

Evaluasi QoS dan Perancangan Topologi Jaringan Berbasis PPDIIO Fase PPD di SMA Negeri 7 Tasikmalaya

Albia Fabiansyah^{1*}, Muhamad Rafly Affansyah², Helmy Dzulfikar³

^{1,2,3}Sistem Informasi, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

Email: ^{1*}247007111053@student.unsil.ac.id, ²247007111049@student.unsil.ac.id, ³helmydz@unsil.ac.id

Abstrak– Infrastruktur jaringan komputer berskala besar di institusi pendidikan menengah seringkali tidak disertai dokumentasi yang mutakhir, sehingga menyulitkan pengelolaan dan pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja jaringan dan menghasilkan dokumentasi topologi terbaru di SMA Negeri 7 Tasikmalaya menggunakan parameter Quality of Service (QoS) dan metodologi PPDIIO fase Prepare, Plan, dan Design. Novelty penelitian ini terletak pada integrasi pengukuran QoS berbasis standar TIPHON dengan perancangan ulang topologi menggunakan PPDIIO secara bersamaan pada konteks sekolah menengah berskala besar dengan lebih dari 1.000 pengguna aktif. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan pengukuran langsung menggunakan Wireshark serta tools bawaan MikroTik di tiga titik sampel: laboratorium komputer, ruang guru, dan ruang tata usaha. Hasil pengukuran menunjukkan throughput bervariasi signifikan antar lokasi: 7.842 kbps (sangat bagus) di laboratorium, 987 kbps (cukup) di ruang guru, dan 642 kbps (kurang baik) di ruang tata usaha, sementara parameter delay, jitter, dan packet loss secara keseluruhan berada pada kategori sangat bagus. Penelitian menghasilkan rekomendasi teknis berupa penerapan topologi star untuk gedung baru, realokasi bandwidth pada router MikroTik, perbaikan lingkungan penyimpanan perangkat, dan optimalisasi server tidak terpakai untuk perpustakaan digital.

Kata Kunci: Quality Of Service, PPDIIO, Throughput, Manajemen Jaringan Sekolah, TIPHON

Abstract– The large-scale computer network infrastructure in secondary educational institutions is often not accompanied by up-to-date documentation, making management and maintenance difficult. This study aims to evaluate network performance and produce updated topology documentation at SMA Negeri 7 Tasikmalaya using Quality of Service (QoS) parameters and the PPDIIO methodology (Prepare, Plan, Design phases). The novelty of this study lies in the simultaneous integration of TIPHON-standard QoS measurement and topology redesign using PPDIIO in a large secondary school context serving more than 1,000 active users. Data were collected through field observation, interviews, and direct measurement using Wireshark and MikroTik built-in tools at three sampling points: computer laboratory, teacher's room, and administration office. Results show that throughput varies significantly across locations: 7,842 kbps (very good) in the laboratory, 987 kbps (fair) in the teacher's room, and 642 kbps (poor) in the administration office, while delay, jitter, and packet loss parameters were generally in the very good category. The study produced technical recommendations including a star topology for new buildings, bandwidth reallocation on the MikroTik router, improvement of device storage environments, and optimization of unused servers for a digital library.

Keywords: Quality Of Service, PPDIIO, Throughput, School Network Management, Tiphonx

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong institusi pendidikan, termasuk SMA Negeri 7 Tasikmalaya, untuk mengintegrasikan infrastruktur jaringan komputer dalam operasional sehari-hari, mulai dari administrasi hingga kegiatan belajar mengajar berbasis digital. Ketersediaan infrastruktur jaringan yang andal menjadi prasyarat utama agar layanan akademik dapat berjalan efisien dan berkelanjutan. Dalam dunia pendidikan, teknologi ini sangat dibutuhkan sebagai alat pendukung pembelajaran yang efisien.

SMA Negeri 7 Tasikmalaya memiliki infrastruktur jaringan berskala besar dengan lebih dari 30 *access point* yang tersebar di seluruh area gedung, dua jalur internet dari ISP Indihome dengan konfigurasi *load balance* berkapasitas total 500 Mbps, satu jalur khusus dari ISP iForte sebesar 50 Mbps untuk keperluan Dapodik dan e-Rapor, serta tiga server untuk ujian daring. Kondisi kompleks ini menuntut sistem pengelolaan terpusat yang efisien. Penelitian yang dilakukan oleh Herawan & Prihantoro [1] menunjukkan bahwa implementasi manajemen jaringan berbasis MikroTik mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan jaringan, termasuk pengaturan *bandwidth*, keamanan akses, serta kontrol pengguna pada jaringan berskala besar. (*italic*).

Permasalahan paling kritis saat ini adalah ketiadaan dokumentasi jaringan yang terbaru. Dokumentasi terakhir kali dibuat saat laboratorium komputer masih berada di lokasi lama dan belum diperbarui meskipun jumlah ruangan dan perangkat telah bertambah signifikan. Kondisi ini menyulitkan

proses identifikasi kerusakan dan memperlambat penanganan gangguan. Menurut Satrio Nugroho & Sutanto [2], evaluasi berkala berbasis metode QoS merupakan instrumen efektif untuk mengidentifikasi titik-titik *bottleneck* dalam jaringan secara terukur dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan teknis yang akuntabel.

Dari sisi keamanan dan segmentasi jaringan, SMA Negeri 7 Tasikmalaya telah menerapkan pemisahan jaringan untuk segmen siswa, guru, dan staff lainnya, serta menerapkan *filtering content* untuk memblokir situs-situs tertentu pada jam sekolah. Namun belum ada evaluasi menyeluruh terhadap efektivitas konfigurasi tersebut. Saputra et al. [3] membuktikan bahwa implementasi *proxy server* dan *firewall* berbasis MikroTik di SMKN 3 Seluma berhasil memfilter konten berbahaya dan meningkatkan keamanan jaringan secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi infrastruktur jaringan komputer di SMA Negeri 7 Tasikmalaya melalui proses pemetaan dan dokumentasi secara menyeluruh, mengidentifikasi berbagai permasalahan serta kelemahan pada infrastruktur jaringan, dan menghasilkan rekomendasi teknis yang konkret dan terukur guna meningkatkan kualitas, keandalan, serta keamanan infrastruktur jaringan komputer di SMA Negeri 7 Tasikmalaya.

Penelitian-penelitian terdahulu tentang evaluasi jaringan di institusi pendidikan, seperti Ariyadi & Suryawan [4] pada SMA Negeri 1 Long Iram serta Gunarso et al. [5] pada SDN 138 Geger Kalong Girang, umumnya berfokus pada perancangan jaringan baru pada skala infrastruktur yang lebih kecil dan belum terdokumentasi sama sekali. Sementara itu, penelitian yang mengombinasikan pengukuran QoS terukur berbasis standar TIPHON dengan perancangan ulang topologi menggunakan kerangka PPDIOO pada institusi pendidikan menengah berskala besar dengan infrastruktur eksisting yang kompleks masih sangat terbatas. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menjadikan SMA Negeri 7 Tasikmalaya yang memiliki lebih dari 1.000 pengguna aktif dan tiga jalur ISP sebagai objek evaluasi komprehensif, sekaligus menghasilkan dokumentasi topologi terbaru yang sebelumnya belum diperbaharui.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian dengan Metodologi PPD

Penelitian ini menggunakan rancangan evaluatif dengan model studi kasus, berfokus pada evaluasi dan dokumentasi infrastruktur jaringan komputer yang sedang berjalan di SMA Negeri 7 Tasikmalaya. Lokasi penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 7 Tasikmalaya, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, dalam kurun waktu Maret hingga Mei 2026.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh infrastruktur jaringan komputer yang beroperasi di lingkungan SMA Negeri 7 Tasikmalaya, meliputi perangkat keras jaringan (router, switch, access point, dan server), topologi jaringan, serta koneksi internet. Sampel penelitian diambil secara purposif dengan menetapkan titik-titik pengukuran yang mewakili segmen jaringan yang berbeda, yaitu ruang laboratorium komputer, ruang administrasi (tata usaha), dan ruang guru [4].

Model penelitian yang digunakan selain QoS adalah metodologi PPDIOO (*Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize*) yang dikembangkan oleh Cisco. Swari dan Agussalim [6] menyatakan bahwa penerapan metode PPDIOO membantu proses manajemen jaringan sekolah menjadi lebih terarah dan mudah dipelihara. Namun dalam penelitian ini hanya dibatasi pada tiga fase awal yaitu *Prepare, Plan*, dan *Design* (disingkat PPD) karena fokus utama penelitian adalah pemetaan kondisi eksisting, identifikasi permasalahan, serta perumusan rekomendasi perbaikan tanpa melakukan implementasi fisik di lapangan [5], [7].



Gambar 1. Tahapan PPDIO yang Diterapkan

2.2 Pengukuran Quality of Service (Qos)

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur kinerja jaringan meliputi observasi lapangan, wawancara dengan pengelola jaringan (guru bagian TIK), serta pengukuran langsung menggunakan perangkat lunak Wireshark. Instrumen pengukuran QoS yang digunakan mengacu pada standar TIPHON, dengan parameter yang diukur meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* [2], [8]. Standar TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) merupakan standar penilaian parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (European Telecommunications Standards

Institute) [9]. Elhilali et al. [10] menyatakan bahwa parameter throughput, delay, jitter, dan packet loss merupakan indikator penting dalam menentukan stabilitas dan kualitas layanan jaringan WLAN.

Pengukuran dilakukan pada setiap titik sampel dalam satu sesi pengukuran yang dilaksanakan pada kondisi trafik aktif dan beban jaringan nyata. Instrumen pengukuran yang digunakan adalah perangkat lunak Wireshark untuk menangkap dan menganalisis paket data guna mendapatkan nilai throughput, delay, jitter, dan packet loss secara langsung pada level paket, sebagaimana digunakan pula pada penelitian serupa oleh Nisa et al. [11] dan Satrio Nugroho & Sutanto [2]. Untuk mensimulasikan beban jaringan yang representatif, pengukuran dilakukan sambil menjalankan streaming video YouTube resolusi 1080p dan mengunduh file secara bersamaan, sehingga kondisi trafik pada saat pengukuran mencerminkan penggunaan jaringan yang sesungguhnya. Pada Laboratorium Komputer, pengukuran dilakukan pada pukul 08.00–10.00 WIB saat seluruh siswa sedang aktif menggunakan komputer di laboratorium, sehingga jaringan berada di bawah beban maksimal dengan sekitar 60 perangkat terhubung secara bersamaan. Pada Ruang Guru, pengukuran dilakukan pada pukul 10.00–11.00 WIB bertepatan dengan jam istirahat, di mana banyak guru terhubung ke jaringan secara nirkabel menggunakan laptop dan ponsel pribadi. Pada Ruang Tata Usaha, pengukuran dilakukan pada pukul 11.00–12.00 WIB saat jam kerja administrasi berlangsung penuh, dengan seluruh staf aktif mengakses sistem, dan internet secara simultan.

a. Throughput

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Throughput dapat diartikan juga sebagai *bandwidth* aktual yang diukur dalam periode waktu saat transmisi file [11]. Rumus untuk menghitung nilai *throughput* adalah sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah bit yang dikirim}}{\text{total waktu pengiriman}} \quad (1)$$

Tabel 1. Standarisasi Throughput.

Kategori	Throughput(%)	Indeks
Sangat bagus	76 – 100	4
Bagus	51 – 75	3
Sedang	26 – 50	2
Buruk	< 25	1

b. Delay

Delay atau *latency* adalah waktu tunda yang dibutuhkan oleh sebuah paket data untuk menempuh perjalanan dari sumber ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti, atau waktu proses yang lama [10]. Rumus untuk menghitung nilai *delay* adalah sebagai berikut:

$$\text{rata rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \quad (2)$$

Tabel 3. Standarisasi Jitter.

Kategori	Jitter	Indeks
Sangat bagus	0 ms	4
Bagus	75 ms	3
Sedang	125 ms	2
Buruk	255	1

c. Jitter

Jitter adalah variasi waktu kedatangan paket data yang diterima, yang sangat krusial bagi layanan *real-time* seperti konferensi video. *Jitter* disebabkan oleh variasi-variasi panjang antrian dalam waktu mengolah data [9]. Rumus untuk menghitung *jitter* adalah sebagai berikut:

$$\text{jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket diterima} - 1} \quad (3)$$

Tabel 3. Standarisasi Jitter.

Kategori	Jitter	Indeks
Sangat bagus	0 ms	4
Bagus	75 ms	3
Sedang	125 ms	2
Buruk	255	1

d. Packet loss

Packet loss adalah persentase paket data yang gagal mencapai tujuan selama proses transmisi. *Packet loss* dapat disebabkan oleh tabrakan (*collision*) dan kongesti dalam jaringan [2]. Rumus untuk menghitung *packet loss* adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{data yang dikirim} - \text{data yang diterima}}{\text{paket data yang dikirim}}$$

$$\times 100\% \quad (4)$$

Tabel 4. Standarisasi Packet Loss.

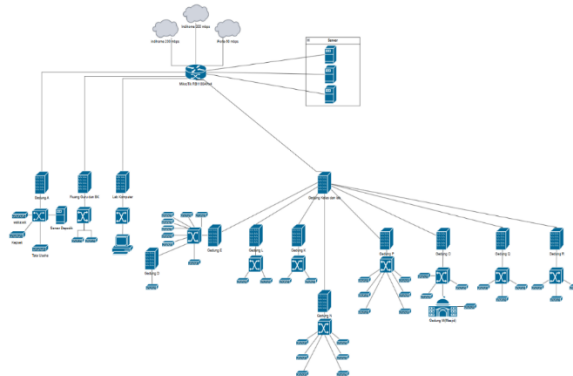
Kategori	Paket loss	Indeks
Sangat bagus	0 %	4
Bagus	3 %	3
Sedang	15 %	2
Buruk	25 %	1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 7 Tasikmalaya pada bulan Maret hingga April 2026. Berikut ini disajikan hasil dan pembahasan berdasarkan kondisi infrastruktur eksisting, pengukuran QoS, serta perancangan ulang topologi menggunakan metode PPDIOO.

3.1 Implementasi Kondisi Infrastruktur Jaringan Eksisting

Berisi Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, SMA Negeri 7 Tasikmalaya memiliki infrastruktur jaringan berskala besar dengan total bandwidth 550 Mbps yang merupakan gabungan dari dua jalur ISP Indihome (300 Mbps dan 200 Mbps) yang dikonfigurasi *load balance*, serta satu jalur ISP iForte (50 Mbps) khusus untuk Dapodik dan e-Rapor. Jaringan ini melayani lebih dari 1.000 pengguna aktif (siswa dan staf) dengan perangkat yang tersebar di seluruh gedung. Topologi jaringan eksisting dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Topologi Jaringan Komputer Eksisting

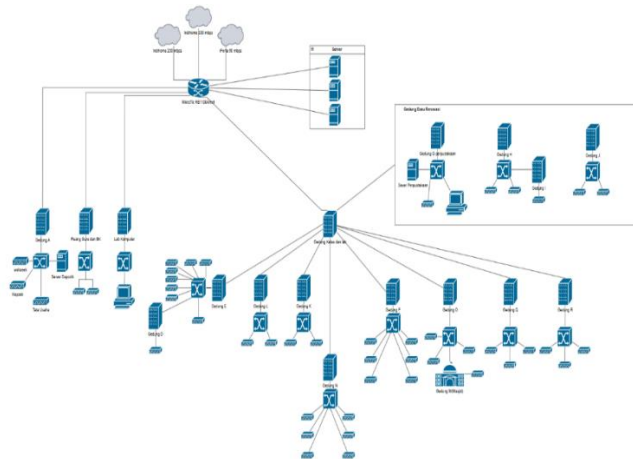
Selain itu, ditemukan permasalahan lingkungan berupa kondisi lembap pada ruang penyimpanan perangkat jaringan yang menyebabkan perangkat menjadi sarang hewan dan kabel tidak rapi (Gambar 3). Hal ini berpotensi mengganggu stabilitas jaringan dan mempersulit pemeliharaan.



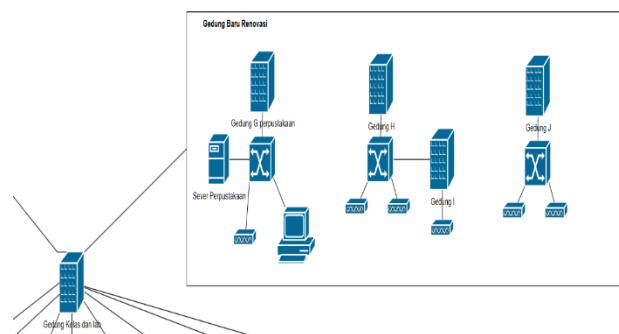
Gambar 3. Kondisi Perangkat Jaringan Karena Lembap

3.2 Implementasi Perancangan Topologi dengan PPDIOO

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, penelitian ini menggunakan tiga fase awal metodologi PPDIOO untuk merancang perbaikan. Tahap *Design* menghasilkan rekomendasi blueprint topologi terbaru (Gambar 4) serta desain khusus untuk gedung pasca-renovasi (Gambar 5). Rekomendasi ini mencakup penerapan topologi *star* pada gedung baru karena menawarkan keandalan tinggi, kemudahan manajemen, dan skalabilitas [8].



Gambar 4. Rekomendasi blueprint topologi jaringan terbaru SMA Negeri 7 Tasikmalaya



Gambar 5. Rekomendasi Struktur Jaringan Khusus Gedung Pasca Renovasi

3.3 Implementasi Hasil Pengukuran Quality of Service (QoS)

Pengukuran QoS dilakukan pada tiga lokasi yang mewakili aktivitas jaringan harian, yaitu Laboratorium Komputer, Ruang Guru, dan Ruang Tata Usaha (TU). Parameter yang diukur meliputi *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 5, sedangkan kategorisasi berdasarkan standar TIPHON ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter QoS di SMA Negeri 7 Tasikmalaya

Ruangan	Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter
Lab Komputer	7842kbps	2,1%	3,214ms	3,267ms
Ruang Guru	987kbps	0%	5,95ms	5,95ms
Ruang TU	642kbps	0,3%	9,724ms	9,376ms

Tabel 6. Kategori Kualitas Jaringan Berdasarkan Standar TIPHON

Ruangan	Kategori Throughput	Kategori Packet Loss	Kategori Delay	Kategori Jitter
Lab Komputer	Sangat bagus	Bagus	Sangat bagus	Sangat bagus
Ruang Guru	Cukup	Sangat bagus	Sangat bagus	Sangat bagus
Ruang TU	Kurang baik	Sangat bagus	Sangat bagus	Sangat bagus

Laboratorium Komputer menunjukkan nilai throughput tertinggi yaitu 7.842 kbps (kategori sangat baik). Hal ini disebabkan karena laboratorium komputer terhubung langsung ke *switch* distribusi dengan kabel UTP Cat6 dan memiliki akses prioritas untuk kegiatan ujian daring serta praktik siswa. Nilai *packet loss* tercatat 2,1% (kategori bagus), masih di bawah ambang batas 3% sehingga tidak mengganggu transmisi data. *Delay* rata-rata 3,214 ms dan *jitter* 3,267 ms berada dalam kategori sangat bagus (<150 ms), menunjukkan bahwa jaringan di laboratorium sangat responsif dan stabil. Meskipun demikian, nilai *packet loss* 2,1% perlu diwaspadai karena mendekati batas 3%, yang mungkin disebabkan oleh padatnya lalu lintas data saat 60 komputer digunakan secara bersamaan [2], [11]. Hasil ini sejalan dengan temuan Satrio Nugroho & Sutanto [2] yang melaporkan bahwa koneksi kabel pada laboratorium universitas cenderung menghasilkan nilai *throughput* dan *delay* yang lebih baik dibandingkan koneksi nirkabel, karena minimnya interferensi dan stabilnya alokasi bandwidth.

Ruang Guru memiliki throughput 987 kbps (kategori cukup). Nilai ini relatif rendah dibandingkan laboratorium karena pembagian bandwidth yang dilakukan secara merata ke seluruh access point di area guru, serta banyaknya perangkat mobile (laptop dan ponsel) yang terhubung secara wireless pada jam yang sama. Keunggulan ruang guru terletak pada *packet loss* 0% (sangat bagus) dan *delay* 5,95 ms (sangat bagus), menandakan tidak ada kehilangan paket dan koneksi sangat cepat. *Jitter* 5,95 ms juga sangat rendah, sehingga aktivitas seperti video conference atau streaming materi pembelajaran dapat berjalan lancar. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Nisa et al. [11] yang menemukan bahwa jaringan WiFi kampus dengan beban pengguna sedang masih mampu mempertahankan *delay* dan *jitter* dalam kategori sangat bagus meskipun throughput-nya terbatas.

Ruang Tata Usaha (TU) menunjukkan menunjukkan kinerja terendah dengan throughput hanya 642 kbps (kategori kurang baik). Rendahnya nilai ini disebabkan oleh dua faktor: pertama, ruang TU berada di ujung topologi yang melewati beberapa switch sebelum terhubung ke router pusat; kedua, beban administrasi yang meliputi database Dapodik, e-Rapor, dan akses internet oleh staf secara simultan. Meskipun throughput rendah, parameter lainnya tergolong sangat baik: *packet loss* 0,3% (kategori sangat bagus karena <3%), *delay* 9,724 ms (sangat bagus), dan *jitter* 9,376 ms (sangat bagus). Artinya, koneksi yang ada memang lambat namun stabil. Fenomena throughput rendah pada perangkat yang berada jauh secara topologi dari router utama ini juga dilaporkan oleh Simargolang & Widarma [8], yang menyebutkan bahwa panjang jalur dan jumlah perangkat perantara (hop count) secara signifikan memengaruhi throughput aktual pada jaringan WLAN. Rekomendasi untuk ruang TU adalah menambah alokasi bandwidth atau melakukan optimasi jalur distribusi jaringan agar throughput dapat meningkat pada segmen dengan trafik administrasi tinggi [12].

4. KESIMPULAN

Hasil Penelitian ini berhasil mengevaluasi kinerja dan mendokumentasikan infrastruktur jaringan komputer di SMA Negeri 7 Tasikmalaya menggunakan parameter QoS dan metodologi PPDIIO fase PPD. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa meskipun parameter *delay*, *jitter*, dan *packet loss* secara umum berada pada kategori sangat bagus di seluruh lokasi uji, terdapat ketimpangan throughput yang signifikan antar segmen jaringan, dengan kondisi terburuk pada ruang tata usaha yang posisinya paling jauh secara topologi dari router utama. Dokumentasi topologi yang dihasilkan dan rekomendasi teknis yang diberikan meliputi realokasi bandwidth pada MikroTik, penerapan topologi star untuk gedung baru, dan perbaikan lingkungan fisik perangkat diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan teknis yang akuntabel bagi

pengelola jaringan sekolah. Keterbatasan penelitian ini adalah titik pengukuran yang baru mencakup tiga lokasi utama dan belum menjangkau seluruh gedung, serta penelitian hanya sampai pada fase perancangan tanpa implementasi fisik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Sekolah dan jajaran guru TIK SMA Negeri 7 Tasikmalaya yang telah mengizinkan dan membantu kelancaran proses pengambilan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah Desain dan Manajemen Jaringan Komputer, Bapak Helmy Dzulfikar, S.T., M.Kom., atas bimbingannya.

REFERENCES

- [1] R. M. Herawan and C. Prihantoro, "IMPLEMENTASI PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN INTERNET PT. INKA MULTI SOLUSI SERVICE BERBASIS ROUTER MIKROTIK," *J. Teknol. Inf. DAN Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 53–60, 2024, doi: 10.51903/jutkp.v15i1.799.
- [2] B. Satrio Nugroho and Y. Sutanto, "EVALUASI KUALITAS JARINGAN KOMPUTER DENGAN METODE QUALITY OF SERVICE PADA LABORATORIUM UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 5, pp. 10543–10550, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i5.10168.
- [3] I. Saputra, T. U. Kalsum, and H. Alamsyah, "Implementasi Manajemen Dan Keamanan Jaringan Menggunakan Mikrotik Dan Proxy Server Pada Smk N 3 Seluma," *J. Media Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 17–32, 2024.
- [4] D. Ariyadi and S. H. Suryawan, "Analisis dan Perancangan Jaringan Local Area Network Pada Labolatorium Komputer SMA Negeri 1 Long Iram Analysis and Design of Local Area Network at the Computer Laboratory of SMA Negeri 1 Long Iram," *SAFARI J. Pengabd. Masy. Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–57, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal-stiepari.ac.id/index.php/safari/article/view/1100>
- [5] G. Gunarso, M. Nursalman, E. A. Nurdin, M. Munir, and M. S. Syamsudin, "Perancangan Infrastruktur Jaringan Komputer dalam Mendukung Pembelajaran dan Standar Prasarana Fasilitas Internet di SDN 138 Geger Kalong Girang," *J. Educ.*, vol. 5, no. 4, pp. 14357–14367, 2023, doi: 10.31004/joe.v5i4.2470.
- [6] G. I. Swari and A. Agussalim, "Analysis of Network Design and Management Using PPDIOO At SMA Labschool Unesa 1," *West Sci. Inf. Syst. Technol.*, vol. 1, no. 02, pp. 99–108, 2023, doi: 10.58812/wsist.v1i02.503.
- [7] R. A. Octaviani and B. Soewito, "Perancangan Ulang Topologi Jaringan Dengan Kerangka Kerja Ppdioo," *Teknologi*, vol. 13, no. 1, pp. 34–41, 2023.
- [8] N. N. Ajrina, G. D. Febrianti, and A. Agussalim, "Perancangan Desain Jaringan Dengan Konsep VLSM Menggunakan Metode PPDIOO di SMAN 1 Taman," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 2, p. 113, 2024, doi: 10.30872/jurti.v8i2.13881.
- [9] M. Yasin Simargolang and Adi Widarma, "Quality Of Service (QoS) Untuk Analisis Performance Jaringan Wireless Area Network (WLAN)," *Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 7, no. January, pp. 162–171, 2022.
- [10] N. Elhilali, M. Badri, and M. F. Bouami, "Evaluation of QoS over IEEE 802.11 Wireless Network in the Implementation of Internet Protocols Mobility Supporting," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 14, no. 2, pp. 304–310, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140237.
- [11] I. S. N. Nisa, Rahmat Miyarno Saputro, Tegar Fatwa Nugroho, and Alfirna Rizqi Lahitani, "Analisis Quality of Service (QoS) Menggunakan Standar Parameter Tiphon pada Jaringan Internet Berbasis Wi-Fi Kampus 1 Unjaya," *Teknomatika J. Inform. dan Komput.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–9, 2024, doi: 10.30989/teknomatika.v17i1.1307.
- [12] S. Y. Prayogi and D. Hulu, "Quality of Service (QoS) Analysis of Campus Internet Networks : A Case Study at Universitas Islam Sumatera Utara," vol. 9, no. 3, pp. 199–202, 2025, doi: 10.30865/ijics.v9i3.9582.