

## Literature Review: Implementation of Local Area Network (LAN) Using Star Topology in Educational Environments

Fatma Aji Margi Lestari<sup>1</sup>, Noufal Afif Nur Fadillah Ali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Jl Budi Utomo No 10 Ponorogo

\*Corresponding Author Email: [author@gmail.com](mailto:author@gmail.com)

Copyright: ©2026 The authors. This article is published by PT Mekar and is licensed under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Doi : <https://doi.org/10.65475/td6w1562>

### Key-Words :

Local Area Network, Network Implementation, Network Topology, Network Security, Wireless LAN, Software-Defined Networking

Received : May 2, 2026.

Revised : May 13, 2026.

Published : May 28, 2026

### Abstract

Local Area Network (LAN) is one of the most widely implemented information technology infrastructures within limited geographic areas such as office buildings, campuses, and educational institutions. This literature review aims to build a comprehensive framework regarding LAN implementation by reviewing, summarizing, and critically analyzing previous relevant studies. The method used is a systematic literature study by collecting trusted sources including peer-reviewed journals, books, and technical reports published within the last three years. The results indicate that the success of LAN implementation is greatly influenced by the appropriate selection of topology, hardware quality, protocol configuration, and the implementation of comprehensive network security systems. Furthermore, advances in Wireless LAN technology and Software-Defined Networking (SDN) open new opportunities for more flexible and efficient network management. This review also examines aspects of planning, testing, maintenance, and real-world challenges encountered in LAN implementation across various organizational environments. This review concludes that well-planned LAN implementation has been proven to enhance productivity, data communication efficiency, and information security across various organizational environments, while serving as a foundation for sustainable digital transformation.

## 1. INTRODUCTION

Teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang sangat pesat, telah mendorong organisasi dalam membangun infrastruktur jaringan komputer yang andal sebagai tulang punggung operasional mereka. Salah satu bentuk jaringan yang paling banyak diterapkan adalah Local Area Network (LAN), yaitu jaringan komputer yang menghubungkan sejumlah perangkat dalam area terbatas seperti satu ruangan, satu gedung, atau satu kompleks bangunan [1]. Kebutuhan jaringan yang cepat, aman, dan mudah dikelola semakin melonjak seiring berjalannya waktu dengan transformasi yang terjadi di berbagai sektor, mulai dari pendidikan, pemerintahan, hingga dunia industri. LAN menjadi solusi utama karena menawarkan kecepatan transfer data tinggi, latensi rendah, kemudahan manajemen, serta biaya implementasi yang relatif terjangkau dibandingkan dengan jenis jaringan lainnya [2]. Dalam era industry, kebutuhan infrastruktur jaringan yang handal semakin meningkat tajam. Banyak organisasi yang sebelumnya belum memiliki infrastruktur jaringan yang memadai kini terdorong untuk segera melakukan pembangunan atau peningkatan jaringan internal mereka.

Fenomena ini menjadikan studi tentang implementasi LAN semakin relevan dan mendesak untuk dikaji secara mendalam [3]. Meski demikian, implementasi LAN bukan tanpa tantangan. Dengan pemilihan topologi yang tidak tepat, konfigurasi perangkat yang salah, serta lemahnya sistem keamanan jaringan mengakibatkan berbagai permasalahan yang berdampak langsung pada produktivitas pengguna. Berbagai kasus menunjukkan bahwa kegagalan dalam perencanaan jaringan seringkali berujung pada pemborosan anggaran, gangguan operasional, dan bahkan kebocoran data yang merugikan organisasi secara signifikan.[4]

Oleh karena itu, kajian mendalam terhadap literatur-literatur terdahulu mengenai implementasi LAN menjadi sangat penting untuk memberikan landasan teori yang kuat bagi penelitian maupun penerapan di lapangan. Dengan memahami perkembangan penelitian terdahulu secara komprehensif, para praktisi dan peneliti dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam merancang dan mengimplementasikan jaringan LAN yang efektif dan efisien [5]. Dengan dibuatnya kajian literatur ini bertujuan

untuk mengidentifikasi konsep dasar dan komponen utama LAN, menganalisis berbagai topologi yang digunakan dalam implementasi LAN, mengkaji protokol komunikasi yang relevan, mengevaluasi aspek keamanan jaringan LAN, membahas perencanaan dan pengujian jaringan LAN, mengulas penerapan LAN di berbagai lingkungan organisasi, serta membahas perkembangan teknologi LAN terkini berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dipublikasikan.[6]

## 2. METHODS

Kajian ini menggunakan metode studi literatur sistematis dengan mengumpulkan, mengevaluasi, dan menganalisis sumber-sumber pustaka yang relevan dengan topik implementasi jaringan LAN. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa proses review dilakukan secara objektif, terstruktur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah [7]. Proses pencarian literatur dilakukan melalui database jurnal seperti Google Scholar, IEEE Xplore, dan Scopus dengan menggunakan kata kunci "Local Area Network", "LAN Implementation", "Network Topology", "Network Security", "Wireless LAN", dan "Software-Defined Networking". Selain itu, pencarian juga dilakukan melalui perpustakaan digital universitas dan repositori institusional untuk mendapatkan cakupan sumber yang lebih luas dan beragam.[8]

Kriteria inklusi literatur meliputi relevansi dengan topik implementasi LAN, kemutakhiran sumber yakni diterbitkan dalam kurun waktu tiga tahun terakhir, serta kualitas dan kredibilitas sumber yang memadai. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak melalui proses peer-review, sumber yang tidak dapat diverifikasi keasliannya, serta literatur yang membahas topik jaringan komputer secara terlalu umum tanpa kaitan spesifik dengan implementasi LAN.[9]

Dari hasil pencarian, diperoleh sejumlah literatur yang kemudian dievaluasi secara objektif, baik yang bersifat mendukung maupun yang memuat kritik terhadap konsep-konsep yang dikaji. Setiap literatur dibaca secara seksama, dibuat ringkasannya, kemudian dikelompokkan berdasarkan subtopik yang relevan. Analisis dilakukan dengan membandingkan, mengontraskan, dan mensintesis temuan-temuan dari berbagai sumber untuk menghasilkan pemahaman yang komprehensif dan terintegrasi. Teknik penulisan yang digunakan meliputi compare, contrast, criticize, synthesize, dan summarize sesuai dengan panduan penulisan literatur review yang baik.[10]

## 3. HASIL

Berdasarkan proses penelusuran dan seleksi literatur, diperoleh sejumlah sumber terpercaya yang membahas berbagai aspek implementasi jaringan LAN. Hasil identifikasi literatur menunjukkan bahwa topik yang paling banyak dikaji meliputi desain topologi jaringan,

konfigurasi perangkat jaringan, manajemen bandwidth, keamanan jaringan, serta implementasi Wireless LAN [11]. Dari segi banyak topik, kajian tentang keamanan jaringan LAN mendominasi publikasi terbaru, mencerminkan meningkatnya kesadaran akan ancaman siber yang semakin kompleks. Di posisi berikutnya, kajian tentang optimasi performa jaringan dan efisiensi bandwidth juga banyak ditemukan, terutama dalam konteks jaringan kampus dan perkantoran skala besar. Selain itu, ditemukan pula kajian-kajian yang secara khusus membahas implementasi LAN pada lingkungan pendidikan, perkantoran, dan industri manufaktur dengan karakteristik kebutuhan yang masing-masing berbeda.[12] Perkembangan teknologi seperti Software-Defined Networking (SDN) dan Wi-Fi 6 juga mulai banyak dibahas dalam literatur-literatur terbaru sebagai solusi jaringan generasi berikutnya. Menariknya, beberapa literatur mulai membahas integrasi LAN dengan teknologi Internet of Things (IoT) dan cloud computing sebagai tren yang akan mendominasi pengembangan jaringan lokal di masa mendatang.[13]

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1 Konsep Dasar dan Komponen Utama LAN

Local Area Network (LAN) didefinisikan sebagai jaringan komunikasi yang menghubungkan komputer dan perangkat lainnya dalam area geografis terbatas dengan menggunakan media transmisi kabel maupun nirkabel. LAN dirancang untuk memberikan kecepatan transfer data tinggi dengan tingkat kesalahan yang rendah dalam jarak dekat, sehingga sangat ideal untuk diterapkan di lingkungan organisasi yang membutuhkan komunikasi data intensif [1]. Dalam Sejarah, LAN pertama kali dikembangkan pada akhir tahun 1970-an sebagai solusi untuk menghubungkan komputer-komputer dalam satu gedung yang sama. Sejak saat itu, teknologi LAN berkembang dengan sangat pesat, dari yang awalnya hanya mendukung kecepatan beberapa Kbps hingga kini mampu mendukung kecepatan puluhan Gbps dengan tingkat keandalan yang jauh lebih tinggi.[14]

Komponen utama dalam infrastruktur LAN mencakup beberapa elemen penting yang bekerja secara sinergis. Network Interface Card (NIC) berfungsi sebagai antarmuka perangkat ke jaringan dan menentukan kecepatan koneksi yang dapat dicapai oleh setiap perangkat. Switch berperan sebagai penghubung antar perangkat dalam satu segmen jaringan dengan kemampuan meneruskan data hanya ke perangkat tujuan yang tepat, sehingga mengurangi terjadinya collision dan meningkatkan efisiensi jaringan secara keseluruhan [1]. Router berfungsi sebagai penghubung LAN dengan jaringan eksternal seperti internet maupun jaringan LAN lainnya dalam satu organisasi. Kabel UTP (Unshielded

Twisted Pair) kategori 5e, 6, atau 6a maupun fiber optik digunakan sebagai media transmisi fisik dengan karakteristik performa yang berbeda-beda. Access point digunakan khusus untuk implementasi jaringan nirkabel yang memungkinkan perangkat mobile terhubung ke jaringan tanpa kabel.[15]

Selain komponen fisik tersebut, infrastruktur LAN juga membutuhkan komponen logis berupa sistem operasi jaringan, protokol komunikasi, serta perangkat lunak manajemen jaringan yang memungkinkan administrator untuk memantau dan mengontrol seluruh infrastruktur secara efisien. Pemilihan komponen yang tepat dan berkualitas merupakan faktor kritis yang menentukan performa keseluruhan jaringan LAN yang dibangun.[7]

Terdapat dua pandangan dalam kajian mengenai faktor penentu performa LAN. Pandangan pertama menekankan pentingnya perangkat keras berkualitas tinggi sebagai fondasi utama jaringan yang andal, dengan argumentasi bahwa kualitas fisik komponen sangat menentukan batas maksimum performa yang dapat dicapai. Pandangan kedua justru lebih menyoroti aspek konfigurasi dan manajemen perangkat lunak sebagai penentu utama performa LAN, dengan alasan bahwa perangkat keras terbaik sekalipun tidak akan memberikan performa optimal jika tidak dikonfigurasi dengan benar. Kedua pandangan ini saling melengkapi dan menunjukkan bahwa implementasi LAN yang optimal membutuhkan perhatian seimbang antara kualitas hardware dan kecanggihan software manajemen jaringan.[16]

#### 4.2 Topologi Jaringan LAN

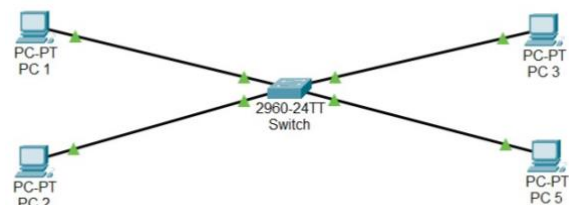
Topologi jaringan merupakan aspek fundamental dalam perancangan LAN karena menentukan pola koneksi antar perangkat, kemudahan manajemen, serta ketahanan jaringan terhadap gangguan. Pemilihan topologi yang tepat sejak awal akan berdampak jangka panjang terhadap kemudahan pengembangan, biaya pemeliharaan, dan keandalan jaringan. Dalam literatur yang dikaji, ditemukan beberapa topologi yang umum digunakan yakni topologi bus, star, ring, mesh, dan hybrid.[1]

Topologi bus merupakan topologi tertua dalam sejarah LAN, di mana semua perangkat terhubung pada satu kabel utama yang disebut backbone. Meskipun biaya implementasinya murah, topologi ini memiliki kelemahan serius berupa rentan terhadap gangguan pada kabel utama yang dapat melumpuhkan seluruh jaringan, serta performa yang menurun tajam seiring bertambahnya jumlah perangkat. Topologi bus kini sudah jarang digunakan dalam implementasi LAN modern.[8]

Topologi ring menghubungkan setiap perangkat ke dua perangkat di sampingnya membentuk lingkaran tertutup. Data mengalir searah dalam satu jalur, sehingga memberikan performa yang konsisten dan terprediksi.

Namun, kerusakan pada satu titik dapat mengganggu seluruh jaringan kecuali diimplementasikan dengan mekanisme ring ganda yang memberikan jalur Cadangan.[17]

Topologi star mendominasi implementasi LAN modern karena menawarkan kemudahan dalam pengelolaan dan pendeteksian kerusakan. Topologi star dengan switch manageable sebagai titik pusat memberikan fleksibilitas tertinggi dalam pengembangan dan pemeliharaan jaringan. Setiap perangkat terhubung langsung ke switch pusat melalui kabel tersendiri, sehingga kegagalan pada satu node tidak akan mempengaruhi node lainnya dan tingkat ketersediaan layanan jaringan tetap terjaga. Kemudahan dalam penambahan atau pengurangan perangkat tanpa mengganggu operasional jaringan yang sedang berjalan menjadikan topologi star sebagai pilihan paling praktis untuk lingkungan yang dinamis.[18]



Gambar 1. 1 Implementasi Topologi Star Jaringan LAN menggunakan Switch Cisco 2960-24TT

Gambar 1 di atas menunjukkan implementasi topologi star yang dirancang menggunakan aplikasi Cisco Packet Tracer. Terlihat bahwa PC1, PC2, PC3, dan PC4 masing-masing terhubung langsung ke Switch0 (Cisco 2960-24TT) sebagai titik pusat jaringan. Rancangan ini mencerminkan prinsip topologi star di mana seluruh perangkat bergantung pada satu switch pusat, sehingga kegagalan pada salah satu PC tidak akan mempengaruhi konektivitas PC lainnya.

Sementara itu, topologi mesh menghubungkan setiap perangkat langsung ke semua perangkat lainnya, menciptakan jalur redundan yang sangat banyak. Topologi ini lebih banyak direkomendasikan untuk infrastruktur jaringan kritis yang membutuhkan redundansi tinggi dan tidak dapat mentolerir downtime sama sekali, seperti pada jaringan data center atau infrastruktur kritis pemerintah. Perbedaan mendasar antara topologi star dan mesh terletak pada tingkat redundansi dan biaya implementasi; star lebih ekonomis namun kurang redundan, sedangkan mesh sangat andal namun memerlukan investasi yang jauh lebih besar baik dari sisi perangkat keras maupun instalasi.[19] Untuk kebutuhan jaringan skala menengah hingga besar seperti jaringan kampus atau gedung perkantoran bertingkat, topologi hybrid yang mengombinasikan star dan mesh dinilai sebagai solusi yang paling seimbang

antara biaya dan keandalan. Dalam implementasi hybrid yang umum dijumpai, topologi mesh diterapkan pada lapisan inti (core layer) jaringan untuk memastikan ketersediaan tinggi, sementara topologi star digunakan pada lapisan distribusi dan akses untuk efisiensi biaya dan kemudahan manajemen.[20]

### 4.3 Protokol Komunikasi LAN

Protokol komunikasi merupakan aturan baku yang mengatur tata cara pertukaran data antar perangkat dalam jaringan, mencakup format paket data, mekanisme pengiriman, deteksi kesalahan, dan prosedur pengendalian aliran data. Tanpa protokol yang standar dan konsisten, perangkat dari berbagai produsen tidak akan dapat berkomunikasi satu sama lain meski terhubung pada infrastruktur fisik yang sama.[21]

Ethernet dengan standar IEEE 802.3 tetap menjadi protokol dominan dalam implementasi LAN berbasis kabel hingga saat ini. Keberhasilan Ethernet dalam mendominasi pasar LAN selama lebih dari empat dekade disebabkan oleh sifatnya yang terbuka, dukungan luas dari berbagai produsen perangkat keras, serta kemampuannya untuk terus berevolusi mengikuti tuntutan kebutuhan. Perkembangan Ethernet dari versi 10 Mbps hingga 10 Gbps bahkan 100 Gbps menunjukkan evolusi yang signifikan dalam memenuhi tuntutan bandwidth yang terus meningkat di era big data dan layanan streaming.[1]

Standar Fast Ethernet (100BASE-TX) yang beroperasi pada kecepatan 100 Mbps masih banyak dijumpai pada perangkat pengguna akhir di jaringan yang belum diperbarui. Sementara Gigabit Ethernet (1000BASE-T) kini menjadi standar de facto untuk koneksi workstation dan server dalam jaringan modern. Implementasi Gigabit Ethernet mampu meningkatkan throughput jaringan hingga sepuluh kali lipat dibandingkan Fast Ethernet, dengan latensi yang jauh lebih rendah, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan transfer data besar seperti sistem backup, virtualisasi, dan multimedia streaming. Selain itu, kombinasi Gigabit Ethernet pada backbone jaringan dengan Fast Ethernet pada segmen pengguna akhir merupakan pendekatan yang paling efisien dari segi biaya dan performa untuk implementasi jaringan skala menengah di mana anggaran menjadi pertimbangan penting.[22]

Di sisi lain, protokol TCP/IP sebagai suite protokol standar internet memainkan peran krusial dalam memastikan interoperabilitas antar perangkat yang berbeda merek dan platform. TCP (Transmission Control Protocol) menyediakan mekanisme pengiriman data yang handal dengan konfirmasi penerimaan dan pengiriman ulang paket yang hilang, sementara IP (Internet Protocol) bertanggung jawab atas pengalamatan dan perutean paket data. Penerapan pengalamatan IP yang terstruktur melalui

skema subnetting terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan jaringan secara keseluruhan dengan membagi jaringan besar menjadi segmen-segmen yang lebih kecil dan mudah dikelola.[9]

Selain TCP/IP dan Ethernet, terdapat sejumlah protokol pendukung yang memainkan peran penting dalam operasional LAN sehari-hari. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) memungkinkan pemberian alamat IP secara otomatis kepada perangkat yang terhubung, sehingga mengurangi beban administrasi jaringan. DNS (Domain Name System) menyediakan layanan resolusi nama domain menjadi alamat IP yang memudahkan pengguna dalam mengakses layanan jaringan. Sementara SNMP (Simple Network Management Protocol) digunakan oleh administrator jaringan untuk memantau kondisi perangkat jaringan secara terpusat dan real-time.[23]

### 4.4 Perencanaan dan Pengujian Jaringan LAN

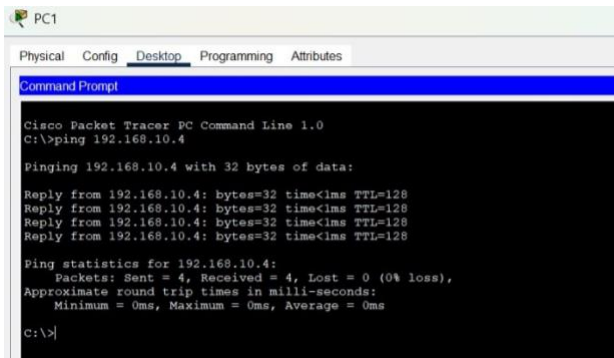
Keberhasilan implementasi LAN tidak dapat dilepaskan dari kualitas proses perencanaan yang dilakukan sebelum implementasi fisik dimulai. Perencanaan yang matang mencakup analisis kebutuhan organisasi, perancangan arsitektur jaringan, pemilihan perangkat, estimasi anggaran, serta penyusunan jadwal implementasi yang realistis.[12]

Tahap analisis kebutuhan merupakan langkah paling kritis dalam perencanaan LAN. Pada tahap ini, perancang jaringan harus mengidentifikasi jumlah pengguna yang akan dilayani, jenis aplikasi yang akan digunakan, volume data yang akan ditransmisikan, serta persyaratan ketersediaan layanan yang diharapkan oleh organisasi. Kegagalan dalam mengidentifikasi kebutuhan secara akurat seringkali mengakibatkan jaringan yang dirancang tidak mampu mengakomodasi pertumbuhan organisasi dalam jangka menengah hingga panjang.[11]

Perancangan arsitektur jaringan yang baik umumnya mengikuti model hierarkis tiga lapisan yang terdiri dari lapisan inti (core layer), lapisan distribusi (distribution layer), dan lapisan akses (access layer). Lapisan inti berfungsi sebagai tulang punggung jaringan dengan kecepatan dan keandalan tertinggi. Lapisan distribusi bertanggung jawab atas agregasi koneksi dari lapisan akses dan penerapan kebijakan jaringan. Sedangkan lapisan akses merupakan titik koneksi langsung bagi perangkat pengguna akhir. Pendekatan hierarkis ini memberikan skalabilitas yang baik, kemudahan manajemen, serta isolasi kerusakan yang lebih efektif dibandingkan desain jaringan flat yang tidak terstruktur.[2]

Setelah implementasi fisik selesai dilakukan, tahap pengujian jaringan menjadi langkah yang tidak boleh

dilewatkan sebelum jaringan dinyatakan siap digunakan secara penuh. Pengujian mencakup verifikasi konektivitas fisik, pengujian kecepatan transfer data, pengujian latensi, serta simulasi kondisi beban puncak untuk memastikan jaringan mampu beroperasi sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain itu, pengujian keamanan perlu dilakukan untuk mengidentifikasi potensi kerentanan sebelum jaringan diekspos ke pengguna nyata. Dokumentasi hasil pengujian yang lengkap dan terperinci sangat penting sebagai referensi untuk pemeliharaan dan troubleshooting di masa mendatang.[24]



```
PC1
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.10.4
Pinging 192.168.10.4 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.4: bytes=32 time<ms TTL=128
Reply from 192.168.10.4: bytes=32 time<ms TTL=128
Reply from 192.168.10.4: bytes=32 time<ms TTL=128
Reply from 192.168.10.4: bytes=32 time<ms TTL=128
Ping statistics for 192.168.10.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\>
```

Gambar 2 Hasil Pengujian Konektivitas Jaringan Menggunakan Perintah Ping pada PC1

Gambar 2 di atas menunjukkan hasil pengujian konektivitas jaringan menggunakan perintah ping dari PC1 menuju perangkat lain dengan alamat IP 192.168.10.4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh paket data berhasil dikirim dan diterima dengan sempurna, yakni Packets Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss), dengan waktu respons minimum dan maksimum sebesar 0ms. Hasil ini membuktikan bahwa jaringan LAN yang dirancang dengan topologi star menggunakan Switch Cisco 2960-24TT telah berfungsi dengan baik dan konektivitas antar perangkat berjalan secara optimal sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

#### 4.5 Keamanan Jaringan LAN

Aspek keamanan jaringan menjadi perhatian yang semakin kritis seiring dengan meningkatnya ancaman siber yang menargetkan infrastruktur jaringan lokal. Anggapan bahwa jaringan lokal secara inheren aman karena terisolasi dari internet telah lama terbantahkan oleh berbagai insiden keamanan yang menunjukkan bahwa ancaman seringkali justru berasal dari dalam jaringan itu sendiri. Berbagai penelitian terkini mengidentifikasi ancaman utama pada LAN meliputi akses tidak sah oleh pihak yang tidak berwenang, serangan ARP spoofing yang dapat mengalihkan lalu lintas data, man-in-the-middle attack yang memungkinkan penyadapan komunikasi, serta

penyebaran malware melalui jaringan internal yang dapat melumpuhkan sistem operasional secara masif.[25]

Penerapan VLAN (Virtual Local Area Network) merupakan salah satu langkah keamanan paling fundamental yang secara signifikan mengurangi risiko penyebaran ancaman antar departemen dengan memisahkan segmen jaringan secara logis meski menggunakan infrastruktur fisik yang sama. Dengan VLAN, lalu lintas data antar departemen seperti keuangan, sumber daya manusia, dan operasional dapat diisolasi satu sama lain, sehingga kebocoran atau gangguan pada satu segmen tidak akan langsung berdampak pada segmen lainnya. Kombinasi VLAN dengan implementasi firewall dan Network Access Control (NAC) membentuk lapisan keamanan berlapis yang terbukti efektif dalam melindungi infrastruktur jaringan lokal dari berbagai ancaman baik dari luar maupun dari dalam organisasi.[4]

Terdapat dua pendekatan utama yang dikontraskan dalam kajian literatur mengenai keamanan jaringan LAN. Pendekatan pertama menekankan segmentasi jaringan melalui VLAN sebagai langkah pencegahan utama dengan prinsip bahwa memisahkan segmen jaringan adalah cara paling efektif untuk membatasi dampak insiden keamanan. Pendekatan kedua lebih memprioritaskan enkripsi data end-to-end dan autentikasi dua faktor sebagai mekanisme keamanan inti dengan argumentasi bahwa data yang terenkripsi tetap aman meski berhasil disadap oleh pihak yang tidak berwenang.[26]

Sintesis dari kedua pendekatan ini menghasilkan model keamanan komprehensif yang mencakup segmentasi jaringan melalui VLAN, enkripsi data pada layer transport maupun aplikasi, autentikasi ketat berbasis sertifikat digital atau token, serta pemantauan jaringan secara real-time menggunakan sistem Intrusion Detection and Prevention System (IDPS) sebagai strategi pertahanan berlapis yang paling efektif. Model keamanan berlapis ini menerapkan prinsip defense in depth, di mana kompromi pada satu lapisan keamanan tidak serta-merta mengakibatkan kerentanan pada lapisan keamanan lainnya.[27]

Selain aspek teknis, faktor non-teknis seperti kesadaran keamanan pengguna (security awareness) juga memainkan peran yang tidak kalah penting. Banyak insiden keamanan yang terjadi bukan karena kelemahan teknis sistem, melainkan karena kelalaian atau ketidaktahuan pengguna dalam menerapkan praktik keamanan yang baik. Oleh karena itu, program pelatihan dan edukasi keamanan bagi seluruh pengguna jaringan perlu menjadi bagian integral dari strategi keamanan LAN secara keseluruhan.[5]

#### 4.6 Implementasi LAN di Berbagai Lingkungan Organisasi

Kebutuhan dan tantangan implementasi LAN berbeda-beda tergantung pada jenis dan skala organisasi yang bersangkutan. Pemahaman terhadap karakteristik spesifik setiap lingkungan sangat penting untuk merancang solusi jaringan yang tepat sasaran dan efisien.[7]

Pada lingkungan pendidikan seperti sekolah dan universitas, implementasi LAN bertujuan terutama untuk mendukung proses pembelajaran berbasis teknologi dan pengelolaan administrasi akademik. Jaringan kampus umumnya memiliki karakteristik pengguna yang sangat beragam, mulai dari mahasiswa, dosen, hingga staf administrasi dengan kebutuhan akses yang berbeda-beda. Hal ini menuntut penerapan kebijakan Quality of Service (QoS) yang mampu memprioritaskan lalu lintas data sesuai kebutuhan, serta sistem autentikasi yang ketat untuk memastikan keamanan data akademik yang bersifat sensitif. Tantangan utama implementasi LAN di lingkungan pendidikan mencakup keterbatasan anggaran yang seringkali tidak sebanding dengan kebutuhan, tingginya mobilitas pengguna yang menuntut cakupan wireless yang luas, serta kebutuhan untuk mengakomodasi perangkat yang sangat beragam mulai dari laptop, tablet, hingga smartphone.[3]

Pada lingkungan perkantoran, LAN menjadi tulang punggung operasional bisnis sehari-hari yang mendukung berbagai sistem kritis seperti Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), dan sistem komunikasi internal. Jaringan perkantoran umumnya menuntut tingkat ketersediaan yang sangat tinggi karena gangguan jaringan dapat langsung berdampak pada produktivitas karyawan dan kelangsungan bisnis. Penerapan redundansi pada komponen-komponen kritis seperti switch core dan koneksi uplink menjadi keharusan untuk meminimalkan risiko downtime. Selain itu, segmentasi jaringan melalui VLAN perlu diterapkan dengan seksama untuk memisahkan lalu lintas data antar departemen sesuai dengan tingkat sensitivitas informasi yang ditangani.[28]

Pada lingkungan industri manufaktur, LAN tidak hanya menghubungkan komputer perkantoran tetapi juga mengintegrasikan berbagai perangkat industri seperti Programmable Logic Controller (PLC), sensor IoT, kamera pengawas, dan sistem kontrol produksi. Karakteristik khusus jaringan industri mencakup kebutuhan akan latensi yang sangat rendah dan determinisme waktu yang tinggi untuk mendukung sistem kontrol real-time, serta ketahanan terhadap gangguan elektromagnetik yang umum ditemukan di lingkungan produksi. Industrial Ethernet yang menggunakan protokol seperti PROFINET dan EtherNet/IP telah menjadi solusi yang banyak diadopsi untuk menjembatani kebutuhan jaringan IT dan OT (Operational Technology) dalam satu infrastruktur yang terintegrasi.[29]

#### **4.7 Pemeliharaan dan Manajemen Jaringan LAN**

Implementasi jaringan LAN bukanlah pekerjaan yang selesai begitu jaringan berhasil dioperasikan. Pemeliharaan dan manajemen jaringan yang berkelanjutan merupakan faktor kritis yang menentukan apakah jaringan dapat terus beroperasi secara optimal dalam jangka panjang. Banyak organisasi yang berhasil membangun jaringan yang baik pada awalnya, namun gagal mempertahankan performanya karena kurangnya perhatian terhadap aspek pemeliharaan.[5]

Manajemen jaringan mencakup serangkaian aktivitas yang meliputi pemantauan performa jaringan secara real-time, pengelolaan konfigurasi perangkat, manajemen kapasitas dan bandwidth, penanganan insiden dan troubleshooting, serta perencanaan pengembangan jaringan ke depan. Penggunaan perangkat lunak Network Management System (NMS) yang canggih memungkinkan administrator jaringan untuk memantau kondisi seluruh infrastruktur dari satu titik kendali terpusat, sehingga masalah dapat dideteksi dan ditangani sebelum berdampak pada pengguna.[6]

Dokumentasi jaringan yang lengkap dan selalu diperbarui merupakan aset yang sangat berharga dalam manajemen LAN jangka panjang. Dokumentasi yang baik mencakup diagram topologi fisik dan logis, tabel pengalamatan IP, konfigurasi perangkat, prosedur troubleshooting standar, serta catatan riwayat perubahan yang pernah dilakukan. Tanpa dokumentasi yang memadai, proses pemeliharaan dan troubleshooting akan menjadi jauh lebih sulit dan memakan waktu, terutama ketika staf yang memiliki pengetahuan tentang jaringan tersebut tidak tersedia atau telah berganti.[9]

Pembaruan firmware dan patch keamanan secara berkala pada perangkat-perangkat jaringan juga merupakan praktik pemeliharaan yang tidak boleh diabaikan. Kerentanan keamanan pada firmware perangkat jaringan yang tidak diperbarui dapat dieksploitasi oleh peretas untuk mendapatkan akses tidak sah ke infrastruktur jaringan organisasi. Oleh karena itu, pemantauan terhadap pengumuman kerentanan keamanan dari produsen perangkat dan penerapan patch yang tersedia secara tepat waktu harus menjadi bagian dari prosedur operasional standar tim pengelola jaringan.[26]

#### **4.8 Perkembangan Teknologi LAN Terkini**

Perkembangan teknologi jaringan membawa perubahan signifikan dalam cara implementasi dan pengelolaan LAN. Inovasi-inovasi terbaru tidak hanya meningkatkan performa dan kapasitas jaringan, tetapi juga mengubah paradigma pengelolaan dan pengoperasian infrastruktur jaringan secara fundamental.[30]

Kemunculan Software-Defined Networking (SDN) merupakan salah satu revolusi terbesar dalam teknologi jaringan dalam beberapa tahun terakhir. SDN memungkinkan pemisahan antara control plane yang bertanggung jawab atas pengambilan keputusan routing dan data plane yang bertanggung jawab atas penerusan paket data. Dengan pemisahan ini, administrator jaringan dapat mengelola seluruh infrastruktur melalui antarmuka perangkat lunak terpusat yang jauh lebih fleksibel dan terprogram. Kebijakan jaringan dapat diterapkan dan diubah secara dinamis melalui API tanpa harus mengonfigurasi setiap perangkat secara individual, yang secara dramatis mengurangi kompleksitas dan waktu yang dibutuhkan untuk perubahan konfigurasi jaringan.[28]

Implementasi SDN pada jaringan kampus mampu mengurangi waktu konfigurasi jaringan hingga 60% dibandingkan metode konvensional, sekaligus meningkatkan kemampuan respons terhadap perubahan kebutuhan jaringan secara dinamis. Kemampuan SDN untuk mengotomasi berbagai tugas manajemen jaringan juga terbukti mengurangi risiko kesalahan konfigurasi yang merupakan salah satu penyebab utama gangguan jaringan. Namun demikian, transisi ke SDN memerlukan investasi awal yang cukup besar baik dari sisi perangkat maupun pelatihan sumber daya manusia yang kompeten dalam bidang pemrograman jaringan.[31]

Di sisi nirkabel, standar Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) yang mulai banyak diimplementasikan menawarkan peningkatan kapasitas, kecepatan, dan efisiensi energi yang signifikan dibandingkan generasi sebelumnya. Wi-Fi 6 memperkenalkan teknologi OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) yang memungkinkan satu access point melayani banyak perangkat secara bersamaan dalam satu siklus transmisi, berbeda dengan generasi sebelumnya yang harus melayani perangkat secara bergantian. Wi-Fi 6 mampu melayani lebih banyak perangkat secara bersamaan dengan latensi lebih rendah, menjadikannya pilihan ideal untuk lingkungan dengan kepadatan pengguna tinggi seperti ruang kelas, aula pertemuan, dan pusat perbelanjaan.[32]

Tren integrasi LAN dengan teknologi Internet of Things (IoT) juga semakin menguat dalam beberapa tahun terakhir. Semakin banyak perangkat IoT seperti sensor suhu, kamera pengawas, sistem kontrol akses, dan perangkat otomasi gedung yang terhubung ke jaringan LAN, menciptakan tantangan baru dalam hal manajemen perangkat, keamanan, dan kapasitas jaringan. Pendekatan segmentasi jaringan melalui VLAN dan penerapan kebijakan akses berbasis identitas perangkat menjadi semakin penting dalam konteks jaringan LAN yang kaya dengan perangkat IoT.[13]

#### 4. CONCLUSION

Berdasarkan analisis dan sintesis menyeluruh terhadap berbagai literatur yang telah dikaji, dapat ditarik beberapa simpulan penting sebagai berikut. Pertama, implementasi LAN yang sukses membutuhkan perencanaan yang matang dan komprehensif mencakup analisis kebutuhan yang mendalam, pemilihan topologi yang tepat, penentuan komponen perangkat keras berkualitas, konfigurasi protokol yang sesuai, serta perancangan sistem keamanan yang berlapis. Topologi star tetap menjadi pilihan dominan karena kemudahan manajemen dan keandalannya, sementara topologi hybrid direkomendasikan untuk kebutuhan yang lebih kompleks dan membutuhkan redundansi lebih tinggi. Kedua, protokol Ethernet dengan standar IEEE 802.3 dalam berbagai variannya tetap menjadi tulang punggung komunikasi LAN berbasis kabel, dengan Gigabit Ethernet sebagai standar minimum yang direkomendasikan untuk implementasi jaringan modern. Integrasi dengan protokol TCP/IP dan protokol pendukung lainnya seperti DHCP dan DNS sangat penting untuk memastikan operasional jaringan yang efisien dan mudah dikelola. Ketiga, keamanan jaringan harus diintegrasikan sejak tahap perancangan, bukan ditambahkan belakangan sebagai solusi reaktif. Pendekatan pertahanan berlapis yang mencakup segmentasi VLAN, firewall, enkripsi data, autentikasi ketat, pemantauan jaringan secara berkelanjutan, serta edukasi pengguna terbukti memberikan perlindungan paling komprehensif terhadap berbagai ancaman keamanan yang terus berkembang. Keempat, pemeliharaan dan manajemen jaringan yang berkelanjutan, didukung oleh dokumentasi yang lengkap dan pembaruan firmware secara berkala, merupakan faktor penentu keberhasilan jangka panjang infrastruktur LAN yang telah dibangun. Kelima, teknologi SDN dan Wi-Fi 6 merepresentasikan arah perkembangan LAN masa depan yang menawarkan fleksibilitas, efisiensi, dan kapasitas lebih tinggi. Meski implementasinya masih menghadapi tantangan dari sisi biaya dan kompetensi sumber daya manusia, tren adopsi teknologi ini terus meningkat dan diprediksi akan menjadi standar baru dalam implementasi LAN di berbagai sektor.

#### REFERENCES

- [1] D. Sargiotis, "Local Area Network Topologies and Transmission Media," *SSRN Electron. J.*, 2024, doi: 10.2139/ssrn.4789772.
- [2] X. Song, Y. Li, and D. Zhang, "Design and Implementation of Building a Small and Medium sized Enterprise Office LAN," in *Proceedings of the 2025 11th Annual International Conference on Network and Information Systems for Computers*, 2025. doi: 10.1145/3776942.3777008.
- [3] A. H. Abdi, L. Audah, A. M. Omar, and M. J.

- Abdiaziz, "Design and Simulation of a Secured Enterprise Network Architecture for All Departments at East Africa University (EAU), Somalia," in *2024 4th International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration (ICSINTESA)*, 2024, pp. 552–557. doi: 10.1109/icsintesa62455.2024.10747898.
- [4] D. Álvarez, P. Nuño, C. González, F. Bulnes, J. Granda, and D. García-Carrillo, "Performance Analysis of Software-Defined Networks to Mitigate Private VLAN Attacks," *Sensors (Basel)*, vol. 23, 2023, doi: 10.3390/s23041747.
- [5] R. A. Khan, I. Keshta, H. A. Al Hashimi, A. Almagrabi, H. Alwageed, and M. Alzahrani, "A Fuzzy-AHP Decision-Making Framework for Optimizing Software Maintenance and Deployment in Information Security Systems," *J. Softw. Evol. Process*, vol. 37, 2025, doi: 10.1002/smr.2758.
- [6] N. Anand, S. M. Abdul, R. B. Ponnuru, G. R. Alavalapati, R. Patan, and A. Gandomi, "Securing Software Defined Networks: A Comprehensive Analysis of Approaches, Applications, and Future Strategies Against DoS Attacks," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 64473–64515, 2025, doi: 10.1109/access.2024.3520478.
- [7] J. Gomez, E. Kfoury, J. Crichigno, and G. Srivastava, "A survey on network simulators, emulators, and testbeds used for research and education," *Comput. Networks*, vol. 237, p. 110054, 2023, doi: 10.1016/j.comnet.2023.110054.
- [8] A. Trisnandar and M. T. Kurniawan, "A Survey on Techniques Used to Improve Network Performance and Flexibility in Software Defined Network," in *2024 8th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 2024, pp. 603–608. doi: 10.1109/icitisee63424.2024.10729893.
- [9] T. Tamrin, S. Kom., M. Kom, N. Muhaidi, and A. Arifin, "IMPLEMENTASI METODE VLSM (VARIABLE LENGTH SUBNET MASK) PADA PEMETAAN IP ADDRESS LAN (LOCAL AREA NETWORK) DI LAB FAKULTAS SAINT DAN TEKNOLOGI (FST) UNISNU JEPARA," *J. Publ. Tek. Inform.*, 2023, doi: 10.55606/jupti.v1i1.963.
- [10] S. A. A. Naqvi, F. Ashraf, A. Ovais, M. W. Rasheed, A. Asif, and A. Alameri, "Optimizing hybrid network topologies in communication networks through irregularity strength," *Sci. Rep.*, vol. 15, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-05631-8.
- [11] D. Ariyadi, S. Harits, and Suryawan, "Analisis dan Perancangan Jaringan Local Area Network Pada Laboratorium Komputer SMA Negeri 1 Long Iram," *SAFARI J. Pengabd. Masy. Indones.*, 2023, doi: 10.56910/safari.v4i1.1100.
- [12] E. Monika and F. Fitriah, "PERANCANGAN JARINGAN LOCAL AREA NETWORK (LAN) DI SEKOLAH SMK 1 KEPAHANG," *J. Ris. Sist. Inf.*, 2025, doi: 10.69714/r3dz5s66.
- [13] R. Kumar, V. U., and V. Tiwari, "Optimized traffic engineering in Software Defined Wireless Network based IoT (SDWN-IoT): State-of-the-art, research opportunities and challenges," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 49, p. 100572, 2023, doi: 10.1016/j.cosrev.2023.100572.
- [14] A. Kothari, R. Jaiswal, S. Munot, A. Deshpande, and P. More, "Hub based LAN simulation using QualNet," *Procedia Comput. Sci.*, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.12.043.
- [15] A. Narwaria and A. Mazumdar, "Software-Defined Wireless Sensor Network: A Comprehensive Survey," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 215, p. 103636, 2023, doi: 10.1016/j.jnca.2023.103636.
- [16] M. F. Noor and Sofyar, "Optimising OSPF Routing to Improve LAN Network Performance," *J. Teknol. Inf. Univ. Lambung Mangkurat*, 2025, doi: 10.20527/jtiulm.v10i1.467.
- [17] A. Ram and S. Chakraborty, "Analysis of Software-Defined Networking (SDN) Performance in Wired and Wireless Networks Across Various Topologies, Including Single, Linear, and Tree Structures," *Indian J. Inf.*

- Sources Serv.*, 2024, doi: 10.51983/ijiss-2024.14.1.3926.
- [18] D. Rahmat, N. N. Afwa, and M. Febrianti, "INFRASTRUKTUR JARINGAN KOMPUTER BERBASIS CISCO PACKET TRACER DI LABKOM E-18 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUKABUMI," *INFOTECH J.*, 2024, doi: 10.31949/infotech.v10i2.10920.
- [19] F. Mazza, M. Caleffi, and A. Cacciapuoti, "Intra-QLAN Connectivity via Graph States: Beyond the Physical Topology," *IEEE Trans. Netw. Sci. Eng.*, vol. 12, pp. 870–887, 2024, doi: 10.1109/tNSE.2024.3520856.
- [20] F. Mazza, M. Caleffi, and A. Cacciapuoti, "Quantum LAN: On-Demand Network Topology via Two-colorable Graph States," in *2024 International Conference on Quantum Communications, Networking, and Computing (QCNC)*, 2024, pp. 127–134. doi: 10.1109/qcnc62729.2024.00029.
- [21] Z. Zhang, H. Zhang, J. Zhao, and Y. Yin, "A Survey on the Development of Network Protocol Fuzzing Techniques," *Electronics*, 2023, doi: 10.3390/electronics12132904.
- [22] D. Godfrey, B.-S. Suh, B. Lim, K.-C. Lee, and K.-I. Kim, "An Energy-Efficient Routing Protocol with Reinforcement Learning in Software-Defined Wireless Sensor Networks," *Sensors (Basel)*, vol. 23, 2023, doi: 10.3390/s23208435.
- [23] F. Masood, W. U. Khan, M. Alshehri, A. Alsumayt, and J. Ahmad, "Energy efficiency considerations in software-defined wireless body area networks," *Eng. Reports*, vol. 6, 2024, doi: 10.1002/eng2.12841.
- [24] S. Dadkhah, E. Neto, R. Ferreira, R. Molokwu, S. Sadeghi, and A. Ghorbani, "CICIoMT2024: A benchmark dataset for multi-protocol security assessment in IoMT," *Internet Things*, vol. 28, p. 101351, 2024, doi: 10.1016/j.iot.2024.101351.
- [25] Z. Fine and R. Hirschprung, "Mapping Privacy Vulnerabilities in Local Area Network (LAN) Environments," *Sensors (Basel)*, vol. 26, 2026, doi: 10.3390/s26030763.
- [26] J. Buruaga, A. Bugler, J. Brito, V. Martín, and C. Striecks, "Versatile quantum-safe hybrid key exchange and its application to MACsec," *EPJ Quantum Technol.*, vol. 12, 2025, doi: 10.1140/epjqt/s40507-025-00382-x.
- [27] M. O. Akinsanya, C. C. Ekechi, and C. D. Okeke, "VIRTUAL PRIVATE NETWORKS (VPN): A CONCEPTUAL REVIEW OF SECURITY PROTOCOLS AND THEIR APPLICATION IN MODERN NETWORKS," *Eng. Sci. & Technol. J.*, 2024, doi: 10.51594/estj.v5i4.1076.
- [28] B. S. E. Zoraida and G. Indumathi, "A Comparative Study on Software-Defined Network with Traditional Networks," *TEM J.*, 2024, doi: 10.18421/tem131-17.
- [29] F. Veisi, J. Montavont, and F. Theoleyre, "Enabling Centralized Scheduling Using Software Defined Networking in Industrial Wireless Sensor Networks," *IEEE Internet Things J.*, vol. 10, pp. 20675–20685, 2023, doi: 10.1109/jiot.2023.3302994.
- [30] S. H. A. Kazmi, F. Qamar, R. Hassan, K. Nisar, and B. Chowdhry, "Survey on Joint Paradigm of 5G and SDN Emerging Mobile Technologies: Architecture, Security, Challenges and Research Directions," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 130, pp. 2753–2800, 2023, doi: 10.1007/s11277-023-10402-7.
- [31] I. Koulouras, I. Bobotsaris, S. Margariti, E. Stergiou, and C. Stylios, "Assessment of SDN Controllers in Wireless Environment Using a Multi-Criteria Technique," *Inf.*, vol. 14, p. 476, 2023, doi: 10.3390/info14090476.
- [32] B.-S. Wu, N. Funabiki, D. Kong, X. Wang, T. Seto, and Y. Fan, "An Enhanced Active Access-Point Configuration Algorithm Using the Throughput Request Satisfaction Method for an Energy-Efficient Wireless Local-Area Network," *Symmetry (Basel)*, vol. 16, p. 1005, 2024, doi: 10.3390/sym16081005.