

Analisa Desain *High Availability* dan Uji Reabilitas *Cloud Storage*

Hari Yudho Prabowo ¹, Aan Restu Mukti ^{2*}, Suryayusra ³, Tamsir Ariyadi ⁴

^{1,2*,3} Program Studi Teknik Informatika, Sains Teknologi, Universitas Bina Darma, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

⁴ Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Vokasi, Universitas Bina Darma, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

Email: 191420093@student.binadarma.ac.id ¹, aanrestu@binadarma.ac.id ^{2*}, suryayusra@binadarma.ac.id ³, tamsirariyadi@binadarma.ac.id ⁴

Histori Artikel:

Dikirim 16 September 2023; *Diterima dalam bentuk revisi* 27 September 2023; *Diterima* 20 November 2023; *Diterbitkan* 10 Januari 2024. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Pertumbuhan Internet telah membawa banyak perubahan dalam cara kita menyimpan data. Media penyimpanan data yang umum digunakan adalah harddisk, flashdisk, dan CD. Seiring dengan perkembangan teknologi, cloud storage menjadi alternatif baru dalam dunia storage. Dalam hal ini, dua platform cloud storage terkemuka, Owncloud dan Nextcloud, telah berkembang menjadi opsi yang populer. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi tingkat High Availability dan reabilitas platform cloud storage Owncloud dan Nextcloud. Ini dilakukan dengan menggunakan pengujian beban dan simulasi skenario kegagalan untuk menilai kemampuan platform untuk memastikan akses data saat terjadi gangguan dan meningkatkan kinerja saat beban tinggi. Metodologi penelitian yang digunakan adalah Network Development LifeCycle (NDLC). Software yang digunakan sebagai sistem operasi adalah ubuntu server 20.04, dan untuk melakukan uji beban server web, Netdata dan Nagios untuk memantau sistem. Hasil dari penelitian ini memberikan informasi menyeluruh tentang high availability dan reabilitas platform cloud storage Owncloud dan Nextcloud dalam lingkungan komputasi modern.

Kata Kunci: Cloud Storage; High Availability; Network Development LifeCycle.

Abstract

The growth of the Internet has brought about significant changes in how we store data. Common data storage media include hard disks, flash drives, and CDs. With the advancement of technology, cloud storage has emerged as a new alternative in the world of storage. In this regard, two leading cloud storage platforms, Owncloud and Nextcloud, have evolved into popular options. The purpose of this research is to evaluate the level of High Availability and reliability of Owncloud and Nextcloud cloud storage platforms. This is accomplished by conducting load testing and simulating failure scenarios to assess the platforms' ability to ensure data access during disruptions and enhance performance under high loads. The research methodology used is the Network Development LifeCycle (NDLC). The software employed as the operating system is Ubuntu Server 20.04, and for web server load testing, Netdata and Nagios are used to monitor the system. The results of this research provide comprehensive information on the high availability and reliability of Owncloud and Nextcloud cloud storage platforms in modern computing environments.

Keyword: Cloud Storage; High Availability; Network Development LifeCycle.

1. Pendahuluan

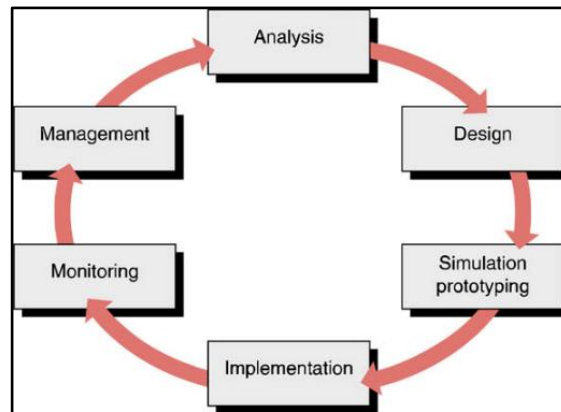
Dalam era komputasi modern yang ditandai oleh perputaran data yang cepat dan tuntutan akses yang terus-menerus, pentingnya *High Availability* (Ketersediaan Tinggi) dan kehandalan dalam penyimpanan data di lingkungan cloud semakin mengemuka. Pertumbuhan Internet telah membawa banyak perubahan dalam cara kita menyimpan data. Media penyimpanan data yang umum digunakan adalah *harddisk*, *flashdisk*, dan CD. Namun seiring dengan perkembangan teknologi, *cloud storage* menjadi alternatif baru dalam dunia *storage*. *Cloud storage* merupakan tempat penyimpanan daring atau digital yang membutuhkan koneksi melalui Internet agar data dapat diakses [1]. *Cloud storage* memberikan keuntungan seperti keamanan data, penyimpanan aman di server, dan kemudahan akses. Gratis dengan kapasitas tetap, dapat diperluas dengan opsi berbayar sesuai kebutuhan.

Owncloud dan *Nextcloud* adalah *platform cloud storage* terkemuka dengan reputasi baik dalam akses data yang andal dan ketersediaan tinggi. *Nextcloud* adalah perangkat lunak gratis dan *open source* untuk hosting file dengan arsitektur terbuka, memungkinkan pengembangan fungsi tambahan dan pengelolaan data oleh pengguna pada server pribadi [2]. Sedangkan *Owncloud* adalah perangkat lunak berbagi file *open source* mirip *Dropbox* dengan keamanan kuat. Ini memungkinkan integrasi fleksibel, mengelola data, dan beroperasi di bawah lisensi AGPL dengan fokus pada keamanan dan pemantauan penggunaan data [3]. Meskipun terkenal dan berbobot, perlu analisis mendalam untuk membandingkan *high availability* dan kehandalan antara *Owncloud* dan *Nextcloud*. *High availability* adalah kemampuan sistem untuk beroperasi tanpa gangguan dalam periode lebih lama dari yang diharapkan dari kinerja komponennya. Hal ini bertujuan untuk menghindari kegagalan, mencapai kelangsungan operasional, *redundancy*, dan kemampuan *failover* [4].

Penelitian ini akan menganalisis *high availability* dan reliabilitas *Owncloud* dan *Nextcloud*. Reliabilitas berkaitan dengan tingkat kepercayaan terhadap pengukuran yang konsisten, sedangkan *high availability* mengacu pada kemampuan sistem untuk beroperasi tanpa gangguan [5]. Selain itu, dalam penelitian ini, *Netdata* dan *Nagios* akan digunakan sebagai alat pemantauan untuk memantau kinerja sistem. *Netdata* adalah aplikasi berbasis web yang memiliki kemampuan untuk memantau berbagai aspek yang ada di dalam server lain. Aplikasi pemantauan ini memiliki antarmuka yang estetik dan mampu melakukan pemantauan dalam waktu nyata [6]. *Nagios* adalah perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk melakukan pemantauan sistem. Dengan *Nagios*, dapat melakukan pemantauan terhadap server dan perangkat lain di dalam jaringan, serta memastikan bahwa mereka beroperasi secara optimal. *Nagios* secara terus-menerus melakukan pengecekan terhadap kinerja mesin-mesin lainnya dan memverifikasi bahwa berbagai layanan di dalamnya berjalan dengan baik. Selain itu, *Nagios* memiliki kemampuan untuk menerima informasi mengenai status dari proses atau mesin lain dalam jaringan [7]. Dalam *cloud storage*, analisis desain *high availability* dan uji reabilitas sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi baik, aman, dan dapat diandalkan. Analisis desain mengidentifikasi kelemahan dan perbaikan potensial dalam sistem, sedangkan uji reabilitas menguji kinerja dan keandalan sistem dalam berbagai situasi. Pengujian beban dan simulasi skenario kegagalan untuk mengukur kinerja platform dalam berbagai situasi.

2. Metode Penelitian

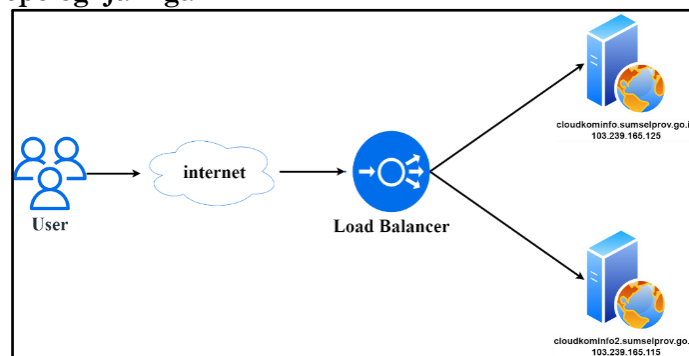
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Network Development LifeCycle* (NDLC), yang merupakan suatu kerangka kerja yang terdiri dari enam tahap utama. Setiap tahap dalam metode ini memiliki tanggung jawab dan tugas-tugas khusus yang harus diselesaikan sebelum melangkah ke tahap berikutnya. Tahap-tahap dalam NDLC mencakup analisis, desain, simulasi prototyping, implementasi, pemantauan, dan manajemen. Dalam proses penelitian ini, setiap tahap akan dijalankan secara terperinci untuk memastikan semua aspek yang relevan telah diperiksa dan diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. [8].



Gambar 1. Network Development LifeCycle (NDLC)

Penelitian ini melibatkan beberapa tahap penting. Tahap analisis mencakup evaluasi *high availability*, reliabilitas, dan perbandingan performa Owncloud dan Nextcloud. Tahap desain merancang arsitektur sistem di server masing-masing dengan alamat IP yang ditentukan, serta menyiapkan konfigurasi Nagios untuk pemantauan *real-time*. Tahap simulasi prototyping menciptakan prototipe skala kecil yang dapat berjalan bersamaan dengan tahap implementasi, di mana peneliti melaksanakan rencana dan desain yang telah dibuat. Tahap monitoring melibatkan evaluasi dan pengawasan terhadap sistem yang diimplementasikan melalui serangkaian pengujian. Terakhir, tahap manajemen menetapkan kebijakan untuk menjaga kelangsungan operasional dan kehandalan sistem.

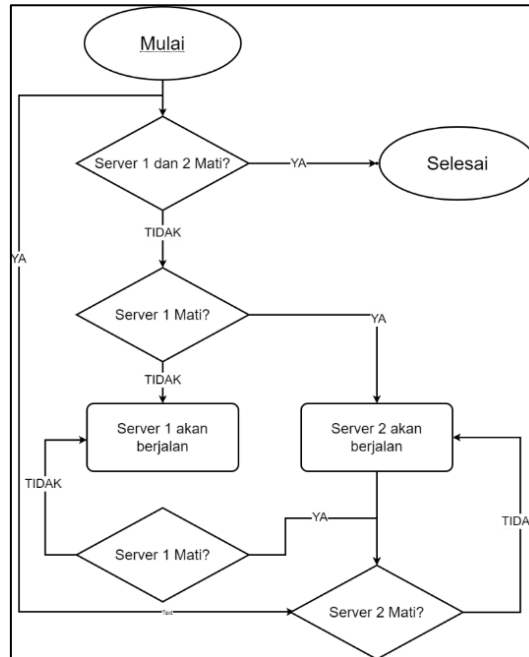
2.1 Rancangan Topologi Jaringan



Gambar 2. Rancangan Topologi Sistem

Dalam arsitektur ini, dua server berdiri secara terpisah, satu menjalankan Nextcloud dan yang lainnya menjalankan Owncloud. *Load balancer* yang mendistribusikan lalu lintas pengguna ke server yang tersedia. Arsitektur jaringan ini dirancang untuk memastikan ketersediaan tinggi (*high availability*) dan pemulihan otomatis jika salah satu server mengalami gangguan. *Load balancer* adalah teknik dalam jaringan komputer yang berfungsi dengan cara mendistribusikan permintaan yang masuk ke berbagai komputer atau kelompok komputer. Tujuannya adalah untuk mencapai penggunaan sumber daya yang optimal, meningkatkan *throughput*, mengurangi waktu respon, dan mencegah terjadinya beban berlebihan [9]. Dengan demikian, arsitektur ini memungkinkan pengguna untuk terus mengakses layanan *cloud* tanpa gangguan jika satu dari dua server mengalami kegagalan. Selain itu, *Load Balancer* membagi lalu lintas pengguna secara merata antara server Nextcloud dan Owncloud, meningkatkan kinerja dan skalabilitas sistem. Rancangan ini memenuhi kebutuhan untuk menjelaskan rancangan topologi jaringan yang andal dan efisien dalam menghadapi gangguan serta memaksimalkan ketersediaan layanan *cloud*.

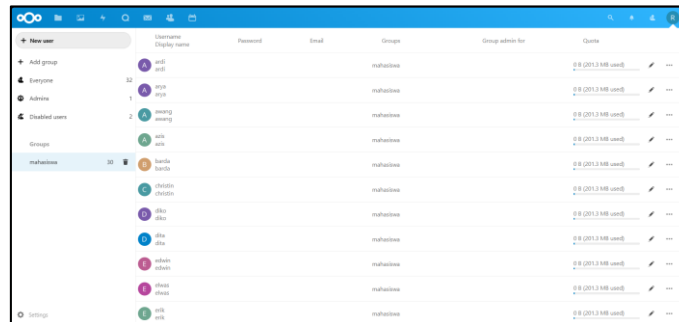
2.2 Cara Kerja Sistem



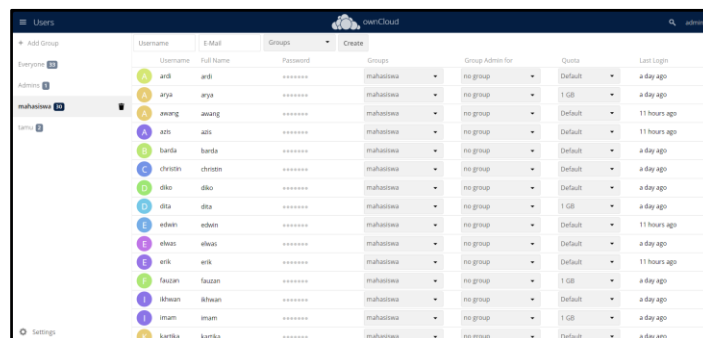
Gambar 3. Flowchart cara kerja sistem HA

Pada Gambar 3, Sistem menggunakan dua server, Server 1 untuk Nextcloud dan Server 2 sebagai standby. Server 1 berfungsi normal, tetapi jika mengalami gangguan, Server 2 akan mengambil alih dengan Owncloud. Ketika Server 1 pulih, ia akan kembali menjalankan Nextcloud, memastikan ketersediaan tinggi layanan Nextcloud dan Owncloud dengan peran saling menggantikan.

2.3 User Interface



Gambar 4. Tampilan user pada admin Nextcloud



Gambar 5. Tampilan user pada admin Owncloud

Gambar 4 menggambarkan antarmuka administrasi di *Nextcloud*, yang memberikan administrator berbagai kemampuan untuk mengelola pengguna, mengatur izin akses, serta menjalankan tugas-tugas administratif yang diperlukan. Dalam lingkungan *Nextcloud* ini, administrator dapat dengan mudah mengendalikan aspek-aspek penting dari sistem, seperti konfigurasi dan manajemen pengguna, yang mencakup pemberian hak akses dan tugas-tugas lainnya yang relevan. Di sisi lain, Gambar 5 menampilkan tampilan antarmuka administrasi di *Owncloud* yang memiliki fitur serupa, memungkinkan administrator untuk mengelola pengguna, mengorganisir grup, dan mengonfigurasi berbagai aspek dari *platform Owncloud* sesuai dengan kebutuhan organisasi. Dengan antarmuka administrasi yang kuat ini, kedua platform *cloud storage* ini memberikan kontrol yang komprehensif kepada administrator untuk memenuhi kebutuhan penyimpanan data dan manajemen pengguna dengan efisien.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini melibatkan serangkaian pengujian yang mencakup proses *upload* dan *download file* dengan variasi ukuran mulai dari 10 MB hingga 100 MB, serta variasi jumlah pengguna yang berpartisipasi, mulai dari 2 hingga 30 pengguna secara bersamaan. Selama pengujian, peneliti mengumpulkan data tentang waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan operasi tersebut. Selain itu, juga secara terus-menerus memantau penggunaan sumber daya CPU dan memori selama proses ini. Hasil dari rangkaian pengujian ini akan memberikan wawasan mendalam tentang kinerja sistem dalam menghadapi berbagai tingkat beban kerja. Peneliti akan dapat menilai sejauh mana platform *cloud storage* ini mampu menjaga kinerja yang baik dalam mengelola *transfer file* dengan ukuran dan jumlah pengguna yang bervariasi. Selain itu, pemantauan penggunaan sumber daya CPU dan memori akan membantu mengevaluasi efisiensi sistem dalam menggunakan sumber daya yang ada, yang merupakan faktor penting dalam manajemen file dan penyimpanan yang optimal. Data ini akan menjadi landasan yang kuat untuk mengambil keputusan terkait dengan skalabilitas dan pengoptimalan sistem *cloud storage* yang sedang diteliti.

3.1 Analisa Nilai *Availability*

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur ketersediaan server dengan menganalisis performa server dalam skenario-skenario yang telah disiapkan. Hasil pengukuran ketersediaan server akan dibandingkan dengan *Mean Time To Repair (MTTR)* dan *Mean Time Between Failures (MTBF)*. Dalam infrastruktur cloud, MTBF adalah waktu rata-rata antara kegagalan layanan, sedangkan MTTR adalah waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki perangkat yang rusak [10]. untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang reliabilitas dan ketersediaan infrastruktur yang dievaluasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa *Availability*

| Waktu Downtime | MTBF (Menit) | Nextcloud | | Owncloud | | |
|----------------|--------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------|
| | | MTTR (Menit) | Availability (%) | MTBF (Menit) | Availability (%) | |
| 4 Agustus 2023 | 180 | 2.76 | 98.48% | 288 | 2.11 | 99.27% |
| 5 Agustus 2023 | 180 | 1.46 | 99.19% | 131 | 2.22 | 98.32% |
| 6 Agustus 2023 | 160 | 2.09 | 98.71% | 180 | 2 | 98.90% |
| 7 Agustus 2023 | 206 | 2 | 98.04% | 160 | 2.99 | 98.16% |
| 8 Agustus 2023 | 160 | 2.53 | 98.44% | 288 | 2.52 | 99.13% |

| | | | | | | |
|-----------------|-----|------|--------|-----|------|--------|
| 9 Agustus 2023 | 111 | 1.46 | 98.70% | 288 | 1.02 | 99.65% |
| 10 Agustus 2023 | 160 | 3.16 | 98.06% | 131 | 1.53 | 98.85% |

Pada rentang 4-10 Agustus 2023, layanan Nextcloud dan Owncloud mengalami beberapa downtime. Nextcloud memiliki ketersediaan rata-rata sekitar 98.58%, dengan MTBF sekitar 180 menit dan MTTR rendah. Sementara itu, Owncloud mencapai ketersediaan tertinggi pada 4 Agustus (99.27%) dengan MTBF 288 menit dan MTTR 2.11 menit. Respons cepat dalam perbaikan (MTTR rendah) membantu mempertahankan ketersediaan tinggi, meskipun terdapat beberapa periode downtime pada kedua layanan.

3.2 Hasil Upload dan Download File

Tabel 2. Hasil Upload File 10MB

| User Penguji | Nextcloud | | Owncloud | |
|--------------|-----------|------------|----------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 4.45 | 157.1 | 3.83 | 124.9 |
| 4 | 6.26 | 157.9 | 9.99 | 128.2 |
| 8 | 13.86 | 172.7 | 14.24 | 131.9 |
| 16 | 23.23 | 177.4 | 14.03 | 143.9 |
| 20 | 33.72 | 182.9 | 20.33 | 167.2 |
| 30 | 45.09 | 191.4 | 35.33 | 201.4 |

Tabel 3. Hasil Download File 10MB

| User Penguji | Nextcloud | | Owncloud | |
|--------------|-----------|------------|----------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 4.29 | 155.3 | 5.91 | 125.6 |
| 4 | 6.19 | 156.4 | 7.44 | 124.8 |
| 8 | 15.21 | 163.4 | 13.49 | 126.3 |
| 16 | 20.72 | 170.8 | 14.42 | 136.6 |
| 20 | 25.14 | 172.3 | 25.54 | 167.2 |
| 30 | 30.01 | 178.3 | 35.47 | 205.4 |

Selama pengujian upload dan download file 10MB, Nextcloud dan Owncloud awalnya menunjukkan penggunaan sumber daya rendah dengan 2 hingga 4 pengguna. Namun, dengan 30 pengguna, terjadi peningkatan signifikan dalam penggunaan CPU dan memori, terutama di Owncloud. Owncloud bahkan melebihi penggunaan CPU Nextcloud dalam beberapa kasus, dan penggunaan memori juga cenderung lebih tinggi.

Tabel 4. Hasil Upload File 25MB

| User Penguji | Nextcloud | | Owncloud | |
|--------------|-----------|------------|----------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 4.00 | 180.3 | 3.89 | 125.04 |
| 4 | 7.83 | 184.3 | 5.87 | 125.5 |
| 8 | 17.52 | 184.8 | 14.37 | 124.7 |
| 16 | 24.29 | 187.2 | 17.99 | 125.3 |

| | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 20 | 38.44 | 175.5 | 25.61 | 196.9 |
| 30 | 59.93 | 215.8 | 57.92 | 241.8 |

Tabel 5. Hasil *Download File 25MB*

| User Penguji | <i>Nextcloud</i> | | <i>Owncloud</i> | |
|--------------|------------------|------------|-----------------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 3.92 | 166.7 | 3.85 | 125.5 |
| 4 | 7.79 | 166.8 | 6.10 | 124.7 |
| 8 | 16.51 | 170.8 | 14.40 | 125.8 |
| 16 | 25.16 | 174.6 | 16.81 | 132.05 |
| 20 | 34.67 | 175.2 | 23.70 | 151.0 |
| 30 | 54.29 | 210.0 | 47.29 | 236.7 |

Pada pengujian upload dan download file 25MB, Owncloud menunjukkan penggunaan CPU dan memori yang lebih tinggi dibandingkan Nextcloud, terutama pada tingkat pengguna yang lebih tinggi. Pada tingkat pengguna yang lebih rendah, keduanya memiliki penggunaan sumber daya yang rendah.

Tabel 6. Hasil *Upload File 50MB*

| User Penguji | <i>Nextcloud</i> | | <i>Owncloud</i> | |
|--------------|------------------|------------|-----------------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 4.17 | 150.4 | 7.36 | 125.5 |
| 4 | 8.10 | 222.7 | 10.87 | 125.6 |
| 8 | 13.13 | 222.3 | 14.44 | 125.4 |
| 16 | 27.66 | 226.4 | 26.13 | 149.4 |
| 20 | 41.79 | 238.9 | 38.47 | 135.6 |
| 30 | 62.33 | 217.1 | 50.01 | 203.1 |

Tabel 7. Hasil *Download File 50MB*

| User Penguji | <i>Nextcloud</i> | | <i>Owncloud</i> | |
|--------------|------------------|------------|-----------------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 3.03 | 189.7 | 7.38 | 124.8 |
| 4 | 7.66 | 195.7 | 11.18 | 125.4 |
| 8 | 15.12 | 193.7 | 14.34 | 125.2 |
| 16 | 27.64 | 196.04 | 26.07 | 134.5 |
| 20 | 41.36 | 203.7 | 38.75 | 134.7 |
| 30 | 53.61 | 201.6 | 49.85 | 202.2 |

Pengujian upload dan download file 50MB menunjukkan penggunaan CPU dan memori rendah pada pengguna sedikit. Namun, dengan jumlah pengguna yang banyak, penggunaan CPU dan memori meningkat signifikan di kedua platform. Owncloud memiliki penggunaan CPU yang lebih tinggi dibandingkan Nextcloud dalam hampir semua situasi, dengan penggunaan memori juga cenderung lebih tinggi pada kedua platform.

Tabel 8. Hasil Upload File 100MB

| User Penguji | Nextcloud | | Owncloud | |
|--------------|-----------|------------|----------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 4.71 | 134.8 | 7.29 | 130.8 |
| 4 | 9.45 | 144.9 | 18.91 | 167.4 |
| 8 | 21.72 | 153.9 | 27.25 | 180.7 |
| 16 | 37.93 | 197.9 | 35.40 | 213.1 |
| 20 | 53.58 | 255.8 | 44.40 | 260.5 |
| 30 | 75.09 | 270.1 | 55.30 | 257.8 |

Tabel 9. Hasil Download File 100MB

| User Penguji | Nextcloud | | Owncloud | |
|--------------|-----------|------------|----------|------------|
| | CPU(%) | Memory(MB) | CPU(%) | Memory(MB) |
| 2 | 3.98 | 163.1 | 7.33 | 124.6 |
| 4 | 12.06 | 165.9 | 14.49 | 128.8 |
| 8 | 22.58 | 163.8 | 26.19 | 130.9 |
| 16 | 42.12 | 170.9 | 32.57 | 130.8 |
| 20 | 52.95 | 292.3 | 43.95 | 268.3 |
| 30 | 59.87 | 206.9 | 51.09 | 245.2 |

Pada pengujian file 100MB, baik Nextcloud maupun Owncloud memiliki penggunaan CPU dan memori rendah pada sedikit pengguna. Namun, dengan peningkatan pengguna hingga 16, 20, dan 30, terjadi peningkatan signifikan dalam penggunaan sumber daya di kedua platform. Owncloud cenderung lebih tinggi dalam penggunaan CPU dan memori dibandingkan Nextcloud dalam sebagian besar kasus. Penggunaan sumber daya ini penting dalam mengelola performa dan ketersediaan sistem.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengeksplorasi konsep Ketersediaan Tinggi (*High Availability*) dan menguji reabilitas dari platform *cloud storage* terkemuka, *Nextcloud* dan *Owncloud*. Hasil pengujian *availability* dengan skenario *MTTR (Mean Time To Recovery)* dan *MTBF (Mean Time Between Failures)* telah memberikan gambaran yang kuat tentang kehandalan sistem. Waktu pemulihan layanan saat mengalami kegagalan, sekitar 15.46 menit untuk *Nextcloud* dan 14.39 menit untuk *Owncloud*, menunjukkan tingkat ketersediaan yang tinggi, dengan rata-rata ketersediaan *Nextcloud* mencapai 98.58% dan *Owncloud* sebesar 98.94%. Hasil ini mengindikasikan stabilitas operasional yang kuat dan pengalaman pengguna yang handal untuk kedua platform. Pengujian ini, yang mencakup *MTTR*, *MTBF*, dan pemantauan menggunakan *Nagios*, memberikan wawasan yang sangat berharga terkait respons dan keandalan sistem, terutama dalam situasi darurat.

Selanjutnya, uji reabilitas *Nextcloud* dan *Owncloud* mengungkapkan perbedaan dalam penggunaan CPU saat melakukan operasi mengunggah dan mengunduh file. *Nextcloud* cenderung memiliki penggunaan CPU yang lebih tinggi pada file berukuran kecil, sedangkan *Owncloud* menunjukkan performa lebih tinggi saat mengunduh file besar. Dalam hal penggunaan memori, *Owncloud* terbukti lebih efisien daripada *Nextcloud* ketika menangani file besar dalam kedua jenis operasi tersebut. Perbedaan ini dapat menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan platform berdasarkan karakteristik spesifik penggunaan dan sumber daya yang tersedia.

5. Daftar Pustaka

- [1] Zulfida, I., Ichsan, R. N., Rahmaniah, R., Situmeang, M., & Hutagaol, J. (2021). Pelatihan Pemanfaatan Tera Box Cloud Dalam Menunjang Kegiatan Mengajar Dosen. *Journal Liaison Academia and Society*, 1(3), 53-60. DOI: <https://doi.org/10.58939/j-las.v1i3.203>.
- [2] Dikrozian, R., & Kusuma, G. H. A. (2020). Perbandingan Implementasi Cloud Storage Dengan Metode Owncloud Dan Nextcloud Secara Public Berbasis Software as a Service (SaaS) Pada Dinas Komunikasi Dan Informatika (DISKOMINFO) Kota Depok. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi p-ISSN*, 2443, 2210.
- [3] Syahnur, E. A. (2023). Implementation of Software as a Service (SaaS) Based Cloud Computing Using OwnCloud for UINSU Information System Student Data Processing: Implementasi Cloud Computing Berbasis Software as a Service (SaaS) Menggunakan OwnCloud Untuk Pengolahan Data Mahasiswa Sistem Informasi UINSU. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi dan Sistem Informasi (JUKTISI)*, 1(3), 179-184.
- [4] Riawati, A. D., Irfan, M., Khaeruddin, K., & Faruq, A. (2022). High Availability Dynamic Sharding Database Server Dengan Metode Fail Over Dan Clustering. *Jurnal Manajemen Informatika dan Sistem Informasi*, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.36595/misi.v5i1.416>.
- [5] Rahmi, R., Nelly, N., & Noraizza, N. (2022). Pengaruh Tingkat Pendidikan dan Implementasi Total Quality Management Terhadap Kinerja Pegawai Pada Badan Pengelolaan Keuangan Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Humaniora: Jurnal Ilmu Sosial, Ekonomi dan Hukum*, 6(1), 73-86. DOI: <https://doi.org/10.30601/humaniora.v6i1.2925>.
- [6] Halim, B. P., & Panca, B. S. (2019). Perbandingan Kualitas Komunikasi Penggunaan Reverse Proxy dan Server Block Pada Web Server Dalam Lingkup Virtual Machine. *Jurnal STRATEGI-Jurnal Maranatha*, 1(1), 1-12.
- [7] Fikri, M. H., & Nurhaida, I. (2020). PEMANTAUAN JARINGAN MENGGUNAKAN NAGIOS DAN ZABBIX DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM MESSENGER DAN GOOGLE MAIL. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 11(2), 578-593.
- [8] Ahmad, U. A., Saputra, R. E., & Pangestu, P. Y. (2021). Perancangan Infrastruktur Jaringan Komputer Menggunakan Fiber Optik Dengan Metode Network Development Life Cycle (Ndlc). *eProceedings of Engineering*, 8(6).
- [9] Riskiono, S. D., & Darwis, D. (2020). Peran Load Balancing Dalam Meningkatkan Kinerja Web Server Di Lingkungan Cloud. *Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika*, 8(2), 1-8. DOI: <https://doi.org/10.32832/kreatif.v8i2.3503>.
- [10] Husaini, A., Ahmad, U. A., & Setiady, R. R. D. (2021). Implementasi High Availability Dengan Metode Failover Pada Amazon Web Service. *eProceedings of Engineering*, 8(6).