Evaluasi Kualitas Jaringan CBT dan Rancangan Dual-Channel Hybrid Server di SMP Islam 02 Pujon

Ardiansyah Putra Rachman [1], Andriyan Rizki Jatmiko [2]
Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Merdeka Malang.
e-mail: ardiansyahputra0604@gmail.com [1], andriyan.jatmiko@unmer.ac.id [2]

Kata Kunci:

Quality of Service
CBT Moodle
Hybrid Server
NDLC
Traffic Offloading

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kualitas layanan jaringan Computer Based Test (CBT) berbasis Moodle di SMP Islam 02 Pujon dan menyusun rancangan arsitektur jaringan Hybrid Server sebagai rekomendasi perbaikan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif terapan dengan framework Network Development Life Cycle (NDLC) yang dibatasi pada tahap Analysis, Monitoring, dan Design. Data aktual diperoleh melalui observasi infrastruktur, pemantauan router MikroTik dan server, serta perekaman trafik menggunakan Wireshark pada kondisi 250 siswa aktif secara bersamaan. Kualitas jaringan dinilai berdasarkan parameter Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter menggunakan kriteria TIPHON. Hasil pengukuran menunjukkan Throughput 21 kbps berkategori Buruk, Packet Loss 8,38% berkategori Bagus, Delay 245 ms berkategori Bagus, dan Jitter 32 ms berkategori Sedang, dengan indeks QoS rata-rata 2,25 atau Sedang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa throughput merupakan titik kritis jaringan eksisting. Berdasarkan diagnosis tersebut dirancang arsitektur dual-channel yang memisahkan akses 300 siswa reguler ke server lokal dan 50 siswa pondok ke Cloud.

Keyword:

Quality of Service
Moodle CBT
Hybrid Server
NDLC
Traffic Offloading

ABSTRACT

This study aims to evaluate the quality of service of a Moodle-based Computer Based Test (CBT) network at SMP Islam 02 Pujon and to formulate a Hybrid Server network architecture as an improvement recommendation. The study used an applied descriptive quantitative approach with a modified Network Development Life Cycle (NDLC) framework limited to the Analysis, Monitoring, and Design stages. Actual data were collected through infrastructure observation, monitoring of the MikroTik router and server, and traffic capture using Wireshark when 250 students were active simultaneously. Network quality was evaluated using Throughput, Packet Loss, Delay, and Jitter parameters based on TIPHON criteria. The results showed 21 kbps Throughput in the Poor category, 8.38% Packet Loss in the Good category, 245 ms Delay in the Good category, and 32 ms Jitter in the Medium category, producing an average QoS index of 2.25 or Medium. The findings indicate that throughput is the critical point of the existing network. Based on this diagnosis, a dual-channel architecture was designed by separating access for 300 regular students to an on-premises server and 50 boarding students to a Cloud server.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

I. PENDAHULUAN

Digitalisasi evaluasi pembelajaran melalui Computer Based Test (CBT) memberikan efisiensi waktu, biaya operasional, dan rekapitulasi hasil ujian, tetapi keberhasilannya sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur jaringan. Pada SMP Islam 02 Pujon, pelaksanaan CBT menggunakan Learning Management System (LMS) Moodle dengan kondisi pengguna yang memiliki kebutuhan akses berbeda. Sekolah memiliki sekitar 300 siswa reguler yang mengikuti ujian dari lingkungan sekolah dan 50 siswa pondok yang mengakses dari lokasi pesantren. Kondisi ini membuat jaringan sekolah harus melayani akses lokal dan akses jarak jauh pada periode yang sama. Literatur yang digunakan dalam penelitian menunjukkan bahwa Moodle relevan untuk mendukung evaluasi digital, sedangkan pemisahan beban antara node on-premises dan Cloud dapat meningkatkan ketersediaan dan kapasitas layanan pada lingkungan dengan pengguna yang tersebar [1], [2].

Kondisi eksisting menunjukkan arsitektur yang masih terpusat. Moodle berjalan pada server lokal berbasis Debian 11 di atas virtualisasi Oracle VM VirtualBox, sedangkan router MikroTik hEX RB750Gr3 berfungsi sebagai core router dan gateway. Akses siswa pondok melalui internet publik menyebabkan proses Destination Network Address Translation (NAT) berjalan bersamaan dengan layanan routing, DHCP, dan pengelolaan trafik siswa lokal. Penelitian sebelumnya pada lingkungan pendidikan telah membahas perancangan arsitektur jaringan dan pemanfaatan NDLC untuk pengembangan jaringan sekolah, tetapi fokusnya masih dominan pada topologi dan segmentasi jaringan [3]-[5]. Studi lain menilai kualitas layanan jaringan secara umum menggunakan parameter QoS, tetapi belum secara spesifik menggabungkan diagnosis trafik CBT Moodle pada beban puncak dengan rancangan Hybrid Server yang memisahkan pengguna lokal dan remote [6]-[8].

Kebutuhan tersebut mendorong penelitian untuk melakukan diagnosis empiris terhadap kondisi jaringan, kemudian menggunakan hasil diagnosis sebagai dasar penyusunan blueprint arsitektur baru. Wireshark dipilih untuk merekam trafik dan menghitung parameter QoS, sedangkan TIPHON digunakan sebagai acuan kategorisasi Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter [9], [10]. Framework NDLC digunakan secara terbatas pada tahap Analysis, Monitoring, dan Design agar penelitian tetap berfokus pada audit kondisi aktual dan penyusunan rekomendasi teknis tanpa mengklaim keberhasilan implementasi fisik yang belum dilakukan. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi kualitas jaringan CBT, mengenali beban router dan server, merancang arsitektur dual-channel, menyusun mekanisme sinkronisasi data, serta menilai kelayakan rancangan sebagai blueprint bagi sekolah.

Kontribusi utama penelitian terletak pada integrasi tiga aspek. Pertama, diagnosis QoS dilakukan pada trafik aktual saat 250 siswa aktif secara bersamaan. Kedua, hasil diagnosis diterjemahkan menjadi rancangan traffic offloading yang memisahkan 300 siswa reguler ke jalur lokal dan 50 siswa pondok ke jalur Cloud. Ketiga, blueprint dilengkapi perencanaan kapasitas server,

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

segmentasi VLAN, manajemen bandwidth, serta sinkronisasi data pasca-ujian. Dengan pendekatan tersebut, artikel ini tidak hanya melaporkan kualitas jaringan, tetapi juga menunjukkan bagaimana hasil pengukuran dapat menjadi dasar rekayasa arsitektur yang lebih sesuai dengan pola akses sekolah.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif terapan yang berfokus pada analisis performa jaringan dan perancangan infrastruktur. Framework NDLC dimodifikasi dan diterapkan pada tiga tahap, yaitu Analysis, Monitoring, dan Design. Pada tahap Analysis dilakukan identifikasi perangkat, topologi, pola akses, dan kendala operasional. Tahap Monitoring dilakukan melalui pemantauan router MikroTik, server lokal, log aktivitas, dan perekaman trafik CBT menggunakan Wireshark. Tahap Design menghasilkan rancangan topologi Hybrid Server, segmentasi VLAN, skema bandwidth, traffic offloading, spesifikasi perangkat, dan mekanisme sinkronisasi. Pembatasan hingga tahap Design mengikuti ruang lingkup skripsi, sehingga rancangan belum diimplementasikan secara fisik [3], [5].

Objek penelitian berada di SMP Islam 02 Pujon, Kabupaten Malang. Data aktual kondisi eksisting diperoleh pada saat 250 siswa mengikuti CBT secara bersamaan. Angka 250 merupakan peserta aktual pada sesi pengambilan data karena terdapat penyesuaian jadwal sekolah, sedangkan 350 siswa yang terdiri atas 300 siswa reguler dan 50 siswa pondok digunakan sebagai basis kebutuhan kapasitas untuk rancangan usulan. Pembedaan ini penting agar hasil pengukuran tidak disalahartikan sebagai pengujian penuh terhadap 350 pengguna.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi kondisi fisik perangkat dan pengkabelan, dokumentasi spesifikasi hardware dan software, wawancara dengan pihak proktor, pemantauan log MikroTik, serta packet capture menggunakan Wireshark. Data trafik kemudian diolah untuk memperoleh Throughput, Packet Loss, Delay, dan Jitter. Hasil setiap parameter diklasifikasikan berdasarkan kriteria TIPHON. Standar yang digunakan menempatkan Throughput di bawah 700 Kbps sebagai Buruk, Delay 150-300 ms sebagai Bagus, Packet Loss 3-14% sebagai Bagus, dan Jitter 21-50 ms sebagai Sedang [9].

Analisis rancangan dilakukan melalui tiga pendekatan. Pertama, analisis kapasitas dilakukan dengan memetakan kebutuhan pengguna ke jalur lokal dan remote. Kedua, desain server memperhitungkan alokasi RAM dan PHP-FPM secara teoritis sehingga pemrosesan request Moodle memiliki ruang kapasitas yang lebih memadai [11], [12]. Ketiga, kelayakan rancangan diverifikasi secara logis dan melalui expert judgment terhadap topologi, segmentasi VLAN, skema database, serta sizing perangkat. Dengan demikian, kesimpulan kelayakan dibatasi sebagai kelayakan desain, bukan bukti peningkatan performa aktual

Copyright © SENASIF 2026

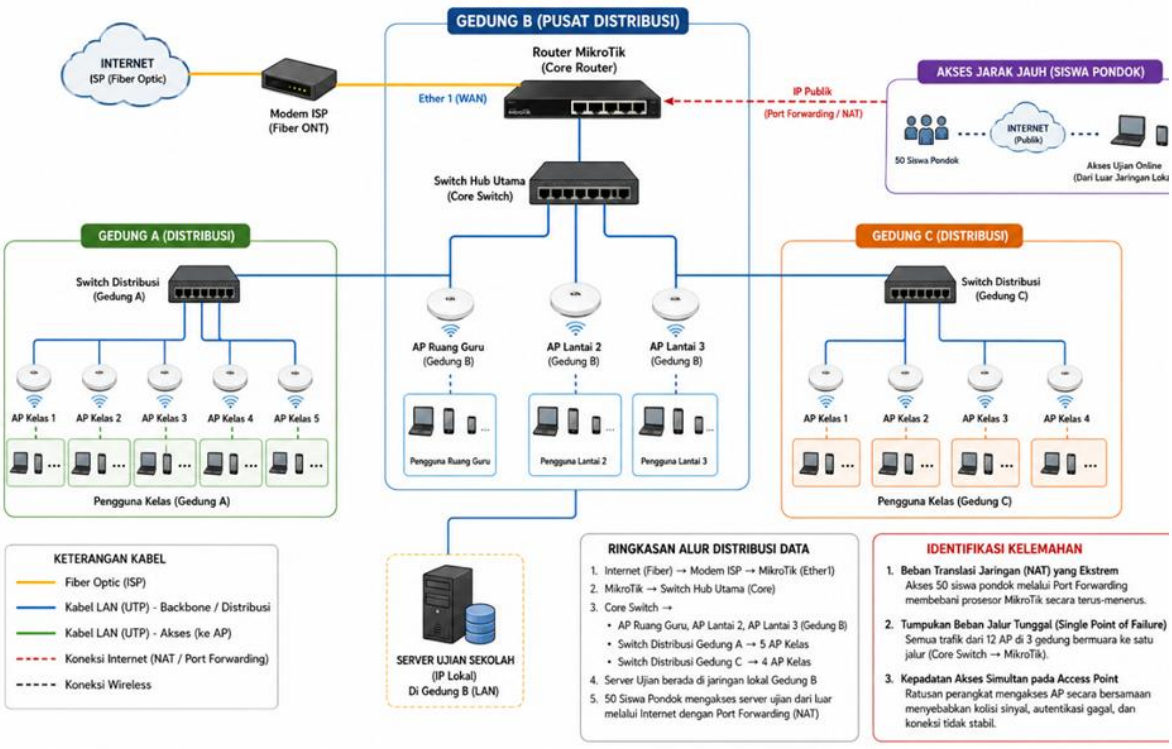
ISSN: 2598-0076

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Infrastruktur dan Beban Jaringan Eksisting

Infrastruktur eksisting menggunakan MikroTik hEX RB750Gr3 sebagai core router dengan RAM 256 MB. Server Moodle menggunakan komputer workstation HP Z2 Tower G4 dan menjalankan Debian 11 melalui Oracle VM VirtualBox. Topologi terpusat membuat trafik dari pengguna lokal dan remote bertemu pada perangkat inti yang sama. Hasil observasi menunjukkan bahwa akses remote dari siswa pondok memanfaatkan Destination NAT, sementara router secara bersamaan menangani routing, DHCP, antrean bandwidth, dan akses lokal. Kondisi ini meningkatkan konsentrasi fungsi pada satu titik dan memperbesar potensi bottleneck ketika permintaan berlangsung serentak.

Pada fase pengujian, jaringan melayani 250 siswa aktif. Log aktivitas dan pemantauan menunjukkan adanya kepadatan proses pada router serta permintaan koneksi masif pada fase kritis ujian. Dari sudut pandang arsitektur, masalah bukan hanya berada pada kecepatan internet, tetapi pada konsentrasi jalur layanan. Ketika trafik lokal harus berbagi kapasitas dengan trafik remote yang masuk melalui NAT, beban pemrosesan router dan penggunaan jalur internet menjadi lebih tinggi. Hal tersebut sejalan dengan temuan studi QoS pada jaringan pendidikan bahwa kualitas jaringan dapat turun ketika beban pengguna meningkat dan kapasitas tidak diimbangi dengan pengelolaan trafik yang memadai [6], [7].



Gambar 1. Topologi Jaringan Eksisting SMP Islam 02 Pujon

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

B. Hasil Pengukuran Quality of Service

Pengukuran menggunakan Wireshark menghasilkan empat parameter utama. Throughput yang diperoleh hanya 21 kbps sehingga masuk kategori Buruk. Packet Loss sebesar 8,38% masih masuk kategori Bagus menurut tabel TIPHON yang digunakan dalam skripsi. Delay sebesar 245 ms termasuk kategori Bagus, sedangkan Jitter 32 ms berada pada kategori Sedang. Rata-rata indeks dari empat parameter adalah 2,25 dan termasuk kategori Sedang. Rekapitulasi hasil disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Kategori Skor Hasil Pra Penelitian, Siklus I, dan Siklus II

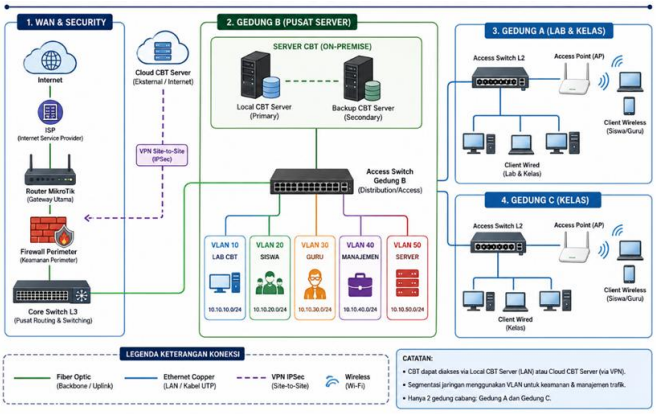
Parameter	Nilai	Indeks TIPHON	Kategori
Throughput	21 kbps	1	Buruk
Packet Loss	8,38%	3	Bagus
Delay	245 ms	3	Bagus
Jitter	32 ms	2	Sedang
Rata-rata QoS	2,25		Sedang

Temuan paling penting adalah rendahnya throughput. Rata-rata indeks 2,25 memang menghasilkan kategori Sedang, tetapi angka agregat tersebut tidak cukup untuk menilai kelayakan layanan CBT. Throughput 21 kbps jauh berada pada kategori Buruk dan menjadi indikator bahwa kapasitas data yang benar-benar dapat diteruskan pada saat pengujian sangat terbatas. Dalam konteks Moodle, proses memuat halaman soal, gambar, status sesi, dan penyimpanan jawaban membutuhkan aliran data yang konsisten. Oleh karena itu, meskipun delay dan packet loss secara indeks tidak berada pada kategori terburuk, throughput yang rendah tetap dapat menghasilkan pengalaman pengguna berupa halaman lambat, freeze, timeout, atau kegagalan pemuatan objek ujian. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa perbaikan perlu diarahkan pada struktur jaringan dan pembagian beban, bukan hanya pada aplikasi Moodle.

C. Rancangan Arsitektur Dual-Channel Hybrid Server

Berdasarkan hasil diagnosis, rancangan usulan memisahkan jalur akses menjadi dua channel. Siswa reguler diarahkan ke server Moodle lokal melalui jaringan LAN, sedangkan siswa pondok diarahkan ke Cloud Moodle Server. Pendekatan ini menghilangkan kebutuhan agar 300 pengguna lokal bergantung pada jalur internet eksternal untuk mengakses server ujian. Di sisi lain, pengguna remote tetap memiliki jalur layanan yang tersedia tanpa harus memaksa seluruh trafik masuk ke server lokal melalui Destination NAT. Konsep tersebut sejalan dengan penelitian yang memanfaatkan node on-premises dan Cloud untuk mendistribusikan beban layanan Moodle [13], [14].

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076



Gambar 2. Topologi Jaringan Usulan Berbasis Hybrid Server

Pada sisi inti jaringan, rancangan mengusulkan MikroTik RB3011 sebagai core router dan Switch Core Gigabit Managed sebagai pusat distribusi. Segmentasi VLAN digunakan untuk memisahkan Management, Server Zone, Siswa, Guru/Administrasi, dan pengguna remote. VLAN siswa menyediakan subnet /23 dengan kapasitas hingga 510 alamat IP sehingga lebih longgar dibandingkan subnet /24 pada jaringan eksisting. VLAN remote menggunakan jaringan terpisah untuk akses 50 siswa pondok melalui jalur publik atau VPN. Segmentasi ini bertujuan mengurangi broadcast domain, memperjelas kebijakan trafik, dan mencegah konflik atau kehabisan pool alamat saat terjadi pergantian perangkat

Tabel 2. Skema Inti Traffic Offloading Usulan

Segmen	Pengguna	Jalur/Target	Kebijakan Utama
Server lokal	300 siswa reguler	VLAN Siswa → Server Zone	1 Gbps, prioritas tertinggi, tidak dibatasi internet
Remote	50 siswa pondok	VLAN Remote/VPN → Cloud	20 Mbps MIR, 15 Mbps CIR, prioritas tinggi
Internet umum	Siswa	VLAN Siswa/Guru	Throttling 256 kbps/user, CIR 64 kbps/user
Administrasi	Guru & staf	VLAN Management/Administrasi	20 Mbps shared, CIR 10 Mbps

Skema tersebut membuat trafik CBT lokal berpindah melalui Switch Core Gigabit tanpa memanfaatkan bandwidth internet untuk komunikasi antara siswa dan server lokal. Trafik internet umum dibatasi agar tidak mengganggu jalur sinkronisasi dan akses remote. Strategi traffic separation seperti ini juga konsisten dengan literatur manajemen bandwidth dan pengembangan jaringan sekolah yang menunjukkan pentingnya prioritas trafik dan segmentasi untuk menjaga kualitas layanan ketika terjadi beban tinggi [15], [16].

D. Kapasitas Server, PHP-FPM, dan Sinkronisasi Data

Rancangan server lokal dinaikkan dari workstation 16 GB RAM pada kondisi eksisting menjadi server dengan kapasitas 64 GB RAM. Perhitungan PHP-FPM secara teoritis menghasilkan kebutuhan hingga 491 proses. Nilai tersebut diposisikan sebagai hasil sizing, bukan kapasitas yang telah dibuktikan melalui load testing. Pendekatan ini mengikuti prinsip bahwa nilai pm.max_children sebaiknya ditentukan berdasarkan RAM yang tersedia setelah overhead sistem operasi dan database

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

diperhitungkan [11], [12]. Dengan kapasitas memori lebih besar, rancangan diharapkan menyediakan ruang yang lebih memadai untuk request serentak, database Moodle, dan proses aplikasi selama CBT.

Selain pemisahan trafik, blueprint mendefinisikan mekanisme sinkronisasi data pasca-ujian secara asinkron. Setelah sesi ujian selesai, data hasil ujian dari server lokal dan Cloud disiapkan untuk sinkronisasi melalui proses validasi. Jika terdapat perbedaan data, mekanisme conflict resolution digunakan untuk menentukan data yang dipertahankan berdasarkan aturan yang telah dirancang. Kegagalan komunikasi ditangani dengan retry, sedangkan monitoring menyimpan Sync Status, Last Sync, Data Success, Data Failed, Conflict Count, Retry Count, Connection Status, dan Error Log. Rancangan ini penting karena konsistensi data nilai harus dijaga walaupun dua server beroperasi pada lokasi yang berbeda. Namun, skripsi menegaskan bahwa sinkronisasi ini masih berupa rancangan konseptual dan belum menjadi sistem otomatis pada lingkungan produksi.

E. Validasi Kelayakan dan Perbandingan Sistem

Validasi dilakukan melalui analisis logis, perhitungan kapasitas, dan expert judgment. Hasil penilaian menunjukkan bahwa topologi Hybrid Server, segmentasi VLAN, skema database post-exam, serta sizing dan spesifikasi perangkat dinilai layak sebagai blueprint. Expert judgment menilai bahwa RAM server 64 GB dan MikroTik RB3011 sesuai dengan kebutuhan kapasitas rancangan, dengan catatan verifikasi fisik tetap diperlukan pada tahap implementasi. Temuan ini konsisten dengan tujuan penelitian, yaitu menghasilkan rekomendasi teknis yang dapat digunakan sebagai dasar pengadaan dan pengembangan jaringan sekolah [3], [5].

Tabel 3. Perbandingan Kondisi Eksisting dan Arsitektur Usulan

Aspek	Eksisting	Usulan	Status
Topologi	Terpusat	Hybrid + traffic offloading	Rancangan
Router	RB750Gr3, RAM 256 MB	RB3011, RAM 1 GB	Rekomendasi
Server	Workstation, 16 GB	Server, 64 GB	Rekomendasi
Akses	Terpusat	Lokal + Cloud	Rancangan
VLAN	Terbatas/flat	Management, Server, Siswa, Guru, Remote	Rancangan
IP siswa	/24	/23	Rancangan
PHP-FPM	Belum dihitung	491 proses teoritis	Hasil sizing
Throughput	21 kbps aktual	Belum diukur	Perlu uji fisik

Dari tabel perbandingan terlihat bahwa perubahan utama bukan sekadar penggantian perangkat, melainkan perubahan pola distribusi beban. Jaringan eksisting menempatkan banyak fungsi pada satu jalur, sedangkan arsitektur usulan memisahkan fungsi berdasarkan jenis pengguna dan lokasi akses. Walaupun demikian, perlu ditekankan bahwa kolom usulan merupakan hasil desain dan analisis kapasitas, bukan hasil pengukuran before-after. Penelitian tidak dapat menyatakan bahwa throughput pasti meningkat atau packet loss pasti menurun sebelum blueprint

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

diimplementasikan dan diuji pada kondisi yang setara. Batasan ini penting untuk menjaga kesesuaian antara klaim penelitian dan bukti empiris yang tersedia.

Dari perspektif penelitian terdahulu, posisi penelitian ini berada di antara studi evaluasi QoS dan studi perancangan jaringan. Studi QoS di lingkungan sekolah atau kampus menunjukkan bahwa parameter throughput, packet loss, delay, dan jitter dapat digunakan untuk mengungkap titik lemah jaringan [6], [7], [17]. Sementara itu, studi berbasis NDLC lebih banyak memusatkan perhatian pada topologi, VLAN, atau manajemen bandwidth [3]-[5], [16]. Penelitian ini menggabungkan kedua pendekatan tersebut dengan konteks spesifik CBT Moodle, lalu menerjemahkan hasil pengukuran peak-load menjadi rancangan Hybrid Server. Nilai kebaruan penelitian terletak pada hubungan langsung antara diagnosis empiris dan desain dual-channel, bukan sekadar melakukan pengukuran atau desain secara terpisah.

IV. SIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa kualitas jaringan CBT eksisting di SMP Islam 02 Pujon secara agregat berada pada kategori Sedang, tetapi memiliki titik kritis pada Throughput yang hanya 21 kbps dan termasuk kategori Buruk. Pengujian dengan 250 siswa aktif juga memperlihatkan bahwa arsitektur terpusat membebankan router MikroTik dengan fungsi routing, DHCP, pengelolaan trafik, dan Destination NAT secara bersamaan. Kondisi tersebut menjadi dasar teknis untuk melakukan pemisahan jalur layanan. Blueprint yang dihasilkan mengusulkan arsitektur dual-channel Hybrid Server dengan 300 siswa reguler menggunakan server lokal dan 50 siswa pondok menggunakan Cloud, dilengkapi segmentasi VLAN, pengelolaan prioritas trafik, server 64 GB RAM, sizing PHP-FPM, dan sinkronisasi data pasca-ujian. Hasil analisis dan expert judgment menilai rancangan layak sebagai rekomendasi teknis. Namun, karena implementasi fisik belum dilakukan, peningkatan performa aktual belum dapat diklaim dan masih harus dibuktikan melalui implementasi, load testing, serta pengujian before-after dengan jumlah pengguna yang mendekati kapasitas target.

DAFTAR RUJUKAN

[1] J. Soni, “Efektivitas aplikasi ujian berbasis komputer noninternet dalam penilaian akhir semester siswa menengah atas,” *At-Tafkir*, pp. 70–81, 2022.

[2] Y. H. Kurnia, “Strategi pemanfaatan Learning Management System berbasis Moodle untuk penilaian pembelajaran di Sekolah Menengah Pertama,” *Jurnal Ilmu Manajemen Sosial Humaniora*, pp. 45–54, 2023.

[3] S. R. Adrian, “Perancangan arsitektur jaringan kampus menggunakan metode Network Development Life Cycle,” *Jurnal Algoritma: Forum Ilmiah bagi Ilmuwan dan Praktisi Teknik Informatika*, pp. 545–552, 2022.

[4] R. D. Setiawan, “Perancangan jaringan VLAN (Virtual Local Area Network) di SMKN

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

40 Jakarta dengan menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle)," *PINTER*, pp. 46–53, 2024.

[5] S. S. Hotmariana, "Analisis dan perancangan infrastruktur jaringan komputer menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle) studi kasus: SMP Negeri 34 Bandar Lampung," *Jurnal Teknologi dan Informatika (JEDA)*, pp. 1–10, 2024.

[6] D. R. Fitroni, F. Wahyudi, Z. N. Rahmawati, A. H. Widaningrum, and N. Ratnasari, "QoS untuk meningkatkan kualitas jaringan SMK PGRI Kromengan," *JUSIFOR: Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 98–106, 2024.

[7] F. B. Laim, D. Olii, and R. H. W. Pardanus, "Analisis Quality of Service (QoS) pada jaringan internet di SMK Kristen 1 Tomohon," *Journal of Education Method and Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 82–93, 2024.

[8] R. D. Sanjaya, D. Syamdova, M. Farhan, and R. P. Laksana, "Analisis parameter QoS (Quality of Service) pada jaringan internet di Perpustakaan Universitas Esa Unggul Tangerang," *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science (JDAICS)*, vol. 2, no. 1, pp. 97–103, 2025.

[9] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," *ETSI TR 101 329-2 V2.1.1*, 2002.

[10] C. Sanders, *Practical Packet Analysis: Using Wireshark to Solve Real-World Network Problems*, 3rd ed. No Starch Press, 2017.

[11] Moodle HQ, "Performance recommendations: PHP-FPM process limits and memory allocation," *Moodle Documentation*, 2023.

[12] PHP Documentation Group, "FastCGI Process Manager (FPM) configuration," *PHP Manual*, 2024.

[13] R. R. Septiawan, "Peningkatan kapasitas sistem manajemen pembelajaran daring berbasis Moodle menggunakan node on-premises dan cloud di Sekolah Binekas," *BATIK: Jurnal Pengembangan dan Pengabdian Masyarakat Multikultural*, pp. 66–75, 2024.

[14] R. F. Siahaan, "Optimalisasi jaringan komputer pada sistem terdistribusi dalam meningkatkan kualitas layanan kesiswaan pada SMK Swasta Karya Serdang," *Jurnal Mahajana Informasi*, pp. 122–126, 2023.

[15] N. Sholihin, H. J. Setyadi, V. Z. Kamilla, and M. L. Jundillah, "Penerapan manajemen bandwidth dengan metode Network Development Life Cycle (NDLC) untuk

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076

pengembangan jaringan SMK Negeri 1 Rantau Pulung," *Jurnal Simasi: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, pp. 46–59, 2026, doi: 10.46306/sm.v6i1.164.

[16] A. M. H. Azis, L. Ningsih, and U. N. Wisesty, "Pengembangan jaringan dan sistem ujian LMS berbasis Moodle di lingkungan MAN 4 Sukabumi," *Charity (Jurnal Penelitian dan Abdimas)*, vol. 8, no. 2, pp. 74–82, 2025, doi: 10.25124/charity.v8i2.9507.

[17] S. Susanti, A. M. Aripin, and H. Dzulfikar, "Evaluasi jaringan komputer di MAN 2 Kota Tasikmalaya menggunakan metode Quality of Service," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 9, no. 3, pp. 1140–1146, 2026.

[18] A. M. Taufiqurrochman, M. M. Alamin, R. D. Cahyono, H. Z. A. Amrullah, I. A. Hayyun, and E. J. Wati, "Quality of Service (QoS) jaringan internet berbasis Wireshark di Madrasah Aliyah dalam menunjang kegiatan belajar mengajar," *Nusantara Computer and Design Review*, vol. 3, no. 2, pp. 92–98, 2025.

[19] A. U. Firmansyah, "Perancangan dan implementasi sistem operasi Linux Debian untuk konfigurasi Content Management System," *Bulletin of Computer Science Research*, pp. 21–26, 2022.

[20] M. A. H. Pratama and A. S. Ilmananda, "Analisis komparatif aplikasi video conference terhadap kualitas jaringan nirkabel kampus berdasarkan variabel QoS," *Journal of Information System and Application Development (JISAD)*, vol. 6, 2024.

Copyright © SENASIF 2026
ISSN: 2598-0076