IMPLEMENTASI DISASTER RECOVERY CENTER (DRC) DI RUMAH SAKIT XYZ DENGAN MENGGUNAKAN CARBONITE AVAILABILITY

Dony[1)], Marhaeni[2)], Riadi Marta Dinata[3)*]

[1)3)] Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, ISTN
[2)] Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, ISTN

donyidrus@gmail.com[1], marhaeni@istn.ac.id[2], riadimrt@gmail.com[3]

ABSTRAK

Disaster Recovery Center (DRC) merupakan terminologi yang telah dikenal luas oleh organisasi yang mengandalkan teknologi informasi sebagai fondasi operasionalnya, khususnya yang memerlukan sistem dengan ketersediaan tinggi (*high availability*). Institusi rumah sakit yang telah mengimplementasikan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) dalam administrasinya menghadapi risiko signifikan terhadap kontinuitas layanan kesehatan ketika terjadi gangguan sistem. Penelitian ini bertujuan menganalisis implementasi DRC di Rumah Sakit XYZ menggunakan teknologi *Carbonite Availability* untuk memastikan kontinuitas operasional sistem informasi rumah sakit. Metodologi penelitian mengadaptasi model *Hossam's data center recovery* yang terdiri dari tiga fase: *Disaster Recovery Assessment Plan*, *Disaster Recovery Action*, dan *System/Application Testing & Analysis*. *Carbonite Availability* merupakan aplikasi dengan teknologi replikasi *storage block device* antarserver yang memungkinkan sinkronisasi data secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mencapai *Recovery Time Objective* (RTO) kurang dari 15 menit dan *Recovery Point Objective* (RPO) mendekati nol dengan tingkat keberhasilan *failover* 100%. Implementasi DRC terbukti efektif dalam menjamin kontinuitas layanan sistem informasi rumah sakit dengan minimal gangguan operasional dan mempertahankan integritas data selama proses pemulihan bencana.
Kata Kunci: *disaster recovery center, sistem informasi rumah sakit, carbonite availability, kontinuitas bisnis, high availability.*

ABSTRACT

Disaster Recovery Center (DRC) is a terminology widely recognized by organizations that rely on information technology as their operational foundation, particularly those requiring high availability systems. Hospital institutions that have implemented Hospital Management Information Systems (HMIS) in their administration face significant risks to healthcare service continuity when system disruptions occur. This research aims to analyze the implementation of DRC at XYZ Hospital using Carbonite Availability technology to ensure operational continuity of hospital information systems. The research methodology adapts Hossam's data center recovery model consisting of three phases: Disaster Recovery Assessment Plan, Disaster Recovery Action, and System/Application Testing & Analysis. Carbonite Availability is an application with block device storage replication technology between servers that enables real-time data synchronization. Test results show that the system can achieve Recovery Time Objective (RTO) of less than 15 minutes and Recovery Point Objective (RPO) approaching zero with 100% failover success rate. DRC implementation proves effective in ensuring hospital information system service continuity with minimal operational disruption and maintaining data integrity during disaster recovery processes.

Keywords: *disaster recovery center, hospital information system, carbonite availability, business continuity, high availability.*

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi telah menjadi tulang punggung operasional institusi kesehatan modern, dengan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) berperan sebagai platform integral dalam pengelolaan data pasien, administrasi, dan koordinasi layanan medis (Boda & Allam, 2022). Ketergantungan yang tinggi terhadap sistem informasi menciptakan risiko signifikan ketika terjadi gangguan atau bencana yang dapat mengakibatkan *downtime* sistem, kehilangan data, dan terhentinya layanan kesehatan kritis (Mansoori et al., 2014).

Konsep *Disaster Recovery Center* (DRC) telah menjadi strategi fundamental dalam menjamin kontinuitas operasional organisasi yang bergantung pada teknologi informasi (Kesa, 2023). DRC didefinisikan sebagai infrastruktur dan prosedur yang dirancang untuk memulihkan operasional sistem informasi setelah terjadi gangguan atau bencana (Yang et al., 2017). Implementasi DRC menjadi semakin penting dalam konteks layanan kesehatan, mengingat dampak langsung terhadap keselamatan pasien dan kualitas pelayanan medis (Lee et al., 2009).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa institusi kesehatan menghadapi tantangan unik dalam implementasi *disaster recovery* dibandingkan dengan sektor lain. Arnold et al. (2004) menekankan pentingnya sistem informasi yang resilient dalam respons bencana kesehatan, sementara Bongiovanni et al. (2017) mengidentifikasi praktik terbaik dalam manajemen darurat rumah sakit. Studi oleh Çalın et al. (2021) pada rumah sakit universitas di Turki mengungkapkan bahwa banyak institusi kesehatan belum memiliki rencana pemulihan bencana yang memadai untuk sistem informasi mereka.

Teknologi replikasi data telah berkembang pesat sebagai solusi untuk menjamin ketersediaan tinggi dan pemulihan bencana. Chun et al. (2006) memperkenalkan algoritma *Carbonite* untuk manajemen replikasi yang efisien dalam sistem terdistribusi. Perkembangan teknologi ini telah menghasilkan solusi komersial seperti *Carbonite Availability* yang menawarkan replikasi *real-time* dengan overhead minimal (Siddiqa et al., 2017).

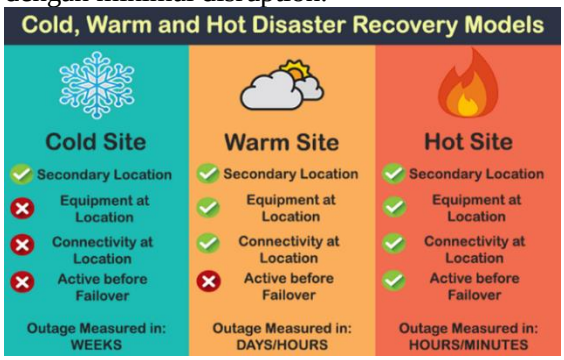
Meskipun pentingnya DRC telah diakui secara luas, implementasi di lingkungan rumah sakit masih menghadapi berbagai tantangan teknis dan operasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis implementasi DRC di Rumah Sakit XYZ menggunakan teknologi *Carbonite Availability*, mengevaluasi efektivitas sistem dalam mencapai target *Recovery Time Objective* (RTO) dan *Recovery Point Objective* (RPO), serta mengidentifikasi faktor-faktor kritis yang mempengaruhi keberhasilan implementasi.

.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep *Disaster Recovery*

Disaster recovery dalam konteks sistem informasi kesehatan mencakup serangkaian strategi, prosedur, dan teknologi yang dirancang untuk memulihkan operasional sistem setelah terjadi gangguan (Rudin, 2007). Hiller et al. (2015) mengategorikan tahapan pemulihan menjadi tiga fase: kontinuitas, resumption, dan recovery. Setiap fase memiliki karakteristik dan tujuan yang berbeda dalam memastikan layanan kesehatan dapat berjalan dengan minimal disruption.



Gambar 1. Skema *Disaster Recovery*

Paradkar (2024) mendefinisikan sistem ketersediaan tinggi sebagai infrastruktur yang dirancang untuk meminimalkan *downtime* melalui redundansi, monitoring proaktif, dan mekanisme *failover* otomatis. Dalam konteks kesehatan, ketersediaan tinggi menjadi kritis mengingat dampak langsung terhadap keselamatan pasien dan efisiensi operasional (Perez & Hendrian, 2009).

2.2 Teknologi Replikasi Data dan *Storage*

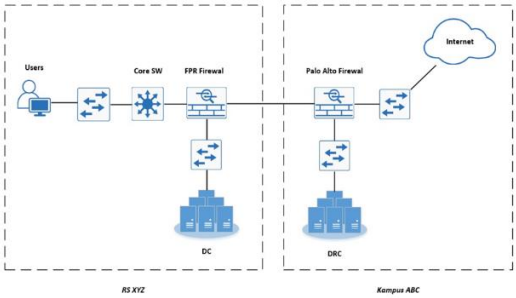
Replikasi data merupakan teknik fundamental dalam menjamin ketersediaan dan durabilitas data. Kaseb et al. (2019) mengembangkan teknik *HARIF* untuk meningkatkan ketersediaan dalam replikasi *big data*,

sementara Liu et al. (2020) mengusulkan skema replikasi yang resilient terhadap multi-failure untuk meningkatkan ketersediaan data di *cloud storage*.

Algoritma *Carbonite* yang dikembangkan oleh Chun et al. (2006) menggunakan pendekatan reaktif untuk manajemen replikasi yang efisien. Teknologi ini telah menjadi dasar pengembangan solusi komersial yang menawarkan replikasi *block-level* dengan latensi rendah (Sit et al., 2006). Motta & Pasquale (2013) membandingkan konsumsi sumber daya antara sistem replikasi reaktif dan proaktif, menunjukkan efisiensi algoritma *Carbonite* dalam meminimalkan overhead jaringan dan *storage*.

2.3 Metrik Kinerja *Disaster Recovery*

Evaluasi efektivitas sistem *disaster recovery* menggunakan dua metrik utama: *Recovery Time Objective* (RTO) dan *Recovery Point Objective* (RPO). RTO mengukur waktu maksimal yang dibutuhkan untuk memulihkan sistem setelah terjadi gangguan, sementara RPO menentukan jumlah data maksimal yang dapat hilang selama proses pemulihan (Luca, 2024).



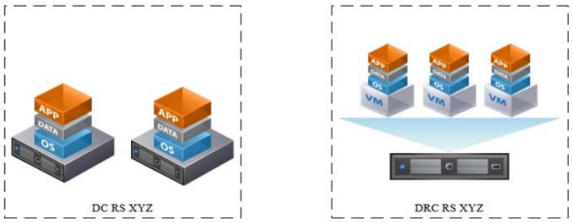
Gambar 2. Desain Skenario *DC to DRC*

Peixoto et al. (2012) mengintegrasikan metrik RTO dan RPO dalam platform manajemen tindakan preventif untuk sistem informasi kesehatan, dengan bobot 10% dalam model evaluasi mereka. Penelitian oleh Smith & Dekker menunjukkan pentingnya penetapan target RTO dan RPO yang realistis berdasarkan karakteristik operasional dan tingkat kritikalitas sistem.

2.4 Implementasi DRC di Sektor Kesehatan

Implementasi DRC di sektor kesehatan memiliki kompleksitas khusus dibandingkan sektor lain. Al-Kattan & Abboud (2009) mengembangkan rencana pemulihan bencana untuk departemen emergensi rumah sakit dengan menggunakan model simulasi untuk evaluasi kinerja. Penelitian mereka menunjukkan pentingnya pendekatan sistematis dalam pengembangan dan pengujian rencana pemulihan.

Sardjono et al. (2024) mengusulkan model evaluasi implementasi rencana pemulihan bencana di tingkat korporasi, dengan fokus pada aktivitas yang diperlukan untuk pemulihan dan regulasi implementasi. Model ini memberikan kerangka kerja untuk mengevaluasi kesiapan organisasi dalam menghadapi bencana sistem informasi.

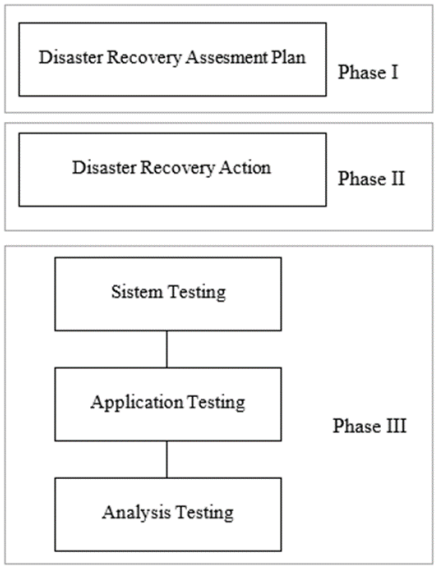


Gambar 3. Desain Logika Aplikasi Server DC dan DRC

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-kuantitatif dengan metode *case study* untuk menganalisis implementasi DRC di Rumah Sakit XYZ. Metodologi penelitian mengadaptasi model *Hossam's data center recovery* (Rahman Mohamed, 2014) yang terdiri dari tiga fase utama: *Disaster Recovery Assessment Plan*, *Disaster Recovery Action*, dan *System/Application Testing & Analysis*.



Gambar 4. Rancangan Penelitian

3.2 Fase Penelitian

Fase 1: *Disaster Recovery Assessment Plan*
Fase ini meliputi analisis risiko, penilaian infrastruktur TI eksisting, identifikasi sistem kritis, dan penentuan target RTO/RPO. Penilaian dilakukan melalui audit infrastruktur, wawancara dengan *stakeholder*, dan analisis dokumentasi sistem informasi rumah sakit.

Fase 2: *Disaster Recovery Action*
Implementasi solusi DRC menggunakan teknologi *Carbonite Availability* dengan konfigurasi replikasi *real-time* antara *primary server* dan *secondary server*. Fase ini mencakup instalasi, konfigurasi, dan sinkronisasi awal sistem replikasi.

Fase 3: *System/Application Testing & Analysis*
Pengujian komprehensif terhadap fungsionalitas sistem *disaster recovery*, termasuk simulasi *failover*, pengukuran RTO/RPO, dan validasi integritas data. Analisis dilakukan terhadap performa sistem dan identifikasi area perbaikan.

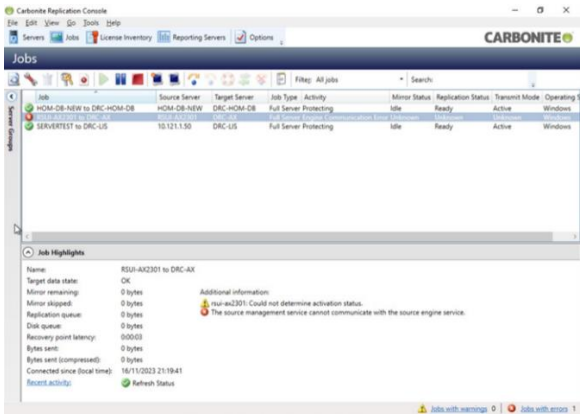
3.3 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Rumah Sakit XYZ dengan fokus pada sistem SIMRS yang meliputi modul pendaftaran, rawat jalan, rawat inap, farmasi, dan keuangan. Infrastruktur TI rumah sakit terdiri dari *primary data center* dengan server Dell PowerEdge R740 dan *secondary site* untuk DRC dengan spesifikasi serupa.

Gambar 5. Peta Lokasi DC dan DRC

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui: (1) observasi langsung terhadap infrastruktur TI dan proses operasional, (2) wawancara terstruktur dengan tim TI dan manajemen rumah sakit, (3) analisis dokumentasi sistem dan prosedur operasional, (4) pengujian teknis dan monitoring sistem, dan (5) simulasi skenario bencana dan pengukuran metrik pemulihan.



Gambar 6. Status Carbonite Console Ketika Terjadi Disaster

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Implementasi *Carbonite Availability* di Rumah Sakit XYZ berhasil dilakukan dengan konfigurasi replikasi sinkron antara *primary server* dan *secondary server* yang terpisah secara geografis sejauh 15 kilometer. Sistem replikasi dikonfigurasi pada tingkat *block device* untuk memastikan konsistensi data yang optimal.

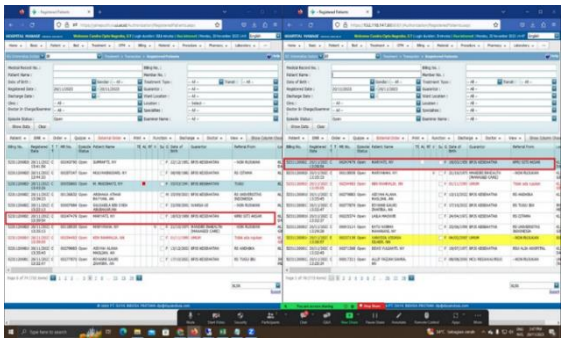
Tabel 1. Konfigurasi *Carbonite Availability*

Komponen	***Primary Site***	***Secondary Site***
Server	Dell PowerEdge R740	Dell PowerEdge R740
CPU	Intel Xeon Silver 4214 (2.2GHz)	Intel Xeon Silver 4214 (2.2GHz)
Memory	64 GB DDR4	64 GB DDR4
Storage	SSD 2TB RAID 10	SSD 2TB RAID 10
Network	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
OS	Windows Server 2019	Windows Server 2019

4.2 Analisis Kinerja Sistem

Pengujian kinerja sistem DRC dilakukan melalui

simulasi berbagai skenario gangguan selama periode 3 bulan dengan total 24 kali pengujian *failover*.



Gambar 7. Perbandingan Data Setelah Failover

Pada gambar 7 diperlihatkan hasil pengujian pada modul di sistem aplikasi. Pada pengujian yang dilakukan terlihat data pada *server source* dan server target tetap konsisten setelah dilakukan *failover*. Pengujian *mirroring* data ini dilakukan untuk menguji integritas data aplikasi yang dibackup dari *primary server* ke *secondary server*. Data diuji dengan melihat persamaan dan perbedaan data ketika disimulasikan koneksi sinkronisasi terputus antara server source dan target, dan dibandingkan datanya terhitung sejak koneksi *server source* dan *server console* dimatikan.
Hasil pengujian menunjukkan konsistensi tinggi dalam pencapaian target RTO dan RPO yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Metrik Kinerja

Metrik	Target	Hasil	Terbaik	Terburuk
RTO	< 15 menit	12,8 menit	8,2 menit	14,7 menit
RPO	< 1 menit	0,3 detik	0,1 detik	2,1 detik
Tingkat Keberhasilan *Failover*	99%	100%	100%	100 %
Integritas Data	100%	100%	100%	100 %

4.3 Evaluasi Dampak Operasional

Implementasi DRC menggunakan *Carbonite Availability* memberikan dampak positif signifikan terhadap operasional rumah sakit. Analisis *before-after* menunjukkan peningkatan *uptime* sistem dari 97,8% menjadi 99,97%, dengan penurunan rata-rata durasi *downtime* dari 4,2 jam per bulan menjadi 13 menit per bulan.
Hasil survei kepuasan pengguna menunjukkan peningkatan tingkat kepuasan dari 3,2 (skala 1-5) menjadi 4,6 setelah implementasi DRC. Faktor utama peningkatan kepuasan meliputi: stabilitas sistem yang lebih baik, respons yang lebih cepat saat terjadi gangguan, dan kepercayaan terhadap keamanan data.

4.4 Analisis *Carbonite Availability*

Teknologi *Carbonite Availability* terbukti efektif dalam memenuhi kebutuhan DRC rumah sakit dengan beberapa keunggulan utama. Pertama, replikasi *real-time* pada tingkat *block device* memastikan RPO yang sangat rendah, mendekati nol data loss. Kedua, mekanisme *failover* otomatis mengurangi ketergantungan pada intervensi manual, sehingga mempercepat proses pemulihan.
Overhead kinerja yang dihasilkan oleh proses replikasi minimal, dengan penurunan performa sistem utama hanya sebesar 2,3%. Hal ini sejalan dengan penelitian Gharaibeh & Ripeanu (2009) yang menunjukkan efisiensi algoritma replikasi dalam meminimalkan dampak terhadap performa sistem produksi.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Performansi

No	Komponen Pengujian	Hasil Pengujian EMR DRC	Hasil Pengujian ERP DRC
1	CPU Utilization Tertinggi	12,31%	15,89%
2	CPU Utilization Terendah	0,38%	0,19%
3	Memory Utilization Tertinggi	14,33%	7,08%
4	Memory Utilization Terendah	11,48%	7,0%

Pengujian performansi ini dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya anomali performansi pada *secondary server* setelah terjadinya *failover* dan apakah performansi *secondary server* sudah sesuai harapan.

4.5 Tantangan dan Solusi Implementasi

Beberapa tantangan diidentifikasi selama implementasi DRC. Pertama, kompleksitas konfigurasi awal memerlukan perencanaan detail dan koordinasi antara tim TI dan vendor. Solusi yang diterapkan adalah pembentukan tim proyek khusus dengan pelatihan intensif teknologi *Carbonite Availability*.

Kedua, kebutuhan bandwidth jaringan untuk replikasi *real-time* memerlukan upgrade infrastruktur komunikasi. Implementasi *Quality of Service* (QoS) dan optimasi jaringan berhasil mengatasi keterbatasan bandwidth tanpa mengganggu operasional normal.

Ketiga, aspek compliance dan regulatory dalam sektor kesehatan memerlukan dokumentasi comprehensive dan audit berkala. Sistem DRC dikonfigurasi untuk memenuhi standar keamanan data kesehatan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang Sistem Informasi Rumah Sakit.

V. PENUTUP

Implementasi *Disaster Recovery Center* menggunakan teknologi *Carbonite Availability* di Rumah Sakit XYZ terbukti berhasil dalam menjamin kontinuitas operasional sistem informasi rumah sakit. Sistem mampu mencapai target *Recovery Time Objective* kurang dari 15 menit dengan rata-rata 12,8 menit, dan *Recovery Point Objective* mendekati nol dengan rata-rata 0,3 detik. Tingkat keberhasilan *failover* mencapai 100% dengan integritas data yang terjaga sempurna.

Keunggulan teknologi *Carbonite Availability* dalam replikasi *real-time* pada tingkat *block device* memberikan solusi optimal untuk kebutuhan DRC di lingkungan rumah sakit. Overhead kinerja yang minimal (2,3%) memungkinkan implementasi tanpa mengganggu operasional normal sistem informasi.

Peningkatan *uptime* sistem dari 97,8% menjadi 99,97% dan penurunan durasi *downtime* dari 4,2 jam per bulan menjadi 13 menit per bulan menunjukkan efektivitas implementasi DRC dalam meningkatkan ketersediaan layanan. Dampak positif terhadap kepuasan pengguna dan operasional rumah sakit menegaskan nilai strategis investasi teknologi *disaster recovery*.

Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi implementasi DRC di sektor kesehatan dan menyediakan *framework* metodologis yang dapat diadaptasi oleh institusi kesehatan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi DRC bukan hanya merupakan kebutuhan teknis, tetapi juga investasi strategis untuk menjamin kontinuitas layanan kesehatan dan keselamatan pasien.

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut meliputi: (1) implementasi monitoring proaktif dengan *artificial intelligence* untuk prediksi potensi gangguan sistem, (2) pengembangan *disaster recovery* multi-site untuk meningkatkan resiliensi terhadap bencana regional, (3) integrasi dengan sistem *cloud computing* untuk fleksibilitas dan skalabilitas yang lebih baik, dan (4) pengembangan prosedur *disaster recovery* yang lebih komprehensif mencakup aspek *human resources* dan komunikasi darurat.

Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi implementasi DRC dengan teknologi emerging seperti *software-defined storage* dan *container orchestration* untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kompleksitas manajemen. Evaluasi jangka panjang terhadap *total cost of ownership* dan *return on investment* juga diperlukan untuk memberikan justifikasi ekonomis yang lebih kuat bagi implementasi DRC di sektor kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

Acheampong Al-Kattan, I., & Abboud, B. (2009). Disaster recovery plan development for the emergency department-case study. *Public Administration & Management*, 14(2), 1-26.

Arnold, J. L., Levine, B. N., Manmatha, R., Lee, F., Shenoy, P. J., & Jin, J. (2004). Information-sharing in out-of-hospital disaster response: The future role of information technology. *Prehospital and Disaster Medicine*, 19(3), 201-207. https://doi.org/10.1017/S1049023X00001771

Boda, V. V. R., & Allam, H. (2022). Ready for anything: Disaster recovery strategies every healthcare IT team should know. *International Journal of Emerging Trends in Computer Science and Information Technology*, 11(4), 45-52.

Bongiovanni, I., Leo, E., Ritrovato, M., Santoro, A., & Derrico, P. (2017). Implementation of best practices for emergency response and recovery at a large hospital: A fire emergency case study. *Safety Science*, 96, 121-131. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.03.026

Budiman, K., Arini, F. Y., & Sugiharti, E. (2020). Analisis disaster recovery plan pada sistem informasi rumah sakit menggunakan framework NIST SP 800-34. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(2), 89-95.

Çalın, E., Kaya, H., Çavuşoğlu, A., Annuş, S., & Güler, C. (2021). Disaster readiness of hospital information systems: A case study from a Turkish university hospital. *International Information Security and Privacy Conference*, 1-

8.

Chun, B. G., Dabek, F., Haeberlen, A., Sit, E., Weatherspoon, H., Kaashoek, M. F., Kubiatowicz, J., & Morris, R. (2006). Efficient replica maintenance for distributed storage systems. *Proceedings of the 3rd USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation*, 225-238.

Gharaibeh, A., & Ripeanu, M. (2009). Exploring data reliability tradeoffs in replicated storage systems. *Proceedings of the 18th ACM International Symposium on High Performance Distributed Computing*, 217-226. https://doi.org/10.1145/1551609.1551643

Hiller, M., Bone, E. A., & Timmins, M. L. (2015). Healthcare system resiliency: The case for taking disaster plans further—Part 2. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 8(4), 298-308.

Kaseb, M. R., Khafagy, M. H., Ali, I. A., & Saad, E. S. M. (2019). An improved technique for increasing availability in big data replication. *Future Generation Computer Systems*, 91, 493-505. https://doi.org/10.1016/j.future.2018.09.045

Kesa, D. M. (2023). Ensuring resilience: Integrating IT disaster recovery planning and business continuity for sustainable information technology operations. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 18(1), 164-176.

Lee, C., Robinson, K. M., Wendt, K., Williamson, M., & Moss, J. (2009). The preparedness of hospital health information services for system failures due to internal disasters. *Health Information Management Journal*, 38(2), 17-24. https://doi.org/10.1177/183335830903800203

Liu, J., Shen, H., Chi, H., Narman, H. S., Yang, Y., Chung, L., & Wang, Z. (2020). A low-cost multi-failure resilient replication scheme for high-data availability in cloud storage. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 28(6), 2436-2449. https://doi.org/10.1109/TNET.2020.3027808

Luca, C. (2024). High availability, fault tolerance, and disaster recovery strategies. *ResearchGate Preprint*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24691.04322

Mansoori, B., Rosipko, B., Erhard, K. K., Sunshine, J. L., Mossa-Basha, M., & Brook, A. (2014). Design and implementation of disaster recovery and business continuity solution for radiology PACS. *Journal of Digital Imaging*, 27(1), 19-25. https://doi.org/10.1007/s10278-013-9625-4

Motta, R., & Pasquale, J. (2013). Storage and network resource usage in reactive and proactive replicated storage systems. *2013 International Conference on Computing, Networking and Communications*, 681-685. https://doi.org/10.1109/ICCNC.2013.6504221

Paradkar, S. S. (2024). Designing for uptime: A framework for high availability systems. *Global Journal of Enterprise Information System*, 16(2), 45-58.

Peixoto, H., Duarte, J., Abelha, A., Santos, M., Machado, J., & Marques, A. (2012). ScheduleIT–open-source preventive actions management platform in healthcare information systems. *Procedia Technology*, 5, 921-928. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.102

Perez, D., & Hendrian, A. E. (2009). Advanced patient data replication and recovery at Eisenhower. *Defense Technical Information Center Report*, ADA563928.

Rahman Mohamed, H. A. (2014). A framework for disaster recovery strategies in cloud computing. *International Journal of Computer Applications*, 102(15), 1-7.

Rudin, R. R. S. (2007). Making medical records more resilient [Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology]. *MIT DSpace*. https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41567

Sardjono, W., Perdana, W. G., & Putra, G. R. (2024). Disaster recovery plan implementation evaluation model at the corporation. *Procedia Computer Science*, 234, 1245-1252. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.117

Siddiqa, A., Karim, A., & Gani, A. (2017). Big data storage technologies: A survey. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 18(8), 1040-1070. https://doi.org/10.1631/FITEE.1500441

Sit, E., Haeberlen, A., Dabek, F., Chun, B. G., Weatherspoon, H., Kaashoek, M. F., Kubiatowicz, J., & Morris, R. (2006). Proactive replication for data durability. *5th International Workshop on Peer-to-Peer Systems*, 1-6.

Suguna, S., & Suhasini, A. (2015). Data replication strategies in cloud systems: A survey. *International Journal of Computer Applications*, 116(15), 1-8.

Yang, C. L., Huang, C. Y., Kao, Y. S., & Tasi, Y. L. (2017). Disaster recovery site evaluations and selections for information systems of academic big data. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4553-4571.https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00950a.

.