

Desain Dan Implementasi Penerima Radio Internet Berbasis ESP32 untuk Radio Komunitas D3 Teknologi Telekomunikasi

1st Nasywa Nur Zahrah

D3 Teknologi Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
Xasyjjkx@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Denny Darlis

D3 Teknologi Telekomunikasi Telkom
University
Bandung, Indonesia
dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

3rd Sugondo Hadiyoso

D3 Teknologi Telekomunikasi Telkom
University
Bandung, Indonesia
sugondo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tugas Akhir ini merancang dan mengimplementasikan penerima radio internet berbasis ESP32 untuk mendukung siaran radio komunitas dengan keterbatasan jangkauan konvensional. Sistem memanfaatkan Wi-Fi ESP32 untuk mengakses siaran radio dan mengalirkannya ke speaker. Perangkat keras mencakup PCB dengan ESP32, dekoder audio, catu daya, dan koneksi speaker, sedangkan perangkat lunak menangani koneksi jaringan, protokol streaming, pengolahan sinyal, dan kontrol. Prototipe diuji pada aspek koneksi, kualitas audio, dan ketabilan. Hasil menunjukkan kekuatan sinyal Wi-Fi sangat memengaruhi stabilitas streaming: RSSI kuat (> -30 dBm) lancar, sedangkan RSSI lemah (< -40 dBm) sering buffering.

Kata Kunci: *ESP32, radio internet, radio komunitas, streaming.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan yang signifikan di dunia. Teknologi yang berkembang sangat pesat saat ini membuat industri media turut berkembang. Media massa baru sudah banyak bermunculan dan digunakan oleh masyarakat. Media baru menjadi salah satu saluran komunikasi yang memiliki banyak pengguna, sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa media konvensional akan tergeser. Hal inilah yang membuat media konvensional melakukan transformasi atau perubahan agar tetap diminati masyarakat, termasuk komunitas radio yang kini perlu beradaptasi agar tetap relevan [1].

Tantangan utama yang dihadapi komunitas radio meliputi keterbatasan daya sumber, biaya perangkat keras, dan akses internet yang tidak merata, terutama di daerah pedesaan atau terpencil. Tantangan utama yang dihadapi komunitas radio meliputi keterbatasan daya sumber, biaya perangkat keras, dan akses internet yang tidak merata, terutama di daerah pedesaan atau terpencil. dilengkapi modul Wi-Fi memungkinkan operasional sistem hanya dengan sumber daya minimal seperti adaptor USB atau bahkan power bank.

II. KAJIAN TEORI

A. Radio Internet

Radio internet adalah layanan penyiaran audio yang ditransmisikan melalui internet. Penyiaran yang dilakukan melalui internet disebut sebagai webcasting karena tidak menular secara luas melalui sarana nirkabel. Radio internet memiliki sebuah media streaming yang dapat menyediakan saluran audio terus menerus dan tidak ada kontrol operasional penyiaran seperti media penyiaran tradisional pada umumnya [3].

Radio internet berkembang setelah terbitnya Permenkominfo No. 21 Tahun 2009 tentang penyiaran

digital, yang mengoptimalkan penggunaan frekuensi dan mengubah bisnis radio berbasis internet. Transformasi ini memerlukan kolaborasi antarindustri, mengingat radio siaran telah jenuh dengan masalah seperti biaya tinggi, produktivitas rendah, kurang inovasi, dan belum siap menerapkan media berbasis internet. [4].

B. Mikrokontroller ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan sebuah SoC (System on Chip) yang terintegrasi dengan dukungan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, serta beragam peripheral. Chip ESP32 tergolong lengkap karena sudah memiliki prosesor, ruang penyimpanan, serta akses terhadap GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 juga dapat dijadikan alternatif pengganti Arduino karena memiliki kemampuan untuk langsung terkoneksi ke jaringan WiFi [5].

C. MAXG8357A dan Protokol I2S untuk Output Audio

I2S (Inter-Integrated Circuit Sound) merupakan standar komunikasi audio digital yang digunakan untuk mentransfer data audio dalam bentuk PCM (Pulse-Code Modulation) maupun PDM (Pulse-Density Modulation) antarperangkat. Sebagai contoh, sinyal audio yang masuk melalui mikrofon akan dikonversi menjadi sinyal digital, kemudian diproses dan diubah kembali menjadi keluaran audio. Pada proses ini, perangkat ADC (Analog to Digital Converter) berfungsi mengubah sinyal analog menjadi data digital, sedangkan perangkat DAC (Digital to Analog Converter) bertugas mengubah data digital kembali menjadi sinyal audio analog. Mikrokontroler ESP32 mendukung dua periferal I2S, yaitu I2S0 dan I2S1, di mana keluaran dari I2S0 dapat langsung diarahkan ke saluran DAC internal melalui GPIO 25 dan 26 [7].

D. Pemrograman Arduino

Integrated Development Environment (IDE) merupakan perangkat lunak yang berperan penting dalam proses pemrograman, kompilasi biner, hingga pengunduhan program ke memori mikrokontroler. Arduino menjadi salah satu platform yang banyak dipilih oleh profesional maupun pemula karena dukungan berbagai modul pendukung seperti sensor, monitor, dan pembaca data. Daya tarik utama Arduino terletak pada sifatnya yang open source, baik pada perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Skema Arduino tersedia secara gratis, sehingga pengguna dapat mengunduh rancangan, membeli komponen, membuat PCB, serta merakit

perangkat sendiri tanpa harus membayar lisensi kepada pengembang Arduino [8].

E. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

TCP/IP adalah sekumpulan protokol yang dirancang untuk menjalankan fungsi komunikasi data pada Wide Area Network (WAN). Setiap protokol dalam TCP/IP memiliki tanggung jawab tertentu terhadap proses komunikasi data. TCP/IP menjadi protokol utama yang digunakan pada internet maupun intranet, karena mampu memungkinkan berbagai sistem yang terhubung untuk saling berkomunikasi tanpa memperhatikan bagaimana sistem lain bekerja. Protokol ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1969 oleh DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) melalui proyek ARPANET yang mengimplementasikan teknologi packet switching. Keberhasilan ARPANET mendorong banyak organisasi lain untuk bergabung, hingga akhirnya dibutuhkan protokol komunikasi yang lebih umum, yang kemudian dikenal sebagai TCP/IP.

Secara konseptual, TCP/IP terdiri dari dua lapisan utama. Lapisan Transmission Control Protocol (TCP) bertugas memecah pesan atau file menjadi paket-paket kecil untuk ditransmisikan melalui jaringan, lalu menyusunnya kembali menjadi bentuk asli saat diterima. Sementara itu, lapisan Internet Protocol (IP) berfungsi mengatur bagian alamat dari setiap paket, sehingga dapat dipastikan paket sampai pada tujuan yang tepat. TCP/IP menggunakan model komunikasi client/server, di mana komputer klien meminta layanan tertentu yang akan diberikan oleh komputer server. Berbagai protokol populer berjalan di atas TCP/IP, di antaranya HTTP (Hypertext Transfer Protocol), FTP (File Transfer Protocol), Telnet, dan SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) [9].

F. DHCP (*Dynamic Host Control Protocol*)

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) berfungsi membantu penghematan penggunaan alamat IP karena tidak perlu menetapkan alamat IP secara permanen pada setiap komputer klien. Server DHCP merupakan perangkat jaringan yang secara otomatis memberikan alamat IP kepada komputer klien yang terhubung ke jaringan sehingga perangkat tersebut dapat melakukan komunikasi [10].

Mekanisme kerja DHCP dimulai ketika komputer klien yang tersambung ke jaringan mengirimkan permintaan alamat IP ke server DHCP. Proses ini disebut DHCPDISCOVER. Selanjutnya, server DHCP memeriksa database untuk memastikan ketersediaan alamat IP. Setelah itu, klien akan mengajukan permintaan resmi untuk menggunakan alamat IP tertentu, proses ini dikenal sebagai DHCPREQUEST. Tahap terakhir, server DHCP memberikan atau memindahkan alamat IP dari database ke komputer klien. Dengan demikian, komputer klien dianggap telah memiliki alamat IP yang ditetapkan oleh server DHCP dan dapat berfungsi dalam jaringan sesuai alamat tersebut [11].

G. RSSI (*Receive Signal Strength Indicator*)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah teknologi yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat nirkabel. Akan tetapi, pemetaan nilai RSSI terhadap jarak memiliki banyak keterbatasan, sebab nilai RSSI sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti noise, multi-path fading, dan interferensi, yang dapat

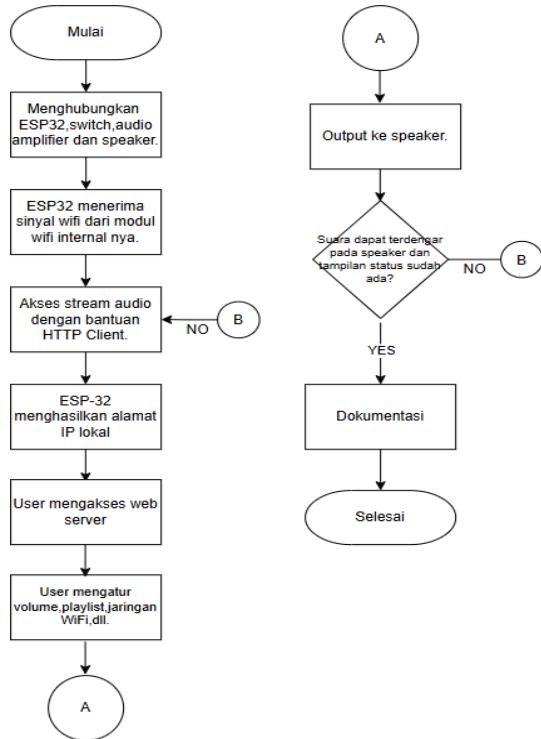
menyebabkan fluktuasi besar pada kekuatan sinyal yang diterima [12]. RSSI merupakan parameter penting yang menunjukkan seberapa kuat sinyal WiFi diterima, dinyatakan dalam satuan dBm (decibel-milliwatts). Pada umumnya, nilai RSSI ditampilkan dalam bentuk angka negatif. Semakin mendekati nol (misalnya -30 dBm) menandakan sinyal sangat kuat, sedangkan nilai yang lebih rendah (misalnya -90 dBm) menunjukkan sinyal lemah dan tidak stabil.

Dalam proyek penerima radio internet berbasis ESP32, RSSI memegang peranan vital karena secara langsung memengaruhi kualitas koneksi WiFi yang digunakan untuk melakukan streaming audio dari stasiun radio daring. ESP32 sebagai pusat sistem memanfaatkan koneksi WiFi untuk menerima data audio digital dalam format MP3.

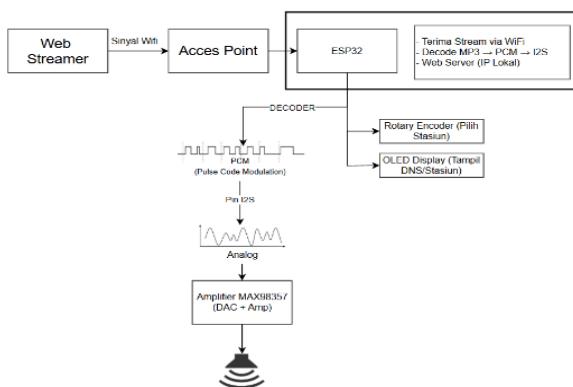
III. METODE

A. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem penerima radio internet berbasis ESP32 diawali dengan proses inisialisasi perangkat keras, yaitu menyambungkan ESP32 dengan switch, audio amplifier, dan speaker agar seluruh komponen dapat bekerja dengan baik. Setelah perangkat siap, ESP32 menggunakan modul Wi-Fi internalnya untuk terhubung ke jaringan internet. Koneksi ini menjadi tahap penting karena seluruh proses pemutaran audio bergantung pada jaringan yang stabil. Setelah berhasil terhubung, ESP32 memanfaatkan HTTP Client untuk mengakses sumber audio melalui alamat URL streaming. Apabila koneksi gagal, sistem akan melakukan pengecekan ulang terhadap jaringan sebelum melanjutkan. Jika proses berhasil, ESP32 secara otomatis menghasilkan alamat IP lokal yang dapat digunakan pengguna untuk mengakses antarmuka pengaturan perangkat melalui browser. Dari antarmuka web server tersebut, pengguna dapat mengatur berbagai fungsi, seperti pengelolaan volume, pemilihan playlist, pengaturan jaringan WiFi, dan parameter lainnya. Data audio yang diterima kemudian diproses oleh ESP32 dan diteruskan ke audio amplifier, lalu ke speaker untuk diputar. Selanjutnya, sistem melakukan verifikasi output audio guna memastikan bahwa suara sudah terdengar di speaker dan status tampilan sesuai. Jika ditemukan masalah, sistem akan kembali melakukan pengecekan koneksi atau penyesuaian pengaturan. Apabila semua fungsi berjalan normal, proses diakhiri dengan dokumentasi hasil uji sebagai catatan keberhasilan sistem, dan selanjutnya perangkat dinyatakan siap digunakan.

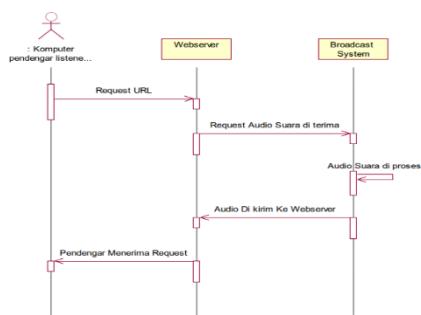
GAMBAR 1
Flowchart Perancangan

B. Blok Sistem

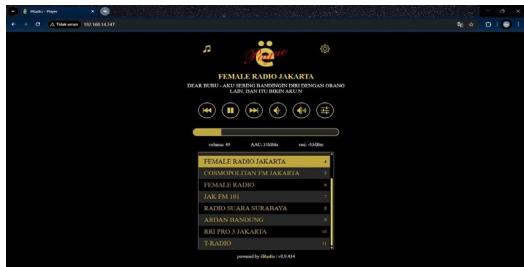
GAMBAR 2
Blok Diagram Sistem

C. Pemodelan Sistem

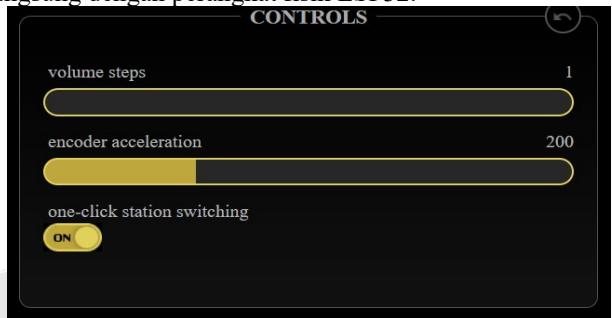
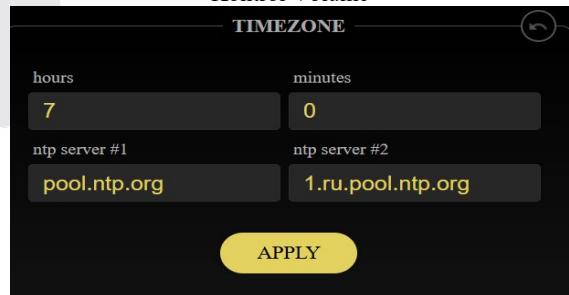
Alur komunikasi data pada sistem streaming audio ini dimulai dari perangkat pendengar, yang dapat berupa komputer atau modul ESP32 pada alat penerima radio internet.

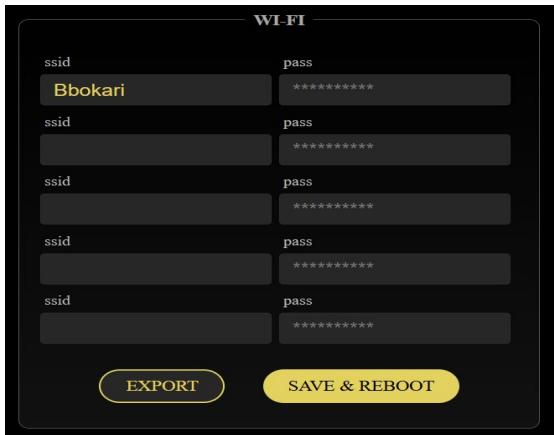
GAMBAR 3
Pemodelan Sistem

D. Perancangan Antar Muka

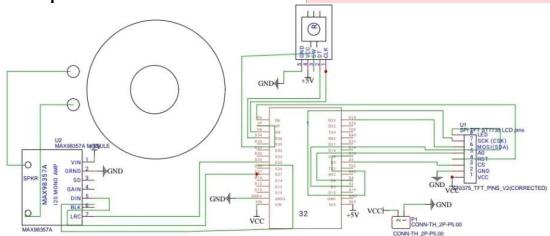
GAMBAR 4
Tamilan Website

Antarmuka berbasis web pada sistem penerima radio internet berbasis ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali utama yang memungkinkan pengguna mengatur sistem secara fleksibel melalui browser. Setelah terhubung ke Wi-Fi lokal, ESP32 memperoleh alamat IP yang dapat diakses dari perangkat lain dalam jaringan yang sama. Melalui antarmuka ini, pengguna dapat memilih stasiun radio dari daftar URL streaming yang tersimpan, mengatur volume secara real-time melalui jalur I2S ke amplifier eksternal, serta mengelola koneksi Wi-Fi tanpa perlu pemrograman ulang. Selain itu, antarmuka menyediakan fitur penambahan atau pembaruan daftar saluran, pengaturan waktu manual maupun otomatis menggunakan NTP, serta menampilkan informasi status sistem seperti sinyal WiFi (RSSI), alamat IP, dan kondisi pemutaran audio. Dengan demikian, antarmuka web ini memudahkan pengguna dalam mengontrol, memantau, sekaligus mendiagnosa sistem tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat fisik ESP32.

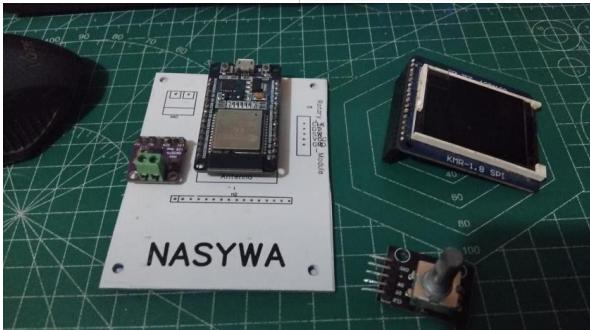
GAMBAR 5
Kontrol VolumeGAMBAR 6
Kontrol Jam

GAMBAR 7
Konfigurasi WiFi

E. Implementasi Sistem

GAMBAR 8
Skematik Sistem

F. Pembuatan PCB

GAMBAR 9
Hasil PCB

G. Pembuatan PCB

GAMBAR 10
Hasil Casing

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

GAMBAR 11
Hasil PengujianTABEL 1
Pengujian Sistem

Channel Radio	Bit Rate	RSSI	Status Keluaran
Female Radio Jakarta	31 Bits	-53 dBm	Suara putus-putus dan tidak stabil
Cosmolitan FM Jakarta	64k Bits	-18 dBm	Sangat stabil dan suara jernih
RRI Pro 3 Jakarta	98k Bits	-33 dBm	Stabil dan suara jelas
Delta FM Jakarta	64k Bits	-37 dBm	Stabil tapi diawali ada jeda sebentar
Telco Radio	128k Bits	-20 dBm	Suara jelas dan stabil

Jarak	RSSI	Bitrate	Keluaran Audio
1 m	-27 dBm	105 kbps	Suara jelas dan jernih
5 m	-35 dBm	88 kbps	Suara terdengar jelas
8 m	-39 dBm	64 kbps	Kualitas audio stabil
15 m	-43 dBm	64 kbps	Terdengar jelas tanpa gangguan
20 m	-56 dBm	60 kbps	Suara bagus dan tidak ada noise

V. KESIMPULAN

Dari rangkaian pengujian yang telah dilakukan terhadap perangkat penerima radio internet ini, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis, terutama kekuatan sinyal dan bit rate. Kesimpulan berikut merangkum hasil yang diperoleh selama proses pengujian:

1. Alat penerima radio internet berbasis ESP32 ini telah berhasil diimplementasikan dengan dukungan berbagai komponen, seperti modul amplifier MAX98357A, layar ST7735, dan rotary encoder sebagai kontrol navigasi. Alat ini juga berhasil memutar audio dengan jelas dan memberikan tampilan antarmuka seperti yang diharapkan.
2. Kinerja alat sangat dipengaruhi oleh koneksi Wi-Fi, kekuatan sinyal, bitrate streaming, serta stabilitas jaringan yang digunakan, sehingga pemilihan sumber jaringan menjadi faktor penting untuk mendapatkan kualitas audio yang optimal.
3. Kekuatan sinyal Wi-Fi berpengaruh signifikan terhadap stabilitas streaming. RSSI kuat (> -30 dBm) menghasilkan pemutaran lancar tanpa jeda. Pada < -31 dBm muncul jeda singkat atau drop audio, sedangkan di bawah -40 dBm gangguan sering terjadi hingga buffering/terputus. Semakin lemah RSSI, semakin besar risiko buffering.
4. Pengujian jarak menunjukkan bahwa penerima radio internet berbasis ESP32 tetap mampu menghasilkan audio yang jelas dan stabil hingga jarak 20 m dari sumber hotspot. Meskipun RSSI dan bitrate menurun seiring bertambahnya jarak, kualitas suara tetap baik tanpa gangguan berarti, membuktikan perangkat memiliki kinerja stabil dalam streaming audio pada berbagai jarak.

REFERENSI

- [1] R. H. M. F. a. S. M. M. Ichsan, "Analisis konvergensi media: Studi Transformasi dari Media Analog ke Media Digital," *Triwikrama J. Ilmu Sos.*, vol. 4, no. 4, pp. 9-30, 2024.
- [2] A. Sugiya, "Tranformasi Konvergensi Media : Studi Kasus Grand Strategy Harian," Universitas Indonesia.
- [3] Apriliani, "Radio Internet Dalam Perspektif Determinisme Teknologi," *Jurnal Komunikasi*, vol. 1, no.2, 2011.
- [4] S. Biagi, *Media/Impact (Pengantar Media Massa)*, Jakarta: Salemba Humanika, 2010.
- [5] A. C. R. Wagyan, "Prototype Modul Praktik Untuk Pengembangan Aplikasi Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Ilmiah Setrum*, pp. 240-241, 2019.
- [6] Z. A. a. A. P. J. Joan, "Implementasi IoT (Internet Of Things) Untuk Spy Jacket Dengan Berbasis Esp32-Cam," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol.1, no.4, pp. 142–150, 2022.
- [7] N. Cameron, *I2S Audio*. In: *ESP32 Formats and Communication*, Edinburgh, UK: Apress, Berkeley, CA, 2023.
- [8] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," tobuku, 2011, pp. 1–24, 2011.
- [9] H. Djamal, "Analisa Perbandingan Wireless LAN dan WLAN," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. vol.7, no.3, pp.154, 2016.
- [10] A. D. M. a. M. L. L. Kahewu, "Analisis Keamanan Jaringan Local Area Network Perpustakaan Universitas Kristen Wira Wancana Sumba Menggunakan DHCP Server Berbasic Cisco Packet Tracer," *Reputasi J. Rekayasa Perangkat*, vol.2, no.1, 2021.
- [11] R. A. a. I. Gunawan, "Penggunaan DHCP Relay Agent Untuk Mengoptimalkan Penggunaan DHCP Server pada Jaringan Dengan Banyak Subnet," vol. 2005, no. Snati, pp. 99–103.