

Performansi server VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) sebagai sarana pembelajaran hibrid

Mila Kusumawardani ¹, Nugroho Suharto ², Sri Wahyuni Dali ³, Kristina Widjajanti ⁴, Atika Yulia Sari Putri ⁵, Nabila Widyantari ⁶

e-mail: mila.kusumawardani@polinema.ac.id, nugroho.suharto@polinema.ac.id,
sri.wahyuni@polinema.ac.id, kristina@polinema.ac.id, atikavuliasari putri@gmail.com,
nabilawidyantari0@gmail.com

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 13 Oktober 2023

Direvisi 24 April 2024

Diterbitkan 30 April 2024

Kata kunci:

Quality of Service (QoS)
Voice over Internet Protocol (VoIP)
Web Server

Keywords:

Quality of Service (QoS)
Voice over Internet Protocol (VoIP)
Web Server

ABSTRAK

Media pembelajaran merupakan salah satu aspek yang menentukan kualitas pendidikan. Bagi daerah perkotaan, media pembelajaran digital mudah dijangkau dan beragam. Namun, bagi daerah yang masih terbelakang, hal ini cukup sulit untuk diakses. Metode pembelajaran hibrid dapat menjadi salah satu pilihan bagi sekolah saat ini dikarenakan dapat memberikan pengaruh positif yaitu siswa dapat terlatih belajar secara mandiri namun juga tetap mendapat pelajaran secara luring. Namun, untuk daerah yang belum terjangkau internet, pembelajaran hibrid masih terbilang sulit untuk diterapkan, maka dari itu diperlukan jaringan intranet yang dapat diakses siswa maupun guru tanpa adanya jaringan internet. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat server pembelajaran dengan memanfaatkan sistem *Voice over Internet Protocol (VoIP)* berbasis *Web Server*. Konten yang disajikan dalam *website* ini dikemas dalam bentuk video dan latihan soal, serta antar siswa dengan guru dapat berkomunikasi menggunakan fitur komentar yang disediakan. Perancangan sistem menggunakan metode penelitian pengembangan dan pembuatan. Pengujian performa layanan dilaksanakan dengan menguji *Quality of Service (QoS)* meliputi *Delay*, *Jitter*, *Throughput*, dan *Packet Loss*. Analisa performa jaringan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *website* dalam mengirim dan menerima data kepada pengguna saat diakses.

ABSTRACT

Learning media is one aspect that determines the quality of education. For urban areas, digital learning media is easy to reach and diverse. However, for underdeveloped areas, this is quite difficult to access. The hybrid learning method can be an option for schools at this time because it can have a positive influence, namely that students can be trained to learn independently but also still receive lessons offline. However, for areas that do not have internet access, hybrid learning is still difficult to implement, therefore an intranet network is needed that can be accessed by students and teachers without an internet network. The aim of this research is to create a learning server by utilizing a Web Server-based Voice over Internet Protocol (VoIP) system. The content presented on this website is packaged in the form of videos and practice questions, and students and teachers can communicate using the comments feature provided. System design uses development and manufacturing research methods. Service performance testing is carried out by testing Quality of Service (QoS) including Delay, Jitter, Throughput and Packet Loss. This network performance analysis aims to determine the website's ability to send and receive data to users when accessed.

Penulis Korespondensi:

Mila Kusumawardani,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email: mila.kusumawardani@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Digitalisasi merupakan perubahan proses yang sebelumnya dilakukan secara konvensional menjadi proses digital. Dalam dunia pendidikan, digitalisasi dipandang dapat membawa kemajuan dengan munculnya beragam sumber belajar dan merebaknya media massa sebagai sumber ilmu. Media pembelajaran adalah suatu hal atau alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan dengan berbagai saluran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara maksimal [1]. Praktik digitalisasi dalam lingkup sekolah dapat dilihat dari mulai banyaknya sekolah yang menambahkan kegiatan belajar digital dengan cara memberikan bahan ajar dalam jaringan sehingga dapat dimanfaatkan oleh stakeholder pendidikan meliputi guru, siswa, sekolah maupun masyarakat lainnya [2]. Salah satu bentuk pembelajaran yang menerapkan digitalisasi adalah sistem pembelajaran hybrid. Pembelajaran *hybrid* adalah penerapan pembelajaran yang dilakukan campuran, hal ini berarti terdapat dua metode yaitu pembelajaran tatap muka dengan pembelajaran dalam jaringan atau daring [3]. Banyak pendidik mengacu pada hybrid learning untuk menggabungkan modalitas digital baru ke dalam pengajaran tradisional atau tatap muka [4].

Pembelajaran *hybrid* dianggap lebih efisien karena menawarkan kesempatan belajar bersama-sama namun dalam waktu yang berbeda-beda dan dapat dilakukan di mana saja [5]. Menurut *Association for Talent Development*, pembelajaran *hybrid* adalah praktik pemanfaatan beberapa media dalam satu kurikulum dan kombinasi antara pembelajaran secara formal dan informal [6]. Pembelajaran *hybrid* cukup mudah dijangkau pada daerah perkotaan karena memiliki infrastruktur dan jaringan yang tumbuh secara pesat. Namun, pada daerah dengan keterbatasan infrastruktur serta jaringan menjadi penghambat penerapan metode ini.

Untuk menunjang pembelajaran *hybrid* diperlukan jaringan yang memungkinkan adanya server lokal website pembelajaran. Jaringan ideal yang diperlukan adalah internet tetapi tanpa adanya internet daerah tersebut tetap dapat melaksanakan pembelajaran daring jika terdapat jaringan lokal atau intranet yang selamaini digunakan untuk berkomunikasi dan berbagi informasi dalam lingkup tertentu dengan area yang terbatas [7]. Menggunakan fasilitas intranet, informasi dibagikan secara terbatas melalui web internal dari suatu institusi yang bersangkutan [8].

Hal menarik dimunculkan dari fasilitas komunikasi suara yaitu *Voice Over Internet Protocol* (VoIP) yang memungkinkan untuk dikembangkan dan memberikan alternatif solusi atas masalah tersebut di atas. Sebagaimana diketahui bahwa VoIP merupakan teknologi yang menawarkan layanan transmisi data suara secara langsung (*real time*) dengan menggunakan *Internet Protocol* atau yang dikenal sebagai IP [9]. IP sendiri merupakan protokol komunikasi data yang berbasis *paket-switch*. Dengan kata lain suara akan diolah menggunakan protokol internet dan dilaksanakan dalam jaringan [10]. Keunggulan VoIP yang dapat dimanfaatkan dalam kaitannya dengan masalah yang diangkat di sini yaitu fleksibilitasnya untuk dapat diterapkan dalam jaringan lokal [11]. VoIP dapat diimplementasikan dengan memanfaatkan infrastruktur atau jaringan lokal yang sudah tersedia, sehingga dalam hal ini tidak memerlukan jaringan baru sehingga dapat mengatasi ketidakadaan internet di suatu wilayah [12].

Kembali pada pembelajaran *hybrid*, penelitian sebelumnya yang memberikan penguatan disajikan oleh Junias Robert Gultom, Dadan Sundara, Medy Desma Fatwara (2022). Penelitian ini menyatakan bahwa pembelajaran *hybrid* cukup efektif diterapkan dalam dunia pendidikan namun terkendala pada wilayah yang belum mendapatkan layanan internet [13]. Selain itu, dalam penelitian Diana Syahfitri dan Muhammad Aufa Muis (2020) dijelaskan bahwa penggunaan *e-learning* dalam pembelajaran dapat memaksimalkan waktu belajar dan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran dikarenakan fleksibel yang ditawarkan melalui *e-learning* [14].

Berdasarkan masalah pembelajaran di daerah yang belum terlayani oleh jaringan internet maka artikel ini menawarkan pengembangan atas penggunaan VOIP. Di sini VOIP digunakan sebagai media pembelajaran *hybrid* dalam bentuk *website* dengan server yang digunakan adalah Raspberry Pi 3B. Penggunaan Raspberry Pi sebagai server sangat efisien dikarenakan dapat menghemat biaya yang besar untuk penyewaan server [15].

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah pengembangan dan pembuatan. Penelitian ini mengembangkan suatu teknologi yang sudah ada sebelumnya yaitu VoIP (*Voice over Internet Protocol*) sehingga dapat dimanfaatkan menjadi media pembelajaran berbasis *website*. Dalam penelitian ini menggunakan komponen-komponen sebagai berikut:



Gambar 1. Raspberry Pi 3B

Raspberry Pi 3B adalah sebuah SBC (*single board computer*) yang telah dilengkapi dengan semua fungsi layaknya sebuah komputer lengkap, menggunakan SOC (*System-on-a-Chip*) ARM yang dikemas dan diintegrasikan di atas PCB (papan sirkuit). Raspberry Pi mampu bekerja layaknya komputer pada umumnya dengan kemampuan untuk menjalankan sistem operasi Linux dan aplikasinya seperti multimedia (audio dan video), peramban web, *programming*. Pada penelitian ini Raspberry Pi 3B digunakan sebagai server untuk menanamkan website pembelajaran.



Gambar 2. Access Point

Access point adalah perangkat keras jaringan komputer yang menghubungkan piranti nirkabel dengan jaringan lokal menggunakan teknologi seperti *wifi*. Perangkat ini nantinya bermanfaat untuk mengirim dan menerima data yang berasal dari adapter *wireless*. *Access point* tidak mengatur aliran data seperti router, tetapi hanya menyambungkan suatu perangkat yang mencoba untuk terhubung dengan jaringan berdasarkan benar atau tidaknya *password* yang diberikan. Pada penelitian ini digunakan 2 *access point* Tenda 03 yang diletakkan dalam dua tempat berbeda yaitu pertama diletakkan di SD Negeri 3 Sindurejo dengan mode *access point* dan kedua diletakkan di salah satu rumah warga desa sindurejo dengan mode *universal repeater*. Kedua *access point* disambungkan secara *wireless* dengan metode *point to point*.



Gambar 3. Switch

Router adalah sebuah alat untuk mengirimkan paket data melalui sebuah jaringan menuju tujuannya, melalui sebuah proses yang dikenal sebagai *routing*. *Router* dapat digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil ke sebuah jaringan yang lebih besar, yang disebut dengan *internetwork*, atau untuk membagi sebuah jaringan besar ke dalam beberapa *subnetwork* untuk meningkatkan kinerja dan juga mempermudah manajemennya. *Router* juga digunakan untuk mengoneksikan dua buah jaringan yang menggunakan media yang berbeda (seperti halnya *router wireless* yang pada umumnya selain ia dapat menghubungkan komputer dengan menggunakan radio, ia juga mendukung penghubungan komputer dengan kabel UTP), atau berbeda arsitektur jaringan, seperti halnya dari *Ethernet* ke Token Ring. Pada penelitian ini router yang digunakan yaitu Tenda 4F1650 difungsikan sebagai *switch* untuk mengoneksikan antara server dengan *access point*.



Gambar 4. Kabel LAN

Kabel LAN (*Local Area Network*) atau kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) adalah kabel yang berguna sebagai media transmisi dan menghubungkan beberapa komputer/perangkat dalam area yang terbatas. Pada penelitian ini, kabel LAN RJ45 cat 6 difungsikan sebagai media transmisi untuk menghubungkan raspberry pi 3B dengan *router* dan *access point* pertama dengan *router*.

Terdapat tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

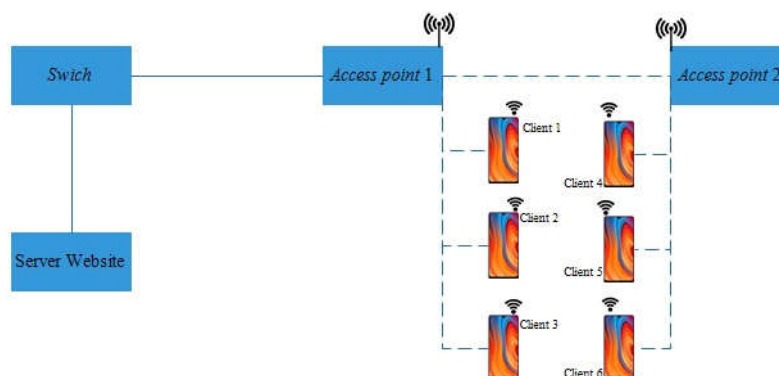
a. Survei dan Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengamatan kondisi jaringan dan pendidikan di Desa Sindurejo, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Malang. Hasil pengamatan menunjukkan minimnya akses internet sehingga penerapan pembelajaran hybrid yang menjadi kebutuhan tambahan belajar bagi siswa belum dapat dilaksanakan.

b. Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang akan diselesaikan. Penelitian yang dilakukan adalah pengembangan jaringan intranet menggunakan VoIP untuk dimanfaatkan sebagai media pembelajaran berbasis *website*, mengingat minimnya akses internet dalam kasus tersebut.

c. Topologi Jaringan



Gambar 5. Topologi Jaringan

Berikut merupakan desain IP yang digunakan:

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Router Tenda 4F1650 | 192.168.0.1 |
| 2. Access point A Tenda 03 | 192.168.0.2 |
| 3. Access point B Tenda 03 | 192.168.0.3 |
| 4. Raspberry Pi 3B | 192.168.0.5 |
| 5. IP Client | 192.168.0. (6-150) |

d. Pembangunan Jaringan

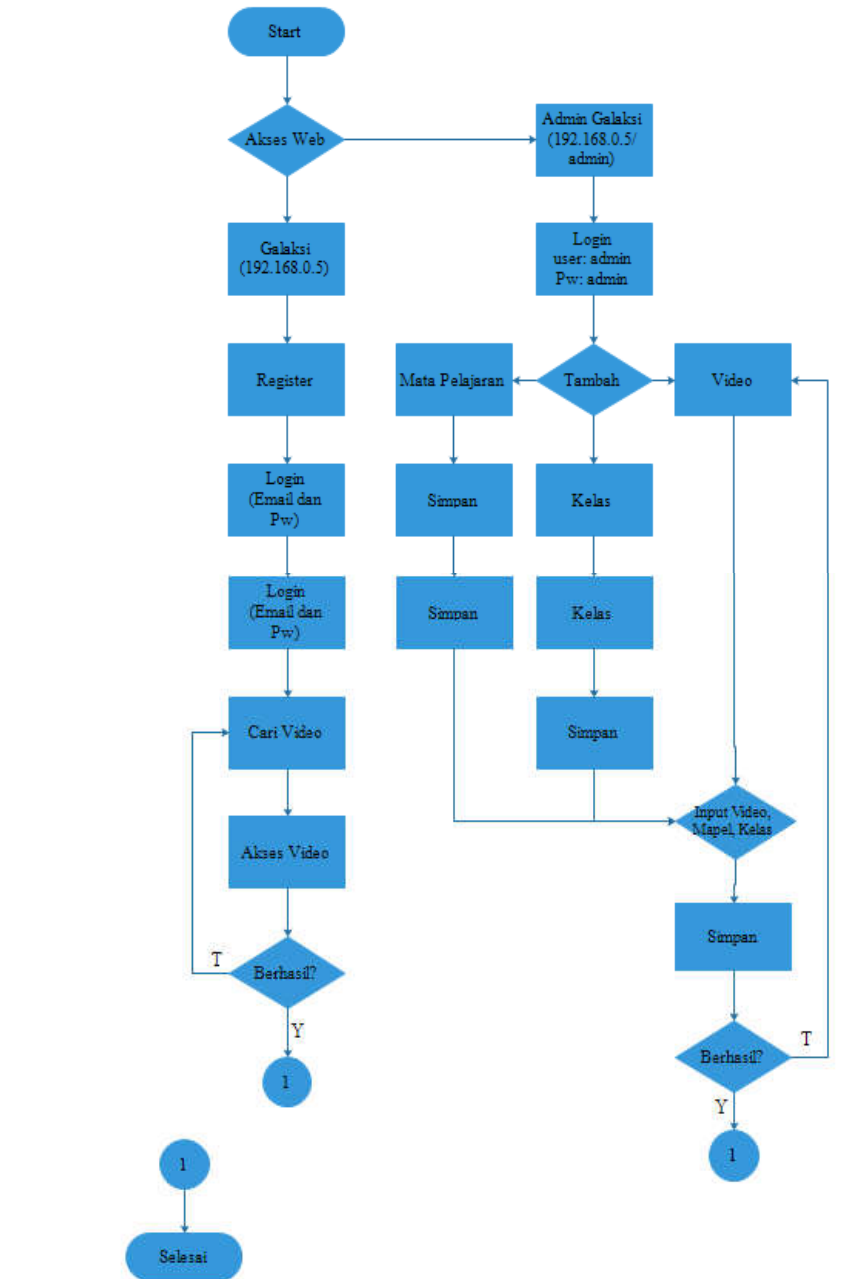
Dalam pembangunan jaringan, langkah pertama adalah membuat web server yang akan terintegrasi dengan VoIP, digunakan untuk mengakses fitur-fitur pembelajaran. Setelah terhubung ke jaringan intranet yang dibangun, pengguna dapat mengakses fitur media pembelajaran di website.

Flowchart pada gambar 6 merupakan sistem dalam mengakses website pembelajaran. Website ini terdiri dari 2 bagian yaitu admin dan siswa. Bagian admin hanya dapat diakses oleh tenaga kependidikan yang difungsikan untuk menambahkan kelas, mata pelajaran, dan video pembelajaran. Pada bagian untuk menambahkan video terdapat kolom untuk menambahkan latihan soal, dengan ini siswa diharapkan dapat lebih mendalami materi yang dipaparkan dalam video setelah mengerjakan latihan soal.

Sedangkan pada bagian website siswa terdapat menu profil yang berisi gambaran secara umum dari Sekolah Dasar Negeri 3 Sindurejo. Sebelum siswa dapat mengakses video pembelajaran, siswa harus melakukan register terlebih dahulu sesuai dengan jenjang kelasnya. Apabila siswa telah register maka untuk akses website sudah bisa dilakukan hanya tinggal login saja. Berdasarkan kurikulum yang digunakan oleh Sekolah Negeri 3 Sindurejo, terdapat 4 mata pelajaran yaitu Tematik, Matematika, Agama, dan Bahasa Jawa. Dalam setiap video yang di-upload, siswa dapat mengakses latihan soal, komentar, dan deskripsi mengenai video tersebut. Siswa hanya dapat mengakses video sesuai dengan jenjang kelas yang dipilih saat melakukan register, hal ini dilakukan untuk memudahkan siswa dalam mengakses video sesuai dengan materi yang diterima di sekolah.

Adapun spesifikasi yang diperlukan untuk merancang *website* pembelajaran yaitu sebagai berikut:

- Operating System : Linux (Raspbian Buster)
- Bahasa Pemrograman : PHP 8.1.0
- Framework : Laravel 8
- Code Editor : VS Code
- Database management system (DBMS) : MySQL
- Database Tools : PHPMYAdmin
- Web Browser : Chrome

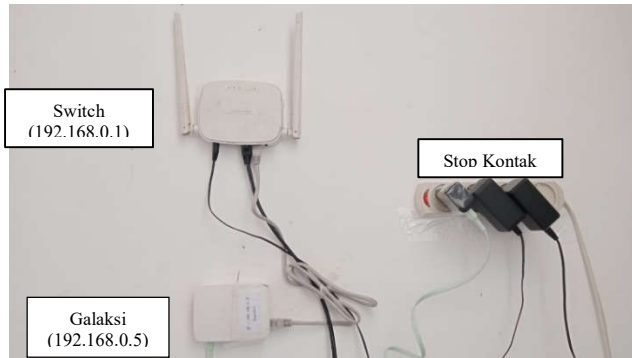


Gambar 6. Flowchart Website

- e. Pengujian Jaringan
 Pada tahap ini, dilakukan pengujian akses video serta pengukuran QoS meliputi *Delay*, *Jitter*, *Throughput*, dan *Packet Loss*. Data dari pengujian akan digunakan untuk menganalisis kualitas performa jaringan yang dibangun. *Quality of Service* (QoS) adalah kemampuan untuk mengukur dan memastikan kualitas layanan yang diberikan oleh suatu sistem jaringan atau server. QoS memainkan peran penting dalam mengukur performansi server karena QoS memungkinkan pengukuran berbagai parameter yang mempengaruhi kinerja server.
- f. Hasil Penelitian
 Hasil Penelitian dapat diambil setelah melakukan pengujian dan pengukuran performa jaringan yang dibangun.
- g. Kesimpulan
 Tahap terakhir adalah menyimpulkan hasil penelitian dengan merujuk pada rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya jika penelitian telah sesuai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi *Hardware*



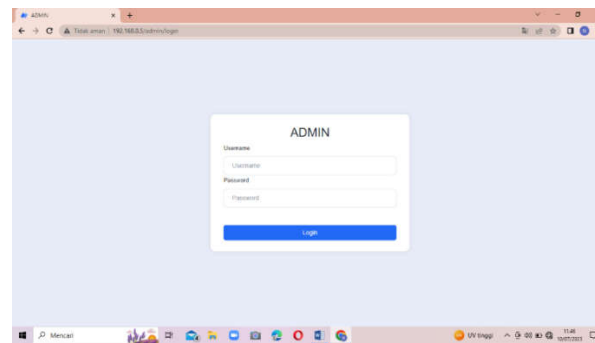
Gambar 7. Implementasi Hardware

Server yang dibangun dalam penelitian diletakkan di SD Negeri 3 Sindurejo tepatnya di ruang guru atau *office*. Pertimbangan peletakan server di ruang guru dikarenakan letak ruang guru berada di tengah sekolah dan memiliki bangunan yang lebih tinggi. Server yang dibangun disesuaikan dengan perencanaan desain IP yang telah dibuat sebelumnya.

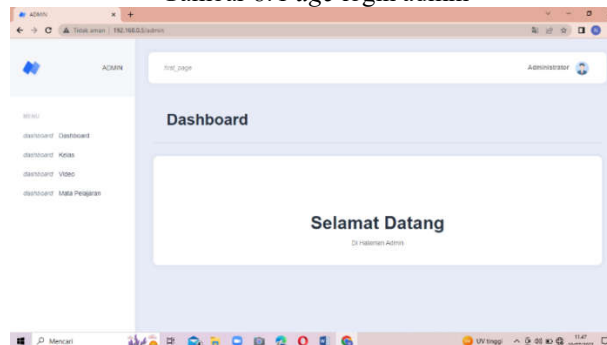
3.2 Implementasi *Software*

Implementasi *Software* merupakan hasil akhir dari perancangan *website* pembelajaran dan sudah dapat diterapkan untuk metode pembelajaran daring.

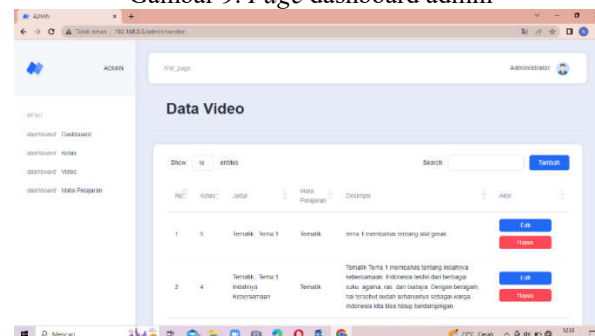
A. Implementasi halaman admin



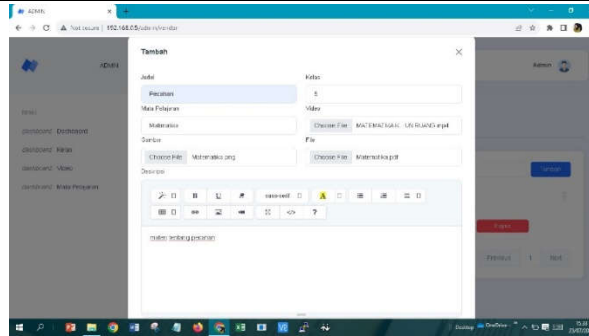
Gambar 8. Page login admin



Gambar 9. Page dashboard admin

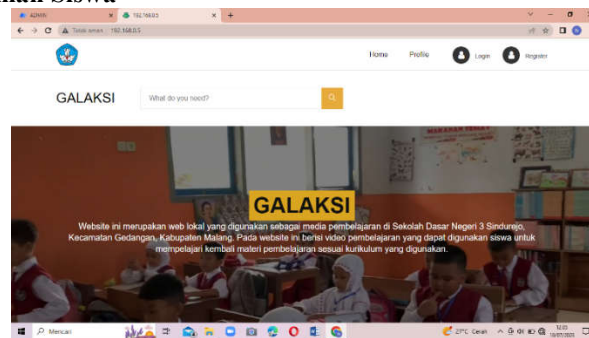


Gambar 10. Page Tambah video

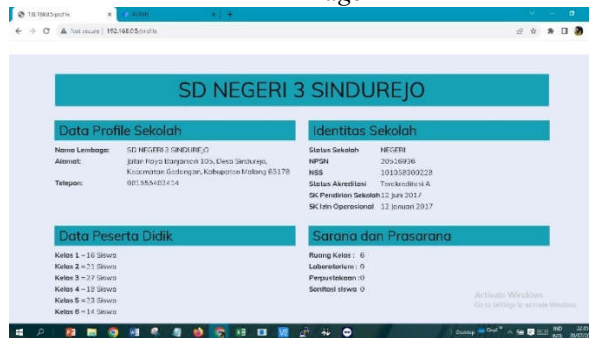


Gambar 11. Page input video

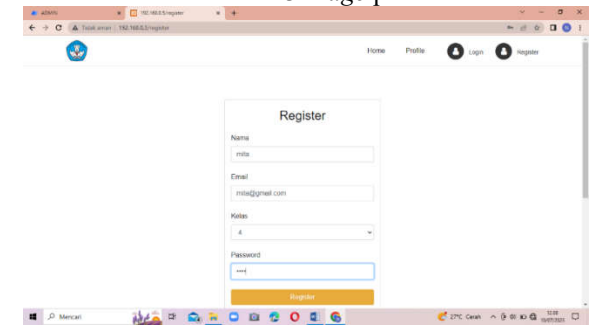
B. Implementasi Halaman Siswa



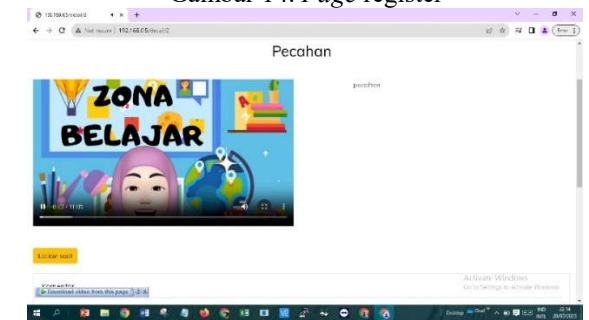
Gambar 12. Page Home



Gambar 13. Page profil



Gambar 14. Page register



Gambar 15. Page tampilan video

3.3 Pengujian

Prosedur dalam pengujian ini adalah :

1. Pengujian dilakukan menggunakan software wireshark yang telah ter-*install* di laptop *client*.
2. *Protocol* yang diambil saat pengujian adalah *TCP (Transmission Control Protocol)*. *Protocol TCP* merupakan *protocol* jaringan yang men-*transfer* data melalui internet dari perangkat ke server web.
3. Pengujian dilakukan ketika laptop telah terhubung dengan jaringan intranet yang dibangun.
4. Pengujian dimulai dengan kondisi laptop mengakses video pembelajaran pada *website* pembelajaran.
5. Pengujian dilakukan dengan perhitungan *Quality of Service (QoS)* meliputi *delay, jitter, throughput, packet loss*.
6. Pengujian dilakukan secara bertahap dengan jumlah *client* yang mengakses video bervariasi mulai dari 2 *client*, 6 *client*, 10 *client*, 16 *client*, dan 20 *client*.

Performansi server diketahui melalui serangkaian pengujian berikut. Hasil dari pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada tabel 1-3 berikut.

Tabel 1. Pengujian Pada *Website Delay* dan *Jitter*

No	Jumlah <i>Client</i>	<i>Delay</i>		Rata-rata <i>Delay</i>	<i>Jitter</i>		
		<i>Delay</i> Maksimum	<i>Delay</i> Minimum		<i>Jitter</i> Maksimum	<i>Jitter</i> Minimum	<i>Jitter</i>
1	2	2253 ms	0.178 ms	97.85 ms	18822.2 ms	95.05 ms	95.21 ms
2	6	326 ms	0.175 ms	70.72 ms	225.48 ms	70.53 ms	70.57 ms
3	10	409 ms	0.116 ms	103.88 ms	273.3 ms	106.61 ms	106.7 ms
4	16	497 ms	0.233 ms	126.48 ms	4769.7 ms	142 ms	142.5 ms
5	20	307 ms	0.155 ms	67.81 ms	244.68 ms	62.41 ms	62.48 ms

Pada Tabel 1, parameter kinerja *Delay* (waktu respons) dan *Jitter* (variabilitas dalam waktu respons) diukur dalam milidetik (ms) untuk setiap jumlah klien. Hasil menunjukkan variasi signifikan dalam *Delay* dan *Jitter*, dengan peningkatan jumlah *client* yang menyebabkan peningkatan yang nyata dalam *Delay* dan *Jitter* maksimum, sementara *Delay* minimum dan *Jitter* minimum cenderung stabil. Hal ini dikarenakan semakin banyak *client* yang mengakses video pembelajaran, maka data yang dikirim juga akan meningkat sehingga menyebabkan trafik sibuk.

Tabel 2. Pengujian Pada *Website Throughput*

No	Jumlah <i>Client</i>	<i>Throughput</i>	
		<i>Packet/second</i>	%
1	2	12.123	42.8
2	6	19.125	41.9
3	10	17.438	43.1
4	16	10.09	40.6
5	20	13.42	40.9

Tabel 2 menunjukkan *Throughput* (jumlah paket yang berhasil dikirim per detik) dalam paket per detik, dengan persentase penggunaan kapasitas jaringan. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin banyak klien yang terlibat, *Throughput* cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan semakin banyak *client* yang terhubung maka data yang dikirimkan server akan terus bertambah.

Tabel 3. Pengujian Pada *Website Packet Loss*

No	Jumlah <i>Client</i>	<i>Packet loss</i>
1	2	2.23 %
2	6	11.8 %
3	10	0.39 %
4	16	0.5 %
5	20	1.19 %

Tabel 3 memperlihatkan tingkat *Packet Loss* (persentase paket yang hilang selama pengiriman), yang menunjukkan variasi antara jumlah klien, dengan beberapa skenario menunjukkan tingkat kehilangan yang signifikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan media pembelajaran berbasis VoIP dan kualitas jaringan yang diberikan dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem *Voice over Internet Protocol* (VoIP) dapat diimplementasikan sebagai media pembelajaran berbasis web server dengan memanfaatkan jaringan lokal (intranet) yang dibangun menggunakan raspberry Pi 3B dan *access point*. Penerapan jaringan intranet ini dapat dimanfaatkan pada daerah yang masih minim infrastruktur jaringan, sehingga pembelajaran hybrid yang diterapkan dapat lebih efektif. Dari 5 kali pengujian dengan rentang 2-20 *client* didapatkan nilai *delay* terbesar 126.48 ms, *jitter* terbesar dengan nilai 142.5 ms, *throughput* terbesar 19.125 *packet/second*, dan *packet loss* sebesar 11.8%. Berdasarkan pengujian *Quality of Service* (QoS) yang diukur menunjukkan bahwa kualitas jaringan termasuk dalam kategori normal. Untuk mengembangkan performa jaringan dan *website* dapat dilakukan dengan meningkatkan *access point* dan menggunakan raspberry pi dengan spesifikasi lebih tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. W. Stiawan, D. K. Fahriani, A. R. Putri dan R. Mulyaningtyas, "Inovasi media Pembelajaran Dalam Mewujudkan Merdeka Belajar Di Era Society 5.0," *Jurnal Pendidikan Bahasa Sastra dan Budaya*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [2] C. N. Isma, R. Rahmi dan H. Jamin, "Urgensi Digitalisasi Pendidikan Sekolah," *AT-TA'DIB*, vol. 14, no. 2, pp. 129-141, 2022.
- [3] K. Hidayat, Sapriya, S. H. Hasan dan E. Wiyanarti, "Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Dalam Pembelajaran Hybrid," *BASICEDU*, vol. 6, no. 2, pp. 517-1528, 2022.
- [4] A. R. Riyandi, T. Agnesa, I. Wira, Ambiyar, S. Umar dan U. Hakim, "Hybrid Learning: Alternatif Model Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19," *BASICEDU*, vol. 6, no. 3, pp. 4461-4469, 2022.
- [5] A. Harun, N. Asyiah, C. W. Kuswanto, A. I. HS dan N. Diadara, "Model Pembelajaran Hybrid Learning Terhadap Hasil Belajar Pendidikan Agama Islam," *Al-Tadzkiyyah*, vol. 12, no. 2, 2021.
- [6] F. A. Susanto, F. Yudianto, T. Herlambang dan T. D. Wulan, "Sosialisasi Pembelajaran Hybrid Di SMK PGRI Sukodadi Lamongan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [7] F. L. Witi dan A. Mude, "Analisis Jaringan Intranet di Universitas Flores Menggunakan Quality of Service (QoS)," *Computer Based Information System Journal*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [8] Soeherman dan Yadi, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Jaringan Komputer Materi Intranet," *Ilmah Betrik*, vol. 10, no. 3, 2019.
- [9] D. P. Putra, "Analisis Keamanan Voice Over Internet Protocol (VoIP) Over Virtual Private Network," *JATIKA*, vol. 2, no. 3, pp. 324-333, 2021.
- [10] I. L. Rimra, R. Widia, W. Wiharti dan F. Pratama, "Teknologi VoIP (Voice over Internet Protocol) sebagai Solusi Komunikasi Berbasis IP," *jurnal Pengabdian dan Pengembangan Masyarakat PNP*, vol. 1, no. 1, pp. 20-25, 2019.
- [11] G. H. A. Kusuma dan A. C. N, "Implementasi VoIP Elastix Server Pada PT XYZ," *Journal of Informatics and Advanced Computing*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [12] M. S. R. Simarankir, A. Puspabhuana dan B. H. Irawan, "Pelatihan Implementasi Server VoIP Menggunakan Router Cisco Pada Jaringan Lokal," *Jurnal Bermasyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 9-18, 2021.
- [13] J. R. Gultom, D. Sundara dan M. D. Fatwara, "Pembelajaran Hybrid Learning Model Sebagai Strategi Optimalisasi Sistem Pembelajaran Di Era Pandemi Covid-19 Pada Perguruan Tinggi di Jakarta," *Mediastima*, vol. 28, no. 1, 2022.
- [14] D. Syahfitri dan M. A. Muis, "Efektifitas Pembelajaran Menggunakan Media E-Learning (Cisco Webex)," *AKADEMIKA*, vol. 16, no. 1, pp. 14-24, 2020.
- [15] R. F. Ramadhan dan R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database Mysql Dengan Interfae PhpMyAdmin Sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi," *JTEIN*, vol. 1, no. 2, 2020.