



Implementasi Pengembangan Unit STB (Set-Top Box) Sebagai Sistem Home Server Dengan Menggunakan Firewall dan Docker

Adam Muhamad Ali ^{a,1,*}, Yamato ^{a,2}, Bloko Budi Rijadi ^{a,3}

^a Universitas Pakuan, Jl. Pakuan, RT.02/RW.06, Tegallega, Kota Bogor, Indonesia

¹ aliadam.muh@gmail.com *, ² yamato@unpak.ac.id ; ³ bloko.budirijadi@unpak.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Submission : 29-05-2025

Revision : 12-06-2025

Accepted : 26-06-2025

Kata Kunci:

Docker, Firewall, Home Server, Set-Top Box, Virtual Private Network

ABSTRAK

Latar Belakang: Transformasi teknologi mendorong pemanfaatan Set-Top Box (STB) HG680P Fiberhome dengan spesifikasi quad-core ARM Cortex-A53 1,51 GHz, RAM 2GB, storage 8GB sebagai infrastruktur server terintegrasi yang mendukung NAS, web server, dan sistem keamanan jaringan.

Tujuan: Mengembangkan sistem home server terintegrasi berbasis STB yang menyediakan layanan NAS, web server, dan firewall dengan pendekatan cost-effective menggunakan containerisasi Docker dan VPN.

Metode: Penelitian eksperimental kuantitatif menggunakan tiga unit STB HG680P dalam topologi multi-layer dengan implementasi OpenWRT, CASA OS, serta integrasi VPN ZeroTier, Tailscale, dan Cloudflare Tunnel.

Hasil dan Pembahasan: Load testing menunjukkan web server menangani 10.000 koneksi dengan request rate 282/detik. NAS mencapai transfer 2,3-3,0 MBps via VPN dengan utilisasi CPU 11%. Firewall berhasil menangkal SYN-Flood dan meningkatkan kualitas jaringan dari grade F ke A.

Kesimpulan: STB terbukti efektif sebagai home server terintegrasi dengan performa stabil, keamanan robust, dan efisiensi energi tinggi untuk implementasi server rumahan dan UKM.

This is an open access article under license [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Revolusi teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi signifikan dalam pemanfaatan perangkat keras konsumen untuk aplikasi server alternatif yang ekonomis. Fenomena konvergensi teknologi ini memungkinkan optimalisasi sumber daya komputasi eksisting untuk memenuhi kebutuhan yang lebih beragam. Set-Top Box (STB) HG680P Fiberhome menampilkan potensi substansial untuk dialihfungsikan dari perangkat penerima layanan televisi berbasis protokol internet menjadi infrastruktur server yang mendukung beragam layanan teknologi informasi, termasuk Network Attached Storage, web server, dan sistem keamanan jaringan [1]. Spesifikasi teknis STB HG680P menunjukkan karakteristik perangkat keras yang memadai untuk implementasi server skala kecil hingga menengah. Perangkat ini dilengkapi prosesor quad-core ARM Cortex-A53 beroperasi pada frekuensi maksimal 1,51 GHz, didukung memori DDR3 2 GB dan penyimpanan eMMC 8 GB. Konfigurasi ini memberikan kinerja kompetitif dibandingkan solusi server mini komersial atau platform

pengembangan seperti Raspberry Pi untuk menjalankan layanan server skala terbatas. Dukungan konektivitas komprehensif melalui Wi-Fi dual band 2,4 GHz dan 5 GHz serta port Ethernet memfasilitasi integrasi fleksibel dalam berbagai topologi jaringan [2].

Inisiatif pemanfaatan STB HG680P sebagai platform server telah menarik perhatian komunitas teknologi. Kontribusi signifikan ditemukan dalam proyek open source stb-905x-Indonesia di platform GitHub yang menyediakan dokumentasi komprehensif untuk mengganti sistem operasi bawaan dengan distribusi Linux berbasis Android Open Source Project (AOSP), memperluas kapabilitas dari fungsi konsumen media menjadi platform server yang dapat dikustomisasi [3]. Validasi empiris kinerja STB HG680P telah dilakukan melalui berbagai studi, termasuk analisis implementasi platform e-learning berbasis Moodle yang dipublikasikan dalam Jurnal Teknologi Informasi, menunjukkan perangkat mampu mendukung aplikasi server dengan kinerja memadai untuk lingkungan pembelajaran elektronik [4], [5]. Tinjauan literatur menunjukkan beberapa penelitian telah mengeksplorasi potensi Set-Top Box sebagai solusi server ekonomis. Penelitian Muhammad Fahri Ardiansyah, Tengku Mohd Diansyah, dan Risiko Liza mengkaji implementasi STB sebagai cloud server berbasis protokol Samba untuk file sharing dalam jaringan lokal, namun belum mengoptimalkan fungsi web server dan aspek keamanan jaringan secara komprehensif [6]. Studi Nawawi Muhammad Akbar memfokuskan pada peran STB dalam konteks pendidikan sebagai server data, tetapi tidak mengeksplorasi aplikasi dalam domain bisnis kecil [7]. Penelitian Yusrian Nasrul Halim mengkaji implementasi Network Attached Storage berbasis Raspberry Pi, namun memiliki keterbatasan kapasitas pemrosesan dan daya tahan operasional dibandingkan STB dengan sistem operasi OpenWRT [8].

Keunggulan arsitektural STB HG680P terletak pada efisiensi konsumsi daya rendah dan stabilitas operasional tinggi, menjadikannya alternatif menarik dibandingkan solusi server konvensional yang memerlukan sumber daya energi lebih substansial. Kemampuan menjalankan sistem operasi open source seperti OpenWRT atau Armbian memberikan fleksibilitas signifikan dalam pengelolaan layanan server, memungkinkan customization mendalam sesuai kebutuhan spesifik pengguna [9], [10]. Meskipun potensi STB sebagai platform server telah diidentifikasi, masih terdapat kesenjangan dalam implementasi solusi terintegrasi yang menggabungkan multiple fungsi server dalam sistem kohesif. Penelitian terdahulu cenderung fokus pada aspek tunggal tanpa mengeksplorasi integrasi komprehensif antara layanan penyimpanan data, web hosting, dan sistem keamanan jaringan. Penelitian ini bertujuan mengatasi limitasi tersebut dengan mengembangkan sistem home server terintegrasi berbasis STB yang menyediakan layanan Network Attached Storage, web server, dan firewall untuk enhancing keamanan jaringan. Implementasi akan mengintegrasikan teknologi Virtual Private Network melalui ZeroTier, Tailscale, dan Cloudflare Tunnel untuk mendukung akses remote yang aman [11]. Kontribusi signifikan terletak pada pengembangan framework terintegrasi yang menggabungkan multiple layanan server dengan emphasis pada aspek keamanan melalui implementasi firewall dan teknologi VPN, memberikan referensi praktis untuk implementasi server ekonomis segmen usaha kecil dan rumahan [12].

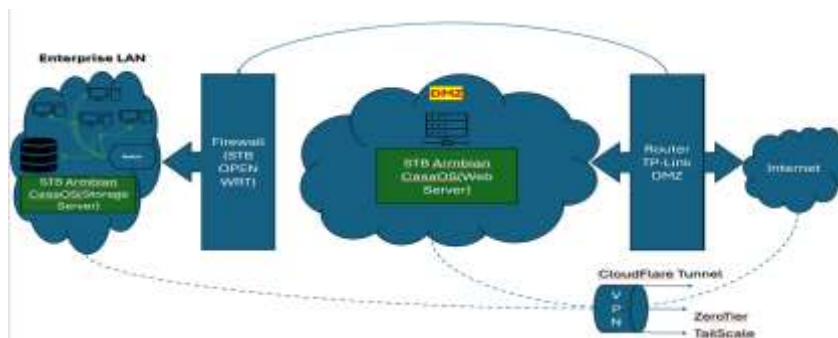
2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metodologi eksperimental dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis implementasi Set-Top Box (STB) sebagai infrastruktur home server yang terintegrasi dengan sistem keamanan firewall dan teknologi kontainerisasi Docker [13]. Pendekatan ini memungkinkan pengukuran objektif terhadap parameter kinerja sistem, evaluasi keandalan jaringan, serta analisis efektivitas konfigurasi keamanan pada arsitektur jaringan berbasis STB Linux Armbian.

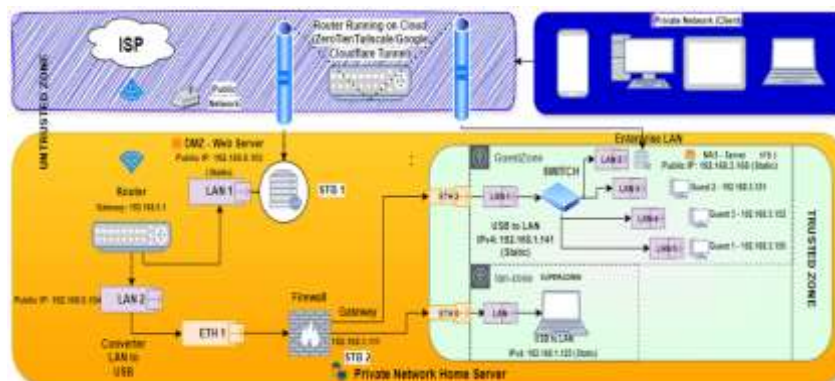
Tahap persiapan melibatkan konfigurasi tiga unit STB HG680P, router TP-Link TL-WR840N, switch TP-Link TL-SF1005+, dan media penyimpanan SSD NVME M.2 120GB. Instalasi sistem operasi OpenWRT dilakukan pada satu unit STB sebagai firewall, sedangkan

CASA OS diinstal pada dua unit STB Armbian untuk fungsi server lokal. Implementasi layanan VPN seperti ZeroTier, Tailscale, dan Cloudflare Tunnel menyediakan akses jarak jauh yang aman.

Arsitektur sistem dikonfigurasi dengan router sebagai WISP, implementasi firewall, pengaturan DMZ, dan distribusi internet melalui ethernet ke STB OpenWRT. Sistem menerapkan Network Attached Storage (NAS), Web Server, dan integrasi EmulatorJs dalam CASA OS untuk meningkatkan nilai fungsional. Variabel penelitian mencakup konektivitas jaringan FTTH 10 Mbps dari ISP IndiHome, kinerja sistem dengan parameter waktu respon, pemanfaatan CPU/RAM, dan efektivitas VPN. Instrumen penelitian menggunakan Wireshark untuk analisis paket data, perintah Top/Htop untuk monitoring sistem, dan log firewall untuk analisis keamanan [14]. Analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel untuk visualisasi dan interpretasi hasil pengujian secara sistematis.



Gambar 1. Diagram Alur Sistem Implementasi STB sebagai Home Server



Gambar 2. Topologi Segmen Jaringan dalam Implementasi Home Server

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Performa dan Implementasi Web Server pada STB Linux Armbian dengan CASA OS

Implementasi Set-Top Box (STB) sebagai sistem home server menggunakan Linux Armbian dan CASA OS telah berhasil dilaksanakan dengan hasil yang memuaskan. Evaluasi komprehensif dilakukan untuk mengukur kemampuan perangkat dalam menjalankan fungsi web server, mencakup aspek konfigurasi, performa sistem, dan stabilitas operasional [15], [16].

Evaluasi Performa Load Testing

Pengujian beban kerja (load testing) dilakukan menggunakan Apache Benchmark tools untuk menganalisis kemampuan web server dalam menangani permintaan akses secara

simultan. Metodologi pengujian mengadopsi protokol HTTP lokal dengan variasi jumlah koneksi 100, 5.000, dan 10.000 request dengan tingkat konkurensi tetap sebesar 100 koneksi.

Tabel 1: Hasil Pengujian Load Testing Web Server

Jumlah Koneksi	Request/Second	Transfer Rate	Time per Test	CPU Usage	RAM Usage
100	266/s	790 KB/s	0.375s	17% (62°C)	52% (1.89GB)
5.000	280/s	831 KB/s	17.830s	54% (64°C)	53% (1.89GB)
10.000	282/s	836 KB/s	35.435s	58% (72°C)	53% (1.89GB)

Verifikasi Konfigurasi dan Aksesibilitas Layanan

Analisis menunjukkan peningkatan linear throughput dari 266 hingga 282 request/detik dengan transfer rate naik 5.8%. Durasi pengujian meningkat eksponensial dari 0.375 ke 35.435 detik pada beban maksimal. CPU utilisasi meningkat dari 17% ke 58% dengan suhu operasional 62°C-72°C, sedangkan RAM stabil 52-53%. Implementasi web server meliputi Apache HTTP Server (port 8000), MariaDB dengan Adminer (port 8080), dan EmulatorJS (port 3000) pada IP 192.168.0.103. Semua layanan berhasil diakses dengan responsivitas baik dan fungsionalitas penuh.

Implementasi Akses Remote dan Keamanan

Konfigurasi akses remote melalui VPN ZeroTier (Network ID 9e1948db6393570c, IP 10.147.17.160/24) untuk komunikasi terenkripsi dan Cloudflare Tunnel dengan domain "electrical-ft-unpak.icu". GTmetrix menunjukkan Performance 88%, Structure 89%, dengan Web Vitals optimal: LCP 1.1 detik, TBT 107ms, CLS 0.

Tabel 2: Konfigurasi Akses Online Melalui Cloudflare Tunnel

Subdomain	Port Lokal	Fungsi	Status
www.electrical-ft-unpak.icu	8000	Dashboard Web Server	Aktif
web.electrical-ft-unpak.icu	8000	Landing Page	Aktif
adminer.electrical-ft-unpak.icu	8080	Database Admin	Aktif
emulatorjs.electrical-ft-unpak.icu	3000	Gaming Platform	Aktif
tty.electrical-ft-unpak.icu	2222	SSH Web Terminal	Aktif

Analisis Stabilitas dan Efisiensi Sistem

Monitoring jangka panjang menggunakan HTOP menunjukkan stabilitas sistem yang tinggi dengan uptime mencapai lebih dari 34 jam operasional kontinyu. Perbandingan kondisi idle dan non-idle mengungkapkan efisiensi manajemen sumber daya yang baik, dengan utilisasi memori fisik yang stabil namun peningkatan signifikan pada swap memory dari 4.50MB menjadi 204MB saat semua fitur aktif.

Tabel 3: Perbandingan Performa Sistem

Parameter	Kondisi Idle	Kondisi Aktif	Uptime 34+ Jam
Load Average	6.69, 3.52, 1.3	0.48, 6.82, 1	0.58, 0.22, 0.14
CPU Temperature	49°C	45°C	45°C
Memory Usage	50.1%	50.2%	25.4%
Swap Usage	0.47%	21.1%	25.3%
Running Processes	1	4	3

Analisis long-term menunjukkan optimalisasi penggunaan memori pada operasi berkelanjutan, dengan penurunan utilisasi RAM dari 50% menjadi 25.4% setelah uptime prolonged. Load average yang rendah (0.58, 0.22, 0.14) pada kondisi steady-state mengindikasikan sistem yang tidak terbebani dan memiliki kapasitas cadangan yang memadai. Implementasi STB sebagai home server menggunakan Linux Armbian dan CASA OS terbukti efektif dan stabil. Sistem mampu menangani beban kerja yang bervariasi dengan performa yang konsisten, menyediakan layanan web yang dapat diakses baik secara lokal maupun remote dengan tingkat keamanan yang memadai. Efisiensi energi dan stabilitas jangka panjang menjadikan solusi ini viable untuk implementasi home server skala rumahan.

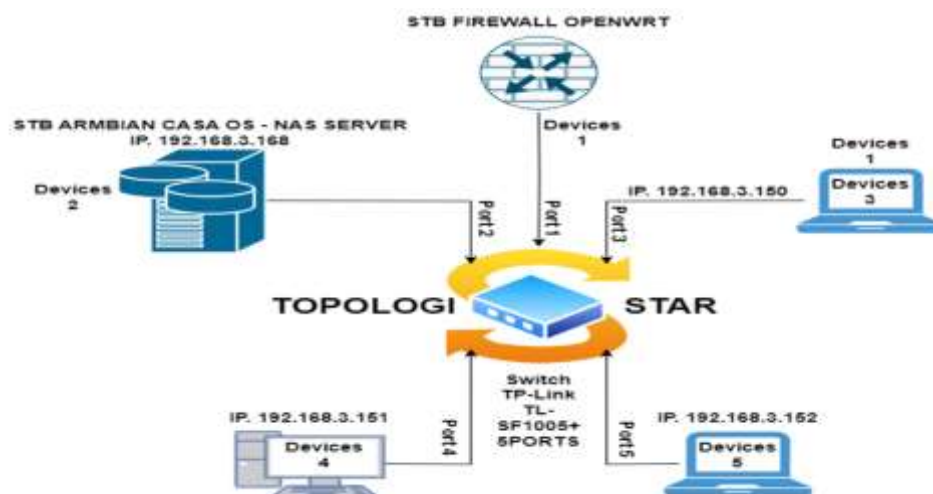
3.2. Evaluasi Implementasi NAS Server pada STB Linux Armbian dan CASA OS

Penelitian ini melakukan evaluasi komprehensif terhadap implementasi Network Attached Storage (NAS) server pada Set-Top Box (STB) yang mengoperasikan sistem Linux Armbian dengan CASA OS. Evaluasi mencakup verifikasi konfigurasi protokol Server Message Block (SMB), analisis performa transfer data, serta pengujian fitur-fitur terintegrasi seperti layanan files drop dalam berbagai skenario akses.

Analisis Performa Akses Lokal NAS Server

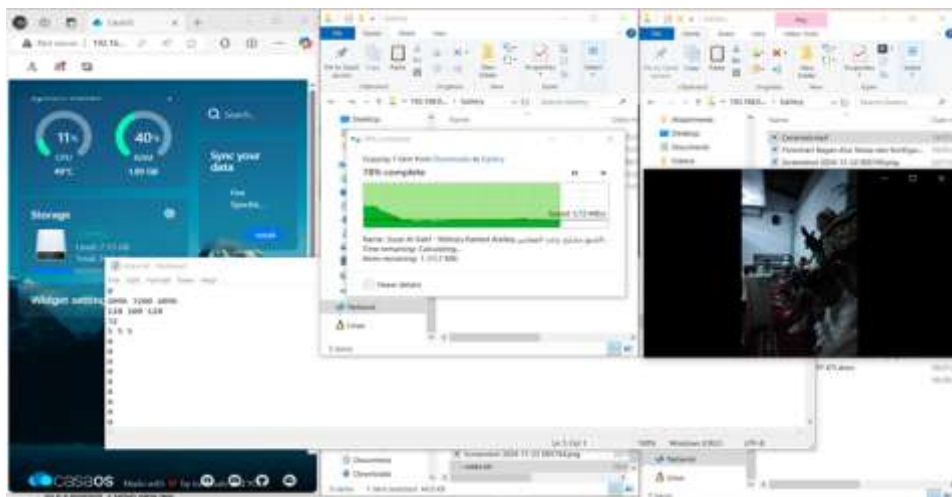
Evaluasi Beban Sistem pada Operasi CRUD

Pengujian dilakukan untuk menganalisis dampak operasi Create, Read, Update, Delete (CRUD) terhadap performa sistem menggunakan protokol SMB. Implementasi topologi STAR memungkinkan akses dari berbagai perangkat klien melalui File Explorer pada sistem Windows dan aplikasi CX File Explorer pada perangkat mobile.



Gambar 3. Topologi NAS Server

Evaluasi operasi CRUD dilakukan secara komprehensif dengan pengujian berbagai skenario file handling seperti yang ditunjukkan pada pengujian berikut:



Gambar 4. Uji Coba CRUD NAS Server

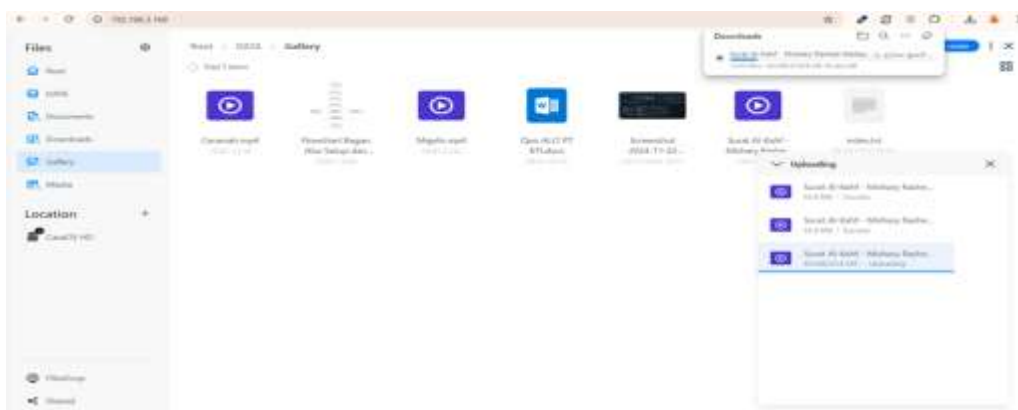
Tabel 4: Analisis Beban Kinerja NAS Server Protokol SMB

Operasi CRUD	Beban CPU Awal (%)	Beban CPU Akhir (%)	Beban RAM Awal (%)	Beban RAM Akhir (%)
Create	5	6	40	40
Read	5	7-8	40	40
Update	5	7-8	40	40
Delete	5	5	40	40
Total (Simultan)	5	11	40	40

Hasil analisis menunjukkan peningkatan utilisasi CPU sebesar 120% (dari 5% menjadi 11%) ketika seluruh operasi CRUD dijalankan secara bersamaan. Sebaliknya, konsumsi RAM tetap stabil pada level 40%, mengindikasikan bahwa operasi file sharing lebih bergantung pada pemrosesan CPU dibandingkan alokasi memori. Stabilitas penggunaan RAM ini mengonfirmasi efisiensi arsitektur CASA OS dalam mengelola sumber daya sistem.

Analisis Throughput Transfer Data

Evaluasi kecepatan transfer data dilakukan melalui web browser dengan menguji file video berukuran 55,7 MB dalam empat skenario berbeda pada jaringan Wi-Fi 10 Mbps.



Gambar 5. Akses NAS Server Via Web Browser

Tabel 5: Performa Transfer Data dalam Berbagai Kondisi

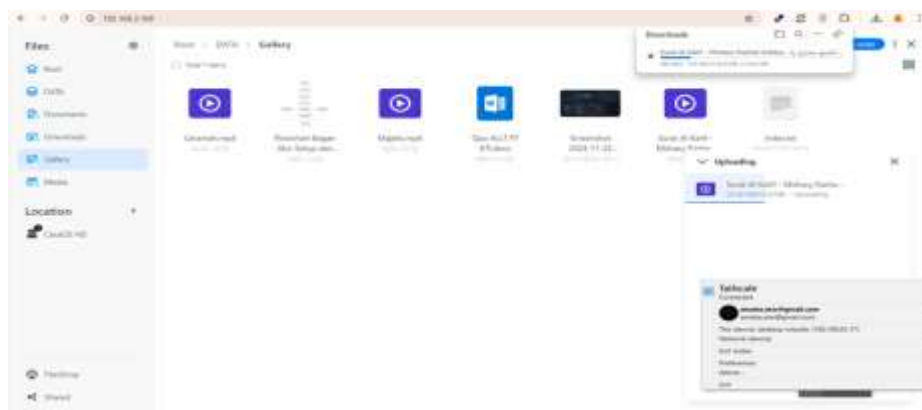
Skenario	Upload (MBps)	Download (MBps)	Utilisasi Bandwidth (%)
1 Task Ideal	6,3 - 8,0	6,6 - 9,3	71,5 - 79,5
1 Task Non-ideal	1,0 - 2,0	1,5 - 3,0	22,5 - 35,0
2 Task Ideal	3,0 - 4,0	0,75 - 2,0	13,75
2 Task Non-ideal	0,75 - 2,5	0,14 - 0,5	3,2 - 13,25

Pada kondisi optimal dengan jarak dekat dan tanpa hambatan fisik, sistem mencapai throughput 71,5-79,5% dari kapasitas nominal bandwidth, yang tergolong excellent performance mengingat overhead protokol dan faktor lingkungan Wi-Fi. Kondisi non-ideal dengan hambatan fisik dan jarak jauh menurunkan performa hingga 65%, sementara eksekusi dual-task secara simultan mengakibatkan degradasi performa drastis hingga 80% akibat resource contention pada STB.

Evaluasi Akses Remote melalui VPN Tailscale

Performa Akses Jarak Jauh

Implementasi Virtual Private Network (VPN) Tailscale dengan protokol User Datagram Protocol (UDP) memungkinkan akses remote yang secure terhadap NAS server. Pengujian dilakukan menggunakan dua jenis koneksi internet berbeda.



Gambar 6. Uji Coba Akses Jarak Jauh Via VPN Tailscale

Tabel 6: Analisis Kecepatan Transfer via VPN Tailscale

Jenis Koneksi	Upload (MBps)	Download (MBps)
Wi-Fi	2,3 - 3,0	2,5 - 3,0
Jaringan Selular	2,5 - 3,0	4,8 - 5,6

Hasil menunjukkan konsistensi performa upload pada kedua jenis koneksi, namun jaringan selular menunjukkan performa download superior hingga 87% lebih tinggi. Fluktuasi kecepatan disebabkan oleh faktor enkripsi VPN, latency routing, dan beban server VPN yang bervariasi.

Analisis Fitur Files Drop dan Sinkronisasi

Evaluasi fitur Files Drop CASA OS untuk transfer file antar perangkat menunjukkan performa yang konsisten antara akses lokal dan remote VPN.

Gambar 7. Uji Coba Fitur *Files Drop* NAS Server

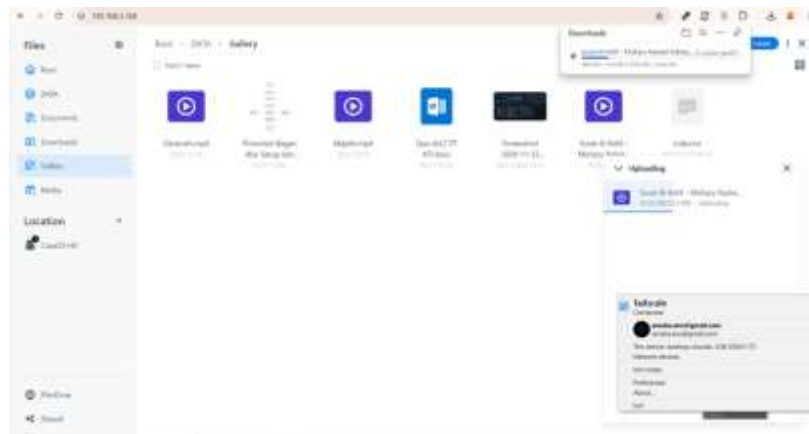
Tabel 7: Performa Sinkronisasi Data Lokal vs VPN

Arah Transfer	Waktu Lokal (detik)	Kecepatan Lokal (MBps)	Waktu VPN (detik)	Kecepatan VPN (MBps)
Laptop → Smartphone	24,36	2,3 - 2,7	22,26	2,5 - 2,93
Smartphone → Laptop	120	0,475 - 0,55	120	0,51 - 0,6

Transfer dari laptop ke smartphone menunjukkan performa VPN yang sedikit superior (8,6% lebih cepat), sedangkan transfer sebaliknya menunjukkan konsistensi waktu dengan peningkatan throughput 9,1% pada akses VPN. Asymmetric performance ini mengindikasikan pengaruh karakteristik perangkat dan optimasi protokol VPN.

Analisis Kapasitas Storage dan Scalability

Implementasi UnionFS berhasil menggabungkan SD Card 32GB dengan SSD 120GB, menghasilkan kapasitas total 145,13 GB setelah overhead sistem 4,5%.



Gambar 8. Uji Coba Akses Jarak Jauh Via VPN Tailscale

Kalkulasi menunjukkan kemampuan menyimpan hingga 29.026 file (ukuran rata-rata 5MB) atau 72.565 file (ukuran 2MB) pada kapasitas maksimal.

Untuk menjaga stabilitas filesystem, direkomendasikan utilisasi maksimal 90% (130,6 GB), menghasilkan kapasitas aman untuk 26.120-65.300 file tergantung ukuran rata-rata. Implementasi journaling filesystem dan swap memory management memastikan integritas data dan mencegah sistem freeze pada beban tinggi.

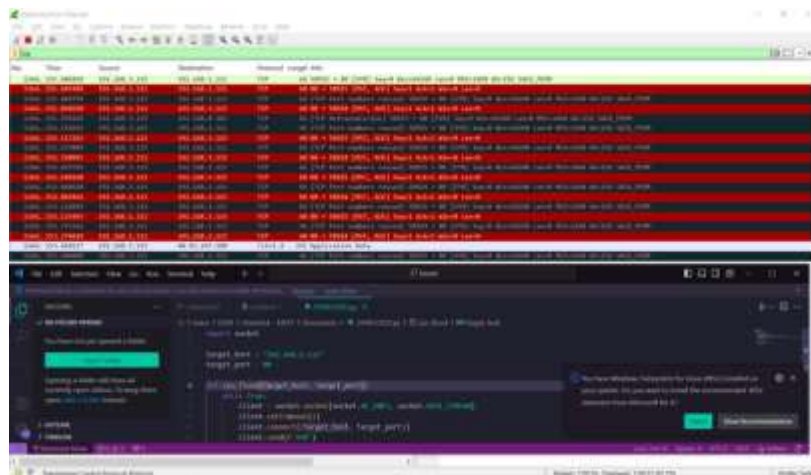
Implementasi NAS server pada STB Linux Armbian dengan CASA OS mendemonstrasikan performa yang reliable dengan throughput optimal 71,5-79,5% pada akses lokal dan konsistensi transfer 2,3-3,0 MBps pada akses remote VPN. Sistem menunjukkan efisiensi resource management dengan stabilitas RAM dan scalable CPU utilization. Integrasi fitur Files Drop dan sinkronisasi multi-perangkat memberikan fleksibilitas akses yang optimal untuk implementasi home server cost-effective.

3.3. Evaluasi Peningkatan Keamanan dan Kualitas Jaringan Home Server Berbasis STB

Penelitian ini melakukan evaluasi komprehensif terhadap implementasi sistem keamanan dan peningkatan kualitas jaringan pada home server berbasis STB OpenWRT dengan bandwidth 10 Mbps yang didistribusikan melalui koneksi ethernet. Evaluasi mencakup verifikasi konfigurasi keamanan firewall, pengujian fungsionalitas sistem pertahanan, dan analisis parameter Quality of Service (QoS).

Analisis Konfigurasi Keamanan Firewall STB OpenWRT

Implementasi Zone-Based Firewall (ZBF) berhasil menciptakan segmentasi jaringan yang efektif dengan membagi jaringan menjadi tiga zona utama: LAN (192.168.1.0/24), Guest (192.168.3.0/24), dan WAN. Konfigurasi static routing memungkinkan komunikasi antar subnet yang terkontrol, dimana STB OpenWRT berperan sebagai gateway dengan IP 192.168.1.111 yang menghubungkan kedua subnet internal. Pengujian keamanan terhadap serangan SYN-Flood menunjukkan efektivitas sistem pertahanan firewall. Analisis capture paket menggunakan Wireshark mengidentifikasi pola serangan dengan jumlah paket TCP SYN yang tinggi, namun sistem berhasil merespons dengan paket RST (reset) dan ACK untuk membatalkan koneksi yang tidak legitimate. Hasil menunjukkan tidak adanya respons yang diharapkan dari server terhadap paket SYN penyerang, mengindikasikan keberhasilan mekanisme blocking.



Gambar 9. Hasil Capture Pemblokiran SYN-Flood Attack

Implementasi pemblokiran protokol ICMP terbukti efektif dalam mencegah reconnaissance attacks. Pengujian ping menunjukkan respons "destination unreachable (host unreachable)" yang mengkonfirmasi aktivasi sistem pertahanan terhadap ping flood dan traceroute attacks.

Evaluasi Sistem Filtering dan Content Control

Sistem MAC Address Filtering berhasil diimplementasikan dengan target spesifik pada perangkat Amlogic NAS Server (MAC: 5a:97:3e:32:c9:a6). Verifikasi melalui IPTables

menunjukkan aturan Chain zone_GuestZone_forward aktif dengan pencatatan 3.38k paket dan traffic 2.81 MB yang berhasil diblokir. Implementasi GeoIP Traffic blocking menunjukkan efektivitas dalam memblokir akses dari negara-negara tertentu (China, Russia, Singapore, US, UK, France, Netherlands). Pengujian menggunakan VPN dengan IP public 137.184.131.0 dari server US mengonfirmasi aktivitas aturan DROP pada chain zone_wan_input dengan protokol all.

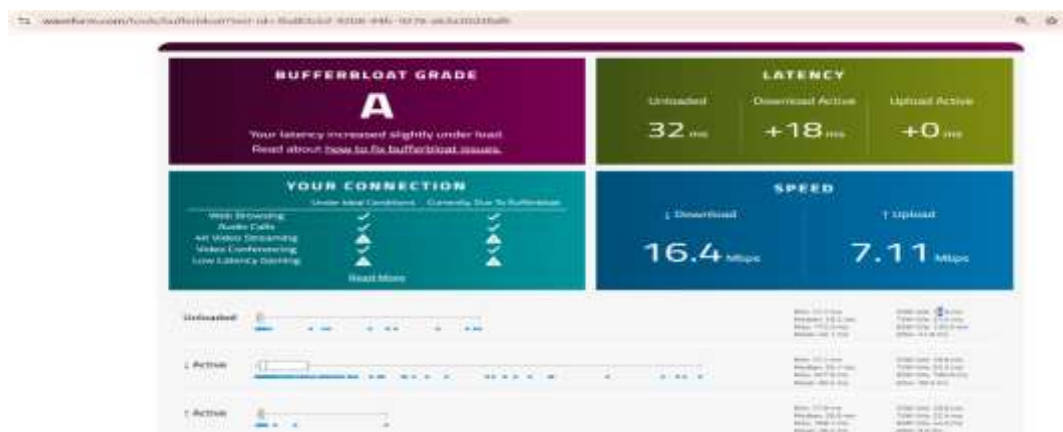
Tabel 8 : Perbandingan Pengujian SQM Aktif dan Nonaktif

Parameter	SQM Nonaktif	SQM Aktif
Bufferbloat Grade	F	A
Latency (Unloaded)	20 ms	32 ms
Latency (Download Active)	+11 ms	+18
Latency (Upload Active)	+657 ms	+0
Download Speed	19.6 Mbps	16.4 Mbps
Upload Speed	9.80 Mbps	7.11 Mbps
Web Browsing	✓ △ □	✓
Audio Calls	✓ △ □	✓
4K Video Streaming	□ △ □	△ □
Video Conferencing	✓ △ □	✓
Low Latency Gaming	✓ △ □	△ □

OpenClash sebagai sistem content filtering menunjukkan performa optimal dalam memblokir konten berbasis kategori. Pengujian pada empat konfigurasi (gaming, reject, sosmed, streaming) berhasil memblokir akses ke domain dan keyword yang telah didefinisikan, seperti pemblokiran kombinasi keyword "ff" dengan domain "garena.co.id" pada kategori gaming, serta pemblokiran situs adult content dan judi online pada kategori reject.

Optimalisasi Quality of Service dan Smart Queue Management

Implementasi Smart Queue Management (SQM) memberikan peningkatan signifikan terhadap kualitas jaringan. Pengujian bufferbloat menunjukkan peningkatan grade dari F (latensi >400ms) menjadi grade A (latensi <30ms) setelah aktivasi SQM. Konfigurasi menggunakan algoritma fq_codel dengan pengaturan 19Mbps untuk ingress dan 9Mbps untuk egress (90% dari bandwidth maksimal) berhasil mengeliminasi upload active latency dari +657ms menjadi +0ms.



Gambar 10. Hasil Pengujian SQM Aktif dengan Grade A

Analisis Parameter Quality of Service (QoS)

Meskipun terjadi trade-off penurunan kecepatan download dari 19.6 Mbps menjadi 16.4 Mbps dan upload dari 9.80 Mbps menjadi 7.11 Mbps, stabilitas jaringan mengalami peningkatan substansial untuk aplikasi real-time. Pengukuran QoS menggunakan capture traffic YouTube (3.172 paket, 17.544 detik) menunjukkan performa optimal: Throughput 1.304 Kbps (sangat bagus, indeks 4), Packet Loss 0% (perfect, indeks 4), Delay rata-rata 5.5ms (sangat bagus, indeks 4), dan Jitter 5.4ms (bagus, indeks 3).

Implementasi DNS-over-HTTPS (DoH)

Konfigurasi DoH menggunakan DNS lokal (192.168.1.111) berhasil meningkatkan privasi resolusi DNS. Pengujian Wireshark mengonfirmasi enkripsi permintaan DNS dengan klasifikasi HTTPS, membuktikan efektivitas proteksi query dari intersepsi ISP. Evaluasi komprehensif menunjukkan implementasi sistem keamanan dan optimalisasi QoS pada STB OpenWRT berhasil menciptakan infrastruktur home server robust dengan tingkat keamanan tinggi dan performa jaringan optimal.

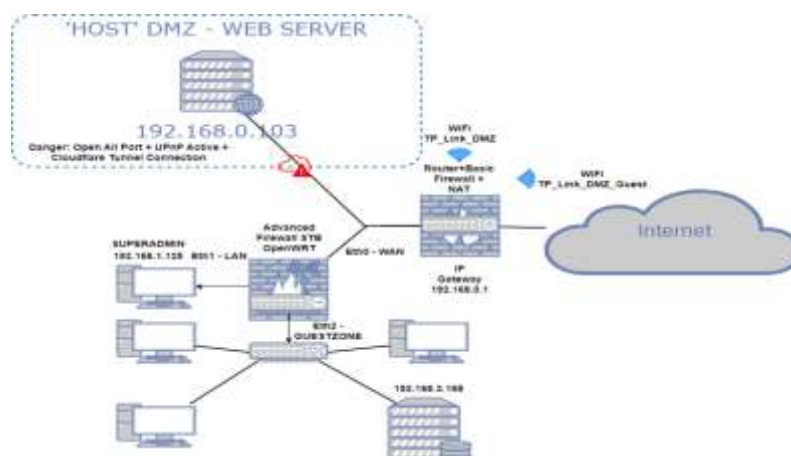
3.4. Evaluasi Komprehensif Konfigurasi dan Keamanan Router dalam Implementasi STB Home Server

Analisis Kinerja dan Validasi Konfigurasi DMZ

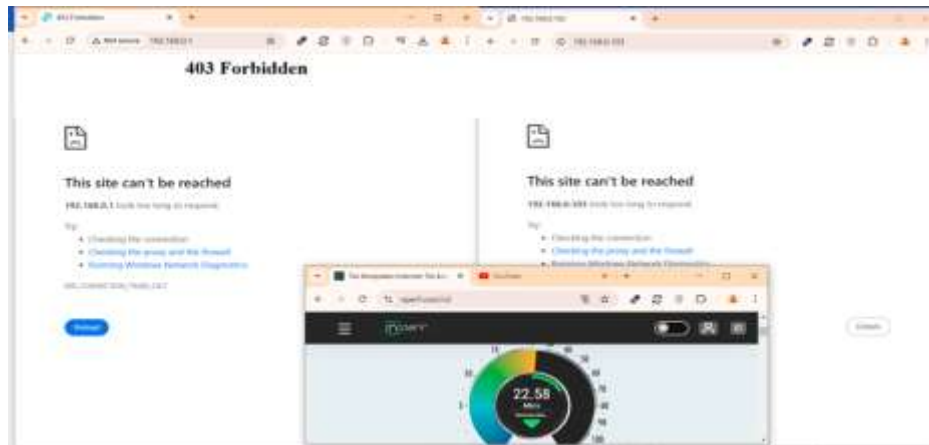
Implementasi arsitektur DMZ (Demilitarized Zone) pada sistem STB home server memerlukan evaluasi menyeluruh terhadap aspek kinerja jaringan dan tingkat keamanan yang dicapai. Penelitian ini melakukan assessment komprehensif terhadap konfigurasi router yang telah diimplementasikan dengan fokus pada dua parameter utama: optimalisasi kinerja jaringan melalui implementasi Host DMZ dan efektivitas proteksi keamanan jaringan terhadap berbagai ancaman cyber.

Validasi Arsitektur Jaringan Terdistribusi

Implementasi segregasi jaringan melalui konfigurasi Guest Network menunjukkan keberhasilan dalam menciptakan isolasi yang efektif antara jaringan primer dan jaringan pengunjung. Mekanisme isolasi ini didasarkan pada prinsip network segmentation yang memungkinkan pembagian bandwidth dan kontrol akses yang granular. Evaluasi dilakukan melalui pengujian konektivitas dari jaringan "TP-Link_DMZ_Guest" dengan menggunakan metodologi pengujian multi-layer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11 (Topologi DMZ) dan Gambar 12 (Pengujian Jaringan Tamu).



Gambar 11. Topologi DMZ



Gambar 12. Pengujian Jaringan Tamu Pada Router

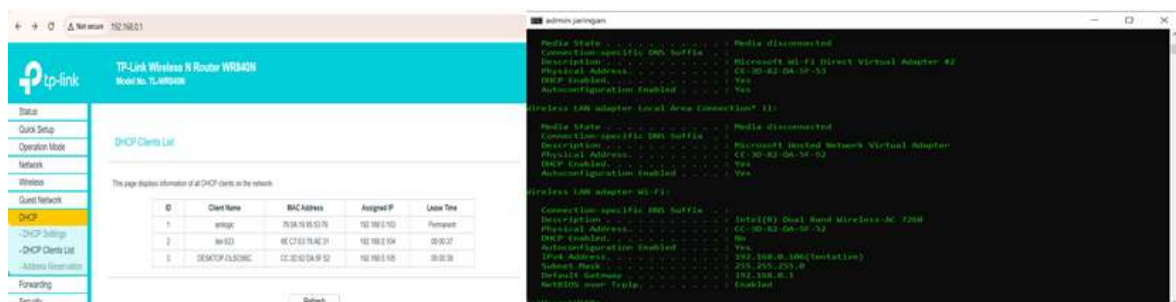
Tabel 9: Parameter Evaluasi Konfigurasi Jaringan

Aspek Evaluasi	Jaringan Utama	Jaringan Tamu	Status Validasi
Akses Admin Panel (192.168.0.1)	✓ Tersedia	✗ Terbatas	Berhasil
Konektivitas Web Server (192.168.0.103)	✓ Full Access	✗ Blocked	Berhasil
Akses Internet	✓ Optimal	✓ Terkontrol	Berhasil
Bandwidth Allocation	Primary	Adjustable Limit	Berhasil

Optimalisasi Konfigurasi DHCP dan Address Reservation

Pengguna jaringan tamu tidak dapat mengakses resources jaringan utama, termasuk web server DMZ host, memberikan layer tambahan proteksi terhadap potential security breaches dari perangkat tidak terpercaya.

Implementasi DHCP dengan address reservation menunjukkan konsistensi tinggi dalam pengelolaan alamat IP, mengintegrasikan automatic IP assignment dengan static binding untuk STB Armbian CASA OS Web Server pada 192.168.0.103. Sistem DHCP reservation beroperasi dengan range alokasi dari 192.168.0.103, binding permanen IP-MAC address untuk STB server, ACL yang membatasi admin panel untuk MAC CC:3D:82:DA:5F:52, dan static IP binding untuk stabilitas layanan. Validasi konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Verifikasi Konfigurasi DHCP dan DHCP Reservation

Evaluasi Implementasi Host DMZ dan Port Forwarding

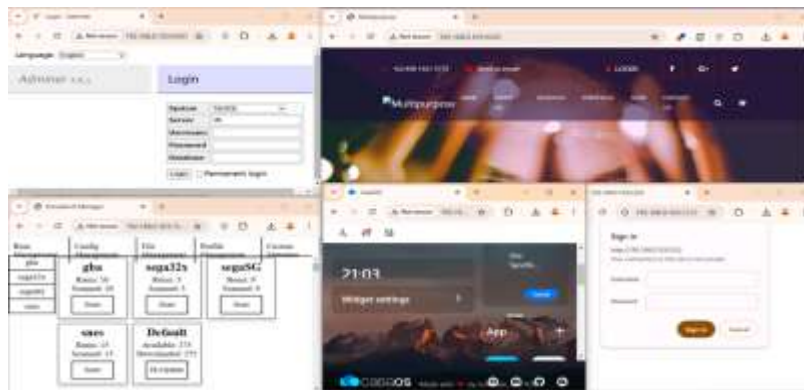
Konfigurasi Host DMZ pada IP address 192.168.0.103 telah berhasil mengimplementasikan comprehensive port forwarding yang memungkinkan akses eksternal

terhadap berbagai layanan yang dihosting pada STB server. Implementasi ini melibatkan pembukaan seluruh port range pada designated host untuk memfasilitasi akses terhadap multiple services yang berjalan pada container-based architecture.

Tabel 10: Mapping Layanan dan Port pada DMZ Host

Service	Port	Fungsi	Status Akses
Dashboard Website	8000	Management Interface	Aktif
EmulatorJs	3000	Gaming Service	Aktif
Adminer Database	8080	Database Management	Aktif
SSH Remote Access	2222	Secure Shell Service	Aktif

Pengujian aksesibilitas menunjukkan bahwa seluruh layanan dapat diakses secara konsisten dari jaringan utama, mengindikasikan bahwa konfigurasi virtual server dan port forwarding telah berfungsi optimal. Implementasi DMZ host memberikan fleksibilitas dalam deployment multiple services sambil mempertahankan centralized management melalui single IP address. Hasil pengujian akses Host DMZ dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Verifikasi dan Pengujian Akses Host DMZ

Analisis Kinerja UPnP (Universal Plug and Play)

Implementasi UPnP telah menunjukkan efektivitas dalam automatic port mapping untuk aplikasi VPN, khususnya ZeroTier dan Tailscale. Mekanisme ini memungkinkan dynamic port allocation yang essential untuk maintaining VPN connectivity dari external networks.

Hasil monitoring UPnP mapping menunjukkan:

- ZeroTier pada perangkat laptop (192.168.0.106) menggunakan port 35175 UDP
- Tailscale pada NAS server (192.168.0.107) menggunakan port 41273 UDP
- STB Armbian server menggunakan port 38803 untuk layanan VPN ZeroTier
- Semua mapping port dalam status aktif dengan protokol UDP yang optimal untuk VPN traffic

Detail konfigurasi dan status UPnP dapat dilihat pada Gambar 15 yang menunjukkan active mapping untuk berbagai layanan VPN.



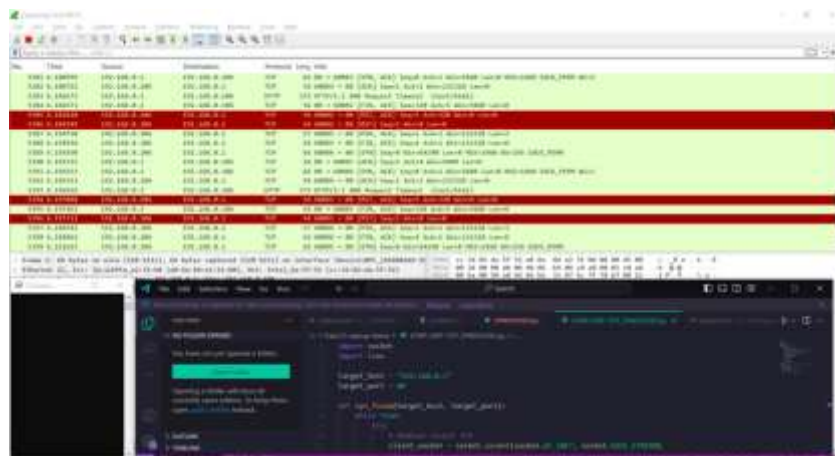
Gambar 15. Verifikasi dan Pengujian UPnP Router

Assessment Keamanan dan Efektivitas Firewall

Evaluasi firewall security menunjukkan efektivitas tinggi dalam mitigasi SYN-Flood melalui synthetic attack generation menggunakan Python script [17], [18].

Analisis Hasil Pengujian SYN-Flood Attack

Wireshark analysis mengidentifikasi Normal TCP Traffic (hijau) untuk connections dan Blocked Attack Traffic (merah) berupa paket RST yang mengindikasikan successful blocking mechanism. Visualisasi hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Verifikasi dan Pengujian Firewall SYN-Flood Pada Router]

Indikator Keberhasilan Proteksi Firewall

High Volume RST Packets: Tingginya paket RST menunjukkan firewall berhasil mendeteksi suspicious SYN packets dan melakukan connection reset sebelum full connection establishment, merupakan standard defense mechanism efektif untuk SYN-Flood mitigation. **Stable Resource Utilization:** Tidak terjadi degradasi performance signifikan pada server dan network infrastructure selama attack simulation, mengindikasikan successful limitation terhadap attack impact. **Pattern Recognition:** Teridentifikasi pola serangan reguler dengan peningkatan SYN packets diikuti immediate RST response, menunjukkan active firewall monitoring dan response mechanism [19].

Evaluasi Komprehensif Keamanan Sistem

Implementasi multilayer security architecture menunjukkan efektivitas tinggi dalam protecting home server infrastructure. Kombinasi network segregation, DMZ implementation, dan firewall protection memberikan comprehensive security posture sesuai best practices. Analisis security effectiveness menunjukkan: Network Isolation berhasil memisahkan production dan guest network; Access Control memberikan granular control terhadap admin access; Attack Mitigation terbukti efektif blocking SYN-Flood attacks; Service Availability terjaga selama security testing. Comprehensive evaluation mengkonfirmasi implementasi STB sebagai home server dengan integrated security measures mencapai dual objectives: optimal network performance dan robust security protection. Sistem mampu maintaining service availability sambil providing adequate protection terhadap common network attacks, menjadikannya suitable solution untuk home server implementation dengan security requirements tinggi [20].

4. Kesimpulan

Studi ini menunjukkan keberhasilan implementasi sistem proteksi jaringan pada STB OpenWRT. Penerapan firewall berhasil menangkal berbagai ancaman cyber termasuk serangan SYN Flood dan protokol ICMP berbahaya. Teknologi Zone-Based Firewall efektif melakukan segmentasi jaringan berdasarkan tingkat kepercayaan. Fitur filtering MAC address, pembatasan geografis, dan pemblokiran konten tidak pantas menciptakan lingkungan digital yang lebih aman. Enkripsi DNS via HTTPS meningkatkan privasi pengguna secara signifikan. Smart Queue Management berhasil mengatasi masalah bufferbloat dengan performa meningkat drastis dari grade F ke A. Isolasi jaringan mencegah akses tidak sah ke sistem utama. Server web Apache dengan Adminer dan EmulatorJs dapat diakses lokal maupun remote melalui VPN ZeroTier. NAS server menunjukkan kinerja optimal dengan protokol SMB dan fitur Files Drop. Pengujian QoS menghasilkan throughput 1304 Kbps, packet loss 0%, delay 5,5 ms, dan jitter 5,4 ms. Load testing menunjukkan web server responsif hingga 10.000 koneksi dengan request rate 282/detik. Rekomendasi meliputi pembaruan rutin konfigurasi firewall, optimasi SQM, penambahan IDS/IPS, load balancing, backup otomatis, monitoring real-time, dan pemeliharaan berkala untuk memastikan keamanan dan performa optimal jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. W. Jepriana, "Analisis Performa E-Learning Berbasis Moodle Berjalan Di Server Rendah Biaya Stb Fiberhome HG680-P," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 7, no. 1, pp. 120–124, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6120.
- [2] M. F. Ardiansyah, T. M. Diansyah, and R. Liza, "Penggunaan Set top box Bekas untuk Dimanfaatkan sebagai Cloud Server," *Blend Sains J. Tek.,* vol. 1, no. 2, pp. 88–96, 2022, doi: 10.56211/blendsains.v1i2.115.
- [3] N. Muhammad Akbar, F. Prasetyo Eka Putra, K. Zulfana Imam, and M. Umar Mansyur, "Analisis Kinerja dan Interopabilitas STB Sebagai Server Penilaian Akhir Tahun," *J. Inf. dan Teknol.,* vol. 5, no. 2, pp. 91–96, 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i2.365.
- [4] R. M. N. Halim, "Penerapan Network Attached Storage (NAS) berbasis Raspberry Pi di LP3SDM AZRA Palembang," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.,* vol. 6, no. 3, pp. 309–314, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019631416.
- [5] G. Wibisono, "OPTIMASI OTENTIKASI JARINGAN WIRELESS MENGGUNAKAN STANDAR PROTOKOL 802.1X DAN PEAP," vol. 5, no. 2, pp. 80–89, 2024.
- [6] Valia Yoga Pudya Ardhana and M. D. Mulyodiputro, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB)," *J. Informatics Manag. Inf. Technol.,* vol. 3, no. 2, pp. 70–76, 2023, doi: 10.47065/jimat.v3i2.257.
- [7] P. Tiar, Y. Saragih, and U. Latifa, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Wi-Fi Untuk Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan WireShark," *J. Telekomun. dan*

- Komput.*, vol. 11, no. 2, p. 154, 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i2.11000.
- [8] M. Hasbi and N. R. Saputra, "Analisis Quality of Service (Qos) Jaringan Internet Kantor Pusat King Bukopin Dengan Menggunakan Wireshark," *Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/view/13596>
- [9] I. B. A. E. M. Putra, M. S. I. D. Adnyana, and L. Jasa, "Analisis Quality of Service Pada Jaringan Komputer," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 95, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p11.
- [10] E. Bajrami, "ENHANCING WEBSITE SPEED AND SECURITY WITH CLOUDFLARE CDN : A ENHANCING WEBSITE SPEED AND SECURITY WITH CLOUDFLARE CDN : A CASE STUDY ON WORDPRESS WEBSITES," no. October, 2024, doi: 10.62792/ut.jnsm.v9.i17-18.p2824.
- [11] D. B. KalaiSelvi and A. K, "Network Traffic Analysis Using Wireshark," *Int. J. Res. Publ. Rev.*, vol. 4, no. 12, pp. 1960–1965, 2023, doi: 10.55248/gengpi.4.1223.123506.
- [12] M. N. A. Azi, B. Arifwidodo, and E. Wahyudi, "Analisis Performansi Web Server Saat Menangani Permintaan Client Menggunakan Metode Reserve Proxy Caching dan Varnish," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 14–21, 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i1.843.
- [13] N. M. Ratminingsih, "Penelitian Eksperimental Dalam Pembelajaran Bahasa Kedua," *Prasi*, vol. 6, no. 11, pp. 31–40, 2010.
- [14] I. P. Saputra, "EFEKTIVITAS CLOUDFLARE GATEWAY DALAM MEMBATASI AKSES PORNOGRAFI," vol. 8, no. April, 2024.
- [15] I. K. S. Satwika and K. N. Semadi, "Perbandingan Performansi Web Server Apache Dan Nginx Dengan Menggunakan Ipv6," *SCAN - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 10–15, 2020, doi: 10.33005/scan.v15i1.1847.
- [16] A. Aziz and T. Tampati, "Analisis Web Server untuk Pengembangan Hosting Server Institusi: Perbandingan Kinerja Web Server Apache dengan Nginx," *Multinetics*, vol. 1, no. 2, p. 12, 2015, doi: 10.32722/vol1.no2.2015.pp12-20.
- [17] A. Gusic, "Design and implementation of recording functionality for an IP-based set-top box," 2005.
- [18] M. S. Siddiqui, S. O. Amin, and C. S. Hong, "A set-top box for end-to-end QoS management and home network gateway in IMS," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 55, no. 2, pp. 527–534, 2009, doi: 10.1109/TCE.2009.5174417.
- [19] P. Goemaere, "The Evolution of Network Virtualization In The Home Improving User Experience And Manageability Table of Contents," vol. 1, no. 818, pp. 1–44, 2019.
- [20] T. Rahman, T. Ahmed, S. Rahman, A. Hossain, and J. Noor, "Empirical Analysis of Android Storage Management Using Network Block Device (NBD) Protocol : A Comprehensive Performance and Efficiency Study," *Blockchain Res. Appl.*, p. 100310, 2025, doi: 10.1016/j.bcra.2025.100310.