

## **ANALISIS *QUALITY OF SERVICE (QOS)* PADA JARINGAN USBN MAN 1 BANDA ACEH**

### ***ANALYSIS OF QUALITY OF SERVICE (QOS) ON THE USBN NETWORK AT MAN 1 BANDA ACEH***

**Amru Sujud<sup>1</sup>, Rizal Munadi<sup>2</sup>, Teuku Yuliar Arif<sup>3</sup>**

Prodi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ubudiyah Indonesia,  
Jl. Alue Naga, Desa Tibang, Syiah Kuala, Tibang, Syiah Kuala, Banda Aceh, 23114<sup>1</sup>

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tengku Syech Abdul Rauf, No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111<sup>2,3</sup>

e-mail: amru@uui.ac.id

*Abstrak*— Di era industri 4.0, penggunaan teknologi informasi merupakan suatu keniscayaan. Dalam perspektif pendidikan, teknologi informasi telah memberikan alternatif yang mendorong terjadinya efisiensi, salah satunya adalah ujian berbasis komputer. MAN 1 Banda Aceh telah menerapkannya dalam pelaksanaan Ujian Sekolah Berstandar Nasional (USBN). Namun, dalam realitanya, pelaksanaan USBN yang menggantikan penggunaan ujian konvensional, memberikan tantangan yang perlu diatasi secara teknis. Jumlah perangkat keras yang dapat digunakan dan kecepatan akses data merupakan permasalahan yang dihadapi, sehingga pelaksanaan USBN dapat berjalan lancar sesuai alokasi waktu yang tersedia. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pengujian beban terhadap server USBN, sehingga kinerja server tersebut dapat diketahui, diprediksi, dan disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang digunakan. Pengujian beban ini dilakukan secara *real time* di laboratorium komputer MAN 1 Banda Aceh. Pada pengujian beban pertama, server diberi beban 40 client. Selanjutnya secara bertahap ditambah 10 client selama tiga kali berturut-turut, sehingga totalnya berjumlah 70 client. Selama proses pengujian berlangsung dilakukan pemantauan jaringan menggunakan Wireshark. Selanjutnya dilakukan pengukuran nilai *QoS* dengan parameter throughput, packet loss, dan delay. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan kinerja yang signifikan antara 40, 50, 60, maupun 70 client. Berdasarkan indeks kategori dari nilai hasil rata-rata adalah memuaskan. Dengan demikian, satu server dapat mengelola 70 client secara bersamaan, sehingga terjadi penghematan biaya sumber daya jaringan fisik.

**Kata kunci:** Teknologi Informasi, QoS, USBN, Server, Pengujian Beban

*Abstract*— In the industrial era 4.0, the use of information technology is a necessity. In the education perspective, information technology has provided alternatives that encourage efficiency, one of which is a computer-based test. The MAN 1 Banda Aceh has applied it in the implementation of the National Standard School Examination (USBN). However, in reality, the implementation of USBN which replaces the use of conventional exams, presents challenges that need to be overcome technically. The amount of hardware that can be used and the speed of data access are problems encountered so that the implementation of USBN can run smoothly according to the available time allocation. These problems can be overcome by testing the load on the USBN server, so that the server's performance can be known, predicted, and adjusted to the needs of the application used. Load testing is carried out in real time in MAN 1 Banda Aceh computer laboratory. In the first load test, the server is given a load of 40 clients. Furthermore, gradually added 10 clients for three times in a row, so that the total number of 70 clients. During the testing process, network monitoring is carried out using Wireshark. Then the *QoS* value is measured using parameters throughput, packet loss and delay. The results of testing shows that there is no significant difference in performance between 40, 50, 60, and 70 clients. In terms of category index, the average result value is satisfactory. Thus, one server can still manage 70 clients simultaneously, resulting in budget savings in physical network resource costs.

**Keywords:** Information Technology, QoS, USBN, Server, Load Testing

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di dunia pendidikan kini telah menghadirkan perubahan yang sangat signifikan. Pemanfaatan teknologi informasi tersebut di antaranya yaitu untuk pelaksanaan ujian berbasis komputer atau *Computer Based Test (CBT)* di MAN 1 Banda Aceh [1]. Ujian CBT saat ini menjadi populer karena dapat menyajikan model penilaian dengan integritas tinggi, sistem keamanannya lebih terjamin, serta proses pelaksanaannya lebih efektif dan efisien. Sebelumnya, USBN diselenggarakan secara konvensional dengan berbasis kertas dan dilaksanakan di dalam ruangan kelas. Masing-masing ruang kelas maksimal diikuti oleh 20 peserta ujian, dengan 2 orang pengawas. Salah satu ujian berbasis komputer yang dilaksanakan di MAN 1 Banda Aceh adalah Ujian Sekolah Berstandar Nasional (USBN). USBN merupakan salah satu upaya pemerintah dalam rangka penjaminan mutu pada satuan pendidikan yang bertujuan untuk mengukur capaian kompetensi peserta didik [2].

Pelaksanaan USBN merujuk kepada Peraturan Badan Standar Nasional Pendidikan BNSP Nomor: 0048/BNSP/XI/2018 tentang Prosedur Operasional Standar Penyelenggaraan Ujian Sekolah Berstandar Nasional Tahun Pelajaran 2018/2019. Mulai tahun 2019, pelaksanaan USBN yang diselenggarakan oleh Kementerian Agama melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Islam sudah menggunakan sistem komputerisasi. USBN dilaksanakan di dalam laboratorium komputer menggunakan perangkat jaringan seperti server, client, switch, yang terkoneksi dalam jaringan *Local Area Network (LAN)*, fasilitas internet hanya diperlukan pada saat sinkronisasi saja [3].

Pada implementasi USBN, komputer server yang disarankan minimal memiliki prosesor *core i5*, dengan *memory* RAM 8 GB, *hard disk* 500 GB, serta jaringan komputer yang bersifat *online* dan *local* [3]. Pada Prosedur Operasional Standar (POS) Ujian Nasional yang dikeluarkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP), yang merupakan rujukan utama pelaksanaan ujian *CBT* di madrasah, satu unit server paling banyak mengelola 40 komputer *client* dalam satu ruang laboratorium [4]. Kondisi yang demikian dapat diasumsikan bahwa semakin banyak jumlah siswa, maka akan semakin besar pula sumber daya jaringan komputer yang harus disediakan, terutama server. Hal tersebut tentunya menjadi kendala mengingat tingginya anggaran biaya yang harus disiapkan oleh penyelenggara ujian.

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan ujian berbasis komputer, di antaranya yaitu penelitian [5], [6], dan [8]. Namun penelitian-penelitian tersebut tidak membahas lebih rinci tentang analisis QoS pada server USBN. Seperti pada penelitian [5], yang melakukan perbandingan dua *hardware* jaringan komputer UNBK pada SMKN 1 Bukateja dengan spesifikasi tinggi dan spesifikasi rendah untuk keperluan efisiensi. Perbandingan tersebut menggunakan metode eksperimen. Hasil penelitiannya dapat disimpulkan tidak terjadi perbedaan kinerja yang signifikan, baik dari segi *hardware* maupun *software*. Sehingga penggunaan perangkat jaringan

komputer dengan spesifikasi rendah dirasa lebih efisien dari segi pembiayaannya.

Selanjutnya penelitian [6] yang membahas tentang pengujian performa sistem yang dimiliki oleh *website* Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman guna mengetahui nilai QoS pada *website* tersebut. Pengujian performa dilakukan dengan bantuan *tool* Loadimpact dan Apache JMeter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *website* tersebut masih dapat digunakan dengan baik. Pada Mei 2019, penelitian [8] membahas tentang pelaksanaan perdana Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK) pada SMAN 1 Jakenan Pati. Tujuan penelitian ini untuk menghindari terjadinya *packet loss* dengan cara menambahkan *router*. Kemudian dilakukan *backup* server lokal untuk mengantisipasi terjadinya kondisi *server down*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses transmisi data tidak lagi terjadi *packet loss*.

Masing-masing peneliti menggunakan metodologi dan objek penelitian yang berbeda-beda, sehingga cara menganalisis dan hasilnya juga berbeda. Dalam makalah ini, peneliti melakukan pengujian beban terhadap server USBN secara *real*, sehingga kinerja server tersebut dapat diketahui, diprediksi, dan disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang digunakan. Untuk mengukur kualitas layanan jaringan USBN tersebut, dilakukan analisis nilai *Quality of Service (QoS)* dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Hasil pengukuran diharapkan menjadi rekomendasi untuk implementasi peningkatan sumber daya jaringan fisik ke depannya.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Penelitian

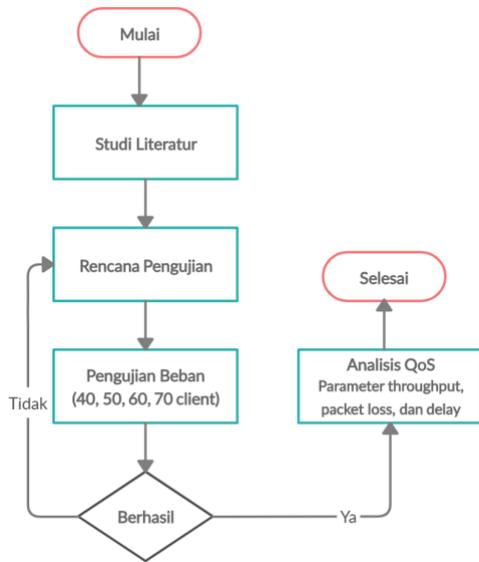
Tahapan penelitian yang dilakukan dibagi menjadi beberapa fase berdasarkan urutan sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dengan mengumpulkan berbagai referensi tentang USBN konvensional dan USBN berbasis komputer di MAN 1 Banda Aceh. Selanjutnya melakukan observasi dan pengamatan langsung mengenai kendala teknis dalam pelaksanaan USBN selama ini. Pada realitanya di lapangan, pelaksanaan USBN berbasis komputer memiliki beberapa kendala teknis yang perlu diatasi, di antaranya yaitu jumlah perangkat keras yang terbatas dan kecepatan akses data yang tinggi.
2. Untuk mengatasi masalah tersebut, selanjutnya dilakukan pengujian beban terhadap server USBN agar kinerja server tersebut dapat diketahui, diprediksi, dan disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi yang digunakan.
3. Melakukan pengujian beban secara *real time* di laboratorium komputer MAN 1 Banda Aceh. Pada pengujian beban pertama, server diberi beban 40 client. Selanjutnya secara bertahap ditambah 10 client selama tiga kali berturut-turut, sehingga totalnya berjumlah 70 client. Selama proses pengujian berlangsung dilakukan pemantauan jaringan menggunakan aplikasi pemantau jaringan Wireshark.
4. Kemudian melakukan analisis nilai *Quality of Service (QoS)* dengan menggunakan parameter *throughput*,

packet loss, dan delay dengan tujuan untuk mengetahui kualitas jaringan USBN.

### B. Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dengan pengujian beban jaringan USBN dan analisis nilai *Quality of Service (QoS)* pada Jaringan USBN MAN 1 Banda Aceh dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### C. Rancangan penelitian

Pengujian beban (*load testing*) dilakukan untuk mendapatkan kinerja server USBN yang optimal yang dilakukan di Laboratorium Komputer MAN 1 Banda Aceh dengan total beban maksimum sebanyak 70 *client*. Tahap pertama 40 siswa (*client*) melakukan ujian dengan mengerjakan soal secara serentak. Selanjutnya peserta ujian akan ditambah sebanyak 10 siswa secara bertahap, hingga nantinya total menjadi 70 siswa.

Beberapa alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah komputer server, *client*, jaringan lokal (LAN), jaringan internet (untuk keperluan *server sync*), dan aplikasi Wireshark (sebagai *tool* pemantau jaringan).

### D. Quality of Service (QoS)

Analisis *QoS* merupakan kemampuan dalam menentukan skala prioritas yang berbeda untuk memfasilitasi pengiriman sumber daya, berupa aplikasi maupun aliran data. *QoS* juga didefinisikan sebagai suatu mekanisme yang memungkinkan layanan jaringan komputer dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan karakteristiknya masing-masing [7]. Dua komponen dasar yang diperlukan *QoS* yaitu fasilitas pemantauan dan manajemen jaringan. Kebanyakan jaringan saat ini mengalami kendala karena kurangnya informasi tentang manajemen yang mudah dan jaminan layanan kualitas yang baik [10]. Karena itu, diperlukan sebuah pengukuran nilai *QoS* terhadap kinerja jaringan yang kemudian dapat dijadikan alat untuk menentukan karakteristik dan pola

jaringan komputer tersebut, baik internet maupun intranet [8].

Salah satu upaya untuk mengelola sumber daya jaringan secara efisien yaitu dengan melakukan analisis *QoS*, sehingga dapat memberikan layanan dan kinerja yang lebih baik kepada penggunanya. Analisis *QoS* dapat menghasilkan informasi berupa *throughput* (waktu yang dibutuhkan dalam proses transmisi data), *packet loss* (paket data yang hilang), dan *delay* (perbedaan selang waktu kedatangan antar paket). Informasi tersebut selanjutnya dapat dijadikan rekomendasi untuk peningkatan layanan dan implementasi fisik jaringan komputer [10].

Parameter *QoS* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Throughput*: *Throughput* merupakan kecepatan (*rate*) data efektif sebenarnya yang diukur dalam *bps (bit per second)*. Kategori *Throughput* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kategori Throughput [7]

No	Kategori	Throughput %	Indeks
1	Sangat Bagus	76 - 100	4
2	Bagus	51 - 75	3
3	Sedang	26 - 50	2
4	Buruk	<25	1

2. *Packet Loss*: *Packet Loss* menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang karena *collision* dan *congestion* pada saat proses transmisi sumber daya. Kategori *Packet Loss* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kategori Packet Loss [7]

No	Kategori	Packet Loss %	Indeks
1	Sangat Bagus	0 - 2	4
2	Bagus	3 - 14	3
3	Sedang	15 - 24	2
4	Buruk	< 25	1

3. *Delay (Latency)*: *Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data dalam menempuh jarak dari tempat asal ke tujuannya. Kategori *Delay* dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kategori Delay [7]

No	Kategori	Delay (ms)	Indeks
1	Sangat Bagus	<150 ms	4
2	Bagus	150 ns s.d. 300 ms	3
3	Sedang	300 ms s.d. 450 ms	2

4. Persentase dan Indeks dari *Quality of Service (QoS)*, merupakan kategori indeks nilai *QoS*, seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Persentase dan Indeks QoS [7]

Nilai	Persentase	Indeks
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 94,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Jelek

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Skenario Pengujian

Pada saat pengujian kinerja berlangsung, server akan diberi beban sebanyak 70 peserta ujian (*client*). Rinciannya adalah sebanyak 40 siswa akan melakukan ujian dengan mengerjakan soal secara serentak. Jumlah 40 siswa tersebut mengacu kepada SOP UNBK yang menjadi rujukan utama dalam melaksanakan Ujian Berbasis Komputer (UBK) di madrasah. Selanjutnya secara bertahap peserta ujian akan ditambah 10, sehingga menjadi 50 siswa. Mereka mengerjakan secara bersamaan. Kemudian ditambah lagi 10 siswa, total 60 peserta. Kemudian terakhir ditambah lagi 10 siswa. Sehingga total peserta yang mengerjakan USBN adalah 70 siswa (*client*). Dengan beban sebanyak itu diharapkan server masih sanggup mengelola seluruh *client* sesuai parameter yang telah ditentukan.

Pada saat yang bersamaan dengan proses pengujian, peneliti melakukan pemantauan tahap demi tahap, dengan melakukan *capture* paket data menggunakan aplikasi Wireshark. Kemudian dilakukan analisis hasil uji coba tersebut dengan melakukan pengukuran nilai *QoS* berdasarkan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay*.

Wireshark merupakan salah satu aplikasi *packet analyzer* merupakan sebuah *software sniffer*. Tool ini sering digunakan untuk melakukan pemantauan jaringan maupun dalam menemukan masalah jaringan lainnya. Kelebihan *tool* ini yaitu dapat berjalan di hampir semua sistem operasi [9].

#### B. Skenario Pengujian

##### 1. Indeks Nilai QoS

Pengumpulan data dengan melakukan pemodelan ujian USBN di laboratorium komputer MAN 1 Banda Aceh menghasilkan rekapitulasi indeks layanan jaringan yang sesuai parameter *QoS* yang digunakan, yaitu *throughput*, *packet loss*, dan *delay*.

- a. *Throughput*: Hasil pengukuran *throughput* untuk masing-masing jumlah *client* yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Indeks Nilai Throughput

No	Jumlah Client	Rata-rata (kbps)	Persentase (%)	Nilai
1	40 Client	11,38	2,196763	1
2	50 Client	10,76	1,859169	1
3	60 Client	8,63	1,931335	1
4	70 Client	8,17	1,749100	1

- b. *Packet Loss*: Hasil pengukuran *packet loss* untuk masing-masing jumlah *client* yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Indeks Nilai Packet Loss

No	Jumlah Client	Rata-rata (%)	Nilai
1	40 Client	0,00	4
2	50 Client	0,00	4
3	60 Client	0,00	4
4	70 Client	0,00	4

- c. *Delay*: Hasil pengukuran *delay* untuk masing-masing jumlah *client* yang telah ditentukan serta berdasarkan nilai *QoS* dengan standar TIPHON dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Indeks Nilai Delay

No	Jumlah Client	Rata-rata (ms)	Nilai
1	40 Client	4,94	4
2	50 Client	5,97	4
3	60 Client	4,91	4
4	70 Client	5,22	4

##### 2. Rekapitulasi Nilai QoS

Analisis nilai *QoS* dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay* menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara jumlah minimal dengan 40 *client* dan maksimal 70 *client*. Berdasarkan hasil pengukuran *QoS* dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay*, hasil rekapitulasi perhitungan nilai *QoS* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Rekapitulasi QoS

No	Jumlah Client	Pengujian (bps)				Rata-rata
		40 Client	50 Client	60 Client	70 Client	
1	Throughput	11.380	10.757	8.630	8.167	9.734
2	Packet Loss	0	0	0	0	0,00
3	Delay	4,94	5,97	4,91	5,22	5,26

Hasil keseluruhan dari analisis *QoS* yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay* yaitu bernilai 3 (tiga) dengan indeks kategori “Memuaskan”, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Indeks Rekapitulasi QoS

No	Jml Client	Nilai QoS			Rata-rata	Indeks
		Throughput	Packet Loss	Delay		
1	40 Client	1	4	4	3	Memuaskan
2	50 Client	1	4	4	3	Memuaskan
3	60 Client	1	4	4	3	Memuaskan
4	70 Client	1	4	4	3	Memuaskan

Rekapitulasi hasil pengukuran *QoS* pada Tabel 9 di atas menunjukkan bahwa:

#### 1. *Throughput*

Hasil pengukuran *throughput* untuk masing-masing jumlah komputer *client* yang telah ditentukan yaitu dengan nilai 1 atau 1,93 % (kategori “Jelek”).

#### 2. *Packet Loss*

Hasil pengukuran *packet loss* untuk masing-masing jumlah komputer *client* yang telah ditentukan yaitu dengan nilai 4 atau 0 % (kategori “Sangat Bagus”).

#### 3. *Delay*

Hasil pengukuran *delay* untuk masing-masing jumlah komputer *client* yang telah ditentukan yaitu dengan nilai 4 atau 5,26 ms (kategori “Sangat Bagus”).

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian yang dilakukan secara *real* di laboratorium MAN 1 Banda Aceh dengan jumlah beban 40, 50, 60, dan 70 *client*, komputer server yang sebelumnya dapat mengelola beban sebanyak 40 *client* masih bisa ditingkatkan lagi sampai dengan 70 *client*.
2. Tidak terjadi perbedaan kinerja yang signifikan pada server jika dilihat pada pengujian beban 40 *client* dengan 70 *client*, dengan indeks rekapitulasi nilai *Quality of Service (QoS)* dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay*, adalah 3 (indeks “**memuaskan**”). Pada pengujian beban 70 *client* juga belum ditemukan data error (*packet loss*).
3. Terjadinya efisiensi dari segi anggaran biaya yang dikeluarkan oleh penyelenggara ujian dalam implementasi pembangunan jaringan fisik ke depannya. Jika sebelumnya 70 *client* diasumsikan harus dikelola oleh dua server, setelah proses analisis dan pengujian beban yang telah dilakukan, maka 70 *client* dapat dikelola oleh satu unit server saja.

## REFERENSI

- [1] A. Sujud, et al., “Rancangan Program Aplikasi Al-Faraidh sebagai Media Pembelajaran Mawaris di MAN 1 Banda Aceh,” *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 15-23, 2017.
- [2] Prosedur Operasional Standar Penyelenggaraan Ujian Sekolah Berstandar Nasional (POS USBN) Tahun Pelajaran 2018/2019, 0048/BNSP/XI/2018, Nov. 2018.
- [3] USBN Madrasah 2019, 1st ed. Ditjen Pendis Kemenag, Jakarta, Indonesia, 2019.

- [4] Prosedur Operasional Standar Penyelenggaraan Ujian Nasional Tahun Pelajaran 2018/2019, 0047/BNSP/XI/2018, Nov. 2018.
- [5] F. Hasan, “*Analisis Efisiensi Penggunaan Perangkat Jaringan Komputer Sekolah untuk UNBK (Ujian Nasional Berbasis Komputer) (Studi Kasus : SMK Negeri 1 Bukateja)*,” Tesis, Program Studi S2 Teknik Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 2018.
- [6] D. Iskandar, et al., “*Performance Testing to Determine The QoS (Quality of Service) Reliability Faculty of Engineering’s Website, Jenderal Soedirman University*,” *Dinamika Rekayasa*, vol. 14, no. 1, pp. 39-45, Feb. 2018.
- [7] R. Wulandari, “*Analisis QoS (Quality of Service) pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT. Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPJ)*,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 162-172, Aug. 2016.
- [8] R. A. Firdaus, “*Analisis Quality of Service (QoS) di Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga Daerah Istimewa Yogyakarta*,” Tesis, Program Studi S2 Ilmu Komputer FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 2014.
- [9] R. Nindyasari, et al., “*Analysis QoS (Quality of Service) Jaringan UNBK dengan Menggunakan Microtic Router (Studi Kasus: Jaringan UNBK SMAN 1 Jakenan Pati)*,” *Jurnal Ilmiah NERO*, vol. 4, no. 2, pp. 109-116, May 2019.
- [10] H. Ghalwash, et al., “*A QoS framework for SDN-based Networks*,” *IEEE 4th International Conference on Collaboration and Internet Computing*, 2018, pp. 98-105.