

Implementasi Network Attached Storage (NAS) dengan Synology DiskStation Manager (DSM) yang Terintegrasi VPN L2TP dan Domain untuk Efisiensi Biaya Layanan Perpustakaan Buku Audio Online

Rizky Hanifudin*, Indra Nugraha Abdullah, Dewi Kusumaningsih

Fakultas Teknologi Informasi, Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}2411601053@student.budiluhur.ac.id, ²indra.nugraha@budiluhur.ac.id, ³dewi.kusumaningsih@budiluhur.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 2411601053@student.budiluhur.ac.id*

Submitted: 26/07/2025; Accepted: 28/08/2025; Published: 08/09/2025

Abstrak– Lembaga nirlaba seperti Yayasan Tunanetra menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan perpustakaan buku audio online. Peningkatan jumlah koleksi dan ukuran file audio membuat infrastruktur penyimpanan berbasis cloud computing komersial, seperti Amazon Web Services (AWS), menjadi semakin tidak efisien dari segi biaya. Teknologi penyimpanan berbasis jaringan seperti Network Attached Storage (NAS) telah menjadi solusi alternatif yang efisien dan mandiri dalam pengelolaan data digital, khususnya bagi lembaga yang bergerak di bidang layanan informasi bagi tunanetra. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan NAS menggunakan Synology DiskStation Manager (DSM) 7.2.2 yang terintegrasi dengan VPN L2TP dan domain, sebagai solusi penyimpanan data untuk layanan perpustakaan buku audio online Yayasan Tunanetra. Dengan memanfaatkan Synology NAS yang mudah dikonfigurasi serta mendukung manajemen data terpusat, dan integrasi VPN L2TP yang memungkinkan akses jarak jauh secara aman, sistem ini menawarkan efisiensi teknis dan ekonomis. Implementasi sistem menghasilkan total pengeluaran selama lima tahun sebesar Rp20.900.000, jauh lebih rendah dibandingkan Rp98.320.400 pada layanan AWS. Perhitungan Return on Investment (ROI) mencapai 370,24%, menunjukkan pengembalian investasi hampir empat kali lipat. Pengujian menunjukkan kecepatan unggah rata-rata 11,3 MB/s dan unduh 10,2 MB/s untuk file berukuran besar (5 GB), menandakan performa sistem yang andal. Selain itu, penggunaan domain serta pengaturan hak akses berbasis peran (role-based access control) memastikan keamanan dan integritas data tetap terjaga. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa implementasi NAS berbasis Synology DSM yang terintegrasi VPN L2TP dan domain merupakan solusi penyimpanan digital yang efisien dari segi biaya, aman dalam akses jarak jauh, serta berkelanjutan untuk mendukung layanan perpustakaan buku audio bagi lembaga non-profit seperti Yayasan Tunanetra.

Kata Kunci: NAS Synology DSM 7.2.2; Perpustakaan buku audio online; Yayasan Tunanetra; Efisiensi biaya vs AWS; VPN L2TP dan keamanan data

Abstract– Non-profit organizations such as the Yayasan Tunanetra face serious challenges in managing online audiobook libraries. The increasing number of collections and the larger size of audio files make commercial cloud computing infrastructures, such as Amazon Web Services (AWS), increasingly inefficient in terms of cost. Network-based storage technologies such as Network Attached Storage (NAS) have become an alternative solution that is both efficient and independent in digital data management, particularly for institutions engaged in providing information services for the visually impaired. This study aims to implement NAS using Synology DiskStation Manager (DSM) 7.2.2 integrated with VPN L2TP and domain services, as a data storage solution for the Yayasan Tunanetra's online audiobook library. By utilizing Synology NAS, which is easy to configure and supports centralized data management, combined with VPN L2TP integration that enables secure remote access, the system offers both technical and economic efficiency. The implementation results show a total expenditure over five years of IDR 20,900,000, significantly lower compared to IDR 98,320,400 on AWS services. The Return on Investment (ROI) calculation reaches 370.24%, indicating an investment return of nearly four times. Testing demonstrates an average upload speed of 11.3 MB/s and download speed of 10.2 MB/s for large files (5 GB), indicating reliable system performance. In addition, the use of domain services and role-based access control ensures data security and integrity. The findings of this study demonstrate that the implementation of NAS based on Synology DSM integrated with VPN L2TP and domain services is a cost-efficient, secure, and sustainable digital storage solution to support audiobook library services for non-profit organizations such as the Yayasan Tunanetra.

Keywords: Synology NAS DSM 7.2.2; Online audio book library; Tunanetra Foundation; Cost efficiency vs AWS; L2TP VPN and data security

1. PENDAHULUAN

Teknologi penyimpanan berbasis jaringan telah memberikan dampak signifikan dalam efisiensi dan kemandirian pengelolaan data di berbagai sektor, termasuk layanan informasi bagi tunanetra. Yayasan Tunanetra sebagai lembaga nirlaba yang bergerak di bidang pelayanan informasi dan pendidikan untuk penyandang disabilitas netra menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan layanan perpustakaan buku audio online. Dengan terus meningkatnya jumlah buku dan ukuran file audio, infrastruktur penyimpanan berbasis cloud computing seperti Amazon Web Services (AWS) yang selama ini digunakan menjadi semakin tidak efisien secara finansial. Rata-rata biaya langganan penyimpanan cloud mencapai USD 100 per bulan, data dari situs Amazon Web Services pada

langganan tahun 2025. Selain itu, layanan AWS Cloud menerapkan model penetapan harga berbasis penggunaan (usage-based), sehingga penambahan kapasitas penyimpanan akan meningkatkan biaya layanan. Hal ini membebani anggaran operasional yayasan dalam jangka panjang. Maka dari itu harus ada alternatif teknologi yang bisa menjadi solusi dari masalah diatas.

NAS adalah sebuah server dengan sistem operasi yang dikhususkan untuk melayani kebutuhan berkas data [13]. NAS dapat diakses langsung melalui jaringan area lokal dengan protokol seperti TCP/IP. Pemanfaatan perangkat NAS memiliki keunggulan yaitu melakukan penyimpanan data dalam jaringan terdistribusi. Keunggulan utama dari NAS adalah dirancang untuk memastikan pengiriman data yang efisien dan stabil, sekaligus meminimalkan kesalahan selama proses transmisi dalam jaringan yang tersebar [6].

Synology DiskStation Manager (DSM 7.2.2) adalah sistem operasi berbasis web yang dirancang secara intuitif untuk digunakan pada perangkat NAS seperti DiskStation dan RackStation. Melalui DSM, perangkat Synology tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan data, tetapi juga dapat dikonfigurasi dengan mudah menjadi file server. Synology menawarkan berbagai fitur yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, sehingga memudahkan proses berbagi dan mengelola data secara terpusat. Semua informasi tersimpan dalam satu sistem, menghilangkan risiko data yang tersebar, serta mendukung kapasitas penyimpanan besar yang dapat diperluas kapan saja sesuai kebutuhan [21]. Penulis memutuskan untuk tidak menggunakan FreeNAS dan NAS4Free sebagai sistem operasi server karena berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, keduanya memang mendukung percepatan proses pemeliharaan server seperti pengklasifikasian dan penghapusan file, namun memiliki konsumsi memori yang tinggi, terutama FreeNAS, meskipun penggunaan CPU-nya relatif rendah [23]. Pengujian sebelumnya dilakukan pada jaringan lokal (LAN), sedangkan penelitian yang akan dilakukan ditujukan untuk jaringan luas (WAN). Selain itu, penelitian terdahulu menggunakan perangkat dengan spesifikasi CPU, memori, dan jaringan Ethernet yang rendah. Jika pendekatan tersebut diterapkan dalam skala besar, akan membutuhkan pembelian server tambahan, yang tentu saja berdampak signifikan terhadap anggaran operasional yayasan.

L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) merupakan protokol yang berfungsi untuk membangun koneksi VPN (Virtual Private Network) melalui jaringan internet. Protokol ini merupakan hasil penggabungan dan pengembangan dari PPTP dan L2F, serta mengadopsi metode keamanan dan enkripsi yang serupa dengan PPTP dalam proses autentikasinya [4]. Penelitian yang dilakukan oleh [9] membandingkan kinerja Quality of Service (QoS) dari beberapa protokol VPN (Virtual Private Network), seperti PPTP, L2TP, SSTP, dan IPSEC. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengevaluasi serta membandingkan performa masing-masing protokol dalam aspek keamanan dan efisiensi jaringan. Berdasarkan hasil pengujian, protokol L2TP dan IPSEC menunjukkan nilai Throughput yang lebih tinggi dibandingkan lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini dijadikan rujukan oleh penulis karena fokus utama penelitian adalah pada Throughput yang akan digunakan. Alasan lain adalah harga IP publik statis dengan sistem langganan VPN IP Publik melalui protokol L2TP hanya Rp 90.000 per bulan data dari situs Perwira Media pada langganan tahun 2025, dan ini masih bisa dianggarkan oleh yayasan.

Penggunaan domain dalam penelitian ini berperan penting sebagai penghubung antara alamat IP publik statis dengan klien yang mengakses layanan. Dalam sistem jaringan yang membutuhkan akses jarak jauh secara konsisten, penggunaan IP publik secara langsung memiliki keterbatasan, baik dari sisi fleksibilitas maupun kemudahan dalam mengingat alamat [16]. Oleh karena itu, pendaftaran IP publik ke dalam sistem domain (DNS) memungkinkan alamat layanan diakses melalui nama domain yang mudah diingat dan bersifat tetap, seperti domain.org, alih-alih kombinasi angka IP seperti 103.xxx.xxx.xxx. Keberadaan domain juga meningkatkan profesionalisme, skalabilitas, serta kredibilitas layanan digital [5]. Dengan menggunakan nama domain yang representatif, pengguna layanan baik internal maupun eksternal dapat mengakses perpustakaan buku audio online dengan lebih nyaman dan tanpa kesulitan teknis. Selain itu, dalam skenario implementasi VPN berbasis protokol L2TP, penggunaan domain mempermudah konfigurasi koneksi VPN secara otomatis tanpa perlu memperbarui alamat IP secara manual, khususnya dalam situasi di mana IP publik mengalami perubahan (meskipun menggunakan statis, ini tetap mendukung fallback pada skenario dinamis di masa mendatang). Hal ini selaras dengan praktik terbaik dalam manajemen sistem berbasis jaringan di berbagai organisasi nirlaba dan institusi pendidikan, di mana domain berfungsi sebagai abstraksi dari infrastruktur jaringan yang mendasari layanan digital [8].

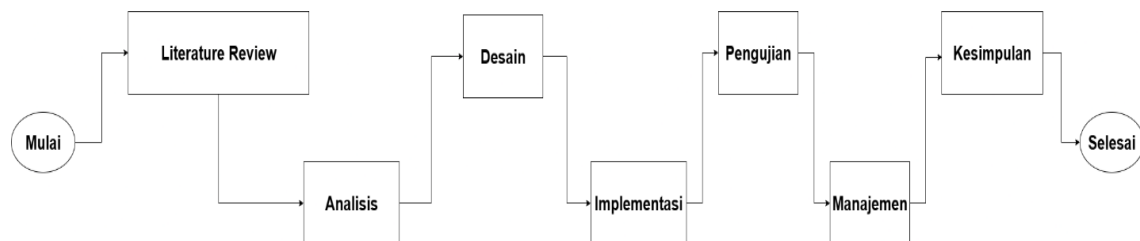
Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan solusi penyimpanan data berbasis Network Attached Storage (NAS) dengan memanfaatkan Synology DiskStation Manager (DSM) versi 7.2.2, yang terintegrasi dengan koneksi VPN berbasis IP publik menggunakan protokol L2TP. IP publik tersebut akan didaftarkan ke dalam sistem domain name guna mempermudah akses layanan oleh klien. Solusi ini dirancang sebagai alternatif yang efisien dan aman untuk mendukung layanan perpustakaan buku audio daring milik Yayasan Tunanetra, khususnya dalam menyediakan akses informasi bagi penyandang tunanetra. Secara khusus, penelitian ini ditujukan untuk menggantikan layanan penyimpanan cloud komersial yang mahal, seperti Amazon Web Services (AWS), dengan infrastruktur lokal berbasis NAS yang lebih ekonomis namun tetap andal. Di samping itu, pendekatan ini juga dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kemandirian dalam pengelolaan data audio secara

terpusat. Integrasi sistem NAS dengan VPN L2TP memungkinkan akses data jarak jauh secara aman oleh pengguna, sementara penggunaan domain sebagai penunjuk alamat IP publik statik meningkatkan kemudahan akses, skalabilitas, serta kesan profesionalisme layanan. Melalui pendekatan ini, diharapkan beban anggaran operasional yayasan dapat ditekan tanpa mengorbankan aspek performa, keamanan, maupun keberlanjutan sistem layanan informasi digital yang disediakan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian diperlukan supaya tahap penelitian yang dilakukan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan, seperti sajian pada gambar 1. Dalam Penelitian ini memiliki 8 Prosedur langkah penelitian diantaranya adalah (1) Literature Review (2) Analisis (3) Desain (4) Implementasi (5) Pengujian (6) Manajemen (7) Kesimpulan. Langkah ini akan dijelaskan di bawah ini.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1.1 Literature Review

Pada literature review dari penelitian yang dilakukan oleh [13], dijelaskan bahwa Network Attached Storage (NAS) merupakan server dengan sistem operasi khusus untuk kebutuhan penyimpanan data yang dapat diakses melalui jaringan lokal menggunakan protokol seperti TCP/IP. NAS memiliki keunggulan dalam kecepatan transfer data dan toleransi kesalahan yang rendah pada jaringan terdistribusi. Penelitian lain oleh [6] membandingkan performa FreeNAS dan NAS4Free sebagai sistem operasi server NAS dalam jaringan LAN, dan menyimpulkan bahwa keduanya memerlukan resource memory yang cukup tinggi, terutama FreeNAS, sehingga kurang cocok diterapkan pada skala besar dengan infrastruktur terbatas.

Penelitian yang dilakukan oleh [21] membahas sistem operasi Synology DiskStation Manager (DSM 7.2.2) yang dinilai lebih efisien, mudah dikonfigurasi, serta mendukung pengelolaan data secara terpusat dengan fitur ekspansi kapasitas yang fleksibel. Penulis juga merujuk pada hasil penelitian [23][4] mengenai performa berbagai protokol VPN, termasuk PPTP, L2TP, SSTP, dan IPSEC, yang menunjukkan bahwa protokol L2TP dan IPSEC memiliki throughput yang lebih baik, dengan L2TP menjadi pilihan utama karena efisiensi biaya dan kompatibilitas terhadap integrasi sistem penyimpanan berbasis NAS.

Penelitian ini kemudian mengintegrasikan Synology DSM dengan protokol L2TP untuk menghadirkan solusi penyimpanan data berbasis NAS yang aman dan efisien, dengan IP publik statik yang dihubungkan ke domain, sebagai alternatif hemat biaya untuk mendukung layanan perpustakaan audio online Yayasan Tunanetra secara terpusat melalui WAN.

2.1.2 Mikrotik



Gambar 2. RouterBoard 3011UiAS-RM

Langkah awal adalah mengkonfigurasi mikrotik. Mikrotik merupakan sistem operasi mandiri berbasis Linux yang dirancang secara khusus untuk mengubah komputer menjadi perangkat router [18]. Langkah ini dilakukan agar dapat akses internet dan perangkat yang ada di jaringan lokal dan juga dapat mengakses internet dengan konfigurasi *network address translation* (NAT) dengan action=masquerade [1]. Setelah itu, langkah berikutnya yang sangat penting dalam pengelolaan jaringan berbasis NAS (Network Attached Storage) adalah konfigurasi DHCP

(Dynamic Host Configuration Protocol) server. Konfigurasi ini bertujuan untuk mengalokasikan alamat IP secara otomatis dan dinamis ke perangkat-perangkat lain yang terhubung dalam jaringan lokal dalam yayasan, termasuk komputer dan smartphone [17]. Selanjutnya konfigurasi VPN IP publik yang sudah penulis sewa dengan L2TP pada mikrotik. Setelah itu agar IP publik yang telah didapatkan dapat mengarah ke NAS Synology maka perlu konfigurasi port forwarding. Konfigurasi ini memungkinkan server yang sebelumnya berjalan dengan jaringan lokal bisa diakses melalui jaringan luar [2].

2.1.3 NAS Synology

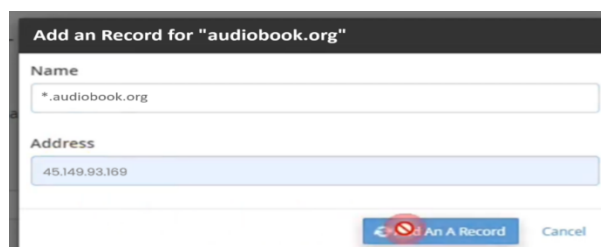


Gambar 3. Synology DS923+

Agar IP NAS Synology tidak berubah-ubah atau dinamis maka dilakukanlah konfigurasi IP dengan statik [7]. Setelah mengkonfigurasi alamat IP pada perangkat NAS (Network Attached Storage) Synology, langkah penting berikutnya adalah membuat folder khusus untuk menampung koleksi buku audio. Folder ini akan menjadi repositori utama tempat seluruh file audio disimpan, diorganisasi, dan diakses oleh pengguna secara lokal maupun jarak jauh melalui jaringan [22]. Setelah proses pembuatan folder buku audio di NAS Synology, tahapan penting selanjutnya adalah membuat akun pengguna (user) yang akan diberikan hak akses ke folder tersebut. Pembuatan user ini bukan hanya sekadar formalitas administratif, tetapi merupakan bagian krusial dalam sistem manajemen akses berbasis jaringan untuk menjamin keamanan data, kontrol penggunaan, serta akuntabilitas operasional [20].

2.1.4 DNS

A Record merupakan bagian krusial dalam sistem DNS yang berperan dalam mengarahkan permintaan nama domain ke alamat IP server secara efisien dan cepat, sehingga mendukung performa layanan jaringan secara keseluruhan [15]. Konfigurasi A Record (Address Record) dalam sistem Domain Name System (DNS) bertujuan untuk memetakan nama domain ke alamat IP publik berbasis IPv4 [10]. Melalui mekanisme ini, pengguna dapat mengakses layanan jaringan, seperti server web, VPN, atau Network Attached Storage (NAS) menggunakan nama domain yang mudah diingat alih-alih deretan angka IP. Hal ini tidak hanya meningkatkan kemudahan akses bagi pengguna, tetapi juga memungkinkan integrasi layanan yang lebih profesional dan terorganisir [14].



Gambar 4. A Record dalam DNS

Pada tahap berikutnya seperti analisis, desain, implementasi dan pengujian akan dibahas pada sub bab hasil dan pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis

Pada tahap analisis, dilakukan pengumpulan data dan kebutuhan dari apapun itu yang akan digunakan untuk melakukan desain, implementasi, dan pengujian. Hal ini guna untuk mendapatkan kebutuhan yang sesuai dengan kebutuhan sistem, meliputi:

1. Hardware:
 - a. SYNOLOGY DiskStation DS923+

- b. RouterBoard 3011UiAS-RM
- c. Komputer
- d. Kabel LAN UTP Cat5
- e. RJ-45
- f. Tang Crimping
- g. LAN Tester
2. Software:
 - a. Sistem Operasi Windows
 - b. DSM 7.2.2
 - c. Winbox
 - d. Draw.io
3. Kebutuhan lain:
 - a. Akses internet
 - b. Layanan VPN IP Publik
 - c. Layanan Domain
4. Perbandingan Biaya AWS Cloud dan NAS Synology selama 5 tahun:

Tabel 1. Biaya AWS Cloud (2025)

Komponen	Sewa Perbulan	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5	Total
Layanan AWS Cloud 1 Terabyte	\$100 (Rp 1.622.840)	Rp 19.474.08	Rp 19.474.08	Rp 19.474.08	Rp 19.474.08	Rp 19.474.08	Rp 97.370.40
Domain audiobook.org	Rp 15.833	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 950.000
g Total							Rp 98.320.400

Tabel 2. Biaya NAS Synology (2025)

Komponen	Sewa Perbulan	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5	Total
Pembelian Synology DS923+	-	Rp 14.550.000	-	-	-	-	Rp 14.550.000
Layanan VPN IP Publik	Rp 90.000	Rp 1.080.000	Rp 1.080.000	Rp 1.080.000	Rp 1.080.000	Rp 1.080.000	Rp 5.400.000
Domain audiobook.org	Rp 15.833	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 190.000	Rp 950.000
Total							Rp 20.900.000

Sehingga didapatkan perbandingan dari biaya operasional diatas sebagai berikut.

Tabel 3. Perbandingan Biaya AWS Cloud dan Synology (2025)

Implementasi	Biaya 5 Tahun
AWS Cloud	Rp 98.320.400
NAS Synology	Rp 20.900.000
Selisih Biaya	Rp 77.420.400

Return on Investment (ROI) merupakan metrik yang sangat populer karena fleksibilitas dan kemudahannya dalam penerapan [3]. Dengan kata lain, apabila suatu perangkat lunak tidak memberikan ROI yang positif, atau terdapat perangkat lunak lain dengan ROI yang lebih tinggi, maka tidak ada keharusan untuk berinvestasi pada perangkat lunak tersebut. Artinya, penggunaan dan pengembangan perangkat lunak tersebut tidak perlu dilanjutkan dalam mendukung proses pekerjaan [11].

Rumus ROI

$$ROI = \frac{Total\ Penjualan - Investasi}{Investasi} \times 100\% \quad (1)$$

$$ROI = \frac{Rp\ 98.320.400 - Rp\ 20.900.000}{Rp\ 20.900.000} \times 100\%$$

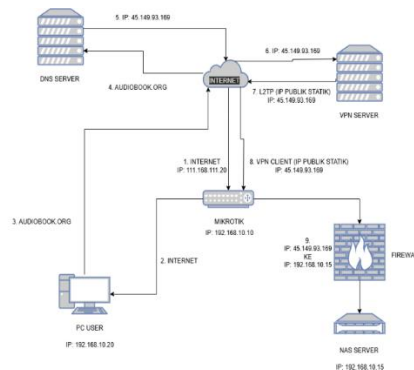
$$ROI = \frac{Rp\ 77.420.400}{Rp\ 20.900.000} \times 100\%$$

$$ROI = 370.24\%$$

Artinya, solusi NAS Synology + VPN + Domain memberikan penghematan hampir 4 kali lipat dari nilai investasinya dibanding layanan AWS selama 5 tahun. Selain itu penulis menganggap bahwa penghematan biaya dari memilih Synology (Rp 77.420.400) adalah bentuk keuntungan finansial atas investasi.

3.2 Desain

Penulis menggunakan Draw.io untuk menggambarkan Desain Topologi yang digunakan. Draw.io adalah sebuah aplikasi berbasis web yang digunakan untuk membuat diagram alur, diagram jaringan, dan berbagai jenis visualisasi sistem lainnya secara gratis. Aplikasi ini mendukung kolaborasi, ekspor dalam berbagai format (seperti PNG, PDF, dan XML), serta integrasi dengan layanan cloud seperti Google Drive dan OneDrive, sehingga sangat cocok digunakan dalam perancangan sistem TI secara visual [12]. Pada tahap awal, Mikrotik dikonfigurasi agar dapat terhubung ke ISP dan mengakses internet. Selanjutnya, IP untuk perangkat SYNOLOGY DiskStation DS923+ diatur secara statis melalui Mikrotik agar tidak berubah akibat alokasi DHCP. Dengan pengaturan ini, konektivitas antar perangkat menjadi stabil dan memungkinkan akses ke server NAS hanya melalui jaringan lokal. Kemudian agar dapat diakses di luar jaringan lokal atau WAN dilanjutkan dengan penyambungan koneksi VPN IP publik statis berbayar dari mikrotik ke server VPN dengan koneksi L2TP, setelah VPN terkoneksi dan mikrotik mendapatkan IP publik statis, lanjut mendaftarkan IP publik ke domain yang sudah penulis beli. Agar lebih mudah memahami topologi yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 5. Topologi Jaringan

Agar mempermudah dalam memahami IP yang digunakan pada topologi pada gambar 2, Tabel 1 disusun untuk menampilkan daftar IP dari masing-masing perangkat yang terlibat.

Tabel 4. Daftar Alamat IP Pada Topologi

Nama Perangkat	IP Address
MIKROTIK	192.168.10.10
PC USER	192.168.10.20
NAS SERVER	192.168.10.15
INTERNET	111.168.111.20
VPN CLIENT(IP PUBLIK STATIK)	45.149.93.169

3.3 Implementasi

Tahap implementasi diawali dengan konfigurasi Mikrotik untuk memastikan perangkat dalam jaringan lokal dapat mengakses internet melalui mekanisme NAT (Network Address Translation) serta pembagian alamat IP secara otomatis dengan DHCP Server. Selanjutnya, VPN berbasis L2TP dikonfigurasi menggunakan IP publik yang telah disewa, dan dilakukan port forwarding agar NAS Synology dapat diakses tidak hanya dari jaringan lokal, tetapi juga dari luar jaringan. Setelah itu, pada NAS Synology dilakukan pengaturan IP statik untuk menjaga konsistensi alamat, pembuatan folder khusus sebagai repositori utama koleksi buku audio, serta penambahan akun pengguna dengan hak akses tertentu guna menjamin keamanan data. Tahap berikutnya adalah konfigurasi DNS melalui pembuatan A Record yang memetakan nama domain ke alamat IP publik, sehingga akses terhadap layanan NAS menjadi lebih mudah, profesional, dan terorganisir tanpa harus menggunakan deretan angka IP.

3.4 Pengujian

Dalam pengujian yang dilakukan untuk unggah berkas buku audio penulis mengambil ukuran berkas buku paling besar yaitu 5 GB. Saat dilakukan unggah mendapatkan kecepatan unggah minimal 11 MB/s, rata-rata 11,3 MB/s, dan maksimal 11,5 MB/s, waktu unggah selesai dalam 5 menit. Dan untuk unduh mendapatkan kecepatan minimal 10 MB/s, rata-rata 10,2 MB/s dan maksimal 10,5 MB/s, waktu unduh selesai dalam 7 menit.

3.5 Manajemen

Pada tahap manajemen, penulis melakukan konfigurasi hak akses bagi setiap pengguna yang diberikan izin untuk mengakses NAS. Tujuan dari langkah ini adalah untuk menjaga keamanan data serta memastikan efisiensi penggunaan sistem sesuai kebutuhan masing-masing pengguna [19]. Sebagai ilustrasi, pengguna dengan peran Sysadmin memperoleh hak akses penuh, termasuk kemampuan untuk mengubah isi file dan melihat seluruh file yang tersimpan di NAS. Sementara itu, PetugasPerpustakaan1 dan KlienPerpustakaan1 hanya diberi izin untuk melihat file, sehingga mereka tidak dapat melakukan perubahan, penghapusan, atau penambahan file. Mereka hanya bisa mengakses dan menyalin file yang tersedia. Tabel 2 di bawah ini menyajikan rincian hak akses untuk setiap pengguna. Dengan adanya pembatasan ini, keamanan saat berbagi file melalui server NAS dapat ditingkatkan, karena pengguna tidak perlu khawatir file penting akan diakses oleh pihak yang tidak berwenang setiap pengguna hanya dapat mengakses data yang telah ditetapkan untuknya.

Tabel 5. Hak User

Nama User	Folder Buku
Sysadmin	Read / Write
PetugasPerpustakaan1	Read
KlienPerpustakaan1	Read

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Network Attached Storage (NAS) dengan menggunakan Synology DiskStation Manager (DSM), yang dikombinasikan dengan protokol VPN L2TP serta sistem domain publik, mampu memberikan solusi yang efisien, aman, dan ekonomis untuk mendukung layanan perpustakaan buku audio berbasis daring. Integrasi VPN L2TP memberikan kemudahan dalam mengakses sistem secara jarak jauh dengan tingkat keamanan yang tinggi, sedangkan pemanfaatan domain publik sebagai pengganti IP statik tidak hanya menyederhanakan proses akses, tetapi juga meningkatkan kesan profesional dari layanan yang disediakan. Dari segi efisiensi biaya, solusi NAS lokal hanya memerlukan total biaya Rp 20.900.000 selama lima tahun, jauh lebih hemat dibandingkan solusi berbasis AWS Cloud yang mencapai Rp 98.320.400. Nilai Return on Investment (ROI) sebesar 370,24% menunjukkan bahwa investasi pada solusi ini memberikan keuntungan hampir empat kali lipat, sehingga menjadi pilihan investasi yang sangat layak, khususnya bagi lembaga sosial seperti Yayasan Tunanetra. Dari sisi performa, NAS terbukti mampu menangani unggahan dan unduhan file besar (5 GB) dengan kecepatan rata-rata 11,3 MB/s (unggah) dan 10,2 MB/s (unduh), sehingga dapat memenuhi kebutuhan akses data cepat dalam operasional perpustakaan audio digital. Selain itu, penerapan role-based access control memberikan pengelolaan hak akses yang efektif dan meningkatkan keamanan serta integritas data.

Dengan demikian, implementasi NAS dengan DSM, VPN L2TP, dan sistem domain publik merupakan solusi infrastruktur TI yang andal, scalable, dan sesuai untuk mendukung layanan perpustakaan digital yang inklusif dan mudah diakses.

REFERENCES

- [1] Al Aziz, F. M., & Prihanto, A. (2024). Analisis perbandingan performa download pada manajemen bandwidth Mikrotik RouterBoard menggunakan metode simple queue dan queue tree HTB. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 5(4), 503–514. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v5n04.p503-514>.
- [2] Alviansyah, A., Sri Lestanti, & Rizki Dwi Romadhona. (2024). Implementasi IP forwarding dengan menggunakan IP public pada Alita Komputer Kota Blitar. *Journal Zetroem*, 6(1), 109–113. <https://doi.org/10.36526/ztr.v6i1.3163>.
- [3] Bintana, R. R., Devi, P. A. R., & Yuhana, U. L. (2015). Return on investment (ROI) of software product: A systematic literature review. *Ultima InfoSys: Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 6(1), 50–57. <https://doi.org/10.31937/si.v6i1.279>.
- [4] Gunawan, M. A., & Wardhana, S. (2023). Implementasi dan perbandingan keamanan PPTP dan L2TP/IPsec VPN (Virtual Private Network). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 6(1). <https://doi.org/10.24853/resistor.6.1.69-78>.
- [5] Hasdyna, N., & Dinata, R. K. (2024). *Komunikasi data dan jaringan: Konsep, teknologi dan penerapannya dalam sistem modern*. Serasi Media Teknologi.
- [6] Hostiadi, D. P. (2015). Rancang bangun arsitektur jaringan komputer menggunakan Network Attached Storage (NAS) studi kasus: STMIK STIKOM Bali. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika (KNS&I)*. <http://ejournal.stikom-bali.ac.id/index.php/knsi/article/viewFile/489/141>.
- [7] Indiarto, Y. N. (2022). *Penerapan Paessler Router Traffic Grapher (PRTG) network monitoring dengan Telegram notification alert untuk optimalisasi dan monitoring sistem jaringan pada PT. Digdaya Media Nusantara (Garuda TV)* (Skripsi, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- [8] Jamridafrizal, J., Zulfetri, Z., Fitri, I., & Tsulasiah, T. (2024). *Profesionalisme kepastakawanan dan informasi di era digital*. Yayasan Literasi Digital Indonesia.
- [9] Kartiko, Agus (2022) Analisis Perbandingan Kinerja Qos Dengan Metode PPTP,L2TP, SSTP Dan IPSEC Pada Jaringan VPN Dengan Menggunakan Mikrotik Pada Kantor Badan Perwakilan Dan Kependudukan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) Pekanbaru. Other thesis, Universitas Islam Riau.
- [10] Mas'ud, I., Nurdin, T. A., Purbo, O. W., Alberto, J., Toifur, T., Ikhwandudin, A., ... & Misbahudin, M. (2024). *Panduan lengkap migrasi jaringan IPv4 ke IPv6: Untuk keberlanjutan internet Indonesia*. Penerbit Andi.
- [11] Manggala, A. P. (2020). Analisis investasi aplikasi Enterprise Resource Planning (ERP) menggunakan metode cost-benefit analysis pada PT XYZ. *Jurnal Manajemen Informatika*, 10(2). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-manajemen-informatika/article/view/31945>.
- [12] Marthiawati, N., Kurniawansyah, K., Nugraha, H., & Khairunnisa, F. (2024). Pelatihan pembuatan UML (Unified Modelling Language) menggunakan aplikasi Draw.io pada Prodi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Jambi. *Transformasi Masyarakat: Jurnal Inovasi Sosial dan Pengabdian*, 1(2), 25–33. <https://doi.org/10.62383/transformasi.v1i2.109>.
- [13] Mohanty, S., et al. (2010). Network storage and its future. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*, 1(4). <https://www.ijcsit.com/docs/vol1issue4/ijcsit2010010407.pdf>
- [14] Mutoffar, M. M. (2024). *Jaringan komputer: Konsep dan aplikasi modern*. Serasi Media Teknologi.
- [15] Pintara, S. P. (2022). *Implementasi Domain Name System (DNS) server menggunakan Bind9 pada jaringan Local Area Network* (Tugas Akhir D3). Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer. <https://repository.pancabudi.ac.id/website/detail/23971/>
- [16] Prabowo, A., Wahyuni, E. S., Tanjung, Y., Wijaya, M. R., & Adam, A. A. (2025). *Manajemen pemasaran (Strategi pemasaran era digital: Menguasai tren dan teknologi sebagai konsep baru meningkatkan penjualan)*. Serasi Media Teknologi.
- [17] Rachmad, Y. E., Dewantara, R., Junaidi, S., & Firdaus, M. (2023). *Mastering Cloud Computing (Foundations and Applications Programming)*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- [18] Riadi, I. (2011). Optimalisasi keamanan jaringan menggunakan pemfilteran aplikasi berbasis Mikrotik. *Jurnal Sistem Informasi Indonesia*, 1(1), 71–80.
- [19] Santoso, J. T. (2023). *Teknologi keamanan siber (Cyber Security)*. Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik.
- [20] Sepriano, S., Hikmat, A., Munizu, M., Nooraini, A., Sundari, S., Afiah, S., ... & Indarti, C. F. S. (2023). *Transformasi Administrasi Publik Menghadapi Era Digital*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.



- [21] Sidik, & Putra, M. (2018). Implementasi Network Attached Storage (NAS) menggunakan Synology DiskStation Manager (DSM 5.2) untuk optimalisasi data sharing center. *Jurnal Teknik Komputer*, 4(2), 39–47. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2.3508>.
- [22] Sulianta, F. (2025). *ARSIP MEDIA DIGITAL*. Feri Sulianta.
- [23] T. Akbar. (2013). *Analisis perbandingan kinerja FreeNAS dan NAS4Free sebagai sistem operasi jaringan Network Attached Storage (NAS) pada Local Area Network (LAN)* (Tugas Akhir). STMIK Dinamika Bangsa. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/613/>.