

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PEMANCAR RADIO INTERNET UNTUK STASIUN RADIO KOMUNITAS D3 TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI

1st Veronica Rahman
D3 Teknologi Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia

veronicarahman@sudent.telkomuniversity.ac.id

2nd Denny Darlis, S.Si., M. T.
D3 Teknologi Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia

dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

3rd Dr. Sugondo Hadiyoso, A. Md, S.T., M.T
D3 Teknologi Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia

sugondo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tugas akhir ini merancang dan mengimplementasikan pemancar radio internet untuk stasiun radio komunitas D3 Teknologi Telekomunikasi. Sistem yang dirancang mendukung dua metode siaran, yaitu siaran langsung menggunakan aplikasi eksternal mixxx sebagai encoder dan siaran otomatis menggunakan liquidsoap sebagai pemutar playlist. Perangkat utama yang digunakan adalah raspberry pi 4 model b dengan sistem operasi raspberry pi os 64-bit. Proses perancangan meliputi instalasi dan konfigurasi icecast sebagai server streaming, liquidsoap untuk siaran otomatis, serta integrasi domain publik melalui cloudflared sehingga siaran dapat diakses melalui jaringan lokal maupun internet. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsi siaran langsung dan otomatis, memastikan akses layanan melalui alamat lokal <http://localhost:8000> dan domain publik <https://telcoradio.site>, serta mengukur kapasitas maksimum pendengar melalui uji beban. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem berhasil memutar 10 lagu secara otomatis melalui liquidsoap dan melakukan streaming real-time melalui mixxx, di mana suara input dapat langsung didengar oleh pendengar. Pengujian beban menunjukkan kapasitas optimal sebesar 1.200 pendengar dengan error rate 0% pada koneksi router, sedangkan pada koneksi tethering seluler kapasitas hanya mencapai kisaran 200–300 pendengar sebelum kinerja menurun signifikan dengan error rate 100%. Secara keseluruhan, sistem pemancar radio internet yang dirancang telah berfungsi sesuai tujuan dan berhasil diimplementasikan untuk mendukung kegiatan siaran stasiun radio Komunitas.

Kata kunci— Pemancar Radio Internet, Icecast, Liquidsoap, Raspberry Pi, Streaming Audio, Cloudflared.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini berkembang dengan sangat cepat seiring dengan kemajuan zaman. Salah satu teknologi yang berkembang untuk mengakses dan menyebarkan informasi adalah radio [1]. Radio adalah alat komunikasi yang dapat digunakan oleh sebagian besar masyarakat, sehingga dapat digunakan sebagai media informasi global. Jumlah program radio yang disiarkan banyak yang belum dimanfaatkan secara maksimal yang sangat penting bagi perkembangan teknologi radio dan tidak hanya terbatas pada penerimaan siaran radio[2]. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan mengintegrasikan teknologi internet merupakan langkah awal untuk meningkatkan kualitas siaran.

Radio internet atau e-radio adalah sebuah inovasi dalam teknologi komunikasi yang menyediakan layanan siaran radio menggunakan teknologi digital. Sistem penyiaran radio internet mirip dengan radio analog, namun perbedaannya terletak pada sistem pengiriman data atau informasi. Radio analog memanfaatkan gelombang radio yang bergerak melalui udara, radio internet menyampaikan informasi melalui jaringan internet [3]. Keterbatasan jangkauan dan frekuensi pemancar menjadi suatu tantangan bagi stasiun radio konvensional. Kondisi tersebut menimbulkan sebuah gagasan mengenai bagaimana pendengar radio dapat menikmati siaran radio di mana dan kapan saja, maka dari itu radio internet diciptakan untuk mengatasi masalah ini [4]. Munculnya radio internet sebagai sarana komunikasi umum memberikan kemudahan untuk mendapatkan informasi. Radio memiliki kemampuan untuk menjangkau banyak orang, sehingga berita yang disiarkan dapat menjangkau berbagai tempat. Selain itu, dengan perkembangan teknologi khususnya internet, akses untuk mendengarkan radio secara online menjadi semakin mudah bagi para pendengarnya [5].

Penelitian sebelumnya telah merancang sistem siaran radio digital menggunakan Raspberry Pi yang memanfaatkan pemancar FM lokal dan dikendalikan melalui antarmuka web untuk tujuan edukatif [6]. Namun sistem tersebut masih memiliki keterbatasan dalam jangkauannya karena bergantung pada sinyal FM dan membutuhkan perangkat tambahan. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem penyiaran yang lebih fleksibel dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai media transmisi utama, sehingga siaran dapat diakses secara lebih luas. Pada penelitian ini, metode yang ditawarkan yaitu pengimplementasian sistem siaran radio berbasis internet dengan menggunakan Raspberry Pi yang berfungsi sebagai perangkat utama pemancar radio yang lebih portabel, hemat daya, dan efisien. Sistem tersebut diharapkan mampu mendukung kegiatan edukasi di lingkungan Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi melalui penyiaran yang mudah diakses dan dikelola.

Penggunaan teknologi pemancar radio berbasis internet memungkinkan stasiun radio komunitas dijalankan dengan cara yang lebih praktis dan mudah dipindah sesuai kebutuhan. Raspberry Pi digunakan sebagai perangkat utama memiliki keunggulan karena bersifat open source, efisien, dan cocok diterapkan di lingkungan pendidikan untuk kegiatan latihan maupun siaran langsung. Program Studi D3

Teknologi Telekomunikasi juga dapat memanfaatkan teknologi ini untuk membuat stasiun radio komunitas sendiri sebagai sarana menyampaikan informasi, hiburan, serta berbagai konten.

II. KAJIAN TEORI

A. Radio Internet

Radio streaming atau web radio, radio internet, radio net, atau e-radio adalah jenis radio yang disiarkan melalui jaringan internet. Hal ini dapat membuat siapa pun dapat mendengar radio di mana saja dengan memanfaatkan teknologi *streaming* radio melalui internet, yang dirancang untuk memudahkan pendengar yang tidak dapat menangkap sinyal dari siaran radio [1]. Radio internet dalam perancangan pemancar radio internet untuk radio komunitas adalah inovasi yang memungkinkan siaran radio dilakukan melalui koneksi internet.

Pemancar radio internet adalah sistem yang digunakan untuk mengirimkan siaran audio melalui jaringan internet sehingga dapat diakses oleh pendengar di berbagai lokasi. Teknologi ini muncul sebagai hasil dari konvergensi teknologi komunikasi, di mana media penyiaran beralih dari bentuk analog ke bentuk digital [7]. Data audio dari sumber suara dikonversi menjadi format digital, seperti MP3 dan dikirimkan ke server pemancar. Pemancar radio internet memungkinkan pendengar untuk menerima siaran secara langsung menggunakan perangkat seperti laptop, *smartphone* dan perangkat penerima radio internet lainnya.

B. Raspberry PI

Raspberry pi pertama kali diluncurkan pada tanggal 29 Februari 2012 dan tersedia dalam dua model, yaitu model A dan model B. Perbedaan dari kedua model tersebut terletak pada kapasitas memori yang digunakan. Model a memiliki memori 256 MB, sedangkan model b memiliki memori 512 MB. Selain itu, model b memiliki port ethernet yang tidak terdapat pada model a. Raspberry pi memiliki beberapa port, antara lain port HDMI (*high definition multimedia interface*), port video RCA (*radio corporation of america*), port audio, port ethernet, dan port USB 2.0 (universal serial bus) [8]. Raspberry pi adalah salah satu perangkat yang berukuran kecil namun memiliki kualitas dan fitur yang setara dengan komponen lain yang sejenis, selain itu merupakan komputer mini yang memiliki kemampuan penuh dengan menggunakan sistem operasi linux [9].

C. Sistem Operasi Raspberry Pi (Raspbian)

Raspberry Pi OS, atau yang sebelumnya dikenal dengan nama Raspbian, merupakan sistem operasi resmi yang dirancang oleh Raspberry Pi Foundation untuk mendukung kinerja perangkat Raspberry Pi. Sistem ini berbasis pada distribusi Debian Linux dan telah mengalami berbagai penyesuaian agar dapat berjalan secara ringan, stabil, serta optimal pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Raspberry Pi OS menyediakan ribuan paket perangkat lunak yang telah dikompilasi dan dioptimalkan agar sepenuhnya kompatibel dengan arsitektur perangkat keras Raspberry Pi, menjadikannya sangat ideal untuk berbagai aplikasi seperti sistem tertanam atau *embedded system*, pembelajaran komputasi, serta layanan media seperti *streaming audio* dan video. Selain itu, Raspberry Pi juga mendukung sistem

operasi lain seperti Arch Linux, Pidora, dan RISC OS, namun Raspberry Pi OS tetap menjadi sistem operasi yang paling banyak digunakan dan direkomendasikan, khususnya bagi pengguna pemula. Keunggulan utamanya terletak pada antarmuka yang intuitif, dokumentasi yang komprehensif, serta sifatnya yang *open source*, yang memungkinkan kode sumber untuk diakses dan dimodifikasi secara bebas sesuai kebutuhan [10].

D. Icecast

Icecast adalah perangkat lunak *streaming audio* berbasis *open-source* yang dikembangkan oleh Jack January Moffitt dan Barath Raghavan di bawah naungan Xiph.org Foundation. Icecast2 dirilis pada tahun 2001 dengan dukungan berbagai format audio, skalabilitas yang lebih baik, serta konfigurasi sederhana melalui file *icecast.xml*. Selain itu, perangkat lunak ini memungkinkan distribusi dan pemantauan siaran audio dari server ke pendengar secara efisien [11].

Icecast juga merupakan perangkat lunak server gratis yang digunakan untuk melakukan *streaming* multimedia, khususnya audio. Icecast mendukung format seperti Ogg, Vorbis, dan MP3, serta dapat dimanfaatkan untuk membuat radio internet, jukebox pribadi, atau kombinasi keduanya. Icecast bersifat fleksibel sehingga format baru dapat ditambahkan dengan mudah, serta mendukung standar terbuka untuk komunikasi dan interaksi. Pada sistem siaran, setiap aliran audio yang ditransmisikan memiliki *mount point* tersendiri yang diakses melalui URL, sehingga mudah untuk dikelola [12].

E. Liquidsoap

Liquidsoap merupakan sebuah bahasa pemrograman domain-spesifik yang dirancang khusus untuk mendukung kebutuhan siaran multimedia, terutama dalam pengelolaan *audio streaming*. Bahasa ini memungkinkan pengguna untuk menyusun alur siaran yang kompleks melalui skrip yang dapat disesuaikan. Liquidsoap mulai dikembangkan sejak tahun 2004 melalui proyek Savonet dan dibangun menggunakan bahasa OCaml yang terintegrasi dengan berbagai pustaka eksternal berbasis C [13].

F. Domain Name System (DNS)

Domain Name System (DNS) merupakan sistem terdistribusi yang berfungsi mengonversi nama domain menjadi alamat IP, sehingga mempermudah komunikasi antar perangkat di jaringan internet. DNS memungkinkan pengelolaan nama secara lokal namun tetap dapat diakses secara global melalui skema *client-server* [14]. DNS memiliki peran penting dalam memastikan setiap layanan digital dapat diakses dengan baik. Hampir semua aktivitas pengguna internet dimulai dari permintaan ke server DNS, sehingga gangguan pada sistem ini dapat berdampak besar terhadap konektivitas dan stabilitas layanan *online* [15].

G. Cloudflare Tunnel

Cloudflare merupakan sebuah layanan yang dirancang untuk meningkatkan keamanan serta kecepatan akses internet bagi pengguna. Dengan infrastruktur jaringan yang luas, layanan ini mampu mempercepat distribusi konten situs web, memberikan perlindungan terhadap berbagai ancaman siber, serta meningkatkan stabilitas dan kinerja sistem secara

III. METODE

Gambar 3 Model Sistem Radio Internet

G. Konfigurasi Icecast

Icecast dikonfigurasi melalui berkas icecast.xml dengan penyesuaian pada identitas server, batas koneksi, autentikasi, jalur jaringan, dan mount point. Rincian elemen konfigurasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Elemen Konfigurasi Icecast

Kategori	Elemen	Fungsi
Identitas Server	location, admin, hostname	Memberikan informasi identitas server dan kontak admin
Batas Koneksi	clients, sources, queue-size, client-timeout, source-timeout	Menentukan kapasitas maksimum pengguna dan pengaturan waktu koneksi
Autentikasi	source-password, admin-user, admin-password	Mengatur akses untuk penyiar dan administrator server
Jalur Jaringan	port, bind-address	Menentukan port layanan dan alamat IP yang digunakan server
Mount Point	mount-name, max-listeners, fallback-mount	Mengatur jalur siaran utama dan jalur cadangan ketika sumber utama tidak aktif

H. Konfigurasi Liquidsoap

Liquidsoap berfungsi sebagai pemutar siaran otomatis yang dikonfigurasi melalui skrip .liq untuk mengatur sumber audio dan koneksi ke server, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Elemen Konfigurasi Liquidsoap

Kategori	Elemen	Fungsi
Sumber Audio	playlist(...)	Menentukan folder berisi file audio untuk diputar
Prioritas Sumber	fallback(...)	Mengatur urutan sumber siaran utama dan cadangan
Ketahanan Siaran	track_sensitive	Memungkinkan perpindahan sumber secara fleksibel
Sumber Darurat	noise()	Digunakan sebagai pengisi siaran saat playlist kosong
Koneksi ke Server	output.icecast(...)	Menghubungkan audio ke server Icecast melalui host, port, dan mount

Untuk memastikan Liquidsoap berjalan otomatis saat Raspberry Pi dinyalakan, digunakan layanan *systemd* yang mengatur eksekusi skrip, pemulihan saat terjadi gangguan, serta aktivasi setelah jaringan tersedia.

Rincian konfigurasi layanan ditunjukkan pada Tabel 3, yang memastikan kontinuitas siaran tanpa intervensi manual.

Tabel 3 Konfigurasi Layanan Otomatisasi

Baris Konfigurasi	Fungsi
Description	Memberikan deskripsi layanan
After=network.target	Menjamin layanan aktif setelah jaringan tersedia
ExecStart	Menjalankan skrip Liquidsoap
Restart	Mengatur agar layanan aktif kembali jika berhenti mendadak
User	Menentukan pengguna sistem yang menjalankan layanan
WantedBy=multi-user.target	Menjadikan layanan aktif saat sistem siap digunakan oleh banyak pengguna

I. Konfigurasi Cloudflared dan Integrasi Domain

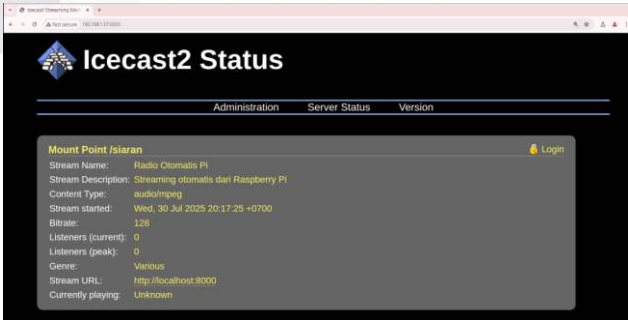
Cloudflared digunakan untuk menghubungkan layanan siaran di Raspberry Pi dengan domain publik *telcoradio.site* melalui konfigurasi tunnel *.yaml* yang berisi identitas tunnel, file autentikasi, pemetaan domain, dan layanan lokal. Elemen utama ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Elemen Konfigurasi Cloudflare

Elemen	Fungsi
tunnel	Menyimpan ID tunnel yang dibuat dan terdaftar di akun Cloudflare
credentials-file	Menunjukkan lokasi berkas autentikasi yang digunakan untuk koneksi
hostname	Nama domain publik yang diarahkan ke layanan lokal di Raspberry Pi
service	Alamat lokal dari layanan siaran yang akan diteruskan (misalnya Icecast)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Server Streaming Icecast



Gambar 4 Antarmuka Web Icecast

Gambar 4 menampilkan status layanan Icecast pada Raspberry Pi yang menunjukkan mount point */siaran* telah aktif, dengan informasi siaran seperti nama, deskripsi, format

audio, bitrate, waktu mulai, serta URL streaming lokal sebagai jalur akses utama. Tampilan ini mengonfirmasi bahwa konfigurasi server Icecast berjalan sesuai rencana.

B. Penerapan Liquidsoap sebagai Pemutar Siaran Otomatis

Liquidsoap pada Raspberry Pi dikonfigurasi dengan skrip *.liq* untuk memutar playlist lokal secara otomatis dan noise sebagai cadangan ketika tidak ada penyiar langsung. Layanan dijalankan permanen menggunakan *systemd* melalui *radio.service*, sehingga siaran tetap berlanjut tanpa intervensi manual.

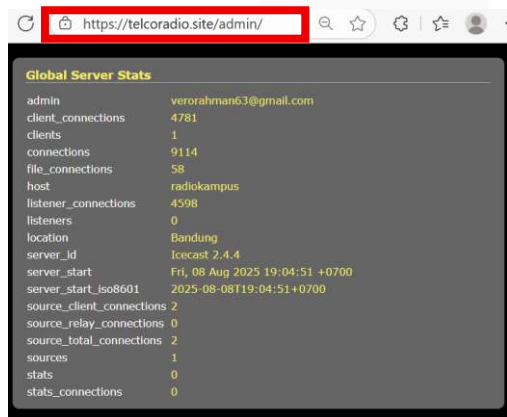
```
pi@raspberrypi:~$ sudo systemctl status radio.service
● radio.service - Radio Internet Otomatis
   Loaded: loaded (/etc/systemd/system/radio.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Mon 2025-07-28 18:17:03 WIB; 18h ago
     Main PID: 586 (liquidsoap)
        Tasks: 10 (limit: 8755)
       CPU: 1min 51.387s
      CGroup: /system.slice/radio.service
              └─586 /usr/bin/liquidsoap /home/pi/radio.liq
```

Gambar 5 Status layanan radio.service

Gambar 5 menunjukkan status *radio.service* dalam kondisi *active (running)*, menandakan Liquidsoap berjalan sesuai konfigurasi.

C. Integrasi Cloudflared dan Akses Siaran melalui Domain

Integrasi Cloudflared pada Raspberry Pi digunakan agar layanan Icecast di port 8000 dapat diakses secara global melalui domain *telcoradio.site* yang didaftarkan di Hostinger dan dikelola dengan Cloudflare untuk DNS serta keamanan koneksi. Konfigurasi dilakukan melalui berkas *config.yml* yang memetakan domain ke layanan Icecast lokal, kemudian tunnel diaktifkan sehingga siaran dapat diakses publik melalui peramban.



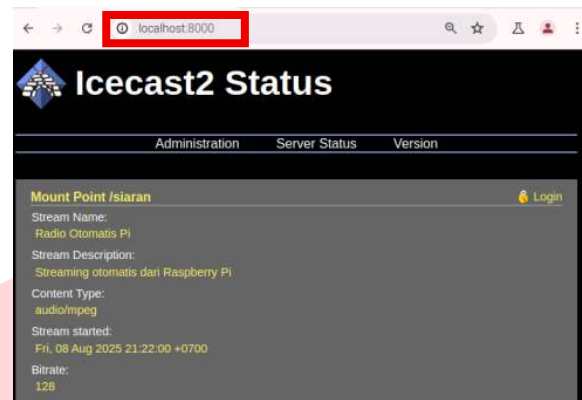
Gambar 6 Antarmuka web Icecast melalui domain

Gambar 6 menampilkan antarmuka web Icecast yang berhasil diakses melalui domain tersebut, mengonfirmasi keberhasilan integrasi dan akses publik layanan streaming.

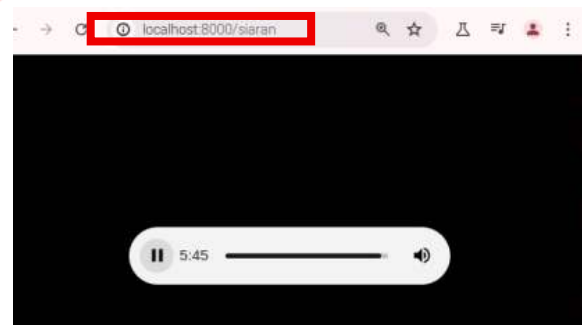
D. Pengujian Akses Secara Lokal

Pengujian layanan Icecast pada jaringan lokal dilakukan dengan mengakses <http://localhost:8000>, dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7 yang menampilkan antarmuka web dengan informasi mount point */siaran*, nama siaran, format audio, waktu mulai, serta bitrate. Selanjutnya, pengujian pemutaran siaran melalui <http://localhost:8000/siaran> ditunjukkan pada Gambar 8, di mana audio dari playlist Liquidsoap berhasil diputar dengan

lancar di browser, dengan noise sebagai cadangan jika playlist kosong. Keberhasilan kedua pengujian ini membuktikan bahwa konfigurasi Icecast telah berjalan dengan benar, layanan streaming audio dapat diakses stabil melalui jaringan lokal, dan sistem siap digunakan untuk tahap pengujian akses publik.



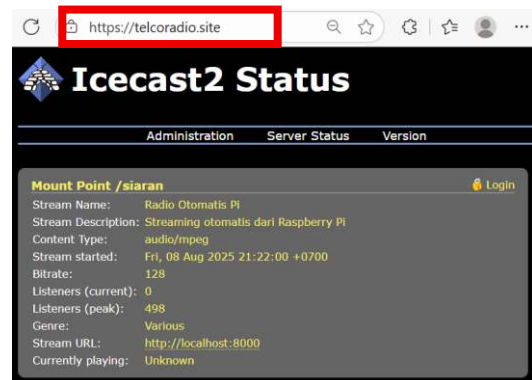
Gambar 7 Pengujian Akses Icecast Lokal



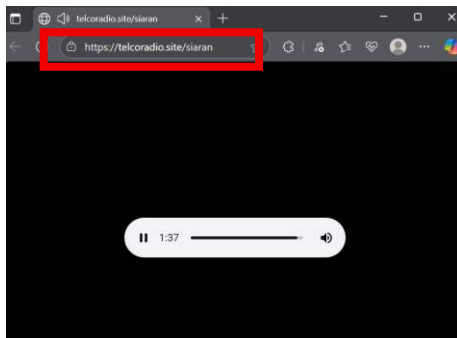
Gambar 8 Pengujian Pemutar Streaming Audio Lokal

E. Pengujian Akses Secara Publik

Pengujian akses publik dilakukan untuk memastikan layanan streaming dapat dijangkau di luar jaringan lokal melalui domain <https://telcoradio.site>. Gambar 9 menunjukkan antarmuka web Icecast berhasil dimuat dengan informasi siaran pada mount point */siaran*, sedangkan Gambar 10 menampilkan pemutar audio yang dapat diputar dengan lancar melalui <https://telcoradio.site/siaran>. Keberhasilan ini membuktikan bahwa integrasi Raspberry Pi dengan Cloudflared Tunnel dan DNS berjalan baik, sehingga layanan streaming dapat diakses secara global secara real-time oleh pendengar melalui berbagai perangkat.



Gambar 9 Pengujian Antarmuka Icecast melalui Domain



Gambar 10 Pengujian Siaran melalui Domain Publik

F. Load Testing untuk Kapasitas Jumlah Pendengar

Pengujian *load testing* dilakukan menggunakan Loader.io untuk mensimulasikan jumlah pendengar yang terhubung secara bersamaan ke layanan streaming pada Raspberry Pi. Evaluasi kinerja berfokus pada empat metrik, yaitu jumlah pendengar, *average response time global*, *response time puncak*, dan *error rate*. Data hasil pengujian pada koneksi router berbasis serat optik serta koneksi seluler ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Hasil pengujian beban layanan streaming dengan koneksi router.

Jumlah Pendengar	Avg. Response Time Global (ms)	Avg. Response Time Puncak (ms)	Error Rate (%)
15	4000	0	0.0
50	3963	0	0.0
100	3927	0	0.0
1000	3809	0	0.0
1200	4212	0	0.0
1215	4867	10142	100.0
1250	4382	10376	100.0
1300	4306	10204	100.0
1500	5102	10205	100.0
2000	4017	10204	100.0

Tabel 6 Hasil pengujian beban layanan streaming dengan koneksi seluler

Jumlah Klien	Avg. Response Time (ms)	Avg. Response Time Puncak (ms)	Error Rate (%)
15	2041	0	0
50	2023	0	0
100	1931	0	0
200	5265	0	0
300	10049	10001	100
500	5202	10204	100
1000	2893	10203	100
1200	3732	10205	100
1300	4363	10206	100
1500	5680	10204	100

Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa kapasitas layanan streaming dengan koneksi router berbasis serat optik dapat mencapai hingga 1.200 pendengar dengan *average response time global* 3–5 detik, *response time puncak* 0 ms, dan *error rate* 0%. Setelah melewati jumlah tersebut, performa menurun drastis dengan lonjakan *response time puncak* di atas 10 detik serta *error rate* 100%, yang menandakan batas kapasitas sistem telah tercapai.

Pada koneksi seluler, performa hanya stabil hingga 200 pendengar dengan *average response time global* 2–5 detik, *response time puncak* 0 ms, dan *error rate* 0%. Mulai 300 pendengar, terjadi penurunan tajam dengan *error rate* 100% dan *response time puncak* di atas 10 detik. Hal ini menunjukkan kapasitas maksimal pada koneksi seluler lebih rendah dibandingkan router berbasis serat optik, yang dipengaruhi oleh karakteristik jaringan dengan latensi lebih tinggi dan kualitas yang tidak stabil.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan tugas akhir mengenai perancangan dan implementasi pemancar radio internet untuk Stasiun Radio Komunitas D3 Teknologi Telekomunikasi, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dirancang dengan dua metode siaran, yaitu siaran langsung menggunakan *Mixxx* sebagai *encoder* dan siaran otomatis menggunakan *Liquidsoap* yang juga mendukung sumber cadangan ketika *playlist* utama tidak tersedia. Implementasi sistem pada perangkat Raspberry Pi 4 Model B dengan server *Icecast* serta integrasi domain publik melalui *Cloudflared* berjalan dengan baik, sehingga layanan streaming dapat diakses baik secara lokal maupun publik melalui *telcoradio.site*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas optimal layanan mencapai sekitar 1.200 pendengar pada koneksi router berbasis serat optik, sedangkan pada koneksi seluler hanya 200–300 pendengar. Perbedaan kapasitas ini dipengaruhi oleh kestabilan jaringan, di mana koneksi serat optik lebih konsisten dibandingkan jaringan seluler yang memiliki latensi lebih tinggi dan kualitas tidak stabil.

REFERENSI

- [1] Jumirah, J. Aliyah, and J. Q. Ilhamdi, "Perancangan Sistem Informasi Radio Straming Suara Sabalong Samalewa Berbasis Web Pada Dinas Komunikasi Informatika Dan Statistik Kabupaten Sumbawa," *informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, vol. 3, no. 1, pp. 285–293, 2021.
- [2] A. Tianto, D. Darlis, and S. Hadiyoso, "Perancangan dan Implementasi Alat Penerima Informasi Radio Menggunakan Mikrokontroler dan Rds Dengan Sistem Alarm," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 2, no. 3, pp. 1430–1436, Dec. 2016.
- [3] D. Riyanto and G. A. Buntoro, "Rancang Bangun Sistem E-Radio Suara Al-Manar Universitas Muhammadiyah Ponorogo," *Multitek Indonesia, Jurnal Ilmiah*, vol. 13, pp. 1907–6223, Jul. 2019, [Online]. Available: <http://journal.umpo.ac.id/index.php/multitek>
- [4] F. Y. Puspitasari and A. Virgono, "INTERNET RADIO STREAMING," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, pp. G83–G86, Jun. 2009.
- [5] W. K. Ja'far, A. S. Tanjung, A. A. Siregar, A. Rifa, and A. M. Purba, "Sejarah Singkat Radio, Format, Perangkat Siaran, Revolusi Serta Keunggulan dan

- Kelemahannya,” *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi JUITIK*, vol. 2, no. 3, pp. 85–90, Nov. 2022, [Online]. Available: <http://journal.sinov.id/index.php/juitik/indexHalamanUTAMAJurnal>:<https://journal.sinov.id/index.php>
- [6] S. I. Pella and H. F. J. Lami, “PENGEMBANGAN RADIO DIGITAL PEMBELAJARAN JARAK JAUH MENGGUNAKAN MODUL RPITX RASPBERRY PI,” *Jurnal Media Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 45–61, Mar. 2022, doi: 10.35508/jme.
- [7] A. D. Silaban, M. Amirulloh, and L. Rafianti, “Podcast: Penyiaran Atau Layanan Konten Audio Melalui Internet (Over The Top) Berdasarkan Hukum Positif Di Indonesia,” *Jurnal Legalitas*, vol. 13, pp. 132–146, 2020.
- [8] T. M. Diansyah and E. Ilyanda, “Rancangan Media Penyimpanan Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Raspberry Pi sebagai Mini Server Portabel,” *Jurnal Teknolgi dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, vol. 1, pp. 123–128, Apr. 2018.
- [9] Hudaya, G. I. Hapsari, and G. A. Mutiara, “Implementasi Live Audio Streaming Menggunakan Raspberry Pi,” *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 2, pp. 97–102, Nov. 2015.
- [10] U. Saeed, M. A. Khuhro, M. Waqas, and N. Mirbahar, “Comparative analysis of different Operating systems for Raspberry Pi in terms of scheduling, synchronization, and memory management,” *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 41, no. 3, pp. 113–119, Jul. 2022, doi: 10.22581/muet1982.2203.11.
- [11] U. L. R. M. Putra and W. Sulisty, “Analisis Pemanfaatan Icecast2 Pada Perancangan dan Pembangunan Live Streaming Radio,” *Jurnal Teknologi Informasi-Aiti*, vol. 10, no. 2, pp. 101–200, Aug. 2013.
- [12] A. Triyono, M. N. Al Azam, and D. Rolliawati, “APLIKASI RADIO STREAMING MENGGUNAKAN SERVER ICECAST2 BERBASIS ANDROID,” *Jurnal Monitor*, vol. 1, no. 1, p. 44, Jul. 2012.
- [13] D. Baelde, R. Beauxis, and S. Mimram, “Liquidsoap: a High-Level Programming Language for Multimedia Streaming,” *arXiv preprint*, pp. 1A – 12, Apr. 2011, doi: 10.1007/978-3-642-18381-2_8.
- [14] M. Dhawan and O. Gupta, “Impact of Local Domain Name System (DNS) on Corporate Network Bandwidth,” *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 2, no. 11, pp. 4431–4437, Nov. 2013, [Online]. Available: www.ijarccce.com
- [15] W. Thawornwichian, *SECURITY OF THE DOMAIN NAME SYSTEM (DNS): AN INTRODUCTION FOR POLICY MAKERS*. 2022. [Online]. Available: <http://www.oecd.org/termsandconditions>.
- [16] D. F. Hritcan and D. Balan, “Exposing IoT Platforms Securely and Anonymously behind CGNAT,” *IEEE*, Dec. 2024, doi: 10.1109/RoEduNet64292.2024.10722287.