

Analisis Infrastruktur Cloud Dan Networking Untuk Sistem Telemedicine Bebas Cloud Di Daerah Terpencil

Shofiyyah¹

Prodi Teknik Informatika, STMIK Tazkia; Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Dramaga,
Bogor, Telp: (0251) 8626755
e-mail: shofiyyah2702@gmail.com

Abstrak

Keterbatasan akses layanan kesehatan di daerah terpencil masih menjadi tantangan akibat jarak, keterbatasan tenaga medis, dan infrastruktur jaringan yang belum memadai. Telemedicine berbasis cloud menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan akses layanan kesehatan melalui pemanfaatan teknologi cloud computing dan networking. Penelitian ini bertujuan untuk merancang infrastruktur cloud dan networking yang mendukung implementasi sistem telemedicine di daerah terpencil. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan mengkaji berbagai referensi terkait telemedicine, cloud computing, networking, Internet of Things (IoT), dan edge computing. Hasil kajian menunjukkan bahwa arsitektur sistem yang terdiri dari client layer, network layer, dan cloud layer mampu mendukung layanan kesehatan jarak jauh secara efektif. Infrastruktur yang direkomendasikan meliputi application server, database server, storage server, load balancer, firewall, dan teknologi container untuk meningkatkan skalabilitas serta efisiensi sistem. Aspek keamanan didukung melalui enkripsi data, autentikasi pengguna, dan kontrol akses berbasis peran. Selain itu, penerapan load balancing, auto-scaling, caching, kompresi data, dan Quality of Service (QoS) dapat mengoptimalkan performa sistem pada kondisi jaringan terbatas. Integrasi IoT dan edge computing juga mendukung pemantauan pasien secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa infrastruktur yang dirancang memiliki karakteristik aman, fleksibel, dan skalabel sehingga berpotensi meningkatkan akses layanan kesehatan di daerah terpencil.

Kata kunci— *Telemedicine, Cloud Computing, Networking, IoT, Edge Computing*

1. PENDAHULUAN

Pengembangan sistem berbasis web telah banyak dilakukan dalam meningkatkan kualitas layanan informasi [1]. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital saat ini juga telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk dalam bidang kesehatan. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi tersebut adalah munculnya layanan telemedicine, yaitu layanan kesehatan jarak jauh yang memungkinkan pasien dan tenaga medis untuk melakukan konsultasi tanpa harus bertatap muka secara langsung. Telemedicine menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan akses layanan kesehatan, terutama di tengah keterbatasan jarak dan waktu [2]. Namun, implementasi layanan ini masih menghadapi berbagai kendala, khususnya di daerah terpencil yang memiliki keterbatasan infrastruktur jaringan dan teknologi.

Di daerah terpencil, akses terhadap fasilitas kesehatan masih menjadi permasalahan utama. Kurangnya tenaga medis, keterbatasan fasilitas rumah sakit, serta jarak yang jauh dari pusat layanan kesehatan menyebabkan masyarakat sulit mendapatkan pelayanan kesehatan yang optimal. Selain itu, kondisi jaringan internet yang tidak stabil, keterbatasan bandwidth, serta minimnya infrastruktur teknologi menjadi hambatan dalam penerapan sistem berbasis digital seperti

telemedicine [3]. Hal ini menyebabkan layanan kesehatan berbasis teknologi belum dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat di wilayah tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu solusi yang mampu menyediakan layanan kesehatan yang fleksibel, efisien, dan dapat diakses dari berbagai lokasi, termasuk daerah dengan keterbatasan infrastruktur. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan memanfaatkan teknologi cloud computing. Cloud computing memungkinkan penyediaan sumber daya komputasi seperti server, penyimpanan, dan aplikasi secara terpusat melalui jaringan internet, sehingga dapat mengurangi kebutuhan akan infrastruktur lokal yang kompleks [4]. Dengan memanfaatkan cloud computing, sistem telemedicine dapat dirancang agar lebih skalabel, fleksibel, serta mampu menangani kebutuhan data yang besar, seperti rekam medis pasien, hasil pemeriksaan, dan komunikasi antara tenaga medis dan pasien [5].

Selain itu, perancangan infrastruktur cloud juga perlu didukung oleh sistem networking yang baik agar layanan telemedicine dapat berjalan secara optimal. Jaringan yang dirancang harus mampu mengakomodasi keterbatasan kondisi di daerah terpencil, seperti koneksi yang tidak stabil dan bandwidth yang terbatas. Oleh karena itu, diperlukan strategi perancangan jaringan yang efisien, seperti penggunaan kompresi data, optimasi bandwidth, serta pemanfaatan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas layanan meskipun dalam kondisi jaringan yang terbatas [6].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem telemedicine berbasis cloud yang dapat diimplementasikan di daerah terpencil. Fokus utama penelitian meliputi perancangan desain infrastruktur cloud dan networking yang mampu beroperasi pada kondisi keterbatasan jaringan, pemilihan teknologi yang tepat untuk mendukung implementasi sistem, serta analisis terhadap kemampuan sistem dalam meningkatkan akses layanan kesehatan dan mempermudah komunikasi antara tenaga medis dan pasien. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji penerapan aspek keamanan dan performa sistem agar tetap optimal dalam kondisi jaringan yang terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem telemedicine berbasis cloud yang dapat diimplementasikan di daerah terpencil. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk merancang infrastruktur cloud dan networking yang sesuai dengan kondisi keterbatasan jaringan, serta mengidentifikasi teknologi yang tepat dalam mendukung implementasi sistem telemedicine berbasis cloud. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis bagaimana sistem yang dirancang dapat meningkatkan akses layanan kesehatan dan mempermudah komunikasi antara tenaga medis dan pasien. Penelitian ini mengkaji penerapan aspek keamanan dan performa sistem agar tetap optimal dalam kondisi jaringan yang terbatas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem telemedicine yang lebih efektif di daerah terpencil.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur yang dikombinasikan dengan perancangan sistem untuk merancang infrastruktur cloud dan networking pada sistem telemedicine berbasis cloud. Metode studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber referensi ilmiah, seperti jurnal, buku, dan publikasi terkait yang membahas telemedicine, cloud computing, networking, Internet of Things (IoT), serta edge computing. Kajian ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori serta memahami perkembangan teknologi yang relevan dalam mendukung sistem telemedicine.

Setelah tahap studi literatur, penelitian dilanjutkan dengan tahap perancangan sistem. Pada tahap ini, dilakukan penyusunan arsitektur sistem telemedicine yang terdiri dari beberapa lapisan

utama, yaitu client layer, network layer, dan cloud layer. Setiap lapisan dirancang untuk saling terintegrasi dalam mendukung proses komunikasi, pengolahan data, serta penyimpanan informasi medis secara real-time.

Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap teknologi yang digunakan dalam sistem, meliputi pemilihan infrastruktur komputasi, sistem penyimpanan data, mekanisme keamanan, serta strategi optimasi performa. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang memiliki karakteristik efisien, aman, skalabel, dan mampu beroperasi pada kondisi jaringan yang terbatas.

Selain itu, penelitian ini juga mengkaji penerapan teknologi pendukung seperti Internet of Things (IoT) dan edge computing dalam meningkatkan performa dan responsivitas sistem. Evaluasi dilakukan secara konseptual melalui analisis terhadap kelebihan dan keterbatasan dari masing-masing komponen dalam arsitektur sistem yang diusulkan.

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian secara umum meliputi empat langkah utama sebagai berikut:

1. Studi Literatur: Mengumpulkan teori dasar dan penelitian terdahulu yang relevan.
2. Perancangan Arsitektur Sistem: Menyusun framework sistem (client, network, dan cloud layer).
3. Analisis Teknologi dan Kebutuhan Sistem: Memetakan kebutuhan hardware, software, keamanan, dan performa cloud.
4. Evaluasi Konseptual terhadap Kinerja Sistem: Menganalisis efektivitas hasil rancangan sebelum diimplementasikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem telemedicine berbasis cloud dan networking dirancang sebagai sebuah layanan kesehatan digital yang memungkinkan interaksi antara pasien dan tenaga medis dilakukan secara jarak jauh melalui infrastruktur jaringan dan cloud. Sistem juga dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data [1]. Dalam konsep ini, sistem tidak hanya berfungsi sebagai media komunikasi, tetapi juga sebagai platform terintegrasi yang mengelola data pasien, layanan konsultasi, serta proses pertukaran informasi medis secara real-time [2].

Secara umum, sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu pengguna (pasien dan tenaga medis), jaringan komunikasi, server cloud, serta sistem penyimpanan data. Pasien dan tenaga medis mengakses sistem melalui perangkat seperti smartphone atau komputer yang terhubung ke jaringan internet. Permintaan layanan seperti, konsultasi atau pengiriman data medis, dikirimkan melalui jaringan menuju server cloud untuk diproses [4].

Pada sisi cloud, sistem berfungsi sebagai pusat pengolahan dan penyimpanan data. Data yang dikirimkan oleh pengguna, seperti hasil pemeriksaan, rekam medis, maupun komunikasi berupa video atau pesan, akan diproses oleh server dan disimpan dalam sistem penyimpanan terpusat. Cloud juga memungkinkan sistem untuk menangani banyak pengguna secara bersamaan dengan memanfaatkan konsep skalabilitas, sehingga kapasitas dapat ditingkatkan sesuai kebutuhan [6]. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan cloud computing memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengelolaan sistem telemedicine.

Aspek networking dalam sistem ini memiliki peran penting dalam menjamin kelancaran layanan, terutama untuk komunikasi real-time seperti video call antara pasien dan dokter. Oleh karena itu, sistem dirancang untuk mampu beradaptasi dengan kondisi jaringan yang terbatas, khususnya di daerah terpencil. Pendekatan yang dapat digunakan meliputi optimasi bandwidth,

penggunaan kompresi data, serta pemilihan jalur komunikasi yang lebih stabil agar kualitas layanan tetap terjaga meskipun dengan keterbatasan jaringan [7].

Sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan perangkat tambahan seperti sensor atau perangkat monitoring kesehatan untuk mendukung pengumpulan data pasien secara jarak jauh. Data tersebut kemudian dikirimkan ke cloud untuk dianalisis dan digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan medis. Integrasi antara cloud dan perangkat monitoring ini memungkinkan sistem telemedicine menjadi lebih responsif dan berbasis data [5].

Selain itu, dalam pengelolaan data medis yang beragam seperti teks, gambar dan video, diperlukan mekanisme pengiriman data yang efisien agar sistem tetap berjalan optimal. Oleh karena itu, penggunaan teknik transmisi data yang adaptif menjadi penting untuk menjaga kualitas layanan, terutama pada kondisi jaringan yang tidak stabil [8].

Dengan konsep ini, sistem telemedicine tidak hanya berfokus pada komunikasi jarak jauh, tetapi juga pada integrasi antara cloud computing dan jaringan komunikasi yang mampu mendukung pengelolaan data secara efisien, penyampaian layanan secara real-time, serta kemampuan adaptasi terhadap keterbatasan infrastruktur, khususnya pada wilayah terpencil. Perancangan sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi layanan kesehatan yang lebih merata, efektif, dan dapat diakses oleh masyarakat secara luas.

3.1 Manfaat Dan Pengembangan Sistem Telemedicine Berbasis Cloud Dan Networking

Pengembangan sistem telemedicine berbasis cloud dan networking memberikan berbagai manfaat dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan, khususnya bagi masyarakat di daerah terpencil. Sistem ini tidak hanya berperan sebagai media komunikasi, tetapi juga sebagai solusi dalam mengatasi keterbatasan akses terhadap fasilitas dan tenaga medis melalui pemanfaatan teknologi digital yang terintegrasi [2].

Salah satu manfaat utama dari sistem ini adalah peningkatan akses layanan kesehatan tanpa batasan geografis. Dengan adanya telemedicine, pasien yang berada di daerah terpencil tetap dapat melakukan konsultasi dengan tenaga medis tanpa harus melakukan perjalanan jauh ke fasilitas kesehatan. Hal ini secara signifikan membantu dalam mempercepat penanganan pasien serta mengurangi keterlambatan diagnosis.

Selain itu, sistem ini juga meningkatkan efisiensi dalam proses pelayanan kesehatan. Tenaga medis dapat melayani lebih banyak pasien dalam waktu yang lebih singkat melalui layanan digital. Akses terhadap data pasien yang tersimpan dalam cloud juga memungkinkan proses diagnosis dilakukan dengan lebih cepat dan akurat, karena informasi yang dibutuhkan tersedia secara real-time dan terpusat [4].

Pengembangan sistem telemedicine juga memberikan dampak positif dalam hal efisiensi biaya, baik bagi pasien maupun penyedia layanan kesehatan. Pasien tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk transportasi, sementara penyedia layanan kesehatan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia.

Namun demikian, pengembangan sistem ini masih menghadapi beberapa tantangan, terutama pada daerah terpencil yang memiliki keterbatasan jaringan. Kondisi yang tidak stabil, bandwidth yang terbatas, serta latency yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas layanan, khususnya dalam komunikasi real-time seperti video call. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut dalam hal infrastruktur jaringan serta optimasi sistem, seperti pengelolaan bandwidth dan peningkatan kualitas layanan (Quality of Service/QoS), agar layanan tetap dapat berjalan dengan baik dalam berbagai kondisi [7].

3.2 Arsitektur Cloud Dan Networking

Arsitektur sistem telemedicine berbasis cloud dan networking dirancang untuk mendukung layanan kesehatan jarak jauh yang terintegrasi, skalabel, serta mampu beroperasi pada kondisi jaringan yang terbatas, khususnya di daerah terpencil. Arsitektur ini terdiri dari beberapa lapisan utama yang saling terhubung, yaitu client layer, network layer, dan cloud layer yang saling terhubung [5].

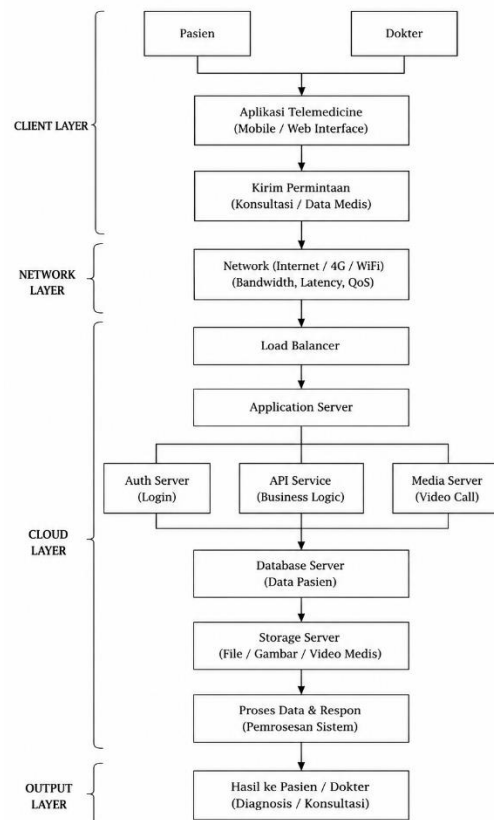
Client layer merupakan lapisan yang terdiri dari pengguna sistem, yaitu pasien dan tenaga medis. Pengguna mengakses layanan telemedicine melalui perangkat seperti smartphone, tablet, atau komputer. Pada lapisan ini, sistem menyediakan antarmuka pengguna (user interface) yang memungkinkan interaksi secara langsung, seperti konsultasi melalui video call, pengiriman data medis, serta penerimaan hasil diagnosis. Oleh karena itu, performa aplikasi pada sisi pengguna perlu dioptimalkan agar tetap ringan dan responsif, terutama pada perangkat dengan spesifikasi rendah.

Network layer berfungsi sebagai jalur komunikasi yang menghubungkan pengguna dengan sistem cloud. Lapisan ini mencakup berbagai jenis jaringan, seperti jaringan seluler (3G/4G/5G), Wi-fi, maupun jaringan broadband lainnya. Dalam sistem telemedicine, network layer memiliki peran krusial karena seluruh pertukaran data, baik berupa teks, gambar, maupun video, bergantung pada kualitas jaringan. Parameter seperti bandwidth, latency, jitter, dan packet loss menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas layanan.

Untuk mendukung komunikasi real-time seperti video call, sistem memerlukan latency yang rendah dan bandwidth yang cukup agar kualitas layanan tetap terjaga. Penerapan Quality of Service (QoS) untuk memprioritaskan trafik penting, seperti komunikasi medis, dibandingkan dengan trafik lainnya. Selain itu, teknik optimasi seperti kompresi data dan adaptive bitrate streaming digunakan agar sistem tetap dapat berjalan pada kondisi jaringan yang tidak stabil [8].

Cloud layer merupakan pusat dari seluruh proses dalam sistem telemedicine. Pada lapisan ini terdapat berbagai komponen utama, seperti application server, database server, dan storage system. Application server bertugas untuk menjalankan logika aplikasi, database server menyimpan data terstruktur, sedangkan storage system digunakan untuk data tidak terstruktur seperti gambar dan video medis.

Infrastruktur cloud memungkinkan sistem bersifat elastis dan skalabel sehingga kapasitas dapat disesuaikan secara dinamis sesuai jumlah pengguna. Penerapan load balancing juga digunakan untuk mendistribusikan beban kerja agar sistem tetap stabil dan tidak mengalami gangguan ketika terjadi lonjakan pengguna [6]. Hal ini menunjukkan bahwa arsitektur berbasis cloud mampu meningkatkan fleksibilitas dan keandalan sistem telemedicine. Dari sisi keamanan, arsitektur cloud dilengkapi dengan enkripsi data, autentikasi pengguna, serta kontrol akses berbasis peran untuk menjaga kerahasiaan dan integritas data pasien. Alur hubungan antar-lapisan struktur ini secara detail ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Sistem Telemedicine Berbasis Cloud dan Networking

Berdasarkan Gambar 1, alur sistem dimulai dari interaksi pengguna pada client layer melalui aplikasi telemedicine berbasis mobile atau web. Permintaan layanan, seperti konsultasi atau pengiriman data medis, dikirim melalui network layer menuju cloud layer untuk diproses.

Pada cloud layer, permintaan terlebih dahulu didistribusikan oleh load balancer ke application server. Selanjutnya, proses dilakukan ke komponen lain seperti authentication server untuk verifikasi pengguna, API service untuk pemrosesan data, serta media server untuk mendukung komunikasi real-time. Data yang telah diproses kemudian disimpan pada database server dan storage server, sebelum akhirnya dikirim kembali kepada pengguna dalam bentuk respon.

Arsitektur ini menunjukkan bahwa seluruh proses sistem berjalan secara terintegritas dan real-time. Selain itu, sistem juga dirancang agar adaptif terhadap keterbatasan jaringan melalui penerapan caching, kompresi data, serta protocol komunikasi yang efisien. Dengan demikian, sistem tetap dapat memberikan layanan yang optimal meskipun digunakan pada kondisi jaringan yang terbatas.

3.3 Teknologi Yang Digunakan

Dalam perancangan sistem telemedicine berbasis cloud dan networking, pemilihan teknologi menjadi salah satu faktor penting untuk memastikan sistem dapat berjalan secara optimal, stabil, serta mampu beradaptasi dengan keterbatasan infrastruktur, khususnya di daerah terpencil [4]. Teknologi yang digunakan mencakup beberapa komponen utama, yaitu komputasi, server, penyimpanan data, jaringan, keamanan, dan monitoring sistem.

Pada sisi komputasi, sistem dapat menggunakan teknologi berbasis virtual machine (VM) atau container. Virtual machine digunakan untuk menyediakan lingkungan komputasi yang terisolasi

dengan sistem operasi tersendiri, sehingga lebih aman dan stabil. Sementara itu, container seperti Docker digunakan untuk menjalankan aplikasi secara ringan dan efisien, karena tidak memerlukan sistem operasi terpisah. Penggunaan container dinilai lebih efektif dalam mendukung deployment aplikasi yang cepat dan efisien pada sistem telemedicine [9].

Pada sisi server, digunakan application server yang berfungsi untuk menjalankan logika sistem dan memproses permintaan dari pengguna. Selain itu, load balancer digunakan untuk mendistribusikan beban kerja ke beberapa server agar sistem tetap stabil dan tidak mengalami overload saat terjadi peningkatan jumlah pengguna [9].

Pada sistem penyimpanan, digunakan database server untuk data terstruktur seperti rekam medis, serta storage server untuk data tidak terstruktur seperti gambar dan video medis. Pemanfaatan cloud storage memungkinkan data diakses secara fleksibel dan terpusat [2].

Pada sisi networking, sistem memanfaatkan jaringan internet yang dapat berupa 4G, 5G atau WiFi sebagai media komunikasi. Untuk menjaga kualitas layanan, diterapkan pengelolaan bandwidth serta *Quality of Service* (QoS) agar komunikasi data tetap stabil, terutama untuk layanan real-time

Selain itu, sistem juga dilengkapi firewall sebagai mekanisme keamanan untuk melindungi data dan mencegah akses yang tidak sah. Untuk menjaga performa sistem, digunakan tools monitoring yang berfungsi memantau kondisi server, jaringan, serta penggunaan sumber daya secara real-time. Hal ini penting untuk mendeteksi gangguan lebih awal sehingga dapat segera dilakukan penanganan. Dengan pemilihan teknologi yang tepat, sistem telemedicine dapat berjalan secara efisien, aman, serta mampu memberikan layanan yang optimal meskipun digunakan pada kondisi infrastruktur yang terbatas.

3.4 Keamanan Dan Skalabilitas Sistem

Aspek keamanan dan skalabilitas merupakan faktor penting dalam perancangan sistem telemedicine berbasis cloud, mengingat sistem ini mengelola data sensitif seperti data pasien dan rekam medis [4].

Dari sisi keamanan, sistem menerapkan enkripsi data baik saat transmisi maupun saat penyimpanan untuk menjaga kerahasiaan dan integritas data. Selain itu, diterapkan mekanisme autentikasi pengguna serta kontrol akses berbasis peran (role-based access control) untuk membatasi akses sesuai dengan hak pengguna.

Keamanan jaringan juga diperkuat dengan pengguna firewall serta sistem monitoring keamanan untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan. Hal ini menunjukkan bahwa perlindungan sistem tidak hanya dilakukan pada data, tetapi juga pada infrastruktur jaringan.

Dari sisi skalabilitas, penggunaan cloud computing memungkinkan sistem untuk menyesuaikan kapasitas sumber daya secara dinamis sesuai kebutuhan. Penerapan load balancing membantu mendistribusikan beban kerja secara merata, sedangkan arsitektur modular memungkinkan pengembangan sistem tanpa mengganggu layanan yang sudah berjalan [9]. Dengan penerapan keamanan dan skalabilitas yang baik, sistem telemedicine tidak hanya aman tetapi juga mampu berkembang sesuai kebutuhan pengguna.

3.5 Analisis Performa Dan Optimasi

Analisis performa bertujuan untuk memastikan sistem telemedicine dapat memberikan layanan yang cepat, stabil, dan responsif, terutama pada kondisi jaringan terbatas. Beberapa permasalahan performa yang umum terjadi antara latency tinggi, keterbatasan bandwidth, serta overload pada server saat jumlah pengguna meningkat. Kondisi ini dapat menurunkan kualitas layanan, terutama pada komunikasi real-time seperti video call [4].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diterapkan berbagai strategi optimasi, seperti load balancing untuk distribusi beban kerja dan auto-scaling untuk penyesuaian kapasitas server secara otomatis [10]. Selain itu, optimasi jaringan dilakukan melalui kompresi data dan adaptive bitrate streaming untuk efisiensi bandwidth. Perbandingan performa sistem sebelum dan sesudah penerapan optimasi dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Analisis Performa Sistem Telemedicine

Parameter	Tanpa Optimasi	Dengan Optimasi
Latency	Tinggi	Lebih rendah
Bandwidth usage	Boros	Lebih efisien
Stabilitas sistem	Rendah	Lebih stabil
Akses layanan	Terbatas	Lebih luas

Berdasarkan Tabel 1, hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan teknologi cloud dan strategi optimasi jaringan mampu meningkatkan kualitas layanan secara signifikan, terutama dalam mendukung komunikasi real-time seperti telemedicine.

3.6 Integrasi IoT Dalam Sistem Telemedicine

Integrasi Internet of Things (IoT) memungkinkan sistem telemedicine berkembang menjadi layanan kesehatan yang lebih cerdas dan berbasis data. Perangkat seperti sensor kesehatan dan wearable devices dapat mengumpulkan data pasien secara real-time, seperti detak jantung, tekanan darah, dan kadar oksigen [10].

Data tersebut dikirim ke cloud untuk dianalisis sehingga tenaga medis dapat memantau kondisi pasien secara jarak jauh. Hal ini mendukung konsep remote patient monitoring yang sangat bermanfaat bagi pasien di daerah terpencil. Namun, integritas IoT juga menghadirkan tantangan seperti keamanan data dan peningkatan beban jaringan. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme enkripsi, autentikasi perangkat, serta optimasi data untuk menjaga efisiensi sistem [11].

3.7 Peran Edge Computing Dalam Telemedicine

Edge computing berperan dalam meningkatkan performa sistem dengan memproses data di dekat sumbernya, sehingga mengurangi ketergantungan pada cloud [12]. Dalam telemedicine, edge computing memungkinkan data dari perangkat IoT diproses secara lokal sehingga respon sistem menjadi lebih cepat, terutama pada kondisi darurat. Selain itu, teknik filtering dan pre-processing pada sisi edge membantu mengurangi beban jaringan.

Edge computing juga meningkatkan keandalan sistem karena layanan dasar tetap dasar berjalan meskipun terjadi gangguan koneksi ke cloud. Namun, keterbatasan kapasitas perangkat edge memerlukan pembagian tugas yang tepat antara edge dan cloud. Dengan menggabungkan edge computing dan cloud computing, sistem telemedicine dapat menjadi lebih responsif, efisien, dan andal, khususnya dalam kondisi jaringan terbatas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan mengenai perancangan infrastruktur cloud dan networking untuk sistem telemedicine di daerah terpencil, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Solusi Akses Kesehatan: Perancangan infrastruktur cloud dan networking mampu menjadi solusi efektif untuk meningkatkan akses layanan kesehatan jarak jauh secara real-time bagi masyarakat di daerah terpencil.
2. Keandalan Arsitektur: Integrasi arsitektur tiga lapis (client layer, network layer, dan cloud layer) bersama komponen penunjang seperti application server, load balancer, dan database server terbukti mampu menjaga stabilitas dan fleksibilitas sistem.
3. Efisiensi Performa: Tantangan jaringan seperti latency dan bandwidth terbatas dapat dioptimalkan secara signifikan melalui strategi load balancing, auto-scaling, kompresi data, dan caching.
4. Potensi Cerdas (IoT & Edge): Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan edge computing sukses meminimalkan beban jaringan sekaligus mempercepat respon pemantauan kondisi pasien secara lokal pada kondisi darurat.

5. SARAN

Untuk menutup kekurangan pada penelitian ini serta sebagai acuan bagi pengembangan (future works) di masa mendatang, disarankan beberapa poin berikut:

1. Pengujian Prototype Nyata: Melakukan implementasi fisik dan pengujian langsung (on-field testing) terhadap arsitektur yang dirancang untuk mengukur performa riil throughput jaringan di daerah terpencil.
2. Analisis Protokol Keamanan Spesifik: Melakukan kajian lebih mendalam mengenai protokol enkripsi end-to-end yang lebih ringan agar tidak membebani performa komputasi perangkat edge atau IoT berspesifikasi rendah.
3. Studi Banding Bandwidth: Menguji performa sistem pada variasi jaringan satelit (seperti VSAT) yang umum digunakan di area blank-spot terdalam untuk mengukur batas minimum Quality of Service (QoS) yang dapat diterima.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada STMIK Tazkia, khususnya Program Studi Teknik Informatika, atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada semua pihak yang telah bertukar pikiran serta memberikan referensi ilmiah yang bermanfaat dalam penyempurnaan naskah publikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Har, N. W., Soekarta, R., Setyawan, M. R., Studi, P., Informatika, T., & Sorong, U. M. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Sistem Informasi Pelayanan Jasa Dan Pengelolaan Data Keuangan Laundry Berbasis Web Pada Anin Dan Ahnaf Laundry. *Framework*, 01(02), 75–88.
- [2] Jamil, M., Khairan, A., Fuad, A., Teknik, F., Khairun, U., Computing, C., Telemedicine, A. D., Computing, B. C., & Pendahuluan, I. (2015). Implementasi Aplikasi Telemedicine Berbasis Jejaring Sosial Dengan Pemanfaatan Teknologi Cloud Computing. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 1(1).
- [3] Tong, Y., Li, L., Li, S., Wang, L., Ma, J., & Lyu, T. (2025). An intelligent transmission Method for Multimodal Data Streams in Telemedicine Based On Multi-Path Transmission Over Wide Area Network. *Frontiers in Communications and Network*, June, 1–12.

<https://doi.org/10.3389/frcmn.2025.1566554>

- [4] Luh, N., Dwijaksara, B., Andromeda, S., Siswanto, P. A., Waya, A., Gusti, R., Amal, B., Masyita, N., Karawang, U. S., Elektronika, P., & Surabaya, N. (2023). Leveraging Cloud Computing For Telemedicine : Advances In Medical Image Compression, Security, And Safety. *Nusantara Hasana Journal*, 3(4), 30–39.
- [5] Sornlertlamvanich, P., Phakaket, C., Hantula, P., & Kanjanawattana, S. (2025). *Integration of Cloud-Based Central Telemedicine System and IoT Device Networks*. 1–21
- [6] Sadiq, B. O., Zakariyya, O. S., & Shuaibu, A. N. (2024). Maximizing Network Capacity, Control And Management In Designing A Telemedicine Network : A Review And Recent Challenges. *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, 43(1), 80–100. <https://doi.org/10.4314/njt.v43i1.11%0AMAXIMIZING>
- [7] Alenoghena, C. O., Ohize, H. O., Adejo, A. O., Onumanyi, A. J., Ohihoin, E. E., Balarabe, A. I., Okoh, S. A., Kolo, E., & Alenoghena, B. (2023). Telemedicine : A Survey of Telecommunication Technologies , Developments , and Challenges. *Journal of Sensor and Actuator Networks*. <https://doi.org/10.3390/jsan12020020>
- [8] Lubasch, J. S., Eder, P. A., Kaiser, C., Klausen, A. D., Overheu, D., Partheymüller, A., Rashid, A., Schäfer, S. T., Scharonow, M., & Seeger, I. (2024). Implementing telemedicine with 5G technologies in a nursing home for reducing emergency admissions – study protocol of a mixed-methods study. *Lubasch et Al. BMC Health Services Research*. <https://doi.org/10.1186/s12913-024-11588-7>
- [9] Kitole, F. A. (2024). Cloud Horizons : Strengthening Rural Healthcare Through Telemedicine ' s Digital Canopy. *Health Services Insights Volume*. <https://doi.org/10.1177/11786329241284401>
- [10] Nellutla, N. (2021). Scaling Telemedicine Platforms With Cloud-Native DevOps : An Architecture for Reliable Patient Services. *American International Journal of Computer Science and Technology*, 3(2), 30–38. <https://doi.org/10.63282/3117-5481/AIJCST-V3I2P104>
- [11] Leong, W. S., & Leong, W. Y. (2026). Sustainable Telemedicine : Low-Energy Edge AI and Green Data Center Routing for National Rollout †. *Engineering Proceedings*, 1–13. <https://doi.org/10.3390/engproc2026129017>
- [12] Abdollahzadehgan, A., Gohary, M. M., Razak, A., Hussin, C., & Amini, M. (2021). The Organizational Critical Success Factors for Adopting Cloud Computing in SMEs. *JOURNAL OF INFORMATION SYSTEMS RESEARCH AND INNOVATION*, 67–74. <http://seminar.utmspace.edu.my/jisri/%0AThe>