



## **ANALISIS IMPLEMENTASI VIRTUAL LOCAL AREA NETWORK (VLAN) DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KEAMANAN PENGOLAHAN DATA PADA SISTEM KOMPUTER: KAJIAN LITERATUR DAN SIMULASI CISCO PACKET TRACER**

**Milasari, Reski Ulan Dari, Suci Ramadani, Ade Irma, Ketrin Rinayanti Manullang**

Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Sulawesi Barat

### **Abstrak**

Perkembangan infrastruktur jaringan komputer di berbagai sektor mendorong kebutuhan terhadap mekanisme pengelolaan jaringan yang andal, aman, dan efisien. Virtual Local Area Network (VLAN) hadir sebagai solusi segmentasi logis yang memungkinkan administrator membagi satu infrastruktur fisik menjadi beberapa domain broadcast terisolasi tanpa penambahan perangkat keras. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dikombinasikan dengan simulasi eksperimental menggunakan Cisco Packet Tracer versi 8.2.1. Penelusuran literatur dilakukan pada Google Scholar, IEEE Xplore, SpringerLink, dan Sinta dengan rentang publikasi 2020-2024. Dari 156 artikel yang ditemukan, sebanyak 20 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara tematik. Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi VLAN mampu mereduksi broadcast traffic 70-80%, meningkatkan efisiensi bandwidth secara signifikan, dan memperkuat isolasi keamanan antar segmen. Pengujian simulasi Inter-VLAN routing membuktikan komunikasi lintas segmen dapat dikelola secara terkontrol melalui metode Router-on-a-Stick. Studi ini menegaskan bahwa VLAN merupakan fondasi arsitektur jaringan modern yang sangat relevan di berbagai konteks organisasional.

**Kata Kunci:** VLAN, Virtual Local Area Network, Segmentasi Jaringan, Cisco Packet Tracer, Keamanan Jaringan, Systematic Literature Review.

### **PENDAHULUAN**

Transformasi digital yang berlangsung dalam dekade terakhir mengubah cara organisasi mengelola

dan mendistribusikan informasi secara fundamental. Jaringan komputer tidak lagi berfungsi sekadar sebagai media penghubung antar perangkat, melainkan

telah berkembang menjadi infrastruktur kritis yang menopang keberlangsungan operasional bisnis, akademik, dan layanan publik. Dalam konteks ini, kompleksitas pengelolaan jaringan tumbuh eksponensial seiring meningkatnya jumlah perangkat, volume lalu lintas data, dan tuntutan keamanan siber yang semakin ketat (Kurose & Ross, 2022).

Salah satu tantangan mendasar dalam manajemen jaringan skala menengah hingga besar adalah masalah broadcast domain yang tidak terkontrol. Ketika seluruh perangkat berada dalam satu segmen, setiap paket broadcast diterima dan diproses oleh semua perangkat lain, mengonsumsi bandwidth secara tidak produktif dan menyebabkan degradasi performa. Fenomena broadcast storm menjadi penyebab utama bottleneck pada jaringan flat architecture (Tanenbaum & Wetherall, 2021). Di sisi keamanan, jaringan tanpa segmentasi memadai menghadirkan risiko penyebaran malware dan unauthorized access yang sangat nyata (Ibrahim & Wijaya, 2023). VLAN hadir sebagai solusi teknologi terhadap permasalahan tersebut, beroperasi pada Layer 2 model OSI dengan memanfaatkan mekanisme tagging IEEE 802.1Q. Meskipun literatur mengenai VLAN telah berkembang, masih terdapat celah kajian holistik yang memadukan teori dasar VLAN, analisis fungsional, dan demonstrasi praktis melalui simulasi, khususnya dalam konteks institusi Indonesia (Lestari & Prasetyo, 2022).

Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengkaji konsep dan mekanisme kerja VLAN pada lapisan Data Link; (2) menganalisis keunggulan dan keterbatasan VLAN dari perspektif efisiensi dan keamanan; (3) mendemonstrasikan implementasi VLAN menggunakan Cisco Packet Tracer;

serta (4) membandingkan performa flat network dan VLAN-based network secara kuantitatif.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Systematic Literature Review (SLR) sesuai panduan Kitchenham (dalam Wohlin et al., 2022) untuk sintesis temuan dari literatur yang ada, serta simulasi eksperimental menggunakan Cisco Packet Tracer untuk memvalidasi konsep secara praktis. SLR dipilih karena data utama penelitian bersumber dari review artikel ilmiah yang telah dipublikasikan, bukan dari pengambilan data empiris di lapangan. Penelusuran literatur dilakukan pada empat basis data akademik: Google Scholar, IEEE Xplore, SpringerLink, dan Sinta (Science and Technology Index). Kata kunci yang digunakan meliputi: "VLAN implementation", "Virtual Local Area Network", "network segmentation", "IEEE 802.1Q", "Inter-VLAN routing", dan "Cisco Packet Tracer VLAN". Rentang waktu publikasi dibatasi 2020-2024 untuk memastikan relevansi dengan perkembangan teknologi terkini.

Kriteria inklusi yang diterapkan adalah: (1) artikel diterbitkan dalam jurnal terindeks atau prosiding bereputasi; (2) topik utama berkaitan dengan implementasi atau analisis VLAN dan segmentasi jaringan; (3) tersedia dalam versi teks lengkap; dan (4) diterbitkan dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Kriteria eksklusi mencakup artikel opini tanpa data, artikel duplikat, dan laporan teknis tanpa peer-review. Seleksi literatur mengikuti protokol PRISMA untuk menjamin transparansi dan reproduisibilitas. Tabel 1 merangkum tahapan seleksi yang dilakukan.

**Tabel 1. Tahapan Seleksi Literatur Berdasarkan Protokol PRISMA**

Tahapan Seleksi	Jumlah Artikel	Keterangan
Identifikasi awal (4 database)	156	Google Scholar, IEEE, SpringerLink, Sinta
Setelah skrining judul & abstrak	48	Relevan secara topik
Dieksklusikan setelah penilaian teks lengkap	28	Duplikat, tanpa data, tidak relevan
Artikel final yang dianalisis	20	Memenuhi semua kriteria inklusi

Cisco Packet Tracer versi 8.2.1 digunakan sebagai platform simulasi karena tersedia gratis melalui Cisco Networking Academy, mendukung konfigurasi VLAN lengkap (trunking, VTP, Inter-VLAN routing), dan banyak digunakan dalam penelitian akademik di Indonesia (Nugraha & Santoso, 2023). Topologi simulasi terdiri dari: satu router Cisco 2911, dua switch Cisco 2960 sebagai distribution switch, empat switch Cisco 2960 sebagai access switch, dan dua belas PC yang didistribusikan dalam empat VLAN. Skenario pengujian meliputi: (1) verifikasi isolasi broadcast; (2) konektivitas intra-VLAN; (3) Inter-VLAN routing via Router-on-a-Stick; dan (4) perbandingan performa flat network vs VLAN.

Data literatur dianalisis menggunakan thematic synthesis:

temuan dari berbagai artikel diorganisasikan berdasarkan tema utama (efisiensi, keamanan, manajemen, keterbatasan). Data simulasi dianalisis secara komparatif antara flat network dan VLAN-based network menggunakan indikator terukur yaitu volume broadcast traffic, waktu respons, dan keberhasilan isolasi segmen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

VLAN beroperasi pada Layer 2 (Data Link Layer) model OSI dengan memanfaatkan standar IEEE 802.1Q yang mendefinisikan format frame Ethernet diperluas melalui penambahan tag 4-byte. Tag ini mengandung VLAN Identifier (VID) 12-bit yang dapat merepresentasikan nilai 1–4094. Tabel 2 merangkum komponen mekanisme VLAN dan fungsinya.

**Tabel 2. Komponen Mekanisme Kerja VLAN (IEEE 802.1Q)**

Komponen	Standar/Protokol	Fungsi
Frame Tagging	IEEE 802.1Q	Menyisipkan tag 4-byte pada frame Ethernet untuk identifikasi VLAN ID di trunk link
Access Port	Switch Config	Port yang diasosiasikan dengan satu VLAN; terhubung ke end-user; tag disisipkan/dilepas otomatis oleh switch
Trunk Port	IEEE 802.1Q	Port yang membawa lalu lintas multiple VLAN; digunakan antar switch atau switch-router
Native VLAN	Cisco Default: VLAN 1	VLAN default untuk frame tanpa tag; harus konsisten di kedua ujung trunk untuk menghindari VLAN hopping
VLAN ID (VID)	12-bit field	Identifikasi unik setiap VLAN; rentang nilai 1-4094 (0 dan 4095 direservasi)

VTP (VLAN Trunking Protocol)	Cisco Proprietary	Propagasi konfigurasi VLAN otomatis antar switch dalam satu domain VTP; mengurangi overhead administrasi
------------------------------	-------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pengujian simulasi dilakukan pada topologi dengan 50 perangkat yang dibagi dalam dua kondisi: flat network (satu broadcast domain) dan VLAN-based network (5 VLAN, masing-masing 10 perangkat). Tabel 3 menyajikan hasil perbandingan kuantitatif.

**Tabel 3. Perbandingan Performa Flat Network vs VLAN-Based Network**

Parameter Pengujian	Flat Network (50 perangkat)	VLAN-Based Network (5 x 10 perangkat)
Broadcast traffic (% dari total)	34–38%	6–8% per VLAN
Isolasi antar segmen pengguna	Tidak ada — semua perangkat saling terlihat	Terjamin secara arsitektur Layer 2
Response time intra-segmen (ping)	< 1 ms	< 1 ms
Response time antar segmen (ping)	< 1 ms (tanpa kontrol)	2–3 ms via Router-on-a-Stick
Radius dampak insiden keamanan	49 perangkat (seluruh jaringan)	Maks. 9 perangkat (dalam VLAN yang sama)
Efisiensi troubleshooting	Analisis 50 perangkat sekaligus	Terisolasi per VLAN — lebih efisien
Kompleksitas konfigurasi awal	Rendah	Sedang — memerlukan perencanaan matang

Temuan pada Tabel 3 menunjukkan reduksi broadcast traffic dari rata-rata 36% menjadi hanya 7% per VLAN konsisten dengan temuan Wahyudi & Nurhadi (2020) yang melaporkan reduksi 78%. Penambahan latensi 2–3ms pada Inter-VLAN routing via Router-on-a-Stick masih dalam batas

akseptabel untuk hampir semua aplikasi jaringan enterprise.

Berdasarkan sintesis 20 artikel yang dianalisis dan dikonfirmasi oleh hasil simulasi, keunggulan VLAN dapat dikategorikan dalam tiga dimensi utama. Tabel 4 merangkum temuan per dimensi beserta sumber pendukung.

**Tabel 4. Sintesis Keunggulan VLAN Berdasarkan Literatur dan Simulasi**

Dimensi	Indikator	Temuan/Data	Referensi
Efisiensi Jaringan	Reduksi broadcast traffic	Turun dari 34-38% menjadi 6-8% per VLAN (reduksi ~78%)	Wahyudi & Nurhadi (2020)
	Utilisasi CPU workstation	23% lebih rendah dibanding flat network pada beban traffic setara	Hasan & Kurniawan (2022)
	Pengelompokan logis lintas fisik	Pemindahan VLAN assignment dapat dilakukan dalam hitungan detik tanpa perubahan infrastruktur fisik	Zamzami & Prabowo (2021)

<b>Keamanan</b>	Isolasi broadcast domain	Broadcast frame diblokir otomatis antar VLAN; radius dampak insiden terbatas dalam satu VLAN	Ibrahim & Wijaya (2023)
	Mitigasi lateral movement	Pergerakan penyerang antar segmen terbatas; dikombinasikan ACL mencegah serangan efektif	Muhardi & Saputri (2021)
	Kontrol Inter-VLAN routing	ACL memungkinkan definisi aturan presisi lalu lintas yang diizinkan antar VLAN	Putra & Setiawan (2022)
<b>Manajemen Jaringan</b>	Propagasi konfigurasi via VTP	Perubahan VLAN pada VTP Server terpropagasi otomatis ke semua VTP Client dalam domain	Zukri & Fauzan (2022)
	Efisiensi troubleshooting	Masalah dapat diisolasi per VLAN; lingkup analisis lebih kecil dan terarah	Rahmawati & Andrianto (2023)

Pengujian Inter-VLAN routing menggunakan metode Router-on-a-Stick (Roas) dengan topologi empat VLAN pada institusi akademik. Tabel 5 menyajikan konfigurasi dan hasil pengujian.

**Tabel 5. Konfigurasi VLAN dan Hasil Pengujian Simulasi**

VLAN ID	Nama / Segmen	Subnet IP	Konektivitas Intra	Inter-VLAN (Roas)
VLAN 10	Fakultas Teknik Informatika	192.168.10.0/24	Berhasil (<1ms)	Berhasil (2-3ms)
VLAN 20	Staf Administrasi	192.168.20.0/24	Berhasil (<1ms)	Berhasil (2-3ms)
VLAN 30	Perpustakaan & Akses Mahasiswa	192.168.30.0/24	Berhasil (<1ms)	Berhasil (2-3ms)
VLAN 40	Server & Infrastruktur	192.168.40.0/24	Berhasil (<1ms)	Berhasil (2-3ms)
Sebelum Roas	Antar semua VLAN	—	—	GAGAL (isolasi aktif)

Sebelum konfigurasi Roas, ping dari VLAN 10 ke VLAN 20 sepenuhnya gagal mengkonfirmasi isolasi antar-VLAN bekerja dengan benar. Setelah konfigurasi selesai, semua skenario komunikasi lintas VLAN berhasil dengan latensi 2-3ms yang masih sangat akseptabel. Selain itu, simulasi VTP berhasil membuktikan propagasi

konfigurasi VLAN baru dari VTP Server ke seluruh VTP Client secara otomatis (Nugraha & Santoso, 2023).

Kajian literatur mengidentifikasi empat keterbatasan utama yang perlu dipertimbangkan sebelum implementasi. Tabel 6 merangkum keterbatasan beserta strategi mitigasinya.

**Tabel 6. Keterbatasan VLAN dan Strategi Mitigasi**

Keterbatasan	Dampak	Strategi Mitigasi
Batas 4094 VLAN ID	Tidak memadai untuk data center modern dengan puluhan ribu tenant	Gunakan VXLAN yang mendukung 16 juta segment ID

Kompleksitas manajemen skala besar	Puluhan VLAN dengan ACL kompleks rentan kesalahan konfigurasi	Gunakan SDN atau NMS (Network Management System) untuk otomasi
Kerentanan VLAN Hopping	Penyerang dapat berpindah VLAN via Switch Spoofing atau Double Tagging	Nonaktifkan DTP pada access port; pisahkan native VLAN dari traffic operasional
Keterbatasan cakupan WAN	VLAN Layer 2 terbatas pada LAN; tidak native mendukung multi-site WAN	Gunakan Q-in-Q (IEEE 802.1ad) atau VXLAN untuk implementasi multi-site

Berdasarkan sintesis literatur, diperoleh pola kesesuaian desain VLAN berdasarkan jenis dan kebutuhan

organisasi. Tabel 7 merangkum rekomendasi tersebut.

**Tabel 7. Rekomendasi Skema VLAN Berdasarkan Konteks Organisasi**

Jenis Organisasi	Skema Segmentasi	Pertimbangan Utama	Referensi
Kampus / Universitas	VLAN per peran: mahasiswa, dosen, staf, server	Isolasi akses mahasiswa dari data akademik sensitif; kontrol bandwidth per VLAN	Wahyudi & Nurhadi (2020)
Rumah Sakit	VLAN per fungsi: medis, administrasi, publik, IoT perangkat medis	Integritas data klinis; isolasi perangkat medis dari jaringan umum sesuai regulasi	Yulianto & Rachman (2023)
Perkantoran / Korporasi	VLAN per departemen: keuangan, IT, operasional, manajemen	Mencegah lateral movement; penerapan ACL ketat untuk data finansial	Muhardi & Saputri (2021)
Manufaktur	VLAN per zona: produksi, SCADA, kantor, tamu	Isolasi OT (Operational Technology) dari IT; keamanan sistem kontrol industri	Rahmawati & Andrianto (2023)
Gedung Multitenant	VLAN per tenant + VLAN shared service	Isolasi antar tenant; shared services (internet, printer) diakses terkontrol	Supriyanto & Hidayat (2022)

**KESIMPULAN**

Berdasarkan Systematic Literature Review terhadap 20 artikel ilmiah dan simulasi menggunakan Cisco Packet Tracer, penelitian ini menyimpulkan: (1) VLAN merupakan teknologi segmentasi Layer 2 yang beroperasi melalui standar IEEE 802.1Q, memungkinkan pembentukan multiple broadcast domain terisolasi di atas satu infrastruktur fisik; (2) implementasi VLAN secara konsisten mereduksi broadcast traffic 70-80%, menurunkan utilisasi CPU workstation 23%, dan membatasi radius dampak insiden keamanan dalam satu segmen; (3) metode Router-on-a-Stick berhasil

memfasilitasi Inter-VLAN routing dengan latensi 2-3ms yang akseptabel untuk semua skenario aplikasi enterprise; (4) kualitas fase perancangan mencakup analisis kebutuhan, skema segmentasi, pengalamatan IP, dan kebijakan routing sangat determinan terhadap keberhasilan implementasi; dan (5) keterbatasan VLAN (batas 4094 ID, kerentanan hopping, cakupan WAN) dapat dimitigasi dengan teknologi komplementer seperti VXLAN dan kebijakan konfigurasi yang ketat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., & Saputra, D. (2021). Implementasi VLAN pada jaringan kampus untuk meningkatkan keamanan dan performa jaringan. *Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 4(2), 78-91. <https://doi.org/10.36387/jimi.v4i2.679>
- Forouzan, B. A., & Mosharraf, F. (2021). *Computer networks: A top-down approach*. McGraw-Hill Education.
- Hasan, M., & Kurniawan, A. (2022). Analisis perbandingan konfigurasi VLAN berbasis Inter-VLAN routing pada jaringan enterprise. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 8(1), 120-135. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v8i1.4321>
- Ibrahim, N., & Wijaya, T. (2023). Optimasi keamanan jaringan komputer menggunakan segmentasi VLAN dan Access Control List. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 5(3), 201-215. <https://doi.org/10.33557/jisit.v5i3.1872>
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2022). *Computer networking: A top-down approach (8th ed.)*. Pearson Education.
- Lestari, F., & Prasetyo, H. (2022). Perancangan jaringan VLAN dengan metode Inter-VLAN routing menggunakan Cisco Packet Tracer. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 8(2), 97-108. <https://doi.org/10.25077/TEKNOSI.v8i2.2022.97-108>
- Muhardi, H., & Saputri, R. (2021). Implementasi teknologi VLAN untuk segregasi jaringan pada lingkungan perkantoran. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 7(1), 45-60. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i1.2987>
- Nugraha, B., & Santoso, E. (2023). Evaluasi kinerja jaringan berbasis VLAN menggunakan simulasi Cisco Packet Tracer pada institusi pendidikan. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 11(2), 88-102. <https://doi.org/10.21460/jutei.2023.112.210>
- Odom, W. (2020). *CCNA 200-301 official cert guide, volume 1*. Cisco Press.
- Pratama, I. P. A. E. (2021). *Handbook jaringan komputer: Teori dan praktik berbasis open source*. Informatika Bandung.
- Putra, A. R., & Setiawan, D. (2022). Analisis keamanan jaringan menggunakan VLAN dan port security pada switch Cisco. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, 6(4), 312-324. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i4.4218>
- Rahmawati, S., & Andrianto, J. (2023). Desain dan implementasi jaringan VLAN dengan trunking pada perusahaan manufaktur. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 8(1), 56-65. <https://doi.org/10.30591/jpit.v8i1.4102>
- Stallings, W. (2021). *Data and computer communications (11th ed.)*. Pearson Education.
- Supriyanto, E., & Hidayat, R. (2022). Segmentasi VLAN untuk peningkatan performa dan keamanan jaringan kampus menggunakan perangkat Cisco. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*, 16(1), 1-14. <https://doi.org/10.32815/jitika.v16i1.770>
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2021). *Computer networks (6th ed.)*. Pearson Education.
- Wahyudi, A., & Nurhadi, B. (2020). Perancangan infrastruktur jaringan berbasis VLAN pada institusi pendidikan tinggi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(6), 1185-1194. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2020765079>
- Wibowo, S., & Purnama, B. E. (2022). Konfigurasi dan analisis kinerja VLAN pada jaringan heterogen menggunakan simulator GNS3. *Jurnal Teknologi dan Informatika*, 12(1), 22-35. <https://doi.org/10.33379/jti.v12i1.1456>
- Wohlin, C., Runeson, P., Host, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslen, A. (2022). *Experimentation in software engineering (2nd ed.)*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-29044-2>
- Yulianto, F. A., & Rachman, F. (2023). Implementasi jaringan komputer berbasis VLAN pada sistem informasi rumah sakit. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 4(4), 379-389. <https://doi.org/10.30865/json.v4i4.5567>
- Zamzami, N., & Prabowo, T. (2021). Efisiensi manajemen jaringan menggunakan teknologi VLAN dan VTP pada jaringan skala menengah. *Jurnal Infotel*, 13(3), 110-120. <https://doi.org/10.20895/infotel.v13i3.642>
- Zukri, M., & Fauzan, R. (2022). Penerapan VLAN trunking protocol (VTP) dalam

manajemen konfigurasi jaringan berbasis switch.  
Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan  
Elektro, 7(2), 88-97.  
<https://doi.org/10.33387/jkitek.v7i2.4560>