

PENINGKATAN EFISIENSI MANAJEMEN PERANGKAT ONT MELALUI IMPLEMENTASI PROTOKOL TR-069 DENGAN APLIKASI GENIEACS BERBASIS CLOUD

Muhammad Ali Syakirul Ilmi^{1*}, Muhammad Faishol Amrulloh.²

1,2Universitas Yudharta Pasuruan; Jl. Yudharta No.7, Kembangkuning, Sengonagun, Kec. Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur; 089699373328

Received: 25 Agustus 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

FTTH;

TR-069;

GenieACS;

Cloud Computing.

Correspondent Email:

muhhammadalis.ilmi@gmail.com

Abstrak. Jaringan Fiber-To-The-Home (FTTH) menjadi pilihan utama untuk menyediakan koneksi internet cepat dan stabil. Namun, pengelolaan jaringan FTTH menghadapi tantangan besar karena semakin banyak perangkat yang terhubung dan kebutuhan akan manajemen jarak jauh serta otomatisasi yang meningkat. Protokol TR-069, atau CPE WAN Management Protocol, memungkinkan komunikasi yang efektif antara perangkat pengguna akhir dan server konfigurasi otomatis (ACS). Studi ini menggunakan GenieACS, sebuah platform manajemen perangkat open-source yang mendukung protokol TR-069, untuk mengatasi masalah ini. Implementasi server TR-069 berbasis cloud dengan GenieACS bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan skalabilitas manajemen jaringan. Infrastruktur cloud memberikan fleksibilitas yang diperlukan untuk menangani pertumbuhan jumlah perangkat, sedangkan GenieACS menawarkan fitur manajemen yang kuat dan dapat diprogram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GenieACS dengan infrastruktur cloud tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga meningkatkan keandalan dan keamanan manajemen perangkat jaringan. Penelitian ini memberikan solusi teknis yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan manajemen jaringan FTTH, serta memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kinerja dan keandalan jaringan.

Abstract. *Fiber-To-The-Home (FTTH) networks have become the primary choice for providing fast and stable internet connections. However, managing FTTH networks presents significant challenges due to the increasing number of connected devices and the growing need for remote management and automation. The TR-069 protocol, or CPE WAN Management Protocol, enables effective communication between end-user devices and Auto Configuration Servers (ACS). This study adopts GenieACS, an open-source device management platform that supports the TR-069 protocol, to address these issues. Implementing a cloud-based TR-069 server with GenieACS aims to improve the efficiency and scalability of network management. Cloud infrastructure provides the necessary flexibility to handle the rapid growth of devices, while GenieACS offers robust and programmable management features. The research findings indicate that using GenieACS with cloud infrastructure not only enhances operational efficiency but also improves the reliability and security of network device management. This research offers a technical solution to the challenges of managing FTTH networks and positively contributes to the overall performance and reliability of the network.*

1. PENDAHULUAN

Jaringan *Fiber-To-The-Home* (FTTH) menjadi infrastruktur dominan untuk menyediakan internet yang cepat dan stabil kepada pelanggan. Jaringan ini menawarkan kecepatan dan kinerja yang lebih tinggi dibandingkan teknologi akses internet lainnya[1]. Namun mengelola jaringan FTTH secara efektif dan efisien merupakan tantangan bagi penyedia layanan. Jumlah perangkat klien yang terhubung ke jaringan terus bertambah, sementara kebutuhan akan manajemen jarak jauh, otomatisasi penyediaan, pemantauan kinerja, dan keamanan data menjadi semakin mendesak. Salah satu permasalahan utama yang sering muncul adalah kurangnya jumlah teknisi yang tersedia untuk mengelola dan memelihara jaringan FTTH.

Selain itu, penggunaan metode pengelolaan perangkat Optical Network Terminal (ONT) melalui protokol HTTP juga menimbulkan tantangan tersendiri dari segi efisiensi[2]. Penggunaan HTTP untuk *remote management* ONT memerlukan waktu dan upaya yang lebih besar dalam proses konfigurasi dan *monitoring*, terutama ketika jaringan tersebut memiliki jumlah pelanggan yang besar karena protokol ini tidak dirancang untuk pengelolaan skala besar.

TR-069, atau *Technical Report 069*, adalah spesifikasi teknis yang dikenal sebagai *CPE WAN Management Protocol* (CWMP), yang digunakan untuk manajemen jarak jauh dari perangkat pengguna akhir. Protokol ini diperkenalkan oleh *Broadband Forum* dan dirancang untuk memungkinkan komunikasi antara *Customer Premises Equipment* (CPE) dan Auto Configuration Server (ACS)[3]. TR-069 juga dikenal sebagai CWMP adalah solusi yang lebih efisien untuk mengelola perangkat ONT secara *remote*. Dengan menggunakan protokol TR-069 dan aplikasi seperti GenieACS, proses *provisioning*, *monitoring*, dan *troubleshooting* perangkat ONT dapat dilakukan secara otomatis dan terpusat. [4]

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis mengusulkan penelitian dengan judul “peningkatan efisiensi manajemen perangkat jaringan melalui implementasi protokol tr-069 dengan aplikasi server GenieACS berbasis cloud” yang diharapkan efisiensi manajemen perangkat jaringan dapat ditingkatkan secara signifikan. Infrastruktur cloud juga

memungkinkan penyesuaian yang mudah terhadap pertumbuhan jumlah perangkat, sementara aplikasi GenieACS memberikan kemampuan manajemen terpusat melalui protokol TR-069.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TR-069

CPE Wan Management Protocol, juga dikenal sebagai Standar TR-069, adalah protokol untuk mengelola titik akses nirkabel yang dikembangkan oleh konsorsium Forum Broadband.[5] Pemanfaatan protokol ini memungkinkan penanganan sejumlah besar perangkat akhir dari jarak jauh tanpa harus melakukan entri fisik apa pun ke lokasi tempat perangkat akhir dirakit.

2.2 Cloud Computing

Menurut The National Institute of Standards and Technology (NIST), komputasi awan adalah model yang memungkinkan akses jaringan yang ada di mana-mana, nyaman, dan sesuai permintaan ke jaringan bersama kumpulan sumber daya komputasi yang dapat dikonfigurasi (seperti jaringan, server, penyimpanan, aplikasi, dan layanan) yang bisa dengan cepat disediakan dan dirilis dengan upaya manajemen minimal atau interaksi penyedia layanan. Model cloud ini memiliki lima karakteristik penting (layanan mandiri sesuai permintaan, akses jaringan luas, pengelompokan sumber daya, elastisitas cepat, dan layanan terukur), tiga model layanan yaitu Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service (IaaS), serta empat model penerapan yaitu Private Cloud, Community Cloud, Public Cloud, dan Hybrid Cloud[6].

2.3 Proxmox

Proxmox adalah sebuah platform virtualisasi open-source yang menggabungkan teknologi virtualisasi KVM (Kernel-based Virtual Machine) untuk mesin virtual dan LXC (Linux Containers) untuk kontainer.[7] Proxmox juga menyediakan manajemen sumber daya dan antarmuka web yang memudahkan pengguna untuk mengelola mesin virtual, penyimpanan, jaringan dan sumber daya komputasi lainnya. Platform ini sering

digunakan untuk membangun infrastruktur server virtual dan cloud[8].

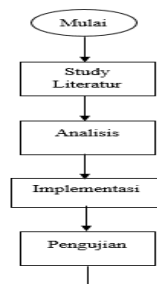
2.4 GenieACS

GenieACS adalah salah satu server Auto Configuration Server (ACS) yang ringan dan berkinerja tinggi untuk manajemen jarak jauh perangkat yang diaktifkan TR-069. GenieACS menggunakan protokol TR-069, yang merupakan standar industri untuk komunikasi antara CPE dan ACS, memastikan manajemen perangkat jaringan dari jarak jauh yang efisien dan aman melalui internet. Hal Ini menggunakan sebuah konfigurasi deklaratif dan toleran terhadap kesalahan untuk mengotomatiskan skenario penyediaan yang kompleks dalam skala besar. Beberapa keunggulan yang dapat dijalankan pada server GenieACS[9].

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus yang melibatkan observasi langsung, wawancara dengan pihak terkait analisis dan implementasi dalam konteks tertentu[10].

Berikut adalah langkah-langkah metode penelitian yang diimplementasikan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Metode Penelitian

Tahap metode penelitian dari judul jurnal “Peningkatan Efisiensi Manajemen Perangkat Ont Melalui Implementasi Protokol TR-069 Dengan Aplikasi Genieacs Berbasis Cloud” dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Metode pengumpulan data dengan studi literatur dan studi pustaka ini dilakukan dengan cara mencari referensi dan data dari berbagai referensi berupa jurnal-jurnal terpublish, buku-buku, forum komunitas dan serta literatur lainnya yang berkaitan dengan peningkatan efisiensi manajemen perangkat jaringan melalui

implementasi server TR-069 dengan aplikasi GenieACS berbasis cloud[11].

3.2 Analisis

Pada tahap ini merupakan proses identifikasi, pemahaman, dan pengumpulan beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi untuk merancang sistem ini. Tahap ini akan menganalisa kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak yang diperlukan untuk implementasi server TR-069 berbasis cloud computing[12].

3.3 Implementasi

Pada tahap ini peneliti akan melaksanakan implementasi yaitu membangun suatu infrastruktur teknologi informasi, ada beberapa proses yang harus dilakukan, diantaranya mulai dari proses instalasi, hingga proses konfigurasi.

3.4 Pengujian

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengujian melalui wawancara pada karyawan instansi terkait. Persiapan untuk pengujian melibatkan pengumpulan semua materi yang diperlukan, yang pada dasarnya adalah komponen-komponen yang terlibat dalam pengujian, khususnya untuk meningkatkan efisiensi dalam mengelola perangkat jaringan dengan menerapkan server TR-069 menggunakan aplikasi GenieACS berbasis cloud.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah langkah-langkah dalam mengimplementasikan “Manajemen Perangkat Ont Melalui Protokol TR-069 dengan aplikasi GenieACS Berbasis Cloud” di DATANET.

4.1 Analisis

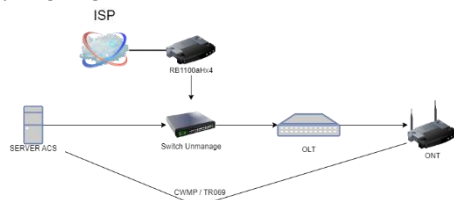
Untuk melakukan implementasi “Manajemen Perangkat Ont Melalui Protokol TR-069 dengan aplikasi GenieACS Berbasis Cloud” penulis melakukan analisis kebutuhan hardware, software dan rancangan topologi jaringan. Berikut ini adalah tabel 1 yang menunjukkan hardware dan software yang diperlukan:

Table 1 Analisis Kebutuhan

Perangkat Keras	Perangkat Lunak
<ul style="list-style-type: none"> • PC Server Intel Xeon E31225 • Monitor • Keyboard • Mouse • Laptop • ONT (Optical Network Terminal) F663NV9 dan F663NV3a 	<ul style="list-style-type: none"> • Proxmox VE 7.2 • Ubuntu 22.04 image cloud • Windows 11 • MongoDB • NodeJS

Server *cloud computing* menggunakan perangkat komputer yang memadai dengan spesifikasi Intel Xeon E31225. Server cloud menggunakan platform proxmox VE karena proxmox adalah platform virtualisasi open-source yang menyediakan server virtual berbasis KVM dan kontainer LXC yang memungkinkan manajemen dan pengelolaan infrastruktur secara efisien.

Adapun rancangan topologi yang digunakan untuk implementasi ini adalah topologi star. Berikut ini adalah gambar 2 yang menunjukkan rancangan topologi yang digunakan.



Gambar 2. Rancangan Topologi Jaringan

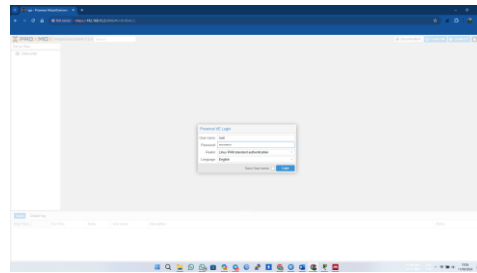
Penjelasan: Server proxmox berada dibawah jaringan mikrotik dimana router tersebut yang mengelola keseluruhan klien menggunakan jaringan broadband. Aplikasi GenieACS beradada pada server cloud proxmox satu jaringan dengan klien yang di distribusikan melalui OLT.

4.2 Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap saat sistem telah dirancang sebelumnya mulai dijalankan, meliputi proses instalasi, konfigurasi, hingga sistem siap untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya.

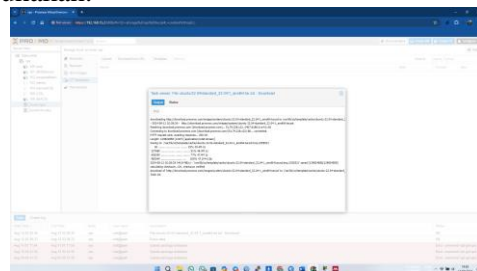
4.2.1 Implementasi Cloud Computing proxmox

Tahap pertama adalah pembuatan *virtual machine* kontainer ubuntu pada server proxmox yang nantinya digunakan sebagai sistem operasi pada aplikasi genieacs. Pada gambar 3 adalah halaman untuk akses proxmox melalui web browser dengan alamat ip yang sudah terkonfigurasi, menggunakan port 8006 dan protokol https.



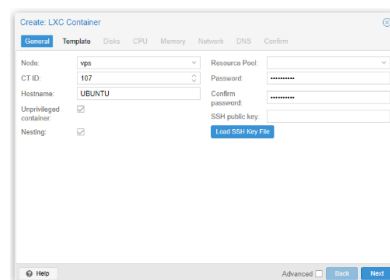
Gambar 3. Tampilan Login Page Proxmox

Unduh *template image* kontainer ubuntu terlebih dahulu sebelum melakukan penginstalan kontainer. Pada gambar 4 adalah log pengunduhan *template* yang akan digunakan.



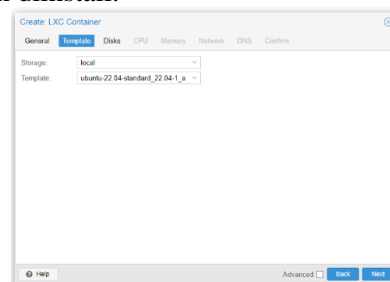
Gambar 4. Log Pengunduhan Template

Setelah itu, lakukan pembuatan kontainer pada node proxmox. Klik tombol “Create CT” untuk membuat kontainer baru. Pada gambar 5 adalah menu pembuatan kontainer. Masukkan nama kontainer dan kata sandi untuk pengguna “root”.



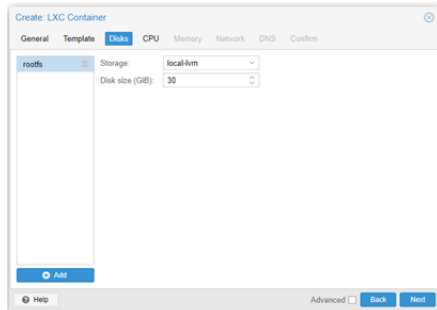
Gambar 5. Menu General Pembuatan Container

Setelah mengisi pada menu general, dilanjutkan pada menu *template*. Disini adalah menu untuk memilih *template* kontainer yang akan diinstall.



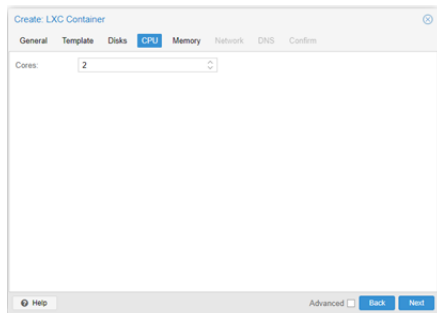
Gambar 6. Menu Template

Pada gambar 7 adalah menu untuk mengatur ukuran disk kontainer. Masukkan ukuran disk sesuai kebutuhan server. Dalam kasus ini penulis menggunakan ukuran 30 GB untuk kontainer ubuntu.



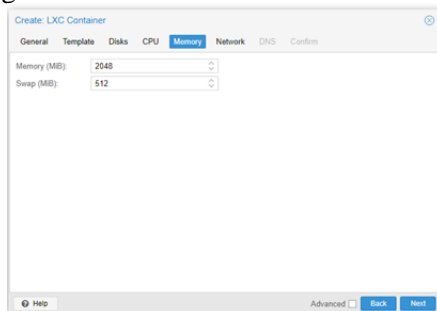
Gambar 7. Disk VM

Sesudah mengatur disk kontainer, dilanjutkan untuk mengatur CPU core yang akan diberikan pada kontainer yang akan dibuat. Gambar 8 adalah menu untuk mengatur CPU core kontainer.



Gambar 8. CPU core

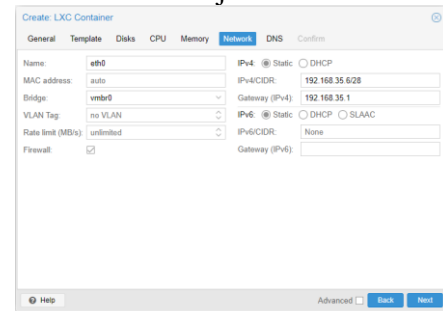
Mengatur ukuran RAM yang akan digunakan. Pada gambar 8 adalah menu untuk mengatur RAM kontainer.



Gambar 9. Konfigurasi RAM kontainer

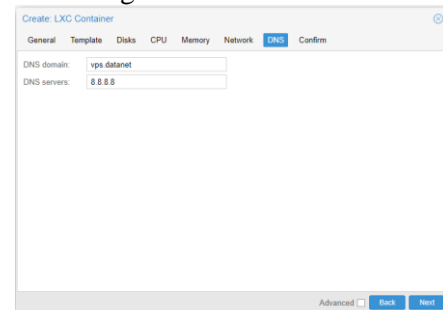
Konfigurasi alamat jaringan kontainer linux ubuntu terlampir pada gambar 10. Mengkonfigurasi alamat IP dan gateway untuk kontainer. Mengisi gateway ini bersifat optional jika ingin kontainer dapat berkomunikasi dengan kontainer lainnya. klik

next untuk melanjutkan.



Gambar 10 Pengaturan Jaringan Kontainer

Penggunaan DNS server, disini penulis memakai DNS google jika ingin kontainer terhubung ke internet.



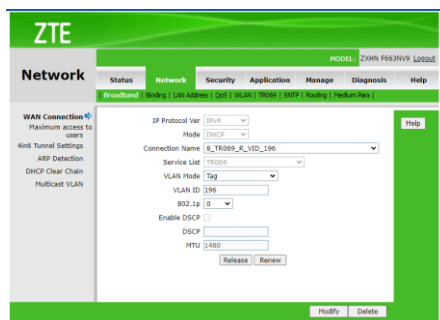
Gambar 11 Pengaturan DNS

Terakhir adalah meninjau semua peraturan yang telah dikonfigurasi adalah langkah terakhir. Apabila sudah sesuai dilanjutkan menekan tombol *finish* dan kontainer akan diproses.

4.2.2 Integrasi ONT dengan Server TR-069 GenieACS

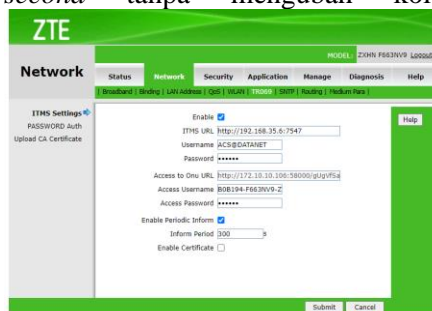
Konfigurasi pada perangkat ONT ke server GenieACS. Perangkat yang dipakai untuk penelitian ini adalah perangkat ONT (*optical network terminal*) dengan tipe ZTE F663NV9 dan F663NV3a.

Langkah pertama sebelum mengkonfigurasi perangkat ONT adalah login menggunakan superadmin. Setelah itu lakukan konfigurasi pada WAN dan tambahkan WAN profile dengan mode DHCP dan *service list* TR069.



Gambar 12 Konfigurasi WAN TR-069

Kedua adalah mengkonfigurasi pada menu TR069. Menambahkan URL server TR069 dalam kasus ini penulis menggunakan URL <http://192.168.35.6:7547>. inform periodic 300 second tanpa mengubah kolom lain.



Gambar 13 Konfigurasi URL TR-069

4.2.3 Implementasi penggunaan GenieACS

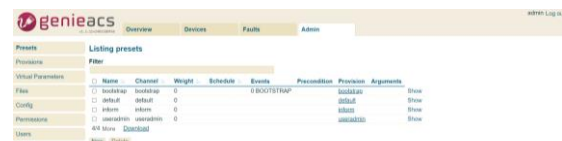
Administrator mempunyai kewenangan penuh dalam konfigurasi dan perubahan skrip GenieACS. Impelementasi ini berfungsi untuk manajemen dan monitoring perangkat ONT. Berikut adalah menu-menu yang terdapat pada aplikasi GenieACS.

Gambar 14 adalah halaman login GenieACS yang nantinya akan membedakan izin akses administrator atau hanya teknisi.



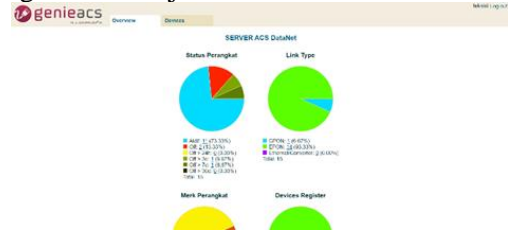
Gambar 14. Halaman Login GenieACS

Gambar 15 adalah halaman awal setelah login. Adminsitrator memiliki full akses GenieACS. Terdapat menu Admin untuk memodifikasi dan menambahkan konfigurasi parameter penyesuaian untuk ONT F663NV9 dan F663NV3a.



Gambar 15. Halaman Administrator

Berbeda dengan teknisi, Gambar 16 adalah menu teknisi yang tentunya berbeda dengan administrator. Izin akses teknisi hanya pada menu *device only* digunakan untuk mengelola perangkat ONT saja.



Gambar 16. Dashboard Teknisi

Gambar 17 adalah menu dimana keseluruhan ONT yang telah di integrasikan pada server GenieACS melalui protokol TR-069.

Gambar 17 Menu ONT yang Sudah Terintegrasi

Gambar 18 adalah menu detail salah satu ONT. Pada menu tersebut terdapat data parameter pada ONT yang telah di terapkan.

Gambar 18 Menu Detail Device

Gambar 19 merupakan kolom konfigurasi WAN. Button Summon adalah tombol untuk merequest update data pada menu WAN. Konfigurasi WAN dibedakan menjadi dua yaitu PPP dan IP. PPP adalah konfigurasi WAN yang menggunakan koneksi PPPoE. Sedangkan IP adalah konfigurasi WAN yang menggunakan koneksi IP dinamis atau statik.



Gambar 19 WAN

Gambar 20 adalah kolom konfigurasi WLAN meliputi SSID, tipe keamanan, password serta frekuensi. Tombol Summon masih tetap berfungsi sebagai tombol request informasi data parameter pada ONT.

SSID-List	SSID	Security (WPA/WPA2 or None)	Password	Status	Power %	Auto Channel	Channel	Terhubung
TMCC-KSM	WPA/WPA2	WPA/WPA2	12345678	TRUE	100	TRUE	0	0
OMCC-u53	WPA/WPA2	WPA/WPA2	12345678	FALSE	100	TRUE	0	0
SSID3	WPA/WPA2	WPA/WPA2	12345678	FALSE	100	TRUE	0	0
SSID4	WPA/WPA2	WPA/WPA2	12345678	FALSE	100	TRUE	0	0

Gambar 20 WLAN

4.3 Pengujian

Pengujian aplikasi GenieACS ini menggunakan metode wawancara dengan pihak terkait (Kepala Teknisi). Pengujian di DATANET dilaksanakan pada tanggal 26 Juli pada pukul 10.30 WIB dengan kepala teknisi DATANET. Hasil wawancara terlampir pada tabel dibawah ini.

Table 2 Wawancara Kepala Teknisi

No	Narasumber (Instansi)	Pertanyaan	Keterangan
1.	Firmansyah Samsul Arifin (Kepala Teknisi DATANET)	Bagaimana menurut anda tentang aplikasi GenieACS ini?	Aplikasi ini inovasi baru untuk membantu kinerja teknisi dalam mengelola jaringan
		Apakah aplikasi GenieACS ini dapat menambah efisiensi kinerja teknisi?	Dengan aplikasi GenieACS ini bisa meningkatkan efisiensi kinerja teknisi, dikarenakan mengelola dan mengkonfigurasi perangkat klien tanpa mencari ip satu persatu untuk meremot perangkat terutama saat ada banyak perangkat yang perlu dikelola.
		Kendala apa yang dihadapi selama implementasi?	Kendala yang pasti adalah adaptasi pada aplikasi baru. Dibutuhkan waktu untuk memahami dan mengoperasikannya. Dan juga kita harus memastikan perangkat-perangkat ONT bisa terhubung dan dikonfigurasi dengan benar di awal. Namun, nantinya setelah konfigurasi awal selesai maka semuanya akan berjalan dengan baik.

5. KESIMPULAN

- Implemmentasi protocol TR-069 dengan aplikasi GenieACS berbasis cloud terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi manajemen perangkat jaringan.

- Penggunaan Proxmox Virtual Environment sebagai platform cloud menjadi hal yang flexible dan efisien.
- Sistem yang dibangun mampu mengurangi ancaman keamanan dari pihak yang tidak bertanggung jawab dengan melakukan konfigurasi yang tepat.
- Integrasi perangkat ONT ke dalam server GenieACS menggunakan protokol TR-069

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Ridho *et al.*, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban (Fiber to the Home (FTTH) Network Design at Housing in Urban Areas)," 2020.
- A. R. Utami, D. Rahmayanti, and Z. Azyati, "Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bhumi Nirwana Balikpapan Utara," *Circuit J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 67, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.11841.
- B. M. Výlet, "Možnosti hromadné konfigurace open-source řešení pomocí standardu TR-069 Possibilities of the Mass Configuration of Open-source Solutions Using the Standards and Protocols," 2021.
- A. Zakrzewska, D. Lopez-Perez, L. Ho, H. Claussen, and H. Gacanin, "Cell ID management in multi-vendor and multi-RAT heterogeneous networks," *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 417–429, 2019, doi: 10.1109/TNSM.2019.2903494.
- I. Basicovic, "An analysis of the TR069 (CWMP) protocol," *2023 46th ICT Electron. Conv. MIPRO 2023 - Proc.*, pp. 460–465, 2023, doi: 10.23919/MIPRO57284.2023.10159841.
- A. Arbain, M. A. Muhammad, T. Septiana, and H. D. Septama, "Learning Hoax News Pada Local Dan Cloud Computing Deployment Menggunakan Google App Engine," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 3, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i3.2646.
- M. Šimon, L. Huraj, and N. Búčik, "A Comparative Analysis of High Availability for Linux Container Infrastructures," *Futur.*

- Internet*, vol. 15, no. 8, 2023, doi: 10.3390/fi15080253.
- [8] A. B. Permadi, N. T. Khair, and M. R. Kurniawan, "Implementasi Virtualisasi Untuk Pengelolaan Server Menggunakan Proxmox Ve," *J. JOCOTIS-Journal Sci. Inform. Robot. E*, vol. 1, no. 2, pp. 56–62, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.ittc.web.id/index.php/jct/>
- [9] Y. Afek *et al.*, "NFV-based IoT Security for Home Networks using MUD," *Proc. IEEE/IFIP Netw. Oper. Manag. Symp. 2020 Manag. Age Softwarization Artif. Intell. NOMS 2020*, 2020, doi: 10.1109/NOMS47738.2020.9110329.
- [10] D. Assyakurrohim, D. Ikhrum, R. A. Sirodj, and M. W. Afgani, "Metode Studi Kasus dalam Penelitian Kualitatif," *J. Pendidik. Sains dan Komput.*, vol. 3, no. 01, pp. 1–9, Dec. 2022, doi: 10.47709/jpsk.v3i01.1951.
- [11] K. S. Huang, "An enhanced TR-069 firmware upgrade method of Wi-Fi mesh system," *2019 IEEE 4th Int. Conf. Comput. Commun. Syst. ICCCS 2019*, pp. 655–659, 2019, doi: 10.1109/CCOMS.2019.8821761.
- [12] M. Dan and S. Widodo, "PERANCANGAN CLOUD COMPUTING DALAM PENGELOLAAN INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI INFORMASI BERBASIS ROADMAP CLOUD COMPUTING ADOPTION (ROCCA)," vol. 2, no. 10, 2020.