

Analisis Kinerja Wireless Distribution Network (WDN) pada Lingkungan Padat Pengguna Menggunakan Metode QoS

Imam ¹⁾¹ , Muhammad Nabil Zamzami ²⁾² 

¹⁾²⁾ Universitas Madura, Madura, Jawa Timur

¹⁾ imamdhespachito001@gmail.com, ²⁾ muhammadnabilzamzami@gmail.com

Abstract

Wireless Distribution Network (WDN) merupakan solusi jaringan nirkabel yang digunakan untuk memperluas jangkauan jaringan tanpa memerlukan infrastruktur kabel. Namun, penerapan WDN pada lingkungan padat pengguna berpotensi menurunkan kualitas layanan jaringan akibat meningkatnya beban trafik dan keterbatasan kapasitas jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Wireless Distribution Network (WDN) pada lingkungan padat pengguna menggunakan metode Quality of Service (QoS). Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif melalui pengukuran langsung terhadap kinerja jaringan pada kondisi jam sibuk. Parameter QoS yang dianalisis meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss. Pengumpulan data dilakukan menggunakan perangkat lunak monitoring jaringan untuk merekam aktivitas trafik secara real time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja WDN berada pada kategori cukup baik pada kondisi trafik rendah hingga sedang, namun mengalami penurunan pada lingkungan dengan kepadatan pengguna tinggi yang ditandai dengan menurunnya throughput serta meningkatnya delay, jitter, dan packet loss. Meskipun demikian, Wireless Distribution Network masih layak digunakan sebagai solusi jaringan nirkabel dengan penerapan pengelolaan dan optimasi jaringan yang tepat. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan referensi dalam pengembangan jaringan nirkabel yang lebih andal dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Wireless Distribution Network; Quality of Service; Jaringan Nirkabel; Throughput; Delay; Packet Loss

Article History : Received 5 April 2025, first decision 22 April 2025, accepted 22 August 2025, available online 28 October 2025

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan komputer dan internet menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan dalam dua dekade terakhir, seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap akses informasi yang cepat, stabil, dan dapat diandalkan. Transformasi digital di berbagai sektor, seperti pendidikan, pemerintahan, industri, dan layanan publik, menuntut infrastruktur jaringan yang mampu mendukung pertukaran data secara real-time dan berkelanjutan [1]. Dalam konteks ini, jaringan komputer tidak lagi hanya berfungsi sebagai media komunikasi, tetapi juga sebagai tulang punggung utama dalam penyelenggaraan layanan berbasis teknologi informasi below [2][3]. Teknologi jaringan nirkabel (wireless network) menjadi salah satu solusi strategis dalam penyediaan layanan jaringan karena memiliki keunggulan dari sisi fleksibilitas, skalabilitas, serta efisiensi biaya instalasi dibandingkan jaringan berbasis kabel [4]. Jaringan nirkabel memungkinkan perluasan cakupan jaringan tanpa harus melakukan penarikan kabel fisik yang kompleks, terutama pada area yang memiliki keterbatasan infrastruktur atau kondisi geografis tertentu [5]. Oleh karena itu, jaringan nirkabel banyak diterapkan pada lingkungan kampus, sekolah, perkantoran, kawasan pemukiman, serta area publik dengan mobilitas pengguna yang tinggi [6][7].

Salah satu implementasi jaringan nirkabel yang banyak digunakan adalah Wireless Distribution Network (WDN) atau Wireless Distribution System (WDS), WDN memungkinkan beberapa access point saling terhubung secara nirkabel untuk memperluas jangkauan jaringan tanpa memerlukan backbone kabel. Konsep ini sangat efektif dalam membangun jaringan dengan topologi fleksibel dan dapat dikembangkan sesuai kebutuhan [8][9]. Penerapan WDN terbukti mampu meningkatkan efisiensi pembangunan jaringan, khususnya pada lingkungan padat pengguna yang membutuhkan cakupan luas dan akses jaringan yang merata [10]. Namun demikian, implementasi Wireless Distribution Network pada lingkungan dengan kepadatan pengguna yang tinggi menghadapi berbagai tantangan teknis. Peningkatan jumlah pengguna yang mengakses jaringan secara bersamaan dapat menyebabkan terjadinya kemacetan trafik (network congestion), penurunan throughput, peningkatan delay, serta tingginya tingkat packet loss [11] [12]. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan bandwidth, interferensi frekuensi antar perangkat wireless, serta manajemen trafik yang belum optimal [13][14]. Selain itu, meningkatnya penggunaan aplikasi berbasis real-time seperti video conference, e-learning, cloud computing, dan layanan berbasis web semakin menuntut kualitas jaringan

* Imam

yang tinggi dan stabil [15][16]. Dalam menghadapi permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode yang mampu mengukur, mengevaluasi, dan menggambarkan kualitas kinerja jaringan secara objektif. Quality of Service (QoS) merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk menilai kinerja jaringan berdasarkan parameter teknis tertentu, seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss[17]. Parameter-parameter QoS tersebut memberikan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan jaringan dalam menangani trafik data dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Konsep QoS telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian analisis jaringan nirkabel, baik pada skala kecil seperti sekolah dan kampus, maupun pada skala yang lebih luas seperti jaringan metropolitan dan industri [18]. Pengukuran QoS juga memiliki keterkaitan erat dengan Quality of Experience (QoE), yaitu persepsi pengguna terhadap kualitas layanan jaringan yang dirasakan secara langsung. Dengan demikian, evaluasi QoS tidak hanya penting dari sisi teknis, tetapi juga berdampak langsung pada tingkat kepuasan pengguna terhadap layanan jaringan.[19]. Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji analisis QoS pada jaringan wireless dengan berbagai pendekatan dan metode optimasi. Beberapa studi membahas penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode Per Connection Queue (PCQ) dan Simple Queue untuk meningkatkan performa jaringan [20]. Penelitian lain juga mengkaji optimasi jaringan berbasis perangkat Mikrotik serta analisis kualitas layanan jaringan internet pada berbagai institusi pendidikan dan organisasi. Selain itu, perkembangan teknologi jaringan terkini seperti MQTT, LoRaWAN, dan 5G juga turut dikaji dalam konteks peningkatan performa dan pemerataan akses jaringan, khususnya untuk mendukung Internet of Things (IoT) dan layanan berbasis digital [21][22].

Meskipun demikian, kajian yang secara spesifik membahas kinerja Wireless Distribution Network (WDN) pada lingkungan padat pengguna dengan pendekatan Quality of Service (QoS) masih relatif terbatas. Padahal, karakteristik WDN yang mengandalkan koneksi nirkabel antar access point memiliki tantangan tersendiri dibandingkan jaringan wireless konvensional. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang lebih mendalam untuk mengetahui sejauh mana kinerja WDN mampu memenuhi standar kualitas layanan jaringan, khususnya pada kondisi trafik tinggi dan kepadatan pengguna yang signifikan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja Wireless Distribution Network (WDN) di lingkungan padat pengguna menggunakan metode Quality of Service (QoS). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik berupa pemahaman yang lebih komprehensif mengenai performa WDN, serta kontribusi praktis sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan, pengelolaan, dan pengembangan jaringan nirkabel agar lebih optimal, andal, dan mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Wireless Distribution Network (WDN)

Wireless Distribution Network merupakan metode distribusi jaringan nirkabel yang memungkinkan beberapa access point saling terhubung tanpa menggunakan media kabel. Konsep ini memanfaatkan komunikasi radio untuk memperluas jangkauan jaringan, terutama pada area yang sulit dijangkau oleh infrastruktur kabel [22]. WDN banyak diterapkan pada jaringan kampus, sekolah, dan area publik karena kemudahan instalasi dan fleksibilitas topologi [23].

B. Jaringan Nirkabel dan Perkembangannya

Teknologi jaringan nirkabel terus berkembang, mulai dari WLAN konvensional hingga integrasi dengan jaringan mobile dan teknologi 5G. Perkembangan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas, kecepatan, dan stabilitas jaringan[24]. Dalam konteks lingkungan padat pengguna, jaringan nirkabel dituntut mampu menangani trafik tinggi dengan tetap menjaga kualitas layanan [25].

C. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan sekumpulan parameter dan mekanisme yang digunakan untuk mengukur dan menjamin kualitas layanan jaringan. Parameter utama QoS meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss [26]. Banyak digunakan dalam analisis kinerja jaringan, baik pada jaringan kabel maupun nirkabel, termasuk pada VPN, MPLS, dan Software Defined Networking (SDN) [27].

D. Parameter QoS

1. Throughput adalah laju data efektif yang berhasil dikirimkan melalui jaringan dalam satuan waktu tertentu [28].
2. Delay merupakan waktu tunda yang dibutuhkan paket data untuk sampai ke tujuan [29].
3. Jitter adalah variasi delay antar paket data yang diterima [30].
4. Packet Loss menunjukkan persentase paket data yang hilang selama proses transmisi [31].

E. Tools dan Monitoring Jaringan

Pengukuran QoS umumnya dilakukan menggunakan tools monitoring jaringan seperti Wireshark dan perangkat manajemen jaringan berbasis Mikrotik. Wireshark digunakan untuk analisis paket data secara detail, sedangkan Mikrotik menyediakan fitur manajemen bandwidth dan QoS yang komprehensif [32].

III. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, yaitu melakukan pengukuran secara langsung terhadap kinerja Wireless Distribution Network (WDN) pada lingkungan padat pengguna. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu menghasilkan data numerik yang objektif dan terukur, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas kinerja jaringan secara sistematis berdasarkan parameter Quality of Service (QoS). Objek penelitian adalah jaringan WDN yang digunakan pada lingkungan dengan tingkat kepadatan pengguna tinggi dan aktivitas akses internet yang intensif, seperti akses layanan berbasis web, multimedia, dan aplikasi real-time.

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun secara sistematis untuk memastikan proses penelitian berjalan terstruktur dan dapat direplikasi. Adapun tahapan penelitian meliputi:

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber pustaka yang relevan, meliputi jurnal ilmiah, prosiding, dan buku referensi yang membahas Quality of Service (QoS), jaringan nirkabel, Wireless Distribution Network, serta metode pengukuran dan analisis kinerja jaringan. Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh landasan teoritis yang kuat, memahami parameter QoS yang digunakan, serta mengidentifikasi metode pengukuran yang telah diterapkan pada penelitian-penelitian sebelumnya [33].

2. Perancangan Skenario Pengujian

Pada tahap ini dilakukan perancangan skenario pengujian jaringan WDN yang akan dianalisis. Skenario pengujian disusun dengan mempertimbangkan kondisi jaringan pada lingkungan padat pengguna, termasuk jumlah klien yang terhubung, jenis layanan yang diakses, serta waktu pengujian. Pengujian dirancang untuk dilakukan pada jam sibuk (peak hour) guna merepresentasikan kondisi jaringan terburuk (worst-case scenario), sehingga hasil pengukuran mencerminkan performa jaringan secara realistis. [34] [35]

3. Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dilakukan dengan melakukan monitoring trafik jaringan secara langsung menggunakan perangkat lunak analisis jaringan. Proses ini bertujuan untuk memperoleh data mentah berupa paket-paket data yang melintas pada jaringan WDN selama periode pengujian [36][37].

4. Analisis dan Evaluasi Hasil

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan parameter QoS yang telah ditetapkan. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi tingkat kinerja jaringan WDN serta mengidentifikasi potensi permasalahan yang mempengaruhi kualitas layanan jaringan [38].

B. Parameter Pengukuran

Parameter Quality of Service (QoS) yang digunakan dalam penelitian ini meliputi empat parameter utama, yaitu throughput, delay, jitter, dan packet loss. Parameter-parameter tersebut dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai performa jaringan nirkabel [39]:

1. Throughput

Throughput merupakan laju data efektif yang berhasil dikirimkan dan diterima oleh pengguna dalam satuan waktu tertentu. Nilai throughput menunjukkan kemampuan jaringan dalam menangani beban trafik data dan sangat dipengaruhi oleh jumlah pengguna, kapasitas bandwidth, serta kondisi media transmisi [40][41].

2. Delay

Delay adalah waktu tunda yang dibutuhkan oleh paket data untuk berpindah dari sumber ke tujuan. Delay yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas layanan, terutama pada aplikasi real-time seperti video conference dan voice over IP [42].

3. Jitter

Jitter merupakan variasi waktu delay antar paket data yang diterima. Nilai jitter yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada layanan multimedia karena paket data tidak diterima secara berurutan dan konsisten [43].

4. Packet Loss

Packet loss menunjukkan persentase paket data yang hilang selama proses transmisi. Packet loss yang tinggi menandakan adanya masalah pada jaringan, seperti kemacetan trafik atau interferensi sinyal, yang berdampak langsung pada kualitas layanan [44][45].

Standar penilaian terhadap masing-masing parameter QoS mengacu pada hasil penelitian terdahulu serta rekomendasi internasional yang banyak digunakan dalam evaluasi kinerja jaringan [46][47].

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui monitoring dan pencatatan trafik jaringan secara langsung pada jaringan Wireless Distribution Network yang menjadi objek penelitian. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Wireshark sebagai tools utama untuk menangkap dan menganalisis paket data yang melintas pada jaringan. Wireshark dipilih karena mampu menampilkan informasi paket secara detail, termasuk waktu pengiriman,

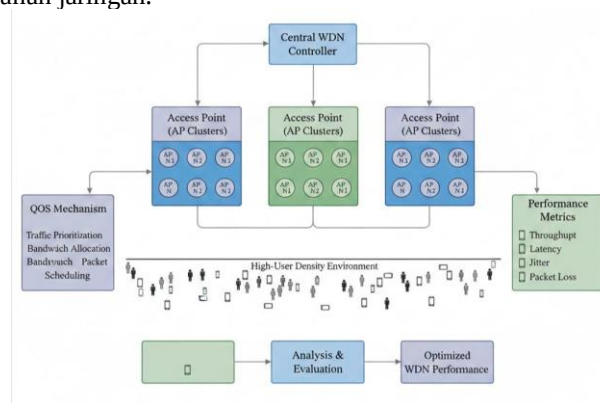
ukuran paket, serta status paket yang berhasil diterima atau hilang[48]. Selain itu, pengamatan terhadap kinerja perangkat jaringan juga dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi jaringan secara keseluruhan. Pengukuran dilakukan pada waktu-waktu dengan tingkat aktivitas pengguna tertinggi (jam sibuk) untuk memastikan data yang diperoleh merepresentasikan kondisi lingkungan padat pengguna secara aktual [49]. Proses pengambilan data dilakukan dalam beberapa interval waktu tertentu untuk menjaga konsistensi dan validitas data [50].

D. Teknik Analisis Data

Tahap pertama adalah identifikasi masalah yang menjadi dasar penelitian ini. Permasalahan utama yang ditemukan ialah keterbatasan sistem monitoring rumah konvensional yang masih bergantung pada kontrol manual dan komunikasi berbasis jaringan lokal. Sistem semacam ini tidak hanya kurang efisien dari segi waktu dan energi, tetapi juga memiliki risiko keamanan yang tinggi akibat tidak adanya lapisan proteksi pada proses transmisi data. Selanjutnya, hasil analisis QoS dibandingkan dengan standar kualitas layanan jaringan yang telah ditetapkan pada penelitian-penelitian sebelumnya untuk menentukan kategori kinerja jaringan, apakah termasuk dalam kategori sangat baik, baik, cukup, atau kurang. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan evaluasi terhadap kinerja Wireless Distribution Network (WDN) serta identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas layanan jaringan pada lingkungan padat pengguna.

IV. HASIL

Pengujian kinerja Wireless Distribution Network (WDN) dilakukan pada kondisi jaringan dengan tingkat kepadatan pengguna yang tinggi. Pengukuran dilakukan pada jam sibuk, ketika sebagian besar pengguna mengakses layanan internet secara bersamaan. Parameter Quality of Service (QoS) yang dianalisis meliputi throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasil pengukuran ini digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana kinerja jaringan WDN mampu memenuhi standar kualitas layanan jaringan.



Gambar 1. WDN Architecture with QQS for High-User Density Analysis

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai throughput rata-rata jaringan WDN berada pada kisaran 18–25 Mbps untuk total trafik pengguna. Nilai throughput tertinggi terjadi pada kondisi jumlah pengguna sedang, sedangkan pada kondisi kepadatan pengguna maksimal terjadi penurunan throughput yang cukup signifikan. Penurunan ini menunjukkan bahwa kapasitas jaringan WDN mulai mencapai batas optimalnya ketika jumlah klien yang terhubung meningkat secara bersamaan. Penurunan throughput disebabkan oleh terbatasnya bandwidth yang harus dibagi ke seluruh pengguna, serta adanya overhead komunikasi antar access point pada skema WDN. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun WDN mampu memperluas jangkauan jaringan, mekanisme distribusi data secara nirkabel antar access point berpotensi menurunkan efisiensi transmisi data pada kondisi trafik tinggi. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai delay rata-rata jaringan WDN berada pada rentang 45–120 ms. Pada kondisi trafik rendah hingga sedang, delay masih berada dalam kategori baik dan tidak menimbulkan gangguan berarti terhadap aktivitas pengguna. Namun, pada kondisi jam sibuk dengan kepadatan pengguna tinggi, nilai delay mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Peningkatan delay ini disebabkan oleh antrean paket data yang semakin panjang akibat meningkatnya beban trafik. Selain itu, proses forwarding data secara nirkabel antar access point pada jaringan WDN turut menambah waktu tunda pengiriman paket. Meskipun demikian, nilai delay yang dihasilkan masih tergolong dapat diterima untuk sebagian besar layanan berbasis web dan e-learning, namun berpotensi menurunkan kualitas layanan real-time seperti video conference. Hasil analisis jitter menunjukkan nilai rata-rata jitter berada pada kisaran 10–35 ms. Nilai jitter cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah pengguna aktif. Fluktuasi delay antar paket ini menunjukkan adanya ketidakstabilan waktu pengiriman paket, terutama pada saat trafik jaringan berada pada kondisi puncak.

Nilai jitter yang relatif tinggi berpotensi menimbulkan gangguan pada layanan multimedia, seperti suara terputus-putus atau video yang tidak sinkron. Kondisi ini mengindikasikan bahwa jaringan WDN pada lingkungan padat pengguna memerlukan mekanisme manajemen trafik yang lebih optimal agar variasi delay dapat ditekan. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai packet loss jaringan WDN berada pada rentang 1–5%. Pada kondisi trafik rendah, packet loss relatif kecil dan tidak berdampak signifikan terhadap kualitas layanan. Namun, pada kondisi kepadatan pengguna tinggi, nilai packet loss mengalami peningkatan yang cukup nyata. Meningkatnya packet loss disebabkan oleh terjadinya kemacetan trafik dan interferensi sinyal pada media transmisi nirkabel. Hilangnya paket data menunjukkan bahwa jaringan mengalami kesulitan dalam menangani beban trafik yang tinggi secara bersamaan. Meskipun nilai packet loss masih berada dalam batas toleransi untuk layanan non-real-time, kondisi ini dapat berdampak negatif pada aplikasi yang membutuhkan keandalan tinggi.

V. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis terhadap seluruh parameter Quality of Service (QoS), dapat diketahui bahwa Wireless Distribution Network (WDN) memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menyediakan layanan jaringan pada kondisi trafik rendah hingga sedang. Pada kondisi tersebut, jaringan masih mampu mendistribusikan bandwidth secara relatif merata kepada pengguna, dengan nilai throughput yang stabil serta delay dan jitter yang masih berada dalam batas toleransi. Hal ini menunjukkan bahwa arsitektur WDN efektif dalam memperluas jangkauan jaringan dan memenuhi kebutuhan akses internet pada skala penggunaan yang tidak terlalu padat. Namun, ketika jaringan berada pada kondisi lingkungan padat pengguna, kinerja Wireless Distribution Network menunjukkan penurunan yang cukup signifikan. Penurunan ini ditandai dengan berkurangnya nilai throughput yang diterima oleh pengguna, meningkatnya delay dan jitter, serta bertambahnya persentase packet loss. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa jaringan mulai mengalami beban berlebih akibat meningkatnya jumlah klien yang terhubung secara simultan dan tingginya volume trafik data yang harus dilayani dalam waktu bersamaan.

Keterbatasan utama Wireless Distribution Network pada kondisi tersebut terletak pada mekanisme distribusi data secara nirkabel antar access point. Pada WDN, setiap access point tidak hanya melayani klien, tetapi juga berperan sebagai penghubung bagi access point lain. Kondisi ini menyebabkan terjadinya overhead komunikasi yang lebih besar dibandingkan jaringan wireless konvensional. Selain itu, penggunaan kanal frekuensi yang sama atau berdekatan antar access point berpotensi menimbulkan interferensi sinyal, yang berdampak langsung pada penurunan kualitas transmisi data. Manajemen bandwidth yang belum optimal juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi kinerja jaringan WDN pada lingkungan padat pengguna. Tanpa pengaturan bandwidth yang tepat, distribusi kapasitas jaringan cenderung tidak merata, sehingga beberapa pengguna dapat mengonsumsi bandwidth secara berlebihan, sementara pengguna lain mengalami keterbatasan akses. Hal ini tercermin dari fluktuasi nilai throughput dan meningkatnya variasi delay (jitter) selama periode pengujian.

Selain faktor teknis jaringan, karakteristik aplikasi yang digunakan oleh pengguna juga berpengaruh terhadap kinerja Wireless Distribution Network. Aplikasi berbasis real-time seperti video conference dan streaming multimedia membutuhkan bandwidth yang besar serta delay dan jitter yang rendah. Ketika aplikasi-aplikasi tersebut digunakan secara bersamaan oleh banyak pengguna, beban jaringan meningkat secara signifikan dan mempercepat terjadinya degradasi kualitas layanan. Kondisi ini menjelaskan mengapa nilai QoS cenderung memburuk pada jam sibuk dibandingkan dengan periode penggunaan normal. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa Wireless Distribution Network masih layak digunakan sebagai solusi jaringan nirkabel pada lingkungan padat pengguna, dengan syarat dilakukan pengelolaan jaringan yang tepat dan berkelanjutan. Penerapan manajemen bandwidth yang lebih efektif, seperti pembatasan kecepatan per pengguna atau prioritas layanan, dapat membantu menjaga kestabilan jaringan. Selain itu, pengaturan kanal frekuensi yang optimal serta penempatan access point yang tepat dapat mengurangi interferensi dan meningkatkan kualitas sinyal.

Peningkatan kapasitas perangkat jaringan juga menjadi salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan. Penggunaan access point dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dukungan standar wireless terbaru, serta peningkatan kapasitas backbone jaringan dapat membantu mengakomodasi peningkatan jumlah pengguna dan trafik data. Dengan kombinasi pengelolaan teknis yang baik dan perencanaan jaringan yang matang, kinerja Wireless Distribution Network dapat ditingkatkan secara signifikan meskipun berada pada lingkungan dengan tingkat kepadatan pengguna yang tinggi. Secara keseluruhan, analisis Quality of Service (QoS) pada penelitian ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kinerja Wireless Distribution Network dalam kondisi nyata. Hasil pembahasan ini menunjukkan bahwa WDN memiliki potensi besar sebagai solusi jaringan nirkabel yang fleksibel dan efisien, namun memerlukan strategi pengelolaan dan optimasi yang tepat agar mampu memenuhi tuntutan kualitas layanan jaringan secara optimal dan berkelanjutan.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Wireless Distribution Network (WDN) mampu menyediakan layanan jaringan nirkabel dengan kualitas yang cukup baik pada kondisi trafik rendah hingga sedang. Pada kondisi tersebut, nilai parameter Quality of Service (QoS) seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss masih berada dalam batas yang dapat diterima, sehingga jaringan dapat mendukung aktivitas akses internet pengguna secara relatif stabil. Namun, pada lingkungan dengan tingkat kepadatan pengguna yang tinggi, kinerja Wireless Distribution Network mengalami penurunan yang ditandai dengan menurunnya throughput, meningkatnya delay dan jitter, serta bertambahnya packet loss. Penurunan kualitas layanan ini disebabkan oleh keterbatasan kapasitas jaringan, overhead komunikasi antar access point, potensi interferensi sinyal, serta manajemen bandwidth yang belum optimal dalam mengakomodasi beban trafik yang tinggi secara bersamaan.

Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa Wireless Distribution Network masih layak digunakan sebagai solusi jaringan nirkabel pada lingkungan padat pengguna, dengan catatan diperlukan pengelolaan dan optimasi jaringan yang tepat. Penerapan manajemen bandwidth yang efektif, pengaturan kanal frekuensi yang optimal, serta peningkatan kapasitas dan spesifikasi perangkat jaringan dapat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan. Secara keseluruhan, analisis Quality of Service (QoS) pada penelitian ini memberikan gambaran yang jelas dan komprehensif mengenai kinerja Wireless Distribution Network dalam kondisi penggunaan nyata. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan referensi bagi pengelola jaringan dalam merancang dan mengembangkan jaringan nirkabel yang lebih andal, efisien, dan mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara berkelanjutan.

Kontribusi Penulis: Imam: Konseptualisasi, Metodologi, Penulisan-Draf Asli, Penulisan-Tinjauan & Penyuntingan, Supervisi. **Muhammad Nabil Zamzami:** Perangkat Lunak, Investigasi, Kurasi Data, Penulisan, Draf Asli.

Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang telah diterbitkan.

Pendanaan: -

Ucapan Terima Kasih: -

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan.

Ketersediaan Data: -

Persetujuan Berdasarkan Informasi ORCID: Tidak tersedia.

Penulis Pertama: <https://orcid.org/0000-0001-9088-9088>

Penulis Kedua: <https://orcid.org/0000-0001-9088-9088>

Penulis Ketiga: -

REFERENSI

- [1] F. P. Eka Putra, F. Muslim, N. Hasanah, Holipah, R. Paradina, and R. Alim, "Analisis komparasi protokol WebSocket dan MQTT dalam proses push notification," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp. 63–72, Jan. 2024, doi: 10.60083/jsisfotek.v5i4.325.
- [2] F. P. Eka Putra, A. Hamzah, W. Agel, and R. O. F. Kusuma, "Implementasi sistem keamanan jaringan Mikrotik menggunakan firewall filtering dan port knocking," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp. 82–87, Jan. 2024, doi: 10.60083/jsisfotek.v5i4.329.
- [3] M. Rusdan, "Analisis perbandingan kualitas pelayanan infrastruktur dengan Ad-Hoc Wireless Distribution System," *JUSTINFO: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 54–60, 2023, doi: 10.33197/justinfo.vol1.iss1.2023.1606.
- [4] A. F. Arman, E. Budiman, and M. Taruk, "Implementasi metode PCQ pada QoS jaringan komputer Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman," *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, vol. 4, no. 2, p. 100, 2020, doi: 10.30872/jurti.v4i2.5111.
- [5] M. S. R. L. Candra and S. Harahap, "Analisis kualitas jaringan 240 internet pada SMK menggunakan metode Quality of Service," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 3, no. 6, pp. 977–984, Jun. 2023, doi: 10.30865/klik.v3i6.903.
- [6] A. Firmansyah et al., "Analisis kinerja metode Simple Queue untuk meningkatkan kualitas jaringan manajemen bandwidth," *Digital Transformation Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 244–251, 2024, doi: 10.47709/digitech.v4i1.3980.
- [7] F. P. Eka Putra, A. M. U. Solichin, M. N. W. Hakim, and M. T. Ramadhan, "Pemanfaatan teknologi wireless dan mobile network berbasis 5G untuk pemerataan akses jaringan di Indonesia," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 8, no. 2, pp. 415–425, Jul. 2025, doi: 10.29408/jit.v8i2.30559.
- [8] P. F. E. Putra, M. A. Mahmud, and R. Paradina, "Comparing the performance of LoRaWAN and MQTT protocols for IoT sensor networks," *Journal of Information and Digital Technology*, vol. 6, no. 2, 2024, doi: 10.60083/jidt.v6i2.565.
- [9] F. Prasetyo, E. Putra, M. A. Mahmud, and I. S. Maqom, "Pengembangan sistem pemantauan lingkungan berbasis Internet of Things (IoT) di kampus," *Digital Transformation Technology*, vol. 3, no. 2, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3457.
- [10] F. P. E. Putra, U. Ubaidi, A. Zulfikri, G. Arifin, and R. M. Ilhamsyah, "Analysis of phishing attack trends, impacts and prevention methods: Literature study," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 413–421, Aug. 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4357.
- [11] F. Prasetyo, E. Putra, A. Baidawi, and A. A. Mubarak, "Merancang jaringan sensor nirkabel dan IoT untuk kota pintar Pamekasan," *Journal of Information and Digital Technology*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i1.331.
- [12] F. P. Eka Putra et al., "Optimization of web-based academic information system design to increase efficiency in junior high schools," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pp. 150–158, Jun. 2024, doi: 10.60083/jidt.v6i2.545.

- [13] Istiqlalia, N. Fahrhani, and A. H. Tantri, "Analisis kualitas layanan internet WLAN pada Biznet berdasarkan QoS," *Computing Insight: Journal of Computer Science*, vol. 5, no. 1, pp. 28–35, 2024, doi: 10.30651/comp_insight.v5i1.22539.
- [14] Chowdhury, M., Hossan, M., & Jang, Y. (2018). Interference Management Based on RT/nRT Traffic Classification for FFR-Aided Small Cell/Macrocell Heterogeneous Networks. *IEEE Access*, 6, 31340-31358. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2844843>.
- [15] A. R. Maulana et al., "Analisis Quality of Service jaringan internet pada website e-learning berbasis Wireshark," *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi dan Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 27–30, 2021, doi: 10.24815/kitektro.v6i2.22284.
- [16] F. Prasetyo et al., "Mengenal teknologi jaringan nirkabel terbaru teknologi 5G," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 167–174, 2023, doi: 10.37034/jsisfotek.v5i1.2333.
- [17] Simargolang, M., & Widarma, A. (2022). Quality of Service (QoS) for Network Performance Analysis Wireless Area Network (WLAN). *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*. <https://doi.org/10.24114/cess.v7i1.29758>.
- [18] E. Setiawan, L. Pagiling, and M. N. A. Nur, "Analisis kualitas jaringan internet provider telekomunikasi menggunakan QoS," *Jurnal Fokus Elektroda*, vol. 7, no. 1, p. 55, 2022, doi: 10.33772/jfe.v4i1.6271.
- [19] Fiedler, M., Hossfeld, T., & Tran-Gia, P. (2010). A generic quantitative relationship between quality of experience and quality of service. *IEEE Network*, 24. <https://doi.org/10.1109/mnet.2010.5430142>.
- [20] S. K. Keshari, V. Kansal, and S. Kumar, "A systematic review of Quality of Service in software defined networking," *Wireless Personal Communications*, vol. 116, no. 3, pp. 2593–2614, 2021, doi: 10.1007/s11277-020-07812-2.
- [21] M. Gholami, M. S. Taboun, and R. W. Brennan, "An ad hoc distributed systems approach for industrial wireless sensor network management," *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 15, pp. 239–246, 2019, doi: 10.1016/j.ji.2018.05.001.
- [22] D. Desmira, "Analisa optimalisasi kinerja jaringan MAN berbasis Mikrotik," *PROSISKO*, vol. 8, no. 1, pp. 8–17, 2021, doi: 10.30656/prosisko.v8i1.2936.
- [23] G. D. Ramady et al., "Optimizing Wireless Distribution System network infrastructure using PCQ method," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1424, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1424/1/012026.
- [24] K. Rianafirin and M. T. Kurniawan, "Design network security infrastructure cabling using NDLC and ISO/IEC 27000," in *Proc. Int. Conf. Computer Applications and Information Processing Technology*, 2017, pp. 1–6, doi: 10.1109/CAIPT.2017.8320681.
- [25] D. H. Lorenz and A. Orda, "Optimal partition of QoS requirements on unicast paths and multicast trees," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 2002, doi: 10.1109/90.986559.
- [26] M. R. Nazari and A. H. Hasbullah, "Radio as an educational media: Impact on agricultural development," *Journal of Southeast Asia Research Centre*, 2010, doi: 10.1007/978-1-4842-8002-7.
- [27] K. Grewal and R. Dangi, "Comparative analysis of QoS VPN provisioning algorithm," *International Journal of Computer Applications*, vol. 48, no. 1, pp. 43–46, 2012, doi: 10.5120/7316-9922.
- [28] A. Kenap et al., "Optimizing digital education technology in LMS design," in *Proc. UNICSSH*, 2023, pp. 650–657, doi: 10.2991/978-2-494069-35-0_80.
- [29] IE. R. S. Moningkey et al., "Library information system in PTIK UNIMA Manado," in *Proc. ICTVET*, 2019, doi: 10.2991/ictvet-18.2019.102.
- [30] F. P. E. Putra et al., "Improving network service quality in parts of Sampang City," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 408–412, 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4311.
- [31] F. P. E. Putra, M. Dafid, and I. Syafi'i, "Firewall implementation as a computer network security strategy," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 1, pp. 291–297, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6162.
- [32] F. P. E. Putra et al., "Tinjauan performa RouterOS Mikrotik," *Digital Transformation Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 903–910, 2024, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3446.
- [33] M. Darso et al., "Analisa kinerja jaringan nirkabel Universitas Amikom Purwokerto," *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 4, pp. 235–241, 2024, doi: 10.55123/235.
- [34] Munadi, R., F., Falmiza, Z., Dewi, M., & R. (2018). The Performance Analysis of Wireless Distribution System Using Point to Multipoint Network Topology. , 218, 03022. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821803022>.
- [35] Rahmat, M., Rohadi, E., Siradjuddin, I., & Chrissandy, F. (2021). Study and Analysis of Network Topology Performance Using Wireless Distribution System Technology. *Journal of Information Technology and Computer Science*. <https://doi.org/10.25126/jitecs.202162276>.
- [36] V. Jain, *Wireshark Fundamentals: A Network Engineer's Handbook*, Springer, 2022, doi: 10.1007/978-1-4842-8002-7.
- [37] J. Buttu, "Analisis kinerja jaringan WLAN pada SMP Negeri 6 Palopo," *BANDWIDTH: Journal of Informatics and Computer Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 20–27, 2023, doi: 10.53769/bandwidth.v1i1.380.
- [38] I. Nurrobi, K. Kusnadi, and R. Adam, "Penerapan metode QoS untuk menganalisa kualitas jaringan wireless," *Jurnal Digit*, vol. 10, no. 1, pp. 47–58, 2020, doi: 10.51920/jd.v10i1.155.
- [39] S. K. Keshari, V. Kansal, and S. Kumar, "Quality of Service in SDN: A systematic review," *Wireless Personal Communications*, vol. 116, no. 3, pp. 2593–2614, 2020, doi: 10.1007/s11277-020-07812-2.
- [40] I. Nurrobi et al., "Penerapan metode Quality of Service untuk analisa jaringan wireless," *Jurnal Digit*, vol. 10, no. 1, pp. 47–58, 2020, doi: 10.51454/decode.v3i1.130.
- [41] F. Naim, Rd. R. Saedudin, and U. Y. K. S. Hediyanto, "Analysis Of Wireless And Cable Network Quality-Of-Service Performance At Telkom University Landmark Tower Using Network Development Life Cycle (NDLC) Method," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 7, no. 4, 2022, doi: 10.29100/jupi.v7i4.3192.
- [42] A. M. Kom, E. T. Alawiyah, and M. B. R. Mubaroq, "Perancangan Program Pengajaran Pemasangan Wifi Publik Kota Depok Berbasis Web, Jurnal SIMADA (Sistem Informasi dan Manajemen Basis Data), vol. 4, no. 2, 2021, doi: 10.30873/simada.v4i2.2897.
- [43] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (ISP) Indihome Dan First Media." *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [44] G. D. Ramady, G. M. Rahmatullah, M. C. T. Manullang, A. F. Zulkarnain, R. Sufyani, and R. Hidayat, "QoS Analysis on Campus Building Network Infrastructure with WDS Technique using PCQ Method," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1783/1/012023.
- [45] S. Li and B. Wang, "Research on Evaluating Algorithms for the Service Quality of Wireless Sensor Networks Based on Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy EDAS and CRITIC Methods," *Math Probl Eng*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/5391940.
- [46] N. H. Tanner, "Wireshark," in *Cybersecurity Blue Team Toolkit*, 2019. doi: 10.1002/9781119552963.ch7.
- [47] N. Alsharabi, M. Alqunun, and B. A. H. Murshed, "Detecting Unusual Activities in Local Network Using Snort and Wireshark Tools," *Journal of Advances in Information Technology*, vol. 14, no. 4, 2023, doi: 10.12720/jait.14.4.616-624.

- [48] Sarah Astia Ningsih, Subardin, and Gunawan, "Analisis Kinerja Jaringan Wireless Lan Menggunakan Metode QOS dan RMA," *AnoaTIK: Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 1, no. 1. 2023, doi: 10.33772/anoatik.v1i1.5.
- [49] S. Subektiningsih, D. R. E. Candra, and P. Ferdiansyah, "Wave Interference dan Perbandingan QOS Pada WLAN Hotel Menggunakan Metode Action Research," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 1. 2023, doi: 3. no. 10.51454/decode.v3i1.130.
- [50] Juarsa and hutrianto Hutrianto, "Evaluasi Kualitas Jaringan Internet Pada Kantor Subdit III Jatanras Polda Sumatera Selatan Menggunakan Metode Action Research," *Journal of Information Technology Ampera*, vol. 4, no. 1, 2023, doi: 10.51519/journalita.v4i1.372.