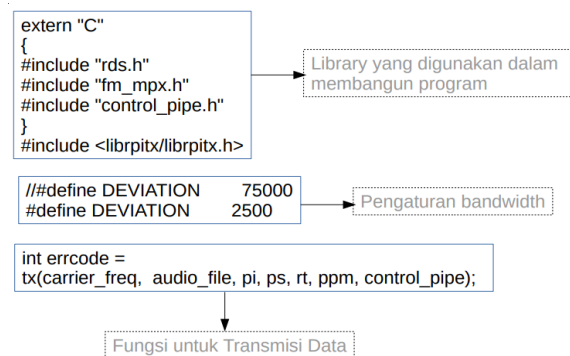
Pemancar rpitx berfungsi dalam dua mode bandwidth yaitu narrow bandwidth FM (2.5 KHz) dan wide band FM (75KHz). NBFM menggunakan bandwidth yang lebih kecil namun WBFM menghasilkan kualitas suara yang lebih baik dan dapat menyisipkan data teks. Gambar 4 memperlihatkan perbandingan penggunaan bandwidth pada siaran radio menggunakan NBFM dan WBFM pada frekuensi 88.3MHz



Gambar 5. Spektrum Bandwidth Mode NBFM dan WBFM pada frekuensi kerja 88.3 MHz

Program untuk streaming file audio melalui pemancar radio dibangun menggunakan bahasa c++ dengan library librpitx seperti terlihat pada gambar 6. Fungsi tx bertujuan mengirimkan siaran radio secara streaming dengan parameter sebagai berikut :

- *carrier_freq* : Frekuensi sinyal pembawa yang digunakan.
- *audio_file* : File audio yang disiarkan secara streaming.
- *pi* : (Program Identifier) Kode unikidentifikasi program
- *ps* : (Program Service) Nama pemancar radio.
- *rt* : (Radio Teks) Data teks yang disisipkan dalam siaran.
- *ppm* : Kesalahan Osilator pada Raspberry Pi dalam *partspermillion*



Gambar 6. Potongan Skrip Sever Streaming Radio Digital

3.4. Pengembangan Website Jadwal Siaran

Website dibangun menggunakan PHP dan database MySQL. Tampilan home page website dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Tampilan Homepage Website Radio Digital

Tampilan Home dari website sistem memiliki empat belas menu dimana pada menu 1 sampai dengan 12 merupakan menu yang ditujukan bagi pengguna untuk mengakses informasi jadwal dan frekuensi pembelajaran sedangkan pada menu administrator login ditujukan bagi seorang admin untuk melakukan manajemen konten pembelajaran.

Seluruh properties server tersimpan dalam tabel jadwal (Gambar 7) yang berelasi dengan tabel pemancar pada database *radio*.

id	id_bahasan	file	pemancar	start	durasi
1	1	matematika_matriks_10.wav	1	2022-01-10 09:00:00	01:00:00
2	1	Matematika_Vektor_10.wav	1	2022-01-17 08:30:00	01:30:00

Gambar 8. Data Kebutuhan Transmisi Pemancar RDS pada tabel jadwal

Jika koneksi database server berhasil, skrip di bawah ini, data kebutuhan transmisi diakses dengan menjalankan skrip pada Gambar 9.

```

$Sql = "select jadwal.id, jadwal.file, pemancar.frekuensi from jadwal, pemancar";
$result = $mysql->query($Sql);

```

Gambar 9. Skrip PHP akses Tabel Relasi

Berdasarkan data yang didapat pada Gambar 9 (durasi transmisi (*timeout*), frekuensi kerja pemancar RDS, dan file audio dari materi pembelajaran), administrator dapat menjalankan streaming Radio digital secara online melalui website menggunakan skrip pada gambar 10.

```

shell_exec('sudo timeout '.$t.' ./pifmrds -freq '.$f.' -audio '.$a);

```

Gambar 10. Potongan Script PHP Pemancar RDS.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mendesain media pembelajaran melalui sebuah pemancar radio digital menggunakan modul RPITX pada Raspberry PI. Melalui pengujian skala lab dan

menggunakan sebuah antenna kawat, Pemancaran sinyal radio dalam dua mode pancar yaitu NBFM dan WBFM pada frekuensi 88.3MHz. Administrator sistem dapat mengatur jadwal broadcast, menjalankan streaming dan mengunggah file pembelajaran melalui user interface berbasis web.

Penggunaan bandwidth dan kuota internet untuk audio streaming melalui jaringan internet meningkat sejalan dengan jumlah pengguna, durasi streaming dan bitrate streaming. Penggunaan kuota internet pada pemancar radio RPITX dengan Raspberry PI hanya untuk mengakses website jadwal siaran. Penambahan durasi streaming, bitrate streaming dan jumlah pendengar tidak berpengaruh pada penggunaan kuota internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ZUHAIRI, Aminudin. The operational aspects of open and distance learning and its quality assurance system in Universitas Terbuka. *Jurnal Pendidikan Terbuka Dan Jarak Jauh*, 2019, 20.2: 52-67.. Informataics (EECCIS), Malang, 2006, p. 35.
- [2] ROHMAH, Nafilatur. Implementasi Pembelajaran Jarak Jauh pada Masa Pandemi Covid-19. *Awwaliyah: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 2020, 3.2: 89-95.
- [3] BELAWATI, Tian. Pembelajaran online. *Jakarta, Universitas Terbuka*, 2019.
- [4] Wismiarti, Anik. Peran Televisi Pada Pembelajaran Dalam Jaringan (Daring) Selama Pandemi Covid-19. *Widyaloka*, 2022, 9.1: 59-70.
- [5] Bali, Muhammad Mushfi El Iq. Implementasi media pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi dalam distance learning. *Jurnal TARBIYATUNA: Kajian Pendidikan Islam*, 2019, 3.1: 29-40.
- [6] Hidayah, Arini, et al. Pembelajaran Percakapan Berbahasa Inggris Untuk Siswa Sekolah Melalui Siaran Radio Karysma Fm Pada Pandemi Covid-19. *Jubaedah: Jurnal Pengabdian dan Edukasi Sekolah (Indonesian Journal of Community Services and School Education)*, 2021, 1.2: 172-177.
- [7] Mustajab, Amin, et al. Pemanfaatan Radio untuk Mengatasi Keterbatasan Jaringan Pada Pembelajaran Daring Selama Masa Pandemi. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2021, 5.3: 560-565.

- [8] Suarjana, Sang KOMPIANG Eka. Pember-dayaan Radio Komunitas Sekolah Sebagai Media Belajar Di SMP Negeri 2 Susut pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Syntax Transformation*, 2021, 2.2: 234-243.
- [9] Carbonell, Maria Lynn B., et al. Development of a stand-alone and scalable weather monitoring system using two-way VHF radios. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2020, 20.1: 475-484.
- [10] Evariste Courjaud F5OEO, <https://github.com/F5OEO/rpitx>, accessed: 20 Feb-2022.
- [11] Friedt, Jean-Michel; Courjaud, Evariste. gr-rpitx: GNU Radio compatible general purpose SDR emitter using the Raspberry Pi (4) internal phase locked loop. In: *Proceedings of the GNU Radio Conference*. 2021.
- [12] Wire Antennas for The Beginner ARRL, <https://www.arrl.org/files/file/Technology/tis/info/pdf/0683033.pdf>, accessed: 21 Feb-2022.