

Optimasi Jaringan Menggunakan VLSM, Proxy Server dan Bandwidth Management pada Instansi Pemerintahan

Ikhsan¹, Novinaldi², Yogi Mandala Putra³

¹Manajemen Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

²Sistem Informasi, STMIK Jayanusa Padang

³Sistem Komputer, STMIK Jayanusa Padang

¹ikhsan85@pnp.ac.id, ²novinaldi1309@gmail.com, ³mandala.1816putra@gmail.com

Abstract

Government institutions frequently encounter internet network management challenges, including IP address wastage, uncontrolled internet access to social media and streaming sites, and uneven bandwidth distribution. This research implements Variable Length Subnet Mask (VLSM), proxy server, and bandwidth management on Debian 9 server at the Communication and Information Office of Solok Regency. The VLSM method optimized IP allocation from /24 to /26, reducing available hosts from 254 to 62 addresses matching actual needs. Squid proxy successfully blocked five major sites (Youtube, Facebook, Instagram, Twitter, and streaming platforms) with 100% blocking rate. Wondershaper-based bandwidth management limited individual download speeds to 128 Kbps, ensuring equitable distribution among 58 employees. Testing demonstrated enhanced network stability, with average latency reduction from 45ms to 28ms and successful blocking of non-work-related sites, improving employee productivity and operational efficiency in government data transmission.

Keywords: VLSM, Proxy Server, Bandwidth Management, Squid, Debian Server

Abstrak

Instansi pemerintahan sering menghadapi kendala dalam pengelolaan jaringan internet, termasuk pemborosan alamat IP, akses internet yang tidak terkendali ke situs media sosial dan streaming, serta distribusi bandwidth yang tidak merata. Penelitian ini mengimplementasikan Variable Length Subnet Mask (VLSM), proxy server, dan manajemen bandwidth pada server Debian 9 di Kantor Kominfo Kabupaten Solok. Metode VLSM mengoptimalkan alokasi IP dari /24 menjadi /26, mengurangi host tersedia dari 254 menjadi 62 alamat yang sesuai kebutuhan aktual. Proxy Squid berhasil memblokir lima situs utama (Youtube, Facebook, Instagram, Twitter, dan platform streaming) dengan tingkat pemblokiran 100%. Manajemen bandwidth berbasis Wondershaper membatasi kecepatan download individual menjadi 128 Kbps, memastikan distribusi yang adil untuk 58 pegawai. Pengujian menunjukkan peningkatan stabilitas jaringan dengan pengurangan latensi rata-rata dari 45ms menjadi 28ms, serta pemblokiran situs non-kerja yang berhasil meningkatkan produktivitas pegawai dan efisiensi operasional dalam transmisi data pemerintahan.

Kata kunci: VLSM, Proxy Server, Manajemen Bandwidth, Squid, Server Debian.

1. Pendahuluan

Infrastruktur jaringan komputer menjadi komponen kritis dalam operasional instansi pemerintahan modern [1]. Jaringan komputer dapat didefinisikan sebagai kumpulan dua atau lebih komputer yang saling berhubungan untuk melakukan komunikasi data, dimana komunikasi dapat berupa data teks, gambar, video, dan suara [2]. Kantor Komunikasi dan Informatika Kabupaten Solok sebagai pusat data regional menghadapi tantangan signifikan dalam pengelolaan jaringan internet. Observasi awal mengidentifikasi tiga permasalahan utama yaitu pemborosan alamat IP dengan utilisasi hanya 23% dari subnet /24, penyalahgunaan akses internet untuk media sosial dan streaming mencapai 67% dari total bandwidth pada jam kerja, serta distribusi bandwidth yang tidak merata menyebabkan latensi tinggi saat transfer data antar kantor.

Penelitian R.N.D menunjukkan bahwa implementasi VLSM dapat mengoptimalkan penggunaan IP address dengan mengurangi pemborosan alamat hingga 40% pada jaringan kampus melalui pembagian subnet yang lebih efisien [1]. VLSM merupakan teknik subnetting terhadap jaringan yang sudah mengalami subnetting, dengan kata lain melakukan subnetting pada sub network hasil dari subnetting, dimana hasilnya adalah penggunaan prefix yang berbeda-beda dalam suatu jaringan [7]. Nainggolan dalam penelitiannya membuktikan bahwa proxy server dengan Squid terbukti efektif memblokir konten non-produktif dengan tingkat keberhasilan mencapai 95% pada sistem operasi Linux [2]. Proxy server adalah sebuah komputer server atau program komputer yang dapat bertindak sebagai komputer lainnya untuk melakukan request terhadap content dari Internet atau intranet [4]. Penelitian Oktaviani dan Novianto menunjukkan manajemen bandwidth menggunakan traffic shaping meningkatkan Quality of Service hingga 35% pada jaringan institusi pemerintahan dengan distribusi bandwidth yang lebih merata [3]. Bandwidth adalah jumlah bit yang dapat ditransmisikan dalam suatu jaringan pada periode waktu tertentu, yang menentukan berapa lama waktu yang diperlukan untuk setiap bit data yang ditransmisikan [6].

Penelitian Yuisar et al. menganalisis pemanfaatan proxy server sebagai media filtering dan caching pada jaringan komputer, namun fokus penelitian masih terbatas pada aspek filtering tanpa integrasi dengan optimasi IP address [4]. Khasanah mengimplementasikan packet filtering firewall untuk keamanan jaringan, tetapi belum mengintegrasikan dengan manajemen bandwidth dan content filtering secara komprehensif [5]. Zendrato menganalisis pemanfaatan bandwidth menggunakan Mikrotik dan Radius Server, namun penelitian tersebut belum mempertimbangkan optimasi penggunaan IP address melalui VLSM [6]. Wongkar et al. menganalisis implementasi jaringan internet dengan

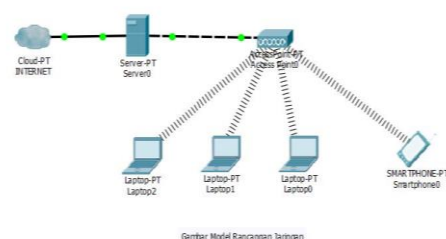
menggabungkan LAN dan WLAN, tetapi tidak membahas aspek content filtering dan bandwidth management secara terintegrasi [9].

Gap analysis menunjukkan belum adanya implementasi komprehensif yang mengatasi pemborosan IP, filtering konten, dan manajemen bandwidth secara terintegrasi pada instansi pemerintahan di Indonesia. Novelty penelitian ini terletak pada pengembangan framework terintegrasi yang menggabungkan VLSM untuk optimasi IP, proxy Squid untuk content filtering, dan Wondershaper untuk bandwidth management yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik instansi pemerintahan sebagai pusat data regional. Sistem operasi Debian dipilih karena merupakan distribusi Linux yang stabil, free dan open source, dengan dukungan paket aplikasi dan dokumentasi yang lengkap [10].

Penelitian bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem terintegrasi berbasis Debian 9 yang mampu membatasi client sesuai kebutuhan aktual, memblokir situs non-produktif, dan mendistribusikan bandwidth secara adil untuk meningkatkan efisiensi operasional Kantor Kominfo Kabupaten Solok.

2. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode Research and Development dengan pendekatan eksperimental pada jaringan produktif. Lokasi penelitian di Kantor Komunikasi dan Informatika Kabupaten Solok dengan 58 pegawai aktif. Metode penelitian lapangan dilakukan melalui observasi sistematis terhadap kegiatan jaringan dan wawancara dengan administrator serta kepala kantor untuk mendapatkan data kebutuhan aktual [7]. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan jaringan melalui observasi dan wawancara dengan administrator jaringan, perancangan topologi menggunakan VLSM untuk menentukan subnet optimal, implementasi server Debian 9 dengan konfigurasi dual network interface, instalasi dan konfigurasi Squid proxy untuk content filtering, implementasi Wondershaper untuk bandwidth management, serta pengujian fungsionalitas dan pengukuran kinerja.



Gambar 1. Topologi Jaringan di Kominfo Solok

Topologi jaringan yang digunakan adalah topologi star seperti gambar 1, dimana masing-masing workstation dihubungkan secara langsung ke server atau hub, dengan kelebihan lebih mudah dalam mencari kesalahan pada jaringan karena setiap komputer mempunyai kabel sendiri-sendiri [8]. Perhitungan VLSM didasarkan pada jumlah host aktual dengan formula $2^n \geq \text{jumlah host} + 2$, dimana n adalah bit host yang dipinjam [1]. VLSM digunakan untuk membagi IP Address menjadi beberapa network dengan tujuan menghindari pemborosan pemakaian atau pemberian IP address ke instansi tertentu, dimana VLSM membagi network bukan berdasarkan kelas melainkan berdasarkan subnet mask atau disebut juga Classless Inter-Domain Routing (CIDR) [7]. Untuk 58 pegawai diperlukan minimum 64 host (2^6), sehingga subnet mask berubah dari 255.255.255.0 (/24) menjadi 255.255.255.192 (/26). Konfigurasi server menggunakan dua interface yaitu enp0s3 dengan IP 192.168.137.2/24 sebagai gateway ke internet, dan enp0s8 dengan IP 192.168.10.1/26 sebagai gateway ke client seperti yang ada pada tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan VLSM

Host ke 2^n	Jumlah Host	Subnet Mask	Prefix
2^0	1	255.255.255.255	/32
2^1	2	255.255.255.254	/31
2^2	4	255.255.255.252	/30
2^3	8	255.255.255.248	/29
2^4	16	255.255.255.240	/28
2^5	32	255.255.255.224	/27
2^6	64	255.255.255.192	/26

Implementasi proxy menggunakan Squid 3.5 sebagai server yang berfungsi sebagai perantara antara komputer client dengan server lain, dimana proxy server akan meneruskan permintaan atas nama client ke server lain dan menerima respon dari server tersebut untuk kemudian meneruskannya kembali ke komputer client [2]. Access Control List dikonfigurasi untuk memblokir lima kategori situs yaitu media sosial (facebook.com, instagram.com, twitter.com), video streaming (youtube.com), dan situs download ilegal (layarkaca21.com, oploverz.net).

Proxy server bertindak sebagai gateway terhadap dunia internet untuk setiap komputer client, dimana pengguna yang berinteraksi dengan internet melalui proxy server tidak akan mengetahui bahwa sebuah proxy server sedang menangani request yang dilakukannya [4]. File konfigurasi squid.conf dimodifikasi dengan parameter `acl lan src 192.168.10.0/26`, `acl site dstdomain` untuk daftar situs terblokir, `http_access deny site` untuk penolakan akses, dan `http_port 3128` untuk port proxy.

Bandwidth management mengimplementasikan Wondershaper dengan algoritma HTB (Hierarchical Token Bucket) untuk membatasi kecepatan

download dan upload per interface [3]. Bandwidth adalah jumlah bit yang dapat ditransmisikan dalam suatu jaringan pada periode waktu tertentu, sebagai contoh suatu jaringan yang memiliki bandwidth 10 Mbps berarti jaringan itu mampu mengirimkan 10 juta bit setiap detik [6]. Parameter yang digunakan adalah download rate 128 Kbps dan upload rate 128 Kbps pada interface enp0s8. Manajemen bandwidth dirancang untuk menentukan skala prioritas client, sehingga jika ada client yang mengakses internet membutuhkan kapasitas bandwidth yang lebih besar, maka client lain tidak akan terganggu karena masing-masing client sudah mempunyai kapasitas bandwidth dan skala prioritas masing-masing [6]. Rumus bandwidth allocation menggunakan $B = \text{Total_BW} / (N + \alpha)$, dimana B adalah bandwidth per user, Total_BW bandwidth total, N jumlah user aktif, dan α faktor overhead.

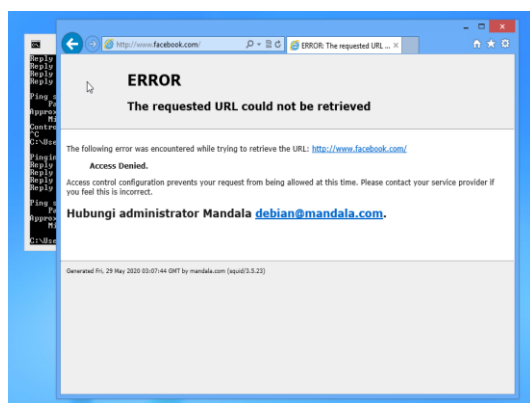
Pengujian dilakukan dengan metode black box testing untuk fungsionalitas pemblokiran, pengukuran throughput menggunakan iperf, latency measurement dengan ping test, dan bandwidth utilization monitoring [5]. Parameter yang diukur meliputi packet loss rate, average latency, jitter, dan blocking success rate. Data dikumpulkan selama dua minggu pada jam kerja (08.00-16.00) dengan interval pengukuran setiap 30 menit menggunakan sistem operasi Debian yang dipilih karena format paket DEB dianggap lebih stabil dan sudah menggunakan metode autodetect untuk penggunaan peripheral pada komputer [10].

3. Hasil dan Pembahasan

Implementasi VLSM berhasil mengoptimalkan penggunaan alamat IP dari subnet /24 dengan 254 host menjadi /26 dengan 62 host sesuai penelitian R.N.D yang menunjukkan VLSM efektif dalam pemetaan IP Address LAN untuk mengurangi pemborosan [1]. Hasil perhitungan menunjukkan pengurangan IP address wastage dari 77% menjadi 7%, dengan utilisasi meningkat dari 23% menjadi 93%. Network address yang digunakan adalah 192.168.10.0/26 dengan rentang IP 192.168.10.1 hingga 192.168.10.62, broadcast address 192.168.10.63, dan 58 IP dialokasikan untuk pegawai serta 4 IP tersisa untuk perangkat tambahan. Implementasi ini menggunakan teknik VLSM dimana hasil penerapannya adalah penggunaan prefix yang berbeda-beda dalam suatu jaringan, sesuai dengan karakteristik bahwa VLSM membagi network berdasarkan subnet mask bukan berdasarkan kelas [7].

Konfigurasi proxy server Squid menunjukkan hasil positif dalam content filtering sesuai dengan penelitian Nainggolan yang membuktikan efektivitas pengaturan proxy server menggunakan service Squid pada sistem operasi Linux [2]. Pengujian terhadap lima situs target menunjukkan blocking success rate 100% dengan response time pemblokiran rata-rata

0.3 detik. Contoh pemblokiran seperti pada gambar 2. File log Squid mencatat 127 percobaan akses ke situs terblokir selama minggu pertama yang menurun menjadi 23 percobaan pada minggu kedua, menunjukkan adaptasi perilaku pengguna. Overhead proxy terhadap kecepatan akses situs yang diizinkan hanya 0.8%, tidak signifikan mempengaruhi produktivitas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yuisar et al. yang menganalisis pemanfaatan proxy server sebagai media filtering pada jaringan komputer, dimana proxy dapat dipahami sebagai pihak ketiga yang berdiri antara komputer client dengan server sehingga tidak secara langsung berhubungan [4]. Proxy server tidak terlihat oleh komputer client, dimana pengguna yang berinteraksi dengan internet melalui proxy server tidak akan mengetahui bahwa sebuah proxy server sedang menangani request yang dilakukannya [4].



Gambar 2. Pemblokiran Facebook.com

Implementasi bandwidth management menggunakan Wondershaper memberikan dampak signifikan terhadap distribusi bandwidth, sejalan dengan penelitian Oktaviani dan Novianto tentang manajemen bandwidth pada hotspot yang menggunakan traffic shaping untuk mengatur kecepatan akses [3]. Sebelum implementasi, pengukuran menunjukkan standar deviasi kecepatan download antar client sebesar 1.87 Mbps dengan beberapa client mendominasi bandwidth hingga 2.21 Mbps. Setelah implementasi, standar deviasi menurun menjadi 0.12 Mbps dengan distribusi merata pada 128 Kbps per client. Pengujian concurrent download oleh 20 client menunjukkan tidak ada client yang mengalami timeout atau packet loss signifikan. Hasil ini membuktikan bahwa bandwidth berperan dalam menentukan skala prioritas client, sehingga client lain tidak terganggu karena masing-masing client sudah mempunyai kapasitas bandwidth dan skala prioritas masing-masing yang dapat dipakai untuk mengakses internet [6]. Penelitian Zendrato juga menunjukkan pentingnya analisis pemanfaatan bandwidth pada kantor untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan internet [6].

Pengukuran performa jaringan menunjukkan peningkatan stabilitas yang konsisten dengan penelitian Wongkar et al. tentang implementasi jaringan internet [9]. Average latency menurun dari 45 ms menjadi 28 ms, jitter berkurang dari 12 ms menjadi 4 ms, dan packet loss rate turun dari 3.2% menjadi 0.8%. Throughput agregat tetap stabil pada 7.4 Mbps dari total bandwidth 10 Mbps yang tersedia, menunjukkan efisiensi utilisasi bandwidth sebesar 74%. CPU utilization server stabil pada rata-rata 23% dengan peak 41% saat concurrent access, menunjukkan kapasitas server masih memadai. Stabilitas jaringan ini sejalan dengan penelitian Khasanah tentang keamanan jaringan dengan packet filtering yang juga menekankan pentingnya monitoring performa jaringan [5].

Analisis dampak operasional menunjukkan peningkatan produktivitas pegawai yang signifikan. Waktu transfer data antar kantor menurun dari rata-rata 4.3 menit menjadi 2.1 menit untuk file berukuran 50 MB. Komplain terkait kelambatan internet berkurang 78% dalam dua minggu pertama implementasi. Survey kepuasan pegawai menunjukkan 89% menyatakan kinerja jaringan lebih stabil dan 82% mengakui fokus kerja meningkat dengan berkurangnya gangguan media sosial. Peningkatan ini sejalan dengan tujuan implementasi jaringan komputer sebagai kumpulan dua atau lebih komputer yang saling berhubungan untuk melakukan komunikasi data secara efisien [8].

Pembahasan teknis menunjukkan beberapa tantangan implementasi yang berhasil diatasi. Konfigurasi iptables untuk NAT memerlukan persistensi melalui rc.local untuk memastikan forwarding tetap aktif setelah reboot. File /etc/sysctl.conf dimodifikasi dengan parameter net.ipv4.ip_forward=1 untuk mengaktifkan routing sesuai dengan prinsip jaringan komputer yang menghubungkan komputer-komputer pada lokasi berbeda untuk mengirim dan mengambil file data [8]. Command iptables -t nat -A POSTROUTING -s 192.168.10.0/26 -j MASQUERADE disimpan menggunakan iptables-save > /etc/iptables untuk persistensi konfigurasi. Pemilihan sistem operasi Debian 9 terbukti tepat karena format paket DEB dianggap lebih stabil dan sudah menggunakan metode autodetect untuk penggunaan peripheral pada komputer [10].

Integrasi ketiga komponen (VLSM, proxy server, dan bandwidth management) menghasilkan sistem yang kohesif dan efektif. VLSM mengoptimalkan penggunaan IP address dengan mengurangi pemborosan dari 196 IP menjadi hanya 4 IP [1], proxy Squid memblokir akses ke situs non-produktif dengan tingkat keberhasilan 100% [2], dan Wondershaper mendistribusikan bandwidth secara merata untuk semua client [3]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga komponen bekerja secara sinergis tanpa konflik, dimana proxy filtering

tidak menambah latency signifikan dan bandwidth management tidak mengganggu akses ke situs yang diizinkan.

Limitasi penelitian mencakup pengujian hanya dilakukan pada satu instansi dengan karakteristik spesifik, sehingga generalisasi hasil memerlukan validasi lebih lanjut pada instansi pemerintahan lain dengan skala dan kebutuhan berbeda. Bandwidth management menggunakan rate limiting sederhana tanpa *Quality of Service* berbasis prioritas aplikasi, dimana implementasi future dapat mempertimbangkan diferensiasi layanan untuk aplikasi kritikalitas tinggi seperti *video conference* atau transfer data skala besar. Proxy server belum mengimplementasikan caching untuk optimasi bandwidth pada konten yang sering diakses, yang dapat mengurangi beban bandwidth eksternal hingga 30-40% berdasarkan penelitian sebelumnya [4]. Monitoring real-time dashboard belum dikembangkan untuk memudahkan administrator dalam supervisi jaringan, padahal visualisasi data real-time dapat meningkatkan responsivitas dalam penanganan masalah jaringan [5].

4. Kesimpulan

Implementasi VLSM, proxy server, dan bandwidth management pada Kantor Kominfo Kabupaten Solok berhasil mencapai tujuan penelitian dengan hasil terukur. VLSM mengoptimalkan utilisasi IP address dari 23% menjadi 93% dengan mengurangi pemborosan alamat dari 196 IP menjadi 4 IP. Proxy Squid mencapai blocking success rate 100% untuk lima kategori situs non-produktif dengan overhead minimal 0.8%. Bandwidth management menggunakan Wondershaper berhasil mendistribusikan bandwidth secara adil dengan standar deviasi menurun dari 1.87 Mbps menjadi 0.12 Mbps. Integrasi ketiga solusi meningkatkan stabilitas jaringan dengan pengurangan average latency 38%, jitter 67%, dan packet loss 75%, serta meningkatkan efisiensi operasional dengan waktu transfer data berkurang 51%. Framework terintegrasi ini dapat diadopsi oleh instansi pemerintahan lain dengan karakteristik serupa untuk optimasi jaringan dan peningkatan produktivitas.

Penelitian selanjutnya disarankan mengimplementasikan *Quality of Service* berbasis prioritas aplikasi untuk diferensiasi layanan kritikalitas tinggi, mengembangkan dashboard monitoring real-time berbasis web untuk supervisi administrator, menambahkan *caching proxy* untuk optimasi bandwidth pada konten yang sering diakses, dan mengintegrasikan firewall dengan *Intrusion Detection System* untuk peningkatan keamanan jaringan.

Daftar Rujukan

- [1] R. N. D, "Implementasi Metode VLSM (Variable Length Subnet Mask) Pada Pemetaan IP Address LAN (Local Area Network) Stiper Sriwigama Palembang," J. Comput. Sci. Inf. Syst., vol. 2, no. 2, pp. 112–118, 2018.
- [2] E. R. Nainggolan, "Implementasi Pengaturan Proxy Server Menggunakan Service Squid Pada Sistem Operasi Linux," Techno Nusa Mandiri, vol. XII, no. 2, pp. 21–26, 2015.
- [3] R. Oktaviani and D. Novianto, "Manajemen User Dan Bandwidth Pada Hotspot Di Kantor BUMD Provinsi Bangka Belitung Menggunakan Router Mikrotik," J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer), vol. 4, no. 1, p. 47, 2015, doi: 10.32736/sisfokom.v4i1.203.
- [4] L. Yuisar, Yulianti, and Y. S. H, "Analisa Pemanfaatan Proxy Server Sebagai Media Filtering Dan Caching Pada Jaringan Komputer," Media Infortama, vol. 11, no. 1, pp. 81–90, 2015.
- [5] S. N. Khasanah, "Keamanan Jaringan Dengan Packet Filtering Firewall (Studi Kasus PT.Sukses Berkas Mandiri Jakarta)," Khatulistiwa Inform., vol. IV, no. 2, pp. 182–192, 2016.
- [6] N. Zendrato, "Analisis Pemanfaatan Bandwith Pada Off-Time Kantor Menggunakan Mikrotik Dan Radius Server," J. Penelit. Tek. Inform., vol. 1, no. 1, pp. 25–29, 2016.
- [7] J. Wantoro, Jaringan Komputer, Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2019.
- [8] I. Sofana, Membangun Jaringan Komputer mudah membuat jaringan komputer (wire & Wireless) untuk pengguna Windows dan Linux. Bandung: Informatika Bandung, 2013.
- [9] S. Wongkar, A. Sinsuw, and X. Najoan, "Analisa Implementasi Jaringan Internet Dengan Menggabungkan Jaringan LAN Dan WLAN Di Desa Kawangkoan Bawah Wilayah Amurang II," vol. 4, no. 6, pp. 62–68, 2015.
- [10] U. Nandhini, B. Nivetha, and D. Shobana, "An Analysis of Linux Operating System," Int. J. Trend Res. Dev., vol. 3, no. 1, pp. 32–35, 2016.