

KAJIAN LITERATUR TENTANG SKALABILITAS DAN KINERJA PROTOKOL VXLAN-EVPN PADA ARSITEKTUR JARINGAN DATA CENTER

Ferdiansyah^{1*}, Yulindon²

^{1,2,3}Politeknik Negeri Padang, Indonesia

¹ferdiansyahpnm0011@gmail.com, ²yulindon@pnp.ac.id

ABSTRACT

The advancement of cloud computing, virtualization, and distributed applications has increased the demand for scalable and high-performance data center network architectures. Traditional networks based on Virtual Local Area Network (VLAN) have limitations in terms of segmentation and efficiency, making them less suitable for modern data center environments. Therefore, Virtual eXtensible Local Area Network (VXLAN) combined with Ethernet Virtual Private Network (EVPN) as the control plane has emerged as a widely adopted solution. This study aims to analyze the scalability and performance of the VXLAN-EVPN protocol in data center network architectures. The method used is a Systematic Literature Review (SLR) by collecting and analyzing scientific articles from various databases within the period of 2021–2025. The results indicate that VXLAN improves network scalability through the use of Virtual Network Identifier (VNI), while EVPN enhances the efficiency of network information distribution using a Border Gateway Protocol (BGP)-based mechanism. In addition, the implementation of VXLAN-EVPN in a spine–leaf architecture is able to maintain network performance in terms of latency and throughput. Therefore, VXLAN-EVPN is an effective solution for supporting scalable and efficient modern data center networks.

Keywords:

VXLAN-EVPN, Data Center Network, Spine-Leaf.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputasi awan, virtualisasi, dan arsitektur aplikasi terdistribusi telah mendorong peningkatan skala serta kompleksitas jaringan data center modern. Pola trafik jaringan pada data center saat ini didominasi oleh komunikasi east–west antar mesin virtual, kontainer, dan layanan mikro, sehingga menuntut arsitektur jaringan yang fleksibel, andal, dan mampu diskalakan secara horizontal (Sasikumar Sadayan, 2025; Shah, 2023). Kondisi ini menyebabkan arsitektur jaringan konvensional berbasis Virtual Local Area Network (VLAN) semakin sulit memenuhi kebutuhan segmentasi dan kinerja pada lingkungan data center berskala besar.

Sejumlah penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa keterbatasan jumlah VLAN yang hanya mencapai 4096 serta mekanisme pembelajaran alamat MAC berbasis flooding pada jaringan Layer 2 konvensional berpotensi menimbulkan masalah skalabilitas, peningkatan overhead trafik, dan kompleksitas pengelolaan jaringan (George & George, 2021; Shah, 2023). Berbeda dengan VLAN konvensional yang dibatasi hingga 4096 segmen jaringan, VXLAN memanfaatkan Virtual Network Identifier (VNI) berukuran 24 bit yang secara teoritis mendukung lebih dari 16 juta segmen jaringan virtual, sehingga lebih sesuai untuk kebutuhan data center berskala besar ((George & George, 2021; Shah, 2023). Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, teknologi Virtual eXtensible Local Area Network (VXLAN) diperkenalkan sebagai mekanisme overlay network yang memungkinkan perluasan domain Layer 2 di atas infrastruktur Layer 3 dengan memanfaatkan enkapsulasi berbasis UDP dan VNI berukuran 24 bit. Integrasi VXLAN dengan Ethernet Virtual Private Network (EVPN) sebagai control plane berbasis Border Gateway Protocol (BGP) telah banyak diteliti karena kemampuannya dalam mendistribusikan informasi MAC/IP secara efisien serta mendukung arsitektur jaringan spine–leaf pada data center modern (Sasikumar Sadayan, 2025; Shah, 2023).

Penelitian terdahulu melaporkan bahwa penerapan VXLAN-EVPN mampu meningkatkan skalabilitas jaringan data center dan mendukung lingkungan multi-tenant secara lebih efektif dibandingkan pendekatan jaringan tradisional (Sasikumar Sadayan, 2025; Shah, 2023). Selain itu, beberapa studi juga mengkaji aspek kinerja VXLAN-EVPN, seperti latency, throughput, waktu konvergensi jaringan, serta tantangan penanganan trafik Broadcast, Unknown unicast, and Multicast (BUM) pada skala besar (Chandra Jha, 2025; Wu et al., 2023). Namun demikian, hasil-hasil penelitian tersebut masih tersebar dan umumnya berfokus pada aspek tertentu secara terpisah, seperti arsitektur jaringan, kinerja data plane, atau mekanisme multicast, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif mengenai keterkaitan antara skalabilitas dan kinerja VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center secara menyeluruh.

Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini menyajikan kajian literatur terhadap penelitian-penelitian terkini yang membahas penerapan VXLAN-EVPN pada jaringan data center. Kajian ini mengintegrasikan hasil-hasil penelitian terdahulu untuk menganalisis secara simultan aspek skalabilitas dan kinerja VXLAN-EVPN dalam satu kerangka pembahasan terpadu, sehingga memberikan sudut pandang baru sebagai dasar perancangan dan pengembangan

arsitektur jaringan data center modern.

TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini membahas landasan teoritis dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penerapan teknologi VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center. Pembahasan difokuskan pada konsep dasar teknologi, arsitektur jaringan yang mendukung implementasinya, serta penelitian-penelitian sebelumnya yang mengkaji aspek skalabilitas dan kinerja VXLAN-EVPN.

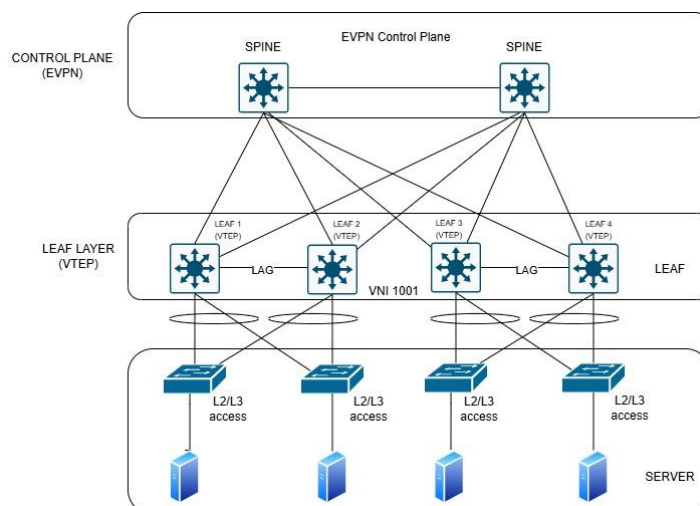
Arsitektur Jaringan Data Center Modern

Perkembangan komputasi awan, virtualisasi, dan aplikasi terdistribusi telah mendorong perubahan signifikan dalam desain arsitektur jaringan data center. Pada awalnya, trafik jaringan didominasi oleh pola komunikasi north-south, yaitu komunikasi antara pengguna dengan server. Namun pada data center modern, pola komunikasi berubah menjadi east-west akibat meningkatnya interaksi antar mesin virtual, kontainer, serta layanan mikro (George, 2025; Sasikumar Sadayan, 2025; Shah, 2023).

Perubahan pola trafik tersebut menuntut arsitektur jaringan yang mampu menyediakan latensi rendah, bandwidth tinggi, serta skalabilitas horizontal. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan layanan berbasis cloud, artificial intelligence, dan big data, jaringan data center juga dituntut untuk mampu menangani lonjakan trafik yang bersifat dinamis dan heterogen. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan teknologi jaringan dengan efisiensi bandwidth tinggi serta latency rendah menjadi semakin penting (Baziana, 2024).

Arsitektur jaringan tradisional yang menggunakan model tiga lapis (core, distribution, dan access) dinilai kurang optimal karena berpotensi menimbulkan bottleneck pada lapisan agregasi dan membatasi fleksibilitas ekspansi jaringan pada lingkungan data center modern (Shah, 2023).

Sebagai solusi, banyak data center modern mengadopsi topologi spine-leaf. Pada topologi ini setiap perangkat leaf terhubung langsung ke seluruh perangkat spine sehingga jalur komunikasi antar perangkat menjadi lebih konsisten dan bersifat non-blocking. Pendekatan ini memungkinkan peningkatan kapasitas jaringan secara modular dengan menambahkan perangkat spine atau leaf sesuai kebutuhan (Eluheshi et al., 2024; Sasikumar Sadayan, 2025; Shah, 2023). Arsitektur jaringan VXLAN-EVPN pada topologi spine-leaf dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur jaringan data center berbasis topologi spine-leaf dengan implementasi VXLAN-EVPN sebagai overlay network dan EVPN (BGP) sebagai control plane diadaptasi dari (Shah, 2023)

Gambar 1 menunjukkan bahwa arsitektur spine-leaf memungkinkan setiap perangkat leaf terhubung ke seluruh perangkat spine sehingga menyediakan jalur komunikasi yang konsisten dan bersifat non-blocking. Selain itu, implementasi VXLAN-EVPN memungkinkan enkapsulasi trafik melalui mekanisme overlay network serta distribusi informasi jaringan menggunakan control plane EVPN berbasis BGP (Sasikumar Sadayan, 2025).

Konsep VXLAN sebagai Overlay Network

VXLAN merupakan teknologi overlay network yang dirancang untuk mengatasi keterbatasan segmentasi jaringan pada VLAN tradisional. Pada jaringan konvensional, VLAN hanya menyediakan ruang identifikasi sebesar 12 bit yang membatasi jumlah segmen jaringan hingga sekitar 4096 VLAN, sehingga kurang memadai untuk lingkungan

data center berskala besar (George & George, 2021; Khatib Sulaiman Dalam No et al., 2024).

VXLAN memperluas kemampuan segmentasi jaringan dengan memanfaatkan VNI berukuran 24 bit. Dengan ruang identifikasi tersebut, VXLAN secara teoritis mampu menyediakan lebih dari 16 juta segmen jaringan virtual sehingga lebih sesuai untuk lingkungan data center berskala besar dan multi-tenant (George & George, 2021; Khatib Sulaiman Dalam No et al., 2024; Shah, 2023).

Secara teknis, VXLAN bekerja dengan melakukan enkapsulasi frame Ethernet ke dalam paket UDP sehingga komunikasi Layer 2 dapat berlangsung di atas jaringan Layer 3. Mekanisme ini memungkinkan perangkat yang berada pada jaringan fisik yang berbeda tetap berada dalam satu domain Layer 2 secara logis melalui pembentukan tunnel overlay antar perangkat Virtual Tunnel Endpoint (VTEP) (George & George, 2021; Radoii & Rincu, 2022).

Meskipun menawarkan fleksibilitas dan skalabilitas yang tinggi, penggunaan VXLAN juga menimbulkan beberapa tantangan, seperti peningkatan ukuran paket akibat enkapsulasi tambahan serta potensi overhead pada data plane jaringan (Shah, 2023).

EVPN sebagai Control Plane VXLAN

EVPN digunakan sebagai control plane dalam implementasi VXLAN modern. EVPN memanfaatkan BGP untuk mendistribusikan informasi MAC address dan IP address antar VTEP sehingga memungkinkan proses pembelajaran alamat dilakukan secara terdistribusi melalui mekanisme kontrol jaringan (George & George, 2021; Radoii & Rincu, 2022).

Pendekatan ini menggantikan mekanisme flood-and-learn yang sebelumnya digunakan pada jaringan Layer 2 konvensional. Dengan menggunakan EVPN, proses pembelajaran alamat dilakukan melalui pertukaran informasi kontrol berbasis BGP sehingga dapat mengurangi kebutuhan flooding pada jaringan overlay dan meningkatkan efisiensi distribusi informasi endpoint (George & George, 2021; Radoii & Rincu, 2022).

Integrasi VXLAN dengan EVPN memberikan sejumlah keuntungan, antara lain meningkatkan efisiensi distribusi informasi endpoint, mempercepat proses konvergensi jaringan, serta meningkatkan stabilitas jaringan data center berskala besar (Sasikumar Sadayan, 2025).

Namun demikian, peningkatan jumlah tenant, VNI, serta endpoint pada jaringan data center dapat meningkatkan kompleksitas control plane EVPN berbasis BGP. Oleh karena itu, skalabilitas control plane menjadi salah satu aspek penting dalam evaluasi implementasi VXLAN-EVPN pada lingkungan data center modern (Sasikumar Sadayan, 2025).

Penelitian Terdahulu Terkait Implementasi VXLAN

Beberapa penelitian telah membahas penerapan teknologi VXLAN dalam infrastruktur jaringan modern. (Arfan Efendi et al., 2023) meneliti integrasi teknologi VXLAN dengan sistem otomatisasi konfigurasi jaringan untuk meningkatkan fleksibilitas pengelolaan infrastruktur jaringan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan VXLAN dapat meningkatkan efisiensi konfigurasi jaringan serta mendukung pengelolaan jaringan yang lebih dinamis pada lingkungan virtualisasi.

Selain itu, (Cherukupalle, 2022) mengkaji implementasi VXLAN pada lingkungan Software Defined Data Center (SDDC) untuk mendukung konektivitas antar data center. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VXLAN mampu menyediakan konektivitas jaringan lintas lokasi secara lebih fleksibel dibandingkan pendekatan jaringan tradisional.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa VXLAN memiliki potensi besar dalam mendukung virtualisasi jaringan serta integrasi infrastruktur data center yang tersebar secara geografis.

Penelitian Terdahulu Terkait Skalabilitas VXLAN EVPN

Penelitian mengenai skalabilitas VXLAN-EVPN umumnya menekankan kemampuan teknologi ini dalam mendukung segmentasi jaringan dalam jumlah besar serta isolasi multi-tenant. (Shah, 2023) menjelaskan bahwa kombinasi VXLAN dan EVPN mampu mengatasi keterbatasan VLAN tradisional melalui pemanfaatan VNI serta distribusi informasi MAC/IP berbasis BGP.

(Sasikumar Sadayan, 2025) juga menunjukkan bahwa penerapan EVPN pada arsitektur spine-leaf meningkatkan efisiensi distribusi informasi endpoint serta mendukung ekspansi jaringan secara modular pada data center modern.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian mengenai VXLAN-EVPN masih berfokus pada desain arsitektur serta kemampuan segmentasi jaringan tanpa melakukan analisis mendalam terhadap dampaknya terhadap performa jaringan.

Penelitian Terdahulu Terkait Kinerja VXLAN EVPN

Selain aspek skalabilitas, beberapa penelitian juga mengkaji kinerja jaringan pada implementasi VXLAN-EVPN. (Chandra Jha, 2025) meneliti tantangan pengelolaan trafik multicast pada lingkungan trading data center yang membutuhkan latensi sangat rendah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan trafik BUM memiliki pengaruh signifikan terhadap performa jaringan.

(Wu et al., 2023) mengusulkan metode penjadwalan multicast berbasis EVPN-VXLAN untuk meningkatkan efisiensi transmisi data pada jaringan data center. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi mekanisme multicast dapat mengurangi delay serta meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth.

Selain itu, penelitian terkait performa overlay network menunjukkan bahwa mekanisme enkapsulasi pada jaringan overlay tidak secara signifikan menurunkan performa jaringan apabila didukung oleh arsitektur yang tepat dan pengelolaan trafik yang efisien (Gentile et al., 2024).

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya memfokuskan analisis pada aspek performa tertentu tanpa mengaitkannya secara komprehensif dengan dimensi skalabilitas jaringan.

Berdasarkan hasil kajian literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian masih membahas aspek skalabilitas dan kinerja VXLAN-EVPN secara terpisah. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai penerapan VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur atau sistematis Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis penerapan teknologi VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian terdahulu yang relevan sehingga dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai aspek skalabilitas dan kinerja jaringan pada implementasi teknologi VXLAN-EVPN.

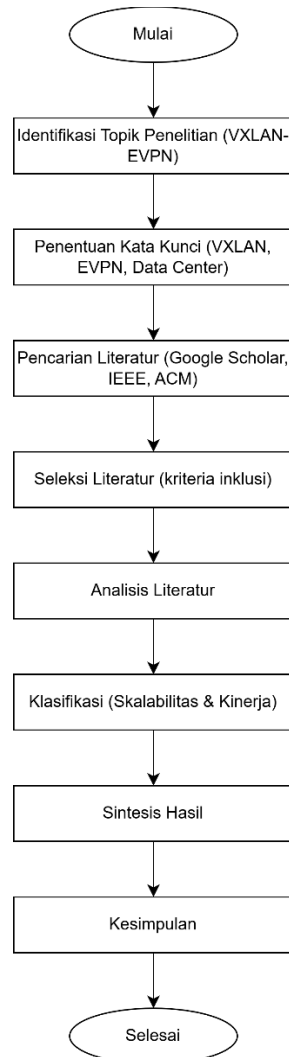
Sumber data literatur diperoleh dari artikel jurnal ilmiah dan prosiding konferensi yang membahas teknologi VXLAN, EVPN, serta arsitektur jaringan data center modern. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data akademik seperti Google Scholar, IEEE Xplore, dan ACM Digital Library dengan menggunakan kata kunci seperti "VXLAN", "EVPN", "VXLAN-EVPN", "data center network", dan "spine-leaf architecture".

Literatur yang digunakan dibatasi pada rentang tahun 2021 hingga 2025 untuk memastikan bahwa penelitian yang dianalisis merepresentasikan perkembangan terbaru teknologi VXLAN-EVPN. Proses seleksi literatur dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu: (1) artikel membahas implementasi VXLAN atau VXLAN-EVPN, (2) artikel berkaitan dengan arsitektur jaringan data center, (3) artikel memuat pembahasan mengenai aspek skalabilitas atau kinerja jaringan, dan (4) artikel dipublikasikan pada jurnal ilmiah atau prosiding konferensi yang relevan.

Literatur yang telah terseleksi kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi fokus penelitian, metode yang digunakan, serta kontribusi utama masing-masing penelitian. Selanjutnya, literatur diklasifikasikan berdasarkan dua parameter utama, yaitu skalabilitas jaringan dan kinerja jaringan.

Parameter skalabilitas meliputi kemampuan segmentasi jaringan, distribusi informasi MAC/IP, serta dukungan terhadap lingkungan multi-tenant. Sementara itu, parameter kinerja jaringan mencakup latency, throughput, waktu konvergensi jaringan, serta pengelolaan trafik BUM.

Alur penelitian yang dilakukan dalam kajian ini disajikan dalam bentuk diagram alir sistematis seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian menggunakan pendekatan SLR

Gambar 2 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan dengan pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Tahap pertama adalah identifikasi topik penelitian, yaitu menentukan fokus kajian mengenai skalabilitas dan kinerja protokol VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center. Tahap ini dilakukan agar ruang lingkup penelitian lebih terarah pada pembahasan teknologi VXLAN sebagai overlay network, EVPN sebagai control plane, serta penerapannya pada lingkungan data center modern.

Tahap kedua adalah penentuan kata kunci pencarian literatur. Pada tahap ini, kata kunci ditetapkan berdasarkan fokus utama penelitian, yaitu teknologi VXLAN-EVPN, arsitektur jaringan data center, skalabilitas jaringan, dan kinerja jaringan. Penentuan kata kunci dilakukan untuk memastikan literatur yang diperoleh sesuai dengan ruang lingkup kajian dan dapat mendukung proses analisis pada tahap berikutnya.

Tahap ketiga adalah pencarian literatur. Pada tahap ini, artikel jurnal ilmiah dan prosiding konferensi dikumpulkan dari basis data akademik yang telah ditentukan. Literatur yang dicari difokuskan pada pembahasan mengenai implementasi VXLAN, EVPN, VXLAN-EVPN, arsitektur spine-leaf, serta isu skalabilitas dan kinerja jaringan data center.

Tahap keempat adalah seleksi literatur berdasarkan kriteria inklusi. Pada tahap ini, literatur yang telah diperoleh disaring berdasarkan kesesuaian dengan topik penelitian, rentang tahun publikasi, relevansi terhadap arsitektur jaringan data center, serta keterkaitannya dengan aspek skalabilitas atau kinerja jaringan. Literatur yang tidak sesuai dengan kriteria tersebut tidak dimasukkan dalam proses analisis.

Tahap kelima adalah analisis literatur. Pada tahap ini, setiap literatur yang telah terseleksi dievaluasi untuk mengidentifikasi fokus penelitian, metode yang digunakan, hasil utama, serta keterbatasan penelitian terdahulu. Analisis dilakukan secara kualitatif agar temuan dari masing-masing literatur dapat dibandingkan secara sistematis.

Tahap keenam adalah klasifikasi literatur berdasarkan aspek kajian. Literatur dikelompokkan ke dalam dua aspek utama, yaitu skalabilitas jaringan dan kinerja jaringan. Aspek skalabilitas mencakup kemampuan segmentasi jaringan, distribusi informasi MAC/IP, dan dukungan terhadap lingkungan multi-tenant. Sementara itu, aspek kinerja mencakup latency, throughput, waktu konvergensi jaringan, serta pengelolaan trafik BUM.

Tahap ketujuh adalah sintesis hasil kajian. Pada tahap ini, temuan dari berbagai literatur digabungkan untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai penerapan VXLAN-EVPN pada jaringan data center. Sintesis dilakukan untuk menjelaskan hubungan antara peningkatan skalabilitas jaringan dan pengaruhnya terhadap kinerja jaringan.

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan. Pada tahap ini, hasil analisis dan sintesis literatur dirumuskan menjadi temuan utama penelitian. Kesimpulan disusun untuk menjawab tujuan penelitian mengenai efektivitas VXLAN-EVPN dalam mendukung arsitektur jaringan data center yang skalabel, fleksibel, dan efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil sintesis dari kajian literatur yang telah dilakukan terhadap berbagai penelitian terkait penerapan VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center. Analisis difokuskan pada dua aspek utama yaitu skalabilitas jaringan dan kinerja jaringan, serta bagaimana kedua aspek tersebut saling berkaitan dalam implementasi teknologi VXLAN-EVPN.

Tabel Perbandingan Kajian Ini dengan Penelitian Terdahulu

Tabel berikut menyajikan perbandingan antara penelitian terdahulu dengan kajian literatur yang dilakukan dalam penelitian ini. Perbandingan difokuskan pada fokus penelitian, aspek yang dianalisis, metode yang digunakan, serta keterbatasan dari masing-masing penelitian.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu terkait VXLAN-EVPN

Peneliti & Tahun	Fokus Penelitian	Analisis Skalabilitas	Analisis Kinerja	Metodologi	Keterbatasan Penelitian
(Sasikumar Sadayan, 2025)	Arsitektur jaringan data center modern berbasis VXLAN-EVPN	✓	✓ (terbatas)	Analisis arsitektural	Analisis performa jaringan belum dilakukan secara komprehensif
(Shah, 2023)	Evaluasi arsitektur overlay VXLAN-EVPN pada data center	✓	✗	Kajian literatur	Fokus pada konsep arsitektur jaringan tanpa analisis performa jaringan secara mendalam
(George & George, 2021)	Konsep dasar dan arsitektur VXLAN-EVPN	✓	✗	Review teknis	Tidak mengkaji performa jaringan pada implementasi nyata
(Chandra Jha, 2025)	Tantangan multicast VXLAN-EVPN pada trading data center	✗	✓	Studi kasus	Fokus pada lingkungan data center khusus dengan kebutuhan latensi sangat rendah
(Wu et al., 2023)	Metode penjadwalan multicast pada EVPN-VXLAN	✗	✓	Eksperimen	Tidak membahas implikasi terhadap skalabilitas jaringan
(Baziana, 2024)	Arsitektur data center berbasis optical	✓	✓	Review	Tidak spesifik VXLAN
(Eluheshi et al., 2024)	Optimasi performa data center	✓	✓	Evaluasi performa	Tidak fokus VXLAN
(Khatib Sulaiman Dalam No et al., 2024)	Perbandingan VXLAN vs overlay tradisional	✓	✓	Eksperimen	Tidak bahas EVPN
(Radoii & Rincu, 2022)	Integrasi VXLAN, EVPN, SDN	✓	✓	Analisis sistem	Kompleksitas tidak dibahas detail
(Arfan Efendi et al., 2023)	Integrasi VXLAN dengan otomatisasi	✓	✗	Implementasi sistem	Fokus pada otomasi konfigurasi jaringan tanpa

(Cherukupalle, 2022)	konfigurasi jaringan Implementasi VXLAN pada Software Defined Data Center	✓	✗	Studi implementasi	evaluasi performa jaringan Fokus pada konektivitas antar data center tanpa analisis performa jaringan
(Gentile et al., 2024)	Performa overlay network	✗	✓	Eksperimen	Tidak spesifik EVPN
(George, 2025)	Evolusi arsitektur data center	✓	✗	Review	Tidak bahas VXLAN langsung
Kajian ini	Analisis terintegrasi VXLAN-EVPN	✓	✓	SLR	Bergantung pada literatur

Tabel tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada satu aspek, yaitu skalabilitas jaringan atau kinerja jaringan. Penelitian seperti (Shah, 2023) dan (George & George, 2021) lebih menekankan pada konsep arsitektur dan desain jaringan VXLAN-EVPN, sedangkan penelitian seperti (Chandra Jha, 2025) dan (Wu et al., 2023) lebih menyoroti aspek performa jaringan khususnya terkait pengelolaan trafik multicast. Selain itu, beberapa penelitian terbaru mulai mengintegrasikan aspek performa dan arsitektur jaringan, namun masih belum memberikan analisis yang menyeluruh terhadap hubungan antara skalabilitas dan kinerja jaringan pada implementasi VXLAN-EVPN.

Analisis Terintegrasi Skalabilitas dan Kinerja VXLAN-EVPN

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa implementasi VXLAN-EVPN memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan skalabilitas jaringan data center. Hal ini tercermin dari kemampuan teknologi VXLAN dalam memperluas kapasitas segmentasi jaringan secara jauh lebih besar dibandingkan VLAN konvensional, sehingga lebih mampu mengakomodasi kebutuhan lingkungan data center modern yang bersifat dinamis dan multi-tenant.

Peningkatan kapasitas segmentasi tersebut tidak hanya berdampak pada jumlah jaringan virtual yang dapat dibentuk, tetapi juga berimplikasi pada fleksibilitas pengelolaan jaringan. Dengan kemampuan ini, operator jaringan dapat mengelola isolasi tenant secara lebih efisien tanpa harus bergantung pada keterbatasan infrastruktur jaringan tradisional (George & George, 2021; Khatib Sulaiman Dalam No et al., 2024; Shah, 2023).

Di sisi lain, penggunaan EVPN sebagai control plane berbasis BGP memungkinkan distribusi informasi MAC/IP antar VTEP dilakukan secara lebih terstruktur dan efisien. Pendekatan ini menggantikan mekanisme flood-and-learn pada jaringan Layer 2 tradisional, sehingga mampu mengurangi overhead trafik sekaligus meningkatkan stabilitas jaringan pada skala besar (Radoii & Rincu, 2022).

Integrasi VXLAN-EVPN dengan arsitektur spine-leaf juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan antara skalabilitas dan kinerja jaringan. Topologi ini menyediakan jalur komunikasi yang konsisten dan bersifat non-blocking, sehingga distribusi trafik dapat berlangsung secara lebih merata dan mengurangi potensi bottleneck pada jaringan data center (Eluheshi et al., 2024; Shah, 2023).

Dari perspektif kinerja, beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi overlay seperti VXLAN tidak memberikan dampak signifikan terhadap performa jaringan apabila didukung oleh desain arsitektur yang tepat. Meskipun terdapat tambahan overhead akibat proses enkapsulasi, pengaruhnya terhadap latency dan throughput masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima dalam lingkungan data center modern (Gentile et al., 2024).

Dengan demikian, hasil kajian ini menunjukkan bahwa peningkatan skalabilitas melalui VXLAN-EVPN tidak serta-merta menurunkan kinerja jaringan. Sebaliknya, kedua aspek tersebut dapat saling mendukung apabila didukung oleh desain arsitektur dan mekanisme control plane yang tepat. Hal ini menegaskan bahwa VXLAN-EVPN merupakan solusi yang tidak hanya mampu meningkatkan kapasitas jaringan, tetapi juga mempertahankan performa jaringan secara optimal dalam lingkungan data center modern.

Diskusi dan Implikasi

Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi VXLAN-EVPN memiliki implikasi penting terhadap desain arsitektur jaringan data center modern. Peningkatan kebutuhan layanan berbasis cloud, artificial intelligence, dan aplikasi terdistribusi mendorong kebutuhan akan jaringan dengan kapasitas tinggi, latency rendah, serta kemampuan skalabilitas yang fleksibel (Baziana, 2024).

Meskipun teknologi VXLAN-EVPN mampu meningkatkan skalabilitas jaringan secara signifikan, peningkatan jumlah tenant, VNI, dan endpoint dapat meningkatkan kompleksitas control plane EVPN berbasis BGP. Oleh karena itu, perancangan jaringan perlu mempertimbangkan kapasitas perangkat jaringan serta stabilitas distribusi routing untuk menjaga performa jaringan tetap optimal (Radoii & Rincu, 2022).

Selain itu, penggunaan arsitektur spine-leaf menjadi faktor penting dalam mendukung implementasi VXLAN-EVPN karena mampu menyediakan jalur komunikasi yang konsisten dan skalabel. Dengan desain jaringan yang tepat serta pengelolaan trafik multicast yang efisien, VXLAN-EVPN dapat menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan skalabilitas dan kinerja pada jaringan data center modern (Eluheshi et al., 2024).

Dengan demikian, penerapan VXLAN-EVPN tidak hanya menjadi solusi untuk meningkatkan skalabilitas jaringan, tetapi juga menjadi pendekatan penting dalam perancangan arsitektur jaringan data center generasi modern yang mampu mengakomodasi pertumbuhan trafik serta kompleksitas layanan digital

KESIMPULAN

Penelitian ini melakukan kajian literatur sistematis terhadap berbagai penelitian yang membahas penerapan teknologi VXLAN-EVPN pada arsitektur jaringan data center dengan fokus pada dua aspek utama, yaitu skalabilitas dan kinerja jaringan. Berdasarkan hasil sintesis literatur yang telah dilakukan, diperoleh beberapa temuan utama.

Pertama, teknologi VXLAN terbukti mampu meningkatkan skalabilitas jaringan data center melalui penggunaan VNI berukuran 24 bit yang memungkinkan pembentukan lebih dari 16 juta segmen jaringan virtual. Kemampuan ini secara signifikan mengatasi keterbatasan VLAN konvensional yang hanya mendukung hingga 4096 segmen, sehingga lebih sesuai untuk lingkungan data center modern yang bersifat multi-tenant dan dinamis.

Kedua, integrasi VXLAN dengan EVPN sebagai control plane berbasis BGP memberikan peningkatan efisiensi dalam distribusi informasi MAC dan IP antar VTEP. Mekanisme ini menggantikan pendekatan flood-and-learn pada jaringan Layer 2 tradisional sehingga mampu mengurangi overhead trafik serta meningkatkan stabilitas jaringan.

Ketiga, dari aspek kinerja jaringan, penerapan VXLAN-EVPN tidak memberikan dampak signifikan terhadap performa jaringan apabila didukung oleh arsitektur jaringan yang tepat, seperti topologi spine-leaf. Arsitektur ini memungkinkan distribusi trafik yang lebih merata dan konsisten sehingga mampu menjaga nilai latency dan throughput tetap optimal pada lingkungan data center dengan trafik east-west yang dominan.

Keempat, hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian terdahulu masih membahas aspek skalabilitas dan kinerja secara terpisah. Oleh karena itu, kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan analisis terintegrasi yang menghubungkan kedua aspek tersebut dalam satu kerangka pembahasan terpadu.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa VXLAN-EVPN merupakan solusi yang efektif dalam mendukung pengembangan arsitektur jaringan data center modern yang skalabel, fleksibel, dan efisien. Teknologi ini tidak hanya mampu meningkatkan kapasitas segmentasi jaringan, tetapi juga mempertahankan performa jaringan pada tingkat yang optimal.

Meskipun demikian, implementasi VXLAN-EVPN tetap memerlukan perencanaan arsitektur jaringan yang matang, khususnya dalam pengelolaan control plane EVPN serta kapasitas perangkat jaringan. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada evaluasi performa VXLAN-EVPN secara eksperimental pada berbagai skenario jaringan serta pengembangan mekanisme optimasi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan trafik multicast pada lingkungan data center berskala besar.

REFERENSI

- Arfan Efendi, Diyanatul Husna, & I Gde Dharma Nugraha. (2023). Advancing Network Infrastructure: Integrating VXLAN Technology with Automated Circuit Operations and NOS Configurations. *International Journal of Electrical, Computer, and Biomedical Engineering*, 1(2), 32–53. <https://doi.org/10.62146/ijecbe.v1i2.30>
- Baziana, P. A. (2024). Optical Data Center Networking: A Comprehensive Review on Traffic, Switching, Bandwidth Allocation, and Challenges. In *IEEE Access* (Vol. 12, pp. 186413–186444). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3513214>
- Chandra Jha, A. (2025). VXLAN/BGP EVPN for Trading: Multicast Scaling Challenges for Trading Colocations. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(3). <https://doi.org/10.22399/ijcesen.3478>
- Cherukupalle, N. S. (2022). Cross-Site SDDC Connectivity Using VXLAN and Cisco Unified Fabric for VCF-Based Infrastructure. In *Journal of Information Systems Engineering and Management* (Vol. 2022, Number 4). <https://www.jisem-journal.com/>
- Eluheshi, A. A., Zahra, ;, Elashaal, A., Asra, ;, & Alazragh, A. (2024). Enhancing Data Center Performance using Virtual Extensible LAN (VXLAN) Emerging Technology. In *Academy journal for Basic and Applied Sciences (AJBAS)* (Vol. 6).
- Gentile, A. F., Macri, D., Greco, E., & Fazio, P. (2024). Overlay and Virtual Private Networks Security Performances Analysis with Open Source Infrastructure Deployment. *Future Internet*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/fi16080283>
- George, A. S. (2025). *The Evolution of Data Center Networks: Strategies for Modern Infrastructure Design*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15450624>



- George, A. S., & George, A. S. H. (2021). This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License A Brief Overview of VXLAN EVPN. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, 9, 2321–5526. <https://doi.org/10.17148/IJIREEICE.2021.9701>
- Khatib Sulaiman Dalam No, J., Saeed, H. A., Askar, S., Soran, Z., & Khoshnaw, D. (2024). Comparative Evaluation of VXLAN with Traditional Overlay Network Protocols. *Indonesian Journal of Computer Science*.
- Radoii, A. E., & Rîncu, C. I. (2022). Integration of Data Center Network Technologies VxLAN, BGP, EVPN. *14th International Conference on Communications, COMM 2022 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/COMM54429.2022.9817218>
- Sasikumar Sadayan. (2025). VXLAN EVPN on Next-Generation Switches: Modern Data Center Network Architecture. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(4). <https://doi.org/10.22399/ijcesen.4232>
- Shah, V. (2023). Scalable data center networking: Evaluating VXLAN EVPN as a next-generation overlay solution. In *Asian Journal of Computer Science Engineering* (Vol. 8, Number 3). www.ajcse.info
- Wu, N., Dong, G., Xing, W., Nie, S., & Xie, Y. (2023). A Multicast Scheduling Method Based on EVPN-VXLAN Extension in Data Center Networks. *ACM International Conference Proceeding Series*, 332–336. <https://doi.org/10.1145/3640912.3640978>