

PERANCANGAN SISTEM CLOUD PRIVATE DAN INFRASTRUKTUR DATA CENTER BERBASIS VIRTUALISASI UNTUK MENUNJANG PELAYANAN KESEHATAN DI RSU QUEENLATIFA

Rendi Nicolas Mahendra¹, I Gde Agung Sri Sidhimantra²

Manajemen Informatika, Universitas Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia

¹rendi.21071@mhs.unesa.ac.id

²igdesidhimantra@unesa.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem cloud private berbasis virtualisasi untuk mendukung pelayanan kesehatan di RSU Queen Latifa. Dengan menerapkan arsitektur mikroservis, infrastruktur ini memberikan fleksibilitas, skalabilitas, dan efisiensi dalam pengelolaan layanan IT. Pengujian performa menggunakan alat K6 menunjukkan peningkatan signifikan dalam latensi, throughput, dan penggunaan sumber daya. Sistem keamanan diterapkan melalui firewall, VPN, dan enkripsi data untuk melindungi privasi pasien. Proses backup otomatis berbasis snapshot memastikan pemulihan data yang cepat. Hasil penelitian ini memberikan solusi atas kendala operasional rumah sakit terkait ketersediaan sistem dan keamanan data.

Kata kunci— Cloud private, virtualisasi, mikroservis, keamanan data, backup otomatis.

Abstract— This study aims to design and implement a private cloud system based on virtualization to support healthcare services at RSU Queen Latifa. By adopting a microservices architecture, this infrastructure provides flexibility, scalability, and efficiency in IT service management. Performance testing using the K6 tool demonstrates significant improvements in latency, throughput, and resource usage. Security measures are implemented through firewalls, VPNs, and data encryption to protect patient privacy. Automated snapshot-based backup ensures rapid data recovery. The findings of this study provide solutions to operational challenges related to system availability and data security.

Key word— Cloud private, virtualization, microservice, security, backup automation.

I. PENDAHULUAN

Dalam era digitalisasi, pelayanan kesehatan memerlukan sistem IT yang handal, scalable, dan aman untuk mendukung operasional rumah sakit. RSU Queen Latifa saat ini menghadapi tantangan terkait keterbatasan infrastruktur server, seperti sulitnya menangani beban kerja tinggi, kurangnya redundansi, dan minimnya sistem

keamanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem cloud private berbasis virtualisasi dengan arsitektur mikroservis untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan layanan IT. Selain itu, sistem monitoring real-time dan keamanan data menjadi fokus utama untuk memastikan kelangsungan operasional rumah sakit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Virtualisasi dan Cloud Private

Virtualisasi telah menjadi fondasi utama dalam transformasi infrastruktur TI modern. Teknologi ini memungkinkan pengelolaan sumber daya dengan lebih efisien melalui pengurangan ketergantungan pada perangkat keras fisik. Pengembangan virtualisasi server dapat mengoptimalkan data center, seperti yang diterapkan di UIN Sultan Syarif Kasim Riau[1]. Selain itu, private cloud, yang menawarkan keamanan dan kendali penuh atas data, menjadi pilihan ideal untuk organisasi yang membutuhkan privasi tinggi [2].

2.2 Infrastruktur Data Center

Infrastruktur data center mencakup fasilitas fisik yang dirancang untuk menyimpan, memproses, dan mengelola sumber daya komputasi. Pengorganisasian server dalam rack cabinet harus memperhatikan aspek-aspek seperti manajemen kabel, sirkulasi udara, dan penempatan perangkat berdasarkan prioritas beban kerja[3]. Pengelolaan infrastruktur yang baik dapat meningkatkan keberlanjutan dan performa operasional sistem IT secara keseluruhan[5].

2.3 Arsitektur Sistem Cloud Private untuk Pelayanan Kesehatan

Cloud private menjadi solusi yang relevan untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan data pasien. Salah satu model konseptual cloud computing yang telah terbukti meningkatkan manajemen layanan kesehatan

adalah pendekatan Service-Oriented Architecture (SOA) yang diintegrasikan dengan teknologi cloud[3]. Model ini memungkinkan pemisahan layanan berdasarkan fungsinya, sehingga setiap layanan dapat dikelola secara independen dan modular. Implementasi ini tidak hanya memperkuat keamanan dan keandalan sistem informasi kesehatan, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional melalui otomatisasi dan skalabilitas. Cloud private juga dapat mendukung pelayanan kesehatan di daerah pedesaan dengan pengelolaan data pasien yang lebih aman dan terstruktur[4].

2.4 Monitoring dan Manajemen Infrastruktur

Monitoring real-time menjadi komponen penting dalam memastikan stabilitas dan keandalan sistem. Pengujian beban menggunakan K6 dapat membantu dalam mengidentifikasi seberapa kuat server menahan beban dengan jumlah request tertentu[9]. Penggunaan alat seperti Prometheus dan Grafana dapat memberikan visualisasi data yang akurat dalam pengembangan arsitektur cloud di bidang kesehatan[6].

2.5 Keamanan Data di Layanan Kesehatan

Keamanan data pasien adalah prioritas utama dalam pelayanan kesehatan, terutama dalam era digital. Teknologi seperti enkripsi, firewall, dan VPN telah menjadi langkah standar untuk melindungi informasi sensitif [12]. Tata kelola sistem informasi kesehatan di Indonesia juga telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023, yang memberikan pedoman dalam memastikan kerahasiaan dan integritas data pasien [7].

III. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur penelitian

A. Identifikasi Masalah

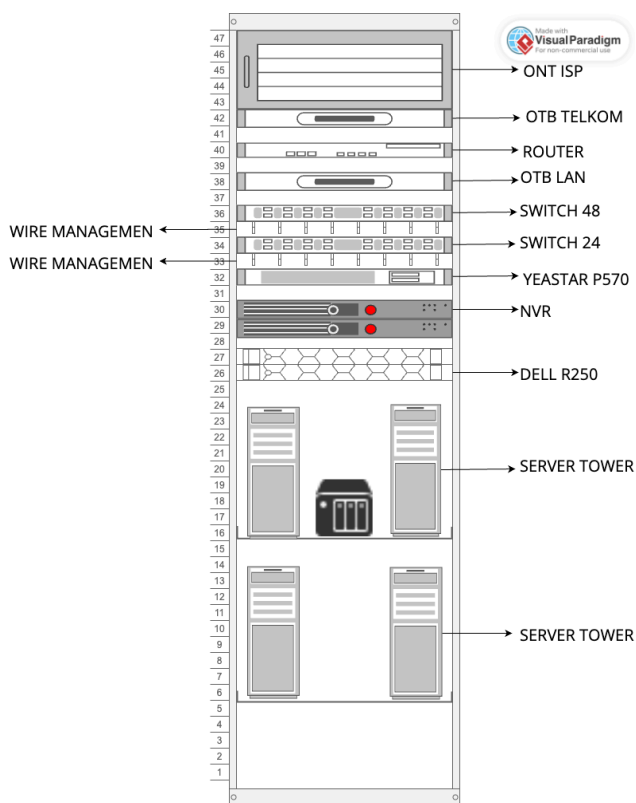
Langkah awal dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan utama yang terjadi pada infrastruktur teknologi di RSUD Queen Latifa, berlokasi di Jl. Ringroad Barat No.118, Mlangi, Nogotirto, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55294. Berdasarkan wawancara dengan tim IT dan observasi langsung, ditemukan beberapa permasalahan yang merujuk pada empat aspek utama, yaitu fleksibilitas, ketergantungan pada infrastruktur, monitoring, serta backup data

B. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara mendalam kepada pak Ikhsan Marda Saputra S.Kom, sebagai Koordinator IT RSUD Queen Latifa.

TABEL 1. IDENTIFIKASI MASALAH

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Bagaimana infrastruktur server saat ini menangani peningkatan jumlah pasien atau beban kerja tambahan?	"Saat ini, server yang ada sulit untuk menangani beban jika pasien sedang menumpuk."
2	Apakah server yang digunakan saat ini dapat dengan mudah ditingkatkan kapasitasnya?	"Tidak, penambahan kapasitas perangkat membutuhkan waktu downtime dan sering kali mengganggu layanan yang sedang berjalan."
3	Apa tantangan terbesar dari seluruh layanan aplikasi yang berjalan pada satu server fisik?	"Jika server mengalami masalah, maka semua layanan ikut terdampak, di sisi lain kami juga kesulitan dalam proses development layanan baru karena perbedaan dependensi dari aplikasi yang digunakan."
4	Bagaimana proses pengembangan sistem dilakukan saat ini?	"Proses pengembangan dilakukan menggunakan komputer pribadi untuk tahap development, kemudian langsung di deploy ke server produksi."
5	Seberapa sering downtime terjadi, dan bagaimana	"Downtime cukup sering terjadi, terutama saat ada lonjakan beban. Hal ini



Gambar 4 Penempatan rack

E. Pengujian

Pengujian mencakup simulasi beban kerja dengan menggunakan K6, evaluasi kecepatan respons, serta pengujian keamanan untuk memastikan perlindungan data pasien.

F. Evaluasi

Evaluasi implementasi arsitektur berbasis mikroservis di RSUD Queen Latifa dilakukan berdasarkan tiga aspek utama:

1. Performa Sistem

- Waktu Respons: Mikroservis lebih cepat dibanding sistem monolitik karena distribusi beban melalui HAProxy.
- Throughput: Meningkat, memungkinkan sistem menangani lebih banyak permintaan per detik.
- Latensi: Berkurang secara signifikan pada skenario beban kerja tinggi.

2. Skalabilitas

- Sistem diuji dengan simulasi beban menggunakan K6 untuk menilai kemampuannya menangani peningkatan pengguna dan permintaan.

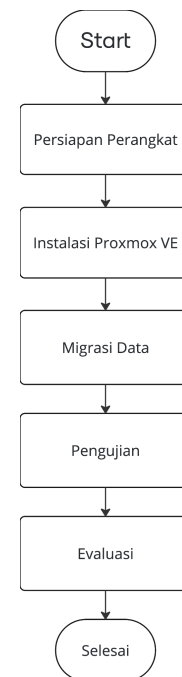
- Hasil pengujian divalidasi oleh Koordinator IT RSUD Queen Latifa.

3. Kepatuhan terhadap Regulasi Kesehatan

- Enkripsi Data: Melindungi data sensitif untuk mencegah akses tidak sah.
- Firewall dan VPN: Membatasi akses hanya kepada pengguna berwenang.
- Backup Otomatis: Snapshot menjamin pemulihan cepat dalam situasi darurat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dari perencanaan dan perancangan yang sudah dilakukan pada tahapan sebelumnya diharapkan mendapatkan hasil yang sesuai hingga sistem cloud privat dan infrastruktur data center di RSUD QUEENLATIFA dapat digunakan dengan baik.



Gambar 5 Skenario Implementasi

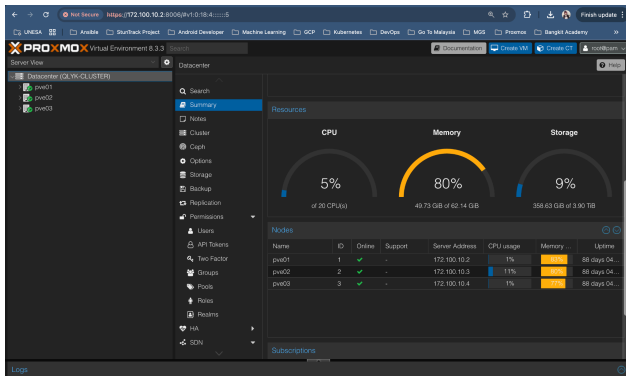
A. Persiapan perangkat

Tahapan awal dalam proses implementasi arsitektur cloud private berbasis Proxmox VE adalah persiapan perangkat keras dan perangkat lunak. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, perangkat keras yang digunakan terdiri dari tiga server fisik, yaitu dua unit Dell R250 dan satu unit Dell T150.

B. Instalasi Proxmox

Instalasi Proxmox VE dilakukan pada setiap server fisik yang telah disiapkan. Instalasi KVM manager

menggunakan software khusus yaitu Proxmox VE yang berfungsi mengelola semua Virtual Machine.



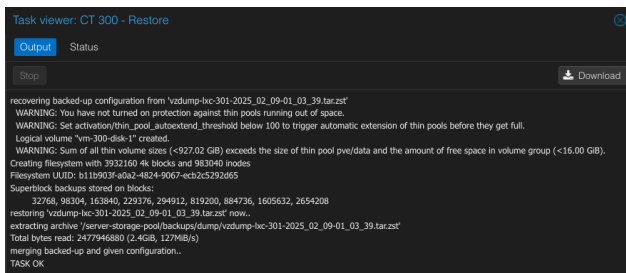
Gambar 6 Instalasi Proxmox VE

C. Migrasi Data

Proses migrasi data pada implementasi arsitektur cloud private di RSU Queen Latifa dilakukan dalam dua tahap: Pertama, melakukan migrasi 8 VM menggunakan fitur backup dan restore Proxmox VE, serta migrasi layanan bare-metal seperti SIMRS dengan menggunakan rsync dari server lama ke server yang baru. Langkah-langkah ini dirancang untuk memastikan kelangsungan operasional rumah sakit selama proses migrasi.

1. Backup & Restore

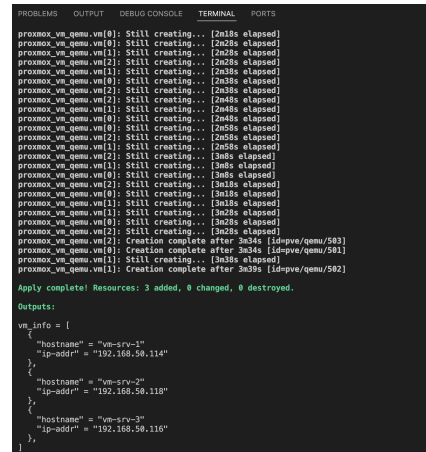
Jika sebelumnya sudah memiliki backup server tinggal melakukan restore pada node tujuan seperti Gambar 7.



Gambar 7 Restore server

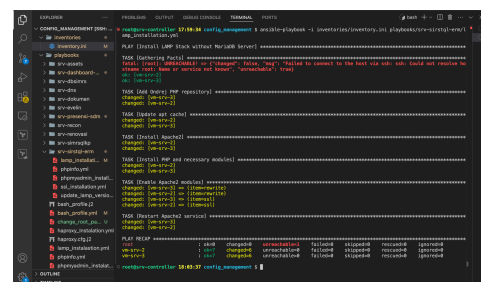
2. Build Infrastruktur

Jika layanan termasuk kedalam layanan baru dan belum pernah ada sebelumnya, maka kita harus membuat infrastrukturnya terlebih dahulu. Disini saya membuat 3 VM sekaligus dengan menggunakan terraform seperti pada Gambar 8.



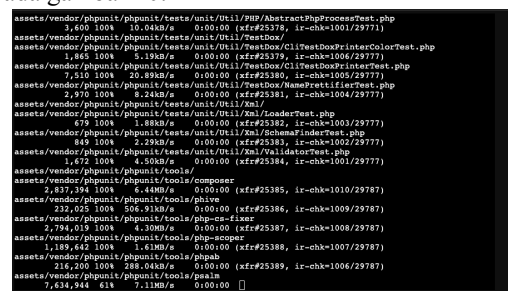
Gambar 8 membangun infrastruktur

Setelah server berhasil di build harus di lakukan konfigurasi Web server, database server, PHP dan beberapa service pada server yang telah di buat, disini saya menggunakan ansible sebagai konfigurasi manajemen nya seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 konfigurasi ansible

Setelah proses membangun infrastruktur dan konfigurasi manajemen di lakukan, barulah kita bisa melakukan migrasi dari server sebelumnya yang berbasis baremetal ke server yang baru dengan menggunakan rsync seperti pada gambar 10.



Gambar 10 migrasi dengan rsync

D. Pengujian pasca-migrasi

Setiap layanan diuji untuk memastikan kompatibilitas dan performa di lingkungan virtualisasi. Fokus utama pengujian adalah Sistem

Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) dengan membandingkan dengan arsitektur sebelumnya.

1. Pengujian Performa dengan K6

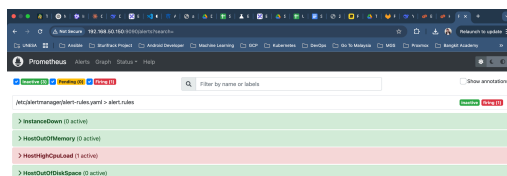
Uji performa ini menggunakan skrip load testing dari K6, dengan simulasi 50 Virtual Users (VU) selama 100 detik. Parameter yang diuji meliputi latensi, waktu respons, throughput, serta penggunaan CPU dan memori.

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN LOADBALANCER

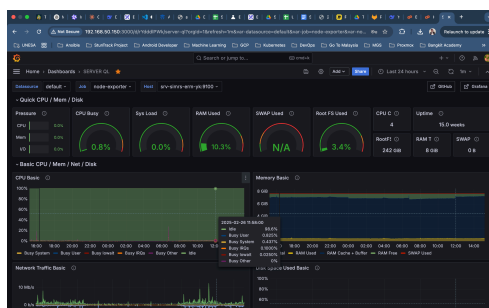
No	Metrik	Arsitektur Lama	Arsitektur Baru	Efektifitas
1	Latensi	1.38ms	1.93ms	-39.86%
2	Throughput	95.54/s	95.45/s	-0.09%
3	Response Time	1.32 ms	1.87 ms	-41.67%
4	Konsumsi CPU (%)	0.391964 (39.19%)	0.1549107 (15.49%)	+60.47%
5	Konsumsi Memori (%)	18.050422 (15.05%)	1.099662 (1.09%)	+92.76%

2. Monitoring Sistem

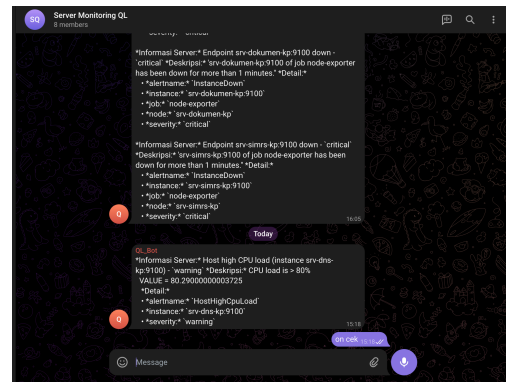
Ada beberapa tools monitoring yang di gunakan, seperti prometheus, grafana, alertmanager dan uptimekuma.



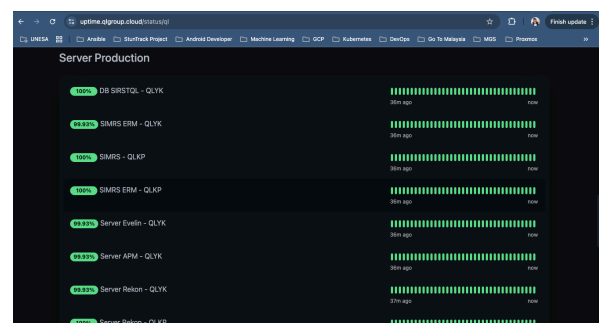
Gambar 11 Monitoring prometheus



Gambar 12 Monitoring grafana



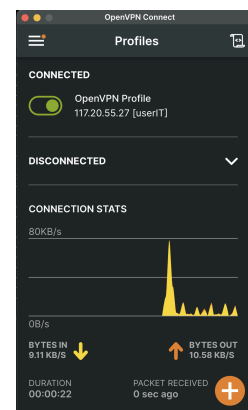
Gambar 13 Monitoring alertmanager



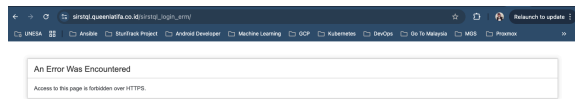
Gambar 14 Monitoring uptimekuma

3. Sistem Keamanan

Keamanan sistem merupakan aspek penting dalam melindungi infrastruktur cloud private di RSU Queen Latifa. Beberapa langkah keamanan yang diimplementasikan adalah seperti VPN & blokir akses SIMRS dari jaringan internet seperti pada Gambar 15 dan Gambar 16 :



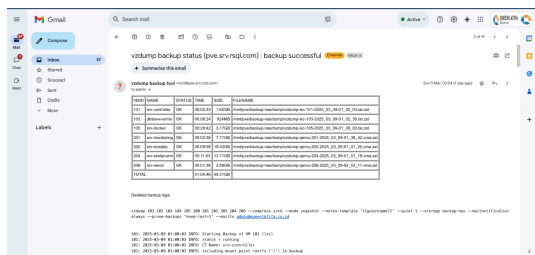
Gambar 15 Akses VPN



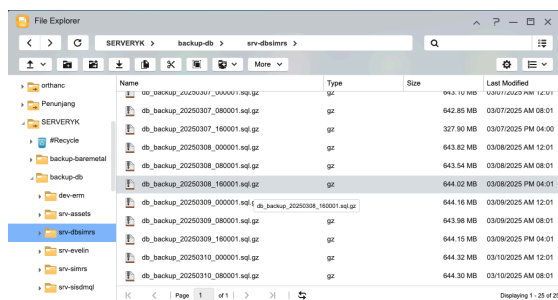
Gambar 16 Blokir akses SIMRS dari internet

4. Verifikasi Backup Otomatis

Verifikasi backup otomatis bertujuan memastikan data sistem tersimpan dengan aman dan dapat dipulihkan jika terjadi kegagalan. Di RSU Queenlatifa backup sendiri ada 2, yaitu :



Gambar 17 Backup server otomatis



Gambar 18 Backup database ke NAS

Tahap evaluasi di lakukan untuk mengukur efektivitas arsitektur baru (mikroservis) dengan membandingkan dengan sistem lama (monolitik), dilakukan simulasi waktu downtime dalam berbagai skenario gangguan. Berikut adalah hasil simulasi yang dilakukan:

TABEL 3 PERBANDINGAN WAKTU PEMULIHAN

Kondisi	Arsitektur Lama	Arsitektur Baru	Efektifitas
Reboot server	3,63	1,8	50.41%
Human error (miskofigurasi)	0.12	0.08	33.33%
Pemulihan data	> 30	16	46.67%

Simulasi dilakukan menggunakan alat monitoring seperti Prometheus, Grafana, dan uptimekuma untuk memantau uptime dan downtime secara real-time. Berikut adalah skenario pengujian yang dilakukan:

- Restart Server: Mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan layanan setelah restart.
- Human Error (Konfigurasi): Mengukur waktu pemulihan akibat kesalahan konfigurasi pada service dan melakukan restart pada service.
- Pemulihan Data (Backup): Mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan data dari backup.

E. Evaluasi sistem

Tahap evaluasi di lakukan untuk mengukur efektivitas arsitektur baru (mikroservis) dengan membandingkan dengan sistem lama (monolitik), dilakukan simulasi waktu downtime dalam berbagai skenario gangguan. Berikut adalah hasil simulasi yang dilakukan:

TABEL 4 PERBANDINGAN WAKTU PEMULIHAN

Kondisi	Arsitektur Lama	Arsitektur Baru	Efektifitas
Reboot server	3,63	1,8	50.41%
Human error (miskofigurasi)	0.12	0.08	33.33%
Pemulihan data	> 30	16	46.67%

Simulasi dilakukan menggunakan alat monitoring seperti Prometheus, Grafana, dan uptimekuma untuk memantau uptime dan downtime secara real-time. Berikut adalah skenario pengujian yang dilakukan:

- Restart Server: Mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan layanan setelah restart.
- Human Error (Konfigurasi): Mengukur waktu pemulihan akibat kesalahan konfigurasi pada service dan melakukan restart pada service.
- Pemulihan Data (Backup): Mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan data dari backup.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KESIMPULAN

1. Implementasi Cloud Private Berbasis Virtualisasi: Sistem cloud private dengan Proxmox berhasil meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan keandalan layanan IT di RSU Queen Latifa. Infrastruktur baru mendukung

- modularitas melalui arsitektur mikroservis, mempermudah pengelolaan, dan meningkatkan skalabilitas.
2. Sistem Monitoring Real-Time: Penggunaan Prometheus dan Grafana untuk monitoring real-time membantu deteksi dini masalah operasional, sehingga downtime dapat diminimalkan. Hal ini memastikan ketersediaan layanan kesehatan yang andal.
 3. Keamanan Data: Implementasi firewall, VPN, dan enkripsi data memastikan perlindungan privasi pasien sesuai regulasi kesehatan. Selain itu, sistem backup otomatis berbasis snapshot memungkinkan pemulihan data yang cepat, mendukung keberlanjutan operasional rumah sakit.
 4. Peningkatan Performa Sistem: Hasil pengujian menunjukkan sistem baru lebih unggul dibandingkan sistem lama (monolitik), terutama dalam hal latensi, throughput, dan penggunaan sumber daya (CPU dan memori).

B. SARAN

1. Melakukan pembaruan dan maintenance secara berkala untuk memastikan infrastruktur tetap berjalan optimal dan mampu memenuhi kebutuhan operasional rumah sakit.
2. Menambahkan lapisan keamanan seperti Web Application Firewall (WAF) dan Security Information and Event Management (SIEM).
3. Dari pihak rumah sakit menyarankan untuk mengeksplorasi penerapan teknologi AI ke dalam layanan IT.
4. Dari pihak rumah sakit juga menyarankan untuk mengembangkan sistem dokumentasi operasional atau teknis.

REFERENSI

- [1] Afrianto, Y., & Hendrawan, A. H. (2019). Implementasi Data Center untuk Penempatan host server berbasis private cloud computing. KREA-TIF, 7(1), 50. <https://doi.org/10.32832/kreatif.v7i1.2031>.
- [2] IDCloudHost, C. (2024, March 1). Apa itu Private Cloud? Fungsi, Jenis, dan Keunggulannya. IDCloudHost. <https://idcloudhost.com/blog/apa-itu-private-cloud-pengertian-fungsi-keunggulan-dan-kelebihannya/>.
- [3] MagicHappens. (2023, June 14). 7 steps for organizing your server rack space. Medium. <https://magichappens.medium.com/7-steps-for-organizing-your-server-rack-space-fcc550de31c0>.
- [4] Tips Menata Server ke Dalam Rack Cabinet. (2023, March 2). CBTP Knowledgebase. <https://cbtp.co.id/kb/knowledge-base/tips-menata-server-ke-dalam-rack-cabinet/>.
- [5] Ganiga, R., Pai, R. M., Pai M. M., & Sinha, R. K. (2018). Private cloud solution for securing and managing patient data in rural healthcare system. Procedia Computer Science, 135, 688–699. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.217>.
- [6] Doheir, M., Basari, A. S. H., Elzamy, A., & Al-shami, S. A. (2019, January 1). The new conceptual cloud computing modelling for improving healthcare management in health organizations. Taylor & Francis.
- [7] Arifin, M., & Martono, S. (2022). Rancang bangun aplikasi retensi rekam medis berbasis cloud computing di rumah sakit surabaya. Jurnal Medika Utama, 04(03).
- [8] Jatmika, A., & Afwani, R. (2018). Analisis dan perancangan arsitektur community cloud computing untuk menunjang pelayanan kesehatan ibu dan anak (studi kasus: Puskesmas Kota Mataram). Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), 5. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201851538>.
- [9] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan. Jakarta: Pemerintah Indonesia.
- [10] Patel, R. (2024, June 10). Step-by-Step Guide to Load Testing with k6. Medium. <https://medium.com/@ravipatel.it/step-by-step-guide-to-load-testing-with-k6-5afb625e231a>.
- [11] Penilaian DMI Rumah Sakit. (2024, September 23). The Flanker. <https://rc.kemkes.go.id/penilaian-dmi-rumah-sakit-6dc539>.
- [12] Simrscendana. (2024, January 22). Pentingnya pengelolaan data pasien dalam sistem informasi manajemen rumah sakit. SIMRS Cendana. <https://simrscendana.id/pentingnya-pengelolaan-data-pasien-dalam-sistem-informasi-manajemen-rumah-sakit/>.
- [13] Tak, A. (2024, January 25). The role of cloud computing in modernizing healthcare IT infrastructure. Unknown. <https://www.researchgate.net/publication/377694643>.
- [14] Tata Kelola dan Arsitektur Sistem Informasi Kesehatan dalam Undang-Undang No. 17 Tahun 2023. (2024, April 4). The Flanker. <https://rc.kemkes.go.id/tata-kelola-dan-arsitektur-sistem-informasi-kesehatan-dalam-undang-undang-no-17-tahun-2023-548212>.
- [15] Lee, J., & Kim, H. (2023). Enhancing healthcare data security through automated backup and encryption in private clouds. Computers & Security, 126, 103056.
- [16] K. P. Kumar, B. R. Prathap, M. M. Thiruthuvanathan, H. Murthy, and V. J. Pillai, "Secure approach to sharing digitized medical data in a cloud environment," *Department of Computer Science and Engineering, CHRIST (Deemed to be University)*, Bengaluru, India..
- [17] S. Sachdeva, S. Bhatia, A. A. Harrasi, Y. A. Shah, M. K. Anwer, A. K. Philip, S. F. A. Shah, A. Khan, and S. A. Halim, "Unraveling the role of cloud computing in health care system and biomedical sciences," *Heliyon*, vol. 2024, p. e29044, 2024. Available: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29044>.
- [18] P. Sarosh, S. A. Parah, G. M. Bhat, and K. Muhammad, "A Security Management Framework for Big Data in Smart Healthcare," *Post Graduate Department of Electronics and Instrumentation Technology, University of Kashmir, Srinagar, India; Department of Electronics and Communication Engineering, Institute of Technology, Zakoora, India; Visual Analytics for Knowledge Laboratory, Department of Software, Sejong University, Seoul, Republic of Korea*.
- [19] X. Xu, S. Zang, M. Bilal, X. Xu, and W. Dou, "Intelligent architecture and platforms for private edge cloud systems: A review," *Future Generation Computer Systems*, vol. 160, pp. 457–471, 2024. Available: <https://doi.org/10.1016/j.future.2024.06.024>.
- [20] Jaiswal, Rupesh & Pande, Shivani & Agashe, Atharva & Potdar, Girish. (2023). MICROSERVICES IN CLOUD NATIVE DEVELOPMENT OF APPLICATION. 10. d170-d183.