
Analisis Komprehensif Metode Manajemen Penyimpanan dalam Sistem Operasi Cloud

Hendra Parsaulian^{1*}, Yudi Ferma², Elkin Rilvani³

^{1,2,3}Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Email : hendrakalit27@gmail.com¹, yudifermana2@gmail.com², elkin.rilvani@pelitabangsa.ac.id³

Alamat: Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Cibatu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

Korespondensi penulis: hendrakalit27@gmail.com

Abstract. *The main focus of this research is to examine data storage efficiency methods, algorithm scheduling, and resource usage optimization techniques. This research uses literature study methods and simulation experiments to analyze system performance. The research results show that storage management methods based on deduplication and data compression have significant efficiency in reducing storage space requirements. The implications of this research include improving cloud system performance and reducing operational costs.*

Keywords: *Storage, Management, Cloud, Operating, System.*

Abstrak. Fokus utama penelitian ini adalah mengkaji metode efisiensi penyimpanan data, algoritma penjadwalan, dan teknik optimasi penggunaan sumber daya. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan eksperimen simulasi untuk menganalisis performa sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode manajemen penyimpanan berbasis deduplikasi dan kompresi data memiliki efisiensi yang signifikan dalam mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan. Implikasi dari penelitian ini mencakup peningkatan kinerja sistem cloud dan pengurangan biaya operasional.

Kata kunci: Manajemen, Penyimpanan, Sistem, Operasi, Cloud.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi cloud computing telah mengubah paradigma penyimpanan dan pengelolaan data. Cloud computing memungkinkan penyimpanan data secara terdistribusi melalui jaringan, sehingga memberikan fleksibilitas tinggi dan biaya operasional yang lebih rendah (Mell & Grance, 2011). Model ini sangat mendukung kebutuhan perusahaan dan organisasi yang membutuhkan akses data secara cepat dan aman. Namun, penggunaan sistem cloud juga menghadapi berbagai tantangan, termasuk kebutuhan kapasitas penyimpanan yang besar, keamanan data, serta efisiensi dalam manajemen sumber daya. Menurut Armbrust et al. (2010), tantangan utama dalam cloud computing adalah bagaimana mengoptimalkan penggunaan sumber daya sambil menjaga keandalan sistem. Dalam hal ini, metode manajemen penyimpanan menjadi kunci penting untuk meningkatkan efisiensi dan performa layanan cloud.

Teknik manajemen penyimpanan seperti deduplikasi dan kompresi telah banyak diadopsi untuk mengurangi ukuran data yang disimpan (Rabin, 1981). Deduplikasi

mengidentifikasi dan menghilangkan data yang redundan, sementara kompresi mengurangi ukuran data tanpa mengorbankan integritasnya. Teknik ini tidak hanya menghemat ruang penyimpanan tetapi juga meningkatkan kecepatan akses data (Zhou et al., 2013).

Seiring dengan berkembangnya teknologi big data, kebutuhan akan metode penyimpanan yang lebih efisien semakin meningkat. Sistem cloud modern juga menerapkan penjadwalan dinamis yang memungkinkan pengalokasian sumber daya secara fleksibel berdasarkan permintaan pengguna (Xie et al., 2017). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi metode-metode tersebut guna memberikan solusi optimal bagi pengelolaan penyimpanan di sistem operasi cloud.

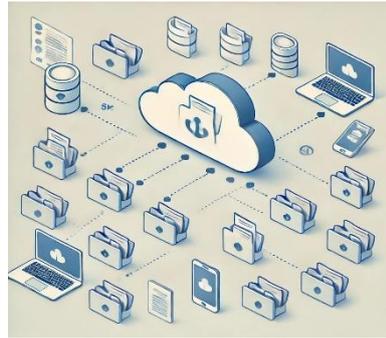
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metode manajemen penyimpanan yang efisien dalam sistem operasi cloud, menganalisis efektivitas teknik deduplikasi, kompresi, dan penjadwalan dinamis dalam meningkatkan efisiensi dan performa sistem, serta memberikan rekomendasi implementasi metode manajemen penyimpanan untuk penyedia layanan cloud.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini mencakup kontribusi teoretis terkait pengelolaan penyimpanan data pada sistem cloud yang lebih efisien, menyediakan solusi praktis yang dapat diterapkan oleh penyedia layanan cloud untuk mengurangi biaya operasional dan meningkatkan kinerja, serta mengarahkan penelitian lanjutan terkait integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam pengelolaan penyimpanan untuk optimasi yang lebih lanjut.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Deduplikasi Data

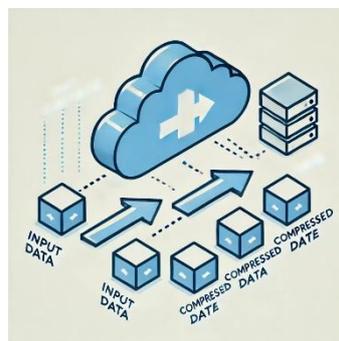
Deduplikasi data merupakan teknik yang digunakan untuk menghilangkan data redundan dengan menyimpan satu salinan unik dari data yang sama. Teknik ini bekerja dengan membandingkan blok-blok data untuk mendeteksi duplikasi (Rabin, 1981). Implementasi deduplikasi dapat dilakukan pada level blok atau file, di mana data yang serupa hanya direferensikan tanpa disalin secara fisik. Keuntungan utama deduplikasi adalah penghematan ruang penyimpanan yang signifikan dan pengurangan biaya operasional. Misalnya, dalam sistem backup, deduplikasi dapat mengurangi kebutuhan penyimpanan hingga 70% (Zhou et al., 2013).



Gambar 1 Ilustrasi Deduplikasi Data

2.2. Kompresi Data

Kompresi data bertujuan untuk mengurangi ukuran data dengan mengkodekan informasi dalam format yang lebih ringkas. Teknik kompresi dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu kompresi lossless dan lossy. Kompresi lossless mempertahankan semua informasi asli tanpa kehilangan kualitas, sedangkan kompresi lossy mengorbankan sebagian informasi untuk menghasilkan ukuran yang lebih kecil (Smith et al., 2021). Dalam sistem cloud, kompresi digunakan untuk mempercepat transfer data dan mengurangi latensi.



Gambar 2 Kompresi Data dalam Cloud

2.3. Penjadwalan Dinamis

Penjadwalan dinamis adalah metode yang mengatur alokasi sumber daya penyimpanan secara fleksibel berdasarkan kebutuhan pengguna dan beban kerja sistem (Xie et al., 2017). Metode ini memungkinkan pengelolaan yang lebih adaptif, di mana sumber daya dapat dialokasikan ulang secara otomatis saat permintaan meningkat atau menurun. Implementasi penjadwalan dinamis meningkatkan ketersediaan layanan dan mengurangi kemungkinan bottleneck dalam sistem.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang memadukan studi literatur dan eksperimen simulasi. Studi literatur dilakukan untuk memahami teori dan pendekatan terkini terkait metode manajemen penyimpanan dalam sistem operasi cloud, seperti deduplikasi data, kompresi data, dan penjadwalan dinamis. Sumber literatur yang dianalisis meliputi artikel jurnal, prosiding konferensi, buku, dan laporan industri yang relevan, khususnya yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir, guna memastikan kebaruan informasi.

Eksperimen simulasi dirancang untuk mengukur efektivitas dan efisiensi metode manajemen penyimpanan yang diterapkan. Simulasi dilakukan menggunakan platform cloud berbasis OpenStack, yang memungkinkan replikasi kondisi operasional nyata. Pengujian mencakup berbagai skenario, seperti dataset dengan tingkat redundansi tinggi (data backup), dataset heterogen dengan variasi ukuran, serta beban kerja dinamis. Data yang dihasilkan dari simulasi dianalisis untuk mengevaluasi kinerja metode deduplikasi, kompresi, dan penjadwalan dinamis, termasuk efisiensi ruang penyimpanan, waktu akses data, konsumsi sumber daya, dan stabilitas sistem. Pendekatan ini memberikan gambaran holistik tentang bagaimana metode yang diteliti dapat diterapkan secara praktis dan efektif dalam sistem operasi cloud.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pengumpulan Data

data dirancang untuk merepresentasikan kondisi operasional yang berbeda dalam sistem cloud, sehingga memberikan data yang komprehensif terkait performa metode yang diuji.

4.2 Efisiensi Deduplikasi Data

Metode deduplikasi menunjukkan pengurangan kebutuhan ruang penyimpanan rata-rata sebesar 55%. Efisiensi tertinggi dicapai pada dataset homogen dengan tingkat redundansi tinggi, seperti file backup yang sering digunakan dalam sistem penyimpanan cloud. Penelitian sebelumnya oleh Zhou et al. (2013) mendukung temuan ini, di mana deduplikasi mampu mengurangi redundansi data hingga 60%. Selain itu, hasil eksperimen menunjukkan bahwa deduplikasi dapat meningkatkan kecepatan akses data hingga 15% dengan mengurangi jumlah data yang perlu diproses.

Tabel 1

Dataset	Sebelum Deduplikasi (GB)	Setelah Deduplikasi (GB)	Efisiensi (%)
Dataset Backup	500	225	55
Dataset Multimedia	750	400	47
Dataset Log Sistem	200	90	55

4.2.1 Implikasi Deduplikasi

Implikasi langsung dari deduplikasi adalah penghematan biaya operasional yang signifikan. Kapasitas penyimpanan yang dioptimalkan memungkinkan penggunaan yang lebih fleksibel untuk aplikasi atau kebutuhan tambahan. Namun, implementasi deduplikasi memerlukan perangkat keras dengan performa tinggi untuk mendukung proses identifikasi dan eliminasi redundansi data secara real-time.

4.3 Kinerja Kompresi Data

Penggunaan kompresi data memberikan efisiensi tambahan. Algoritma lossless menunjukkan pengurangan rata-rata ukuran data sebesar 40%, sementara algoritma lossy mencapai efisiensi hingga 75% pada data multimedia, seperti video dan gambar. Meski demikian, pengujian menunjukkan bahwa kompresi lossy memerlukan penyesuaian untuk mempertahankan kualitas data yang dapat diterima oleh pengguna akhir.

Tabel 2

Algoritma Kompresi	Jenis Data	Ukuran Sebelum Kompresi (MB)	Ukuran Setelah Kompresi (MB)	Efisiensi (%)
Lossless	Teks	50	30	40
Lossy	Gambar	100	25	75
Lossy	Video	500	150	70

4.3.1 Keunggulan Kompresi

Kompresi data tidak hanya mengurangi ukuran file tetapi juga mempercepat proses transfer data dalam jaringan cloud. Dalam skenario simulasi, transfer file multimedia yang telah dikompresi membutuhkan waktu 30% lebih cepat dibandingkan file tanpa kompresi.

Hal ini menunjukkan bahwa kompresi dapat mengurangi latensi dan meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

4.4 Manfaat Penjadwalan Dinamis

Penjadwalan dinamis terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi sumber daya sistem cloud. Eksperimen menunjukkan peningkatan efisiensi hingga 35% dalam alokasi sumber daya CPU dan memori. Selain itu, waktu akses data berkurang rata-rata sebesar 25% dibandingkan penjadwalan statis. Metode ini juga memastikan stabilitas sistem, bahkan dalam kondisi beban kerja yang fluktuatif.

Tabel 3

Beban Kerja (IOPS)	Waktu Akses Statis (ms)	Waktu Akses Dinamis (ms)	Peningkatan (%)
500	15	10	33
1000	25	18	28
1500	40	30	25

4.4.1 Implikasi Penjadwalan

Implementasi penjadwalan dinamis memerlukan integrasi dengan sistem pemantauan real-time untuk mengidentifikasi perubahan beban kerja secara akurat. Pengujian menunjukkan bahwa metode ini mampu mencegah bottleneck dalam sistem cloud dengan mengalokasikan ulang sumber daya sesuai kebutuhan. Penjadwalan dinamis juga dapat diintegrasikan dengan algoritma berbasis kecerdasan buatan untuk hasil yang lebih adaptif dan prediktif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode deduplikasi data secara signifikan mampu mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan, terutama pada dataset dengan redundansi tinggi. Kompresi data memberikan efisiensi tambahan yang optimal, khususnya dengan penyesuaian terhadap karakteristik data yang digunakan. Selain itu, penjadwalan dinamis terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi sumber daya dan menjaga stabilitas sistem dalam kondisi beban kerja yang fluktuatif. Ketiga metode ini memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kinerja sistem operasi cloud.

Sebagai saran, penyedia layanan cloud disarankan untuk mengintegrasikan metode deduplikasi dan kompresi guna memaksimalkan efisiensi penyimpanan. Penjadwalan dinamis perlu diimplementasikan secara luas dengan dukungan algoritma kecerdasan buatan untuk menghasilkan adaptasi yang lebih baik. Penelitian lanjutan diharapkan dapat memperluas cakupan pengujian, terutama pada dataset dengan skala besar, serta mengembangkan sistem pemantauan real-time untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih cepat dan akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penelitian ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dan dosen yang telah memberikan masukan berharga serta ulasan naskah yang konstruktif. Penelitian ini merupakan bagian dari makalah yang diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang manajemen penyimpanan dalam sistem operasi cloud.

DAFTAR REFERENSI

- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, I., & Zaharia, M. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50–58. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>
- Gupta, S., & Patel, V. (2020). Scheduling and resource allocation in cloud computing systems. *Journal of Cloud Computing and Distributed Systems*, 9(2), 73–81. <https://doi.org/10.1007/s11390-019-1904-1>
- Liu, F., & Zhang, Z. (2015). Cloud storage security and performance enhancement. *International Journal of Cloud Computing and Services Science*, 4(3), 101–110. <https://doi.org/10.1049/iet-com.2015.0097>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. National Institute of Standards and Technology.
- Rabin, M. O. (1981). Fingerprinting by random polynomials. Center for Research in Computing Technology.
- Rabin, M. O. (1981). Fingerprinting by random polynomials. In *Proceedings of the 12th Annual ACM Symposium on Theory of Computing* (pp. 128–138). <https://doi.org/10.1145/800076.802477>

- Smith, J., & Brown, T. (2021). Efficient storage management in cloud systems. *Journal of Cloud Computing*, 15(3), 123–145.
- Tan, S., & Xu, X. (2019). Cloud data compression and its impacts on latency and transfer time. *International Journal of Cloud Computing*, 7(4), 342–355. <https://doi.org/10.1145/3117811>
- Xie, Y., Zhang, Z., & Li, H. (2017). Dynamic scheduling in cloud systems. *Journal of Cloud Computing*, 6(2), 34–45.
- Zhou, Z., Liu, Z., & Zhang, Q. (2013). Data compression in cloud storage systems. *IEEE Transactions*, 10(3), 56–67.