

Analisis Perbandingan Protokol Routing Dinamis RIP dan OSPF pada Akses Kelas Virtual Berbasis LAN

Susilo dan Hariyanto

Program Studi Magister Teknologi Informasi, Program Pasca Sarjana, STMIK Jakarta STI&K
Jl. BRI Radio Dalam No.17 1, RT.14/RW.3, Gandaria Utara, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, Jakarta 12140
E-mail: dhimassusilo@gmail.com, hariyanto@staf.jakstik.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji perbandingan dua protokol routing dinamis, yakni *Routing Information Protocol* (RIP) dan *Open Shortest Path First* (OSPF), untuk mengidentifikasi protokol yang paling efektif dalam mendukung akses kelas virtual pada jaringan *Local Area Network* (LAN). Studi ini menggunakan kasus kelas virtual Moodle di SMK PGRI 11 Ciledug, Kota Tangerang. Kinerja kedua protokol dianalisis berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) seperti throughput, delay, packet loss, jitter, serta waktu konvergensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa OSPF memiliki keunggulan dibandingkan RIP, terutama dari segi kecepatan konvergensi dan kualitas layanan yang lebih baik. OSPF mampu menghasilkan throughput yang lebih tinggi, delay yang lebih rendah, serta tingkat *packet loss* dan jitter yang lebih kecil. Oleh karena itu, OSPF dinilai lebih efisien dan stabil dalam mendukung akses kelas virtual. Penelitian ini didapatkan rekomendasi untuk penerapan protokol routing OSPF pada jaringan komputer di lingkungan sekolah.

Kata kunci : *RIP*, *OSPF*, kelas virtual, *LAN*, *QoS*

Pendahuluan

Selama ini, pembangunan jaringan komputer di SMK PGRI 11 Ciledug dilakukan secara bertahap dengan pendekatan reaktif, yang lebih menekankan pada pemenuhan kebutuhan mendesak seperti penambahan fasilitas pembelajaran atau peningkatan jumlah pengguna. Walaupun pendekatan ini memberikan hasil yang memadai dalam jangka pendek, konsekuensinya adalah terbentuknya infrastruktur jaringan yang tidak terintegrasi secara menyeluruh dan terpecah-pecah antar bagian. Akibatnya, hal ini berdampak pada menurunnya kinerja dan efisiensi jaringan secara keseluruhan, sehingga fungsinya tidak dapat dimaksimalkan. Selain itu, situasi ini menimbulkan sejumlah permasalahan, seperti terpisahnya struktur jaringan, kebutuhan akan perangkat tambahan, serta proses konfigurasi manual yang diperlukan saat menghubungkan antar divisi, yang pada akhirnya meningkatkan kompleksitas pengelolaan jaringan. Keterbatasan ini juga berdampak pada rendahnya fleksibilitas jaringan dalam mendukung teknologi pembelajaran modern seperti sistem daring, serta meningkatkan potensi gangguan operasional dan kerentanan teknis. Saat ini, penggunaan jaringan komputer di sekolah masih terbatas pada fungsi-fungsi dasar seperti akses internet dan file sharing, sehingga belum di-

manfaatkan secara optimal untuk mendukung peningkatan mutu pendidikan maupun efisiensi dalam pengelolaan sekolah. Dengan perencanaan pengembangan jaringan yang lebih terarah, infrastruktur yang ada dapat dimanfaatkan untuk menunjang pembelajaran berbasis teknologi seperti Learning Management System (LMS) serta integrasi sistem administrasi, meliputi data siswa, absensi, dan keuangan. Jaringan yang terintegrasi akan meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat distribusi informasi, serta memudahkan pengelolaan perangkat dan pengguna dalam satu sistem yang terkoneksi. Hal ini akan mengurangi kerumitan administratif, meminimalkan risiko kesalahan konfigurasi, dan mendukung produktivitas sekolah terutama dalam pembelajaran daring, administrasi akademik, serta komunikasi internal, adapun kondisi perangkat komputer di sekolah ini ditampilkan pada Tabel 1.

Keadaan komputer yang dijelaskan di atas menggambarkan kondisi perangkat komputer di setiap divisi di sekolah tersebut. Pengembangan jaringan dilakukan tanpa perencanaan yang matang berakibat topologi jaringan yang ada tidak memiliki pola atau aturan yang jelas sehingga struktur jaringan cenderung tidak terorganisir dengan baik dan sulit untuk dikelola dan dioptimalkan. Ketidadaan pola topologi yang jelas juga menyebabkan

koneksi antar divisi menjadi kurang efisien, dengan potensi terjadinya konflik alamat IP, kesalahan konfigurasi dan hambatan dalam integrasi perangkat baru. Dampak yang lain dari jaringan yang tidak terencana sering kali menimbulkan masalah, seperti bottleneck pada lalu lintas data, sulitnya melakukan pemeliharaan, serta meningkatnya risiko gangguan teknis. Kondisi ini menghalangi kinerja jaringan secara keseluruhan dan mengurangi kemampuan sekolah dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung kegiatan pembelajaran serta administrasi secara efisien.

Tabel 1: Keadaan Komputer Sekolah

Nama Ruang	Jumlah Komputer	Keterangan
Ruang Lab KKPI	49	PC Desktop
Ruang Lab TJKT	50	PC Desktop
Ruang Lab Akuntansi	45	Laptop
Ruang Kepala Sekolah	1	PC Desktop
Ruang Wakil	8	PC Desktop
Ruang Kaprog & BKK	4	PC Desktop
Ruang Pembina	4	PC Desktop
Ruang Kelas	18	PC, Perangkat Siswa
Ruang Perpustakaan	2	PC Desktop
Ruang Tata Usaha	4	PC Desktop
Ruang Kolektor SPP	2	PC Desktop
Ruang Guru	50	PC Desktop, Laptop Guru

Protokol Routing

Router adalah perangkat yang menghubungkan jaringan berbeda segmen dan untuk pengaturan pembagian beban lalu lintas pada jaringan[1]. Melalui perangkat ini memungkinkan divisi-divisi di sekolah ini dapat terhubung menjadi satu kesatuan. Kemampuan router dalam menghubungkan berbagai segmen jaringan disebut dengan routing. *Routing* adalah prosedur untuk menghubungkan dua atau lebih jaringan komputer yang berbeda satu sama lainnya agar dapat saling bertukar data dan informasi serta memilihkan jalur paling terbaik agar paket data dapat dikirimkan dengan cepat[2]. *Routing* jaringan merujuk pada kemampuan jaringan komunikasi elektronik untuk mengirimkan unit informasi dari titik A ke titik B dengan menentukan jalur melalui jaringan tersebut, dan melakukannya dengan efisien dan cepat[3]. Protokol *routing* adalah bahasa yang digunakan oleh sebuah router untuk berkomunikasi dengan router lain dalam rangka berbagi informasi mengenai keterjangkauan dan status jaringan. Ini melibatkan prosedur untuk menentukan jalur terbaik berdasarkan informasi keterjangkauan yang tersedia dan mencatat informasi tersebut dalam tabel rute. Untuk memilih jalur terbaik, metrik routing akan diterapkan, yang dihitung menggunakan algoritma routing [4]. Pro-

tolok *routing* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *routing* statis dan routing dinamis. Protokol *routing* statis merupakan pendekatan *routing* yang sangat dasar. Rute pengiriman paket diatur secara manual oleh administrator jaringan, routing ini mempunyai kelemahan dalam penyesuaian jika terjadi perubahan dalam jaringan, routing ini sangat bergantung pada administrator karena setiap perubahan harus dilakukan konfigurasi ulang oleh administrator tersebut. Protokol *routing* dinamis adalah pendekatan *routing* yang lebih canggih dan kompleks. Rute pengiriman pakatnya ditentukan secara otomatis berdasarkan data dari *router* lain[5]. Perbandingan antara *routing* statis dan *routing* dinamis tampak seperti pada Tabel 2.

Tabel 2: Perbandingan Routing Statis & Dinamis

Aspek	Routing Statis	Routing Dinamis
Keamanan	Lebih Aman	Kurang aman
Biaya	Tidak Membutuhkan Biaya yang besar	Membutuhkan biaya perawatan yang besar
Penyimpanan	Tidak Membutuhkan RAM yang besar	Membutuhkan RAM yang besar
Skalabilitas	Cocok untuk jaringan dengan skala kecil	Cocok untuk jaringan dengan skala besar
Fleksibilitas	Konfigurasi Manual dan kurang efektif	Konfigurasi Otomatis dan efektif
Kemudahan	Harus dilakukan manual satu kerusakan berdampak ke yang lainnya	Serba otomatis dan satu kerusakan tidak mempengaruhi ke yang lainnya

Routing statis dari segi keamanan, biaya dan *source* yang dibutuhkan memang memiliki kelebihan dibandingkan dengan routing dinamis, namun routing dinamis memberikan keunggulan pada aspek skalabilitas dengan mampu menangani jaringan dengan skala yang besar memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam konfigurasi dan implementasi.

Routing Information Protocol (RIP)

Protokol routing dinamis yang menggunakan algoritma *distance vector*, salah satunya adalah algoritma *Bellman-Ford*. Algoritma ini diperkenalkan pada tahun 1969 dan menjadi algoritma *routing* pertama yang diimplementasikan dalam jaringan ARPANET. Versi awal dari protokol routing ini dikembangkan oleh Xerox PARC's PARC Universal Packet Internetworking dengan nama Gateway Internet Protocol, yang kemudian diganti menjadi *Router Information Protocol (RIP)*. Xerox Network Services mengembangkan RIP yang menggunakan algoritma *distance vector* untuk mengukur jumlah hop (*count hop*) sebagai metrik *routing*, dengan batas maksimal 15 hop. Setiap *routing* RIP secara berkala bertukar informasi routing dengan router lain setiap 30 detik. melalui UDP port 520. RIP memperbarui tabel routingsnya setiap 30 detik, meskipun hal ini dapat menyebabkan penggunaan *bandwidth* berlebih, terutama pada jaringan

besar. RIP merupakan protokol *routing* yang sederhana dan paling mudah untuk dikonfigurasi, serta cocok digunakan terutama pada jaringan berukuran kecil hingga menengah[6]. Keunggulannya meliputi kemudahan implementasi, kompatibilitas yang luas, dan konvergensi yang sederhana pada topologi yang tidak rumit. Namun, RIP memiliki beberapa keterbatasan, seperti skalabilitas yang terbatas (hanya mendukung hingga 15 hop), Waktu konvergensi yang lambat dan tingginya volume lalu lintas akibat pembaruan *routing* yang dilakukan setiap 30 detik. Selain itu, RIP versi pertama tidak mendukung *Variable Length Subnet Mask* (VLSM), sehingga kurang fleksibel dalam pembagian subnet[7]. Karena keterbatasan ini, RIP kini sering digantikan oleh protokol yang lebih canggih seperti OSPF atau EIGRP untuk jaringan yang lebih besar atau yang membutuhkan performa lebih optimal.

Open Shortest Path First (OSPF)

Protokol *Open Shortest Path First* (OSPF) adalah protokol *routing Link-State* yang membagikan informasi jaringan lengkap dengan router tetangga OSPF lainnya. Router kemudian menghitung jalur terbaik menggunakan proses *Shortest Path First* (SPF) yang didasarkan pada algoritma Dijkstra. Nilai *Administrative Distance* (AD) default untuk OSPF adalah 110. Dalam perhitungannya, OSPF menggunakan *bandwidth* dari antarmuka sebagai parameter utama untuk menentukan biaya atau metrik jalur. Semakin tinggi *bandwidth*, semakin baik jalur tersebut. Metrik (biaya) dalam OSPF berbanding terbalik dengan *bandwidth*, artinya semakin tinggi *bandwidth* suatu jalur, maka semakin rendah nilai metriknya. Seperti pada umumnya, jalur dengan biaya terendah akan dipilih sebagai jalur terbaik dalam proses *routing*. OSPF bekerja dengan mengirimkan Hello Packet guna membentuk serta menjaga koneksi antar-router. Setelah hubungan antar-router terbentuk, setiap router dalam protokol OSPF (*Open Shortest Path First*) memberikan informasi tentang status koneksi jaringannya melalui *Link-State Advertisements* (LSA). Informasi ini kemudian disebarkan ke seluruh jaringan dan digunakan untuk membentuk *Link-State Database* (LSDB). LSDB ini mencerminkan struktur topologi jaringan secara menyeluruh dan identik di setiap router dalam area yang sama, memungkinkan setiap router untuk menghitung jalur terbaik menggunakan algoritma Dijkstra. Berdasarkan LSDB ini OSPF menggunakan algoritma Dijkstra untuk menghitung jalur terbaik[8]. Jika terjadi perubahan pada topologi jaringan, router segera mengirimkan pembaruan, sehingga proses konvergensi berlangsung dengan cepat. Keandalan dan kemampuan OSPF dalam menyesuaikan diri menjadikannya ideal untuk jaringan skala besar yang membutuhkan kinerja dan stabilitas tinggi[9]. OSPF unggul sebagai protokol *routing* untuk jaringan besar karena memi-

liki kecepatan konvergensi yang tinggi, mendukung penggunaan VLSM dan CIDR, serta tidak dibatasi oleh jumlah hop. Dengan struktur hierarki berbasis area, OSPF mampu membagi jaringan berskala besar menjadi beberapa segmen yang lebih kecil, sehingga dapat menurunkan beban lalu lintas *routing* dan memperkecil ukuran tabel *routing*. Namun, OSPF memiliki kekurangan berupa kompleksitas konfigurasi, kebutuhan sumber daya tinggi, dan beban jaringan yang meningkat saat terjadi perubahan topologi besar. OSPF bekerja dengan membagi jaringan besar menjadi area-area sehingga memudahkan untuk administrasi dan pemeliharaan, dengan pembagian area maka koneksi antar jaringan menjadi lebih efektif. Protokol OSPF lebih cocok untuk jaringan besar dan kompleks, tetapi kurang efisien untuk jaringan kecil atau dengan sumber daya terbatas[10]. Perbandingan antara protokol RIP dan OSPF seperti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3: Perbandingan antara RIP dan OSPF

Aspek	RIP		OSPF
	RIP v1	RIP v2	
Kecepatan Konvergensi	Lambat		Cepat
Skalabilitas - Ukuran Jaringan	Kecil		Besar
Penggunaan VLSM	Tidak	ya	ya
Routing	Classfull	Classless	Classless
Administrative Distance	120		110
Autentikasi	no	MD5	MD5
Protokol	UDP		IP
Jenis Protokol	Distance Vector		Link State
Transmisi	Broadcast	Multicast	Multicast
Standar	Open		Open
Matrik	Hop Count		Bandwidth/Delay
Penggunaan Sumber Daya	Rendah		Tinggi
Implementasi	Simpel		Komplek
Algoritma	Bellman-ford		Dijkstra
Pemilihan Jalur	Hop based		Shortest Path

Walapun RIP dan OSPF keduanya termasuk dalam protokol *routing* dinamis namun nampak perbedaan dalam beberapa aspek salah satunya adalah pada *administrative distance*. *Administrative Distance* dalam *routing* merujuk pada metrik yang digunakan oleh protokol *routing* untuk menentukan jalur terbaik dalam mengirimkan paket data. Metrik ini sering kali diukur berdasarkan jarak atau *cost* tertentu, seperti jumlah *hop* (jumlah perangkat jaringan yang dilewati), waktu delay, atau kapasitas jalur komunikasi. Protokol *routing* seperti *Distance Vector Routing Protocol* (misalnya RIP) menggunakan pendekatan ini dengan cara menghitung jarak (dalam bentuk *hop*) dari satu router ke router lainnya. Setiap router hanya menyimpan informasi mengenai router di sekitarnya dan melakukan pembaruan pada tabel *routing* berdasarkan data yang diterima[11].

Kelas Virtual

Kelas virtual merupakan proses kegiatan belajar mengajar dengan perantara teknologi. Kelas Vir-

tual dapat digunakan untuk menunjang pembelajaran konvensional (tatap muka) dan juga digunakan untuk pembelajaran jarak jauh[12]. Moodle adalah salah satu *framework open-source* yang banyak digunakan untuk membangun kelas virtual. Moodle menyediakan fitur lengkap untuk membuat dan mengelola pembelajaran berbasis jaringan, termasuk pembuatan materi pembelajaran, ujian, kuis, forum diskusi, dan penilaian. Platform ini mendukung berbagai jenis media, seperti teks, video, dan audio, yang mempermudah pengajaran dan pemahaman materi oleh siswa. Moodle dilengkapi dengan fitur pemantauan yang memungkinkan pengajar memantau perkembangan siswa secara langsung, serta menyajikan umpan balik yang lebih sistematis dan teratur dengan kemampuannya untuk diubah dan dikustomisasi sesuai dengan kebutuhan pengguna, moodle adalah salah satu Learning Management System (LMS) yang bersifat *open source* dan mudah digunakan[13]. Instalasi Moodle pada Ubuntu Server merupakan langkah strategis untuk membangun lingkungan pembelajaran daring yang stabil dan fleksibel. Ubuntu Server mempunyai kestabilan dan keamanan yang tinggi, menjadi pilihan ideal untuk menjalankan aplikasi berbasis *web* seperti Moodle. Pemasangannya diawali dengan menyiapkan Server, melakukan instalasi sistem operasi pada server, setelahnya dilakukan pengaturan *web server* seperti Apache atau Nginx, pemasangan dan konfigurasi database seperti MySQL atau MariaDb, dan yang terakhir instalasi Moodle sebagai platform utamanya. Dengan memanfaatkan kombinasi ini, institusi pendidikan dapat menyediakan akses belajar yang efisien dan dapat diakses kapan saja oleh peserta didik, mendukung pembelajaran kolaboratif dan interaktif dalam jaringan lokal maupun berbasis internet[14]. Kebutuhan aplikasi untuk membangun kelas virtual berbasis Moodle terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Kebutuhan Membangun Kelas Virtual

Kebutuhan Software	Nama Software
Sistem Operasi	Ubuntu Server
Web Server	Apache / Nginx
Database	MariaDb, MySQL, Percona
Framework	Moodle
Web Programing	PHP 8.0

Spesifikasi diatas tidaknya menjadi standar baku untuk instalasi moodle bisa juga menggunakan versi dibawah atau versi yang lebih baru disesuaikan dengan kebutuhan dan *resource server*.

Quality of Service (QoS) & Waktu Konvergensi

Kinerja protokol *routing* diukur dalam beberapa parameter diantaranya yang berbasis *Quality of*

Service (QoS) memainkan peran krusial dalam menganalisis dan membandingkan protokol routing RIP dan OSPF guna menentukan mana yang lebih efisien dalam proses pengiriman data. *Quality of Service* (QoS) pada jaringan dapat dianalisis melalui sejumlah parameter penting, seperti kecepatan aliran data (*throughput*), waktu tunda (*delay*), fluktuasi waktu tunda (*jitter*), serta kehilangan paket data (*packet loss*). Untuk melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter tersebut, umumnya digunakan aplikasi bantu seperti ping dan iperf yang menyediakan data kuantitatif terkait kinerja jaringan secara menyeluruh. Ping sendiri merupakan utilitas jaringan yang berfungsi sebagai alat diagnostik, yang digunakan untuk menguji keterjangkauan suatu host dalam jaringan serta mengukur waktu respons komunikasi data dan untuk menguji tingkat keterjangkauan host dalam jaringan *Internet Protocol*[15]. Utilitas ini bekerja dengan mengirimkan paket ICMP *Echo Request* ke alamat IP atau *hostname* tertentu, dan menunggu respon berupa *Echo Reply*. *Round-trip time* (RTT) diartikan sebagai durasi total yang diperlukan oleh sebuah paket data untuk mencapai host tujuan dan kembali ke perangkat pengirim. Parameter ini berperan signifikan dalam menilai tingkat keterlambatan (*latency*) jaringan, sekaligus memberikan gambaran menyeluruh mengenai stabilitas dan kualitas konektivitas antar perangkat dalam suatu infrastruktur jaringan antara perangkat pengirim dan host yang dituju[16]. Iperf adalah perangkat lunak yang banyak digunakan di lingkungan ilmiah dan industri untuk melakukan pengukuran kinerja jaringan. Iperf merupakan alat yang dapat mengukur berbagai parameter performa jaringan, termasuk kecepatan transfer data (*bandwidth*), *throughput*, dan *latency*[17]. Indeks pengukuran QoS seperti tampak pada Tabel 5.

Tabel 5: Indeks Pengukuran QoS

Indeks	Throughput	Delay	Jitter	Packet Loss
Sangat Memuaskan	100 %	< 150 m/s	0 m/s	0 - 2 %
Memuaskan	75 %	150 m/s – 300 m/s	0 m/s – 75 m/s	3 - 14 %
Sedang	50 %	300 m/s – 450 m/s	75 m/s – 125 m/s	12 - 24 %
Jelek	25 %	> 450 m/s	125 m/s – 225 m/s	> 25 %

Tabel 5 menjelaskan bagaimana nilai QoS terhadap kualitas dari jaringan komputer, namun selain itu juga ada parameter lain yang juga berpengaruh terhadap kualitas layanan jaringan, parameter itu adalah waktu konvergensi. Dalam sistem routing jaringan, konvergensi mengacu pada tahapan di mana router memperoleh, memverifikasi, dan menyajikan informasi mengenai struktur dan kondisi jaringan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap *router* memiliki pemahaman yang konsisten terhadap seluruh topologi jaringan, setelah itu *router* melakukan pembaruan pada tabel

routing agar keputusan pengiriman paket data menjadi lebih efisien dan akurat. Kecepatan konvergensi sangat penting dalam menjaga kestabilan jaringan, terutama ketika terjadi perubahan seperti putusnya koneksi, penambahan link serta pergantian jalur. Proses ini berlanjut dengan pembaruan tabel routing agar setiap *router* memiliki informasi rute yang akurat. Kecepatan konvergensi sangat berpengaruh terhadap stabilitas dan keandalan jaringan, terutama dalam menghadapi perubahan topologi seperti kegagalan link atau penambahan perangkat baru. Konvergensi dapat terjadi apabila ada penambahan router atau juga bisa terjadi karena *link failure*, perubahan mengakibatkan setiap *router* melakukan algoritma routing sendiri, untuk menghitung *metric* dan melakukan *update routing table* yang baru berdasarkan informasi terbaru. Untuk mengukur waktu konvergensi bisa dilakukan dengan menggunakan skenario *failover convergence* yaitu dengan mematikan jalur utama atau *bestpath* yang sedang berjalan, kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan untuk network mencapai konvergensi[18].

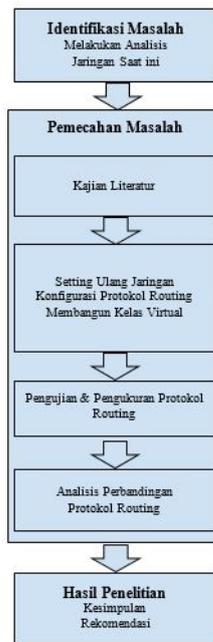
Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah mengevaluasi berbagai protokol routing untuk menilai pengaruhnya terhadap kinerja jaringan, misalnya penelitian yang dilakukan oleh Nuur Wachid Abdul Majid, mengonfirmasi bahwa OSPF memiliki efisiensi waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan RIP. Selain itu, hasilnya menunjukkan bahwa protokol routing OSPF dapat digunakan untuk memantau jaringan komputer secara real-time melalui paket data yang berhasil dikirim dan waktu transmisi data dengan biaya transmisi yang lebih rendah, selain itu OSPF memberikan throughput maksimum, penundaan antrian yang paling moderat, dan cocok untuk jaringan yang lebih luas[19]. Anusuya dan Baulkani dalam jurnal penelitiannya yang berjudul "*Performance Analysis of Routing Protocols RIP, OSPF and EIGRP*", menemukan bahwa RIP memberikan nilai throughput yang tinggi pada jaringan berukuran kecil dan menengah tetapi memiliki waktu konvergensi yang lambat pada jaringan besar yaitu untuk jaringan dengan lebih dari 15 hop bila dibandingkan OSPF. OSPF adalah protokol terbuka standar dengan kemampuan mengelola jaringan besar, namun kelemahannya adalah bergantung pada algoritma kompleks, sehingga membutuhkan waktu konvergensi yang lama[20], selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Abdulbaset Albaour dan Yousef Abu-

rawi dari Universitas Misurata, Libya diketahui bahwa EIGRP memiliki throughput yang lebih cepat dibandingkan RIP, sementara OSPF memiliki throughput tercepat di antara ketiganya di semua tahap. RIP memiliki penundaan antrian (*queuing delay*) lebih tinggi dibandingkan OSPF, selain itu OSPF memiliki waktu konvergensi yang lebih cepat dibandingkan RIP[21]. Penelitian selanjutnya oleh Zakariyya Abubakar Yau dan Dr. Kuruvikulam Chandrasekaran Arun dari *School of Technology Asia Pacific University of Technology & Innovation (APU)* Kuala Lumpur, Malaysia dalam jurnalnya yang berjudul "*Comparative performance evaluation of RIP with OSPF routing protocol*", menemukan bahwa RIP, yang merupakan protokol routing berbasis "*distance vector*," menentukan jalur terbaik, sedangkan OSPF, yang berbasis "*link state*," menentukan jalur terpendek pertama. Metrik kinerja yang dievaluasi meliputi throughput dan delay. Simulasi menunjukkan bahwa OSPF mengungguli RIP pada koneksi LAN kabel melalui throughput yang lebih efisien dan penundaan paket yang lebih rendah dalam jaringan, berkat penyesuaian link dan cakupan, Namun, jika RIP diterapkan pada jumlah node yang terbatas, kinerjanya lebih baik daripada OSPF. Perintah ping dan traceroute digunakan untuk mendapatkan waktu rata-rata, dan berdasarkan hasil yang diperoleh, OSPF lebih cepat dibandingkan dengan RIP[22]. Penelitian yang dilakukan oleh D. Bibi dan kawan-kawan yang tertuang dalam *Journal of Applied Science and Information Technology* menemukan bahwa jaringan RIP umumnya lebih cepat daripada jaringan OSPF. Selain itu, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa variasi waktu perjalanan bolak-balik untuk RIP dan OSPF menjadi lebih mencolok seiring dengan bandwidth yang tersedia namun TTL yang ditetapkan sebelum komunikasi sinyal tetap sama untuk setiap bandwidth dan saluran yang dipertimbangkan[23]. Walaupun hasil penelitiannya berbeda dengan penelitian yang serupa dengannya mungkin karena ada perbedaan parameter dan indikator yang digunakan.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini menjelaskan bagaimana langkah-langkah penelitian ini dilakukan. Tahapan ini penting karena memberikan alur yang dapat dijadikan pedoman dalam membuat analisa perbandingan protokol routing RIP dan OSPF terhadap akses kelas virtual. Tahapan penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1: Tahapan Penelitian

Setiap tahapan penelitian memiliki peran yang sangat penting untuk memastikan bahwa penelitian ini dilakukan secara terstruktur, terorganisir, dan dapat menghasilkan data yang valid dan bermanfaat. Adapun penjelasan dari tahapan di atas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan terhadap kondisi jaringan yang ada di sekolah, yang mencakup pemetaan topologi jaringan serta identifikasi spesifikasi perangkat dan teknologi yang diterapkan. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap masalah-masalah yang terjadi dalam jaringan komputer tersebut. Setelah itu, dilakukan pemilihan protokol routing yang akan dibandingkan dan diuji kinerjanya, yaitu RIP dan OSPF.

2. Pemecahan Masalah

(a) Kajian Literatur

Kajian literatur dalam penelitian ini bertujuan untuk menelaah hasil-hasil penelitian sebelumnya, memperjelas pemahaman tentang konsep-konsep dan teori yang relevan, serta mengidentifikasi area-area yang masih memiliki kekosongan penelitian untuk dijawab lebih lanjut. Selain itu, kajian ini membantu dalam perumusan kerangka pemikiran, memperkuat argumen penelitian, dan menentukan metode yang tepat. Kajian literatur diperlukan untuk memahami kinerja kedua protokol

yaitu RIP dan OSPF, menganalisis studi perbandingan sebelumnya, dan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi khususnya efisiensi jaringan dalam implementasi kelas virtual berbasis Moodle.

(b) Setting Ulang Jaringan, Konfigurasi Protokol Routing & Membangun Kelas Virtual

Jaringan dikembangkan kembali dengan menambahkan perangkat router. Setelah itu, protokol routing yang sesuai diterapkan untuk memastikan jalur komunikasi data berjalan secara optimal. Langkah ini juga mencakup pembangunan sistem kelas virtual sebagai bagian dari infrastruktur pembelajaran daring yang dirancang. Penambahan router tujuannya untuk menghubungkan jaringan yang terfragmentasi menjadi satu kesatuan. Proses konfigurasi ulang jaringan diawali dengan menambahkan perangkat router pada setiap divisi, setelah perangkat terpasang selanjutnya adalah membuat link antar router pada semua divisi sehingga perangkat router terhubung secara fisik, adapun secara logic adalah melakukan konfigurasi protokol routing pada setiap perangkat router. Kelas virtual dibangun menggunakan platform Moodle. Server disediakan untuk membangun kelas virtual menggunakan teknologi virtualisasi pada perangkat server fisik. Teknologi virtualisasi menggunakan Proxmox Virtual Environment.

(c) Pengujian & Pengukuran Protokol Routing

Setelah selesai melakukan konfigurasi jaringan selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kedua protokol routing yang sudah diimplementasikan. Pengujian dilakukan sebagai bentuk verifikasi terhadap keberhasilan implementasi protokol routing pada seluruh perangkat jaringan. Selain itu, tahap ini juga berfungsi untuk menguji integritas konektivitas antar *node*, guna memastikan bahwa setiap komponen jaringan mampu melakukan pertukaran data secara optimal. Pengukuran kinerja meliputi QoS dan Waktu Konvergensi menggunakan *tools iPerf* dan *Ping*. *Iperf* dipasang pada server dan client sedangkan ping adalah *tools* bawaan dari sistem operasi. Penilaian terhadap efisiensi protokol routing dilaksanakan dengan mensimulasikan tiga tingkat beban kerja pada server, yang merepresentasikan kondisi penggunaan rendah, sedang, dan tinggi. Variasi beban ini dirancang berdasarkan jumlah permintaan akses dari pengguna terhadap sistem pembelajaran daring, serta kompleksitas data yang dikonsumsi selama sesi berlangsung. Klasifikasi beban tersebut disesuaikan dengan intensitas permintaan akses oleh pengguna serta kompleksitas layanan yang disediakan oleh *server* kelas virtual. Kategori beban ditentukan berdasarkan intensitas jumlah pengguna yang mengakses layanan kelas virtual serta kompleksitas konten yang disajikan. Prosedur pengukuran dilakukan secara berulang pada masing-masing skenario untuk memastikan konsistensi hasil. Seluruh hasil pengukuran yang telah dikumpulkan diolah melalui proses perhitungan nilai rerata, dengan tujuan memperoleh gambaran performa protokol routing secara menyeluruh dan representatif terhadap kondisi pengujian yang dilakukan.

(d) Analisis Perbandingan Protokol Routing

Penelitian ini difokuskan pada analisis performa protokol routing dengan menitikberatkan pada dua parameter utama, yaitu kualitas layanan jaringan (*Quality of Service*) serta durasi proses konvergensi sebagai indikator efisiensi protokol. Analisis meliputi kecepatan data yang ditransmisikan dari sumber menuju tujuan, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan, jumlah data yang hilang selama transmisi, fluktuasi dalam waktu pengiriman data dan kecepatan

protokol memperbarui tabel *routing*. Data kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik untuk dianalisis. Analisis ini bertujuan untuk menjelaskan kondisi-kondisi tertentu yang menyebabkan satu protokol lebih unggul dibandingkan protokol lainnya dalam skenario pengujian yang spesifik.

3. Hasil Penelitian, Kesimpulan dan Rekomendasi

Tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah pemaparan hasil yang telah diperoleh selama pelaksanaan penelitian. Pada tahap ini, data yang telah diperoleh dianalisis secara terstruktur untuk menghasilkan temuan-temuan yang sesuai dengan fokus dan tujuan penelitian. Hasil yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk uraian yang jelas dan terstruktur, sehingga dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai fenomena yang diteliti. Selain itu, pemaparan hasil ini juga bertujuan untuk menginterpretasikan temuan penelitian serta membandingkannya dengan teori atau penelitian sebelumnya. Dengan demikian, tahap ini menjadi bagian yang sangat penting dalam penelitian karena dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan beberapa rekomendasi dalam penerapan praktis di lapangan.

Tahapan ini dirancang untuk menjamin kelancaran jalannya penelitian, serta menghasilkan data yang komprehensif dan analisis yang sah mengenai kinerja kedua protokol routing yang diuji.

Hasil dan Pembahasan

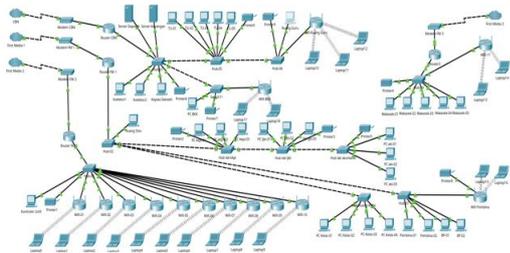
Keadaan Jaringan Komputer

Berdiri pada tahun 1978, SMK PGRI 11 Ciledug terus berkembang dan kini memiliki empat jurusan keahlian. Dengan jumlah siswa sekitar 1.698 dan 80 guru, sekolah ini menerapkan sistem pembelajaran dua shift guna mengakomodasi seluruh peserta didik. Penelitian dilakukan di Sekolah ini karena sekolah ini memiliki sumber daya dan perangkat komputer yang memadai juga fokus sekolah pada bidang TIK, khususnya program Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, memungkinkan kolaborasi dengan guru dan siswa. Perangkat komputer yang dimiliki sekolah ini tampak pada Tabel 6.

Tabel 6: Keadaan Komputer Sekolah

Nama Ruang	Jumlah Komputer	Keterangan
Ruang Lab KKPI	49	PC Desktop
Ruang Lab TJKT	50	PC Desktop
Ruang Lab Akuntansi	45	Laptop
Ruang Kepala Sekolah	1	PC Desktop
Ruang Wakil	8	PC Desktop
Ruang Kaprog & BKK	4	PC Desktop
Ruang Pembina	4	PC Desktop
Ruang Kelas	18	PC, Perangkat Siswa
Ruang Perpustakaan	2	PC Desktop
Ruang Tata Usaha	4	PC Desktop
Ruang Kolektor SPP	2	PC Desktop
Ruang Guru	50	PC Desktop, Laptop Guru

Topologi jaringan komputer di SMK PGRI 11 Ciledug saat ini mengadopsi struktur yang terbagi ke dalam beberapa segmen, di mana setiap divisi memiliki jaringan lokalnya masing-masing yang saling terpisah. Gambaran umum topologi jaringan disekolah ini seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 2: Topologi Saat ini

Konfigurasi Ulang Jaringan

Konfigurasi ulang jaringan di SMK PGRI 11 Ciledug dilakukan sebagai langkah strategis untuk mengatasi permasalahan jaringan yang masih terfragmentasi, serta untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan jaringan yang ada. Oleh karena itu, salah satu langkah utama yang diambil adalah penambahan perangkat router yang berfungsi sebagai pusat pengelolaan jaringan. Dengan penambahan router MikroTik, sekolah dapat menghubungkan berbagai segmen jaringan yang sebelumnya terpisah. Spesifikasi router MikroTik yang ditambahkan tampak seperti Tabel 7.

Tabel 7: Spesifikasi Router Mikrotik

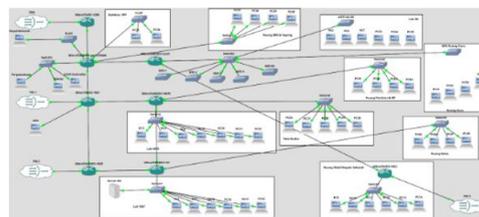
Nama Router	Spesifikasi
Router Utama	Mikrotik RB450 GX4 - 716 MHz Quad Core CPU, 1 GB DDR RAM, 512MB NAND Storage
Router Unifi	Mikrotik RB951Ui2hnd - AR9344 600MHz CPU, 128 MB RAM, 128 MB NAND Storage
Router KV, KKPI, FM 01, FM 02, FM 03	Mikrotik RB951-2nd - QCA9531-BL3A- FM 01, FM 02, FM R 650MHz CPU, 64MB RAM, 16 MB NAND Storage

Router utama mempunyai spesifikasi yang paling tinggi dikarenakan bertugas sebagai gateway dari ISP utama di sekolah, selain itu router tersebut juga menangani port forwarding dan vpn server. Router utama juga terintegrasi dengan IP Publik dari ISP utama, sedangkan untuk router yang menangani jaringan laboratorium komputer dan wireless menggunakan mikrotik RB 950 series. Penambahan perangkat ini diharapkan mampu mendukung kolaborasi antar divisi, meningkatkan efisiensi operasional, dan mempercepat proses kerja dalam lingkungan sekolah. Perangkat router yang digunakan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3: Router Mikrotik

Konfigurasi jaringan di sekolah ini diawali dengan pemasangan router sebagai langkah strategis untuk mengintegrasikan divisi-divisi yang sebelumnya terfragmentasi. *Router-router* tersebut dirancang untuk membangun koneksi yang lebih terstruktur, memungkinkan komunikasi data antar divisi berjalan lebih lancar dan efisien. Setiap router dihubungkan melalui sejumlah link yang dirancang sesuai kebutuhan jaringan, di mana *link* tersebut berfungsi sebagai jalur utama untuk pertukaran data, serta dilengkapi dengan *link* cadangan yang berperan penting dalam menjaga kestabilan koneksi jika terjadi gangguan pada *link* utama. Penambahan *router* dan *link* ini tidak hanya meningkatkan fleksibilitas jaringan, tetapi juga memunculkan topologi baru yang lebih kompleks dan efisien, seperti tampak pada Gambar 4.



Gambar 4: Topologi Baru

Membangun Kelas Virtual

Pembangunan kelas virtual di SMK PGRI 11 Ciledug memerlukan perangkat server untuk menjalankan sistem. Server yang digunakan memiliki

fungsi utama sebagai pusat penyimpanan data pembelajaran, pengelolaan akses pengguna, serta menjalankan *platform Moodle*. Dukungan server dengan performa tinggi memastikan koneksi tetap stabil dan aman bagi siswa maupun guru. Di samping itu, server juga berperan dalam menjaga integritas data, menjamin keamanan informasi, dan menyediakan sistem backup sebagai langkah antisipasi terhadap potensi kehilangan data. Ketersediaan infrastruktur ini sangat krusial, khususnya saat lonjakan trafik terjadi pada jam padat penggunaan. Server ini yang akan menyediakan sumber daya bersama yang akan diakses berbarengan antara guru dan siswa. Server fisik yang digunakan untuk membangun kelas virtual seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5: Server Kelas Virtual

Server disekolah ini menggunakan server *rack-mount* yang terpasang pada rak server bersama dengan perangkat switch untuk pembagian akses kepada pengguna. Server ini melayani guru dan siswa yang jumlahnya lebih dari 1600 pengguna sehingga membutuhkan kapasitas dan sumber daya yang besar. Server harus stabil untuk koneksi jaringan secara berkelanjutan. Komponen utama meliputi prosesor berkinerja tinggi untuk eksekusi proses paralel, RAM berkapasitas besar untuk efisiensi *multitasking* dan *cache* data, serta media penyimpanan yang memadai untuk menampung seluruh data penting dan aplikasi yang berjalan di dalam sistem. Selain itu, konektivitas jaringan yang handal menjadi prioritas untuk memastikan akses yang lancar dan meminimalisasi gangguan ke sistem kelas virtual berbasis *Moodle*. Spesifikasi detail dari server fisik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8: Spesifikasi Server

Komponen	Kapasitas / Keterangan
Server	Hp Proliant Server DL20 Gen 10
Prosesor	Intel Xeon® E-2236 CPU #3.40 GHZ x 12 Thread
Memory / RAM	64 GiB
Storage Disk	1TB SAS
Os Name	Debian 12

Kelas virtual di SMK PGRI 11 Ciledug tidak dipasang langsung pada server fisik, melainkan dilakukan melalui virtualisasi menggunakan Proxmox

Virtual Environment. Alasan menggunakan proxmox adalah agar dapat mengelola beberapa server virtual dalam satu infrastruktur fisik yang efisien. Proxmox menyediakan lingkungan virtualisasi yang memungkinkan pengalokasian sumber daya secara fleksibel dan terkontrol, seperti CPU, RAM, dan penyimpanan, ke mesin virtual sesuai dengan kebutuhan spesifik dari kelas virtual yang akan memberikan keuntungan efisiensi biaya dan manajemen karena penggunaan server fisik dapat dimaksimalkan untuk mendukung berbagai aplikasi yang berjalan secara virtual. Selain itu, dengan virtualisasi, sekolah dapat dengan mudah menambah atau mengurangi jumlah mesin virtual sesuai dengan permintaan, memungkinkan skalabilitas dan kemudahan dalam penyesuaian kapasitas jaringan dan layanan. Setelah proses instalasi Moodle selesai, langkah berikutnya adalah melakukan konfigurasi awal untuk memastikan sistem dapat digunakan secara optimal sesuai kebutuhan. Tampilan kelas virtual terlihat seperti Gambar 6.



Gambar 6: Halaman Login Kelas Virtual

Konfigurasi Protokol *Routing*

Konfigurasi protokol routing dilakukan setelah semua perangkat router mendapatkan alokasi IP *Address*. Pertama *router* dilakukan konfigurasi protokol RIP kemudian diikuti oleh pengujian kualitas layanan QoS dan pengukuran waktu konvergensi, setelah konfigurasi RIP selesai dilakukan selanjutnya dilakukan pengukuran kinerja protokol tersebut. Setelah selesai rangkaian pengukuran dan didapatkan hasil selanjutnya dilakukan konfigurasi OSPF dengan pengujian yang sama seperti sebelumnya. Konfigurasi protokol *routing* terlihat seperti Gambar 7.



Gambar 7: Konfigurasi Protokol *Routing*

Konfigurasi *Tools* Pengukuran Kinerja

Pengukuran dilakukan untuk membandingkan kinerja protokol routing RIP dan OSPF dalam mendukung akses kelas virtual. Pengukuran dilakukan dengan *tools ping* dan *iperf*. *Ping* tersedia secara bawaan di hampir semua sistem operasi, seperti *Windows*, *Linux*, dan *macOS*, sehingga pengguna tidak perlu melakukan instalasi tambahan untuk menggunakannya. Perintah *ping* bekerja menggunakan protokol ICMP (*Internet Control Message Protocol*) dan tidak menggunakan nomor port seperti pada protokol TCP atau UDP. ICMP merupakan protokol yang digunakan untuk mengirimkan pesan kontrol, seperti pemberitahuan kesalahan atau status koneksi antar perangkat jaringan. Ketika perintah *ping* dijalankan, komputer akan mengirimkan paket ICMP *Echo Request* ke alamat tujuan dan menunggu balasan berupa ICMP *Echo Reply*. Karena ICMP bukan protokol berbasis koneksi, maka tidak memerlukan port untuk komunikasi, sehingga perintah *ping* bekerja tanpa melibatkan port tertentu. *iPerf* digunakan untuk mengukur throughput dan jitter, dengan tingkat presisi yang tinggi. *iPerf* memberikan kemampuan untuk melakukan simulasi transmisi data dalam berbagai kondisi jaringan, seperti fluktuasi beban dan tingkat latensi tertentu. Melalui pengujian ini, efektivitas protokol RIP dan OSPF dalam menangani transfer data dapat dinilai. Pemasangan *iPerf* di *server* seperti Gambar 8.

```

suse10server-iv:~$ sudo apt update
[sudo] password for susilo:
Get:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu jammy-security InRelease [129 kB]
Hit:2 https://ppa.launchpadcontent.net/ondrej/php/ubuntu jammy InRelease
Hit:3 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy InRelease
Get:4 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates InRelease [128 kB]
Get:5 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-backports InRelease [127 kB]
Get:6 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates/main amd64 Packages [219
2 kB]
Get:7 http://security.ubuntu.com/ubuntu jammy-security/universe amd64 Packages [
398 kB]
Get:8 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates/main Translation-en [374
kB]
Get:9 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates/universe amd64 Packages [1188
kB]
Get:10 http://id.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates/universe Translation-en [1288
kB]
Fetched 3370 kB in 34s (387 kB/s)
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
24 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
suse10server-iv:~$ sudo apt install iperf3 -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
iperf3 is already the newest version (3.9-1-deb11u1build09.22.04.1).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 24 not upgraded.
    
```

Gambar 8: Pemasangan *iPerf* di *Server*

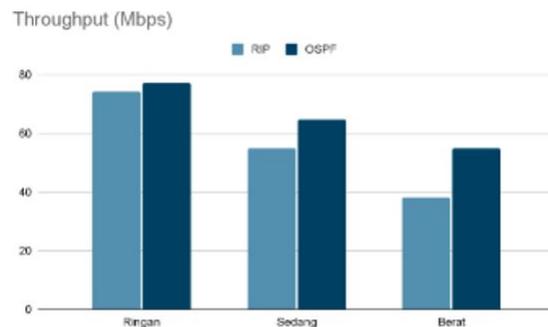
Hasil Pengukuran

Pengukuran pertama yang dilakukan adalah pengukuran *throughput*, yang mengukur kemampuan jaringan dalam mentransfer data dalam unit waktu tertentu. Pengukuran *throughput* akan mencatat kecepatan transfer data antara perangkat yang terhubung melalui jaringan. Hasil pengukuran *throughput* tampak seperti Tabel 9.

Tabel 9: Pengukuran *Throughput*

Divisi	RIP Throughput			OSPF Throughput		
	ringan (Mbps)	sedang (Mbps)	berat (Mbps)	ringan (Mbps)	sedang (Mbps)	berat (Mbps)
Lab TJKT	94.9	76.4	55.5	95.8	85.6	75.4
Lab KKPI	94.6	75.3	54.6	94.8	85.2	74.8
Lab AK	43.5	26.6	15.8	44.1	35.6	27.6
Ruang Guru	93.6	75.2	53.8	94.1	86.2	74.6
Ruang Kelas	93.2	75.3	53.5	93.8	85.4	75.2
Wifi Unifi via La Smartphone	40.5	26.5	15.2	41.2	36.1	27.6
Wifi Unifi via Laptop	58.7	28.2	17.8	59.2	38.9	27.8
Rata-Rata	74.14	54.79	38.03	77.30	64.71	54.71

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dalam kondisi beban *server* ringan, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara performa protokol routing RIP dan OSPF. Keduanya mampu memberikan *throughput* yang stabil dan optimal pada tingkat beban ini. Namun, ketika beban jaringan meningkat menjadi sedang dan berat, perbedaan performa mulai terlihat. OSPF menunjukkan *throughput* yang lebih baik dibandingkan RIP, khususnya pada kondisi beban berat. Meskipun demikian cenderung kembali normal setelah beberapa saat ketika jaringan mulai stabil. Selain itu, pengujian pada jaringan wireless yang melibatkan perangkat *smartphone* dan laptop dengan perangkat *access point* yang sama menunjukkan hasil menarik. Laptop secara konsisten lebih baik dibandingkan *smartphone*. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh variasi kemampuan modul Wi-Fi di kedua perangkat, dimana modul Wi-Fi selama penelitian pada laptop lebih unggul dalam mengelola konektivitas jaringan. Keseluruhan hasil pengukuran ini divisualisasikan dalam grafik seperti yang disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9: Grafik Pengukuran *Throughput*

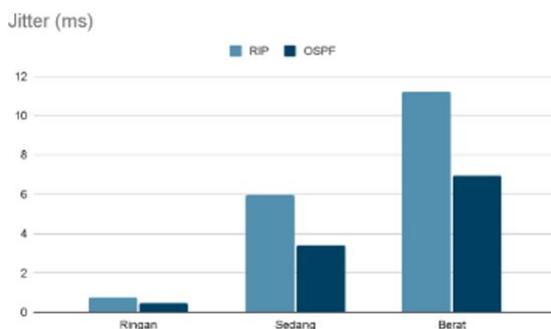
Pengukuran selanjutnya adalah jitter. Hasil pengujian ini memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai stabilitas waktu pengiriman paket dalam jaringan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas koneksi.

Semua data pengukuran jitter disajikan secara terperinci pada Tabel 10.

Tabel 10: Pengukuran *Jitter*

Divisi	RIP Jitter			OSPF Jitter		
	ringan (ms)	sedang (ms)	berat (ms)	ringan (ms)	sedang (ms)	berat (ms)
Lab TJKT	0,301	5,425	10,124	0,275	3,125	6,786
Lab KKPI	0,313	5,635	10,224	0,288	3,025	6,665
Lab AK	1,627	6,235	12,015	0,806	3,808	7,908
Ruang Guru	0,332	5,325	10,215	0,285	3,025	6,675
Ruang Kelas	0,325	5,215	10,435	0,295	3,206	6,435
Wifi Unifi via La Smartphone	1,546	7,204	13,125	0,786	3,987	7,204
Wifi Unifi via Laptop	1,014	6,785	12,325	0,645	3,786	7,025
Rata-Rata	0,780	5,975	11,209	0,483	3,423	6,957

Pengukuran *jitter* pada protokol *routing* RIP dan OSPF menunjukkan perbedaan performa yang cukup signifikan antara keduanya. Pada kondisi beban ringan, *jitter* untuk protokol RIP rata-rata berada di atas OSPF di semua lokasi pengujian. Misalnya, di Lab TJKT, *jitter* RIP mencapai 0,301 ms, sementara OSPF hanya 0,275 ms. Pada beban sedang, *jitter* RIP meningkat tajam, terutama di lokasi seperti Wifi Unifi via Laptop dan *Smartphone*, masing-masing mencatat nilai 7,204 ms dan 6,785 ms. Sebaliknya, OSPF menunjukkan peningkatan yang lebih moderat dengan nilai tertinggi pada Wifi Unifi via Laptop sebesar 3,987 ms. Pada beban berat, *jitter* RIP mencapai angka yang lebih tinggi dibandingkan OSPF, seperti di Lab AK di mana RIP mencatat 12,015 ms sementara OSPF hanya 7,908 ms. Pengujian juga menunjukkan bahwa jaringan *wireless* cenderung menghasilkan *jitter* yang lebih tinggi dibandingkan jaringan kabel, dengan perangkat laptop memiliki *jitter* lebih besar dibandingkan *smartphone* pada koneksi yang sama. Secara keseluruhan, OSPF konsisten memberikan performa *jitter* yang lebih stabil di berbagai kondisi beban dan lokasi dibandingkan RIP, menunjukkan keunggulannya dalam manajemen waktu pengiriman paket. Pengukuran *Jitter* digambarkan pada Gambar 10.



Gambar 10: Grafik Pengukuran *Jitter*

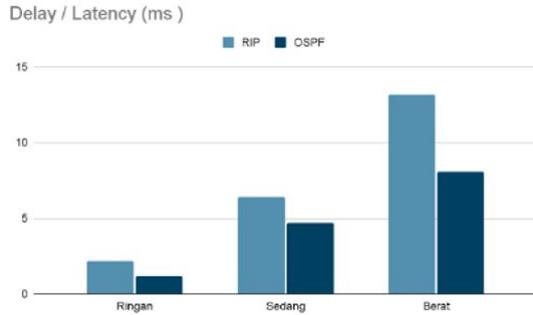
Pengukuran delay menggunakan ping, yang merupakan alat sederhana namun efektif untuk mengukur waktu yang dibutuhkan oleh paket data untuk melakukan perjalanan dari satu perangkat ke perangkat lain dalam jaringan. Waktu ini dikenal sebagai *latency* atau *round-trip time* (RTT). Dengan menggunakan *ping*, kita dapat mengetahui tidak hanya waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman data, tetapi juga mendeteksi adanya keterlambatan atau masalah dalam konektivitas, seperti penurunan kualitas jaringan atau kegagalan link. Informasi yang diperoleh dari ping ini sangat berguna untuk mengevaluasi performa kedua protokol *routing*, yaitu RIP dan OSPF, dalam menangani pengiriman data di jaringan. Jika *delay* yang terukur tinggi, ini bisa menunjukkan adanya kemacetan, jalur yang tidak optimal, atau kegagalan perangkat jaringan yang perlu diperbaiki. Sebaliknya *delay* yang rendah menunjukkan jaringan yang responsif dan efisien dalam mengirimkan data. Hasil pengukuran *delay* seperti pada Tabel 11.

Tabel 11: Pengukuran *Delay*

Divisi	RIP Delay			OSPF Delay		
	ringan (ms)	sedang (ms)	berat (ms)	ringan (ms)	sedang (ms)	berat (ms)
Lab TJKT	0,301	5,425	10,124	0,275	3,125	6,786
Lab KKPI	0,313	5,635	10,224	0,288	3,025	6,665
Lab AK	1,627	6,235	12,015	0,806	3,808	7,908
Ruang Guru	0,332	5,325	10,215	0,285	3,025	6,675
Ruang Kelas	0,325	5,215	10,435	0,295	3,206	6,435
Wifi Unifi via Smartphone	1,546	7,204	13,125	0,786	3,987	7,204
Wifi Unifi via Laptop	1,014	6,785	12,325	0,645	3,786	7,025
Rata-Rata	0,780	5,975	11,209	0,483	3,423	6,957

Hasil pengukuran delay pada protokol *routing* RIP dan OSPF di berbagai lokasi dan kondisi beban jaringan menunjukkan perbedaan performa yang cukup signifikan. Pada kondisi beban ringan, delay protokol RIP umumnya tercatat di bawah 1 ms di jaringan dengan kabel. Sedangkan jaringan *wireless* yaitu di Lab AK, koneksi Wifi Unifi melalui Laptop, dan *Smartphone*, yang masing-masing menunjukkan delay sebesar 2,7 ms, 3,1 ms, dan 5,6 ms. Sementara itu, OSPF menunjukkan performa lebih konsisten dengan delay kurang dari 1 ms di hampir semua lokasi, kecuali pada Lab AK, Wifi Unifi via Laptop, dan *Smartphone*, yang mencatat nilai masing-masing sebesar 1,1 ms, 1,2 ms, dan 1,3 ms. Pada beban sedang, delay mulai meningkat untuk kedua protokol, namun kenaikan lebih signifikan terlihat pada RIP, dengan nilai tertinggi tercatat di Wifi Unifi via Smartphone sebesar 8,9 ms. Sebaliknya, OSPF tetap lebih stabil, dengan nilai delay maksimum sebesar 5,3 ms pada lokasi yang sama. Pada beban berat, performa RIP terus menurun dengan delay tertinggi mencapai 14,2 ms di Wifi Unifi via *Smartphone*. Di sisi lain, OSPF menunjukkan performa yang lebih stabil dengan delay

maksimum sebesar 8,7 ms pada lokasi yang sama. Secara keseluruhan, OSPF terbukti lebih efektif dalam mengelola delay, khususnya pada kondisi beban sedang hingga tinggi, sehingga menunjukkan keunggulannya dalam berbagai skenario jaringan.



Gambar 11: Grafik Pengukuran Delay

Pengukuran packet loss dalam Quality of Service (QoS) sangat penting untuk menilai keandalan dan kualitas jaringan dalam mentransfer data secara efisien. *Packet loss* mengacu pada persentase paket data yang tidak berhasil mencapai tujuan mereka selama perjalanan dari pengirim ke penerima. Kehilangan paket ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kemacetan lalu lintas jaringan, keterbatasan kapasitas *bandwidth*, interferensi sinyal, atau antrian yang penuh pada perangkat jaringan seperti *router* dan *switch*. Kehilangan paket dapat menyebabkan penurunan kualitas layanan, terutama pada aplikasi yang sensitif terhadap keterlambatan dan kehilangan data yang sangat bergantung pada transmisi data yang stabil dan konsisten. Dalam pengukuran ini, *packet loss* dihitung sebagai persentase dari total paket yang dikirimkan dalam periode waktu tertentu. Jika persentase *packet loss* tinggi, ini menunjukkan adanya masalah dalam kualitas jaringan yang perlu diatasi, seperti peningkatan kapasitas *bandwidth*, optimasi jalur routing, atau penambahan perangkat jaringan untuk mendukung trafik data yang lebih besar. Hasil pengukuran *packet loss* seperti pada Tabel 12.

Tabel 12: Pengukuran *Packet Loss*

Divisi	RIP Packet Loss			OSPF Packet Loss		
	ringan (%)	sedang (%)	berat (%)	ringan (%)	sedang (%)	berat (ms)
Lab TJKT	0	4	8	0	2	4
Lab KKPI	0	4	8	0	2	4
Lab AK	0	5	9	0	2	5
Ruang Guru	0	4	8	0	2	5
Ruang Kelas	0	4	8	0	2	5
Wifi Unifi via Smartphone	0	5	8	0	2	4
Wifi Unifi via Laptop	0	5	9	0	2	5
Rata-Rata	0	4.4	8.2	0	2	4.6

Hasil pengukuran packet loss pada protokol routing RIP dan OSPF menunjukkan perbedaan performa yang sama pada beban jaringan ringan, namun terjadi perbedaan yang signifikan pada beban sedang terlebih lagi pada beban berat. Pada beban ringan, kedua protokol mencatatkan nilai packet loss sebesar 0%, yang menunjukkan bahwa jaringan mampu mengirimkan semua paket data tanpa kehilangan. Namun, pada beban sedang, packet loss mulai meningkat, dengan nilai rata-rata sebesar 4.4% untuk RIP dan 2% untuk OSPF. Hal ini menandakan bahwa OSPF lebih efisien dalam menangani kondisi jaringan yang mulai mengalami peningkatan trafik. Pada beban berat, perbedaan performa antara RIP dan OSPF semakin jelas. Packet loss rata-rata pada RIP mencapai 8.2%, dengan nilai tertinggi 9% yang tercatat di Lab AK dan Wifi Unifi via *Smartphone*. Sebaliknya, OSPF menunjukkan performa yang lebih stabil dengan rata-rata *packet loss* sebesar 4.6%, yang tertinggi pada lokasi Lab AK, Ruang Guru, Ruang Kelas, dan Wifi Unifi via *Smartphone* dengan nilai 5%. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa OSPF lebih unggul dalam mengelola *packet loss*, terutama dalam kondisi beban sedang hingga berat, berkat efisiensinya dalam mendistribusikan jalur pengiriman data secara optimal.

Pengukuran terakhir dalam penelitian ini adalah waktu konvergensi, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh protokol routing untuk mencapai keadaan stabil setelah terjadi perubahan topologi jaringan, seperti penambahan atau kegagalan rute. Waktu konvergensi merupakan indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi protokol *routing* karena mencerminkan kecepatan jaringan dalam beradaptasi terhadap perubahan. Protokol dengan waktu konvergensi yang lebih cepat akan lebih handal dalam menjaga kontinuitas pelayanan. Pada penelitian ini pengukuran waktu konvergensi dilakukan dengan memutus koneksi pada salah satu *router* dan menyambungkan kembali kemudian dilakukan pencatatan waktu yang diperlukan *router* untuk melakukan update tabel routingnya. Hasil dari pengukuran waktu konvergensi seperti pada Tabel 13

Tabel 13: Pengukuran Waktu Konvergensi

Router	Waktu Konvergensi RIP			Waktu Konvergensi OSPF		
	beban ringan	beban sedang	beban berat	beban ringan	beban sedang	beban berat
Router Utama	30.0	44.2	59.3	10.0	14.2	23.9
Router-KV	30.2	45.5	60.5	10.1	15.5	25.6
Router-Unifi	30.3	45.7	60.8	10.2	15.8	25.9
Router-KKPI	30.3	45.7	60.8	10.2	15.8	25.9
Router-FM-01	30.3	45.7	60.8	10.2	15.8	25.9
Router-FM-02	30.3	45.7	60.8	10.2	15.8	25.9
Router-FM-03	30.4	45.8	61.2	10.3	16.2	26.3

Berdasarkan hasil pengukuran, menunjukkan

bahwa protokol routing OSPF memiliki waktu konvergensi yang lebih singkat dibandingkan RIP di semua kondisi beban, berkat algoritma *link-state* yang efisien dalam menyebarkan informasi perubahan topologi. *Router* utama memiliki performa paling bagus dikarenakan spesifikasi dari *hardware*nya paling tinggi. OSPF dapat menyesuaikan diri dengan cepat terhadap perubahan topologi jaringan, sementara RIP lebih lambat dalam proses konvergensi, yang dapat mempengaruhi performa jaringan. Pengukuran QoS, seperti *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*, juga menunjukkan bahwa OSPF lebih efisien dalam mengelola trafik, meskipun keduanya mengalami penurunan performa pada kondisi beban berat. Secara keseluruhan, OSPF lebih optimal untuk jaringan yang dinamis dan kompleks, sementara RIP lebih cocok untuk jaringan dengan skala kecil dan beban ringan.

Penutup

Berdasarkan rangkaian pengukuran dalam penelitian yang dilakukan di SMK PGRI 11 Ciledug Kota Tangerang, diperoleh kesimpulan bahwa protokol OSPF menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan protokol RIP dalam mendukung akses kelas virtual, khususnya saat menangani beban jaringan yang berat. Temuan ini terlihat pada saat pengukuran QoS yaitu Throughput, Jitter, delay maupun Packet Loss, selain itu OSPF mampu memberikan waktu konvergensi yang lebih cepat dan pengelolaan lalu lintas data yang lebih efisien. Penelitian ini juga sejalan dengan beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya dalam hal ini OSPF lebih andal untuk jaringan berskala besar dengan kebutuhan aktivitas data yang kompleks, seperti pembelajaran daring berbasis LMS. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa jaringan dengan media penghubung kabel memiliki performa yang lebih baik dibandingkan jaringan wireless. Kabel menyediakan stabilitas koneksi yang lebih tinggi, latensi yang lebih rendah, dan kecepatan transfer data yang konsisten, sehingga lebih ideal untuk aktivitas yang membutuhkan bandwidth besar dan reliabilitas tinggi. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan protokol routing yang tepat dan penggunaan infrastruktur jaringan yang sesuai untuk mendukung kualitas pembelajaran berbasis teknologi secara optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Irya Wisnubhadra, "Informatika untuk SMA Kelas XI," Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2021.
- [2] Haries Anom Susetyo Aji Nugroho, Sri Hartati, dan Sonhaji, "Analisis Perbandingan Protokol OSPF dan Routing Statis untuk Optimalisasi Jaringan Komputer pada SMA XYZ," Jurnal TRANSFORMASI, Vol. 18, No.2, 2022 :1 -11
- [3] M.A. Alvyana, P.H. Trisnawan, dan K. Amron, "Perbandingan Kinerja Protokol Routing RIP (Routing Information Protocol) dan OSPF (Open Shortest Path First) Berbasis IPv6," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 3, No. 10, Oktober 2019, hlm. 9644-9650.
- [4] K.K. Way, " Analysis of RIP, EIGRP, and OSPF Routing Protocols in a Network," International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume 3 Issue 5, August 2019.
- [5] M.N. Perdana dan Mega Pranata,"Analisis performansi routing protocol RIPv2 dan EIGRP menggunakan FRouting," Jurnal Informatika Teknologi, Volume 4, Nomor 2, hlm 168-178, Desember 2023.
- [6] R.E. Sanrio, P.H. Trisnawan & F.A Bakhtiar, "Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing RIP dan Protokol Routing IS-IS pada IPv4 dan IPv6," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 4, No. 1, hlm. 11-16, Januari 2020.
- [7] Ihsan, "Pengertian Rip Routing Information", diakses daring pada: <https://www.santekno.com/pengertian-rip-routing-information>, diakses: 10 November 2024.
- [8] N. Kumari and A.Sharma, "OSPF Best Path Selection Manipulation using Reference Bandwidth", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 184– No.22, July 2022.
- [9] A.M. Soomro, Awad Bin Naeem, Fridous Ayub, Biswaranjan Senapati, Muhammad Imran Ghafoor, and Nimra Bari, "Performance Evaluation of Routing Protocol OSPF with GNS3," Journal of Computing & Biomedical Informatics, Volume 05, Issue 01, 2023.
- [10] Ihsan, "OSPF (Open Shortest Path First)," diakses daring pada: <https://www.santekno.com/ospf-open-shortest-path-first>, diakses: 10 November 2024.
- [11] L. Meilisa, A. Jayadi, dan Muhammad Najib Dwi Satria, " Analisis Perbandingan Metode Routing Distance Vector dan Link State Pada Topologi Mesh dan Topologi Ring Dalam Menentukan Waktu Konvergensi Tercepat," Telefortech, Vol. 4, No. 1, 7-15, 2023.
- [12] Ari Purmadi, "Pengembangan Kelas Virtual Berbasis Moodle untuk Memfasilitasi

Efektivitas Pembelajaran Siswa Di Sekolah Dasar,” Jurnal Inovasi Teknologi Pembelajaran, JINOTEP Vol. 8 No.1, Halaman 11-19 Tersedia: DOI: 10.17977, 2021.

- [13] Syamsul Rizal dan Birrul Walidain, “Pembuatan media pembelajaran E-learning berbasis moodle pada matakuliah pengantar aplikasi komputer Universitas Serambi Mekkah,” Jurnal Ilmiah Didaktika: Media Ilmiah Pendidikan Dan Pengajaran, 19(2), 178–192, 2019.
- [14] Onno W Purbo, “Moodle: Ubuntu 20.04 - Instalasi Moodle, Apache2, Percona5.7, PHP7.4”, diakses daring pada: [http://onnocenter.or.id/wiki/index.php/Moodle : _Ubuntu_20.04__Instalasi_Moodle,_Apache2,_Percona5.7,_PHP7.4](http://onnocenter.or.id/wiki/index.php/Moodle:_Ubuntu_20.04__Instalasi_Moodle,_Apache2,_Percona5.7,_PHP7.4), 10 November 2024.
- [15] Putri Cathliniya Diyanti Faliha, Fenella Claresta Sismanto, Putrylia Handayani, dan Rifky Alif Ridho Aditianto, “Analisis Quality of Service (QoS) pada protokol routing OSPF dalam jaringan IPv4 menggunakan simulator Cisco Packet Tracer” Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, Volume 9, Nomor 3, Juni 2023.
- [16] TS. Anggi, “Apa itu Ping? Pengertian, Fungsi dan Cara Menggunakannya”, diakses daring pada: <https://www.rumahweb.com/journal/apa-itu-ping-adalah/>, diakses 10 November 2024.
- [17] N.V. Putri, R. Saedudin, dan M.T. Kurniawan, “Analisis Perbandingan Performansi Jaringan Wireless Menggunakan Software Iperf dan Wireshark di PT Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero),” e-Proceeding of Engineering, Vol.11, No.4, Page 3704, ISSN : 2355-9365, Agustus 2024.
- [18] Lukman Lukman, Evriyana Indra, Saputra, Hushyain Pambudi, Dian Noviardi Saputra, dan Arik Andrian Putra, “Analisis Waktu Konvergensi Routing Protokol EIGRP dan OSPF,” Jurnal Teknologi Informasi, Vol. XIV, Nomor 1, Maret 2019.
- [19] Nuur Wachid Abdul Majid, “Rip vs. Ospf Routing Protocols: Which One Is the Best for a Real-Time Computer Network?,” Jurnal SIMETRIS, Vol. 11, No. 1, April 2020.
- [20] S. Anusuya and S. Baulkani, “Performance Analysis of Routing Protocols RIP, OSPF and EIGRP,” International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 09, Issue: 06, Jun 2022.
- [21] A. Albaour and Y. Aburawi, “Performance Comparison of Routing Protocols”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), VOLUME: 08, ISSUE: 02, FEB 2021.
- [22] Zakariyya Abubakar Yau and Kuruvikulam Chandrasekaran Arun , “Comparative performance evaluation of RIP with OSPF routing protocol,” Journal of Applied Technology and Innovation (e -ISSN: 2600-7304) vol. 5, no. 3, 2021.
- [23] P. Danquah, “Simulated comparison of packet transmission over large-scale network: Open shortest path first (OSPF) versus routing information protocol (RIP),” Journal of Applied Science and Information Technology, Volume 1, Issue 1, June 2024