LAPORAN AKHIR

PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

ANALISA PENERAPAN PRIVATE CLOUD COMPUTING BERBASIS PROXMOX VE SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIKUM MANAJEMEN JARINGAN

TIM PENELITI:

KETUA: I PUTU HARIYADI, M.KOM (0827068001)

ANGGOTA: AKBAR JULIANSYAH, S.T, M.MT (0807078801)

STMIK BUMIGORA MATARAM

OKTOBER 2018

HALAMAN PENGESAHAN

PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

Judul Penelitian	:	Analisis Penerapan Private Cloud Computing Berbasis Proxmox VE Sebagai Media Pembelajaran Praktikum Manajemen Jaringan
Kode/Nama Rumpun Ilmu	:	458/Teknik Informatika
Ketua Peneliti		
a. Nama Lengkap	:	I Putu Hariyadi, M.Kom
b. NIDN	:	0827068001
c. Jabatan Fungsional	:	Lektor
d. Program Studi	:	Teknik Informatika
e. Nomor HP	:	081936733568
f. Alamat surel (e-mail	:	putu.hariyadi@stmikbumigora.ac.id
Anggota Peneliti		
a. Nama Lengkap	:	Akbar Juliansyah, S.T, M.MT
b. NIDN	:	0807078801
c. Perguruan Tinggi	:	STMIK Bumigora Mataram
Biaya Penelitian	:	Rp. 5.000.000

Mengetahui
Ketua LPPM

(Ahmat Adil, S.Kom, M.Sc)
NIK. 96.6.63

Mataram, 31 Oktober 2018
Peneliti

(I Putu Hariyadi, M.Kom)
NIK. 09.6.124

RINGKASAN

STMIK Bumigora Mataram merupakan salah satu perguruan tinggi komputer di Nusa Tenggara Barat (NTB). Untuk meningkatkan kualitas lulusan baik *soft skill* maupun *hard skill* maka pihak institusi melalui program studi berusaha menyusun kurikulum yang mengadopsi kebutuhan dunia kerja dan perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) terkini. Dalam kurun waktu 2 tahun terakhir ini, dosen pengampu beberapa matakuliah mengalami berbagai permasalahan terkait pelaksanaan kegiatan praktikum di ruang laboratorium komputer, salah satunya adalah matakuliah Manajemen Jaringan. Selama ini proses pembelajaran telah menggunakan virtualisasi baik menggunakan *VMWare Workstation* maupun *Oracle VirtualBox* yang diinstalasi pada setiap komputer laboratorium. Penggunaan virtualisasi yang diinstalasi di setiap komputer lab memiliki berbagai kelemahan dan kendala terutama terkait proses *backup*, keleluasaan akses dan *availability*.

Penerapan *Private Cloud Computing* berbasis *Proxmox Virtual Environment (PVE)* sebagai media pembelajaran pada Praktikum Manajemen Jaringan dapat menjadi solusi penyelesaian permasalahan yang dihadapi baik oleh dosen pengampu maupun mahasiswa. Penggunaan PVE memungkinkan diterapkannya *Virtual Private Server (VPS)* secara terpusat bagi dosen dan mahasiswa serta mendukung *high availability* melalui penerapan *clustering*. Selain itu PVE yang dikoneksikan ke Internet memfasilitasi kebutuhan pengaksesan VPS dari mana pun dan kapan pun serta memudahkan aktivitas *backup* dan *restore virtual machine*. Berdasarkan latar belakang tersebut maka mendorong peneliti untuk meneliti lebih lanjut terkait desain dan implementasi PVE untuk mendukung praktikum manajemen jaringan serta menganalisa performansi, fitur manajemen dan *monitoring* yang dimiliki PVE.

Berdasarkan analisa terhadap hasil ujicoba yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa *PVE cluster* yang dibuat menggunakan 4 (empat) *node* dan diintegrasikan dengan satu node NAS dapat difungsikan sebagai media pembelajaran praktikum manajemen jaringan. PVE cluster yang dibangun juga mendukung *high availability* sehingga *live migration* dapat dilakukan guna mengurangi *downtime* ketika migrasi LXC antar *server PVE*. Pengguna dapat memanajemen LXC secara mandiri dengan ijin akses terbatas dan konfigurasi LXC dapat dilakukan melalui *console* dan *SSH*. Keseluruhan materi praktikum terkait membangun server *Intranet* berhasil diujicobakan pada LXC. *Local repository berbasis FTP* yang dibangun pada server NAS dapat meminimalisir penggunaan *bandwidth* koneksi Internet dan mempercepat proses instalasi paket pendukung praktikum. Selain itu *port forwarding* menggunakan *IP Firewall NAT* pada *router gateway* dapat memfasilitasi kebutuhan *remote access* pada LXC melalui SSH dari Internet.

Kata kunci: *Private Cloud, Proxmox, High Availability, Live Migration, Linux Container*

PRAKATA

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya, sehingga "Laporan Akhir Penelitian Perguruan Tinggi" ini dapat terselesaikan. Laporan ini memuat tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan dan saran terkait proses penelitian yang telah dilakukan. Tidak lupa peneliti mengucapkan terimakasih kepada STMIK Bumigora Mataram yang telah mendanai sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Mataram, 31 Oktober 2018

Peneliti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut NIST (2011), *Cloud Computing* merupakan suatu model yang memungkinkan akses jaringan dari mana pun berdasarkan permintaan terhadap *shared pool* sumber daya komputasi yang dapat dikonfigurasi sebagai contoh jaringan, *server*, penyimpanan, aplikasi dan layanan dan dapat dengan cepat ditetapkan serta dilepas melalui usaha manajemen atau interaksi dengan penyedia layanan yang minimal [1]. Studi yang dilakukan oleh *International Data Corporation (IDC)* menunjukkan bahwa pembiayaan yang dikeluarkan oleh perusahaan terkait belanja layanan *Cloud Computing* mengalami pertumbuhan 4.5 kali lipat dari pengeluaran Teknologi Informasi (TI) sejak tahun 2009 dan diperkirakan akan tumbuh lebih dari 6 kali lipat dari tingkat pengeluaran TI antara tahun 2015 sampai dengan 2020. Menurut survey yang juga dilakukan oleh IDC (2016), pertumbuhan penggunaan *Cloud Computing* dipicu oleh 71% pengeluaran TI dari perusahaan terkait pemeliharaan sistem dan pembaharuan secara berkala (*routine upgrade*) dari sistem TI tradisional [2].

STMIK Bumigora Mataram merupakan salah satu perguruan tinggi komputer di Nusa Tenggara Barat (NTB). Untuk meningkatkan kualitas lulusan baik *soft skill* maupun *hard skill* maka pihak institusi melalui program studi berusaha menyusun kurikulum yang mengadopsi kebutuhan dunia kerja dan perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) terkini Selain itu pihak institusi mendorong civitas akademika agar dapat melakukan inovasi pada media pembelajaran yang digunakan sehingga sehingga proses pembelajaran dapat berjalan dengan efektif dan efisien serta *learning outcome* dari masing-masing matakuliah dapat tercapai.

Dalam kurun waktu 2 tahun terakhir ini, dosen pengampu beberapa matakuliah mengalami berbagai permasalahan terkait pelaksanaan kegiatan praktikum di ruang laboratorium komputer, salah satunya adalah matakuliah Manajemen Jaringan. Manajemen Jaringan merupakan matakuliah yang diselenggarakan pada program studi (prodi) Teknik Informatika Strata 1 (S1). Praktikum matakuliah ini membahas tentang instalasi dan konfigurasi server Internet serta Intranet dengan layanan *web, mail, file*

transfer, domain name system, file & printer sharing serta *directory service* menggunakan baik perangkat lunak *Open Source* maupun *Proprietary*. Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan sebagai *system engineer* atau *system administrator* yang dapat membangun *Server Internet* dan *Intranet* serta *Active Directory*. Selama ini proses pembelajaran telah menggunakan virtualisasi baik menggunakan *VMWare Workstation* maupun *Oracle VirtualBox* yang diinstalasi pada setiap komputer laboratorium. Pemanfaatan virtualisasi sangat membantu dosen pengampu dan mahasiswa dalam mengujicoba skenario konfigurasi server yang melibatkan beberapa komputer sehingga dapat dibangun secara virtual.

Penggunaan virtualisasi untuk setiap mahasiswa yang diinstalasi di setiap komputer lab memiliki kelemahan yaitu ketika terjadi kerusakan atau permasalahan pada komputer lab yang digunakan oleh mahasiswa tertentu maka mahasiswa tersebut tidak dapat melakukan kegiatan praktikum berupa lanjutan konfigurasi pada pertemuan sebelumnya (terakhir). Hal ini sebagai akibat setiap mahasiswa menggunakan konfigurasi nama domain berbeda dan belum diterapkannya teknik *backup virtual machine* untuk setiap komputer ke media *backup* atau komputer lainnya yang difungsikan sebagai *backu*p. Proses *backup* belum dapat dilakukan karena komputer lab digunakan untuk lebih dari satu mata kuliah sehingga terkendala oleh waktu. Solusi yang muncul adalah penerapan backup secara terjadwal. Namun karena jumlah komputer dan jumlah *virtual machine* yang harus dibackup tersebar di banyak komputer dan lokasi direktori yang berbeda-beda maka membuat proses backup membutuhkan usaha yang ekstra. Selain itu terdapat pula kebutuhan dari mahasiswa atau dosen pengampu untuk dapat melanjutkan percobaan eksplorasi materi praktikum pada *virtual machine* di komputer lab diluar jam perkuliahan. Hingga saat ini kebutuhan tersebut belum dapat difasilitasi karena masih diterapkan sistem bagi pakai penggunaan komputer dan ruang laboratorium dengan matakuliah lainnya.

Sejalan dengan dorongan dari pihak institusi terkait inovasi pada media pembelajaran maka terdapat harapan adanya suatu sistem yang dapat memfasilitasi kebutuhan manajemen *virtual machine* setiap mahasiswa secara terpusat sehingga mempermudah proses *backup* dan *restore*. Sistem tersebut diharapkan juga dapat memfasilitasi kebutuhan pengaksesan *virtual machine* dari mana pun dan kapan pun sehingga proses praktikum tidak dibatasi ruang dan waktu. Pengaturan keamanan (*security*) pada sistem juga memerlukan perhatian sebagai dampak keleluasaan akses

pada *virtual machine* baik oleh dosen pengampu maupun mahasiswa (pengguna). Selain itu mengingat jumlah *virtual machine* yang dapat digunakan oleh setiap pengguna lebih dari satu dan *virtual machine* yang aktif dalam satu waktu cukup banyak maka diperlukan sistem yang mendukung *high availability*.

Penerapan *Private Cloud Computing* berbasis *Proxmox* sebagai media pembelajaran pada Praktikum Manajemen Jaringan dapat menjadi solusi penyelesaian permasalahan yang dihadapi oleh STMIK Bumigora. Menurut NIST (2011), *Private Cloud Computing* adalah infrastruktur *cloud* yang ditetapkan untuk digunakan secara ekslusif oleh satu organisasi yang terdiri dari beberapa konsumen seperti unit bisnis dan dimiliki, dimanajemen, dioperasikan oleh organisasi, pihak ketiga, atau gabungannya serta dapat bertempat di dalam atau diluar lokasi pengguna [1]. Sedangkan *Proxmox Virtual Environment (PVE)* merupakan *hypervisor* berbasis *cluster* yang dapat digunakan untuk memanajemen *virtual machine* dan mendukung *high availability* [3]. Penggunaan PVE dengan clustering memungkinkan diterapkannya *Virtual Private Server (VPS)* secara terpusat bagi dosen dan mahasiswa guna mendukung kegiatan praktikum. Selain itu PVE yang dikoneksikan ke Internet memfasilitasi kebutuhan pengaksesan VPS dari mana pun dan kapan pun.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka mendorong peneliti untuk meneliti lebih lanjut terkait desain dan implementasi PVE pada praktikum manajemen jaringan serta menganalisa performansi, fitur manajemen dan *monitoring* yang dimiliki PVE. Dengan adannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat seperti fleksibilitas akses VPS baik oleh dosen maupun mahasiswa, meningkatkan pengetahuan dan memperluas wawasan serta menambah pengalaman bagi peneliti terkait *Cloud Computing*. Selain itu hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk pembuatan diktat praktikum matakuliah *Cloud Computing* pada kurikulum baru program studi Strata 1 Teknik Informatika yang akan terselenggara untuk pertama kali pada semester ganjil tahun akademik 2018/2019.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan permasalahan yang dikemukakan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain *Private Cloud* sebagai media pembelajaran pada Praktikum Manajemen Jaringan yang mendukung *high availability*?

2. Bagaimana implementasi *Private Cloud* berbasis *PVE* berdasarkan desain yang dibuat?
3. Bagaimana menganalisa performansi penerapan *Private Cloud* dan fitur manajemen serta *monitoring* dari *PVE*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan yang diketengahkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian di laboratorium Jaringan Komputer STMIK Bumigora Mataram.
2. *Hypervisor* untuk *Private Cloud* menggunakan *Proxmox Virtual Environment (PVE)*.
3. Ujicoba *Private Cloud* menggunakan dua node yang di *cluster* untuk menyediakan *high availability*.
4. Paramater yang dianalisa adalah performansi *Private Cloud* yang di *cluster* dan fitur manajemen serta *monitoring Virtual Private Server (VPS)* dari PVE baik bagi dosen pengampu maupun mahasiswa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cloud Computing

Cloud computing merupakan suatu model yang memungkinkan akses jaringan dari mana pun berdasarkan permintaan terhadap *shared pool* sumber daya komputasi yang dapat dikonfigurasi sebagai contoh jaringan, *server*, penyimpanan, aplikasi dan layanan dan dapat dengan cepat ditetapkan serta dilepas melalui usaha manajemen atau interaksi dengan penyedia layanan yang minimal. Terdapat 5 (lima) karakteristik dasar dari *cloud computing* antara lain: [1]

a) *On-demand self-service.*

b) *Broad network access.*

c) *Resource pooling.*

d) *Rapid elasticity.*

e) *Measured service.*

2.1.1. Model Layanan Cloud Computing

Model layanan *cloud computing* dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu: [1]

1. *Software as a Service (SaaS)*

   Kemampuan yang diberikan kepada pengguna untuk menggunakan aplikasi yang berjalan pada infrastruktur *cloud* dan tanpa melakukan pengaturan atau pengontrolan pada infrastruktur dasar dari *cloud* meliputi jaringan, server, sistem operasi, penyimpanan, dengan kemungkinan pengecualian pengaturan konfigurasi pada aplikasi pengguna tertentu secara terbatas.

2. *Platform as a Service (PaaS)*

   Kemampuan yang diberikan kepada pengguna untuk mengembangkan aplikasi yang berjalan pada infrastruktur *cloud* atau aplikasi yang diperoleh dibuat menggunakan

bahasa pemrograman, *library*, layanan dan *tools* yang didukung oleh penyedia layanan serta tanpa melakukan pengaturan atau pengontrolan pada infrastruktur dasar dari *cloud* tetapi memiliki control terhadap pengembangan aplikasi.

3. *Infrastructure as a Service (IaaS)*

   Kemampuan yang disediakan bagi pengguna untuk mengembangkan pemrosesan, penyimpanan, jaringan dan sumber daya komputasi dasar lainnya sehingga pengguna mampu mengembangkan dan menjalankan program dengan leluasa termasuk sistem operasi dan aplikasi. Pengguna tidak perlu melakukan pengaturan atau pengontrolan pada infrastruktur dasar dari cloud tetapi memiliki kontrol terhadap sistem operasi, penyimpanan dan aplikasi yang dikembangkan.

2.1.2. Model Pengembangan Cloud Computing

Terdapat 4 (empat) model pengembangan *cloud computing* antara lain: [1]

1. *Private Cloud*

   Infrastruktur *cloud* yang ditetapkan untuk digunakan secara ekslusif oleh satu organisasi yang terdiri dari beberapa konsumen seperti unit bisnis dan dimiliki, dimanajemen, dioperasikan oleh organisasi, pihak ketiga, atau gabungannya serta dapat bertempat di dalam atau diluar lokasi pengguna.

2. *Community Cloud*

   Infrastruktur *cloud* yang ditetapkan untuk digunakan oleh komunitas pengguna tertentu dari organisasi-organisasi dengan urusan yang sama dan dimiliki, dimanajemen, dioperasikan oleh organisasi pada komunitas, pihak ketiga, atau gabungannya serta dapat bertempat di dalam atau diluar lokasi pengguna.

3. *Public Cloud*

   Infrastruktur *cloud* yang ditetapkan untuk digunakan secara terbuka oleh publik atau masyarakat umum dan dimiliki, dimanajemen, dioperasikan oleh perusahaan, akademik, atau organisasi pemerintah atau kombinasinya serta bertempat di penyedia layanan *cloud*.

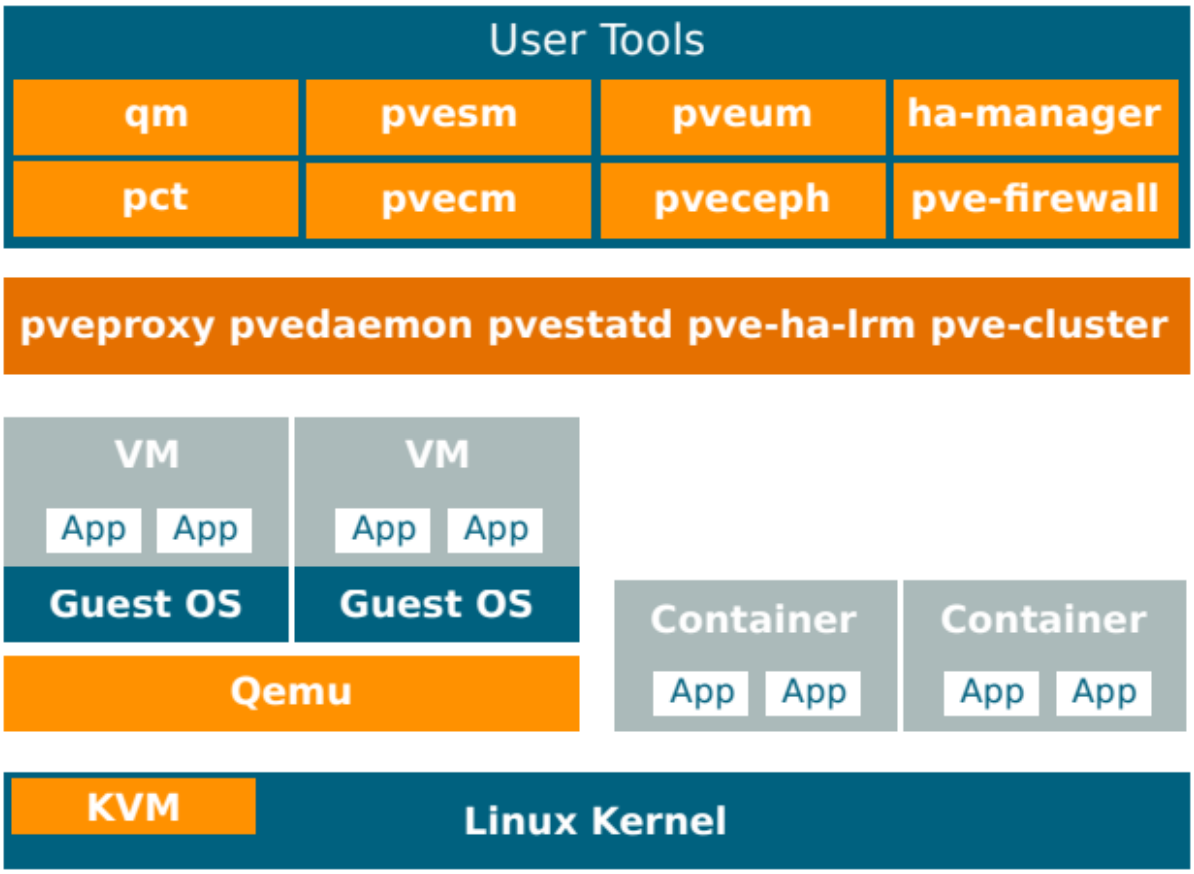
4. *Hybrid Cloud*

Gabungan dua atau lebih infrastruktur *cloud* berupa *private, community*, atau *public* yang tetap merupakan entitas unik namun dikaitkan bersama oleh standar atau teknologi tertutup (*proprietary*) sehingga memungkinkan portabilitas data dan aplikasi.

2.2. Proxmox Virtual Environment

Proxmox Virtual Environment (VE) merupakan perangkat lunak *open source* yang dapat difungsikan untuk *server virtualization*. *Proxmox VE* mendukung 2 (dua) jenis teknologi virtualisasi yaitu **Kernel-based Virtual Machine (KVM)** and **container-based virtualization with Linux Containers (LXC)[2]**.

Untuk mempermudah administrasi maka keseluruhan aktivitas manajemen *Proxmox VE* dapat dilakukan menggunakan antar muka berbasis web, seperti terlihat pada gambar 2.1 [3].



Gambar 2.1 User Tools Proxmox VE

Proxmox VE dibangun menggunakan distribusi **Debian GNU/Linux** dengan *Linux Kernel* yang telah di *customized*. Kode sumber dari *Proxmox*

VE di rilis menggunakan lisensi *GNU Affero General Public License, version 3 (GNU AGPL, v3)* sehingga memungkinkan pengguna untuk terlibat dan berkontribusi pada pengembangan kode program dari *Proxmox* [4].

Adapun fitur-fitur yang dimiliki oleh *Proxmox VE* adalah sebagai berikut: [3, 4]

1. *Open Source Virtualization with KVM and LXC*.

   KVM merupakan modul *kernel* yang disatukan ke dalam *kernel Linux* dan bekerja mendekati performansi *native* dari platform perangkat keras x86 yang mendukung virtualisasi baik Intel VT maupun AMD-V. KVM dapat menjalankan VM Windows dan Linux dimana setiap VM memiliki *hardware* yang divirtualisasi secara privat. Sedangkan LXC merupakan lingkungan virtualisasi level sistem operasi untuk menjalankan sistem operasi Linux yang terisolasi pada sebuah *Linux control host*.

2. *Management*.

   Manajemen dapat dilakukan secara terpusat baik melalui antarmuka berbasis web maupun *Command Line Interface (CLI)* serta mendukung REST web API. Selain itu mendukung administrasi berbasis role dan berbagai sumber otentikasi seperti *Microsoft Active Directory, LDAP, Linux PAM* atau *Proxmox VE Authentication Server*.

3. *Backup*.

   Menerapkan full backup yang memuat baik konfigurasi dari *Virtual Machine (VM)* atau *Container (CT)* maupun keseluruhan data dan dapat dilakukan secara terjadwal.

4. *High Availability (HA)*.

   Mendukung multi-master cluster agar meniadakan sebuah titik kegagalan (*no single point of failure*) dan manajemen dapat dilakukan melalui *Graphical User Interface (GUI)* baik untuk pengaturan *HA KVM* maupun *Container*.

5. *Firewall*.

   Memiliki *firewall* bawaan yang dapat dimanajemen baik melalui *GUI* maupun *CLI* dan mendukung IPv4 maupun IPv6.

6. *Bridged Networking*.

Proxmox VE menggunakan model *bridged networking* dimana setiap host dapat memiliki 4094 *bridge*.

7. *Flexible Storage*.

   Model penyimpanan *Proxmox VE* sangat fleksibel dimana *image virtual machine* dapat disimpan baik di satu atau beberapa penyimpanan lokal maupun *shared storage*, seperti *Network File System (NFS)* atau *Storage Area Network (SAN)*.

Kebutuhan atau persyaratan sistem yang direkomendasikan untuk menggunakan *Proxmox VE* adalah sebagai berikut: [4]

- CPU: 64bit (Intel EMT64 or AMD64).
- Intel VT/AMD-V capable CPU/Mainboard (untuk dukungan *KVM Full Virtualization*)
- 8 GB RAM. Lebih besar lebih baik.
- *Hardware RAID* dengan *batteries protected write cache (BBU)* atau *flash protection*.
- Hardisk yang cepat. Untuk hasil yang baik dapat menggunakan 15k *rpm SAS, Raid10*
- 2 (dua) atau lebih *Network Interface Card (NIC)* untuk *bonding*.

Sedangkan kebutuhan sistem minimum untuk mengevaluasi *Proxmox VE* adalah sebagai berikut:[4]

- CPU: 64bit (Intel EMT64 or AMD64)
- Intel VT/AMD-V capable CPU/Mainboard (for KVM Full Virtualization support)
- Minimum 1 GB RAM
- Hard drive
- 1 (satu) Network Interface Card (NIC).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan media pembelajaran Praktikum Manajemen Jaringan dengan model layanan *Infrastructure as a Service (IaaS)* dan model pengembangan *Private Cloud* berbasis *PVE* yang mendukung *high availability*.
2. Menganalisis performansi penerapan *Private Cloud* berbasis *PVE* pada dua node yang di *cluster* sehingga dapat diketahui kehandalannya ketika diakses oleh sejumlah pengguna dalam satu waktu atau secara bersamaan.
3. Menganalisis fitur manajemen dan *monitoring* dari PVE yang dapat membantu baik dosen pengampu maupun mahasiswa dalam mengelola keseluruhan VPS yang digunakan secara mandiri.

3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Media pembelajaran praktikum manajemen jaringan berbasis VPS yang terhubung ke Internet membuat dosen maupun mahasiswa dapat mengeksplorasi materi praktikum tanpa dibatasi ruang dan waktu serta dapat diakses kapan pun dan dimana pun.
2. Sebagai bahan referensi untuk pembuatan diktat praktikum matakuliah *Cloud Computing* pada kurikulum baru program studi Strata 1 Teknik Informatika yang akan terselenggara untuk pertama kali pada semester ganjil tahun akademik 2018/2019.
3. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang *cloud computing*.
4. Memberikan wawasan bagi pengguna terkait performansi, fitur manajemen dan *monitoring* pada *Cloud Computing* yang dibangun menggunakan PVE.

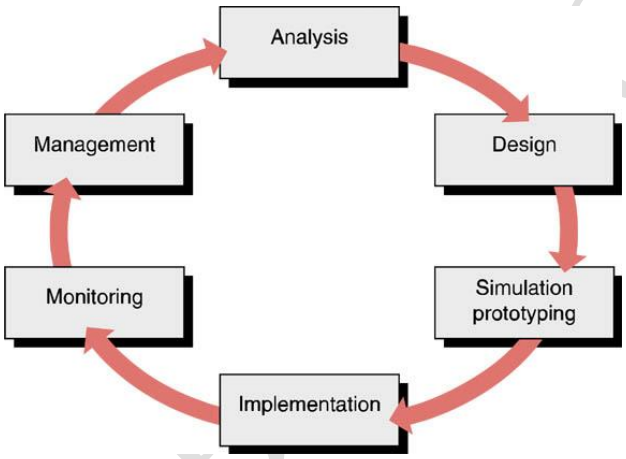
Menghasilkan inovasi berupa media pembelajaran yang dapat diimplementasikan pada berbagai matakuliah TI agar proses pembelajaran dapat berjalan dengan efektif sehingga target pembelajaran dari setiap matakuliah dapat tercapai. Dengan tercapainya target pembelajaran maka akan menghasilkan lulusan dengan kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja sehingga siap kerja.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *Network Development Life Cycle (NDLC)*. NDLC terdiri dari 6 (enam) tahapan meliputi *analysis*, *design*, *simulation prototyping*, *implementation*, *monitoring* dan *management*, seperti terlihat pada gambar 4.1 [5].



Gambar 4.1 Network Development Life Cycle [5]

Dari 6 tahapan yang terdapat pada NDLC, peneliti hanya menggunakan 3 tahapan pertama yaitu *analysis*, *design* dan *simulation prototyping*.

4.2. Tahap Analysis

Pada tahap ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan pengguna, dan analisa terhadap topologi/jaringan yang sudah ada saat ini [6]. Sebelum dapat melakukan proses analisis maka terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data menggunakan berbagai teknik meliputi observasi, wawancara dan dokumentasi. Berdasarkan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. STMIK Bumigora mendorong civitas akademika agar dapat melakukan inovasi pada media pembelajaran sehingga proses pembelajaran dapat berjalan dengan

efektif dan efisien serta *learning outcome* dari masing-masing matakuliah dapat tercapai.

2. Dalam kurun waktu 2 tahun terakhir ini, dosen pengampu beberapa matakuliah mengalami berbagai permasalahan terkait pelaksanaan kegiatan praktikum di ruang laboratorium komputer termasuk matakuliah praktikum manajemen jaringan.
3. Selama ini proses pembelajaran pada praktikum manajemen jaringan telah menggunakan virtualisasi baik menggunakan *VMWare Workstation* maupun *Oracle VirtualBox* yang diinstalasi pada setiap komputer laboratorium.
4. Penggunaan virtualisasi untuk setiap mahasiswa yang diinstalasi di setiap komputer lab memiliki kelemahan yaitu ketika terjadi kerusakan atau permasalahan pada komputer lab yang digunakan oleh mahasiswa tertentu maka mahasiswa tersebut tidak dapat melakukan kegiatan praktikum berupa lanjutan konfigurasi pada pertemuan sebelumnya (terakhir).
5. Hal ini sebagai akibat setiap mahasiswa menggunakan konfigurasi nama domain berbeda dan belum diterapkannya teknik *backup virtual machine* untuk setiap komputer ke media *backup* atau komputer lainnya yang difungsikan sebagai *backu*p.
6. Proses *backup* belum dapat dilakukan karena komputer lab digunakan untuk lebih dari satu mata kuliah sehingga terkendala oleh waktu.
7. Proses *backup* membutuhkan usaha yang ekstra karena *virtual machine* tersebar di banyak komputer lab dan direktori yang berbeda-beda di setiap komputer.
8. Terdapat kebutuhan dari mahasiswa atau dosen pengampu untuk dapat melanjutkan percobaan eksplorasi materi praktikum pada *virtual machine* di komputer lab diluar jam perkuliahan. Kebutuhan ini belum dapat difasilitasi mengingat pemakaian lab yang dibagi pakai dengan matakuliah lainnya (*resource sharing*).
9. Harapan adanya suatu media pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebutuhan eksplorasi materi praktikum baik di jadwal praktikum maupun diluar jam praktikum. Media pembelajaran mendukung akses kapan pun dan dari mana pun serta meniadakan ketergantungan atau keharusan untuk menggunakan komputer lab yang sama setiap pelaksanaan kegiatan praktikum bagi setiap mahasiswa.

Selain itu proses *backup* dapat dilakukan secara terjadwal dan terpusat sehingga memudahkan proses *restore*.

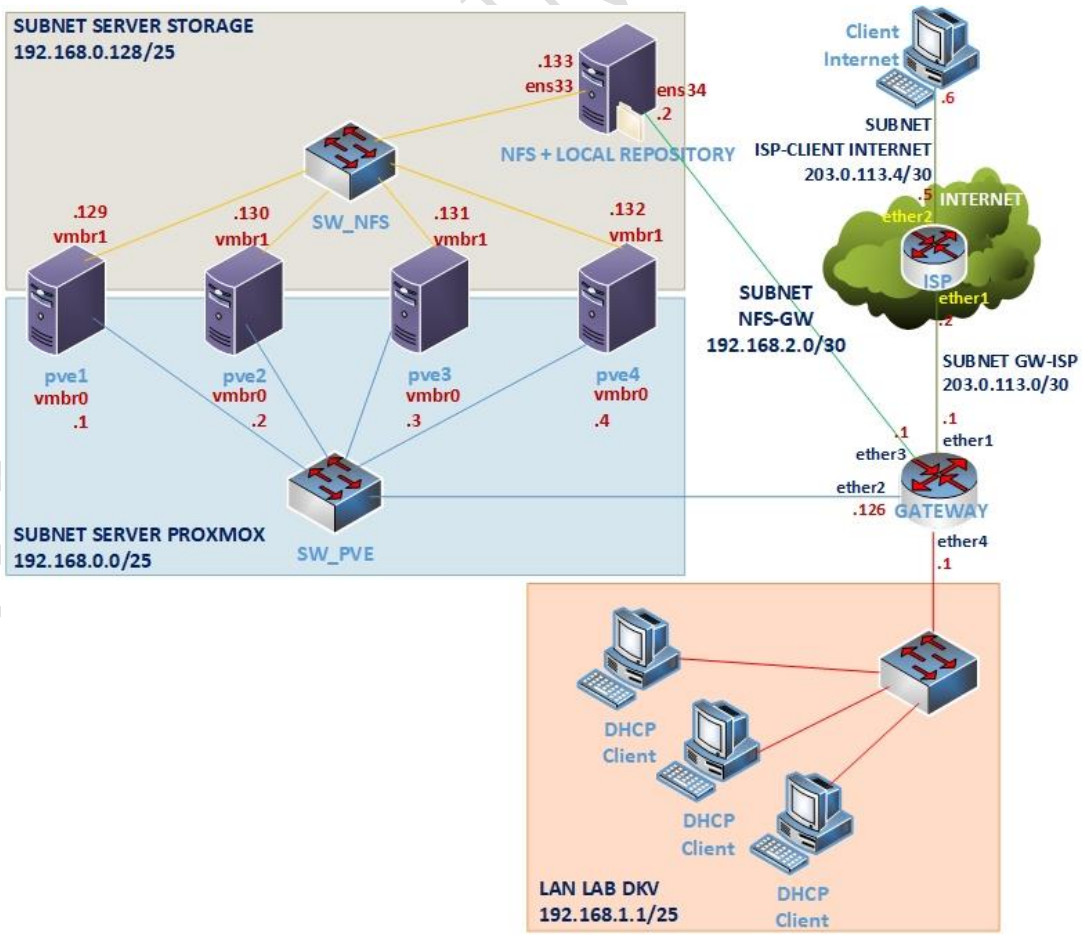
Berdasarkan hasil analisis tersebut, mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang "Analisis Penerapan *Private Cloud Computing* Berbasis *Proxmox VE* Sebagai Media Pembelajaran Praktikum Manajemen Jaringan" di STMIK Bumigora sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh dosen pengampu dan mahasiswa.

4.3. Tahap Desain

Tahap ini terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu rancangan jaringan ujicoba, rancangan pengalamatan IP, rancangan sistem PVE *cluster* serta kebutuhan perangkat keras dan lunak.

4.3.1 Rancangan Jaringan Ujicoba

Rancangan jaringan ujicoba dari penelitian, seperti terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rancangan Jaringan Ujicoba

Terdapat 6 (enam) subnet pada rancangan jaringan tersebut meliputi *subnet server Proxmox, subnet server storage, subnet NFS-Gateway* dan *Local Area Network (LAN)* LAB DKV untuk jaringan lokal. Sedangkan pada jaringan *Internet* terdapat 2 (dua) subnet yaitu *subnet GW-ISP* dan *subnet ISP-Client* Internet. Adapun perangkat jaringan yang digunakan pada rancangan jaringan tersebut, antara lain:

1. 1 (satu) router untuk mengkoneksikan seluruh subnet pada jaringan lokal ke *Internet* dan menjembatani pengguna baik dosen maupun mahasiswa agar dapat mengakses VPS secara *remote access* dari *Internet*.
2. 3 (tiga) *switch* sebagai *network attachment* pada *subnet Server Proxmox, subnet Server Storage* dan LAN Lab DKV.
3. 4 (empat) server pada subnet *Server Proxmox* yang masing-masing difungsikan sebagai node *PVE* yang akan di *clustering* untuk menyediakan *High Availability (HA)* yaitu PVE1, PVE2, PVE3 dan PVE4.
4. 1 (satu) server *Network Attached Storage* (NAS) berbasis *Network Files System (NFS)* menggunakan *CentOS 7* sebagai lokasi penyimpanan *container templates* dan *images* dari VPS atau *Linux Container (LXC)* bagi pengguna baik mahasiswa maupun dosen pengampu.
5. 15 (limabelas) *Personal Computer (PC)* pada LAN Lab DKV sebagai *client* yang digunakan ketika mengujicoba media pembelajaran berbasis PVE.
6. 1 (satu) komputer *client Internet* yang digunakan untuk mengujicoba *remote access* melalui SSH ke LXC dari pengguna pada *PVE cluster*.

4.3.2 Rancangan Pengalamatan IP

Terdapat 4 (empat) alamat *network class C* yang digunakan untuk mengalamati rancangan jaringan ujicoba yaitu 192.168.0.0/24, 192.168.1.0/24 dan 192.168.2.0/24 serta 203.0.113.0/24. Alamat *network* 192.168.0.0/24 di *subnetting* sebanyak 1 (satu) *bit* sehingga menghasilkan alamat subnet 192.168.0.0/25 yang dialokasikan untuk subnet *server PVE* dan 192.168.0.128/25 yang dialokasikan untuk subnet *server storage*. Selanjutnya alamat *network* 192.168.1.0/24 juga di *subnetting* sebanyak 1 (satu) *bit* dimana salah satu alamat subnet yang dihasilkan dari proses tersebut adalah 192.168.1.0/25 dialokasikan untuk mengalamati *host-host* di *LAN Lab DKV*. Sedangkan alamat network 192.168.2.0/24 di *subnetting* sebanyak 6 (enam) *bit* dimana salah satu alamat subnet yang dihasilkan dari proses tersebut adalah 192.168.2.0/30 dialokasikan untuk mengalamati subnet *server NAS* berbasis NFS

yang terhubung ke *router MikroTik gateway*. Terakhir pengalamatan IP untuk koneksi Internet menggunakan alamat subnet 203.0.113.0/30 sebagai hasil *subnetting* dari alamat network 203.0.113.0/24.

Detail alokasi pengalamatan IP per perangkat jaringan yang terlibat pada rancangan jaringan ujicoba, seperti terlihat pada tabel 4.1.

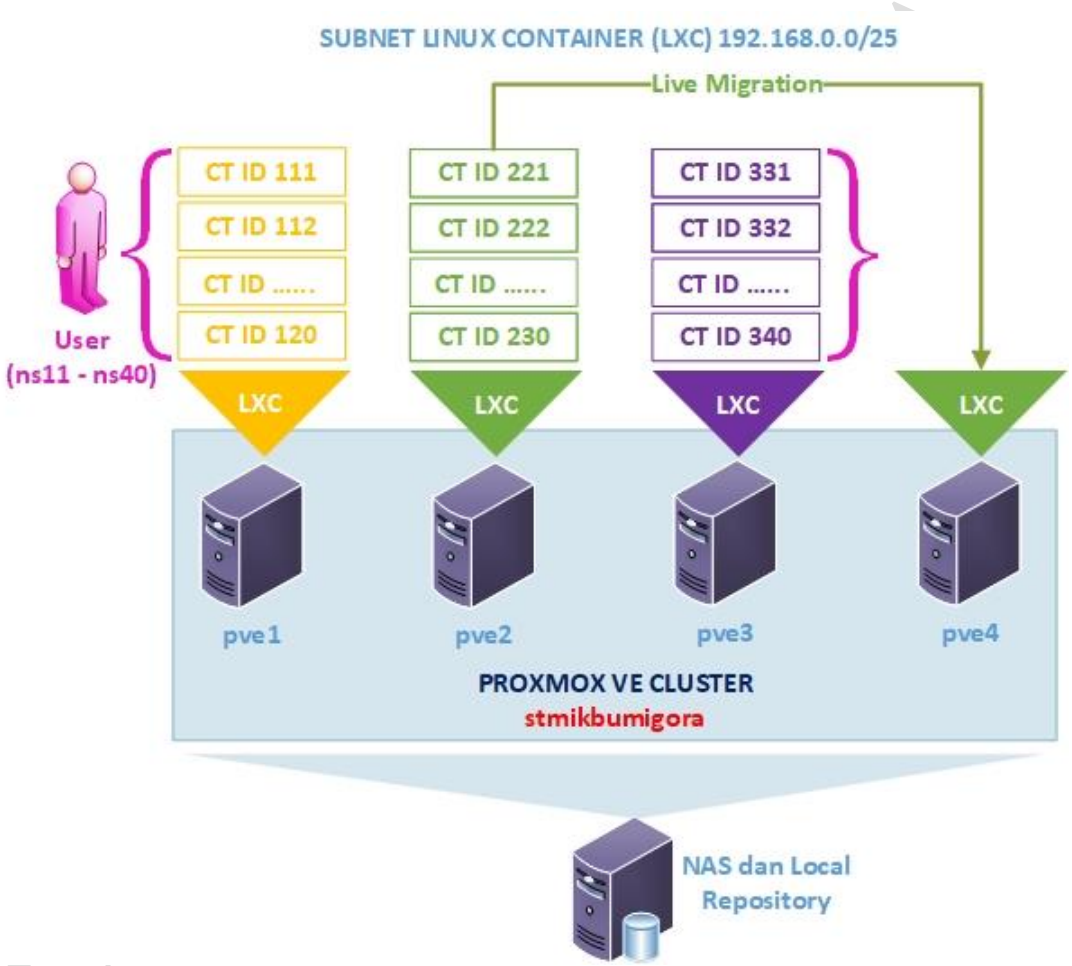
Tabel 4.1 Pengalamatan IP Per Perangkat Jaringan

No.	Nama Perangkat	Interface	Alamat IP	Subnetmask	Gateway
1.	*Router Gateway*	Ether1	203.0.113.1	255.255.255.252	203.0.113.2
		Ether2	192.168.0.126	255.255.255.128	
		Ether3	192.168.2.1	255.255.255.252	
		Ether4	192.168.1.1	255.255.255.128	-
2.	*Server PVE1*	vmbr0	192.168.0.1	255.255.255.128	192.168.0.126
		vmbr1	192.168.0.129	255.255.255.128	
3.	*Server PVE2*	vmbr0	192.168.0.2	255.255.255.128	192.168.0.126
		vmbr1	192.168.0.130	255.255.255.128	
4.	*Server PVE3*	vmbr0	192.168.0.3	255.255.255.128	192.168.0.126
		vmbr1	192.168.0.131	255.255.255.128	
5.	*Server PVE4*	vmbr0	192.168.0.4	255.255.255.128	192.168.0.126
		vmbr1	192.168.0.132	255.255.255.128	
6.	*Server NAS*	ens33	192.168.0.133	255.255.255.128	
		ens34	192.168.2.2	255.255.255.252	192.168.2.1
7.	*Client Lab DKV*	Local Area Connection	*DHCP Client*		

8.	*Client Internet*	Local Area Connection	203.0.113.6	255.255.255.252	203.0.113.5

4.3.3 Rancangan Sistem PVE Cluster

Rancangan sistem *PVE Cluster* pada penelitian ini, seperti terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rancangan Sistem PVE Cluster

Cluster dibangun menggunakan 4 (empat) *server PVE* yaitu PVE1, PVE2, PVE3 dan PVE4 dengan nama "**stmikbumigora**". *Virtual Private Server (VPS)* menggunakan *Linux Container (LXC)* dibuat pada *PVE cluster* sebagai media pembelajaran praktikum manajemen jaringan bagi pengguna baik mahasiswa maupun dosen pengampu. Lokasi penyimpanan LXC adalah di *server NAS*. Selain itu *server NAS* juga menampung *Container Template CentOS 7* dan difungsikan sebagai *local repository* yang memuat konten dari *packages* yang bersumber dari *file ISO DVD CentOS 7 (1804)*. *Local repository* dapat diakses menggunakan *File Transfer*

Protocol (FTP) yang dibuat menggunakan paket aplikasi *vsFTPd* dengan alamat IP 192.168.2.2. Dengan adanya *local repository* tersebut maka ketika mahasiswa melakukan praktikum manajemen jaringan menggunakan LXC berbasis CentOS 7 dan memerlukan instalasi paket menggunakan *Yellowdog Updater Modified (YUM)* guna mendukung kegiatan praktikum maka paket tersebut dapat diunduh dari server lokal sehingga proses instalasi tidak memerlukan koneksi *Internet*.

Terdapat 30 (tiga puluh) LXC yang dibuat hanya pada tiga PVE yaitu masing-masing 10 (sepuluh) LXC di PVE1 dengan Container ID (CT ID) 111 sampai dengan 120, PVE2 dengan CT ID 221 sampai dengan 230, dan PVE3 dengan CT ID 331 sampai dengan 340. Rancangan alokasi pengalamatan IP dari setiap LXC dibuat menggunakan alamat network 192.168.0.0/25 dengan *Host ID* dimulai dari 11 sampai dengan 30, seperti terlihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rancangan Pengalamatan IP LXC PVE Cluster

No.	Container (CT) ID	Lokasi	Hostname	IP Address
1.	111	**PVE1**	ns11.randi.org	192.168.0.11/25
2.	112		ns12.abdul.org	192.168.0.12/25
3.	113		ns13.mustikanila.org	192.168.0.13/25
4.	114		ns14.ramlah.org	192.168.0.14/25
5.	115		ns15.baiq.org	192.168.0.15/25
6.	116		ns16.akbar.org	192.168.0.16/25
7.	117		ns17.stmikbumigora.local	192.168.0.17/25
8.	118		ns18.stmikbumigora.local	192.168.0.18/25
9.	119		ns19.stmikbumigora.local	192.168.0.18/25
10.	120		ns20.stmikbumigora.local	192.168.0.20/25
11.	221	**PVE2**	ns21.lutfi.org	192.168.0.21/25
12.	222		ns22.ahmad.org	192.168.0.22/25

13.	223		ns23.ori.org	192.168.0.23/25
14.	224		ns24.dodiye.org	192.168.0.24/25
15.	225		ns25.wahyu.org	192.168.0.25/25
16.	226		ns26.indra.org	192.168.0.26/25
17.	227		ns27.stmikbumigora.local	192.168.0.27/25
18.	228		ns28.stmikbumigora.local	192.168.0.28/25
19.	229		ns29.stmikbumigora.local	192.168.0.29/25
20.	230		ns30.stmikbumigora.local	192.168.0.30/25
21.	331	**PVE3**	ns31.firman.org	192.168.0.31/25
22.	332		ns32.hamdi.org	192.168.0.32/25
23.	333		ns33.husnul.org	192.168.0.33/25
24.	334		ns34.agam.org	192.168.0.34/25
25.	335		ns35.putu.org	192.168.0.35/25
26.	336		ns36.stmikbumigora.local	192.168.0.36/25
27.	337		ns37.stmikbumigora.local	192.168.0.37/25
28.	338		ns38.stmikbumigora.local	192.168.0.38/25
29.	339		ns39.stmikbumigora.local	192.168.0.39/25
30.	340		ns40.stmikbumigora.local	192.168.0.40/25

Konvensi nomor pengenal CT ID memiliki panjang 3 (tiga) digit dengan ketentuan sebagai berikut:

a. Digit pertama berupa nilai 1 jika LXC tersebut dibuat pada server PVE1, 2 jika dibuat pada server PVE2 dan 3 jika dibuat pada server PVE3.
b. 2 (dua) digit berikutnya diambil dari octet ke empat dari alamat IP yang dialokasikan untuk LXC tersebut.

Sebagai contoh CT ID 111 memiliki digit pertama 1 karena dibuat pada server PVE1. Sedangkan dua digit berikutnya adalah 11 karena alamat IP yang digunakan untuk LXC tersebut adalah 192.168.0.11 sehingga nilai octet ke empatnya 11.

Server PVE4 dicadangkan untuk melakukan *live migration* sehingga dapat meminimalkan *downtime* ketika proses migrasi LXC dari node atau server PVE lainnya. Keseluruhan LXC pada *node* atau *server PVE2* akan dimigrasi ke *server PVE4*. Hal ini dilakukan untuk mencontohkan kondisi *server PVE2* akan dilakukan pemeliharaan sehingga seluruh LXC pada *node* tersebut di migrasi ke *server PVE4*.

Setiap mahasiswa diberikan satu LXC yang dapat digunakan pada *PVE cluster*. Pengguna baik mahasiswa maupun dosen dapat melakukan aktivitas manajemen LXC melalui halaman administrasi berbasis web dari *Proxmox VE* menggunakan referensi salah satu alamat IP dari *server PVE*, sebagai contoh untuk PVE1 dengan mengakses alamat https://192.168.0.1:8006. Sebelum dapat memanajemen LXC maka setiap mahasiswa dibuatkan akun login di *PVE cluster* dengan jenis otentikasi *PVE authentication server* dan diatur ijin aksesnya agar hanya dapat menggunakan LXC dengan CT ID tertentu melalui pengaturan parameter *path*. Selain itu setiap akun diatur ijin akses agar dapat melakukan aktivitas manajamen terhadap LXC menggunakan *role "PVEVMUser"*. Role ini hanya mengijinkan pengguna untuk melakukan aktivitas *view, backup, config CDROM, VM console,* dan *VMpower management*. Terdapat 30 (tiga puluh) akun pengguna yang dibuat pada *PVE cluster* dengan rancangan *user name, path* dan *role*, seperti terlihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rancangan User dan Permission PVE Cluster

No.	User name	Path	Role
1.	ns11	/vms/111	PVEVMUser
2.	ns12	/vms/112	
3.	ns13	/vms/113	
4.	ns14	/vms/114	
5.	ns15	/vms/115	
6.	ns16	/vms/116	

7.	ns17	/vms/117	
8.	ns18	/vms/118	
9.	ns19	/vms/119	
10.	ns20	/vms/120	
11.	ns21	/vms/221	
12.	ns22	/vms/222	
13.	ns23	/vms/223	
14.	ns24	/vms/224	
15.	ns25	/vms/225	
16.	ns26	/vms/226	
17.	ns27	/vms/227	
18.	ns28	/vms/228	
19.	ns29	/vms/229	
20.	ns30	/vms/230	
21.	ns31	/vms/331	
22.	ns32	/vms/332	
23.	ns33	/vms/333	
24.	ns34	/vms/334	
25.	ns35	/vms/335	
26.	ns36	/vms/336	
27.	ns37	/vms/337	
28.	ns38	/vms/338	
29.	ns39	/vms/339	

30.	ns40	/vms/340	

Terlihat akun login dibuat menggunakan prefix "*ns*" disambung dengan oktet ke empat dari alamat IP yang digunakan oleh CT ID untuk pengguna tersebut. Sebagai contoh *user name* "*ns11*" memiliki akhiran 11 yang diambil dari alamat IP yang digunakan oleh CT ID 111 yaitu 192.168.0.11 dimana nilai oktet ke empatnya adalah 11.

Untuk menjembatani kebutuhan pengaksesan LXC secara *remote access* menggunakan *Secure Shell (SSH)* dari *Internet* maka pada *router gateway* yang terkoneksi ke *Internet* dilakukan konfigurasi *port forwarding*. *Port forwarding* diperlukan karena LXC menggunakan alamat *IP private* dari subnet 192.168.0.0/25. Komunikasi SSH dengan tujuan *Transmission Control Protocol (TCP)* port 22 ke LXC dilakukan dengan menggunakan perantara alamat IP Publik yaitu 203.0.113.1 dengan TCP port tertentu yang dimiliki oleh *router gateway*. Fitur *IP Firewall* dengan jenis *Destination Network Address Translation (DNAT)* pada *router gateway* digunakan untuk melakukan *port forwarding* yaitu ketika terdapat permintaan koneksi yang masuk ke alamat IP publik dari *router gateway* dengan tujuan protokol TCP port tertentu maka akan dialihkan ke alamat IP lokal atau *private* dari LXC dengan tujuan TCP port 22.

Adapun rancangan *port forwarding* untuk 30 (tigapuluh)) LXC pada *router gateway*, seperti terlihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rancangan Port Forwarding LXC pada Router Gateway

No.	LXC ID	Protocol/Destination Port	To Addresses	To Ports
1.	111	TCP/1111	192.168.0.11	22
2.	112	TCP/1112	192.168.0.12	
3.	113	TCP/1113	192.168.0.13	
4.	114	TCP/1114	192.168.0.14	
5.	115	TCP/1115	192.168.0.15	
6.	116	TCP/1116	192.168.0.16	
7.	117	TCP/1117	192.168.0.17	

8.	118	TCP/1118	192.168.0.18	
9.	119	TCP/1119	192.168.0.19	
10.	120	TCP/1120	192.168.0.20	
11.	221	TCP/1121	192.168.0.21	
12.	222	TCP/1122	192.168.0.22	
13.	223	TCP/1123	192.168.0.23	
14.	224	TCP/1124	192.168.0.24	
15.	225	TCP/1125	192.168.0.25	
16.	226	TCP/1126	192.168.0.26	
17.	227	TCP/1127	192.168.0.27	
18.	228	TCP/1128	192.168.0.28	
19.	229	TCP/1129	192.168.0.29	
20.	230	TCP/1130	192.168.0.30	
21.	331	TCP/1131	192.168.0.31	
22.	332	TCP/1132	192.168.0.32	
23.	333	TCP/1133	192.168.0.33	
24.	334	TCP/1134	192.168.0.34	
25.	335	TCP/1135	192.168.0.35	
26.	336	TCP/1136	192.168.0.36	
27.	337	TCP/1137	192.168.0.37	
28.	338	TCP/1138	192.168.0.38	
29.	339	TCP/1139	192.168.0.39	

30.	340	TCP/1140	192.168.0.40	

Berdasarkan tabel 4.4 ketika pengguna ingin mengakses secara *remote* menggunakan *SSH Client* ke salah satu LXC, sebagai contoh LXC ID 111 maka alamat IP tujuan yang digunakan adalah 203.0.113.1 dengan *protocol* TCP dan *destination port* 1111. Ketika *router gateway* menerima permintaan koneksi SSH tersebut maka router menggunakan fitur *DNAT* untuk mentranslasi alamat IP tujuan ke 192.168.0.11 dan port tujuan (to ports) ke 22 sehingga permintaan *SSH client* dapat diteruskan ke *SSH server* pada LXC ID 111.

4.3.4 Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak

Adapun perangkat keras yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. 5 (lima) PC yang difungsikan sebagai *server PVE* dan NAS.
2. 15 (limabelas) PC sebagai *client* di Lab DKV.
3. 2 (dua) unit *D-Link Switch 8 port* untuk network attachment dari server di *subnet server PVE* dan *server storage*.
4. 1 (satu) unit *Cisco Switch Managed SF300-24PP-K9-EU 24 port* untuk *network attachment* dari PC di Lab DKV.
5. 1 (satu) unit *MikroTik RB951Ui-2hnd* sebagai *router gateway*.
6. 1 (satu) *rolled kabel UTP*.
7. 1 (satu) *pieces konektor RJ-45*.
8. 1 (satu) *crimping tool* digunakan sebagai alat untuk memasang kabel UTP ke konektor RJ-45.
9. 1 (satu) *cable tester* untuk menguji hasil pemasangan konektor RJ-45 pada kabel UTP.

Sedangkan perangkat lunak yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Proxmox VE version 5.2.*
2. *CentOS 7 (1804).*
3. *Images Container Template CentOS 7.*
4. *Putty.*
5. *Browser Chrome.*

4.4 Tahap Simulation Prototyping

Tahap *simulation prototyping* dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu instalasi dan konfigurasi, serta ujicoba. Bagian konfigurasi dilakukan di masing-masing perangkat yang terlibat pada rancangan jaringan ujicoba meliputi 4 (empat) *server PVE,* 1 (satu) *server NAS,* 1 (satu) *router MikroTik Gateway* dan 15 (lima belas) *client* di LAN Lab DKV serta 1 (satu) *client Internet*.

Pada server NAS dilakukan instalasi *Linux CentOS 7* dan konfigurasi pengalamatan IP pada 2 (dua) interface jaringan baik yang terhubung ke *subnet server storage* maupun *router gateway*. Selain itu juga dilakukan instalasi dan konfigurasi NFS serta *local repository* berbasis FTP. Sedangkan pada 4 (empat) *server PVE* dilakukan instalasi *Proxmox VE* versi *5.2* dan lima konfigurasi meliputi pengalamatan IP pada *interface vmbr0* dan *vmbr1*, pengaksesan *server storage* melalui NFS dan pembuatan *cluster proxmox* serta menggabungkan (*join*) setiap *server PVE* ke *cluster*. Sebaliknya pada setiap PC di ruang laboratorium DKV dilakukan konfigurasi pengaturan pengalamatan IP secara dinamis atau sebagai *DHCP Client* pada *interface* jaringan *Ethernet0.* Begitu pula pada *PC Client Internet* dilakukan pengaturan pengalamatan IP dan parameter TCP/IP lainnya secara manual atau statik agar dapat terkoneksi ke *Internet*.

Pada *Mikrotik Routerboard RB951ui-2hnd* yang difungsikan sebagai *gateway* yaitu pengaturan *hostname*, pengalamatan IP pada *interface ether1, ether2, ether3,* dan *ether4, DNS, default route, Network Address Translation (NAT)* untuk berbagi pakai koneksi Internet serta *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* untuk pengalokasian pengalamatan IP secara dinamis bagi *client* di LAN Lab DKV.

Ujicoba dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu verifikasi konfigurasi dan ujicoba berbasis skenario. Verifikasi konfigurasi dilakukan pada setiap perangkat meliputi *Server NAS, 4 (empat) Server Proxmox VE, Mikrotik RB951ui-2hnd* yang difungsikan sebagai *router gateway* dan *PC Client Lab DKV* serta *PC Client Internet*.

Terdapat 7 (tujuh) verifikasi konfigurasi yang dilakukan pada *server NAS* meliputi verifikasi koneksi *server PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, mikrotik* dan *Internet* serta *file system* yang di *export* ke pengguna *remote* melalui NFS. Sedangkan pada ke empat *server PVE* dilakukan 6 (enam) verifikasi konfigurasi meliputi verifikasi koneksi ke *server NAS,* antar *server PVE, router gateway* dan *Internet*. Sebaliknya pada *router mikrotik gateway* terdapat 7 (tujuh) verifikasi

konfigurasi yang dilakukan meliputi verifikasi koneksi ke *server* PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, NAS, dan salah satu komputer *client* di Lab DKV serta *Internet*.

Verifikasi konfigurasi yang dilakukan di *PC Client Laboratorium DKV* terdiri dari 6 (enam) bagian meliputi verifikasi koneksi ke *router mikrotik gateway*, server PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, dan *Internet*. Sedangkan di *PC Client Internet* terdapat 2 (dua) verifikasi konfigurasi yang dilakukan yaitu verifikasi koneksi ke *router mikrotik gateway* dan *Internet*.

Adapun skenario ujicoba yang dilakukan terdiri dari 10 (sepuluh) bagian meliputi:

a) Pembuatan *Local Repository CentOS 7* pada *Server NAS*.
b) Pengunggahan *file template Container CentOS 7* ke *Proxmox VE (PVE) Cluster*.
c) Pembuatan *Linux Container (LXC)* pada server PVE1, PVE2 dan PVE3.
d) Pembuatan *user* bagi mahasiswa pada *PVE Cluster*.
e) Pengaturan ijin akses (*permission*) dari setiap *user* pada *PVE Cluster*.
f) Pengaksesan LXC dari VNC oleh user biasa.
g) Pengaksesan LXC melalui SSH.
h) Konfigurasi LXC sebagai Server Intranet.
i) *Live Migration LXC*.
j) *Port forwarding* pada *router gateway*.

.

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

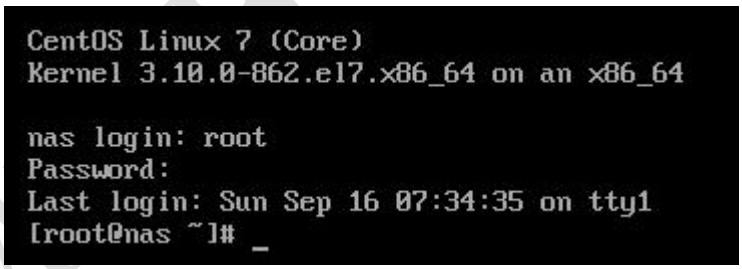
Bab ini memuat pembahasan hasil instalasi dan konfigurasi, ujicoba pada setiap perangkat yang terlibat berdasarkan rancangan jaringan ujicoba, analisa terhadap hasil ujicoba yang telah dilakukan, serta luaran yang dicapai.

5.1 Hasil Instalasi dan Konfigurasi

Instalasi dan konfigurasi dilakukan pada 1 (satu) *server* yang difungsikan sebagai *Network Attached Storage (NAS)* berbasis *Network File System (NFS)*, 4 (empat) *server Proxmox VE*, 1 (satu) *Mikrotik Router* yang difungsikan sebagai *gateway*, dan 15 (lima belas) *PC Client* di ruang laboratorium DKV serta 1 (satu) *Client Internet*.

5.1.1 Hasil Instalasi dan Konfigurasi pada Server NAS

Pada server yang difungsikan sebagai NAS dilakukan instalasi *Linux CentOS 7* menggunakan *DVD ISO images minimal* dengan hasil akhir seperti terlihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Hasil Instalasi Linux CentOS 7 pada Server NAS

Ketika proses instalasi *Linux CentOS 7* berlangsung, terdapat konfigurasi *hostname* dan pengalamatan IP pada *interface ens33* yang dilakukan. Hasil konfigurasi *hostname* menggunakan "*nas.stmikbumigora.local*" terlihat seperti gambar 5.2.

```
[root@nas ~]# hostname
nas.stmikbumigora.local
```

Gambar 5.2 Hasil Konfigurasi Hostname

Sedangkan hasil konfigurasi pengalamatan IP dari *interface ens33* yang menghubungkan ke *LAN Server Storage* menggunakan alamat *192.168.0.133/25*, seperti terlihat pada gambar 5.3.

```
[root@nas ~]# ip address show dev ens33
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP g
roup default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:fa:6d:38 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.133/25 brd 192.168.0.255 scope global noprefixroute ens33
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::1550:166e:7595:373f/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.3 Hasil Konfigurasi IP pada Interface ens33

Terdapat 4 (empat) konfigurasi yang dilakukan pasca instalasi *Linux CentOS 7* yaitu pengaturan pengalamatan IP pada *interface ens34*, *default gateway* dan *DNS Client* serta *NFS Server*. Hasil dari konfigurasi *interface ens34* yang menghubungkan ke *LAN Server Proxmox* menggunakan *192.168.2.2/30*, seperti terlihat pada gambar 5.4.

```
[root@nas ~]# ip address show dev ens34
3: ens34: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP g
roup default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:fa:6d:42 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.2.2/30 brd 192.168.2.3 scope global noprefixroute ens34
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::590:5cb8:fecc:287a/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.4 Hasil Konfigurasi IP pada Interface ens34

Hasil konfigurasi pengaturan *default gateway* menggunakan *192.168.2.1* untuk menjembatani koneksi *server NAS* ke *Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.5.

```
[root@nas ~]# ip route
default via 192.168.2.1 dev ens34 proto static metric 101
192.168.0.128/25 dev ens33 proto kernel scope link src 192.168.0.133 metric 100
192.168.2.0/30 dev ens34 proto kernel scope link src 192.168.2.2 metric 101
```

Gambar 5.5 Hasil Konfigurasi Default Gateway

Sedangkan hasil konfigurasi *DNS Client* untuk mengarahkan permintaan pemetaan nama domain ke alamat IP agar menuju ke *Server DNS* dengan alamat IP *192.168.2.1* dan pengaturan agar menggunakan nama domain "*stmikbumigora.local*", terlihat seperti gambar 5.6.

```
[root@nas ~]# cat /etc/resolv.conf
# Generated by NetworkManager
search stmikbumigora.local
nameserver 192.168.2.1
```

Gambar 5.6 Hasil Konfigurasi DNS Client

Instalasi dan konfigurasi NFS pada *Server NAS* terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu instalasi paket *nfs*, mengaktifkan dan menjalankan *service nfs-server*, pembuatan

direktori */mnt/nfs4proxmox* yang dibagi pakai (*shared directory*) dan konfigurasi *exports* dengan mengubah file */etc/exports*. Hasil pengaktifan dan status dari *service nfs-server* yang telah dijalankan, seperti terlihat pada gambar 5.7.

```
[root@nas ~]# systemctl is-enabled nfs-server
enabled
[root@nas ~]# systemctl status nfs-server
● nfs-server.service - NFS server and services
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nfs-server.service; enabled; vendor p
reset: disabled)
  Drop-In: /run/systemd/generator/nfs-server.service.d
           └─order-with-mounts.conf
   Active: active (exited) since Tue 2018-09-18 20:41:41 WITA; 24min ago
  Process: 904 ExecStart=/usr/sbin/rpc.nfsd $RPCNFSDARGS (code=exited, status=0/
SUCCESS)
  Process: 900 ExecStartPre=/bin/sh -c /bin/kill -HUP `cat /run/gssproxy.pid` (c
ode=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 898 ExecStartPre=/usr/sbin/exportfs -r (code=exited, status=0/SUCCESS
)
 Main PID: 904 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   CGroup: /system.slice/nfs-server.service

Sep 18 20:41:41 nas.stmikbumigora.local systemd[1]: Starting NFS server and s...
Sep 18 20:41:41 nas.stmikbumigora.local systemd[1]: Started NFS server and se...
Hint: Some lines were ellipsized, use -l to show in full.
```

Gambar 5.7 Hasil Pengaktifan dan Status Service nfs-server

Struktur isian dari file */etc/exports* adalah *export host(options)*. Hasil dari konfigurasi *exports*, seperti terlihat pada gambar 5.8.

```
[root@nas ~]# cat /etc/exports
/mnt/nfs4proxmox        192.168.0.129(rw,sync,no_root_squash)
/mnt/nfs4proxmox        192.168.0.130(rw,sync,no_root_squash)
/mnt/nfs4proxmox        192.168.0.131(rw,sync,no_root_squash)
/mnt/nfs4proxmox        192.168.0.132(rw,sync,no_root_squash)
```

Gambar 5.8 Hasil Konfigurasi /etc/exports

Variable export digunakan untuk menentukan direktori yang dibagi pakai ke *NFS Client* yaitu */mnt/nfs4proxmox*. *Variable host* digunakan mengatur agar keseluruhan alamat IP dari *Server Proxmox VE* yang bertindak sebagai *NFS Client* dapat mengakses direktori tersebut yaitu 192.168.0.129 (*server pve1*), 192.168.0.130 (*server pve2*), 192.168.0.131 (*server pve3*), 192.168.0.132 (*server pve4*). Sedangkan *options* meliputi *rw* digunakan agar mengijinkan operasi *read (r)* dan *write (w)* pada *shared directory*, *sync* digunakan agar membalas permintaan NFS hanya setelah seluruh data tersimpan ke *disk* dan *no_root_squash* digunakan agar *user root* pada *NFS Client* mempunyai level dan ijin akses yang sama dengan *root* pada *NFS Server* yang melakukan *shared directory*.

5.1.2 Hasil Instalasi dan Konfigurasi Server Proxmox VE 1 (PVE1)

Pada *server PVE1* dilakukan instalasi *Proxmox Virtual Environment (VE)* versi 5.2 dengan hasil seperti terlihat pada gambar 5.9.

Gambar 5.9 Hasil Instalasi Proxmox VE pada Server PVE1

Terdapat 5 (lima) tahap konfigurasi yang dilakukan meliputi pengalamatan IP pada *interface vmbr0* dan *vmbr1*, pengaksesan *server storage* melalui *NFS* dan pembuatan *cluster proxmox* serta menggabungkan (*join*) *server PVE1* ke *cluster*.

Konfigurasi pengalamatan IP dilakukan pada dua *interface* jaringan yaitu **vmbr0** dan **vmbr1**. Hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr0* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server proxmox*, seperti terlihat pada gambar 5.10 berikut:

```
root@pve1:~# ip address show dev vmbr0
6: vmbr0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:fe:c4:7c brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.1/25 brd 192.168.0.127 scope global vmbr0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fefe:c47c/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.10 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr0

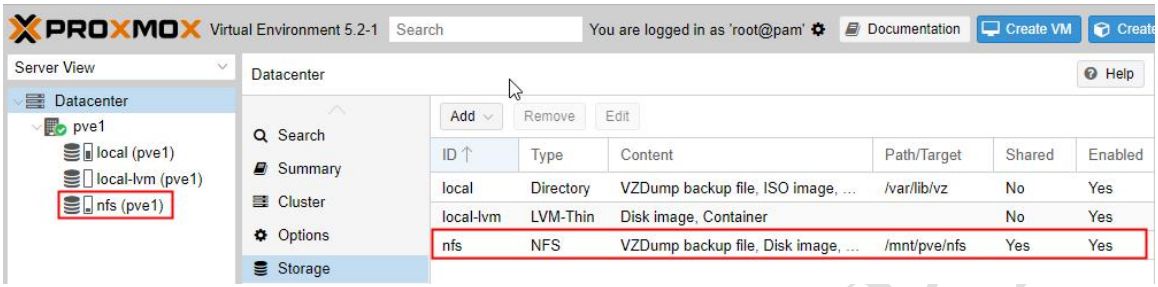
Terlihat *interface vmbr0* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.1/25. Sedangkan hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr1* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server storage*, seperti terlihat pada gambar 5.11 berikut:

```
root@pve1:~# ip address show dev vmbr1
7: vmbr1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:fe:c4:86 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.129/25 brd 192.168.0.255 scope global vmbr1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fefe:c486/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.11 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr1

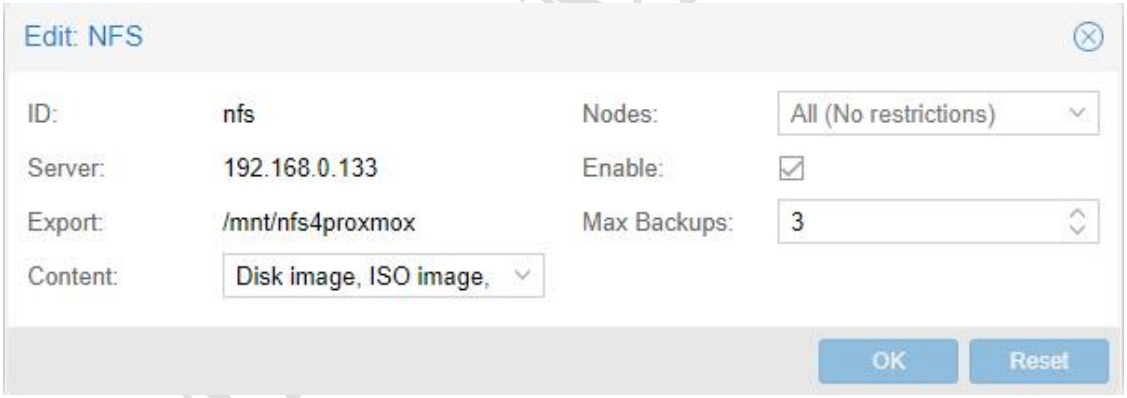
Terlihat *interface vmbr1* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.129/25.

Hasil konfigurasi pada *server PVE1* yang bertindak sebagai *NFS Client* agar dapat mengakses *storage* pada *NFS Server*, seperti terlihat pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Hasil Konfigurasi NFS Storage pada Server PVE1

Penambahan *NFS storage* ini dilakukan melalui antarmuka *Proxmox VE* berbasis web dari *server PVE1* yang dapat diakses melalui alamat https://192.168.0.1:8006. Terdapat 5 (lima) parameter yang dikonfigurasi pada kotak dialog *Add: NFS* ketika menambahkan *NFS Storage*, seperti terlihat pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Konfigurasi Penambahan NFS Storage pada Server PVE1

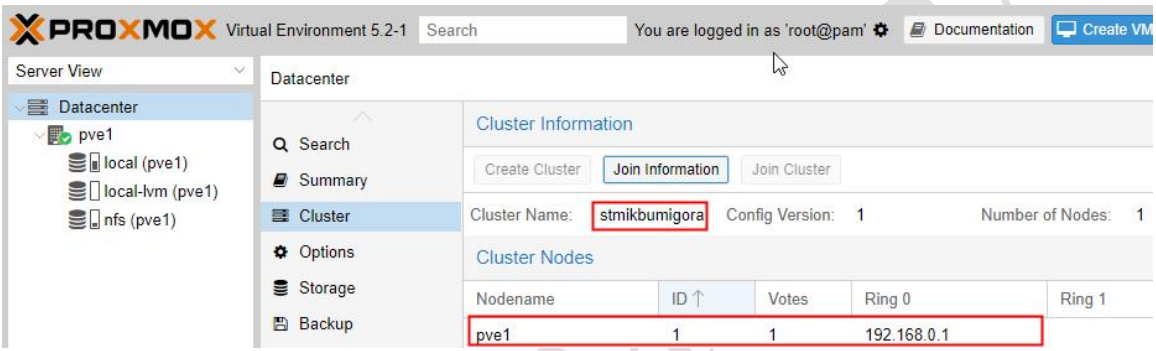
Adapun maksud dari setiap parameter pada kotak dialog tersebut adalah sebagai berikut:

1. **ID:** digunakan untuk menentukan *Storage Identifier*, yaitu "*nfs*".
2. **Server:** digunakan untuk menentukan alamat *Internet Protocol (IP)* atau nama *Domain Name System (DNS)* dari *Server NFS* yaitu 192.168.0.133.
3. **Export:** digunakan untuk menentukan *NFS export path* pada *Server NFS* yaitu */mnt/nfs-vol*.

4. **Content:** digunakan untuk menentukan jenis konten yang disimpan di *NFS storage* yaitu *Disk image, ISO image, Container template, VZdump backup file,* dan *Container*.

5. **Max Backups:** digunakan untuk menentukan jumlah maksimum *backup* untuk setiap *virtual machine* yaitu 3.

Hasil dari pembuatan *cluster proxmox* dengan nama "*stmikbumigora*" dan penggabungan (*join*) *server PVE1* ke *cluster*, seperti terlihat pada gambar 5.14.

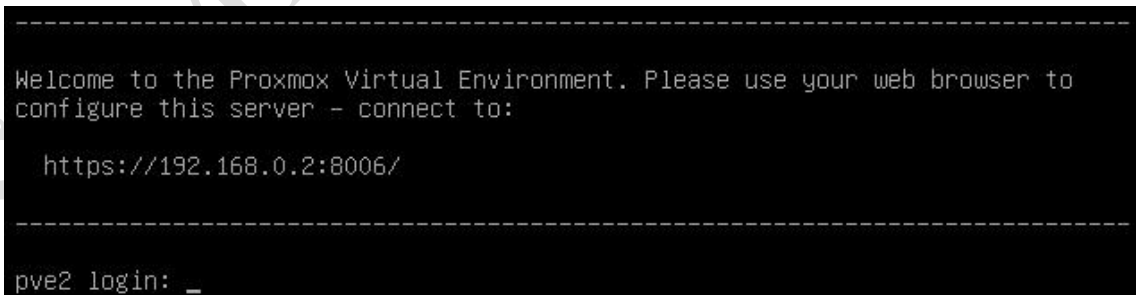


Gambar 5.14 Hasil Konfigurasi Cluster dan Join node PVE1

Terlihat *server* atau *node pve1* dengan alamat IP 192.168.0.1 telah menjadi *cluster node* dari *cluster* "*stmikbumigora*".

5.1.3 Hasil Instalasi dan Konfigurasi Server Proxmox VE 2 (PVE2)

Pada *server PVE2* dilakukan instalasi *Proxmox Virtual Environment (VE)* versi 5.2 dengan hasil seperti terlihat pada gambar 5.15.



Gambar 5.15 Hasil Instalasi Proxmox VE pada Server PVE2

Terdapat 3 (tiga) tahap konfigurasi yang dilakukan meliputi pengalamatan IP pada *interface vmbr0* dan *vmbr1* serta menggabungkan (*join*) *server PVE2* ke *cluster*.

Konfigurasi pengalamatan IP dilakukan pada dua *interface* jaringan yaitu **vmbr0** dan **vmbr1**. Hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr0* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server proxmox*, seperti terlihat pada gambar 5.16 berikut:

```
root@pve2:~# ip address show dev vmbr0
6: vmbr0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:0f:19:6e brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.2/25 brd 192.168.0.127 scope global vmbr0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe0f:196e/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.16 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr0 dari Server PVE2

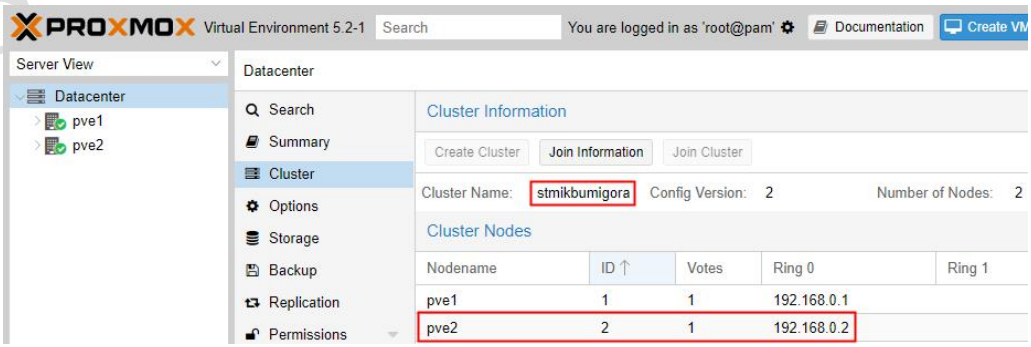
Terlihat *interface vmbr0* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.2/25. Sedangkan hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr1* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server storage*, seperti terlihat pada gambar 5.17 berikut:

```
root@pve2:~# ip address show dev vmbr1
7: vmbr1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:0f:19:78 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.130/25 brd 192.168.0.255 scope global vmbr1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe0f:1978/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.17 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr1 dari Server PVE2

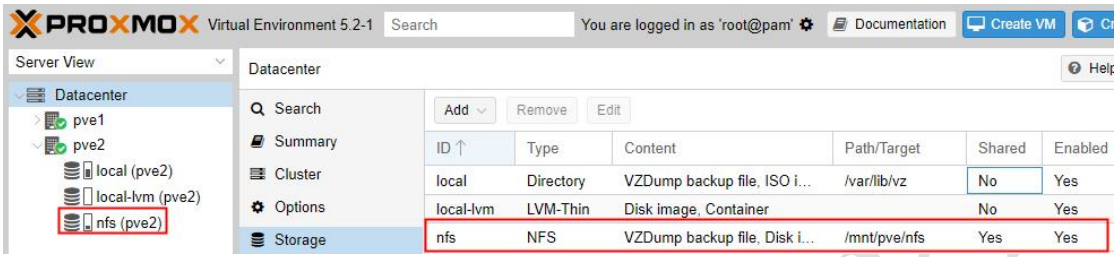
Terlihat *interface vmbr1* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.130/25.

Penggabungan (*join*) *server PVE2* ke *cluster proxmox* dilakukan melalui antarmuka *Proxmox VE* berbasis web dari *server PVE2* yang dapat diakses melalui alamat https://192.168.0.2:8006. Hasil penggabungan seperti terlihat pada gambar 5.18.



Gambar 5.18 Hasil Konfigurasi Cluster dan Join node PVE2

Terlihat *server* atau *node pve2* dengan alamat IP 192.168.0.2 telah menjadi *cluster node* dari *cluster* "*stmikbumigora*". Operasi *join node pve2* ke *cluster* secara otomatis membuat *shared directory NFS storage* pada *server NAS* 192.168.0.133 dapat terakses dari *server PVE2*, seperti terlihat pada gambar 5.19.

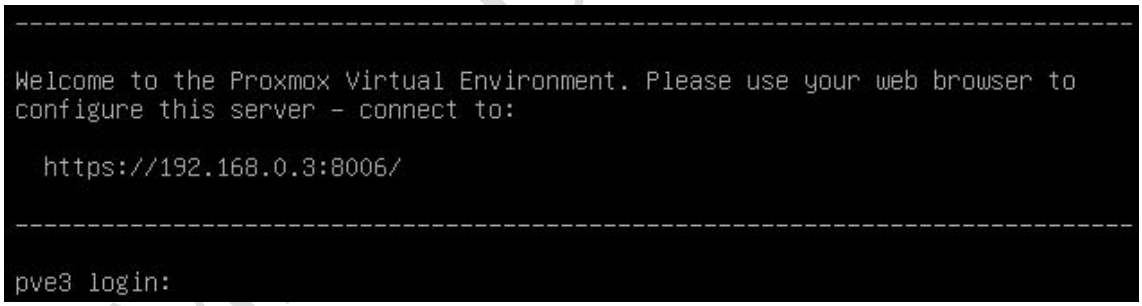


Gambar 5.19 Pengaksesan NFS Storage pada Server PVE2

Terlihat terdapat *storage identifier* dengan nama "*nfs*" dengan jenis "*NFS*" dan *path/target* "*/mnt/pve/nfs"*.

5.1.4 Hasil Instalasi dan Konfigurasi Server Proxmox VE 3 (PVE3)

Pada *server PVE3* dilakukan instalasi *Proxmox Virtual Environment (VE)* versi 5.2 dengan hasil seperti terlihat pada gambar 5.20.



Gambar 5.20 Hasil Instalasi Proxmox VE pada Server PVE3

Terdapat 3 (tiga) tahap konfigurasi yang dilakukan meliputi pengalamatan IP pada *interface vmbr0* dan *vmbr1* serta menggabungkan (*join*) *server PVE3* ke *cluster*.

Konfigurasi pengalamatan IP dilakukan pada dua *interface* jaringan yaitu **vmbr0** dan **vmbr1**. Hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr0* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server proxmox*, seperti terlihat pada gambar 5.21 berikut:

```
root@pve3:~# ip address show dev vmbr0
4: vmbr0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:77:bd:23 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.3/25 brd 192.168.0.127 scope global vmbr0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe77:bd23/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.21 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr0 dari Server PVE3

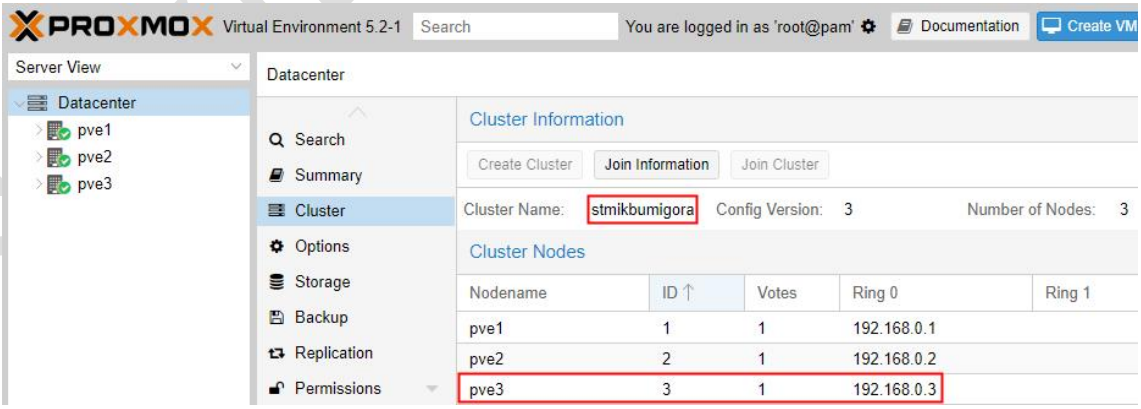
Terlihat *interface vmbr0* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.3/25. Sedangkan hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr1* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server storage*, seperti terlihat pada gambar 5.22 berikut:

```
root@pve3:~# ip address show dev vmbr1
5: vmbr1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:77:bd:2d brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.131/29 brd 192.168.0.135 scope global vmbr1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe77:bd2d/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.22 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr1 dari Server PVE3

Terlihat *interface vmbr1* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.131/25.

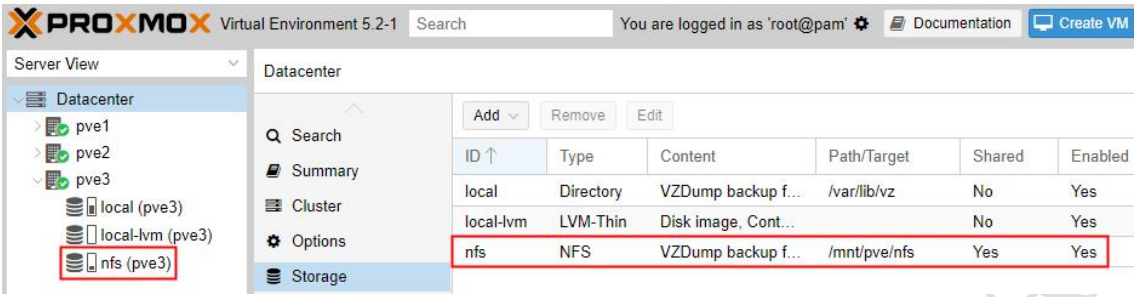
Penggabungan (*join*) *server PVE3* ke *cluster proxmox* dilakukan melalui antarmuka *Proxmox VE* berbasis web dari *server PVE3* yang dapat diakses melalui alamat https://192.168.0.3:8006. Hasil penggabungan seperti terlihat pada gambar 5.23.



Gambar 5.23 Hasil Konfigurasi Cluster dan Join node PVE3

Terlihat *server* atau *node pve3* dengan alamat IP 192.168.0.3 telah menjadi *cluster node* dari *cluster* "*stmikbumigora*". Operasi *join node pve3* ke *cluster* secara otomatis

membuat *shared directory NFS storage* pada *server NAS* 192.168.0.133 dapat terakses dari *server PVE3*, seperti terlihat pada gambar 5.24.

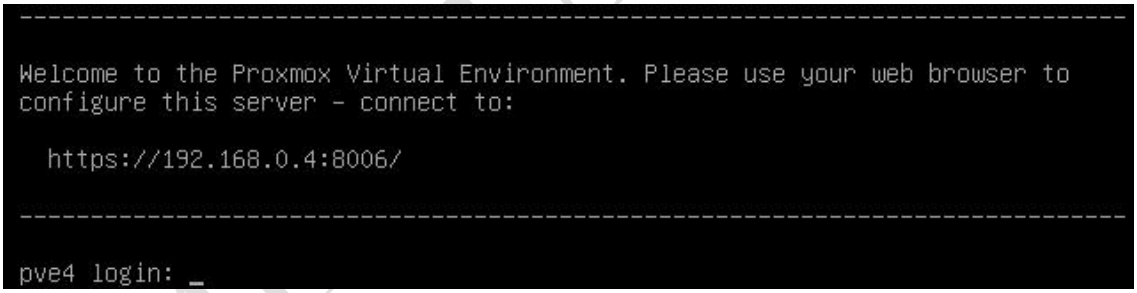


Gambar 5.24 Pengaksesan NFS Storage pada Server PVE3

Terlihat terdapat *storage identifier* dengan nama "*nfs*" dengan jenis "*NFS*" dan *path/target* "*/mnt/pve/nfs"*.

5.1.5 Hasil Instalasi dan Konfigurasi Server Proxmox VE 4 (PVE4)

Pada *server PVE4* dilakukan instalasi *Proxmox Virtual Environment (VE)* versi 5.2 dengan hasil seperti terlihat pada gambar 5.25.



Gambar 5.25 Hasil Instalasi Proxmox VE pada Server PVE4

Terdapat 3 (tiga) tahap konfigurasi yang dilakukan meliputi pengalamatan IP pada *interface vmbr0* dan *vmbr1* serta menggabungkan (*join*) *server PVE4* ke *cluster*.

Konfigurasi pengalamatan IP dilakukan pada dua *interface* jaringan yaitu **vmbr0** dan **vmbr1**. Hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr0* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server proxmox*, seperti terlihat pada gambar 5.26 berikut:

```
root@pve4:~# ip address show dev vmbr0
5: vmbr0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:54:a2:99 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.4/25 brd 192.168.0.127 scope global vmbr0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe54:a299/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.26 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr0 dari Server PVE4

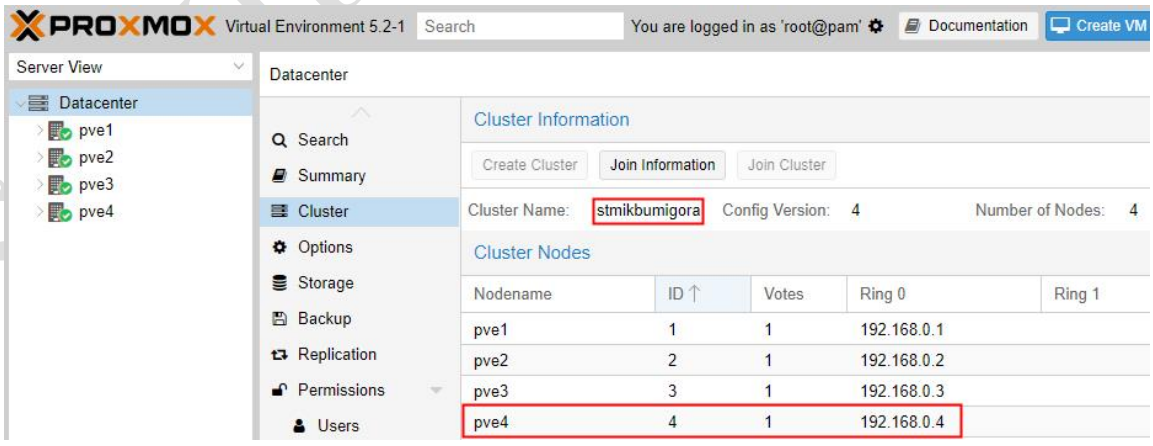
Terlihat *interface vmbr0* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.4/25. Sedangkan hasil dari pengaturan pengalamatan IP pada *interface vmbr1* yang digunakan untuk menghubungkan ke *subnet server storage*, seperti terlihat pada gambar 5.27 berikut:

```
root@pve4:~# ip address show dev vmbr1
6: vmbr1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP grou
p default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:54:a2:a3 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.132/25 brd 192.168.0.255 scope global vmbr1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe54:a2a3/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Gambar 5.27 Hasil Konfigurasi IP pada Interface vmbr1 dari Server PVE4

Terlihat *interface vmbr1* telah menggunakan alamat IP 192.168.0.132/25.

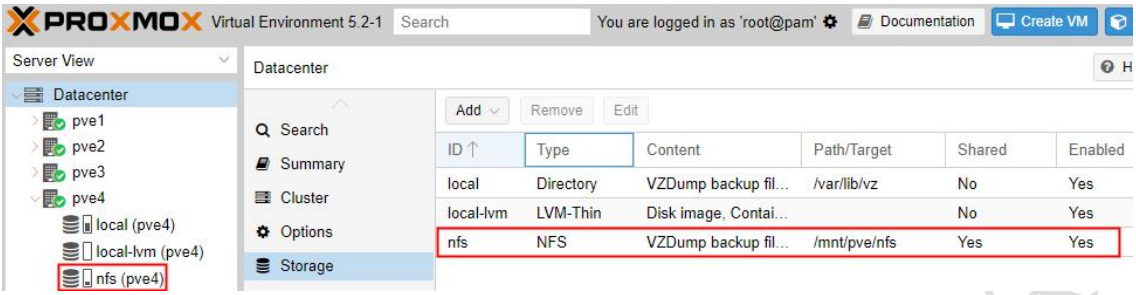
Penggabungan (*join*) *server PVE4* ke *cluster proxmox* dilakukan melalui antarmuka *Proxmox VE* berbasis web dari *server PVE4* yang dapat diakses melalui alamat https://192.168.0.4:8006. Hasil penggabungan seperti terlihat pada gambar 5.28.



Gambar 5.28 Hasil Konfigurasi Cluster dan Join node PVE4

Terlihat *server* atau *node pve4* dengan alamat IP 192.168.0.4 telah menjadi *cluster node* dari *cluster* "*stmikbumigora*". Operasi *join node pve4* ke *cluster* secara otomatis

membuat *shared directory NFS storage* pada *server NAS* 192.168.0.133 dapat terakses dari *server PVE4*, seperti terlihat pada gambar 5.29.



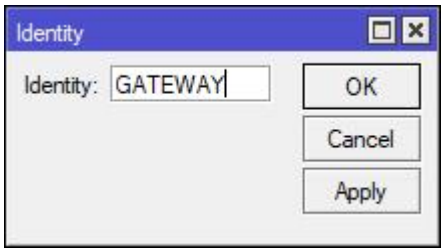
Gambar 5.29 Pengaksesan NFS Storage pada Server PVE4

Terlihat terdapat *storage identifier* dengan nama "*nfs*" dengan jenis "*NFS*" dan *path/target* "*/mnt/pve/nfs"*.

5.1.6 Hasil Konfigurasi Mikrotik Router Gateway

Terdapat 9 (sembilan) konfigurasi yang dilakukan pada *Mikrotik Routerboard RB951ui-2hnd* yang difungsikan sebagai *gateway* yaitu pengaturan *hostname*, pengalamatan IP pada *interface ether1*, *ether2*, *ether3*, dan *ether4*, *DNS*, *default route*, *Network Address Translation (NAT)* untuk berbagi pakai koneksi Internet serta *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* untuk pengalokasian pengalamatan IP secara dinamis bagi client di LAN Lab DKV.

Hostname dari *router Mikrotik* diatur agar menggunakan nama "*GATEWAY*". Hasil dari pengaturan *hostname*, seperti terlihat pada gambar 5.30.

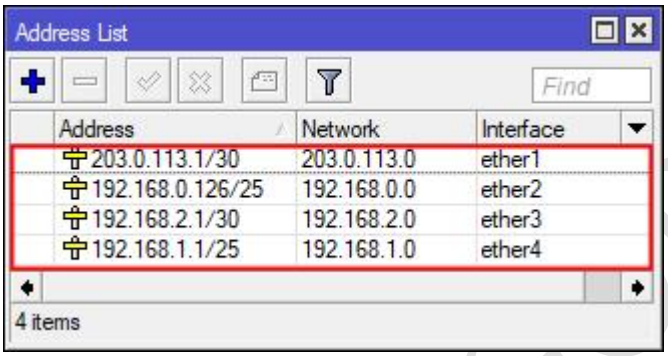


Gambar 5.30 Hasil Konfigurasi Hostname pada Mikrotik

Terlihat *router Mikrotik* dengan menggunakan *hostname* sesuai dengan yang ditentukan.

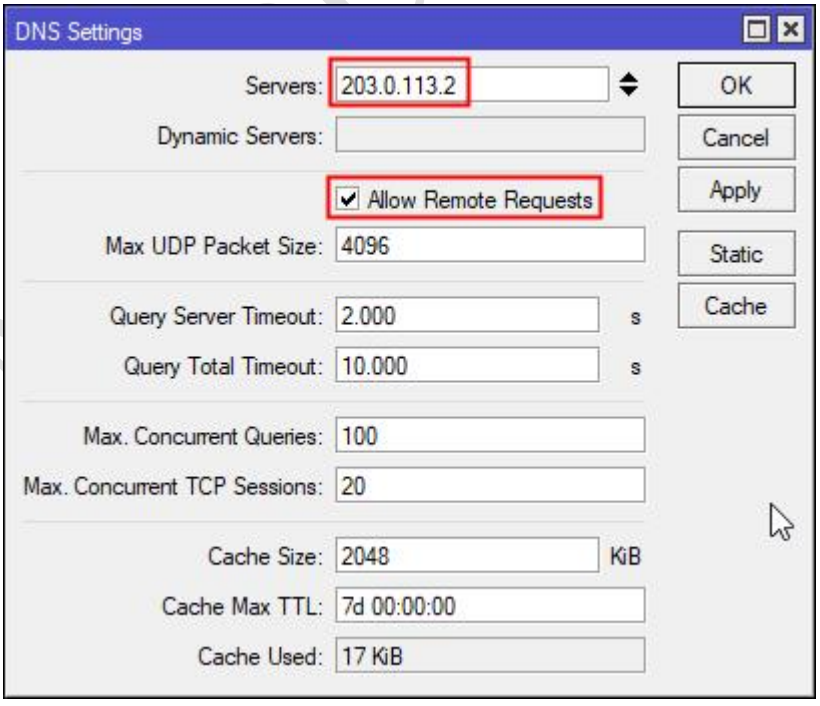
Pengaturan pengalamatan IP dilakukan pada 4 (empat) *interface* dari router Mikrotik yaitu *ether1* menggunakan 203.0.113.1/30 untuk koneksi ke *Internet Service*

Provider (ISP), *ether2* menggunakan 192.168.0.126/30 untuk koneksi ke *LAN Server Proxmox* dan *ether3* menggunakan 192.168.2.1/30 untuk koneksi ke *Server NAS* serta *ether4* menggunakan 192.168.1.1/25 untuk koneksi ke *LAN Laboratorium Desain Komunikasi Visual (DKV)*. Hasil dari konfigurasi pengalamatan IP pada setiap *interface* tersebut, seperti terlihat pada gambar 5.31.



Gambar 5.31 Hasil Konfigurasi IP pada Interface Router Mikrotik

Pengaturan DNS dilakukan agar *router Mikrotik* dapat mengakses layanan di Internet menggunakan nama domain dan memfungsikan router sebagai *Server DNS* untuk jaringan lokal. Hasil pengaturan DNS, seperti terlihat pada gambar 5.32.

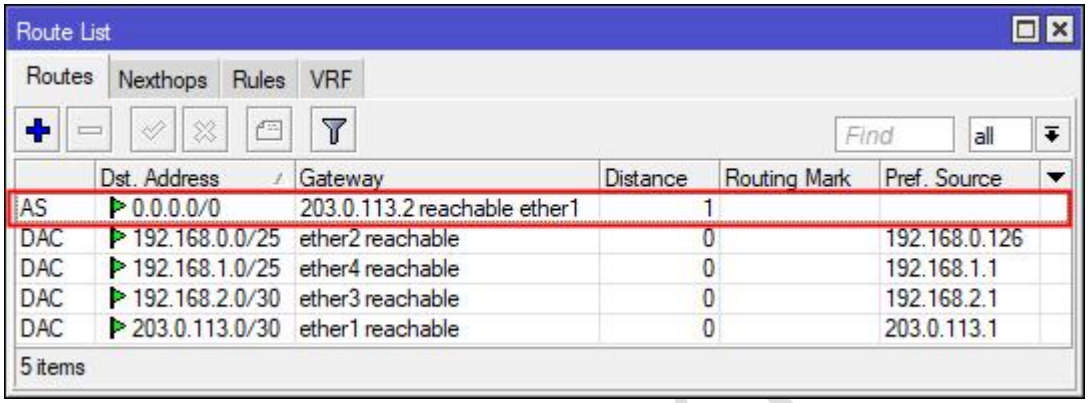


Gambar 5.32 Hasil Konfigurasi DNS pada Router Mikrotik

Terlihat alamat IP 203.0.113.2 digunakan sebagai alamat IP dari Server DNS yang merupakan alamat IP dari ISP. Sedangkan parameter *Allow Remote Request* diaktifkan

agar router Mikrotik memproses *query DNS* yang dikirimkan dari *host-host* di jaringan lokal baik *Server proxmox, Server NAS* maupun *client* di LAN Lab DKV.

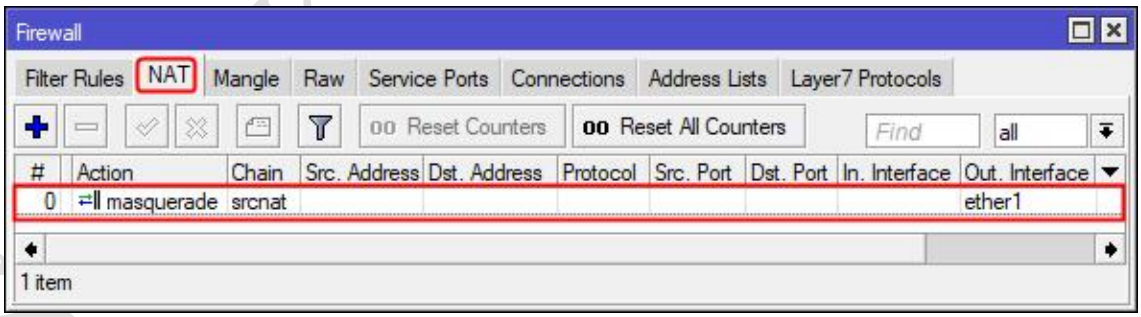
Hasil dari pengaturan *default route* agar router Mikrotik dapat merutekan paket data ke Internet melalui ISP, seperti terlihat pada gambar 5.33.



Gambar 5.33 Hasil Konfigurasi Default Route pada Router Mikrotik

Terlihat alamat IP *gateway* dari *default route* yang digunakan adalah 203.0.113.2 yang merupakan alamat IP dari *router ISP*.

Pengaturan NAT dilakukan pada *router Mikrotik* agar dapat berbagi pakai koneksi Internet ke *server* dan *client* di jaringan lokal. Hasil konfigurasi NAT, seperti terlihat pada gambar 5.34.

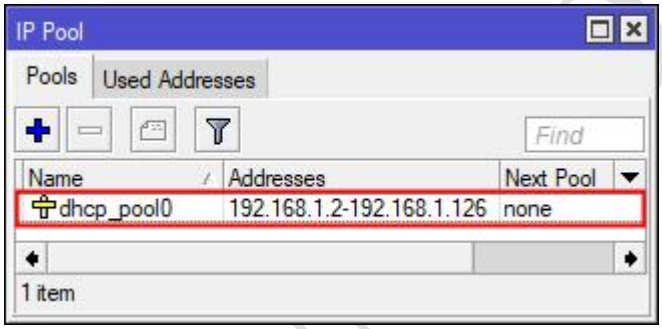


Gambar 5.34 Hasil Konfigurasi NAT pada Router Mikrotik

Terlihat jenis *chain* dari konfigurasi NAT yang digunakan adalah *srcnat* yang merupakan *chain* untuk mentranslasi alamat IP sumber (*source*). Selanjutnya parameter *out interface* digunakan untuk menentukan *interface* pada *router Mikrotik* yang mengarah ke *Internet* atau yang memiliki alamat IP Publik yaitu *ether1*. Sedangkan parameter *Action* digunakan untuk menentukan aksi yang dilakukan pada paket sebelum diteruskan melalui *interface ether1* yaitu alamat IP sumber dari paket akan

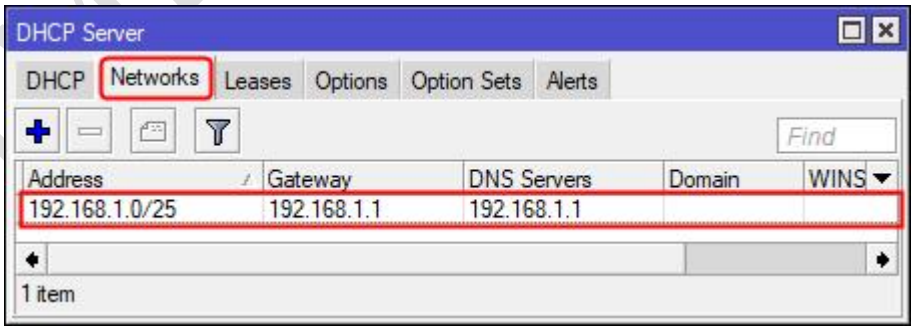
ditranslasi agar menggunakan alamat IP publik yang dimiliki oleh *interface ether1* dimana dalam hal ini adalah 203.0.113.1.

Pengaturan *Server DHCP* dilakukan pada *router Mikrotik* agar komputer client pada LAN Lab DKV memperoleh alokasi pengalamatan IP dan parameter *Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)* lainnya secara dinamis. Terdapat 3 (tiga) bagian yang terlibat ketika memfungsikan router Mikrotik sebagai *Server DHCP* yaitu *IP Pool*, *IP DHCP-Server Network* dan *IP DHCP-Server*. Hasil dari konfigurasi *IP Pool* yang berfungsi untuk menentukan rentang alamat IP yang disewakan ke DHCP client, seperti terlihat pada gambar 5.35.



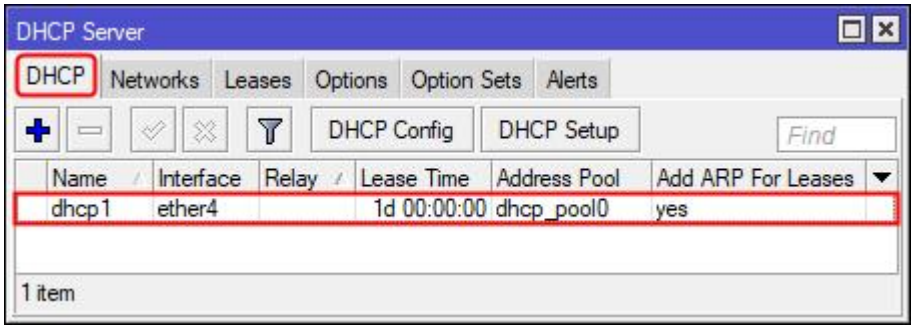
Gambar 5.35 Hasil Konfigurasi IP Pool pada router Mikrotik

Terlihat telah terbentuk *pool* dengan nama "*dhcp_pool0*" dengan rentang IP yang disewakan yaitu 192.168.1.2 sampai dengan 192.168.1.126. Selanjutnya hasil dari konfigurasi *IP DHCP-Server Network* yang digunakan untuk menentukan parameter TCP/IP yang didistribusikan ke DHCP Client, seperti terlihat pada gambar 5.36.



Gambar 5.36 Hasil Konfigurasi IP DHCP-Server Network pada router Mikrotik

Terlihat parameter TCP/IP yang akan diperoleh DHCP Client dari Server DHCP berupa alamat IP yang berfungsi sebagai *default gateway* dan *Server DNS* yaitu 192.168.1.1. Sedangkan hasil dari konfigurasi IP DHCP-Server, seperti terlihat pada gambar 5.37.

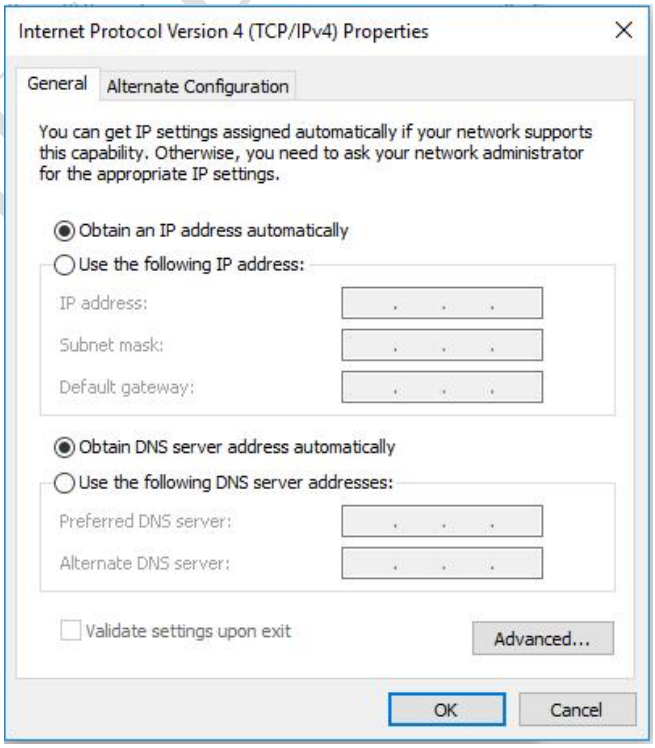


Gambar 5.37 Hasil Konfigurasi IP DHCP-Server pada router Mikrotik

Terlihat telah terbentuk *IP DHCP-Server* dengan nama "*dhcp1*" yang menggunakan *pool* "*dhcp-pool0*" sebagai rentang alamat IP yang dialokasikan ke *DHCP Client* dan diterapkan pada *interface ether4*. *Ether4* merupakan interface yang mengarah ke LAN Lab DKV. Selain itu juga terlihat pengaturan *lease time* yang berfungsi agar masa sewa alamat IP ke *DHCP Client* hanya selama 1 (satu) hari.

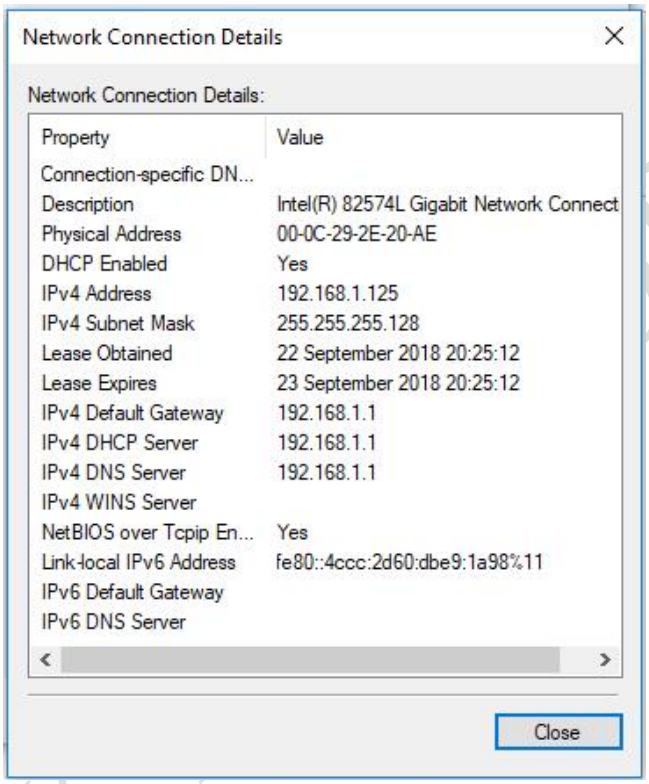
5.1.7 Hasil Konfigurasi PC Laboratorium DKV

Konfigurasi yang dilakukan pada setiap PC di ruang laboratorium DKV adalah pengaturan pengalamatan IP secara dinamis atau sebagai *DHCP Client* pada interface jaringan *Ethernet0*. Hasil pengaturan interface Ethernet0 sebagai DHCP Client, seperti terlihat pada gambar 5.38.



Gambar 5.38 Hasil Konfigurasi DHCP Client pada PC Lab DKV

Terlihat *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties* dari *interface Ethernet0* telah diatur menggunakan "*Obtain an IP address automatically*" dan "*Obtain DNS server address automatically*" agar memperoleh alokasi pengalamatan IP dan parameter TCP/IP lainnya dari *Server DHCP*. PC pada ruang Lab DKV yang telah memperoleh alokasi pengalamatan IP secara dinamis seperti terlihat pada gambar 5.39.

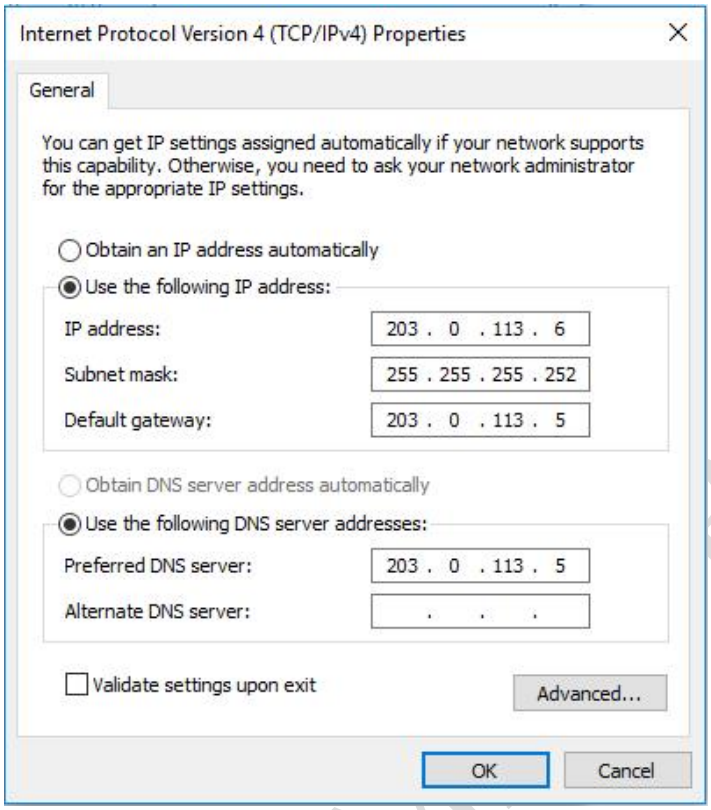


Gambar 5.39 Hasil Alokasi Pengalamatan IP secara dinamis pada PC Lab DKV

Terlihat parameter *DHCP Enabled* bernilai *Yes* pada *Network Connection Details* dari *interface Ethernet0* pada salah satu PC Lab DKV yang bermakna alokasi pengalamatan IP dilakukan secara dinamis atau sebagai *DHCP Client*. Selanjutnya terlihat pengalamatan IP yang diperoleh adalah 192.168.1.125 dengan *subnetmask* 255.255.255.128 dan *default gateway*, serta *server DNS* 192.168.1.1. Selain itu terlihat informasi alamat IP dari *DHCP Server* yang memberikan alokasi pengalamatan IP dan parameter TCP/IP lainnya ke PC Lab DKV yaitu 192.168.1.1.

5.1.8 Hasil Konfigurasi Client Internet

Konfigurasi yang dilakukan di Client Internet adalah pengaturan pengalamatan IP dan parameter TCP/IP lainnya agar dapat terkoneksi ke Internet. Hasil konfigurasi IP, seperti terlihat pada gambar 5.40.



Gambar 5.40 Hasil Konfigurasi IP pada Client Internet

Terlihat pengalamatan IP yang digunakan adalah 203.0.113.6 dengan *subnetmask* 255.255.255.252 dan *default gateway* serta *preffered DNS Server* 203.0.113.5.

5.2 Hasil Ujicoba

Ujicoba terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu verifikasi konfigurasi dan skenario.

5.2.1 Hasil Verifikasi Konfigurasi

Verifikasi konfigurasi dilakukan pada setiap perangkat meliputi *Server NAS, 4 (empat) Server Proxmox VE, Mikrotik RB951ui-2hnd* yang difungsikan sebagai *router gateway* dan *PC Client Lab DKV* serta *PC Client Internet*.

5.2.1.1 Hasil Verifikasi Konfigurasi Server NAS

Terdapat 7 (tujuh) verifikasi konfigurasi yang dilakukan pada *server NAS* meliputi verifikasi koneksi *server PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, mikrotik* dan *Internet* serta *file system* yang di *export* ke pengguna *remote* melalui NFS.

Hasil verifikasi koneksi dari *server NAS* ke *server PVE1* menggunakan perintah "*ping"*, seperti terlihat pada gambar 5.41.

```
[root@nas ~]# ping 192.168.0.129
PING 192.168.0.129 (192.168.0.129) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.688 ms
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.508 ms
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.517 ms
^C
--- 192.168.0.129 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.508/0.571/0.688/0.082 ms
```

Gambar 5.41 Hasil Verifikasi Koneksi Server NAS ke Server PVE1

Terlihat koneksi ke *server PVE1* dengan alamat IP 192.168.0.129 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server NAS* ke *server PVE2* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.42.

```
[root@nas ~]# ping 192.168.0.130
PING 192.168.0.130 (192.168.0.130) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.709 ms
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.54 ms
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.18 ms
^C
--- 192.168.0.130 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.709/1.144/1.541/0.340 ms
```

Gambar 5.42 Hasil Verifikasi Koneksi Server NAS ke Server PVE2

Terlihat koneksi ke *server PVE2* dengan alamat IP 192.168.0.130 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server NAS* ke *server PVE3* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.43.

```
[root@nas ~]# ping 192.168.0.131
PING 192.168.0.131 (192.168.0.131) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.542 ms
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.44 ms
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.552 ms
^C
--- 192.168.0.131 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.542/0.845/1.442/0.422 ms
```

Gambar 5.43 Hasil Verifikasi Koneksi Server NAS ke Server PVE3

Terlihat koneksi ke *server PVE3* dengan alamat IP 192.168.0.131 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server NAS* ke *server PVE4* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.44.

```
[root@nas ~]# ping 192.168.0.132
PING 192.168.0.132 (192.168.0.132) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.701 ms
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.24 ms
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.40 ms
^C
--- 192.168.0.132 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.701/1.118/1.404/0.301 ms
```

Gambar 5.44 Hasil Verifikasi Koneksi Server NAS ke Server PVE4

Terlihat koneksi ke *server PVE4* dengan alamat IP 192.168.0.132 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server NAS* ke *mikrotik* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.45.

```
[root@nas ~]# ping 192.168.2.1
PING 192.168.2.1 (192.168.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.2.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.20 ms
64 bytes from 192.168.2.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.496 ms
64 bytes from 192.168.2.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.554 ms
^C
--- 192.168.2.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.496/0.752/1.206/0.321 ms
```

Gambar 5.45 Hasil Verifikasi Koneksi Server NAS ke Mikrotik

Terlihat koneksi ke *Mikrotik* dengan alamat IP 192.168.2.1 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server NAS* ke salah satu *server Internet* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.46.

```
[root@nas ~]# ping stmikbumigora.ac.id
PING stmikbumigora.ac.id (139.99.2.228) 56(84) bytes of data.
64 bytes from sgx4-ssd.cloudhost.id (139.99.2.228): icmp_seq=1 ttl=126 time=159 ms
64 bytes from sgx4-ssd.cloudhost.id (139.99.2.228): icmp_seq=2 ttl=126 time=146 ms
64 bytes from sgx4-ssd.cloudhost.id (139.99.2.228): icmp_seq=3 ttl=126 time=190 ms
^C
--- stmikbumigora.ac.id ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 146.613/165.409/190.508/18.465 ms
```

Gambar 5.46 Hasil Verifikasi Koneksi Server NAS ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*stmikbumigora.ac.id*" berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi *file system* yang di *export* ke seluruh *server Proxmox VE* melalui NFS dengan menggunakan perintah "*exportfs -v*", seperti terlihat pada gambar 5.47.

```
[root@nas ~]# exportfs -v
/mnt/nfs4proxmox
                192.168.0.129(rw,sync,wdelay,hide,no_subtree_check,sec=sys,
secure,no_root_squash,no_all_squash)
/mnt/nfs4proxmox
                192.168.0.130(rw,sync,wdelay,hide,no_subtree_check,sec=sys,
secure,no_root_squash,no_all_squash)
/mnt/nfs4proxmox
                192.168.0.131(rw,sync,wdelay,hide,no_subtree_check,sec=sys,
secure,no_root_squash,no_all_squash)
/mnt/nfs4proxmox
                192.168.0.132(rw,sync,wdelay,hide,no_subtree_check,sec=sys,
secure,no_root_squash,no_all_squash)
```

Gambar 5.47 Hasil Verifikasi Export File System via NFS

Terlihat terdapat file system */mnt/nfs4proxmox* yang di *export* ke *server PVE1, PVE2, PVE3, PVE4* dengan alamat IP secara berturut-turut meliputi 192.168.0.129, 192.168.0.130, 192.168.0.131, 192.168.0.132.

5.2.1.2 Hasil Verifikasi Konfigurasi Server Proxmox VE 1 (PVE1)

Terdapat 6 (enam) verifikasi konfigurasi yang dilakukan pada *server PVE1* meliputi verifikasi koneksi ke *server NAS, PVE2, PVE3, PVE4, router gateway* dan *Internet*.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE1* ke *server NAS* menggunakan perintah "*ping"*, seperti terlihat pada gambar 5.48.

```
root@pve1:~# ping 192.168.0.133
PING 192.168.0.133 (192.168.0.133) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.794 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.932 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.28 ms
^C
--- 192.168.0.133 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.794/1.002/1.281/0.206 ms
```

Gambar 5.48 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE1 ke Server NAS

Terlihat koneksi ke *server NAS* dengan alamat IP 192.168.0.133 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE1* ke *server PVE2* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.49.

```
root@pve1:~# ping 192.168.0.2
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.392 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.06 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.64 ms
^C
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.392/1.033/1.642/0.511 ms

root@pve1:~# ping 192.168.0.130
PING 192.168.0.130 (192.168.0.130) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.945 ms
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.98 ms
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.35 ms
^C
--- 192.168.0.130 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.945/1.429/1.988/0.429 ms
```

Gambar 5.49 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE1 ke Server PVE2

Terlihat koneksi ke *server PVE2* dengan alamat IP 192.168.0.2 dan 192.168.0.130 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE1* ke *server PVE3* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.50.

```
root@pve1:~# ping 192.168.0.3
PING 192.168.0.3 (192.168.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.31 ms
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.55 ms
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.30 ms
^C
--- 192.168.0.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2005ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.301/1.392/1.558/0.124 ms

root@pve1:~# ping 192.168.0.131
PING 192.168.0.131 (192.168.0.131) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.467 ms
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.535 ms
^C
--- 192.168.0.131 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2017ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.467/0.682/1.045/0.258 ms
```

Gambar 5.50 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE1 ke Server PVE3

Terlihat koneksi ke *server PVE3* dengan alamat IP 192.168.0.3 dan 192.168.0.131 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE1* ke *server PVE4* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.51.

```
root@pve1:~# ping 192.168.0.4
PING 192.168.0.4 (192.168.0.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.448 ms
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.565 ms
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.512 ms
^C
--- 192.168.0.4 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.448/0.508/0.565/0.051 ms

root@pve1:~# ping 192.168.0.132
PING 192.168.0.132 (192.168.0.132) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.15 ms
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.428 ms
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.250 ms
^C
--- 192.168.0.132 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2014ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.250/0.611/1.156/0.392 ms
```

Gambar 5.51 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE1 ke Server PVE4

Terlihat koneksi ke *server PVE4* dengan alamat IP 192.168.0.4 dan 192.168.0.132 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE1* ke *router gateway* menggunakan perintah "*ping*", seperti terlihat pada gambar 5.52.

```
root@pve1:~# ping 192.168.0.126
PING 192.168.0.126 (192.168.0.126) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.915 ms
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.796 ms
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.53 ms
^C
--- 192.168.0.126 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.796/1.082/1.537/0.327 ms
```

Gambar 5.52 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE1 ke Router Gateway

Terlihat koneksi ke *router gateway* dengan alamat IP 192.168.0.126 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE1* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.53.

```
root@pve1:~# ping google.com
PING google.com (216.239.38.120) 56(84) bytes of data.
64 bytes from any-in-2678.1e100.net (216.239.38.120): icmp_seq=1 ttl=126 time=41.8 ms
64 bytes from any-in-2678.1e100.net (216.239.38.120): icmp_seq=2 ttl=126 time=43.6 ms
64 bytes from any-in-2678.1e100.net (216.239.38.120): icmp_seq=3 ttl=126 time=48.7 ms
^C
--- google.com ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 41.805/44.739/48.782/2.954 ms
```

Gambar 5.53 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE1 ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*google.com*" berhasil dilakukan.

5.2.1.3 Hasil Verifikasi Konfigurasi Server Proxmox VE2 (PVE2)

Terdapat 5 (lima) verifikasi konfigurasi yang dilakukan pada *server PVE2* meliputi verifikasi koneksi ke *server PVE1, PVE3, PVE4, router gateway* dan *Internet*.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE2* ke *server NAS* menggunakan perintah *ping*, seperti terlihat pada gambar 5.54.

```
root@pve2:~# ping 192.168.0.133
PING 192.168.0.133 (192.168.0.133) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.531 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.773 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.695 ms
^C
--- 192.168.0.133 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.531/0.666/0.773/0.103 ms
```

Gambar 5.54 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE2 ke Server NAS

Terlihat koneksi ke *server NAS* dengan alamat IP 192.168.0.33 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE2* ke *server PVE1*, seperti terlihat pada gambar 5.55.

```
root@pve2:~# ping 192.168.0.1
PING 192.168.0.1 (192.168.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.939 ms
64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.982 ms
64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.38 ms
^C
--- 192.168.0.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.939/1.101/1.383/0.201 ms
```

```
root@pve2:~# ping 192.168.0.129
PING 192.168.0.129 (192.168.0.129) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.02 ms
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.977 ms
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.48 ms
^C
--- 192.168.0.129 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.977/1.161/1.485/0.229 ms
```

Gambar 5.55 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE2 ke Server PVE1

Terlihat koneksi ke *server PVE1* dengan alamat IP 192.168.0.1 dan 192.168.0.129 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE2* ke *server PVE3*, seperti terlihat pada gambar 5.56.

```
root@pve2:~# ping 192.168.0.3
PING 192.168.0.3 (192.168.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.437 ms
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.627 ms
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.18 ms
^C
--- 192.168.0.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.437/0.748/1.182/0.317 ms
root@pve2:~# ping 192.168.0.131
PING 192.168.0.131 (192.168.0.131) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.35 ms
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.08 ms
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.00 ms
^C
--- 192.168.0.131 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.008/1.147/1.355/0.154 ms
```

Gambar 5.56 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE2 ke Server PVE3

Terlihat koneksi ke *server PVE3* dengan alamat IP 192.168.0.3 dan 192.168.0.131 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE2* ke *server PVE4*, seperti terlihat pada gambar 5.57.

```
root@pve2:~# ping 192.168.0.4
PING 192.168.0.4 (192.168.0.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.879 ms
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.973 ms
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.765 ms
^C
--- 192.168.0.4 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.765/0.872/0.973/0.088 ms

root@pve2:~# ping 192.168.0.132
PING 192.168.0.132 (192.168.0.132) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.14 ms
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.496 ms
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.79 ms
^C
--- 192.168.0.132 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2031ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.496/1.143/1.790/0.529 ms
```

Gambar 5.57 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE2 ke Server PVE4

Terlihat koneksi ke *server PVE4* dengan alamat IP 192.168.0.4 dan 192.168.0.132 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE2* ke *router gateway*, seperti terlihat pada gambar 5.58.

```
root@pve2:~# ping 192.168.0.126
PING 192.168.0.126 (192.168.0.126) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.04 ms
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.820 ms
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.816 ms
^C
--- 192.168.0.126 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.816/0.894/1.046/0.107 ms
```

Gambar 5.58 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE2 ke Router Gateway

Terlihat koneksi ke *router gateway* dengan alamat IP 192.168.0.126 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE2* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.59. Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*centos.org*" berhasil dilakukan.

```
root@pve2:~# ping centos.org
PING centos.org (85.12.30.226) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 85.12.30.226 (85.12.30.226): icmp_seq=1 ttl=126 time=217 ms
64 bytes from 85.12.30.226 (85.12.30.226): icmp_seq=2 ttl=126 time=206 ms
64 bytes from 85.12.30.226 (85.12.30.226): icmp_seq=3 ttl=126 time=203 ms
^C
--- centos.org ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2109ms
rtt min/avg/max/mdev = 203.941/209.355/217.523/5.876 ms
```

Gambar 5.59 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE2 ke Server Internet

5.2.1.4 Hasil Verifikasi Konfigurasi Server Proxmox VE 3 (PVE3)

Terdapat 5 (lima) verifikasi konfigurasi yang dilakukan pada *server PVE3* meliputi verifikasi koneksi ke *server PVE1, PVE2, PVE4, mikrotik* dan *Internet*. Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE3* ke *server NAS* menggunakan perintah *ping*, seperti terlihat pada gambar 5.60.

```
root@pve3:~# ping 192.168.0.133
PING 192.168.0.133 (192.168.0.133) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.424 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.493 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.33 ms
^C
--- 192.168.0.133 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2007ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.424/0.749/1.330/0.411 ms
```

Gambar 5.60 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE3 ke Server NAS

Terlihat koneksi ke *server NAS* dengan alamat IP 192.168.0.133 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE3* ke *server PVE1*, seperti terlihat pada gambar 5.61.

```
root@pve3:~# ping 192.168.0.1
PING 192.168.0.1 (192.168.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.490 ms
^C
--- 192.168.0.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.490/0.490/0.490/0.000 ms
root@pve3:~# ping 192.168.0.129
PING 192.168.0.129 (192.168.0.129) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.440 ms
^C
--- 192.168.0.129 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.440/0.440/0.440/0.000 ms
```

Gambar 5.61 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE3 ke Server PVE1

Terlihat koneksi ke *server PVE1* dengan alamat IP 192.168.0.1 dan 192.168.0.129 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE3* ke *server PVE2*, seperti terlihat pada gambar 5.62.

```
root@pve3:~# ping 192.168.0.2
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.559 ms
^C
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.559/0.559/0.559/0.000 ms
root@pve3:~# ping 192.168.0.130
PING 192.168.0.130 (192.168.0.130) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.22 ms
^C
--- 192.168.0.130 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.228/1.228/1.228/0.000 ms
```

Gambar 5.62 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE3 ke Server PVE2

Terlihat koneksi ke *server PVE2* dengan alamat IP 192.168.0.2 dan 192.168.0.130 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE3* ke *server PVE4*, seperti terlihat pada gambar 5.63.

```
root@pve3:~# ping 192.168.0.4
PING 192.168.0.4 (192.168.0.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.00 ms
^C
--- 192.168.0.4 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.001/1.001/1.001/0.000 ms
root@pve3:~# ping 192.168.0.132
PING 192.168.0.132 (192.168.0.132) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.132: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.07 ms
^C
--- 192.168.0.132 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.073/1.073/1.073/0.000 ms
```

Gambar 5.63 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE3 ke Server PVE4

Terlihat koneksi ke *server PVE4* dengan alamat IP 192.168.0.4 dan 192.168.0.132 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE3* ke *mikrotik*, seperti terlihat pada gambar 5.64.

```
root@pve3:~# ping 192.168.0.126
PING 192.168.0.126 (192.168.0.126) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.11 ms
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.23 ms
^C
--- 192.168.0.126 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.110/1.172/1.235/0.071 ms
```

Gambar 5.64 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE3 ke Router Gateway

Terlihat koneksi ke *router gateway* dengan alamat IP 192.168.0.126 berhasil dilakukan. Sedangkan hasil verifikasi koneksi dari *server PVE3* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.65.

```
root@pve3:~# ping debian.org
PING debian.org (5.153.231.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from senfter.debian.org (5.153.231.4): icmp_seq=1 ttl=126 time=247 ms
64 bytes from senfter.debian.org (5.153.231.4): icmp_seq=2 ttl=126 time=242 ms
64 bytes from senfter.debian.org (5.153.231.4): icmp_seq=3 ttl=126 time=240 ms
^C
--- debian.org ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 240.978/243.565/247.632/2.966 ms
```

Gambar 5.65 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE3 ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*debian.org*" berhasil dilakukan.

5.2.1.5 Hasil Verifikasi Konfigurasi Server Proxmox VE 4 (PVE4)

Terdapat 5 (lima) verifikasi konfigurasi yang dilakukan pada *server PVE4* meliputi verifikasi koneksi dari ke *server PVE1, PVE2, PVE3, mikrotik* dan *Internet*. Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE4* ke *server NAS* menggunakan perintah *ping*, seperti terlihat pada gambar 5.66.

```
root@pve4:~# ping 192.168.0.133
PING 192.168.0.133 (192.168.0.133) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.509 ms
64 bytes from 192.168.0.133: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.24 ms
^C
--- 192.168.0.133 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1003ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.509/0.875/1.241/0.366 ms
```

Gambar 5.66 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE4 ke Server NAS

Terlihat koneksi ke *server NAS* dengan alamat IP 192.168.0.133 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE4* ke *server PVE1*, seperti terlihat pada gambar 5.67.

```
root@pve4:~# ping 192.168.0.1
PING 192.168.0.1 (192.168.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.436 ms
^C
--- 192.168.0.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.436/0.436/0.436/0.000 ms
root@pve4:~# ping 192.168.0.129
PING 192.168.0.129 (192.168.0.129) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.129: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.764 ms
^C
--- 192.168.0.129 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.764/0.764/0.764/0.000 ms
```

Gambar 5.67 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE4 ke Server PVE1

Terlihat koneksi ke *server PVE1* dengan alamat IP 192.168.0.1 dan 192.168.0.129 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE4* ke *server PVE2*, seperti terlihat pada gambar 5.68.

```
root@pve4:~# ping 192.168.0.2
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.05 ms
^C
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.053/1.053/1.053/0.000 ms
root@pve4:~# ping 192.168.0.130
PING 192.168.0.130 (192.168.0.130) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.130: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.08 ms
^C
--- 192.168.0.130 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 1ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.087/1.087/1.087/0.000 ms
```

Gambar 5.68 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE4 ke Server PVE2

Terlihat koneksi ke *server PVE2* dengan alamat IP 192.168.0.2 dan 192.168.0.130 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE4* ke *server PVE3*, seperti terlihat pada gambar 5.69.

```
root@pve4:~# ping 192.168.0.3
PING 192.168.0.3 (192.168.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.509 ms
^C
--- 192.168.0.3 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.509/0.509/0.509/0.000 ms
root@pve4:~# ping 192.168.0.131
PING 192.168.0.131 (192.168.0.131) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.131: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.24 ms
^C
--- 192.168.0.131 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.249/1.249/1.249/0.000 ms
```

Gambar 5.69 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE4 ke Server PVE3

Terlihat koneksi ke *server PVE3* dengan alamat IP 192.168.0.3 dan 192.168.0.131 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE4* ke *router gateway*, seperti terlihat pada gambar 5.70.

```
root@pve4:~# ping 192.168.0.126
PING 192.168.0.126 (192.168.0.126) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.126: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.547 ms
^C
--- 192.168.0.126 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.547/0.547/0.547/0.000 ms
```

Gambar 5.70 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE4 ke Router Gateway

Terlihat koneksi ke *router gateway* dengan alamat IP 192.168.0.126 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *server PVE4* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.71.

```
root@pve4:~# ping opensuse.com
PING opensuse.com (130.57.66.19) 56(84) bytes of data.
64 bytes from susecon.com (130.57.66.19): icmp_seq=1 ttl=126 time=246 ms
64 bytes from susecon.com (130.57.66.19): icmp_seq=2 ttl=126 time=252 ms
^C
--- opensuse.com ping statistics ---
3 packets transmitted, 2 received, 33% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 246.650/249.743/252.836/3.093 ms
```

Gambar 5.71 Hasil Verifikasi Koneksi Server PVE4 ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*opensuse.com*" berhasil dilakukan.

5.2.1.6 Hasil Verifikasi Konfigurasi Router Mikrotik Gateway

Terdapat 7 (tujuh) verifikasi konfigurasi yang dilakukan di *router mikrotik gateway* yaitu meliputi verifikasi koneksi ke *server* PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, NAS, dan salah satu komputer *client* di Lab DKV serta *Internet*.

Hasil verifikasi koneksi dari *router gateway* ke *server NAS* menggunakan perintah *ping*, seperti terlihat pada gambar 5.72.

```
[admin@GATEWAY] > ping 192.168.2.2
  SEQ HOST                                     SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.2.2                                56  64 1ms
    1 192.168.2.2                                56  64 0ms
    2 192.168.2.2                                56  64 3ms
    sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=1ms max-rtt=3ms
```

Gambar 5.72 Hasil Verifikasi Koneksi Router Gateway ke Server NAS

Terlihat koneksi ke *Server NAS* dengan alamat IP 192.168.2.2 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *router gateway* ke *server PVE1*, seperti terlihat pada gambar 5.73.

```
[admin@GATEWAY] > ping 192.168.0.1
  SEQ HOST                                     SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.0.1                                56  64 0ms
    1 192.168.0.1                                56  64 1ms
    sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms
```

Gambar 5.73 Hasil Verifikasi Koneksi Router Gateway ke Server PVE1

Terlihat koneksi ke *server PVE1* dengan alamat IP 192.168.0.1 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *router gateway* ke *server PVE2*, seperti terlihat pada gambar 5.74.

```
[admin@GATEWAY] > ping 192.168.0.2
  SEQ HOST                                     SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.0.2                                56  64 0ms
    1 192.168.0.2                                56  64 0ms
    sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

Gambar 5.74 Hasil Verifikasi Koneksi Router Gateway ke Server PVE2

Terlihat koneksi ke *server PVE2* dengan alamat IP 192.168.0.2 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *router gateway* ke *server PVE3*, seperti terlihat pada gambar 5.75.

```
[admin@GATEWAY] > ping 192.168.0.3
  SEQ HOST                                     SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.0.3                                56  64 0ms
    1 192.168.0.3                                56  64 1ms
    sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms
```

Gambar 5.75 Hasil Verifikasi Koneksi Router Gateway ke Server PVE3

Terlihat koneksi ke *server PVE3* dengan alamat IP 192.168.0.3 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *router gateway* ke *server PVE4*, seperti terlihat pada gambar 5.76.

```
[admin@GATEWAY] > ping 192.168.0.4
  SEQ HOST                                     SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.0.4                                56  64 0ms
    1 192.168.0.4                                56  64 0ms
    sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

Gambar 5.76 Hasil Verifikasi Koneksi Router Gateway ke Server PVE4

Terlihat koneksi ke *server PVE4* dengan alamat IP 192.168.0.4 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *router gateway* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.77.

```
[admin@GATEWAY] > ping mikrotik.com
  SEQ HOST                                     SIZE TTL TIME  STATUS
    0 159.148.147.196                            56 127 364ms
    sent=1 received=1 packet-loss=0% min-rtt=364ms avg-rtt=364ms max-rtt=364ms
```

Gambar 5.77 Hasil Verifikasi Koneksi Router Gateway ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*mikrotik.com*" berhasil dilakukan.

5.2.1.7 Hasil Verifikasi Konfigurasi PC Client Laboratorium DKV

Terdapat 6 (enam) verifikasi konfigurasi yang dilakukan di *PC Client Laboratorium DKV* yaitu meliputi verifikasi koneksi ke *router mikrotik gateway*, server PVE1, PVE2, PVE3, PVE4, dan *Internet*.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Laboratorium DKV* ke *router gateway* menggunakan perintah *ping*, seperti terlihat pada gambar 5.78.

```
C:\>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Gambar 5.78 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Lab DKV ke Router Gateway

Terlihat koneksi ke *router gateway* dengan alamat IP 192.168.1.1 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Lab DKV* ke *server PVE1*, seperti terlihat pada gambar 5.79.

```
C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

Gambar 5.79 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Lab DKV ke Server PVE1

Terlihat koneksi ke *server PVE1* dengan alamat IP 192.168.0.1 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Lab DKV* ke *server PVE2*, seperti terlihat pada gambar 5.80.

```
C:\>ping 192.168.0.2

Pinging 192.168.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Gambar 5.80 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Lab DKV ke Server PVE2

Terlihat koneksi ke *server PVE2* dengan alamat IP 192.168.0.2 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Lab DKV* ke *server PVE3*, seperti terlihat pada gambar 5.81.

```
C:\>ping 192.168.0.3

Pinging 192.168.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=2ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms
```

Gambar 5.81 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Lab DKV ke Server PVE3

Terlihat koneksi ke *server PVE3* dengan alamat IP 192.168.0.3 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Lab DKV* ke *server PVE4*, seperti terlihat pada gambar 5.82.

```
C:\>ping 192.168.0.4

Pinging 192.168.0.4 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time=1ms TTL=63

Ping statistics for 192.168.0.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

Gambar 5.82 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Lab DKV ke Server PVE4

Terlihat koneksi ke *server PVE4* dengan alamat IP 192.168.0.4 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Lab DKV* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.83.

```
C:\>ping detik.com

Pinging detik.com [203.190.242.211] with 32 bytes of data:
Reply from 203.190.242.211: bytes=32 time=77ms TTL=51
Reply from 203.190.242.211: bytes=32 time=46ms TTL=51
Reply from 203.190.242.211: bytes=32 time=49ms TTL=51
Reply from 203.190.242.211: bytes=32 time=45ms TTL=51

Ping statistics for 203.190.242.211:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 45ms, Maximum = 77ms, Average = 54ms
```

Gambar 5.83 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Lab DKV ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*detik.com*" berhasil dilakukan.

5.2.1.8 Hasil Verifikasi Konfigurasi PC Client Internet

Terdapat 2 (dua) verifikasi konfigurasi yang dilakukan di *PC Client Internet* yaitu meliputi verifikasi koneksi ke *router mikrotik gateway* dan *Internet*.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Internet* ke *router mikrotik gateway*, seperti terlihat pada gambar 5.84.

```
C:\>ping 203.0.113.1

Pinging 203.0.113.1 with 32 bytes of data:
Reply from 203.0.113.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 203.0.113.1: bytes=32 time=1ms TTL=63
Reply from 203.0.113.1: bytes=32 time<1ms TTL=63
Reply from 203.0.113.1: bytes=32 time<1ms TTL=63

Ping statistics for 203.0.113.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Gambar 5.84 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Internet ke Router Gateway

Terlihat koneksi ke *router gateway* dengan alamat IP 203.0.113.1 berhasil dilakukan.

Hasil verifikasi koneksi dari *PC Client Internet* ke salah satu *server Internet*, seperti terlihat pada gambar 5.85.

```
C:\>ping ridertua.com

Pinging ridertua.com [178.128.109.49] with 32 bytes of data:
Reply from 178.128.109.49: bytes=32 time=172ms TTL=52
Reply from 178.128.109.49: bytes=32 time=114ms TTL=52
Reply from 178.128.109.49: bytes=32 time=122ms TTL=52
Reply from 178.128.109.49: bytes=32 time=157ms TTL=52

Ping statistics for 178.128.109.49:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 114ms, Maximum = 172ms, Average = 141ms
```

Gambar 5.85 Hasil Verifikasi Koneksi PC Client Internet ke Server Internet

Terlihat koneksi ke *server Internet* dengan nama domain "*ridertua.com*" berhasil dilakukan.

5.2.2 Hasil Skenario Ujicoba

Terdapat 11 (sebelas) skenario yang dilakukan untuk mengujicoba sistem *Proxmox VE High Availability Cluster* yang telah dibangun yaitu antara lain:

1. Pembuatan *Local Repository CentOS 7* pada *Server NAS*.
2. Pengunggahan *file template Container CentOS 7* ke *Proxmox VE (PVE) Cluster*.
3. Pembuatan *Linux Container (LXC)* pada server PVE1, PVE2 dan PVE3.
4. Pembuatan *User* bagi Mahasiswa pada *PVE Cluster*.
5. Pengaturan *Permission*) dari *User* pada *PVE Cluster*.
6. Manajemen LXC Container.
7. Konfigurasi Repository pada LXC.
8. Pengaksesan LXC melalui SSH.
9. Konfigurasi LXC sebagai Server Intranet.
10. *Live Migration LXC*.
11. *Port forwarding* pada *router gateway*.

5.2.2.1 Pembuatan Local Repository CentOS 7 pada Server NAS

Local repository untuk *CentOS 7* berbasis *File Transfer Protocol (FTP)* dibuat pada *Server NAS* dengan tujuan agar ketika mahasiswa melakukan praktikum manajemen jaringan menggunakan LXC berbasis CentOS 7 dan memerlukan instalasi paket menggunakan *Yellowdog Updater Modified (YUM)* guna mendukung kegiatan praktikum maka paket tersebut dapat diunduh dari server lokal sehingga proses

instalasi tidak memerlukan koneksi *Internet*. *Repository* ini difungsikan sebagai lokasi penyimpanan terpusat dari perangkat lunak terkait *CentOS 7* dan dapat digunakan bersama oleh seluruh *client* di jaringan.

Terdapat 6 (enam) tahapan yang dilakukan untuk membuat repository lokal dari CentOS 7 meliputi (a) mengakses DVD dari CentOS 7, (b) menyalin seluruh paket dari DVD-ROM ke direktori FTP, (c) merestart service vsftpd, (d) memverifikasi layanan FTP, (e) membuat repository.

Hasil dari pengaksesan (*mount*) DVD dari CentOS 7 pada Server NAS, seperti terlihat pada gambar 5.86.

```
[root@nas ~]# mount /dev/sr0 /dvdrom
mount: /dev/sr0 is write-protected, mounting read-only
[root@nas ~]# ll /dvdrom
total 678
-rw-rw-r-- 1 root root     14 May  2 19:28 CentOS_BuildTag
drwxr-xr-x 3 root root   2048 May  4 04:34 EFI
-rw-rw-r-- 1 root root    227 Aug 30  2017 EULA
-rw-rw-r-- 1 root root  18009 Dec 10  2015 GPL
drwxr-xr-x 3 root root   2048 May  4 04:44 images
drwxr-xr-x 2 root root   2048 May  4 04:34 isolinux
drwxr-xr-x 2 root root   2048 May  4 04:34 LiveOS
drwxrwxr-x 2 root root 655360 May  4 04:52 Packages
drwxrwxr-x 2 root root   4096 May  4 04:54 repodata
-rw-rw-r-- 1 root root   1690 Dec 10  2015 RPM-GPG-KEY-CentOS-7
-rw-rw-r-- 1 root root   1690 Dec 10  2015 RPM-GPG-KEY-CentOS-Testing-7
-r--r--r-- 1 root root   2883 May  4 04:55 TRANS.TBL
```

Gambar 5.86 Mount DVD CentOS 7 pada Server NAS

Terlihat DVD dengan nama pengenal `/dev/sr0` telah berhasil di *mount* atau di akses pada direktori `/dvdrom`. Hasil verifikasi menggunakan perintah "`ll /dvdrom`" memperlihatkan isi dari DVD yang memuat paket dari CentOS 7.

Penyalinan seluruh paket dari DVD-ROM ke direktori FTP yaitu `/var/ftp` dilakukan menggunakan perintah "`cp -a /dvdrom/Packages/* /var/ftp`". Cuplikan hasil verifikasi dari proses penyalinan seluruh paket ke direktori FTP tersebut, seperti terlihat pada gambar 5.87.

```
[root@nas ~]# ls /var/ftp | more
389-ds-base-1.3.7.5-18.el7.x86_64.rpm
389-ds-base-libs-1.3.7.5-18.el7.x86_64.rpm
abattis-cantarell-fonts-0.0.25-1.el7.noarch.rpm
abrt-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
abrt-addon-ccpp-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
abrt-addon-kerneloops-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
abrt-addon-pstoreoops-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
abrt-addon-python-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
abrt-addon-vmcore-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
abrt-addon-xorg-2.1.11-50.el7.centos.x86_64.rpm
```

Gambar 5.87 Verifikasi Konten Direktori /var/ftp

Terlihat direktori `/var/ftp` telah memuat file paket dari *CentOS 7* dengan ekstensi **.rpm** yang merupakan kepanjangan dari *RedHat Package Manager (RPM)*. RPM adalah sistem manajemen paket yang dibuat oleh *RedHat* dan digunakan oleh distribusi Linux lainnya termasuk *CentOS*.

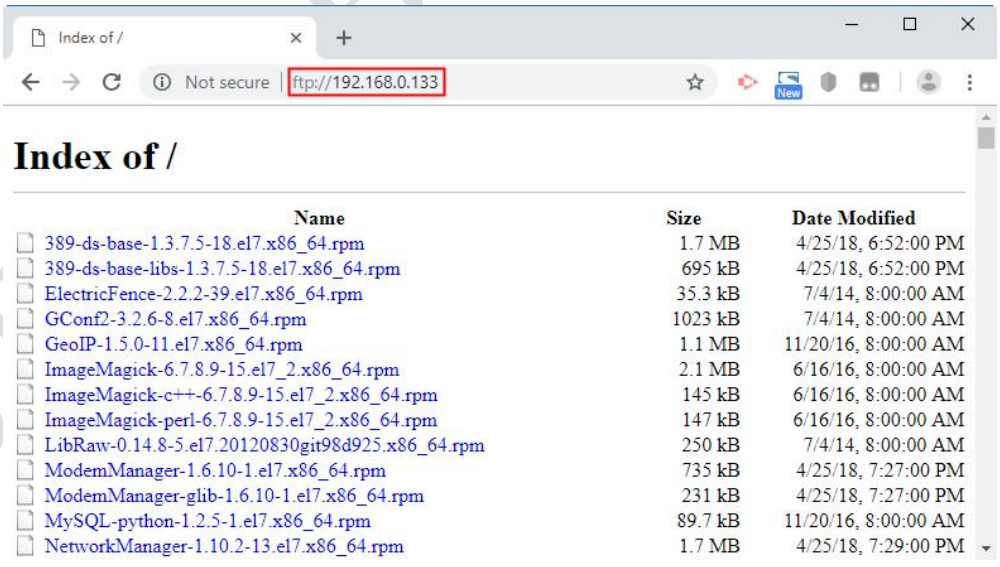
Hasil dari proses *restart service vsftpd* dan pengecekan status *service vsftpd*, seperti terlihat pada gambar 5.88.

```
[root@nas ~]# systemctl restart vsftpd
[root@nas ~]# systemctl status vsftpd
● vsftpd.service - Vsftpd ftp daemon
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/vsftpd.service; enabled; vendor prese
t: disabled)
   Active: active (running) since Tue 2018-10-02 10:16:39 WITA; 5s ago
  Process: 1333 ExecStart=/usr/sbin/vsftpd /etc/vsftpd/vsftpd.conf (code=exited,
 status=0/SUCCESS)
 Main PID: 1334 (vsftpd)
   CGroup: /system.slice/vsftpd.service
           └─1334 /usr/sbin/vsftpd /etc/vsftpd/vsftpd.conf

Oct 02 10:16:39 nas.stmikbumigora.local systemd[1]: Starting Vsftpd ftp daemo...
Oct 02 10:16:39 nas.stmikbumigora.local systemd[1]: Started Vsftpd ftp daemon.
Hint: Some lines were ellipsized, use -l to show in full.
```

Gambar 5.88 Status Service vsftpd

Terlihat *service vsftpd* berhasil di *restart* dan status *service* telah aktif atau berjalan sehingga layanan FTP dapat diakses baik dari lokal maupun jaringan.

Hasil dari verifikasi pengaksesan layanan FTP melalui *browser* pada *PC Client Lab DKV*, seperti terlihat pada gambar 5.89.



Gambar 5.89 Akses FTP dari PC Client Lab DKV

Terlihat layanan FTP dapat diakses dan memperlihatkan konten berupa file paket-paket CentOS 7 dengan ekstensi *.rpm*.

Pembuatan repository dilakukan dengan mengeksekusi perintah "`createrepo /var/ftp`". *Createrepo* merupakan program yang akan membuat *repository xml-*

based rpm metadata (repomd) dari sekumpulan *rpms*. Hasil dari pembuatan *repository* tersebut, seperti terlihat pada gambar 5.90.

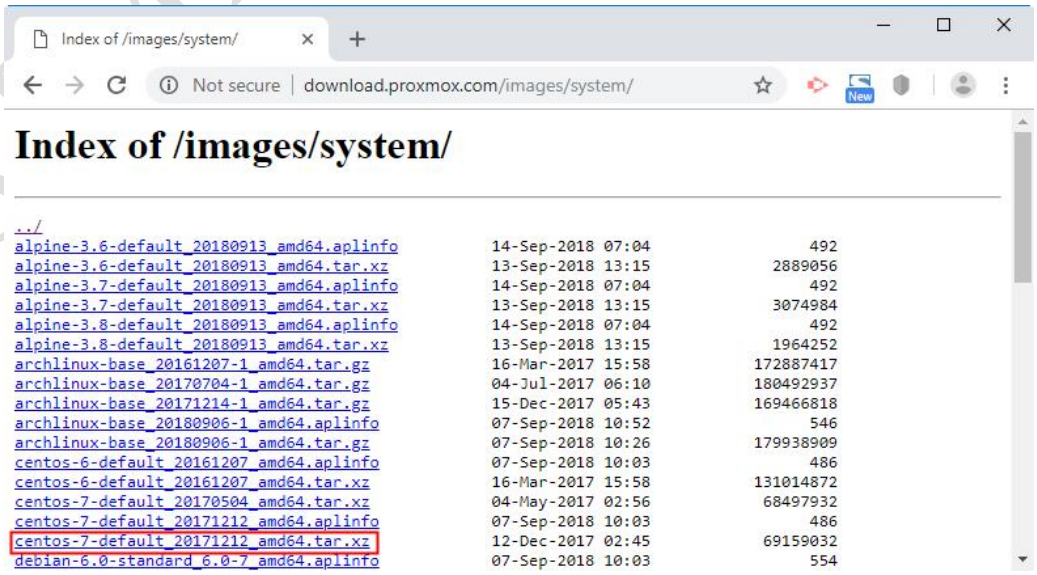
```
[root@nas ~]# ls -ld /var/ftp/repodata
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Sep  3 22:45 /var/ftp/repodata
[root@nas ~]# ll /var/ftp/repodata
total 13320
-rw-r--r-- 1 root root 1353408 Sep  3 22:45 018e9bc732f76918da880c1eab0daa54b576
aaca01147c9bf5bfce20600f0b0a-other.sqlite.bz2
-rw-r--r-- 1 root root 3246286 Sep  3 22:45 3787f2b5b084c56f39ca7cfaeb99f556c398
62c13e689adc2ff7d20a48ea3568-filelists.sqlite.bz2
-rw-r--r-- 1 root root  987503 Sep  3 22:45 64148ea1f1a720283b6ceb9db49bd0149190
3a336fc864f7e038b7a46ff55b6b-other.xml.gz
-rw-r--r-- 1 root root 3273551 Sep  3 22:45 b3d8544f08f22f2022d926da9104bc0d8d11
daaa7402025e3cad35872b2a804f-primary.sqlite.bz2
-rw-r--r-- 1 root root 1566119 Sep  3 22:45 cd8186c2688491658b0f844a7ab329cd42e2
af4d470e7effdfdaf586db060f1e-primary.xml.gz
-rw-r--r-- 1 root root 3194578 Sep  3 22:45 d85ec63d569619a208145d8f93a7cc459f91
de04bc0e556d00717310e78ec4ca-filelists.xml.gz
-rw-r--r-- 1 root root    3008 Sep  3 22:45 repomd.xml
```

Gambar 5.90 Hasil Pembuatan Local Repository berbasis FTP

Terlihat proses pembuatan repository tersebut akan membentuk direktori dengan nama "*repodata*" di dalam direktori */var/ftp*. Direktori *repodata* memuat metadata informasi untuk *repository* yang dibuat.

5.2.2.2 Pengunggahan File Container Template CentOS 7 ke Proxmox VE (PVE) Cluster

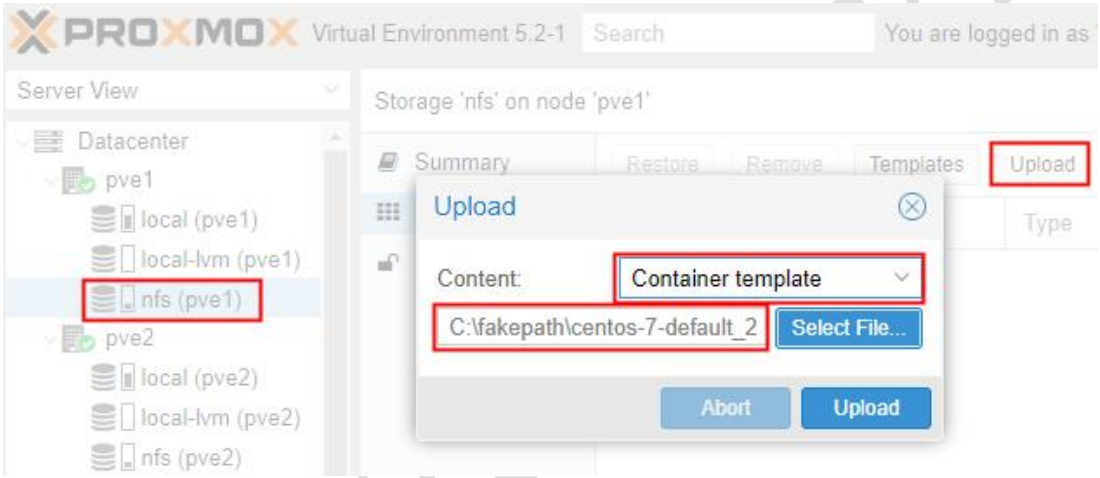
Container template merupakan file dalam format *archive tar* yang memuat segala sesuatu yang dibutuhkan untuk menjalankan *container* [2]. *Proxmox* menyediakan *template* dasar untuk sistem operasi Linux termasuk *CentOS 7*. Sebelum *template* dapat diunggah ke *Proxmox VE* maka dilakukan pengunduhan *file template* tersebut terlebih dahulu melalui situs *Proxmox* pada alamat http://download.proxmox.com/images/system/, seperti terlihat pada gambar 5.91.



Gambar 5.91Proxmox Container Images

Terlihat terdapat file *container images* dengan nama "*centos-7-default_20171212_amd64.tar.xz*" yang akan diunduh dan diunggah sebagai *template* ke *Proxmox VE Cluster*. Setelah selesai diunduh maka selanjutnya dilakukan pengunggahan *file template* ke *Proxmox VE* melalui antarmuka administrasi berbasis web pada alamat https://192.168.0.1:8006.

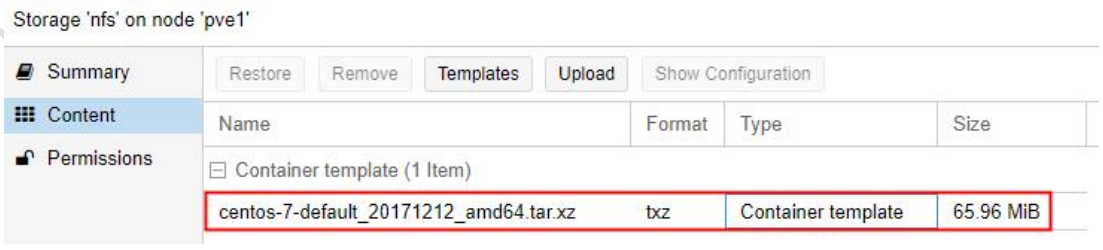
Lokasi penyimpanan *container templates* untuk *PVE Cluster* dipusatkan pada Server NAS yang telah diakses melalui NFS. Proses unggah dilakukan dengan mengakses *storage* "*nfs*" pada node PVE1 dan menekan tombol *Upload* pada pilihan *Content* di panel sebelah kanan, seperti terlihat pada gambar 5.92.



Gambar 5.92 Proses Unggah Template melalui pada Node PVE1

Pada kotak dialog *Upload* yang tampil terdapat 2 (dua) parameter yang diatur yaitu memilih *Container template* pada *dropdown* **Content:** dan mengarahkan ke lokasi file template "*centos-7-default_20171212_amd64.tar.xz*" yang telah diunduh dengan menekan tombol **Select File ….** Setelah itu dilakukan proses unggah dengan menekan tombol **Upload**.

Hasil pengunggahan *file template CentOS 7* melalui *Proxmox VE* node PVE1, seperti terlihat pada gambar 5.93.



Gambar 5.93 Hasil Unggah Template CentOS 7 ke Proxmox VE

Terlihat file *template* telah berhasil diunggah dengan lokasi penyimpanan di *storage* NFS.

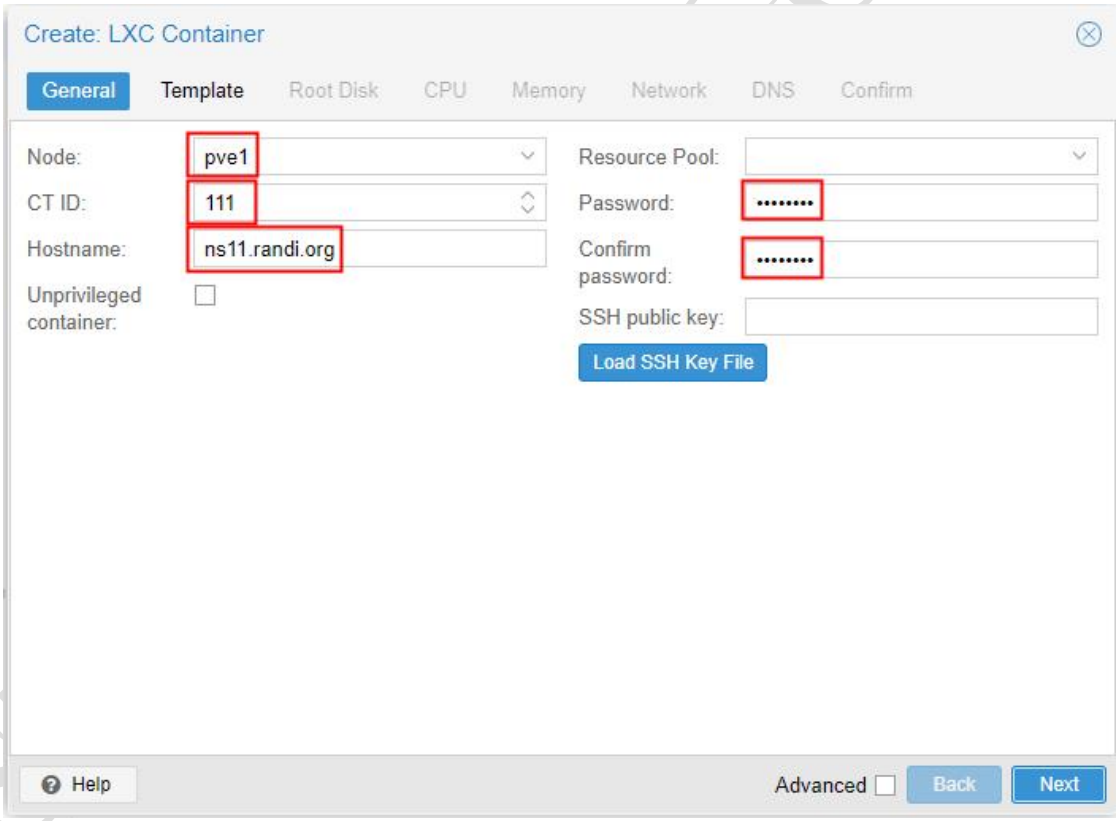
5.2.2.3 Pembuatan Linux Container (LXC) pada server PVE1, PVE2 dan PVE3

Pembuatan LXC CentOS 7 dilakukan pada 3 node server PVE meliputi PVE1, PVE2 dan PVE3. Pada setiap node server tersebut dibuat 10 (sepuluh) LXC sehingga total keseluruhan LXC yang terbuat di ketiga node server adalah 30 (tiga puluh).

Tahapan yang dilakukan untuk membuat *container* di setiap node server PVE adalah sama dimana diawali dengan menekan tombol **Create CT** pada bagian *header* dari web administrasi *Proxmox VE*, seperti terlihat pada gambar 5.94.

Gambar 5.94 Pembuatan Container pada Proxmox VE Cluster

Pada bagian **General** dari kotak dialog *Create: LXC Container* yang tampil, terdapat beberapa parameter yang diatur, seperti terlihat pada gambar 5.95.



Gambar 5.95 Bagian General dari Create LXC Container

Penjelasan parameter yang diatur adalah sebagai berikut:

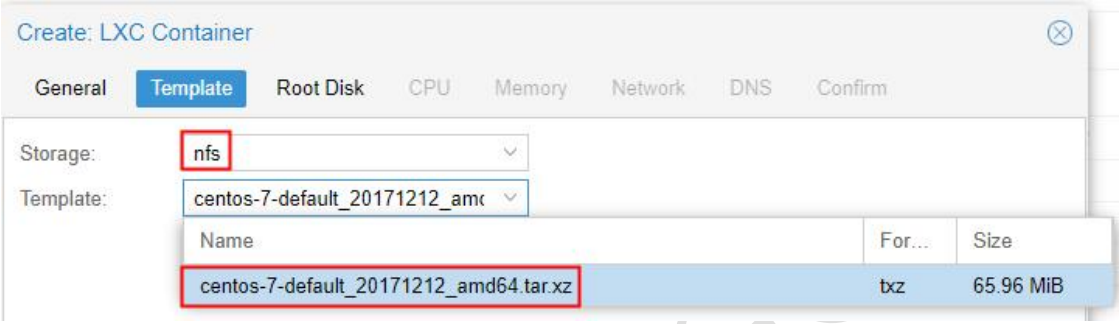
a) **Node:** digunakan untuk menentukan lokasi penempatan container yang dibuat yaitu *pve1*.

b) **CT ID:** nomor unik yang digunakan untuk mengidentifikasi *container* yaitu 111.

c) **Hostname:**, masukkan nama komputer dan nama domain dari *container* yaitu "*ns11.randi.org*".

d) **Password:** dan **Confirm password:**, digunakan untuk mengatur sandi login dari user "**root**" untuk *container* yaitu "*12345678*".

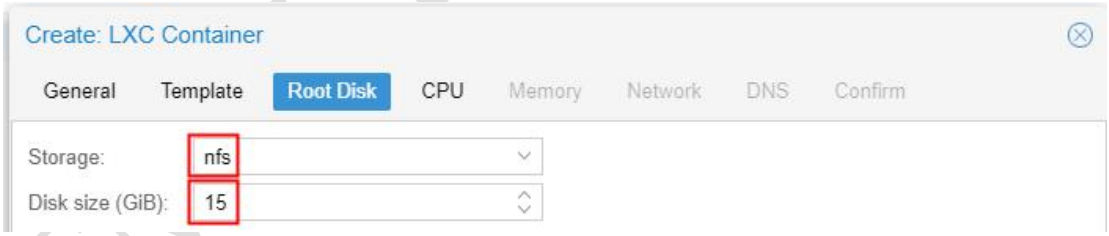
Pada bagian **Template** dari kotak dialog *Create: LXC Container* dilakukan pengaturan *storage* dan *template*, seperti terlihat pada gambar 5.96.



Gambar 5.96 Bagian Template dari Create LXC Container

Parameter **Storage:** digunakan untuk memilih lokasi *storage* yang menyimpan *container template* yaitu **nfs**. Sedangkan parameter **Template:** digunakan untuk memilih *container template* pada *storage "nfs"* yang akan digunakan untuk pembuatan *container* yaitu **centos-7-default_20171212_amd64.tar.xz**.

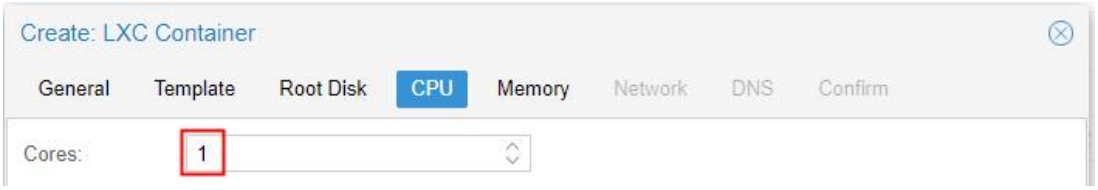
Pada bagian **Root Disk** dari kotak dialog *Create: LXC Container* dilakukan pengaturan *storage* dan *disk size*, seperti terlihat pada gambar 5.97.



Gambar 5.97 Bagian Root Disk dari Create LXC Container

Parameter **Storage:** digunakan untuk memilih lokasi *storage* sebagai penyimpanan container yang dibuat yaitu **nfs**. Sedangkan parameter **Disk size (GiB):** digunakan untuk menentukan kapasitas hardisk yang dialokasikan dari *container* yang dibuat yaitu **15 GiB**.

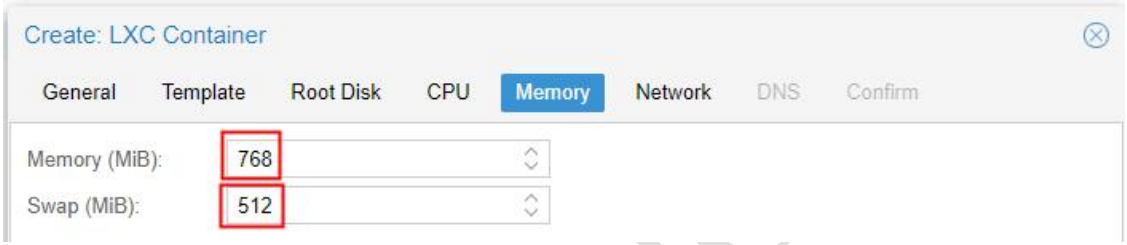
Pada bagian **CPU** dari kotak dialog *Create: LXC Container* dilakukan pengaturan *cores*, seperti terlihat pada gambar 5.98.



Gambar 5.98 Bagian CPU dari Create LXC Container

Parameter **Cores** digunakan untuk mengatur jumlah *core* prosesor yang digunakan oleh container yaitu **1 core**.

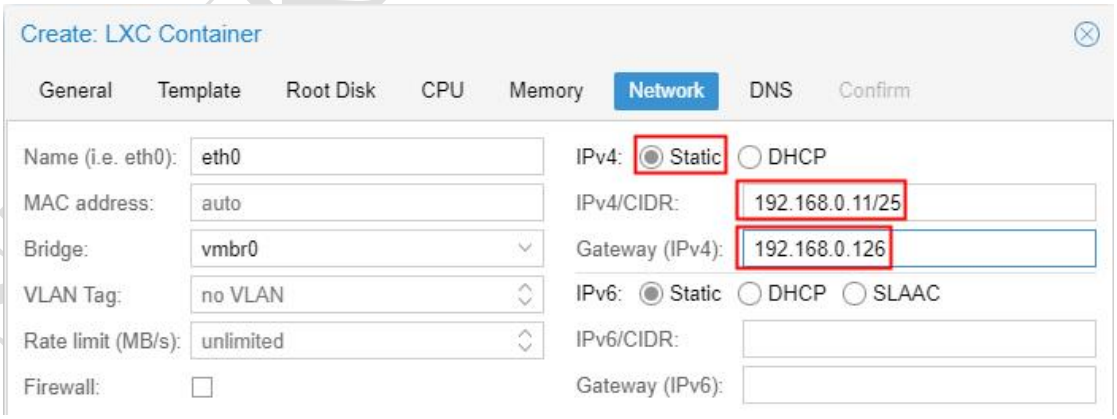
Pada bagian **Memory** dari kotak dialog *Create: LXC Container* dilakukan pengaturan *memory* dan *swap*, seperti terlihat pada gambar 5.99.



Gambar 5.99 Bagian Memory dari Create LXC Container

Parameter **Memory (MiB)** digunakan untuk mengatur kapasitas *memory* dari *container* yaitu **768 MiB**. Sedangkan parameter **Swap (MiB)** digunakan untuk mengatur kapasitas *swap* dari *container* yaitu **512 MiB**.

Pada bagian **Network** dari kotak dialog *Create: LXC Container* dilakukan pengaturan metode alokasi pengalamatan IP untuk *container*, seperti terlihat pada gambar 5.100.

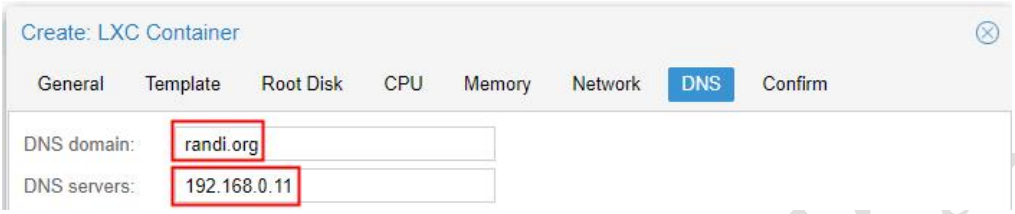


Gambar 5.100 Bagian Network dari Create LXC Container

Parameter **IPv4** digunakan untuk memilih metode alokasi pengalamatan IP yang digunakan yaitu **static**. Sedangkan parameter **IPv4/CIDR** digunakan untuk mengatur pengalamatan IP yang digunakan ketika metode alokasi yang dipilih adalah static, yaitu **192.168.0.11/25**. Sebaliknya parameter **Gateway (IPv4)** digunakan untuk

mengatur alamat IP dari *router gateway* guna menjembatani komunikasi ke beda jaringan dan Internet yaitu **192.168.0.126**.

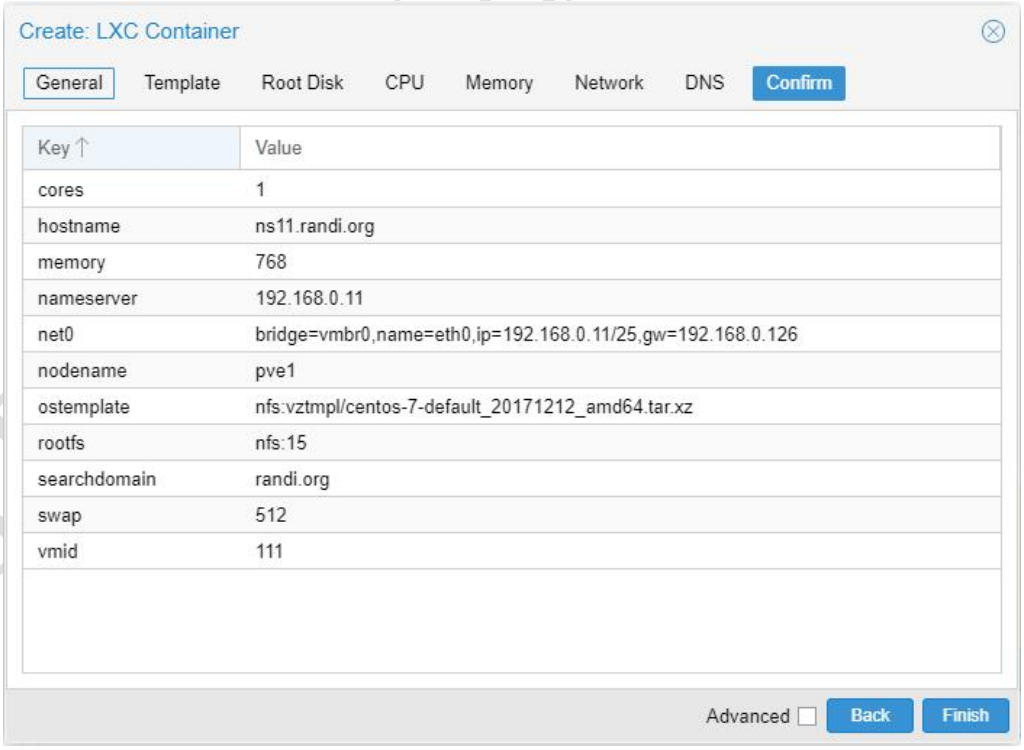
Pada bagian DNS dari kotak dialog *Create: LXC Container* dilakukan pengaturan nama domain dan alamat IP dari server DNS, seperti terlihat pada gambar 5.101.



Gambar 5.101 Bagian DNS dari Create LXC Container

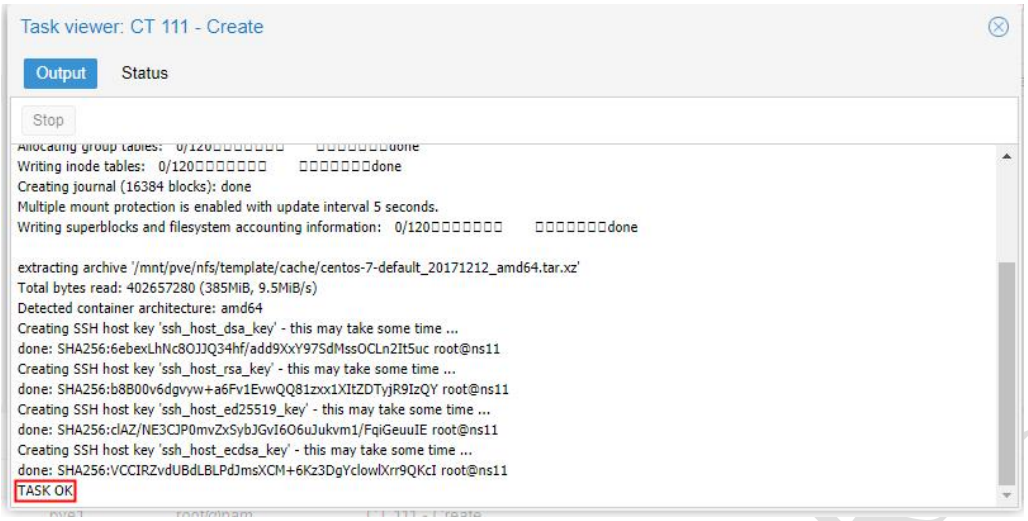
Parameter **DNS domain** digunakan untuk mengatur nama domain yaitu **randi.org**. Sedangkan paramter **DNS servers** digunakan untuk mengatur alamat IP dari *server DNS* yaitu **192.168.0.11**.

Pada bagian **Confirm** dari kotak dialog *Create: LXC Container* menunjukkan rangkuman parameter yang telah diatur pada keseluruhan proses pembuatan *container*, seperti terlihat pada gambar 5.102.



Gambar 5.102 Bagian Confirm dari Create LXC Container

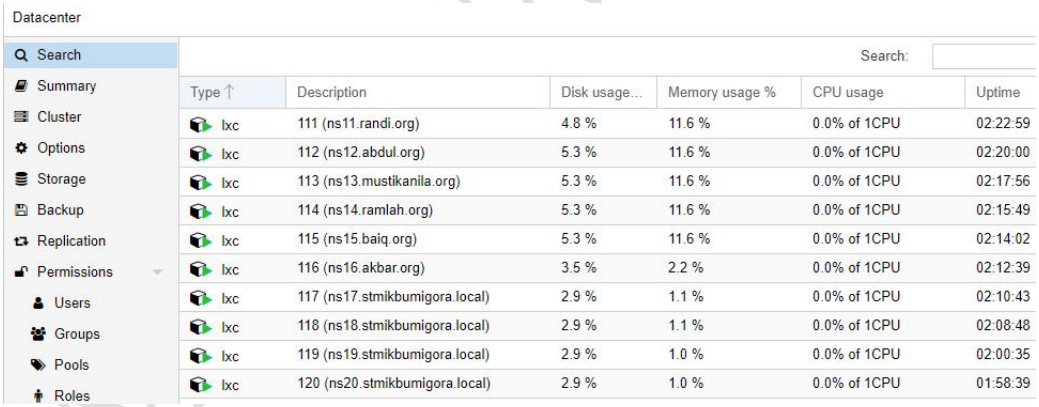
Setelah dilakukan penekanan tombol **Finish** maka akan tampil kotak dialog **Task Viewer: CT 111 – Create** yang menampilkan proses pembuatan container, seperti terlihat pada gambar 5.103.



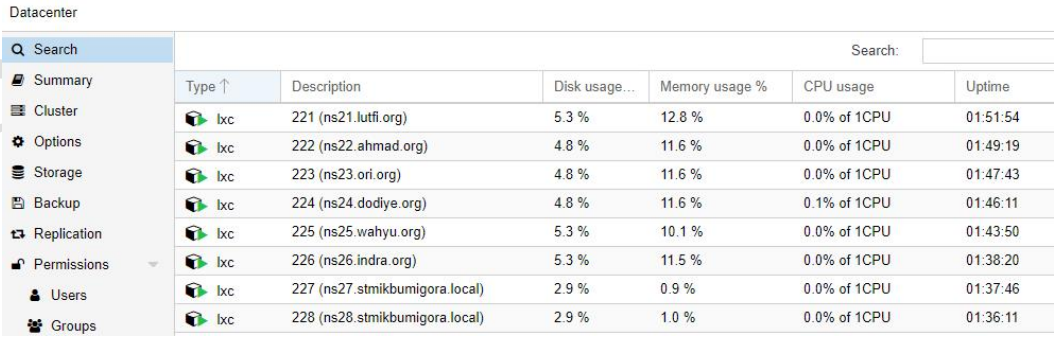
Gambar 5.103 Pembuatan Container di server PVE1

Terlihat pesan "**TASK OK**" yang menyatakan status pembuatan container dengan **CT ID 111** berhasil dilakukan.

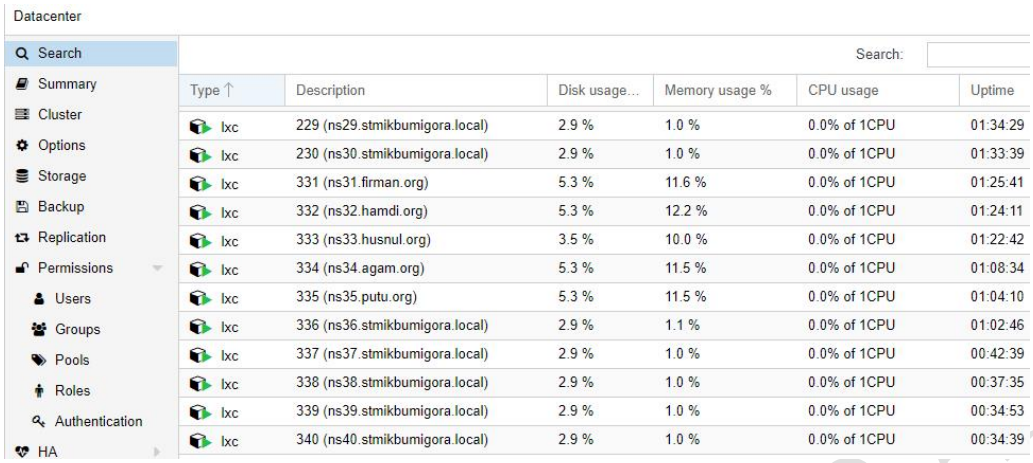
Hasil dari pembuatan 30 (tiga puluh) LXC CentOS 7 di *Proxmox VE Cluster* dapat diverifikasi melalui menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan mengakses menu *Search* dari panel *Content*, seperti terlihat pada gambar 5.104, 5.105 dan 5.106.



Gambar 5.104 Container ID 111-120 pada PVE Cluster



Gambar 5.105 Container ID 221-228 pada PVE Cluster



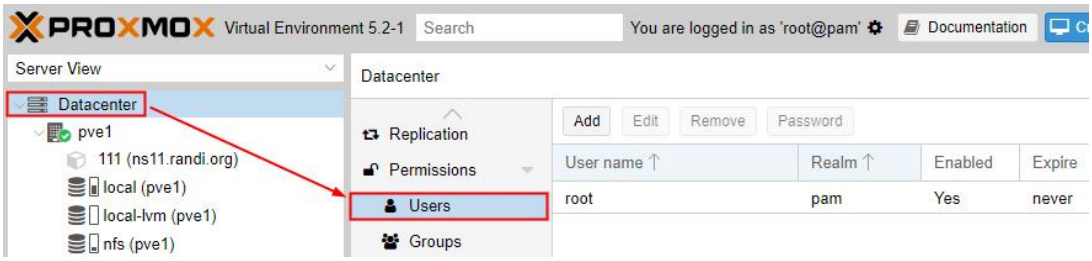
Gambar 5.106 Container ID 229-340 pada PVE Cluster

Berdasarkan gambar 5.104 terlihat 10 (sepuluh) container dengan ID 111-110 yang ditempatkan pada node PVE1. 8 (delapan) container dengan ID 221-228 yang ditunjukkan pada gambar 5.105 dan 2 (dua) container dengan ID 229-230 yang ditunjukkan pada gambar 5.106 sehingga berjumlah 10 (sepuluh) merupakan container yang ditempatkan pada node PVE2. Pada gambar 5.106 juga memperlihatkan container dengan ID 331-340 sehingga berjumlah 10 (sepuluh) merupakan container yang ditempatkan pada node PVE3. Dengan demikian setiap node di PVE1, PVE2, dan PVE3 memiliki masing-masing 10 (sepuluh) container yang aktif atau sedang berjalan. Selain itu pada gambar 5.104, 5.105 dan 5.106 juga memperlihatkan utilisasi dari ke tigapuluh container yang tersebar pada 3 PVE meliputi pemakaian disk (*disk usage*), memori (*memory usage*) dan prosesor (*CPU usage*) serta berapa lama *container* telah berjalan (*Uptime*).

5.2.2.4 Pembuatan User pada PVE Cluster

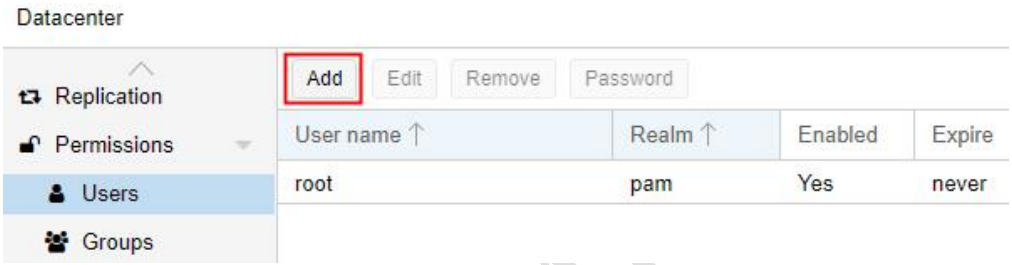
Pembuatan user pada PVE Cluster bertujuan agar setiap pengguna dalam hal ini mahasiswa dapat memanajemen *LXC Container* yang dimiliki melalui antarmuka administrasi berbasis web dari *Proxmox*. Setiap pengguna harus melalui proses otentikasi login terlebih dahulu sebelum dapat melakukan aktivitas manajemen *LXC Container*. Metode otentikasi yang digunakan untuk user adalah *Proxmox VE authentication server*. Terdapat 30 (tiga puluh) user yang dibuat guna menjembatani akses terhadap 30 (tiga puluh) *LXC Container*.

Tahapan dalam pembuatan *user* pada *PVE Cluster* dilakukan melalui menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan mengakses sub menu **Users** dari menu **Permissions** pada panel *Content* sebelah kanan, seperti terlihat pada gambar 5.107.



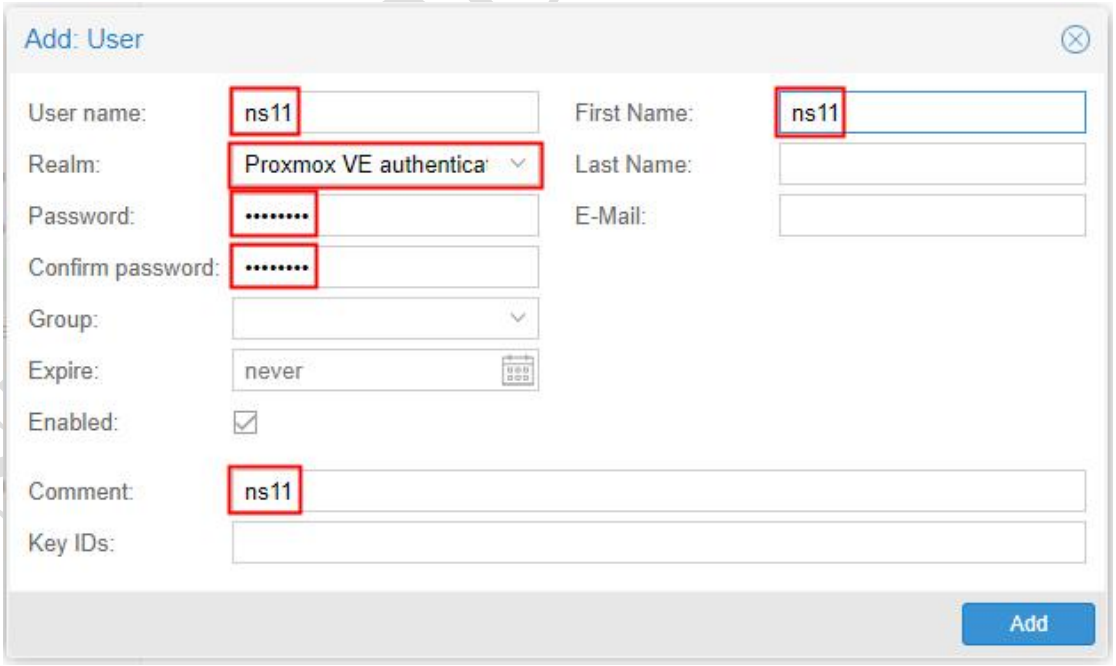
Gambar 5.107 Manajemen User Proxmox VE

Terlihat telah terdapat satu user dengan nama "*root*" yang menggunakan metode otentikasi *Pluggable Authentication Modules (PAM)*. Pembuatan user baru diawali dengan menekan tombol **Add**, seperti terlihat pada gambar 5.108.



Gambar 5.108. Pembuatan User Proxmox VE

Pada kotak dialog **Add: User** yang tampil terdapat beberapa parameter yang diatur, seperti terlihat pada gambar 5.109.



Gambar 5.109 Add: User dari Proxmox VE

Penjelasan dari setiap parameter yang dikonfigurasi adalah sebagai berikut:

a) **User name:**, digunakan untuk mengatur nama login dari pengguna yaitu "**ns11**".

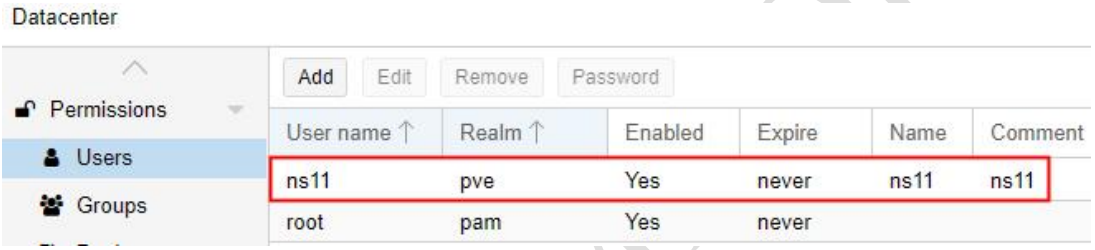
b) **Realm:**, digunakan untuk menentukan metode otentikasi yang digunakan yaitu **Proxmox VE authentication server**.

c) **Password:** dan **Confirm Password:** digunakan untuk mengatur sandi login dari user "**ns11**" untuk *container* yaitu "*12345678*".

d) **Comment:**, digunakan untuk mengatur deskripsi dari akun pengguna yang dibuat yaitu "**ns11**".

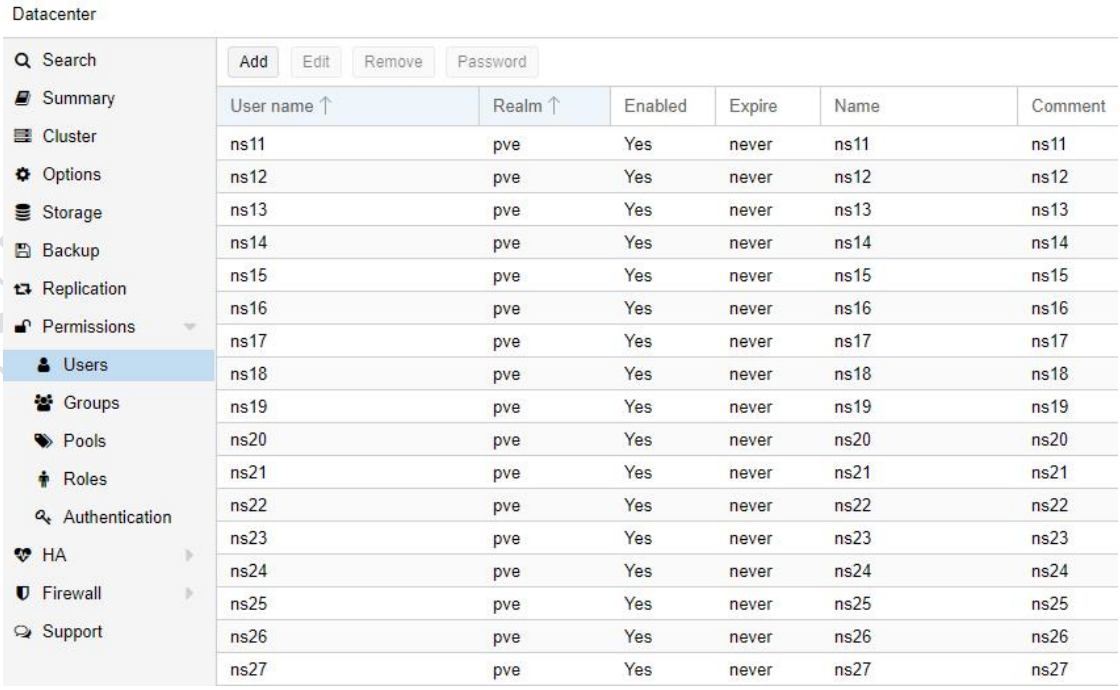
e) **First Name:**, digunakan untuk mengatur nama depan dari akun pengguna yang dibuat yaitu "**ns11**".

Setelah penekanan tombol **Add** maka akan terlihat hasil dari pembuatan user "**ns11**", seperti terlihat pada gambar 5.110.



Gambar 5.110 Hasil Pembuatan User ns11 pada PVE Cluster

Cuplikan hasil dari pembuatan 30 (tiga puluh) user di *PVE Cluster* dapat diverifikasi melalui menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan mengakses sub menu *Users* dari menu *Permissions* di panel *Content*, seperti terlihat pada gambar 5.111.



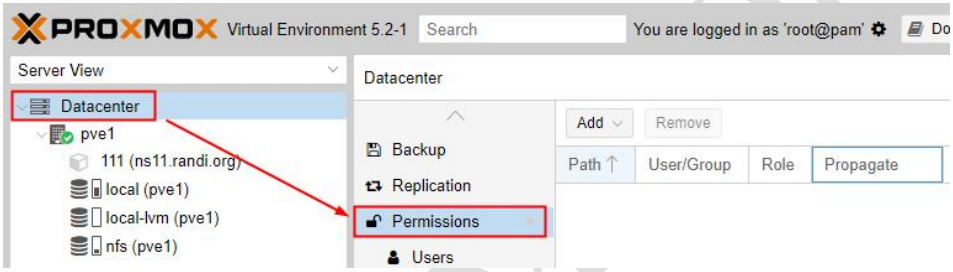
Gambar 5.111 Cuplikan Hasil Pembuatan 30 User di PVE Cluster

Terlihat 17 (tujuh belas) dari 30 user yang telah berhasil dibuat pada *PVE Cluster* yaitu dengan *user name* "**ns11**" sampai dengan "**ns27**".

5.2.2.5 Pengaturan Permission bagi User pada PVE Cluster

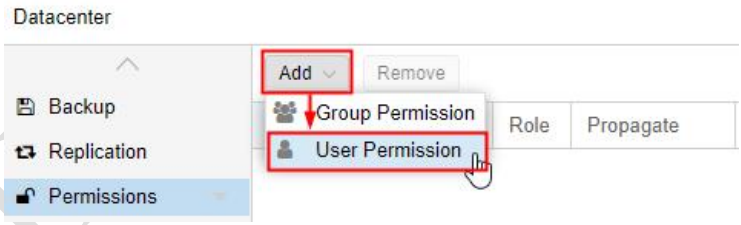
Pengaturan ijin akses (*permission*) dari 30 user yang telah dibuat pada *PVE Cluster* dilakukan agar pengguna dapat memanajemen *LXC container* secara spesifik. PVE menggunakan sistem manajemen ijin akses berbasis *role* yang memuat daftar ijin akses dan *path* untuk menerapkan ijin akses pada objek *LXC container*.

Tahapan pengaturan Permission pada user di *PVE Cluster* dilakukan dengan mengakses menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan memilih menu **Permissions** pada panel *Content* sebelah kanan, seperti terlihat pada gambar 5.112.



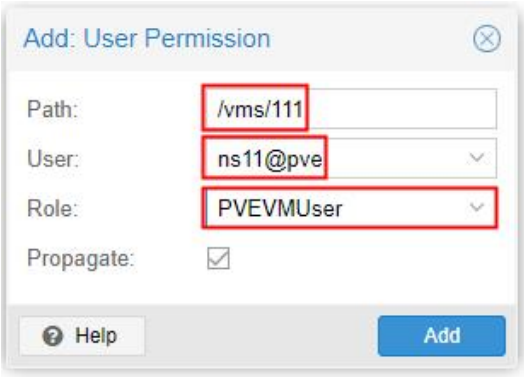
Gambar 5.112 Pembuatan Permission dari User PVE Cluster

Pembuatan ijin akses bagi setiap akun pengguna diawali dengan menekan tombol **Add > User Permission**, seperti terlihat pada gambar 5.113.



Gambar 5.113. Pembuatan Permissions pada Proxmox VE

Pada kotak dialog **Add: User Permission** yang tampil terdapat beberapa parameter yang diatur, seperti terlihat pada gambar 5.114.



Gambar 5.114 Add: User Permission dari Proxmox VE

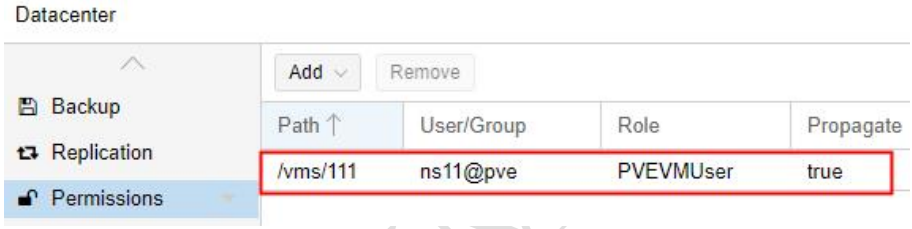
Penjelasan dari setiap parameter yang dikonfigurasi adalah sebagai berikut:

a) **Path:**, digunakan untuk mengatur ijin akses ke objek *LXC container* dengan CT ID tertentu yaitu "**/vms/111**".

b) **User:**, digunakan untuk menentukan user yang diberikan akses terhadap *path "/vms/111"* yaitu **"ns11@pve"**.

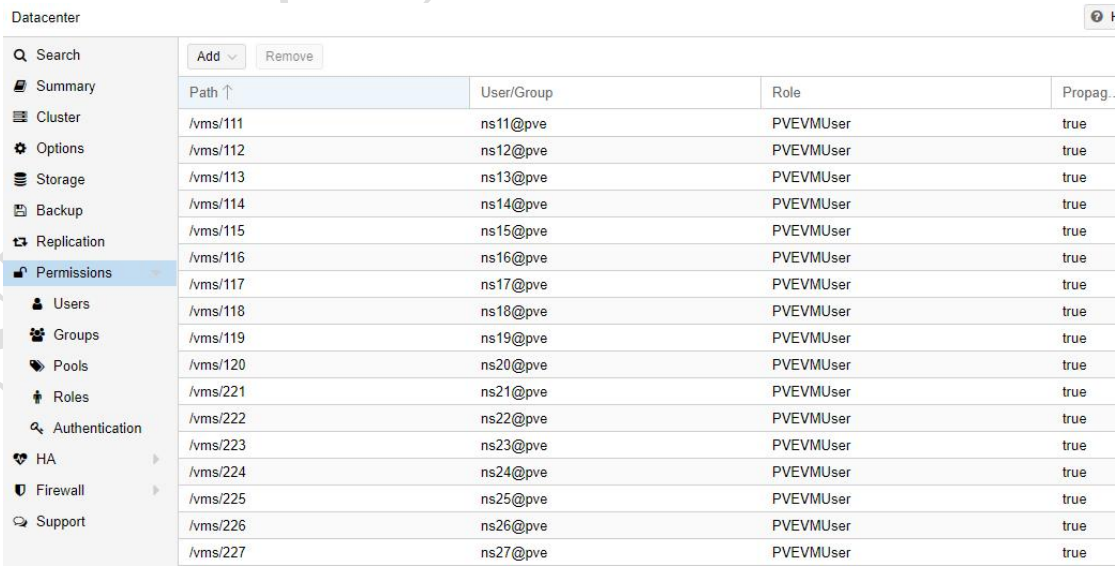
c) **Role:** digunakan untuk mengatur *role* yang dialokasikan untuk user "**ns11@pve**" yaitu "**PVEVMUser**". *Role* tersebut memiliki ijin akses untuk melakukan aktivitas *view, backup, config CDROM, VM console*, dan *VM power management*.

Setelah penekanan tombol **Add** maka akan terlihat hasil dari pembuatan ijin akses untuk user "**ns11@pve**", seperti terlihat pada gambar 5.115.



Gambar 5.115 Hasil Pembuatan Permission User ns11@pve

Cuplikan hasil dari pembuatan 30 (tiga puluh) ijin akses untuk 30 user di *PVE Cluster* dapat diverifikasi melalui menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan mengakses menu *Permissions* di panel *Content*, seperti terlihat pada gambar 5.116.

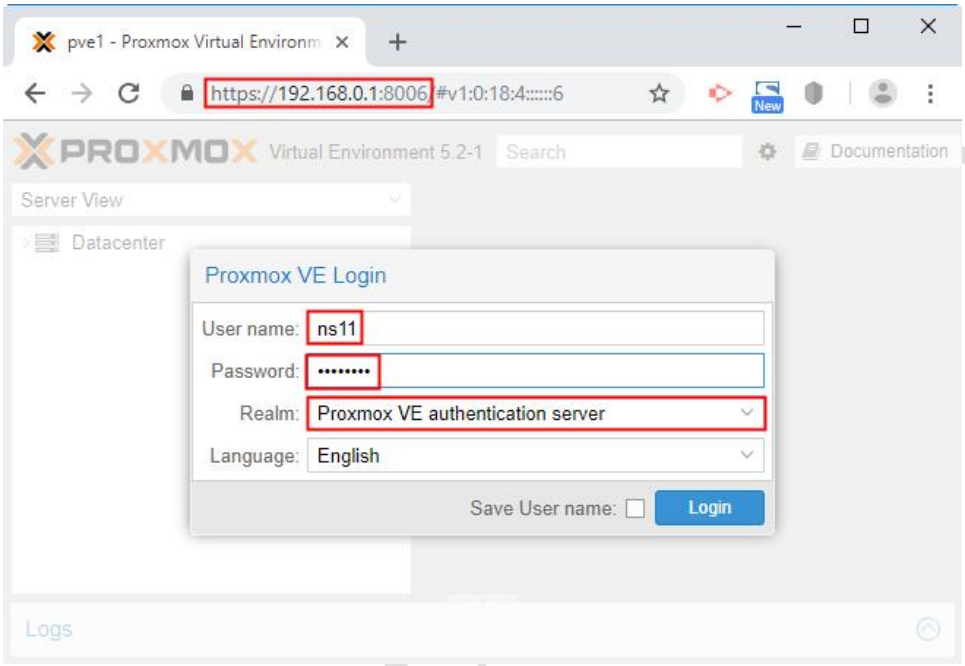


Gambar 5.116 Cuplikan Hasil Pembuatan 30 Permissions pada PVE Cluster

Terlihat 17 (tujuh belas) dari 30 pengaturan ijin akses yang telah berhasil dibuat untuk pengguna dengan *user name* "**ns11@pve**" sampai dengan "**ns27@pve**" pada *PVE Cluster*.

5.2.2.6 Manajemen LXC Container

Pengguna dapat melakukan aktivitas manajemen terhadap LXC container dengan mengakses melalui *browser* pada alamat https://192.168.0.1:8006 dan melengkapi beberapa parameter pada *form* **Proxmox VE Login**, seperti terlihat pada gambar 5.117.



Gambar 5.117 Proxmox VE Login

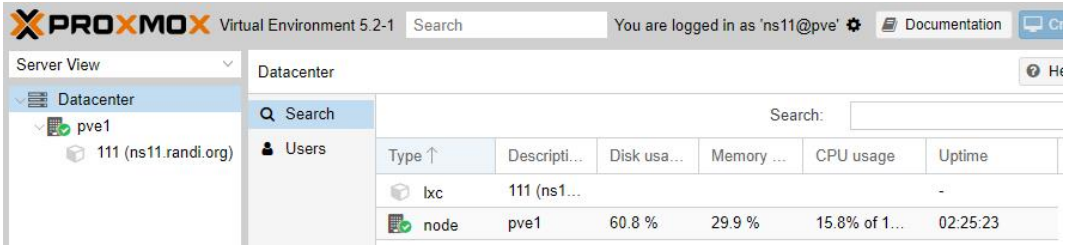
Penjelasan parameter yang diatur pada *form login* adalah sebagai berikut:

a) **User name:**, nama login pengguna yang akan digunakan, sebagai contoh **ns11**.

b) Password:, sandi login dari pengguna yang digunakan, sebagai contoh untuk *user* "*ns11*" adalah "**12345678**".

c) **Realm:**, metode otentikasi yang digunakan untuk akun login pengguna, yaitu **Proxmox VE authentication server**.

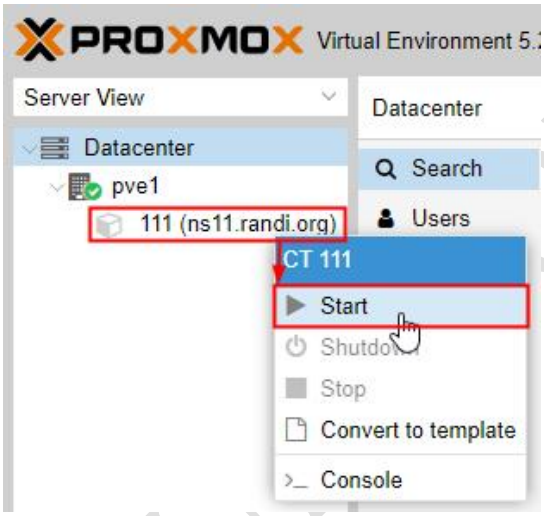
Setelah dilakukan penekanan tombol **Login** maka PVE akan memproses otentikasi login pengguna. Apabila otentikasi berhasil dilakukan maka akan tampil halaman *dashboard* dari PVE, seperti terlihat pada gambar 5.118.



Gambar 5.118 Dashboard PVE user ns11

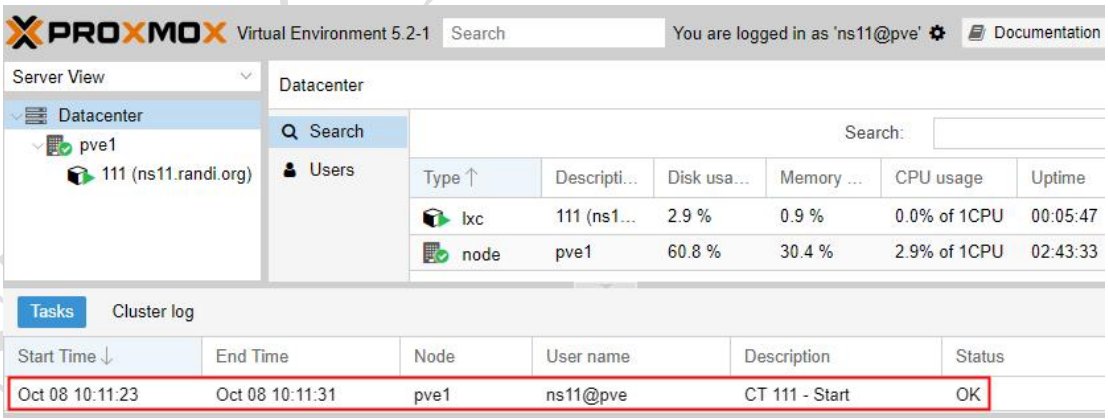
Terlihat terdapat satu *LXC container* dengan **ID 111 (ns11.randi.org)** pada panel *Resource Tree* menu **Datacenter > pve1** yang dapat dimanajemen. Hal ini telah sesuai dengan ijin akses dari *role* yang telah diatur untuk *user* "**ns11**" yaitu "*PVEVMuser*".

LXC container dapat diaktifkan dengan cara klik kanan pada ID **111** yang terdapat di submenu **Datacenter > pve1** dari panel **Resource Tree** dan memilih menu **Start**, seperti terlihat pada gambar 5.119.



Gambar 5.119 Pengaktifan CT ID 111 pada pve1

Status proses pengaktifan *CT ID 111* dapat dilihat pada bagian **Tasks** dari *Log panel*, seperti terlihat pada gambar 5.120.



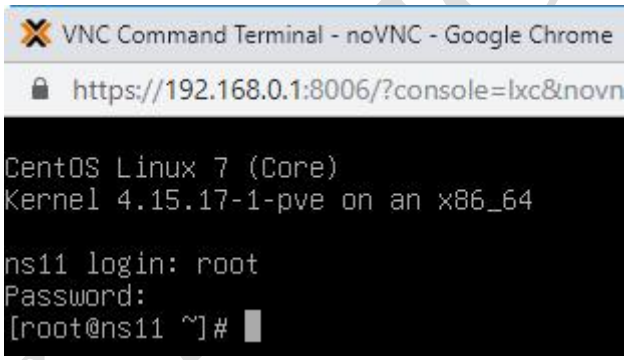
Gambar 5.120 Status Pengaktifan CT ID 111

Terlihat status *CT ID 111* telah berhasil diaktifkan ditandai dengan nilai dari *field Status* adalah **OK**.

Console dari *CT ID 111* dapat diakses dengan cara klik kanan pada ID **111** yang terdapat di submenu **Datacenter > pve1** dari panel **Resource Tree** dan memilih menu **Console**, seperti terlihat pada gambar 5.121.

Gambar 5.121 Pengaksesan Console CT ID 111

Tampil *window browser* baru yang menampilkan prompt Login dari CentOS 7, seperti terlihat pada gambar 5.122.



Gambar 5.122 Prompt Login LXC CentOS 7

Terlihat dilakukan percobaan login menggunakan *user* "**root**" dan *prompt #* menandakan bahwa proses otentikasi login telah berhasil dilakukan.

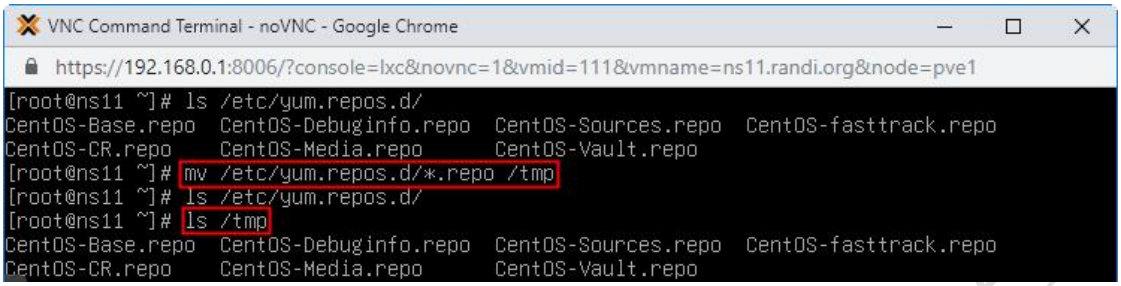
5.2.2.7 Konfigurasi Repository pada LXC

Repository berbasis FTP yang telah dibuat pada *Server NAS* dapat digunakan oleh seluruh *LXC* pada *PVE Cluster*. Terdapat 2 (dua) tahapan konfigurasi yang dilakukan pada setiap *LXC* agar dapat memanfaatkan *repository* tersebut yaitu:

a) Memindahkan file-file *repository* yang terdapat di direktori */etc/yum.repos.d* ke direktori */tmp* agar tidak menggunakan *repository* tersebut.

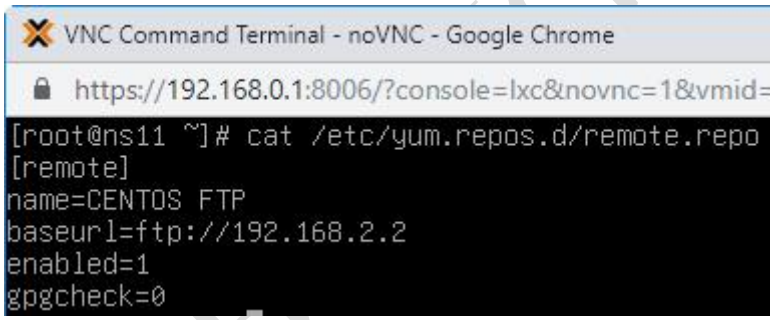
b) Membuat file *repository* baru di dalam direktori */etc/yum.repos.d* dengan nama **remote.repo** yang di dalamnya memuat parameter-paramater konfigurasi untuk mengakses *repository* berbasis FTP di *server NAS*.

Hasil pemindahan *file-file repository* dari direktori */etc/yum.repos.d* ke direktori */tmp* yang dilakukan menggunakan perintah "`mv /etc/yum.repos.d/*.repo /tmp`" pada *LXC container* dengan *ID 111*, seperti terlihat pada gambar 5.123.



Gambar 5.123 Pemindahan File Repository ke /tmp

Terlihat seluruh file *repository* dengan ekstensi **.repo* telah berhasil dipindahkan ke direktori */tmp*. Sedangkan hasil dari pembuatan file */etc/yum.repos.d/remote.repo* pada *LXC container* dengan ID 111, seperti terlihat pada gambar 5.124.



Gambar 5.124 Pembuatan File remote.repo

Penjelasan dari parameter-parameter yang terdapat pada file "**remote.repo**" adalah sebagai berikut:

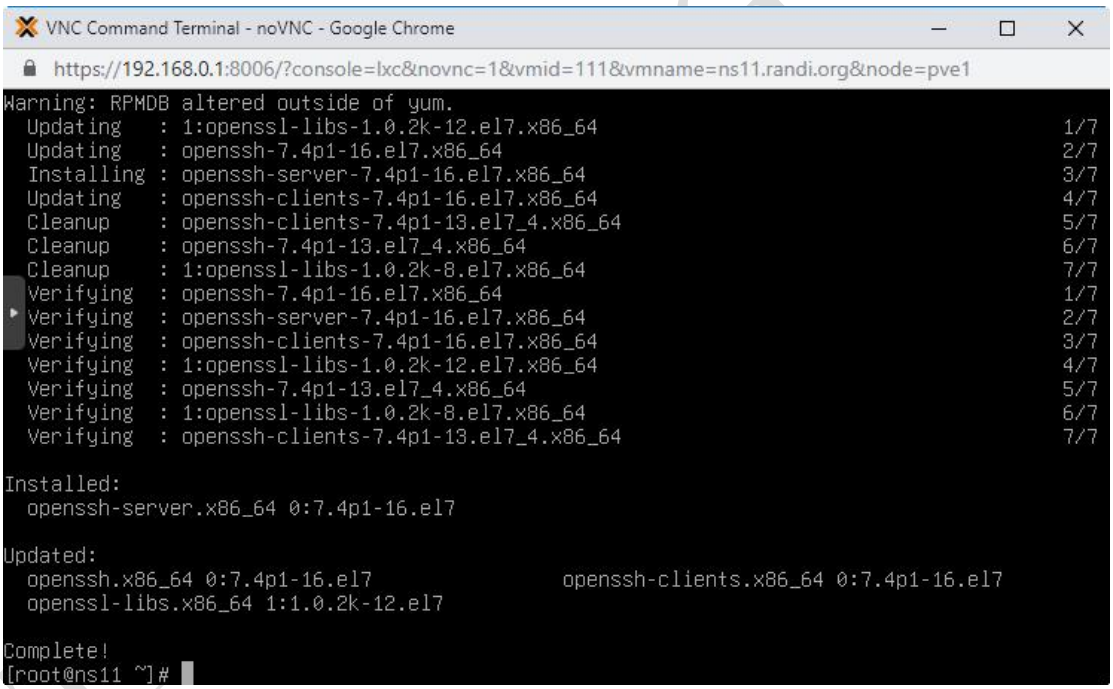
a) **[remote]**, digunakan untuk mengatur repository ID dengan nama "*remote*".
b) **name**, digunakan untuk mengatur nama dari repository yaitu "*CENTOS FTP*".
c) **baseurl**, digunakan untuk mengatur lokasi URL dari direktori *repodata* atau lokasi dari paket di Server FTP yaitu "*ftp://192.168.2.2*".
d) **enabled**, digunakan untuk mengaktifkan repository ini sebagai sumber paket yaitu "1" yang bermakna *enable*.
e) **gpgcheck**, digunakan untuk menonaktifkan pengecekan GPG yaitu "0" yang bermakna *disable*.

Hasil verifikasi pengaturan *remote repository* berbasis FTP telah terdapat pada daftar *YUM repository* yang tersedia pada LXC ID 111, seperti terlihat pada gambar 5.125.

Gambar 5.125 YUM repository pada LXC ID 111

Terlihat terdapat satu repository yang digunakan sebagai sumber paket yaitu dengan ID "*remote*" dan memiliki nama "*CENTOS FTP*" serta status *3971*.

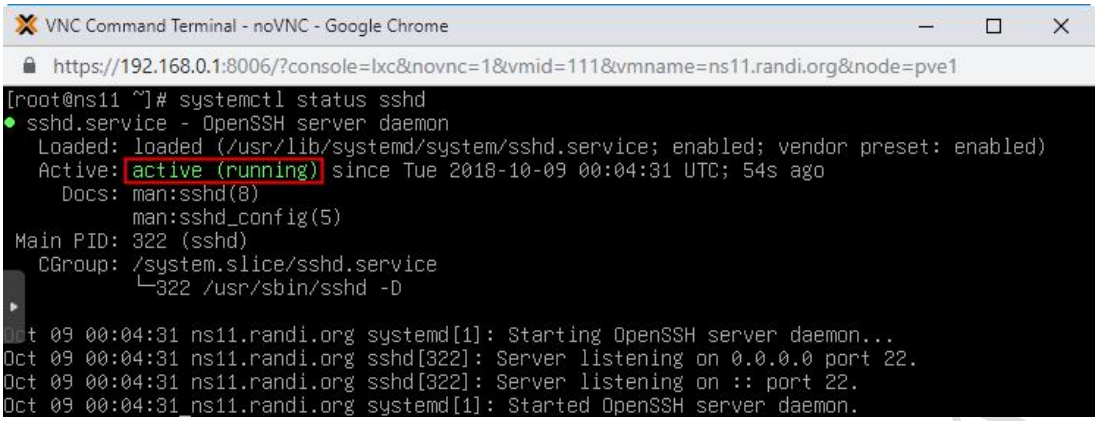
Ujicoba penggunaan *remote repository* berbasis FTP dilakukan dengan menginstalasi paket pada **openssh** pada *LXC ID 111* sehingga container tersebut dapat diakses secara jarak jauh (*remote*) dari komputer client. Perintah yang digunakan untuk menginstalasi paket *openssh* adalah "`yum -y install openssh openssh-server openssh-clients openssl-libs`". Hasil instalasi paket *openssh*, seperti terlihat pada gambar 5.126.



Gambar 5.126 Hasil Instalasi Paket OpenSSH pada LXC ID 111

Terlihat seluruh paket openssh telah berhasil diinstalasi dimana ditandai dengan pesan *Complete!*. Selanjutnya dilakukan pengaturan agar *service openssh* pada *LXC ID 111* langsung diaktifkan ketika *booting* dengan menggunakan perintah "`systemctl enable sshd`" dan menjalankan *service openssh* dengan menggunakan perintah "`systemctl start sshd`" sehingga layanan SSH dapat diakses dari *SSH Client*.

Hasil verifikasi pengaktifan *service openssh* menggunakan perintah "`systemctl status sshd`", seperti terlihat pada gambar 5.127.

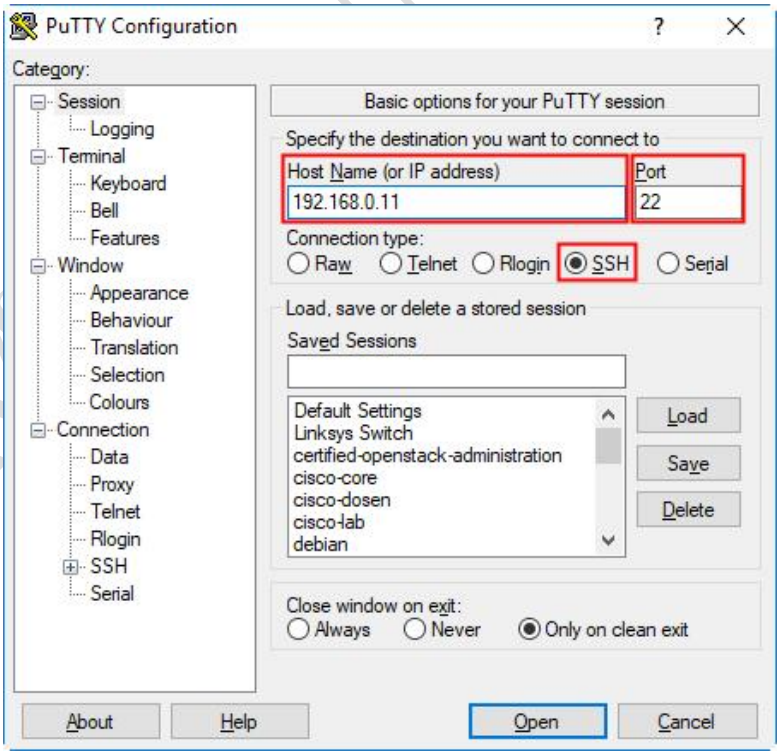


Gambar 5.127 Verifikasi Pengaktifan Service OpenSSH pada LXC ID 111

Terlihat status *service openssh* telah aktif atau berjalan.

5.2.2.8 Pengaksesan LXC melalui SSH

Pengguna dapat mengkonfigurasi LXC tanpa melalui *console* setelah service *SSH* berjalan pada *container* tersebut. Akses SSH pada LXC dapat dilakukan melalui komputer *client LAB DKV* dengan menggunakan aplikasi *SSH Client* seperti *putty*. Hasil ujicoba *remote access SSH* menggunakan aplikasi *putty* ke *LNX ID 111*, seperti terlihat pada gambar 5.128.



Gambar 5.128 Konfigurasi SSH Client pada Client Lab DKV

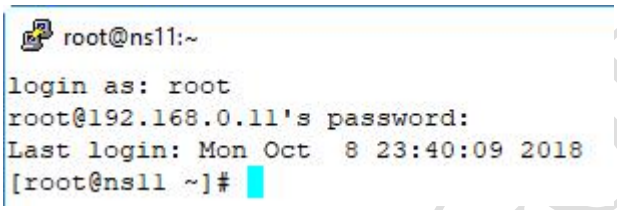
Terdapat beberapa parameter yang diatur pada aplikasi *putty* yaitu:

a) **Host Name:**, digunakan untuk mengatur alamat IP dari LXC ID 111 yang akan di *remote access* yaitu *192.168.0.11*.

b) **Port:**, digunakan untuk mengatur nomor *port* dari *SSH server* pada *LXC ID 111* yaitu *22*.

c) **Connection type:,** digunakan untuk menentukan jenis koneksi yaitu *SSH*.

Setelah melengkapi isian parameter pada aplikasi *putty* tersebut maka koneksi ke *SSH Server* dapat dilakukan dengan menekan tombol **Open**. Pada kotak dialog *Putty Security Alert* yang tampil, pilih "*yes*". Selanjutnya akan tampil *prompt login* otentikasi. Lengkapi isian *Login as:* dengan menggunakan user "**root**" dengan *Password:* "12345678", seperti terlihat pada gambar 5.129.



Gambar 5.129 Ujicoba SSH dari client Lab DKV ke LXC ID 111

Terlihat koneksi SSH telah berhasil dilakukan.

5.2.2.9 Konfigurasi LXC sebagai Server Intranet

LXC berbasis CentOS 7 sebanyak 30 (tiga puluh) yang telah dibuat pada *PVE Cluster* digunakan oleh mahasiswa untuk kegiatan praktikum matakuliah manajemen jaringan. Praktikum ini membahas tentang membangun server Intranet menggunakan *Linux CentOS 7* dengan layanan *Domain Name System (DNS), Web, Mail,* dan *File Transfer Protocol (FTP).*

Layanan DNS dibangun menggunakan paket aplikasi *Berkeley Internet Name Domain (BIND)* dengan nama domain tertentu yang dapat diakses secara lokal atau lingkup Intranet. Pada BIND dikonfigurasi fitur *Canonical Name (CNAME)* untuk *www, mail, ftp,* dan *subdomain* untuk situs dari beberapa pengguna Linux yaitu ali, hasan dan badu. Selain itu juga dikonfigurasi fitur *Mail Exchanger (MX).*

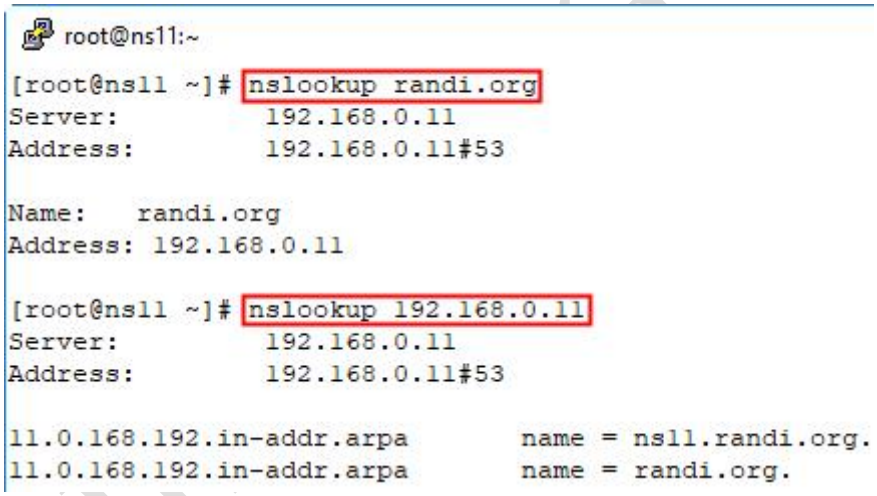
Layanan web dibangun menggunakan paket aplikasi Apache yang difungsikan sebagai *HTTP Server*. Pada *HTTP Server* diaktifkan fitur *UserDir* agar akun pengguna Linux dapat memiliki situs cukup dengan membuat direktori *public_html* di *home* direktorinya dan mengunggah file-file terkait situs pada direktori tersebut. Terdapat pula konfigurasi *virtual host* untuk menjembatani pengaksesan untuk subdomain *www, mail,* dan nama subdomain dari beberapa pengguna Linux yaitu ali, hasan dan badu.

Layanan mail dibangun menggunakan paket aplikasi *postfix* dan *dovecot* yang mendukung protokol *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), Post Office Protocol*

version 3 (POP3) dan *Internet Message Access Protocol (IMAP)*. Selain itu pesan email disimpan menggunakan format maildir dan akun mail dibuat hanya untuk 3 (tiga) pengguna Linux yaitu ali, hasan dan badu. Terdapat pula layanan web based email menggunakan *squirrelmail*.

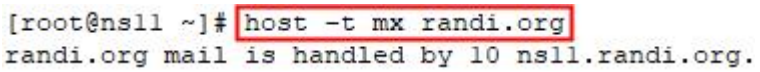
Layanan FTP dibangun menggunakan paket aplikasi *Very Secure File Transfer Daemon (vsFTPd)*. FTP dikonfigurasi agar hanya mendukung *regular FTP* sehingga akses anonymous tidak dapat dilakukan. *Regular FTP* mewajibkan pengguna untuk melewati proses otentikasi login dengan menggunakan regular user yaitu ali, hasan dan badu.

Hasil konfigurasi DNS pada salah satu LXC dengan ID 111 dapat diverifikasi menggunakan utilitas "*nslookup*" melalui salah satu komputer client pada Lab DKV, seperti terlihat pada gambar 5.130.



Gambar 5.130 Verifikasi DNS untuk Domain randi.org pada LXC ID 111

Terlihat *Server DNS* pada LXC 111 menggunakan nama domain "*randi.org*" dan telah berhasil menjawab *query* untuk memetakan nama domain "*randi.org*" ke alamat IP 192.168.0.11 atau yang dikenal dengan istilah *forward lookup zone*. Begitu pula sebaliknya juga telah berhasil memetakan alamat IP 192.168.0.11 ke nama domain "*randi.org*" atau yang dikenal dengan istilah *reverse lookup zone*. Selanjutnya hasil verifikasi konfigurasi MX, seperti terlihat pada gambar 5.131.



Gambar 5.131 Verifikasi MX pada Server DNS LXC ID 111

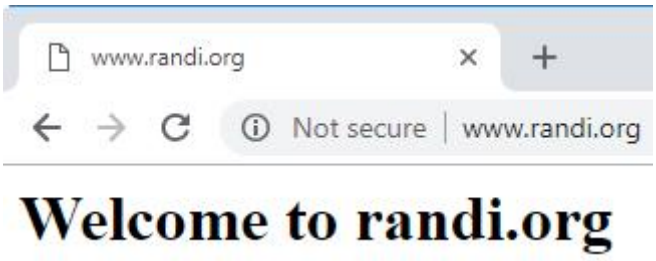
Terlihat dimana *mail routing* untuk domain "*randi.org*" dikelola oleh host atau server "*ns11.randi.org*" dengan nilai *priority* 10. Sedangkan hasil verifikasi konfigurasi CNAME pada *server DNS*, seperti terlihat pada gambar 5.132.

```
[root@ns11 ~]# nslookup www.randi.org
Server:         192.168.0.11
Address:        192.168.0.11#53

www.randi.org   canonical name = ns11.randi.org.
Name:   ns11.randi.org
Address: 192.168.0.11

[root@ns11 ~]# nslookup mail.randi.org
Server:         192.168.0.11
Address:        192.168.0.11#53

mail.randi.org  canonical name = ns11.randi.org.
Name:   ns11.randi.org
Address: 192.168.0.11

[root@ns11 ~]# nslookup ftp.randi.org
Server:         192.168.0.11
Address:        192.168.0.11#53

ftp.randi.org   canonical name = ns11.randi.org.
Name:   ns11.randi.org
Address: 192.168.0.11

[root@ns11 ~]# nslookup ali.randi.org
Server:         192.168.0.11
Address:        192.168.0.11#53

ali.randi.org   canonical name = ns11.randi.org.
Name:   ns11.randi.org
Address: 192.168.0.11

[root@ns11 ~]# nslookup hasan.randi.org
Server:         192.168.0.11
Address:        192.168.0.11#53

hasan.randi.org canonical name = ns11.randi.org.
Name:   ns11.randi.org
Address: 192.168.0.11

[root@ns11 ~]# nslookup badu.randi.org
Server:         192.168.0.11
Address:        192.168.0.11#53

badu.randi.org  canonical name = ns11.randi.org.
Name:   ns11.randi.org
Address: 192.168.0.11
```

Gambar 5.132 Verifikasi CNAME pada Server DNS LXC ID 111

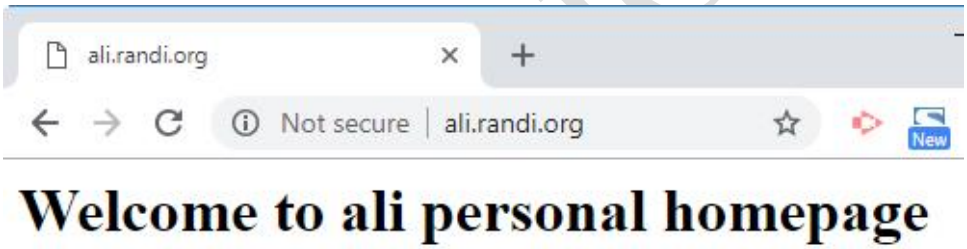
Terlihat pengaturan CNAME untuk subdomain www, mail, ftp, ali, hasan dan badu telah berhasil dilakukan. Keseluruhan *subdomain* mengacu pada host yang sama "*ns11.randi.org*".

Hasil konfigurasi dari layanan web untuk nama domain "*randi.org*" dapat diverifikasi melalui browser dengan mengakses alamat *http://www.randi.org*, seperti terlihat pada gambar 5.133.

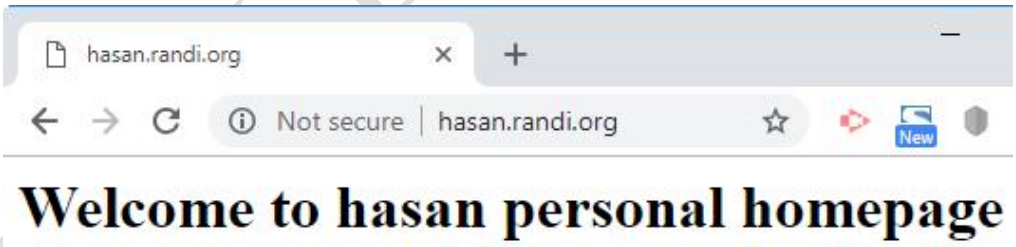


Gambar 5.133 Verifikasi Layanan Web pada LXC ID 111

Terlihat situs tersebut berhasil diakses yang ditandai dengan konten *homepage* "*Welcome to randi.org*". Sedangkan hasil verifikasi konfigurasi *virtual host* untuk sub domain *ali.randi.org*, *hasan.randi.org*, dan *badu.randi.org* melalui *browser*, masing-masing terlihat seperti pada gambar 5.134, 5.135 dan 5.136.



Gambar 5.134 Verifikasi Virtual Host untuk subdomain ali.randi.org



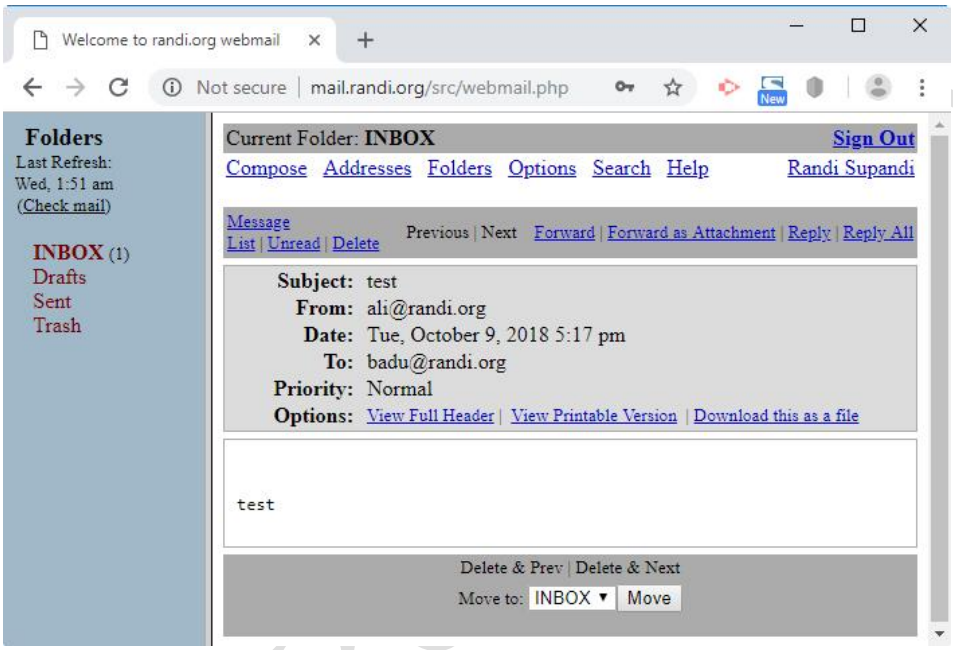
Gambar 5.135 Verifikasi Virtual Host untuk subdomain hasan.randi.org

Gambar 5.136 Verifikasi Virtual Host untuk subdomain badu.randi.org

Terlihat subdomain *ali.randi.org* telah berhasil diakses yang ditandai dengan konten *homepage* "*Welcome to ali personal homepage*". Subdomain hasan.randi.org juga telah berhasil diakses yang ditandai dengan konten *homepage* "*Welcome to hasan*

personal homepage". Begitu pula subdomain *badu.randi.org* juga telah berhasil diakses yang ditandai dengan konten *homepage* "*Welcome to badu personal homepage*".

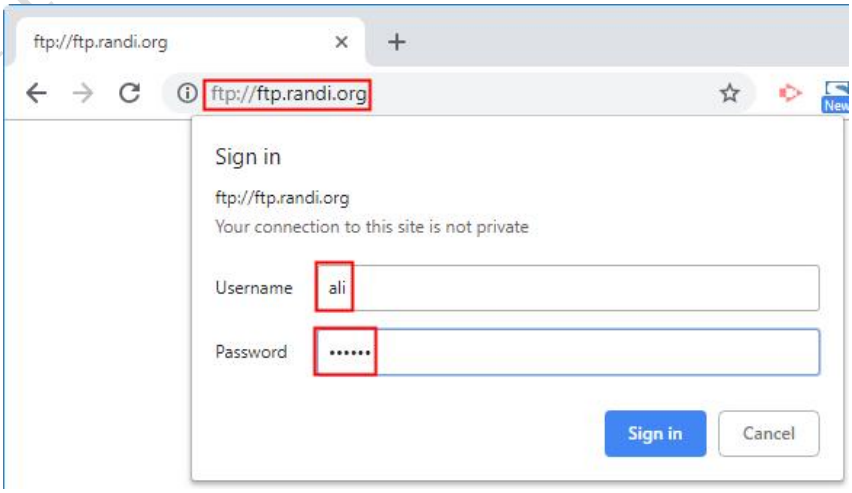
Hasil konfigurasi dari layanan mail dapat diverifikasi dengan melakukan percobaan pengiriman email melalui antarmuka mail berbasis web *squirrelmail* yang dapat diakses pada alamat *http://mail.randi.org*, seperti terlihat pada gambar 5.137.



Gambar 5.137 Verifikasi Layanan Mail untuk subdomain mail.randi.org

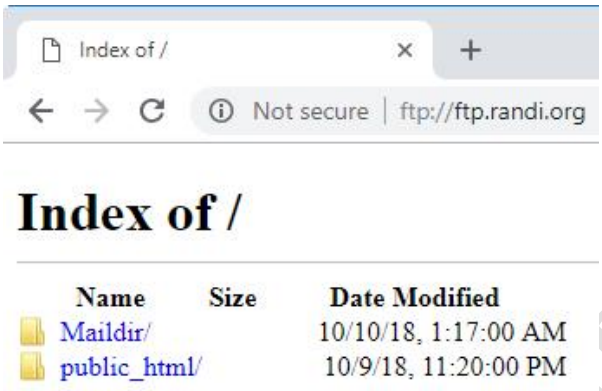
Terlihat hasil ujicoba pengiriman email dari *user* "ali" menggunakan alamat ali@randi.org ke *user* "badu" dengan alamat badu@randi.org yang memiliki isian topik dan pesan email adalah "*test*".

Hasil konfigurasi dari layanan FTP dapat diverifikasi melalui *browser* dengan mengakses alamat ftp://ftp.randi.org, seperti terlihat pada gambar 5.138.



Gambar 5.138 Verifikasi Layanan FTP untuk subdomain ftp.randi.org

Terlihat tampil form otentikasi login ke *Server FTP*. Selanjutnya dilakukan ujicoba login dengan menggunakan *user* "*ali*" dengan sandi "*123456*", maka hasilnya seperti terlihat pada gambar 5.139.

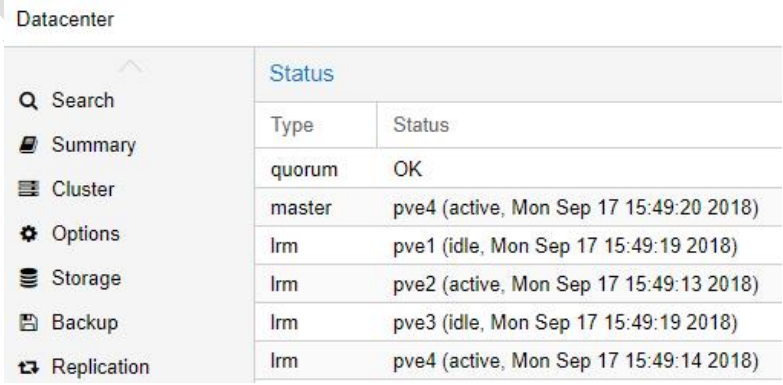


Gambar 5.139 Konten Home Direktori User Ali

Proses otentikasi login ke *Server FTP* berhasil dilakukan yang ditandai dengan penampilan konten dari *home* direktori milik *user* "*ali*" yaitu terlihat terdapat direktori "*Maildir*" dan "*public_html*".

5.2.2.10 Live Migration LXC

PVE Cluster yang dibangun menggunakan 4 (empat) *node* atau *server* yaitu PVE1, PVE2, PVE3 dan PVE4 pada penelitian ini telah mendukung *High Availability (HA)*. PVE menggunakan perangkat lunak "*ha-manager*" yang bekerja untuk mendeteksi kegagalan sehingga dapat melakukan *failover* secara otomatis. Status HA dari sistem yang dibangun dapat ditampilkan melalui web administrasi PVE dengan memilih menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan selanjutnya pada panel *content* memilih menu **HA**, seperti terlihat pada gambar 5.140.

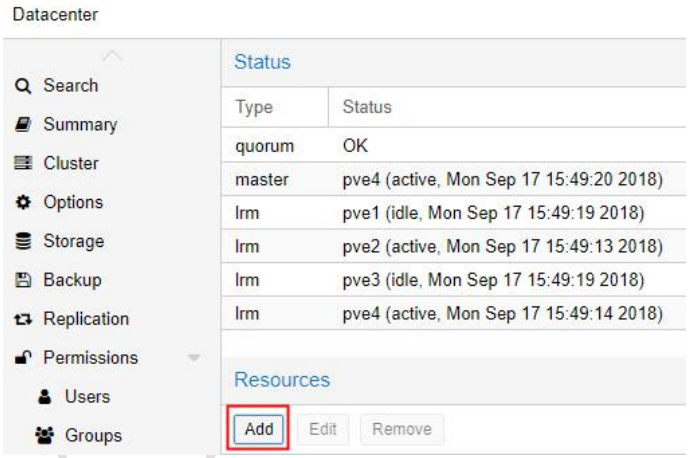


Gambar 5.140 Status HA dari PVE Cluster

Terlihat status HA telah memenuhi *quorum* yang ditandai dengan pesan "**OK**". Selain itu terdapat pula informasi bahwa *node pve4* bertindak sebagai *master* dari *Cluster Resource Manager (CRM)* sehingga berperan dalam mengambil keputusan

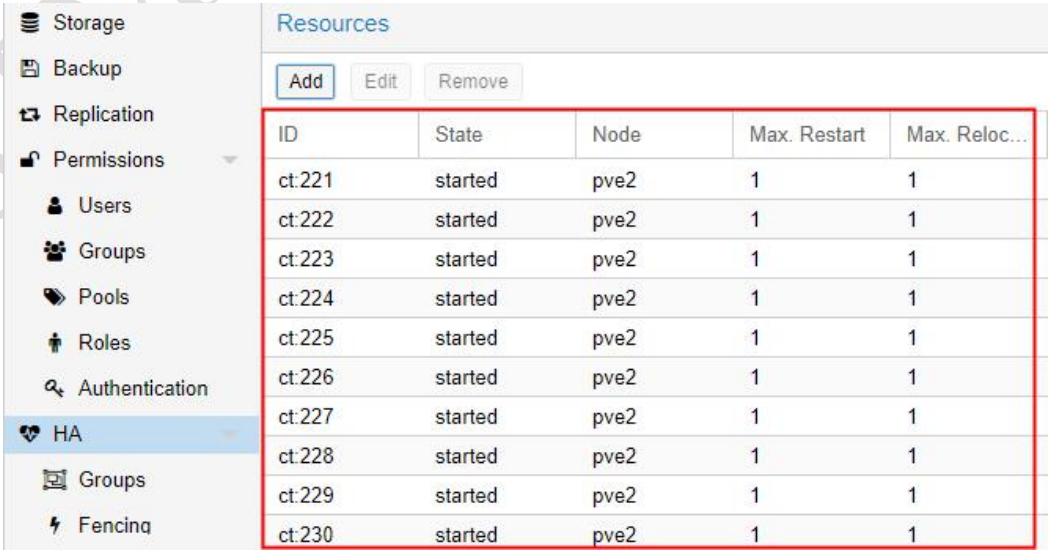
pada lingkup *cluster*. Dengan aktifnya fitur HA pada *PVE Cluster* maka sistem yang dibangun juga mendukung fitur *live migration* pada LXC yang telah berjalan. *Live migration* dapat meminimalkan *downtime* ketika proses migrasi LXC dari satu *node* pada *cluster* ke *node* lainnya.

Ujicoba *live migration* dilakukan pada 10 (sepuluh) LXC yang terdapat pada *node PVE2* yaitu dengan ID 221 sampai dengan 230 yang dimigrasi ke *node PVE4*. Tahapan yang dilalui untuk melakukan *live migration* yaitu menambahkan *resource* pada HA *resource configuration* dan mengeksekusi *bulk migration*. Penambahan resource dapat dilakukan dengan mengakses menu *Datacenter* pada panel *Resource Tree* dan selanjutnya pada panel *content* memilih menu **HA** serta menekan tombol **Add** di bagian **Resources**, seperti terlihat pada gambar 5.141.



Gambar 5.141 Penambahan Resources pada HA

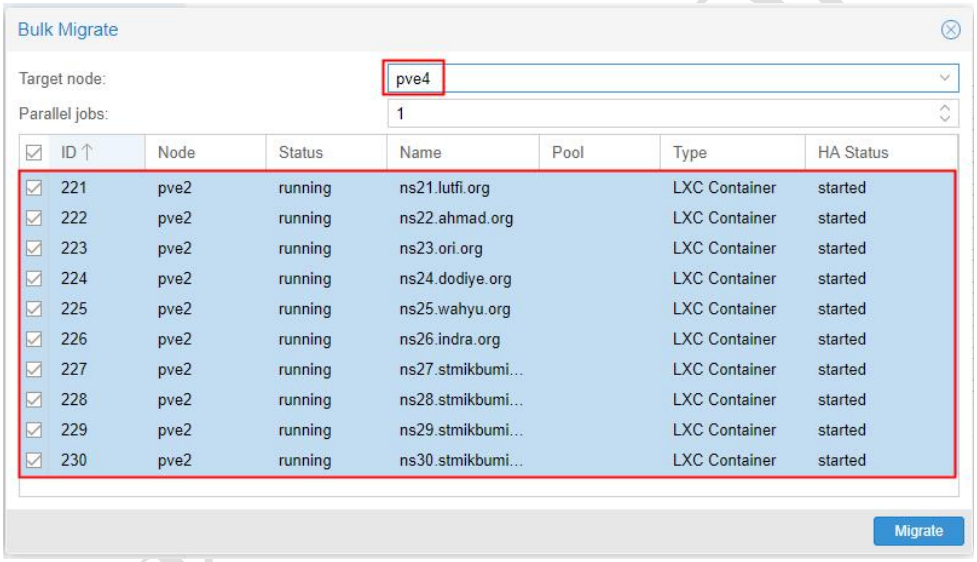
Hasil penambahan 10 (sepuluh) LXC dengan ID 221 sampai dengan 230 ke *resources* dari HA, seperti terlihat pada gambar 5.142.



Gambar 5.142 Hasil Penambahan 10 LXC ke HA Resources

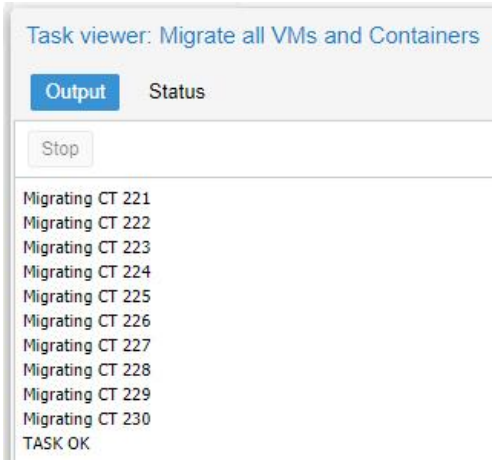
Terlihat ke sepuluh LXC pada *node PVE2* telah berhasil ditambahkan pada **Resources** dari *HA resources configuration* dengan pengaturan *maximum restart* dan *maximum relocate* bernilai 1 (satu). Selanjutnya dilakukan proses *bulk migration*.

Bulk migration dilakukan dengan memilih *node* **pve2** yang terdapat di sub menu *Datacenter* dari panel *Resource Tree* dan pada panel *content* memilih tombol **Bulk Actions > Bulk Migrate**. Pada kotak dialog *Bulk Migrate* yang tampil, dilakukan pengaturan parameter **Target node:** ke *pve4* sebagai lokasi node tujuan migrasi dan memilih ke sepuluh LXC yang akan dimigrasi yaitu CT ID 221 sampai dengan 230, seperti terlihat pada gambar 5.143.



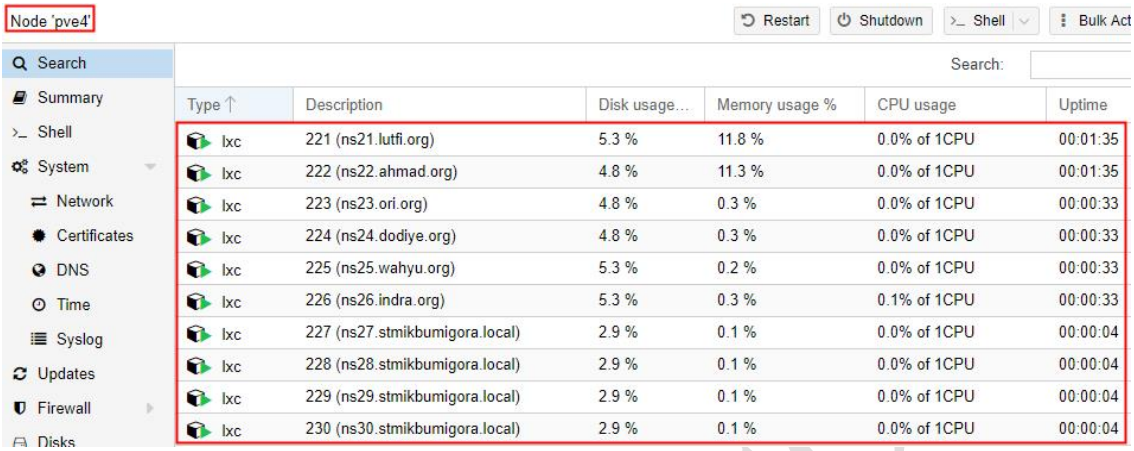
Gambar 5.143 Bulk Migrate LXC dari node PVE2 ke PVE4

Proses migrasi dilakukan dengan menekan tombol **Migrate**. Selanjutnya akan tampil kotak dialog *Task viewer: Migrate all VMs and Containers* yang menunjukkan *output* dari proses dari migrasi, seperti terlihat pada gambar 5.144.



Gambar 5.144 Task viewer: Migrate all VMs and Containers

Terlihat proses migrasi CT 221 sampai dengan CT 230 berhasil dilakukan yang ditandai dengan pesan **TASK OK**. Hasil akhir dari sepuluh LXC yang telah berhasil dimigrasi ke *node PVE4*, seperti terlihat pada gambar 5.145.



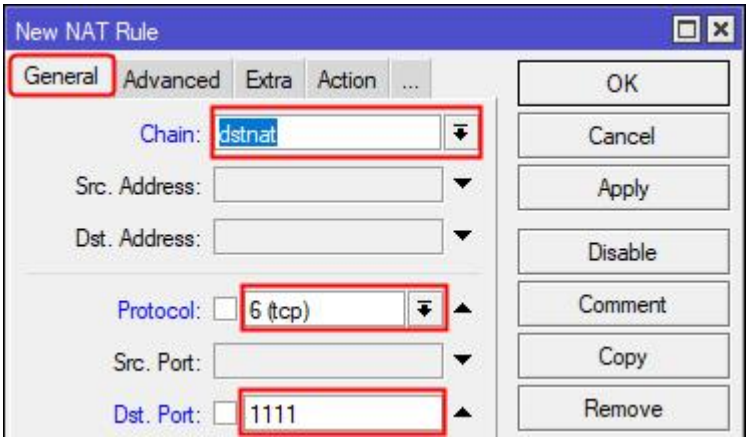
Gambar 5.145 Hasil Migrasi 10 LXC pada node PVE4

Terlihat ke sepuluh LXC saat ini telah berjalan di *node PVE4*.

5.2.2.11 Port Forwarding pada Router Gateway

Port forwarding dikonfigurasi pada *router gateway* untuk menjembati kebutuhan akses jarak jauh (*remote access*) melalui *SSH* dari Internet ke LXC. Mengingat LXC pada *PVE cluster* menggunakan alamat IP *private* yaitu 192.168.0.0/25 maka alamat tersebut tidak dapat diakses secara langsung dari Internet. Komunikasi SSH dengan tujuan TCP port 22 ke LXC dilakukan dengan menggunakan perantara alamat IP Publik yaitu 203.0.113.1 dengan TCP port tertentu yang dimiliki oleh *router gateway*. Fitur *IP Firewall* dengan jenis *Destination Network Address Translation (DNAT)* pada *router MikroTik* digunakan untuk melakukan *port forwarding* yaitu ketika terdapat permintaan koneksi yang masuk ke alamat IP publik dari *router gateway* dengan tujuan TCP port tertentu maka akan dialihkan ke alamat IP lokal atau *private* dari LXC dengan tujuan TCP port 22.

Konfigurasi *DNAT* pada *router gateway* untuk menjembatani akses SSH dari *client* di Internet ke *LXC ID 111* dilakukan melalui *winbox* dengan mengakses menu **IP > Firewall**. Pada kotak dialog *Firewall* yang tampil dilakukan pemilihan tab **NAT**. Penambahan konfigurasi NAT baru dilakukan dengan memilih tanda + pada *toolbar* dan melengkapi isian beberapa parameter yang terdapat di kotak dialog *New NAT Rule* meliputi tab *General* dan *Action*, seperti terlihat pada gambar 5.146 dan 5.147.



Gambar 5.146 Konfigurasi NAT pada Tab General dari IP Firewall NAT

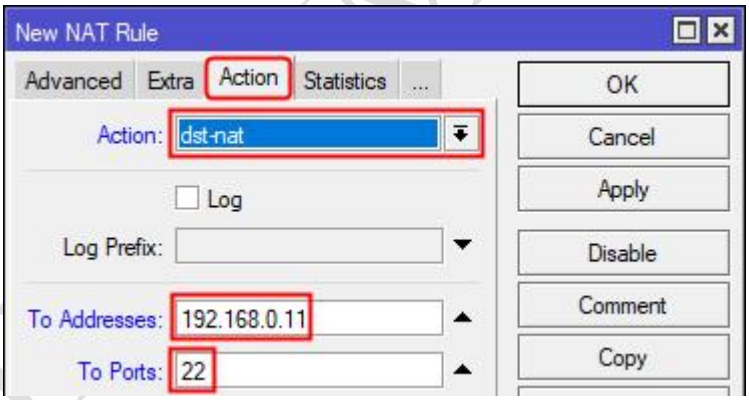
Terdapat 3 (tiga) parameter yang diatur pada tab **General** yaitu:

a) **Chain:**, menentukan jenis chain yang digunakan yaitu **dstnat**.

b) **Protocol:**, menentukan protokol yang digunakan yaitu **6 (tcp)**.

c) **Dst. Port:**, menentukan nomor port tujuan yang digunakan yaitu **1111**.

Sedangkan pada tab **Action** dilakukan pengaturan pada 3 (tiga) parameter, seperti terlihat pada gambar 5.147.



Gambar 5.147 Konfigurasi NAT pada Tab Action dari IP Firewall NAT

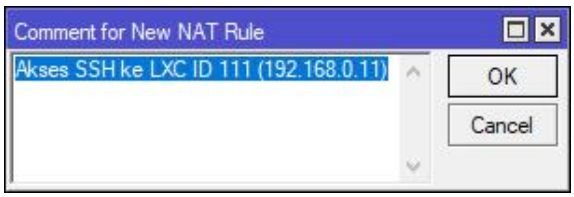
Penjelasan dari setiap parameter adalah sebagai berikut:

a) **Action:**, digunakan untuk menentukan aksi yang akan diambil jika memenuhi rule yaitu **dst-nat** yang akan mengganti alamat IP dan nomor port tujuan menggunakan nilai yang tertera pada parameter "*To Addresses*" dan "*To Ports*".

b) **To Addresses:**, menentukan alamat IP pengganti dari IP asal yaitu IP Publik dari *router gateway* 203.0.113.1 diganti dengan 192.168.0.11 yang merupakan alamat IP *private* dari LXC 111.

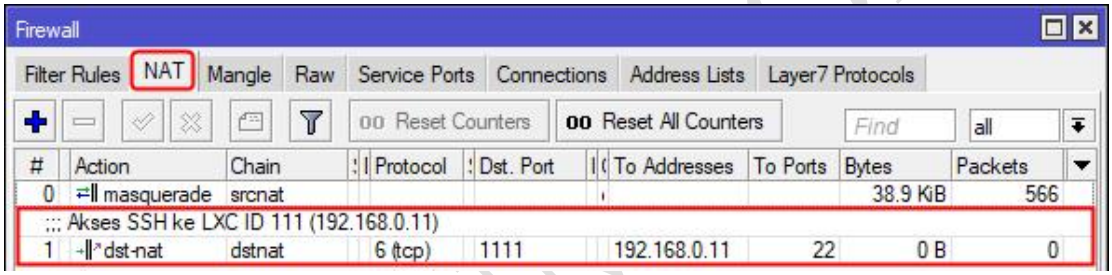
c) **To Ports:**, menentukan nomor port pengganti dari port asal yaitu port *1111* diganti dengan port **22**.

Selain itu dilakukan pula pengaturan *Comment* untuk memberikan deskripsi tentang rule yang dibuat untuk LXC 111, seperti terlihat pada gambar 5.148



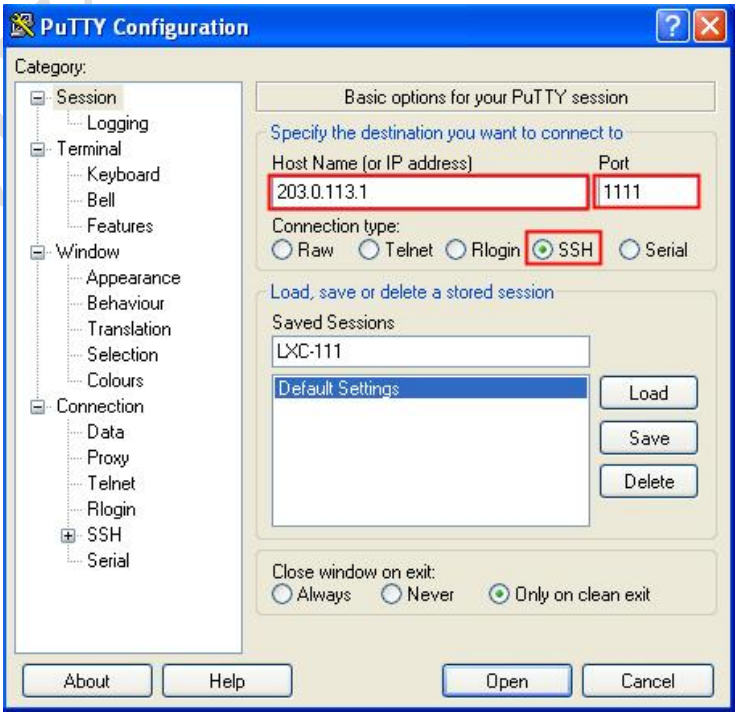
Gambar 5.148 Konfigurasi Comment pada tab General dari IP Firewall NAT

Terlihat deskripsi yang digunakan adalah "Akses SSH ke LXC ID 111 (192.168.0.11). Penyimpanan rule dapat dilakukan dengan menekan tombol **OK**. Hasil dari penambahan *rule* atau konfigurasi DNAT bagi LXC 111, seperti terlihat pada gambar 5.149



Gambar 5.149 Hasil Penambahan Konfigurasi DNAT untuk LXC ID 111

Setelah dilakukan konfigurasi DNAT pada router gateway maka selanjutnya dilakukan ujicoba akses *SSH* dari *client Internet* ke *LXC 111* menggunakan aplikasi *putty*, seperti terlihat pada gambar 5.150.



Gambar 5.150 Putty Configuration pada Client Internet

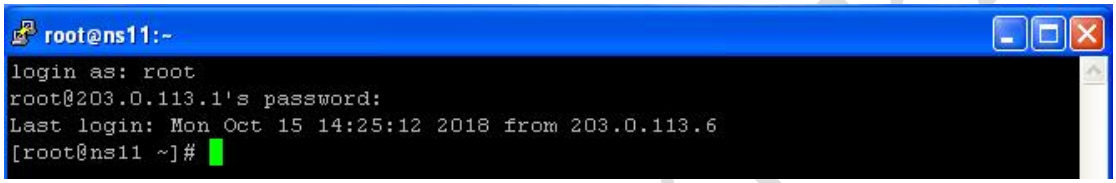
Terlihat terdapat beberapa parameter yang diatur pada kotak dialog *Putty Configuration*, meliputi:

a) **Host Name (or IP Addresss):**, menentukan alamat IP yang digunakan yaitu IP Publik dari *router gateway* dimana dalam hal ini adalah **203.0.113.1**.

b) **Port:**, menentukan nomor port yang digunakan yaitu **1111**.

c) **Connection Type:**, menentukan jenis koneksi yang digunakan yaitu **SSH**.

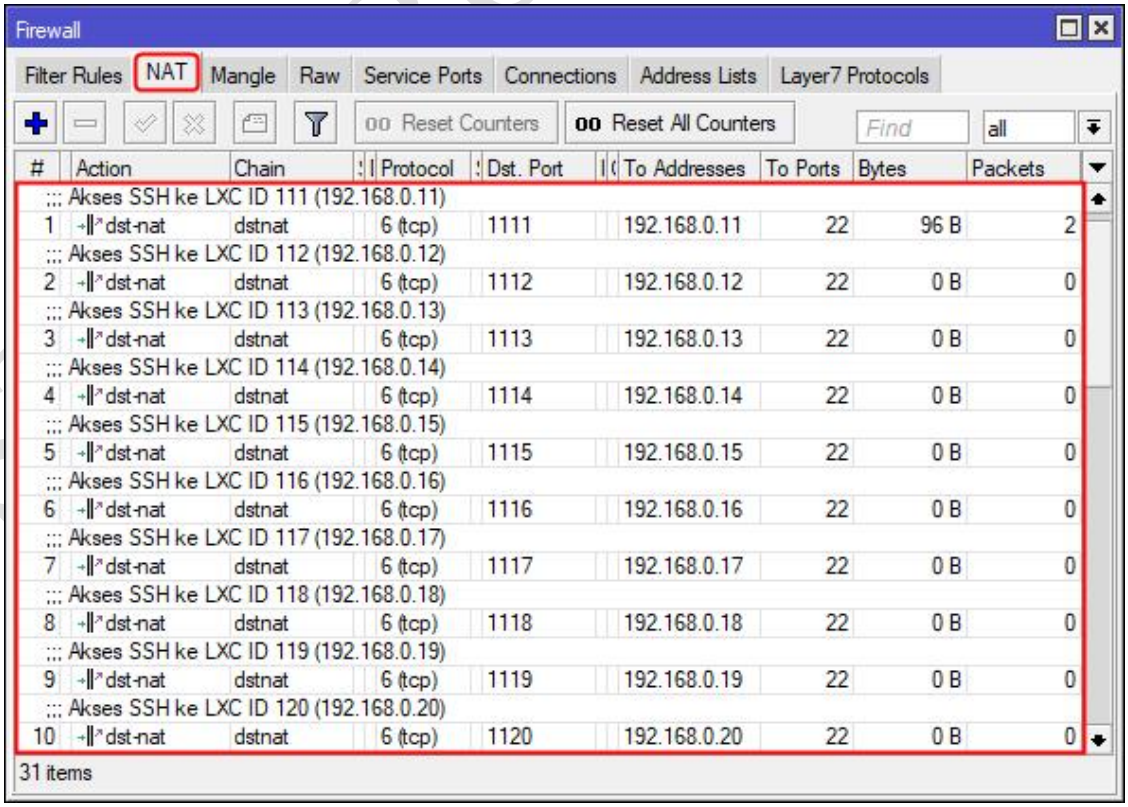
Pemrosesan akses SSH dilakukan dengan menekan tombol **Open**. Selanjutnya tampil kotak dialog yang meminta pengguna untuk melengkapi inputan *login as* dan *password*, seperti terlihat pada gambar 5.151.



Gambar 5.151 Koneksi SSH ke LXC 111 dari Client Internet

Terlihat ujicoba *login* menggunakan user "**root**" dengan *password* "**12345678**" telah berhasil dilakukan yang ditandai dengan prompt terminal "**#**".

Cuplikan hasil akhir dari ke 30 (tiga puluh) konfigurasi DNAT pada *router gateway*, seperti terlihat pada gambar 5.152.



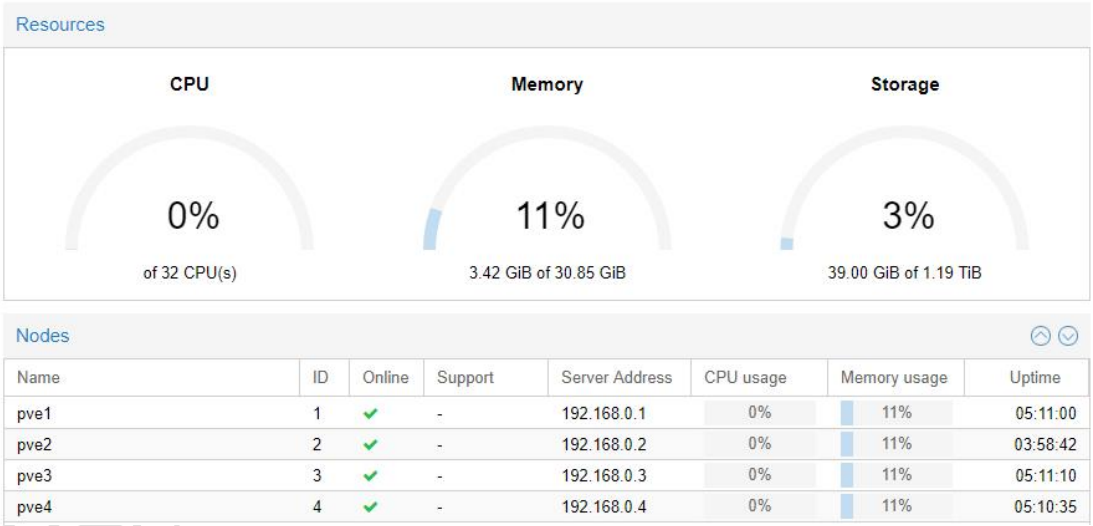
Gambar 5.152 Cuplikan Hasil Konfigurasi DNAT pada Router Gateway

Terlihat 10 (sepuluh) dari 30 konfigurasi DNAT yang telah berhasil dibuat pada *router gateway* untuk menjembatani akses SSH dari *client* di *Internet* ke LXC dengan ID 111 sampai dengan 120 pada *PVE Cluster*.

5.3 Analisa Hasil Ujicoba

Berdasarkan ujicoba yang telah dilakukan maka dapat diperoleh hasil analisa sebagai berikut:

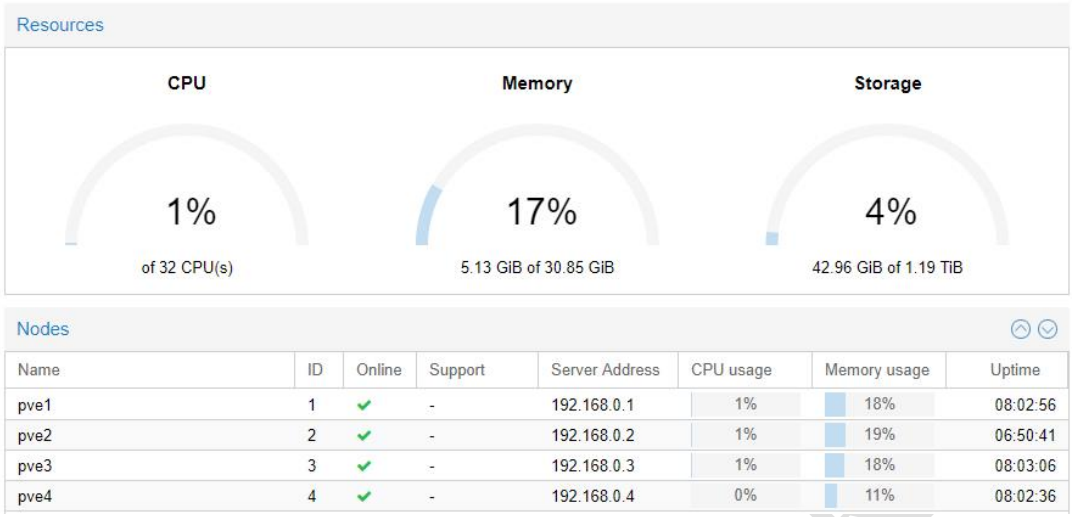
1. *PVE cluster* berhasil dibuat menggunakan 4 (empat) *node* yang diintegrasikan dengan satu node NAS berbasis NFS yang dibangun menggunakan *CentOS 7*.
2. Sumber daya terpusat yang terbentuk sebagai hasil dari pembentukan *PVE Cluster* dengan 4 (empat) node terintegrasi dengan *storage* NFS adalah 32 CPU, memori sebesar 30.85 GB dan *storage* sebesar 1.19 TB, seperti terlihat pada gambar 5.153.



Gambar 5.153 Resources PVE Cluster

Terlihat pula rangkuman sumber daya atau *resources* yang telah digunakan oleh *PVE cluster* sebelum menjalankan LXC yaitu prosesor sebesar 0% dari 32 CPU, memori sebesar 11% atau 3.42 GB dari 30.85 GB, dan *storage* sebesar 3% atau 39.00 GB dari 1.19 TB. Sedangkan detail utilisasi per node menunjukkan penggunaan prosesor sebesar 0% dan memori sebesar 11%.

Sebaliknya setelah 30 (tiga puluh) LXC dijalankan pada *PVE Cluster* yaitu dengan pembagian masing-masing 10 (sepuluh) LXC pada node PVE1, PVE2 dan PVE3 maka penggunaan sumber daya atau *resources* terkait prosesor, memori dan *storage*, seperti terlihat pada gambar 5.154.



Gambar 5.154 Resources PVE Cluster setelah 30 LXC Aktif

Penggunaan prosesor pada ketiga node tersebut masing-masing sebesar 1%. Sedangkan penggunaan memori pada *node PVE1* dan *PVE3* memiliki nilai yang sama yaitu masing-masing sebesar 18%. Sebaliknya pada *node PVE3* memori yang digunakan sebesar 19%. Dapat dikalkulasi terjadi kenaikan sebesar 1% pada utilisasi prosesor dan memori sebesar 7-8% setelah 30 LXC berjalan. Pada node PVE4 belum terdapat satu pun LXC karena dicadangkan sebagai lokasi tujuan *live migration* sehingga pada awalnya tidak digunakan. Namun terlihat utilisasi memori pada node PVE4 telah digunakan sebesar 11%, sedangkan penggunaan prosesor sebesar 0%.

3. Setiap pengguna baik mahasiswa maupun pengampu memiliki akun login dengan metode *Proxmox VE Authentication* untuk mengakses antarmuka berbasis web milik PVE sehingga dapat melakukan aktivitas manajemen terhadap LXC secara mandiri menggunakan salah satu alamat IP dari *PVE cluster* meliputi https://192.168.0.1:8006, https://192.168.0.2:8006, https://192.168.0.3:8006, dan https://192.168.0.4:8006,.
4. Setiap akun *user* memiliki pengaturan ijin akses berupa *User Permission* dengan *role* "PVEVMUser" yang membatasi ijin akses dari pengguna meliputi melakukan aktivitas *view, backup, config CDROM, VM console,* dan *VM power management*.
5. Pengguna dapat melakukan aktivitas konfigurasi LXC baik melalui *console* berbasis *web* dengan terlebih dahulu mengakses *web based* dari *PVE Cluster* maupun *remote access SSH*.

6. Materi praktikum manajemen jaringan terkait membangun server *Intranet* dengan layanan DNS, Web, Mail dan FTP dapat diujicobakan pada LXC berbasis *CentOS 7* yang dibuat pada *PVE Cluster*.
7. *Local repository berbasis FTP* yang dibangun pada server NAS dapat meminimalisir penggunaan bandwidth koneksi Internet ketika membutuhkan paket-paket pendukung untuk membangun server Intranet pada LXC dari setiap pengguna dan mempercepat jalannya instalasi paket.
8. PVE *cluster* yang dibangun mendukung *high availability* dapat melakukan *live migration* pada LXC dari pengguna. *Live migration* meminimalkan *downtime* ketika proses migrasi LXC antar *node* pada *PVE cluster* berdasarkan ujicoba migrasi 10 (sepuluh) LXC dari *node PVE2* pada *PVE cluster* ke *node PVE4*.
9. Keseluruhan *node PVE, NAS* dan *LXC* pada *PVE cluster* dapat terhubung ke Internet melalui *router gateway*.
10. *Port forwarding* menggunakan *IP Firewall NAT* pada *router gateway* dapat memfasilitasi kebutuhan *remote access* dari Internet terhadap setiap LXC pengguna melalui SSH dengan menggunakan referensi alamat IP Publik 203.0.113.1. Fitur ini memberikan fleksibilitas akses baik oleh dosen pengampu maupun mahasiswa dalam mengekplorasi materi praktikum kapan pun dan dimana pun sehingga tidak dibatasi jam dan ruang praktikum terjadwal.

5.4 Luaran Yang Dicapai

Adapun luaran yang dicapai pada penelitian ini adalah publikasi pada Jurnal Matrik, STMIK Bumigora Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan konfigurasi dan ujicoba serta analisa terhadap hasil ujicoba yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *PVE cluster* yang dibuat menggunakan 4 (empat) *node* dan diintegrasikan dengan satu node NAS dapat difungsikan sebagai media pembelajaran praktikum manajemen jaringan.
2. Pengguna dapat melakukan aktivitas manajemen terhadap LXC secara mandiri melalui antarmuka berbasis web milik PVE dengan menggunakan akun login dan ijin akses yang terbatas.
3. Keseluruhan materi praktikum manajemen jaringan terkait membangun server *Intranet* dengan layanan DNS, Web, Mail dan FTP dapat diujicobakan pada LXC berbasis *CentOS 7* yang dibuat pada *PVE Cluster*.
4. *Local repository berbasis FTP* dapat meminimalisir penggunaan bandwidth koneksi Internet dan mempercepat proses instalasi paket-paket pendukung ketika membangun server Intranet pada LXC.
5. *Live migration* dapat meminimalkan *downtime* ketika proses migrasi LXC dari satu *node* pada *PVE cluster* ke *node* lainnya.
6. *Port forwarding* menggunakan *IP Firewall NAT* pada *router gateway* dapat memfasilitasi kebutuhan *remote access* pada LXC melalui SSH dari Internet sehingga memberikan fleksibilitas pengaksesan baik oleh dosen pengampu maupun mahasiswa dalam mengekplorasi materi praktikum kapan pun dan dimana pun.

6.2. Saran

Adapun saran-saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis maksimum LXC yang dapat diaktifkan secara bersamaan pada *PVE Cluster* dan utilisasi sumber daya yang digunakan serta unjuk kerja atau performansi dari LXC yang berjalan.

2. Mengembangkan *Proxmox VE Cluster* dengan *Network Attach Storage (NAS)* yang mendukung *High Availability* seperti *Ceph*.

3. Menganalisis performansi dari *Proxmox VE Cluster* yang diintegrasikan dengan *Ceph storage*.

4. Mengembangkan sistem otomasi pembuatan *Virtual Machine (VM)* dan *Linux Container* (*LXC)* pada *Proxmox VE Cluster* berdasarkan data mahasiswa yang memprogramkan matakuliah Manajemen Jaringan pada Kartu Rencana Studi (KRS) sehingga lebih efisien.

5. Mengembangkan sistem keamanan pada *Proxmox VE Cluster* baik pada node pembentuk *cluster*, *VM* maupun *LXC* sehingga layanan dapat tetap terjaga ketersediaannya.

6. Menerapkan *Active Directory* sebagai jenis otentikasi pengguna pada *Proxmox VE Cluster*.

7. Mengembangkan sistem *disaster recovery* pada *Proxmox VE Cluster* sebagai bentuk antisipasi ketika terjadi bencana sehingga ketika terjadi gangguan maka sistem dapat dengan cepat dipulihkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] NIST. 2013. *NIST Cloud Computing Standards Roadmap*. *https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/itl/cloud/NIST_SP-500-291_Version-2_2013_June18_FINAL.pdf*. Diakses pada tanggal 28 April 2018

[2] IDC. 2016. *The Salesforce Economy: Enabling 1.9 Million New Jobs and $389 Billion in New Revenue Over the Next Five Years*. *http://www.salesforce.com/assets/pdf/misc/IDC-salesforce-economy-study-2016.pdf*. Diakses pada tanggal 28 April 2018

[3] Proxmox. 2018. *Proxmox VE Administration Guide Release 5.1*. *https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.pdf*. Diakses pada tanggal 28 April 2018

[4] Proxmox. 2018. *Datasheet Proxmox Virtual Environment*. *http://www.proxmox.com/downloads/item/proxmox-ve-datasheet*. Diakses pada tanggal 28 April 2018

[5] James E.Goldman dan Phillip T. Rawles. 2004. *The Network Development Life Cycle*. *http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/goldman/0471346403/lecture_slides/ch10.ppt?newwindow=true*. Diakses tanggal 28 April 2018

[6] Deris Stiawan. 2009. *Fundamental Internetworking Development & Life Cycle*. *http://unsri.ac.id/upload/arsip/network_development_cycles.pdf*, Diakses tanggal 28 April 2018