Implementasi Arsitektur Client Server pada Video Streaming untuk Pembelajaran Bahasa Inggris

Ika Magfiroh Ramadhani[1], Danang Haryo Sulaksono[2]*

Prodi Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]

**Penulis korespondensi : danang_h_s@itats.ac.id*

ABSTRACT

One of the current formal educational institutions is the 1 Sreseh State Junior High School (SMP). Where the school provides learning, one of which is in the field of English. At SMPN 1 Sreseh also has limitations in the teaching and learning process. Where the presence of a teacher is limited, even almost every semester the teacher can be up to 2 or 3 times or more unable to attend to provide learning material to students or students. This is considered inefficient and can even slow down students' passive learning power in learning English. Given the background problems that have been previously stated, the purpose of this research is to overcome the obstacles in the teaching and learning process and determine the speed of the application when using a client server architecture. So an online learning application was created that could reduce the delays in learning at SMPN 1 Sreseh by knowing the speed of a network that would be applied to the application. But it must be seen how well this technology performs video conferencing services through Quality of Service (QoS) parameters such as delay, throughput and jitter. The system testing is calculated using the QoS test consisting of three parameters and is carried out with 10 tests. First, the throughput on 10 tests obtained an average value of 164.6391byte / s classified into the Very Good category. Second, the delay obtained an average value of 4.080915 ms classified into the Very Good category. Third, jitter obtained an average value of 1.73491 ms which is classified into the Good category for the use of streaming video on m-learning based English learning media.

Article History

Received : 17-03-2025
Revised : 25-03-2025
Accepted : 29-03-2025

Keywords

Video Conference,
Client Server,
Quality of Service (QoS),
Delay,
Troughput,
Jitter

ABSTRAK

Lembaga pendidikan formal saat ini salah satunya Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Sreseh. Dimana sekolah tersebut memberikan pembelajaran salah satumya di bidang Bahasa Inggris. Di SMPN 1 Sreseh juga memiliki keterbatasan dalam melakukan proses belajar mengajar. Dimana kehadiran seorang pengajar terbatas, bahkan hampir setiap semester pengajar bisa sampai 2 atau 3 kali atau lebih tidak dapat hadir memberikan materi pembelajaran terhadap murid atau siswanya. Hal tersebut dirasa tidak efisien dan bahkan bisa memperlambat daya belajar siswanya yang pasif dalam belajar bahasa inggris. Maka dibuatkanlah aplikasi pembelajaran online yang bisa mengurangi keterhambatan pembelajaran di SMPN 1 Sreseh dengan mengetahui kecepatan suatu jaringan yang akan diterapkan pada aplikasi tersebut. Tapi harus dilihat seberapa baik teknologi ini melakukan layanan video conference melalui parameter–parameter Quality of Service (QoS) seperti halnya delay, troughput dan jitter. Pengujian sistem yang dilakukan dihitung menggunakan pengujian QoS terdiri dari tiga parameter dan dilakukan dengan 10 kali pengujian. Yang pertama, throughput pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 164,6391byte/s digolongkan kedalam kategori Sangat Bagus. Kedua, delay didapatkan nilai rata–rata sebesar 4,080915 ms digolongkan kedalam kategori Sangat Bagus. Ketiga, jitter didapatkan nilai rata–rata sebesar 1,73491 ms digolongkan kedalam kategori Bagus untuk penggunaan streaming video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning.

PENDAHULUAN

Lembaga pendidikan formal saat ini salah satunya Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Sreseh. Dimana sekolah tersebut memberikan pembelajaran salah satumya di bidang Bahasa Inggris. Di SMPN 1 Sreseh juga memiliki keterbatasan dalam melakukan proses belajar mengajar. Dimana kehadiran seorang pengajar terbatas, bahkan hampir setiap semester pengajar bisa sampai 2 atau 3 kali atau lebih tidak dapat hadir memberikan materi pembelajaran terhadap murid atau siswanya. Hal tersebut membuat siswa menjadi lambat menyerap materi pelajaran bahasa inggris. Sehingga untuk mengatasi masalah tersebut dibuatlah penelitian ini dengan mengeksplorasi penerapan arsitektur klien-server dalam konteks streaming video untuk pembelajaran bahasa Inggris, dengan membahas tantangan dan peluang dalam domain ini.

Aplikasi pembelajaran jarak jauh berbasis video, seperti yang digunakan untuk pembelajaran bahasa Inggris, melibatkan penyampaian konten audio, video, dan data secara bersamaan melalui Internet [2]. Aplikasi ini memerlukan arsitektur yang kuat dan efisien untuk memastikan streaming yang lancar, meminimalkan latensi, dan memberikan pengalaman belajar yang positif bagi pengguna. Dalam arsitektur klien-server untuk streaming video, klien, biasanya perangkat pengguna, mengirimkan permintaan ke server, yang bertanggung jawab untuk memproses dan menyampaikan konten video yang diminta.

Penerapan arsitektur klien-server untuk streaming video dalam konteks pembelajaran bahasa Inggris menyajikan beberapa pertimbangan utama. Pertama, server harus mampu menangani konkurensi tinggi dan permintaan instan, karena banyak pengguna dapat mengakses konten video secara bersamaan. Selain itu, sistem harus memastikan distribusi konten video yang efisien dan andal ke banyak klien, yang berpotensi memanfaatkan teknologi multicast untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya [3]. Lebih jauh, sistem harus menerapkan codec dan protokol streaming yang sesuai untuk memastikan pemutaran konten video yang lancar di sisi klien. Hal ini memerlukan penanganan tantangan seperti menangani permintaan pengguna, mengelola penyimpanan dan pengambilan video secara efisien, dan memastikan kualitas video dan kinerja pemutaran yang optimal.

Dengan adanya latar belakang masalah yang telah di kemukakan sebelumnya, tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengatasi penghambatan proses belajar mengajar dan mengetahui kecepatan aplikasi jika menggunakan arsitektur client server. Maka dibuatkanlah aplikasi pembelajaran online yang bisa mengurangi keterhambatan pembelajaran di SMPN 1 Sreseh dengan mengetahui kecepatan suatu jaringan yang akan diterapkan pada aplikasi tersebut.

Dengan video conference kita tidak perlu lagi meninggalkan tempat duduk kita, misalnya untuk bertemu dan melakukan suatu pembelajaran online antara guru dengan murid. Sehingga untuk melakukan layanan video conference ini bukan hal mustahil. Tapi harus dilihat seberapa baik teknologi ini melakukan layanan video conference melalui parameter–parameter Quality of Service (QoS) seperti halnya delay, troughput dan jitter. Parameter-parameter tersebut diklasifikasikan berdasarkan kemampuan layanan dan dibagi menjadi empat kelas: sangat bagus, bagus, sedang, dan jelek.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan. Yaitu bagaimana cara mengimplementasikan pembelajaran daring yang akan diterapkan di SMP Negeri 1 Sreseh dan bagaimana hasil kinerja aplikasi pada saat digunakan banyak client dengan menggunakan arsitektur client server. Dimana tujuan penelitian ini adalah untuk dapat membuat penerapan pembelajaran daring di sekolah SMP Negeri 1 Sreseh. Dan membuat laporan hasil kinerja aplikasi dengan menerapkan arsitektur client server pada saat digunakan oleh banyak client. Manfaat yang diharapkan dapat mengatasi pembelajaran daring antara guru dengan siswa di SMP Negeri 1 Sreseh dan mengetahui kecepatan akses aplikasi dengan menggunakan arsitektur client server.

TINJAUAN PUSTAKA

Literatur yang ada tentang arsitektur klien-server untuk streaming video dan penerapannya dalam pembelajaran bahasa memberikan wawasan yang berharga. Penelitian tentang model pembelajaran elektronik adaptif menyoroti pentingnya merancang sistem pembelajaran berbasis komputer yang dapat secara efektif beradaptasi dengan tingkat pengetahuan dan pemahaman pengguna. Prinsip ini dapat diterapkan pada arsitektur klien-server untuk streaming video, di mana sistem harus dapat menyesuaikan konten dan penyampaian video berdasarkan kemahiran bahasa dan preferensi pelajar.

Secara khusus, sebuah studi oleh Barbosa dkk. mengusulkan sebuah model untuk penyampaian konten multimedia kolaboratif dan adaptif dalam lingkungan pembelajaran seluler. Para penulis menekankan pentingnya layanan berbasis cloud dan dukungan jaringan heterogen untuk memfasilitasi penyampaian konten multimedia pilihan ke berbagai jenis perangkat seluler. Demikian

pula, sebuah studi oleh Gómez-Goiri dan Patiño-Martínez membahas perlunya mempertimbangkan karakteristik konteks pengguna, seperti perangkat akses, lokasi, dan kondisi fisik, dalam penerapan sistem pembelajaran adaptif [4].

Dalam konteks streaming video yang lebih luas, penelitian tentang pengiriman konten oportunistik di saluran siaran yang memudar memberikan wawasan yang relevan. Karya ini mengeksplorasi potensi penyimpanan konten video populer yang lebih dekat ke pengguna akhir untuk meningkatkan kualitas pengalaman, yang dapat diterapkan pada arsitektur klien-server untuk streaming video dalam pembelajaran bahasa. Selain itu, sebuah studi oleh Zabrovskiy dkk. mengevaluasi kinerja sistem streaming HTTP adaptif, yang menyoroti pentingnya mempertimbangkan implementasi pemutar yang digunakan dalam layanan aktual saat melakukan penelitian tentang streaming video adaptif.

I/O Stream

Pemprograman tidak akan lepas dari komponen fundamental yang saling terkait, yakni (input) proses, dan keluaran (output). Di java khususnya dalam konteks paket java.io, input dan output (I/O) di definisikan dengan istilah Stream. Stream adalah representasi abstrak suatu masukan atau keluaran yang merupakan sumber atau tujuan data

Video Streaming

Video streaming adalah mengalirkan sebuah data video dari suatu transmitter ke sebuah atau beberapa komputer yang berfungsi sebagai receiver. Jadi receiver akan menerima suatu video secara real time dan receiver tidak dapat mengulang stream yang telah didapatnya tersebut. Video streaming biasanya digunakan pada kelas virtual atau konferensi video.

Client Server

Client Server adalah suatu bentuk arsitektur, dimana client adalah perangkat yang menerima yang akan menampilkan dan menjalankan aplikasi (software komputer) dan server sebagai pengatur resource yang ada, yang menyediakan pelayanan dengan memanfaatkan resource yang untuk kebutuhan client. Proses ini (proses client-server) dijalankan pada satu komputer berfungsi sebagai server dan sebuah atau beberapa komputer berfungsi sebagai client [5].

Transmisi Data

Transmisi data merupakan suatu proses untuk melakukan pengiriman data dari salah satu sumber data dari pengirim data ke penerima data menggunakan komputer / media elektronik lainnya. Sebelum menggunakan transmisi data (pengiriman data), maka salah satu faktor yang penting untuk diperhatikan adalah Konfigurasi Jalur Transmisi Data

Java Android

Definisi java menurut Sun Microsystem (perusahaan pemilik hak cipta java) adalah nama untuk sekumpulan teknologi yang membuat perangkat lunak dan menjalankan perangkat lunak pada komputer standalone ataupun pada lingkungan jaringan/internet (sumber: www.sun.com). Java berdiri di atas sebuah mesin intepreter yang diberi nama java Virtual Machine (JVM). Android merupakan Operasi System mobile yang tumbuh di tengah OS lainnya yang berkembang pesat ini. Platform java terdiri dari sekumpulan library, compiler, debugger dan alat lain yang dipaket dalam java development kit (JDK). Agar suatu program java tersebut dapat dijalankan, maka file yang berekstensi ".java" harus dikompilasi menjadi file bytecode

KERNEL: Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika dan Pendidikan Informatika
Vol. 4, No. 2, Desember 2023
ISSN: 2774-4345, DOI: 10.31284/j.kernel.2023.v4i2.7543

Quality of Service (QoS)

QoS (Quality of Service) merupakan kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada suatu traffic tertentu mulai berbagai macam teknologi, meliputi jaringan IP, frame relay, ATM [6].

1. Throughpout
   Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (bit per second). Troughput adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

$$Throughput = \frac{paket\ \ data\ \ diterima}{lama\ \ pengama\tan} \quad (1)$$

2. Delay (Latency)
   Delay (letency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga waktu proses yang lama.

$$Delay = \frac{Total\ \ delay}{total\ \ packet\ \ yang\ diterima} \quad (2)$$

3. Jitter
   Jitter atau variasi kedatangan paket diakibatkan oleh variasi – variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket – paket diakhir perjalanan jitter. Jitter lazimnya disebut variasi delay, berhubungan erat dengan latency, yang menunjukkan banyaknya variasi delay pada transmisi data di jaringan.

$$Jitter = \frac{total\ \ \mathrm{var}iasi\ \ delay}{total\ \ packet\ \ yang\ diterima - 1} \quad (3)$$

METODE

Dalam perancangan ini, protokol jaringan yang akan digunakan adalah master / slave. Dimana, dalam protokol tersebut satu perangkat atau proses (dikenal sebagai master) mengendalikan satu atau lebih perangkat atau proses lain (dikenal sebagai slave).

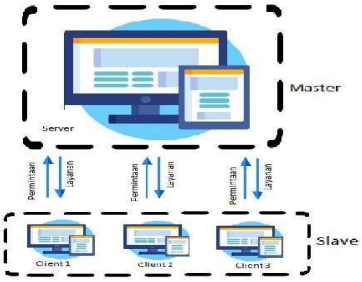


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Dari gambar 1 diatas menunjukkan bahwa Siswa, Guru dan admin terhubung dalam satu layanan yang sama. Dimana mereka bisa mengakses aplikasi pembelajaran online didalam waktu yang sama dan masing-masing data yang ingin diakses berada dalam sebuah server.

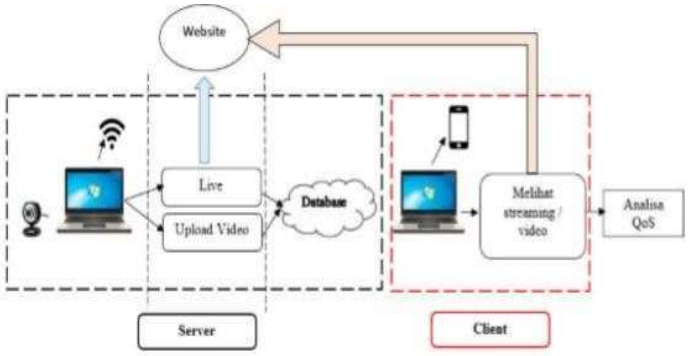
ISSN: 2774-4345, DOI: 10.31284/j.kernel.2023.v4i2.7543

Berikut Arsitektur Jaringan yang digunakan pada implementasi video streaming untuk media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning dengan arsitektur client server



Gambar 2. Arsitektur Jaringan

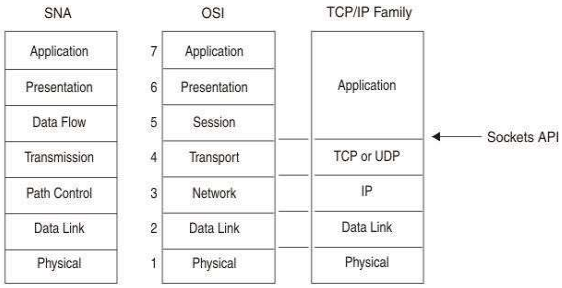
Pada gambar 2 merupakan arsitektur jaringan menggunakan Master / Slave, dimana satu perangkat atau proses (dikenal sebagai master) mengendalikan satu atau lebih perangkat atau proses lain (dikenal sebagai slave). Yang kemudian protokol komunikasinya menggunakan model client server, dimana di mana program server merespon permintaan dari program client, dan model peer to peer, di mana salah satu dari dua perangkat yang terlibat dapat memulai sesi komunikasi. Berikut contoh arsitektur video streaming dan Input Output Data Stream.



Gambar 3 Arsitektur Video Streaming

Gambar 3 merupakan arsitektur pada video streaming dimana server bisa mengunggah video dan live video menggunakan dekstop yang di simpan di dalam sebuah database. Sedangkan client bisa melihat hasil video atau streaming dengan mengakses lewat android dan dimana hasil video atau streaming tersebut telah dilakukan analisa QoS dan bisa diakses dengan menggunakan website.

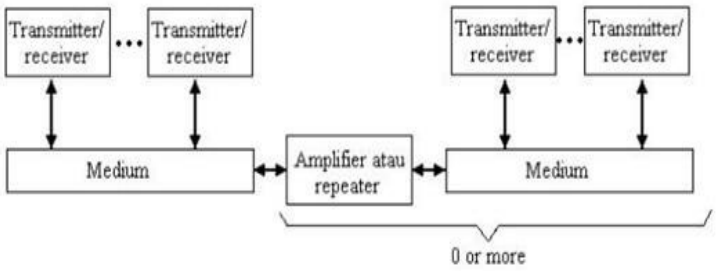
Jenis protokol yang digunakan adalah TCP. Hal itu yang menyediakan koneksi sirkuit virtual yang andal antara aplikasi; yaitu koneksi dibuat sebelum pengiriman data dimulai. Data dikirim tanpa kesalahan atau duplikasi dan diterima dalam urutan yang sama seperti yang dikirim. Tidak ada batasan yang dikenakan pada data; TCP memperlakukan data sebagai aliran byte.



Gambar 4. Susunan Protokol Layer

ISSN: 2774-4345, DOI: 10.31284/j.kernel.2023.v4i2.7543

Proses transmisi data yang digunakan adalah multi-titik atau yang lebih dikenal dengan multipoint. Dimana hubungan jaringan tersebut memungkinkan sebuah jalur digunakan oleh banyak piranti yang akan berkomunikasi dimana satu satu saluran terhubung dengan banyak komputer. Berikut untuk gambar proses transmisi data.



Gambar 5. Proses Transmisi Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem pada implementasi streaming video untuk media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning menggunakan pengujian QoS. Adapun parameter QoS yang digunakan dalam pengukuran meliputi Throughput, Delay, dan Jitter. Adapun metode pengambilan dataset yaitu:

1. Waktu pengambilan data dibatasi kurang dari 1.5 menit.
2. Perangkat lunak yang digunakan adalah wireshark.
3. Pengukuran QoS dilakukan pada parameter delay, jitter, throughput.
4. Pengukuran dilakukan dari sisi client.
5. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali

Pengujian *Throughput*

Throughput dapat dihitung dengan persamaan (1). Kemudian dilakukan perhitungan yang sama pada hasil wireshark 10 pengujian. Didapatkan hasil throughput berdasarkan 10 pengujian yang ditunukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan *Throughput* Dengan 10 Kali Pengujian

Uji ke-	Paket data yang diterima	Lama pengamatan	Hasil Throughput	Kategori
1	2839	26,504	107,1159	Sangat Bagus
2	5933	25,196	235,4739	Sangat Bagus
3	2978	29,966	99,3739	Sangat Bagus
4	4995	25,184	198,3402	Sangat Bagus
5	5096	30,419	167,5269	Sangat Bagus
6	5865	29,170	201,0627	Sangat Bagus
7	4685	24,009	195,1352	Sangat Bagus
8	4178	29,148	143,3375	Sangat Bagus
9	5890	23,368	252,0541	Sangat Bagus
10	1368	29,128	46,9651	Sangat Jelek
	Rata-rata Throughput		164,6391	Sangat Bagus

Berdasarkan tabel 1 yang merupakan perhitungan throughput pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 164,6391byte/s digolongkan kedalam kategori Sangat Bagus untuk penggunaan *streaming* video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis *m-learning*.

Pengujian *Delay*

Delay dapat dihitung dengan persamaan (2). Kemudian dilakukan perhitungan yang sama pada hasil wireshark 10 pengujian. Didapatkan hasil *Delay* berdasarkan 10 pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan *Delay* Dengan 10 Kali Pengujian

Uji ke-	Paket data yang diterima	Rata–rata delay	Kategori
1	2839	23,921	Sangat Bagus
2	5933	0,0028077	Sangat Bagus
3	2978	16,849033	Sangat Bagus
4	4995	0,0007609	Sangat Bagus
5	5096	0,0066836	Sangat Bagus
6	5865	0,0028404	Sangat Bagus
7	4685	0,009103	Sangat Bagus
8	4178	0,0009096	Sangat Bagus
9	5890	0,0038391	Sangat Bagus
10	1368	0,012179	Sangat Bagus
Rata – rata delay		4,080915	Sangat Bagus

Berdasarkan tabel 2 yang merupakan perhitungan delay pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 4,080915 ms digolongkan kedalam kategori Sangat Bagus untuk penggunaan streaming video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning.

Pengujian *Jitter*

Jitter dapat dihutung dengan persamaan (3). Kemudian dilakukan perhitungan yang sama pada hasil wireshark 10 pengujian. Didapatkan hasil Jitter berdasarkan 10 pengujian pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan *Jitter* Dengan 10 Kali Pengujian

Uji ke-	Total Packet	Hasil Jitter	Kategori
1	23	10,8696	Bagus
2	53	0	Sangat Bagus
3	27	6,4795	Bagus
4	49	0	Sangat Bagus
5	59	0	Sangat Bagus
6	56	0	Sangat Bagus
7	48	0	Sangat Bagus
8	47	0	Sangat Bagus
9	59	0	Sangat Bagus
10	16	0	Sangat Bagus
Rata – Rata Jitter		1,73491	Bagus

Berdasarkan Tabel 3 yang merupakan perhitungan jitter pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 1,73491 ms digolongkan kedalam kategori Bagus untuk penggunaan streaming video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa : Pengujian sistem yang dilakukan dihitung menggunakan pengujian QoS terdiri dari tiga parameter dan dilakukan dengan 10 kali pengujian. Yang pertama, throughput pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 164,6391byte/s digolongkan kedalam kategori Sangat Bagus untuk penggunaan streaming video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning. Delay pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 4,080915 ms digolongkan kedalam kategori Sangat Bagus untuk penggunaan streaming video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning. Jitter pada 10 kali pengujian didapatkan nilai rata–rata sebesar 1,73491 ms digolongkan kedalam kategori Bagus untuk penggunaan streaming video pada media pembelajaran bahasa inggris berbasis m-learning

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Yin, "Research on Cloud Classroom Construction of Higher Vocational Colleges Based on Campus Micro-Cloud Platform," Jan. 01, 2021, IOP Publishing. doi: 10.1088/1742-6596/1748/4/042064.
[2] E. Stergiou, "Vigorous Distance Learning Applications Using the Stream Control Transmission Protocol," Jan. 01, 2017, Science Publishing Group. doi: 10.11648/j.sjedu.20170506.15.
[3] W. G. Mitchener and A. Vahdat, "A chat room assignment for teaching network security," Feb. 01, 2001, Association for Computing Machinery. doi: 10.1145/366413.364532.
[4] S. Gómez, D. Huerva, C. Mejía, S. Baldiris, and R. Fabregat, "Designing context-aware adaptive units of learning based on IMS-LD standard," Jun. 01, 2009. doi: 10.1109/eaeeie.2009.5335463.
[5] Hakim, L. A. R. 2009. Analisa dan implementasi quality of service pada jaringan jardiknas IBM Knowledge Center. TCP/IP TCP, UDP, AND IP Protocol. Retrieved from https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSLTBW_2.3.0/com.ibm.zos.v2r3.halc001/ipcicint_protocol.htm
[6] Surahman, Arif. 2017. Analisis Quality of Service (QoS) Video Conference pada Jaringan Internet Dengan Menggunakan Akses WIMAX (World Wide Interoperability for Microwave Access). Pontianak: Universitas Tanjungpura.
[7] Ashraf, T., Lee, S. S. W., Iqbal, M., & Pan, J. Y. (2021). Routing path assignment for joint load balancing and fast failure recovery in ip network. Applied Sciences (Switzerland), 11(21). https://doi.org/10.3390/app112110504
[8] Hanafi. (2021). ESTIMASI KEBUTUHAN BANDWIDTH INTERNET DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI LHOKSEUMAWE. JURNAL LITEK : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika, 13-20.
[9] Rasmila, & Laksana, T. G. (2019). The Implementation of Top-Down Approach Method on Redesign of LAN Harvani Hotel Palembang. JURNAL INFOTEL, 15- 21.
[10] Utomo, W. D. (2018). Analisa Perbandingan Quality of Service Video Streaming pada Jaringan VPN antara OPENVPN dan L2TP dengan IPSEC. Surabaya: Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
[11] Emrul, A., Yamin, M., & Surini, L. (2017). ANALISIS QUALITY of SERVICE (QoS) KINERJA SISTEM HOTSPOT PADA ROUTERBOARD MIKROTIK 951Ui-2HnD PADA JARINGAN TEKNIK INFORMATIKA. semanTIK, 87-94.
[12] R. Tulloh, "Analisis Performansi VLAN pada Jaringan Software Defined Network (SDN)," J. INFOTEL (Informatika - Telekomun. - Elektron., vol. 9, no. 4, pp. 406–411, 2017.
[13] Usman, U. K., Permana, A. G., & Wibisino, G. (2018). Jaringan Telekomuniasi dan Teknologi Informasi. Bandung: Informatika Bandung
[14] Utomo, W. D. (2018). Analisa Perbandingan Quality of Service Video Streaming pada Jaringan VPN antara OPENVPN dan L2TP dengan IPSEC. Surabaya: Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.