

# ***IMPLEMENTASI DISASTER RECOVERY MELALUI BACKUP OTOMATIS PADA XENSERVER BERBASIS FREENAS***

**Paizul Ikrom, Husain, Khairan Marzuki, Raisul Azhar, I Putu Hariyadi**

Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

Correspondence : e-mail: [1faizulalways@gmail.com](mailto:1faizulalways@gmail.com)

## ***Abstrak***

*Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem disaster recovery dan backup data otomatis yang terintegrasi dengan XenServer, menggunakan FreeNAS sebagai media penyimpanan. Sistem dirancang untuk melakukan backup virtual machine (VM) secara otomatis dari XenServer ke FreeNAS Primary, dan dilanjutkan dengan replikasi ke FreeNAS Secondary sebagai cadangan tambahan. Proses backup dilakukan secara terjadwal menggunakan skrip otomatis berbasis cron dan rsync, serta ditambahkan fitur notifikasi untuk memantau keberhasilan proses backup. Implementasi dilakukan dalam beberapa tahap, mulai dari konfigurasi jaringan NFS antara XenServer dan FreeNAS, pengujian proses backup harian, replikasi data antar storage, hingga simulasi proses restore VM dari backup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan backup dan replikasi secara konsisten, serta dapat melakukan pemulihan data dengan cepat ketika terjadi kerusakan atau kehilangan data di XenServer. Proses backup otomatis menggunakan cron telah terbukti berjalan secara terjadwal dan konsisten. Setiap file hasil backup disimpan dalam direktori yang sama dengan penamaan unik berdasarkan tanggal dan waktu (timestamp), sehingga tidak terjadi penimpaan antar file.*

**Kata Kunci:** XenServer, FreeNAS, Backup Otomatis, Disaster Recovery, Virtualisasi

## ***Abstract***

*This research aims to develop an automatic disaster recovery and data backup system integrated with XenServer, using FreeNAS as a storage medium. The system is designed to automatically backup virtual machines (VMs) from XenServer to FreeNAS Primary, and then replicate them to FreeNAS Secondary as an additional backup. The backup process is scheduled using cron and rsync-based automated scripts, and a notification feature is added to monitor the success of the backup process. The implementation is carried out in several stages, starting from the NFS network configuration between XenServer and FreeNAS, testing the daily backup process, data replication between storages, and simulating the VM restore process from backup. The test results show that the system is able to perform backups and replications consistently, and can perform data recovery quickly when data is damaged or lost on XenServer. The automatic backup process using cron has been proven to run on a schedule and consistently. Each backup file is stored in the same directory with a unique name based on the date and time (timestamp), so that there is no overwriting between files.*

**Keywords:** XenServer, FreeNAS, Automatic Backup, Disaster Recovery, Virtualization

## **1. Pendahuluan**

Teknologi *virtualisasi* merupakan teknologi yang memungkinkan untuk menjadikan sesuatu menjadi bentuk virtual, teknologi ini banyak diterapkan misalnya untuk sistem operasi, perangkat penyimpanan, atau sumber daya jaringan [1]. Di sisi lain, *virtualisasi* telah menjadi teknologi yang sangat umum digunakan dalam lingkungan IT bisnis. *Virtualisasi* memanfaatkan penyimpanan yang ada pada perangkat fisik untuk dimanfaatkan seolah-olah menjadi sebuah perangkat fisik lain *XenServer* sebagai salah satu platform *virtualisasi*, memungkinkan organisasi untuk menjalankan sejumlah besar mesin virtual pada satu server fisik [2]. Mesin virtual ini sering menyimpan data yang penting dalam operasi bisnis, dan kerugian data dalam lingkungan virtual dapat memiliki konsekuensi serius [3].

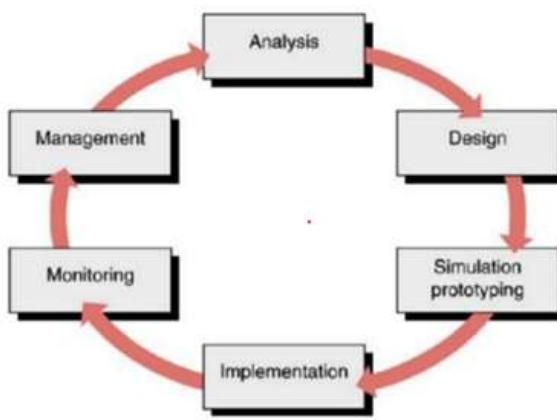
Untuk mengatasi tantangan ini, pengembangan *disaster recovery* data backup otomatis menjadi kunci, dengan menggunakan solusi otomatis seperti *XenServer* dan *FreeNAS Storage* organisasi dapat menjadwalkan dan melaksanakan proses backup secara teratur tanpa intervensi manusia, memastikan keandalan dan konsistensi dalam pengelolaan data, dan memungkinkan pemulihan data yang cepat dan efisien setelah bencana atau kejadian data yang tidak diinginkan [4]. Dari penelitian sebelumnya pernah dilakukan implementasi terhadap pembakupan data terhadap sebuah server. Namun, pada penelitian tersebut hanya membackup data dengan cara membackup secara mandiri atau manual. Oleh sebab itu didalam penelitian ini akan dilakukan sebuah pembakupan secara otomatis agar sistem server yang dulunya di backup secara manual bisa melakukan pembakupan otomatis [5].

Namun dengan melakukan backup secara berkala dan perencanaan backup yang baik dapat menekan kehilangan data dan mengatasi ancaman lainnya [6]. Kehilangan data yang signifikan dapat mengakibatkan kerugian finansial, ketidakpercayaan pelanggan, dan bahkan dampak hukum yang serius [7]. Oleh karena itu, organisasi harus memprioritaskan perlindungan dan pemulihan data dalam strategi bisnis mereka. *Disaster recovery* yang mencakup langkah-langkah untuk mengamankan data dan memastikan pemulihan yang cepat setelah bencana atau insiden data, menjadi suatu keharusan. bencana, terutama untuk menjamin proses bisnis dan pelayanan dapat terus berlanjut dalam keadaan darurat [8].

Dalam konteks ini, pengembangan *disaster recovery* data backup otomatis pada *XenServer* dengan media penyimpanan terpusat yang sudah dikenal khalayak untuk saat ini adalah Network Attached Storage (*NAS*), *NAS* adalah media penyimpanan yang terhubung langsung ke jaringan lokal. Sistem ini membantu menyimpan data dengan pengaturan *Redundant Array of Inexpensive Disks* (*RAID*) [9]. Secara umum, *NAS* didedikasikan untuk aplikasi sharing file dan menyediakan aktivitas sentris server sehingga memungkinkan untuk menambah lebih banyak penyimpanan ke jaringan tanpa mempengaruhi aktivitas operasi server sehingga dapat membantu untuk memisahkan server dari media penyimpanan sehingga *NAS* ini dapat ditambahkan ke dalam jaringan secara langsung tanpa mempengaruhi operasi server lainnya [10]. Kesadaran akan pentingnya perlindungan data dalam lingkungan *virtualisasi* dan kemampuan untuk merespons secara cepat terhadap insiden data menjadi kunci dalam era bisnis yang semakin terhubung dan berbasis teknologi informasi [11].

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Network Development Life Cycle* (*NDLC*) yang merupakan teknik analisis terstruktur yang digunakan untuk merencanakan dan mengelola proses pengembangan sistem. Meskipun belum ada standar yang ditetapkan untuk *NDLC* yang secara universal disepakati, desainer banyak jaringan yakin bahwa itu harus menggantikan *System Development Life Cycle* (*SDLC*) didirikan karena proses desain dan pengembangan harus mengambil sedikit waktu, dan biaya proses harus kurang untuk membenarkan frekuensi *NDLC*. Hal ini karena biaya instalasi jaringan mengalami penurunan terus, dan sistem jaringan perlu diganti lebih sering dibandingkan sistem lain karena perubahan yang cepat dan ekspansi dalam teknologi jaringan. Terdapat beberapa tahapan dalam metode *NDLC* namun peneliti hanya menggunakan sampai 3 tahapan saja dari 6 tahapan [12] yaitu sebagai berikut.



Gambar 1. Metodologi NDLC

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti pendekatan *Network Development Life Cycle* (*NDLC*) secara iteratif, dimulai dari tahap analisis, desain, dan simulasi prototyping. Pada tahap

analisis, dilakukan identifikasi kebutuhan dan permasalahan terkait sistem backup otomatis pada *XenServer*. Hasil analisis menjadi dasar pada tahap desain, di mana disusun arsitektur sistem, alur kerja backup, serta konfigurasi penyimpanan menggunakan *FreeNAS*. Selanjutnya, pada tahap simulasi prototyping, dibuat prototipe sistem untuk menguji kelayakan desain sebelum diterapkan secara nyata. Pendekatan bertahap ini memastikan sistem yang dikembangkan berjalan sesuai kebutuhan dan siap untuk implementasi.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil uji coba backup data maka dapat dijabarkan beberapa langkah mulai dari tahap pemrosesan sampai tahap finishing backup data sebagai berikut.

#### 3.1 Instalasi Dan Konfigurasi

Pada tahap instalasi dan konfigurasi dibagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap instalasi dan konfigurasi pada *XenServer*, *Storage FreeNAS Primary*, *Server Storage FreeNAS Secondary* serta konfigurasi pada PC client.

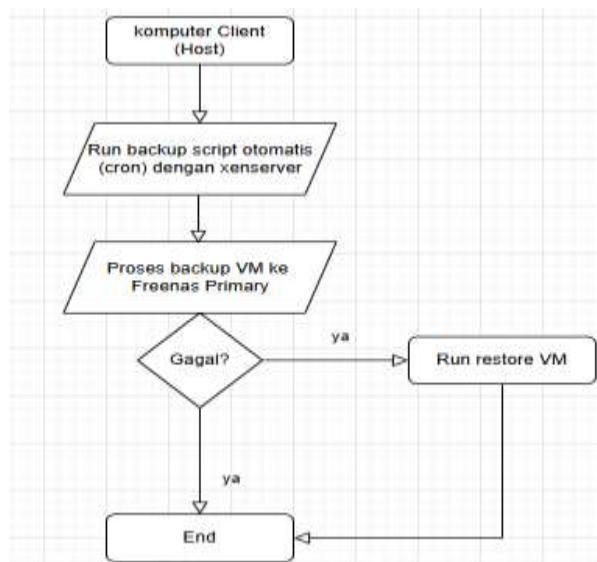
Pada server *XenServer* dilakukan instalasi *XenServer* versi 8 dan ada 1 (satu) tahap konfigurasi meliputi pengalamanan *Internet Protocol (IP)* pada *interface xenbr0*.

Pada *Storage NAS FreeNAS Primary* dilakukan instalasi *FreeNAS* versi 13 dan ada 1 (satu) tahap konfigurasi meliputi pengalamanan IP pada *Interface em0*. Kemudian melakukan *sharing storage* dari *storage FreeNAS* ke *server xenServer* sehingga pada *Storage FreeNAS* dapat digunakan sebagai penyimpanan terhadap *VM*. *Storage FreeNAS* ini difungsikan sebagai *storage media* penyimpanan *VM* yang dibuat.

Pada *storage NAS freenas secondary* dilakukan instalasi *FreeNAS* versi 13 dan ada 1 (satu) tahap konfigurasi meliputi konfigurasi pengalamanan IP pada *Interface em0*. Kemudian melakukan *sharing Storage* dari server *storage FreeNAS* ke *server xenServer* sehingga pada *storage FreeNAS* dapat digunakan sebagai penyimpanan terhadap *VM*. *Storage FreeNAS* ini difungsikan sebagai *storage media* penyimpanan *VM* yang dibuat.

#### 3.2 Rancangan Sistem

Hasil menunjukkan bahwa backup berjalan sesuai jadwal dan setiap file memiliki nama unik sesuai waktu backup, sehingga tidak menimpa file sebelumnya. File berhasil direplikasi ke *FreeNAS* cadangan secara otomatis, memastikan redundansi data dari rancangan system yang sudah dibuat bisa dilihat dibawah ini.



**Gambar 2. Rancangan Sistem**

Dengan rancangan yang jelas, proses implementasi menjadi lebih terarah dan meminimalisir kesalahan. Selain itu, rancangan ini juga menjadi acuan dalam proses pengujian dan evaluasi sistem agar solusi yang dibangun dapat bekerja secara efektif dan efisien dalam menghadapi skenario kegagalan

(*disaster recovery*). Adapun kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan oleh peneliti.

Kebutuhan perangkat keras (*Hardware*) yang akan digunakan untuk melakukan uji coba dengan

```
#!/bin/bash

VM_NAME="Debian"
BACKUP_DIR="/mnt/XENSERVER_VM"
DATE=$(date +"%Y-%m-%d_%H-%M")
FILENAME="${VM_NAME}_backup_${DATE}.xva"

echo "[INFO] Starting backup for VM: ${VM_NAME}"

# Hapus file jika sudah ada
rm -f "${BACKUP_DIR}/${FILENAME}"

# Backup
xe vm-export vm="${VM_NAME}" filename="${BACKUP_DIR}/${FILENAME}" --compress

if [ $? -eq 0 ]; then
    echo "[SUCCESS] Backup completed: ${FILENAME}"
else
    echo "[ERROR] Backup failed for ${VM_NAME}" >&2
fi

# Hapus backup lebih dari 7 hari
find "${BACKUP_DIR}" -name "${VM_NAME}_backup_*.xva" -type f -mtime +7 -exec rm {} \;
```

Gambar 3. Buat Jadwal Backup Otomatis

spesifikasi seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabel Kebutuhan Perangkat

KOMPONEN	SPESIFIKASI
Merk laptop	ASUS
CPU	Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz (4CPUs), ~2.4GHz
RAM	8GB
Hardisk	500GB
NIC	Satu
VGA Card	1366 x 768 (32bit) (60Hz)
DVD RW	Satu

Adapun perangkay lunak atau sofware yang akan dibutuhkan untuk melakukan uji coba, diantaranya sebagai berikut.

- 1 Sistem operasi *xenserver* yang akan digunakan sebagai media *virtualisasi*.
- 2 Virtual Mchine (*VM*) yang akan digunakan untuk menjalankan sistem yang akan dibuat.
- 3 *Storage NAS (Network Attached Storage)* meggunakan sistem operasi *FreeNAS* versi 11.2 yang akan digunakan sebagai media penyimpanan
- 4 Iso image linux debian versi 12.5.0 yang akan digunakan sebagai sistem operasi virtual machine (*VM*) pada *storage FreeNAS* yang diintegrasikan dengan *xenserver*
- 5 Putty versi 0.81 yang akan digunakan sebagai konfigurasi backup dan *restore* pada *xenserver* melalui SSH.
- 6 Browser Chrome digunakan sebagai pengaksesan proxmox VE maupun *FreeNAS* berbasis GUI/Web.

### 3.3 Membuat Jadwal Backup Otomatis

Pada tahapan ini penulis melakukan penjadwalan backup otomatis pada *xenserver* ke *freenas primary* yang dimana penulis membuat jadwal backup otomatis menggunakan *crontab* untuk leih jelasnya bisa terlihat pada gambar dibawah ini.

Pada gambar 3. tersebut menampilkan sebuah skrip bash yang digunakan untuk melakukan *backup* otomatis VM di *XenServer*. skrip ini dimulai dengan mendefinisikan variabel nama VM (Debian), direktori tujuan *backup* (/mnt/XENSERVER\_VM), serta nama file *backup* yang mencakup tanggal dan waktu saat ini. Sebelum melakukan *backup*, skrip menghapus file *backup* dengan nama yang sama jika sudah ada. Proses *backup* dilakukan menggunakan perintah xe vm-export dengan opsi --compress, yang mengekspor VM ke

file .xva terkompresi di direktori yang telah ditentukan. Setelah proses selesai, skrip akan menampilkan pesan sukses jika *backup* berhasil, atau pesan error jika gagal. Terakhir, skrip secara otomatis menghapus file *backup* yang berusia lebih dari 7 hari dari direktori tersebut untuk menjaga ruang penyimpanan tetap optimal. Skrip ini berguna untuk menjadwalkan *backup* berkala secara otomatis dengan pengelolaan file yang efisien.

### 3.4 Hasil Pengujian

Tujuan dari tahap ini untuk menentukan apakah aplikasi yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Hasil analisa dari log backup menunjukkan bahwa proses backup telah berjalan dengan baik dan konsisten pada sistem Debian, dengan pencatatan log yang tersimpan di file *backup\_log.txt*. *Backup* dilakukan secara otomatis, terbukti dari frekuensi yang tinggi pada tanggal 16 Juli 2025 dengan *interval* waktu yang rapat, kemungkinan menggunakan *cronjob*. Seluruh proses *backup* dinyatakan berhasil, baik pada log dengan format sederhana maupun log lengkap yang mencantumkan lokasi file hasil *backup* di direktori */mnt/file\_backup/* dengan penamaan berdasarkan tanggal dan waktu. Tidak ditemukan indikasi error atau kegagalan, sehingga sistem backup dinilai berjalan stabil dan dapat diandalkan, bisa dilihat hasil dalam table dibawah ini.

**Tabel 2. Hasil Analisis Backup**

No.	Tanggal Backup	Waktu Backup	Status	Lokasi File Backup
1	2025-07-14	23:00	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-14_23-00.do
2	2025-07-16	13:52	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_13-52.do
3	2025-07-16	14:29	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_14-29.do
4	2025-07-16	21:30	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_21-30.do
5	2025-07-16	21:35	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_21-35.do
6	2025-07-16	21:40	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_21-40.do
7	2025-07-16	21:45	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_21-45.do
8	2025-07-16	22:00	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_22-00.do
9	2025-07-16	23:00	Sukses backup	/mnt/file_backup/SINOPSIS_2025-07-16_23-00.do

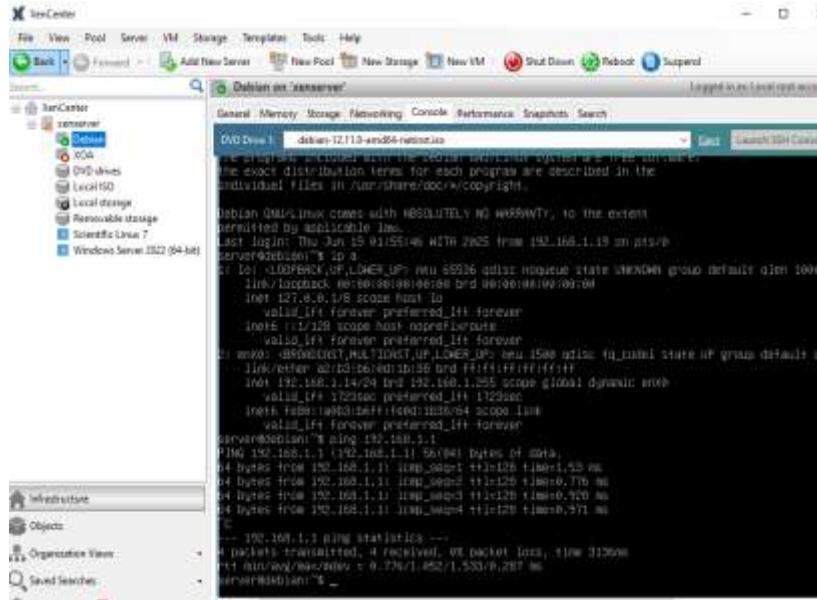
selanjutnya melakukan *restore* Debian vm pada *freenas secondary* ke *xenserver* bisa dilihat pada gambar dibawah ini.

```
[root@xenserver ~]# ls -lh /mnt/XENSERVER_RESTORE
total 8.5G
-rw-r--r-- 1 root root 12G Jun 22 18:02 Debian_backup.xva
-rw----- 1 root root 3.5G Jun 22 11:36 Debian_backup.xva.gz
drwxr-xr-x 2 root root 14 Jun 22 12:56 manual-repl
```

**Gambar 4. hasil restore**

Dari penelitian tersebut menunjukkan hasil dari proses *restore Virtual Machine* (VM) Debian yang disimpan di direktori */mnt/XENSERVER\_RESTORE*. Terdapat dua file utama yang dihasilkan, yaitu *Debian\_backup.xva* dan *Debian\_backup.xva.gz*. File *Debian\_backup.xva* berukuran 12 GB merupakan hasil *restore* utama dalam format asli .xva, yaitu format standar yang digunakan *XenServer* untuk ekspor dan impor mesin virtual. File ini dapat langsung digunakan untuk melakukan proses pemulihan VM melalui perintah *xe vm-import* atau melalui antarmuka manajemen *XenServer*. Sementara itu, file *Debian\_backup.xva.gz* berukuran 3,5 GB

adalah versi terkompresi dari file yang sama. Kompresi ini dilakukan untuk menghemat ruang penyimpanan tanpa menghilangkan data penting, sehingga dapat digunakan kembali setelah diekstrak. Keberadaan kedua file ini menunjukkan bahwa proses restore berhasil dilakukan dengan baik, menghasilkan file yang lengkap dan siap untuk digunakan kembali. Hal ini juga menandakan bahwa sistem backup dan restore yang dibangun berjalan secara optimal, mampu mengembalikan data VM dalam format yang utuh dan sesuai dengan kebutuhan pemulihan sistem. Selanjutnya melakukan test ping ke client dengan melalui debian *restore* ke windows bisa terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Berhasil Ping Ke Client

Pada gambar di atas menunjukkan sudah melakukan perintah ping ke alamat IP 192.168.1.1, yang kemungkinan besar merupakan alamat gateway atau router lokal. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa semua paket berhasil dikirim dan diterima tanpa kehilangan data (0% packet loss), dengan waktu respon (*latency*) yang rendah, yaitu antara 0.776 ms hingga 1.053 ms. Hal ini menunjukkan bahwa koneksi jaringan antara *VM* dan perangkat jaringan utama berjalan dengan sangat baik dan stabil. Secara keseluruhan, hasil analisis ini memperlihatkan bahwa *VM* Debian dalam lingkungan *XenServer* telah terkoneksi ke jaringan lokal dengan baik, memiliki akses keluar ke perangkat lain dan dapat diakses secara remote. Kondisi ini menjadi fondasi penting dalam memastikan bahwa *VM* dapat digunakan untuk layanan seperti *backup*, pemantauan, atau deployment sistem lain dalam infrastruktur virtual yang sedang dibangun.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil backup yang dilakukan secara otomatis menggunakan cron menunjukkan bahwa sistem berhasil menjalankan proses backup secara terjadwal dengan baik. Setiap file hasil backup disimpan di direktori yang sama, namun dibedakan berdasarkan tanggal dan waktu pelaksanaan backup pada nama filenya. Dengan penamaan file yang unik sesuai timestamp seperti SINOPSIS\_2025-07-16\_23-00.docx, maka setiap backup tersimpan sebagai file yang berbeda dan tidak menimpa (*overwrite*) file sebelumnya. Pendekatan ini sangat efektif karena memungkinkan pengguna untuk melacak histori backup, memudahkan proses pemulihan data, serta menjaga integritas data lama tanpa risiko kehilangan akibat tertimpa file baru.

Proses *restore* dari *FreeNAS Secondary* ke *XenServer* juga telah berhasil dilakukan, menunjukkan bahwa sistem *disaster recovery* dapat berjalan secara efektif meskipun tanpa dukungan aplikasi pihak ketiga seperti *Xen-Orchestra*. Dengan memanfaatkan kemampuan dasar dari *XenServer* dan fitur *ZFS* di *FreeNAS*, solusi ini mampu menjawab kebutuhan pemulihan data dengan biaya rendah namun tetap handal, cocok diterapkan pada skala kecil hingga menengah.

#### Daftar Pustaka

- [1] S. d. A. Tenggono, "Analisis Kinerja Layanan Virtualisasi Server Menggunakan Citrix Xenserver," pp. 1-7, 2020.
- [2] N. T. K. M. R. K. Aji Bayu Permadi, "IMPLEMENTASI VIRTUALISASI UNTUK PENGELOLAAN SERVER MENGGUNAKAN PROXMOX VE," *Jurnal JOCOTIS -Journal Science Informatika and Robotics*, vol. 1, pp. 56-62, Desember 2023.
- [3] H. S. B. K. Raisul Azhar, "PENGARUH IMPLEMENTASI KERNEL BASED VIRTUAL MACHINE PADA SERVER VPS TERHADAP PEMAKAIAN CPU MEMORY DAN HARDDISK," *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 5, pp. 1-12, April 2022.
- [4] G. S. I. P. W. A. I Nyoman Sri Jaya Kusuma, "Rancang Bangun Server Network Attached Storage (NAS) Sebagai Penyimpanan Data Terpusat Studi Kasus SMAN 1 Denpasar," *Corisindo*, pp. 1-6, 2022.
- [5] K. S. Mahedy, "IMPLEMENTASI SISTEM BACKUP DATA PADA SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA," *Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 18, pp. 1-10, Juli 2021.
- [6] A. W. Yahdi Kusnadi, "Membangun Backup Data Penting Secara Otomatis Menggunakan BashScriptPada Red Hat Enterprise Linux," *Teknlogi Informatika dan Komputer*, vol. 10, pp. 1-13, September 2024.
- [7] N. H. S. G. F. R. E. U. M. S. M. Bambang Abdi Setiawan, "Pengamanan Backup dan Restore Basis Data dengan Penambahan Enkripsi Advanced Encryption Standard (Studi Kasus: Analisis Jabatan Bagian Organisasi Kabupaten Balangan)," *Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 2, pp. 1-6, Mei 2021.
- [8] M. Tahmasebi, "Beyond Defense: Proactive Approaches to Disaster Recovery and Threat Intelligence in Modern Enterprises," *of Information Security*, vol. 15, pp. 1-28, 2024.
- [9] A. S. Y. S. A. P. S. Mar'atul Adila, "Penerapan Sistem Operasi Network Attached Storage"FreeNAS"sebagai Solusi Kegiatan Berbagi File," *Teknologi Informasi dan Robotika*, vol. 5, pp. 53-59, Desember 2023.
- [10] F. P. S. R. M. U. Wahyu Wijaya, "Perbandingan Kinerja Sistem Operasi Network Attached Storage: Studi Kasus Truenas dan Xigmanas," *Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 5, pp. 1-7, Januari 2024.
- [11] A. H. Adek Putri, "Komparasi Kinerja Virtualisasi Server Menggunakan PROXMOX Virtual Environment dan VMWARE ESXi (di SMK Negeri 3 Pariaman)," *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 9, pp. 1-6, Maret 2021.
- [12] R. B. H. A. I. Z. Miftahur Rahman, "Penerapan Model Network Development Life Cycle (NDLC) Pada Infrastruktur Jaringan Internet Kantor Desa Kemiri," *Teknik Informatika (JUPTI)*, vol. 2, pp. 1-11, 2023.