

**PROXMOX VE ADVANCED
GUIDE BOOK
ID-NETWORKERS**

DAFTAR ISI

CLUSTERING PROXMOX VE	1
Persiapan Cluster.....	1
Inisialisasi Cluster.....	3
Fitur Cluster Proxmox.....	6
Migration.....	6
High Availability.....	8
Firewall.....	8
Centralized Web-based Management.....	8
CEPH SOFTWARE DEFINED STORAGE	9
Instalasi Ceph.....	9
Konfigurasi Monitor.....	12
Fungsi Monitor.....	12
Panduan konfigurasi Monitor.....	13
Konfigurasi Manager.....	13
Fungsi Manager.....	13
Panduan konfigurasi Manager.....	14
Konfigurasi OSD.....	14
Fungsi OSD.....	14
Panduan konfigurasi OSD.....	16
Ceph Pool.....	17
Fungsi Pool.....	17
Panduan Konfigurasi Pool.....	17
Cara Kerja Ceph.....	18
Custom CRUSH Rule.....	21
Membuat Crush Rule.....	21
Konfigurasi Class OSD.....	21
Buat Pool Baru.....	21
Ceph Filesystem.....	22
Fungsi Ceph Filesystem.....	22
Ceph Metadata Server (MDS).....	22
Fungsi MDS.....	22
Panduan Konfigurasi MDS dan CephFS.....	22
Penggunaan dan Pengujian Ceph.....	25
Replacement OSD.....	28
Penghapusan Ceph.....	34
PROXMOX HIGH AVAILABILITY	35
Persyaratan HA Proxmox VE.....	36
Panduan Konfigurasi HA.....	36
Quorum.....	36
Request State.....	38
Testing HA Basic.....	40

Groups HA.....	42
Testing HA Groups.....	44
Maintenance Mode.....	46
HA Shutdown Policy.....	46
Cluster Resource Scheduling.....	48
PROXMOX VE FIREWALL.....	50
Directions & Zones.....	50
Alias.....	52
IPSet.....	53
Security Group.....	54
Rules.....	56
Protocols.....	57
Macro.....	57
Setup Firewall Cluster.....	58
Setup Firewall VM/Container.....	61
Logging Firewall.....	64
Firewall Options.....	66
1. Datacenter Level.....	66
2. Host Level.....	67
3. VM Level.....	69
BACKUP, RESTORE, DAN SCHEDULING.....	71
Principle of Backup.....	71
Storage Backup.....	71
Manual Backup.....	72
Restoring Backups.....	75
Menimpa VM/container yang ada.....	75
Membuat VM/container baru.....	77
Schedule Backup.....	78
General.....	79
Retention.....	79
Note Template.....	79
Advanced.....	80
Replication Job.....	83
Persyaratan Replication.....	84
Konfigurasi.....	85
Pengujian.....	87

CLUSTERING PROXMOX VE

Proxmox VE menggunakan pvecm atau cluster manager yang menggabungkan beberapa server Proxmox VE menjadi satu kesatuan. Diantara manfaatnya yaitu:

- Sentralisasi web management atau Proxmox VE GUI.
- Server berbagi sumber daya untuk menjalankan VM.
- Memudahkan migrasi sebuah VM atau container dari server ke server lain dalam cluster.
- Memenuhi syarat untuk menggunakan fitur Ceph dan High Availability.

Diantara persyaratan untuk membuat cluster Proxmox VE, yaitu:

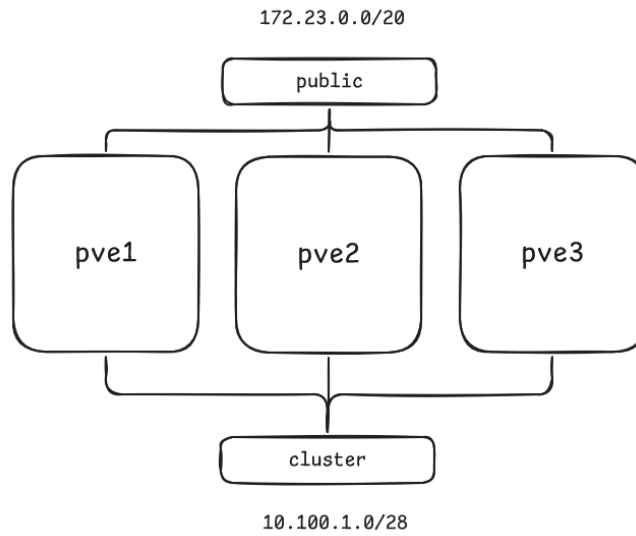
- Antar server bisa saling berkomunikasi melalui port 5405-5412 UDP (corosync).
- Date dan Time server tersinkronisasi.
- Antar server bisa saling berkomunikasi melalui port 22 TCP (SSH).
- Minimal 3 server untuk menggunakan fitur High Availability (HA)
- Direkomendasikan untuk menyediakan NIC atau jaringan khusus untuk trafik cluster.
- Paling tidak server memiliki CPU dari brand yang sama.

Persiapan Cluster

Yang perlu ditetapkan dari awal sebelum membuat cluster adalah:

1. IP Address masing-masing server
2. Hostname

Kedua informasi tersebut masih bisa diganti setelah cluster terbentuk, namun alangkah baiknya ditetapkan dari awal. Berikut topologi yang akan digunakan sebagai panduan:



Gambar: topology cluster

Node 'pve1'

Create | Revert | Edit | Remove | Apply Configuration

Name ↑	Type	Active	Autostart	CIDR
bond0	Linux Bond	Yes	Yes	
ens161	Network Device	Yes	Yes	
ens192	Network Device	Yes	Yes	
ens193	Network Device	Yes	Yes	10.100.1.1/28
ens224	Network Device	Yes	Yes	
ens256	Network Device	Yes	Yes	
vmbr0	Linux Bridge	Yes	Yes	172.23.2.1/20
vmbr1	Linux Bridge	Yes	Yes	
vmbr2	OVS Bridge	Yes	Yes	

Gambar: konfigurasi network pve1

Node 'pve2'

Create | Revert | Edit | Remove | Apply Configuration

Name ↑	Type	Active	Autostart	CIDR
ens192	Network Device	Yes	Yes	
ens224	Network Device	Yes	Yes	10.100.1.2/28
vmbr0	Linux Bridge	Yes	Yes	172.23.2.2/20

Gambar: konfigurasi network pve2

Node 'pve3'

Create | Revert | Edit | Remove | Apply Configuration

Name ↑	Type	Active	Autostart	CIDR
ens192	Network Device	Yes	Yes	
ens224	Network Device	Yes	Yes	10.100.1.3/28
vmbr0	Linux Bridge	Yes	Yes	172.23.2.3/20

Gambar: konfigurasi network pve3

Inisialisasi Cluster

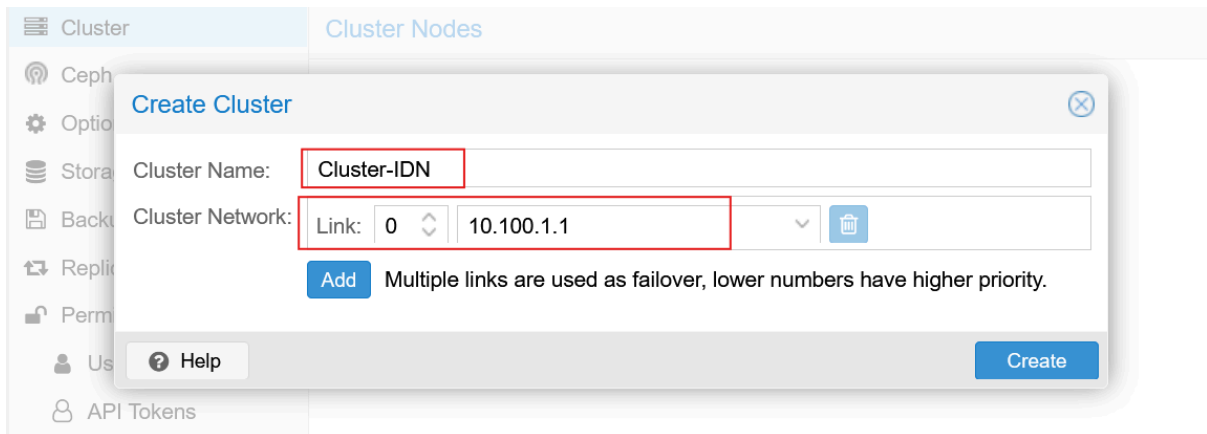
Pergi ke menu Datacenter > Cluster:

The screenshot shows the Proxmox VE Datacenter interface. On the left, a tree view shows the 'Datacenter' node expanded to 'pve1', listing various VMs and storage. The main panel is titled 'Datacenter' and contains a sidebar with options: Search, Summary, Notes, Cluster (selected), Ceph, Options, Storage, Backup, and Replication. The main content area is divided into 'Cluster Information' and 'Cluster Nodes'. Under 'Cluster Information', there are buttons for 'Create Cluster', 'Join Information', and 'Join Cluster'. Below these buttons, it says 'Standalone node - no cluster defined'. The 'Cluster Nodes' section has a table with columns for 'Nodename', 'ID ↑', and 'Votes'.

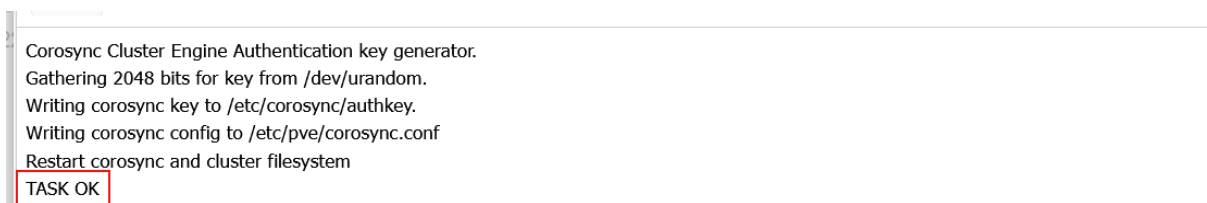
Untuk membuat cluster, klik tombol Create Cluster:

This is a close-up of the 'Cluster Information' section from the previous screenshot. The 'Create Cluster' button is highlighted with a red rectangle. The other buttons, 'Join Information' and 'Join Cluster', are also visible. The text 'Standalone node - no cluster defined' is present below the buttons.

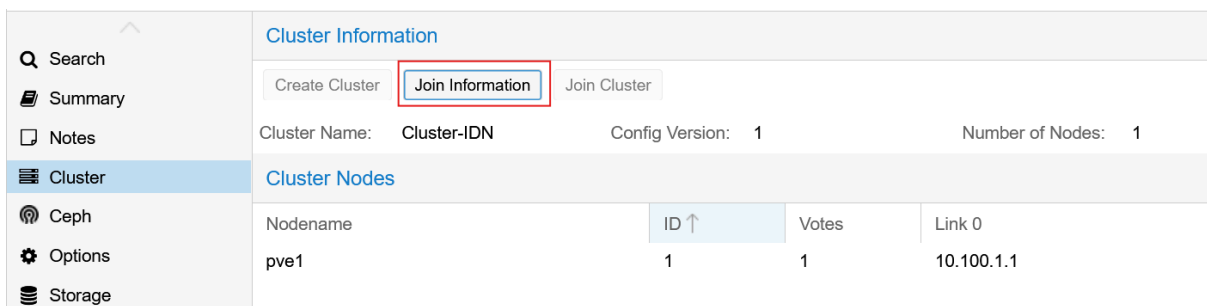
Beri nama cluster dan atur Cluster Network:



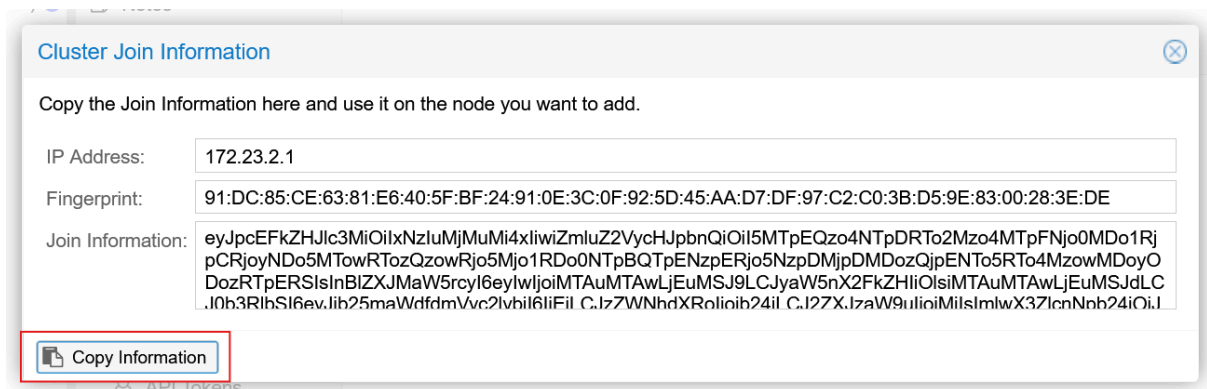
Setelah nama dan network cluster telah diatur, klik Create. Jika sudah muncul pesan TASK OK, maka proses pembuatan cluster telah selesai:



Untuk memasukkan server lain ke dalam cluster, kita memerlukan Join Information. Klik tombol **Join Information** seperti di bawah ini:

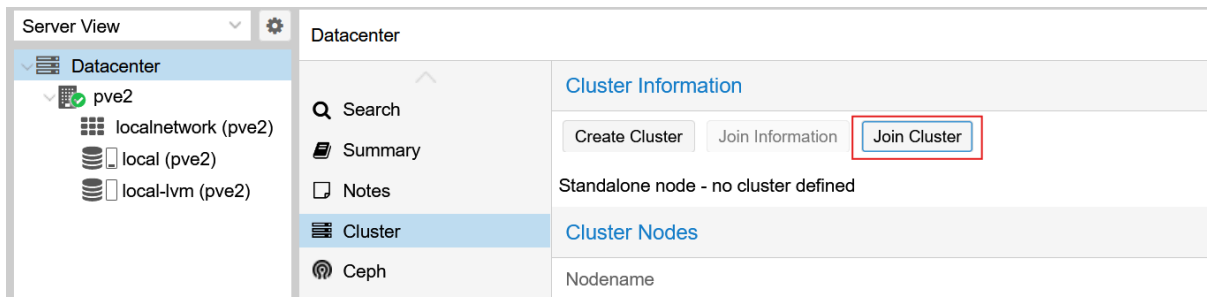


Klik tombol Copy Information:

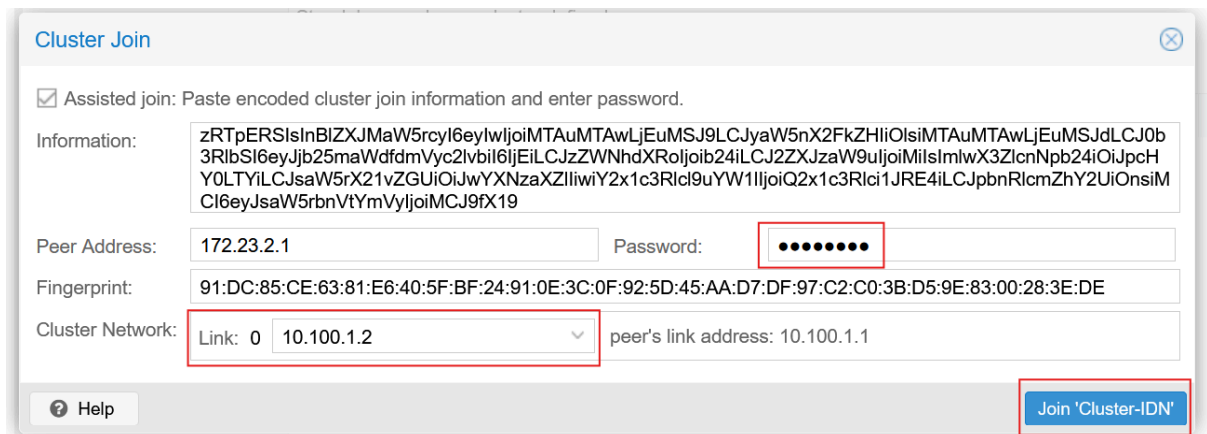


Kemudian akses GUI server lain dan masuk ke menu Datacenter > Cluster.

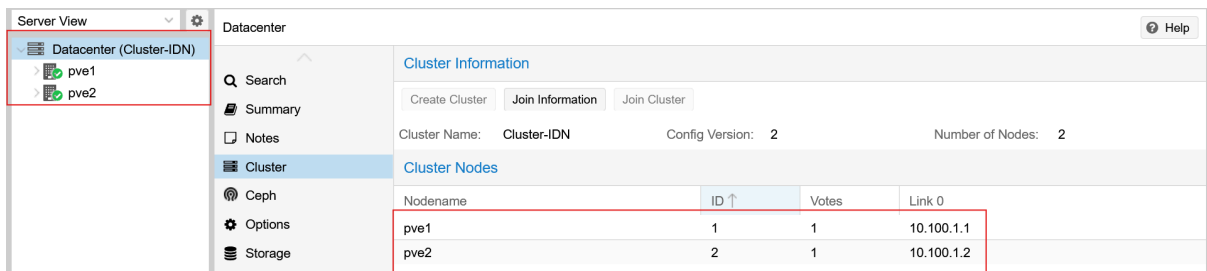
Klik tombol Join Cluster:



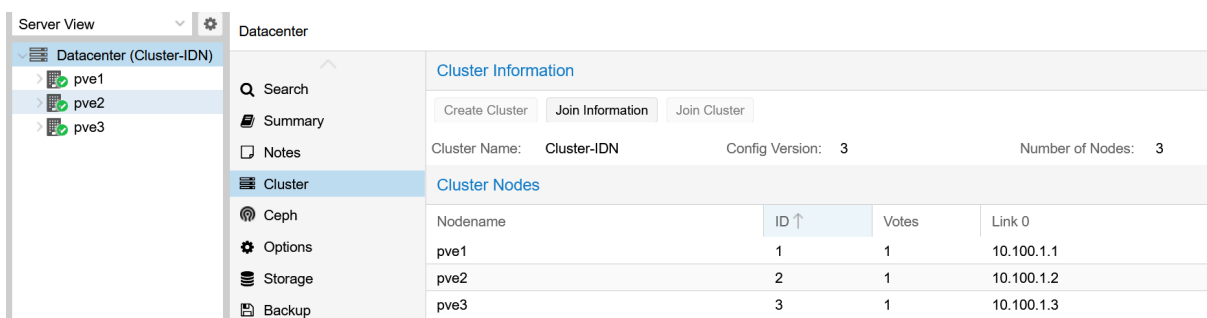
Tempel Join Information yang telah disalin pada server sebelumnya:



Isi password user root yang ada pada server pve1 sebelumnya dan atur Cluster Network, setelah itu klik tombol Join. Tunggu beberapa saat, refresh browser beberapa kali, login kembali, dan lihat hasilnya:



Lakukan hal yang sama pada server ketiga (pve3) dan server lainnya untuk masuk ke dalam cluster. Kemudian lihat pada daftar Cluster Nodes seperti berikut:

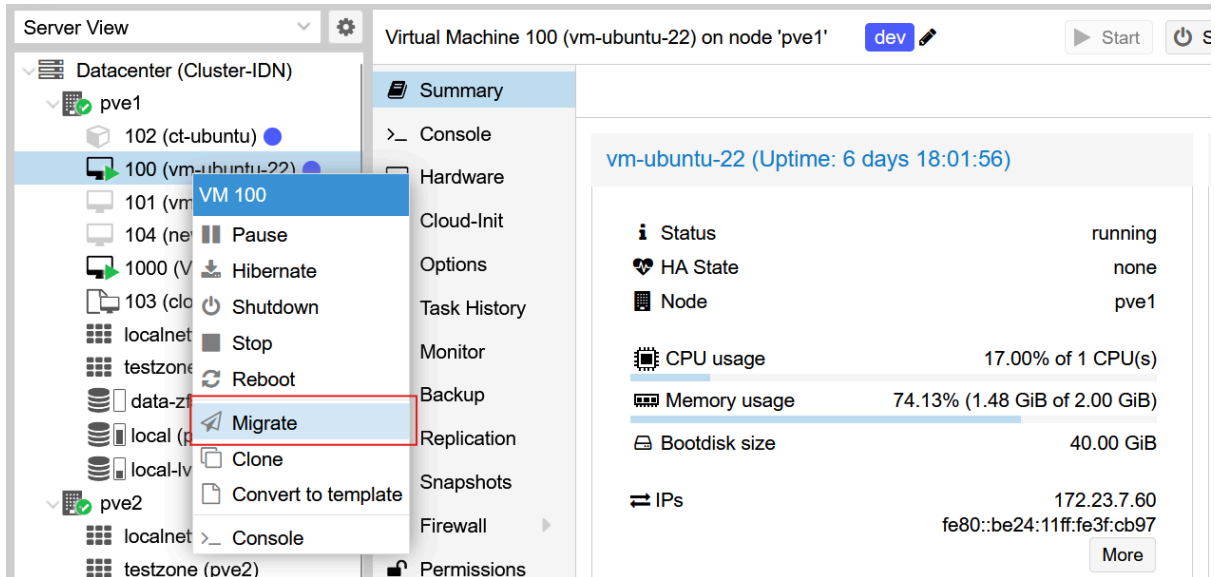


Tampilannya akan sama pada GUI nodes manapun (pve1, pve2, atau pve3).

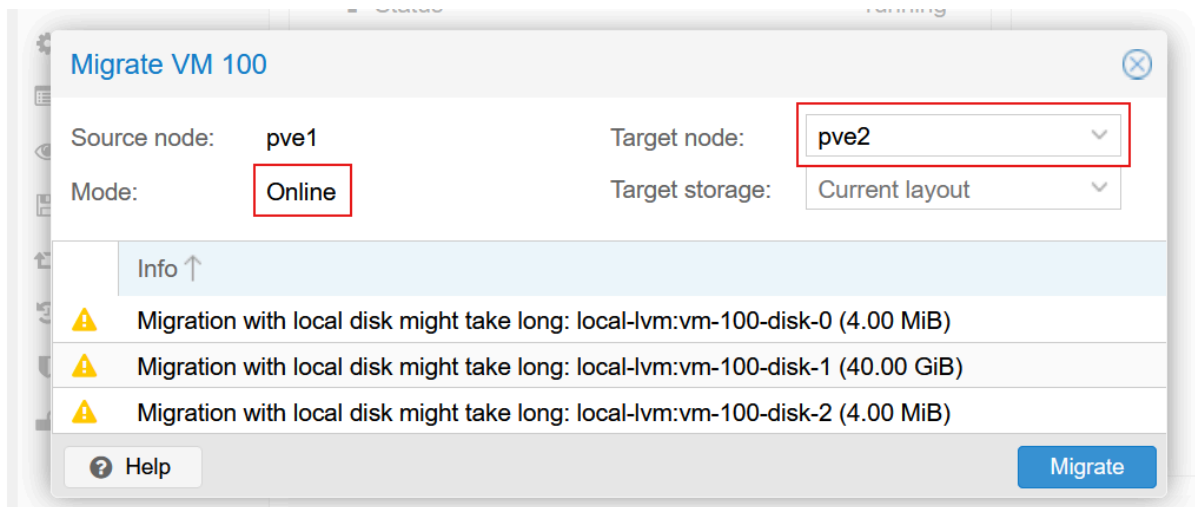
Fitur Cluster Proxmox

Migration

Memindahkan VM atau container dari server satu ke server lainnya dengan mudah. Klik kanan pada instance (VM atau container), kemudian pilih opsi Migrate:



Pilih target node yang diinginkan, kemudian klik Migrate:



Tunggu proses migrasi, Task viewer bisa ditutup dan proses tetap akan berjalan di belakang layar:



Start Time	End Time	Node	User name	Description	Status
May 23 15:43:53		pve1	root@pam	VM 100 - Migrate	
May 23 15:44:03	May 23 15:44:08	pve2	root@pam	VM 100 - Start	OK
May 23 14:58:39	May 23 15:43:49	pve1	root@pam	Shell	OK

Kita bisa melihat prosesnya juga pada daftar node:

The screenshot shows the Proxmox VE interface. On the left, the 'Server View' shows a tree of nodes: pve1 and pve2. VM 100 (vm-ubuntu-22) is highlighted under pve1. The main panel shows the VM details for 'Virtual Machine 100 (vm-ubuntu-22) on node 'pve1' (migrate) dev'. The console output shows the migration process:

```

Ubuntu 22.04.5 LTS ubuntu tty1
ubuntu login: [ 87.197657] cloud-init[858]: Cloud-init v. 24.2-0ubuntu1~22.04.1
[ 88.021904] cloud-init[863]: Cloud-init v. 24.2-0ubuntu1~22.04.1 running 'modu
[ 88.128189] cloud-init[863]: Cloud-init v. 24.2-0ubuntu1~22.04.1 finished at Fri
ubuntu login: ubuntu
Password:
Welcome to Ubuntu 22.04.5 LTS (GNU/Linux 5.15.0-140-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:     https://landscape.canonical.com
 * Support:        https://ubuntu.com/pro

System Information as of Fri May 23 08:44:57 AM UTC 2025

System load:  0.28      Processes:      103
Usage of /:   26.3% of 23.00GB   Users logged in:  0
Memory usage: 10%        IPv4 address for enp6s18: 172.23.7.60
Swap usage:   0%

 * Strictly confined Kubernetes makes edge and IoT secure. Learn how MicroK8s
   just raised the bar for easy, resilient and secure K8s cluster deployment.
   https://ubuntu.com/engage/secure-kubernetes-at-the-edge

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

59 updates can be applied immediately.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

Enable ESM Apps to receive additional future security updates.
See https://ubuntu.com/esm or run: sudo pro status

Last login: Sat Apr  5 13:53:07 UTC 2025 on tty1
  
```

Setelah berhasil dipindahkan, maka instance akan berada di node yang dipilih:

The screenshot shows the Proxmox VE interface after the migration. The 'Server View' shows the tree of nodes: pve1, pve2, and pve3. VM 100 (vm-ubuntu-22) is now highlighted under pve2. The main panel shows the VM details for 'Virtual Machine 100 (vm-ubuntu-22) on node 'pve2' dev'. The console output shows the system information after migration:

```

Ubuntu 22.04.5 LTS ubuntu tty1
ubuntu login: [ 87.197657] cloud-init[858]: Cloud-init v. 24.2-0ubuntu1~22.04.1 running 'm
[ 88.021904] cloud-init[863]: Cloud-init v. 24.2-0ubuntu1~22.04.1 running 'modules:final' a
[ 88.128189] cloud-init[863]: Cloud-init v. 24.2-0ubuntu1~22.04.1 finished at Fri, 23 May 2
ubuntu login: ubuntu
Password:
Welcome to Ubuntu 22.04.5 LTS (GNU/Linux 5.15.0-140-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:     https://landscape.canonical.com
 * Support:        https://ubuntu.com/pro

System Information as of Fri May 23 08:44:57 AM UTC 2025

System load:  0.28      Processes:      103
Usage of /:   26.3% of 23.00GB   Users logged in:  0
Memory usage: 10%        IPv4 address for enp6s18: 172.23.7.60
Swap usage:   0%

 * Strictly confined Kubernetes makes edge and IoT secure. Learn how MicroK8s
   just raised the bar for easy, resilient and secure K8s cluster deployment.
   https://ubuntu.com/engage/secure-kubernetes-at-the-edge

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

59 updates can be applied immediately.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

Enable ESM Apps to receive additional future security updates.
See https://ubuntu.com/esm or run: sudo pro status

Last login: Sat Apr  5 13:53:07 UTC 2025 on tty1

ubuntu@ubuntu:~$
ubuntu@ubuntu:~$
ubuntu@ubuntu:~$
ubuntu@ubuntu:~$
  
```

Untuk VM bisa dipindahkan secara Online (tanpa mati). Adapun LXC dipindahkan secara Restart (mati).

High Availability

Setelah melakukan clustering, maka terpenuhi syarat untuk menggunakan fitur HA. Fitur ini digunakan untuk menjaga agar service atau VM tetap menyala ketika terjadi kegagalan pada node. Lebih lanjut tentang HA akan dibahas pada bab selanjutnya.

Firewall

Fitur firewall proxmox merupakan fitur dengan cakupan cluster. Fitur ini bisa digunakan untuk mengatur trafik jaringan pada Proxmox. Pembahasan lebih lanjut mengenai firewall Proxmox VE ada pada bab selanjutnya.

Centralized Web-based Management

Setelah cluster terbentuk, manajemen semua node dapat dilakukan secara terpusat.

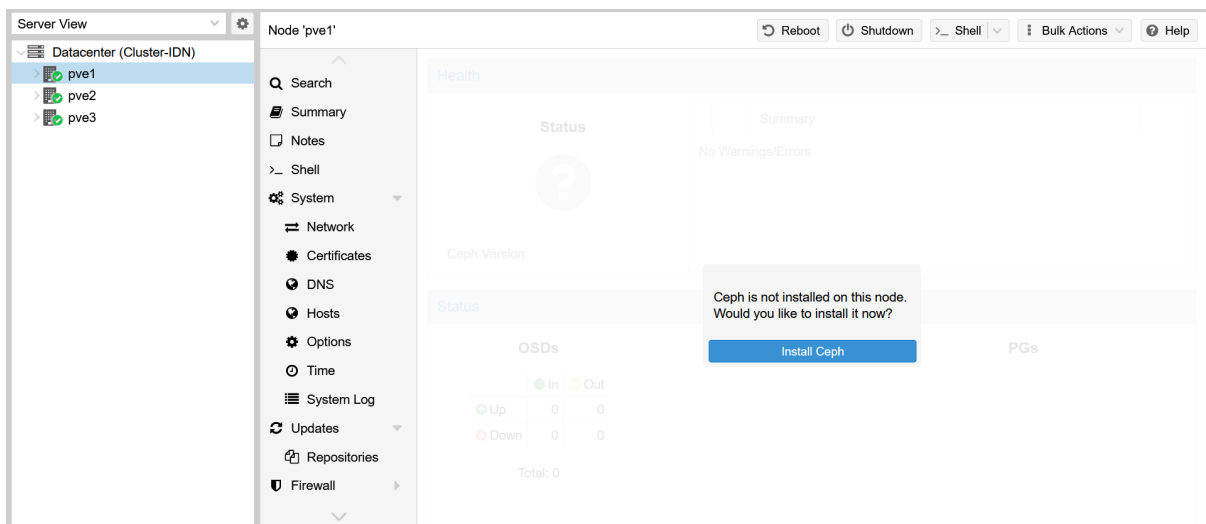
CEPH SOFTWARE DEFINED STORAGE

Ceph merupakan perangkat lunak penyimpanan terdistribusi (Software Defined Storage). Keuntungan menggunakan Ceph diantaranya:

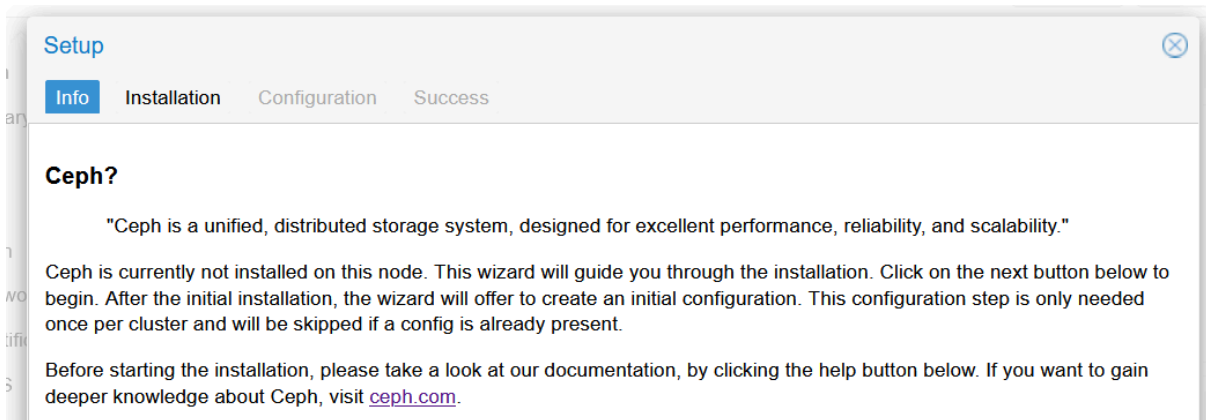
- Ceph bisa digunakan secara gratis
- Sistem penyimpanan memiliki skalabilitas dan reliabilitas yang tinggi
- Proxmox VE dan Ceph membangun Hyper-converged Infrastructure.
- Mencegah kehilangan data jika terjadi kerusakan disk.

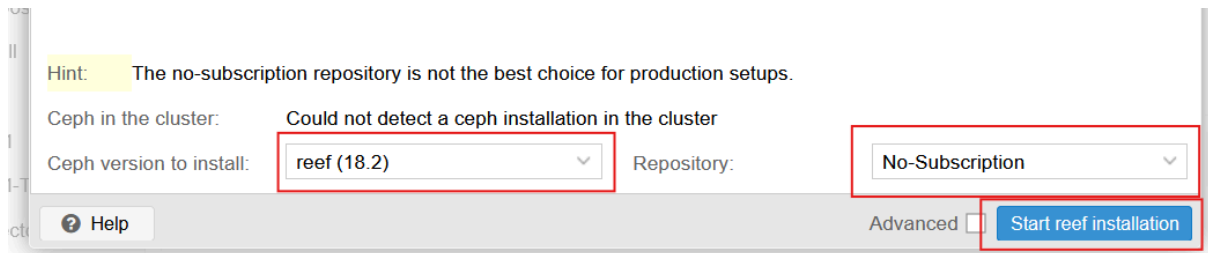
Instalasi Ceph

Buka menu Ceph pada salah satu node:

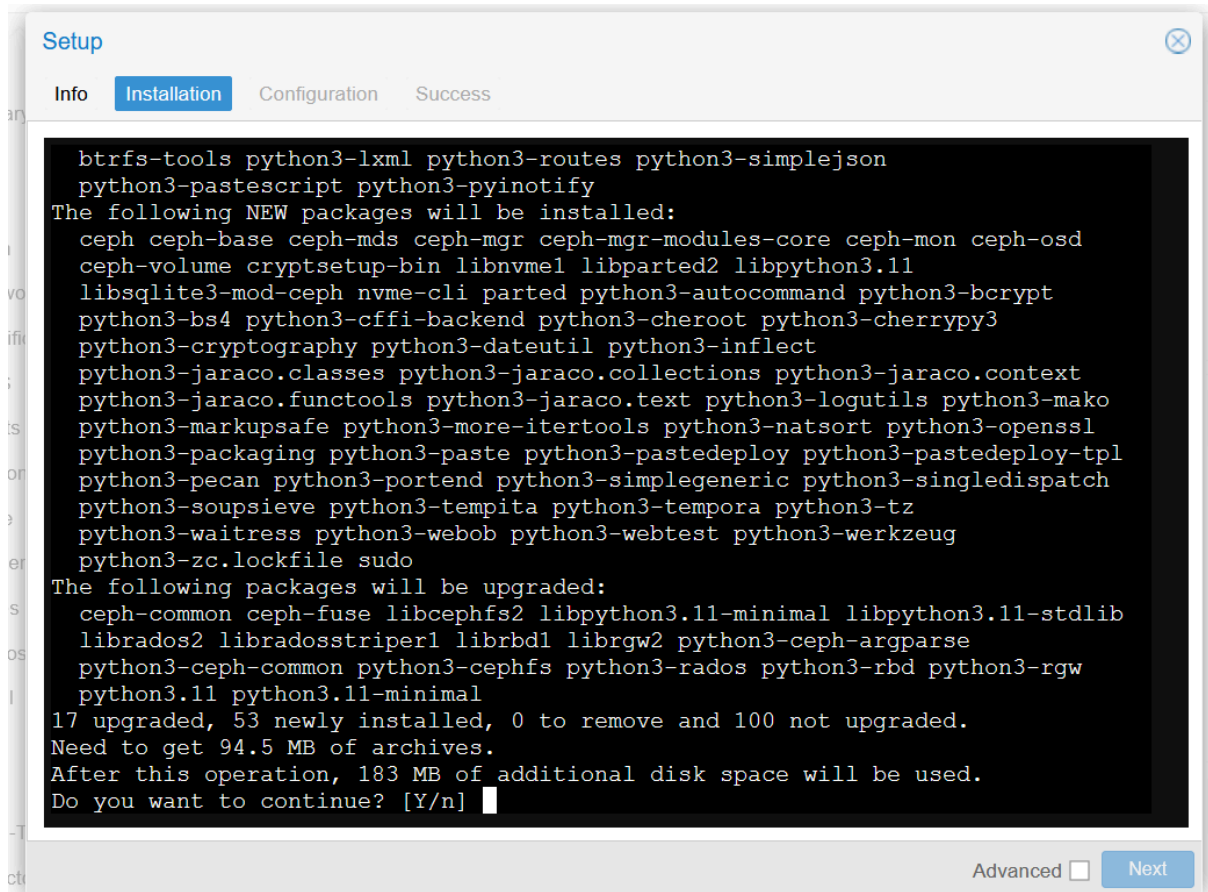


Klik **Install Ceph** untuk memulai instalasi.

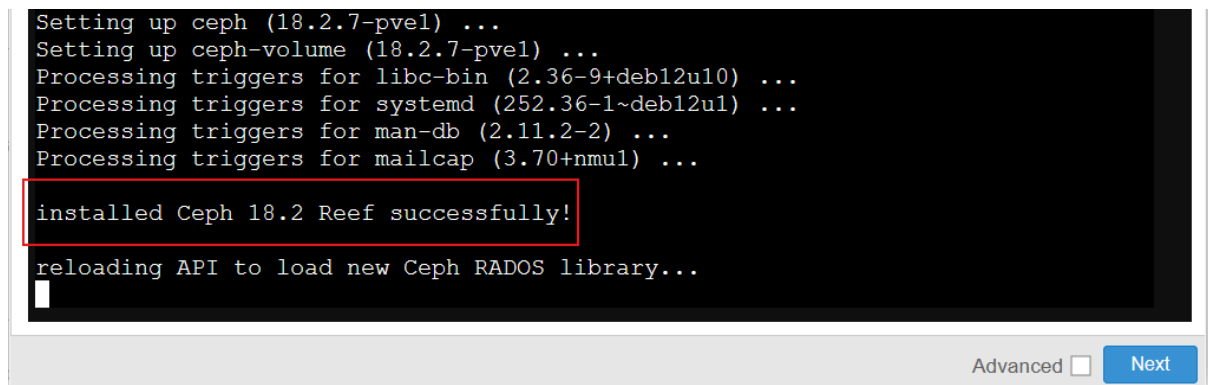




Pilih versi ceph dan atur repository ke No-Subscription jika tidak berlangganan. Kemudian klik Start reef installation.



Klik **Enter** pada keyboard untuk memulai instalasi dan tunggu prosesnya hingga terdapat pesan **installed ceph reef successfully** seperti berikut:



Klik tombol **Next** untuk pergi ke tab Configuration. Kemudian atur Public Network dan Cluster Network seperti pada topology:

The screenshot shows the 'Setup' window with the 'Configuration' tab selected. It contains the following fields and options:

- Ceph cluster configuration:**
 - Public Network IP/CIDR: 172.23.2.1/20
 - Cluster Network IP/CIDR: 10.100.1.1/28
- First Ceph monitor:**
 - Monitor node: pve1
- Number of replicas:** 3
- Minimum replicas:** 2

A yellow highlighted box contains the text: "Additional monitors are recommended. They can be created at any time in the Monitor tab."

Number of replicas dan Minimum replicas biarkan default saja. Klik Next, kemudian akan ada informasi untuk melakukan instalasi Ceph pada node lain:

The screenshot shows the 'Setup' window with the 'Success' tab selected. It displays the following information:

- Installation successful!**
- The basic installation and configuration is complete. Depending on your setup, some of the following steps are required to start using Ceph:

 1. Install Ceph on other nodes
 2. Create additional Ceph Monitors
 3. Create Ceph OSDs
 4. Create Ceph Pools

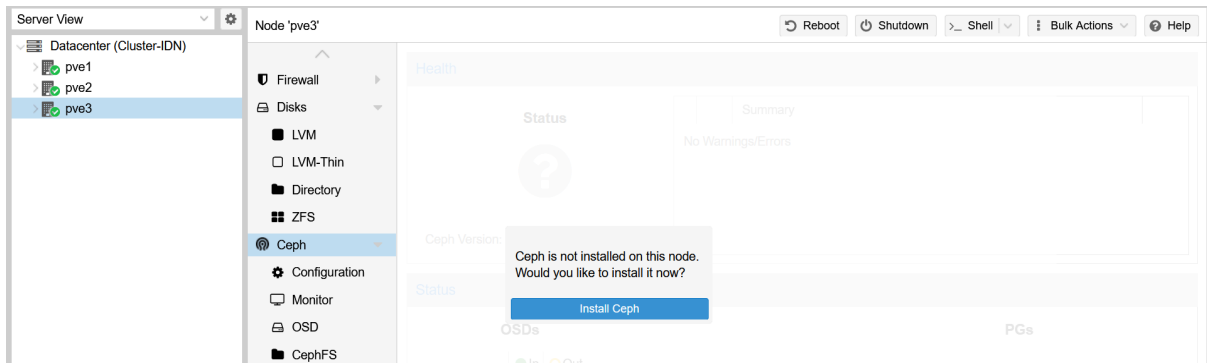
- To learn more, click on the help button below.

Klik Finish dan lakukan instalasi Ceph pada node lain yang tergabung ke dalam cluster:

The screenshot shows the server management interface for Node 'pve2'. The 'Ceph' option is selected in the left-hand menu. A dialog box is displayed with the following text:

Ceph is not installed on this node. Would you like to install it now?

Buttons: Reboot, Shutdown, Shell, Bulk Actions, Help, and a prominent blue 'Install Ceph' button.



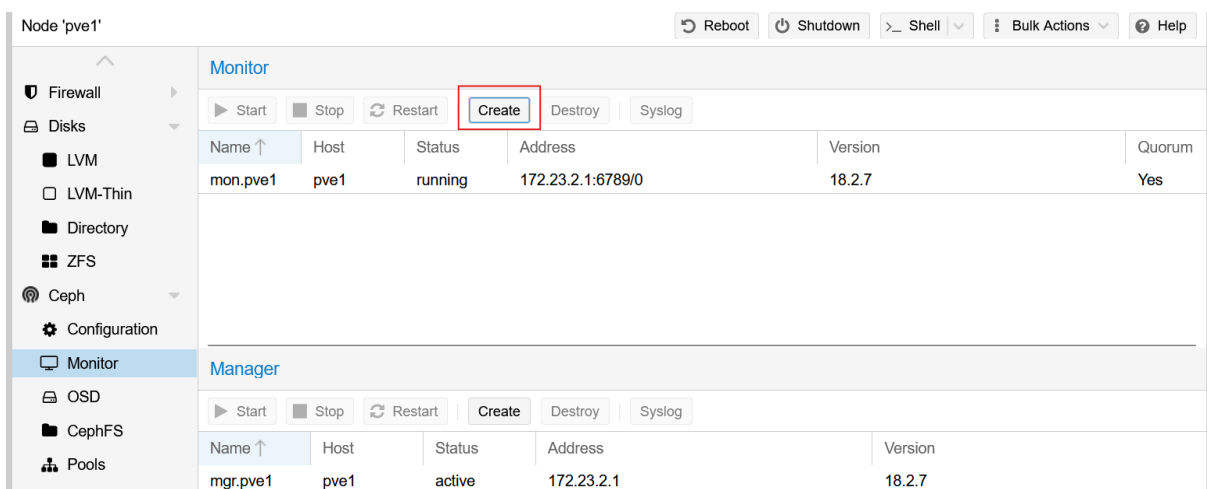
Pastikan memilih versi yang sama dan repository No-Subscription (jika tanpa langganan). Setelah seluruh node terpasang Ceph, kita perlu melakukan konfigurasi komponen seperti Monitor, Manager, dan OSD.

Konfigurasi Monitor

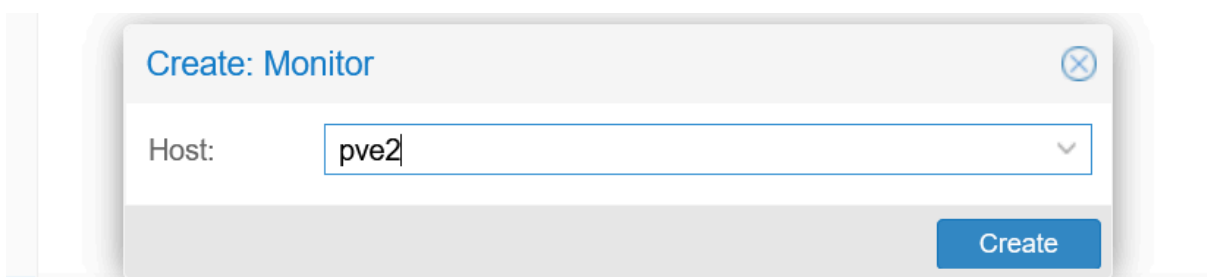
Fungsi Monitor

- Menyimpan dan menyediakan peta cluster (cluster map).
- Menyediakan layanan quorum (keputusan mayoritas).
- Melacak status node (alive/dead).

Untuk membuatnya, buka menu Ceph > Monitor, kemudian klik Create pada tabel Monitor:



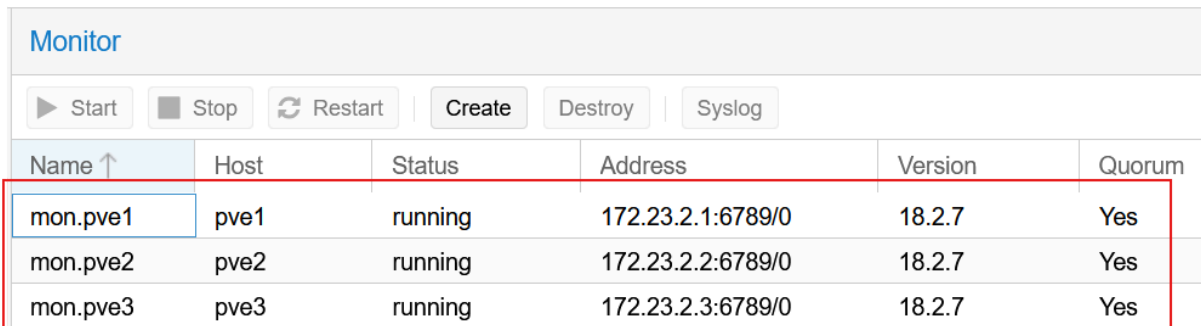
Pilih node yang akan menjalankan monitor:



Panduan konfigurasi Monitor

1. Cukup 3 Monitor pada cluster dengan jumlah node berapa pun (3,5,10,15,dst.).
5 jika benar-benar butuh saja.
2. Buat Monitor pada node yang berbeda untuk redundansi jika salah satu mati.
3. Jumlah Monitor ganjil untuk quorum.
4. Buat Monitor baru jika ada node dengan Monitor gagal.

Hasilnya:



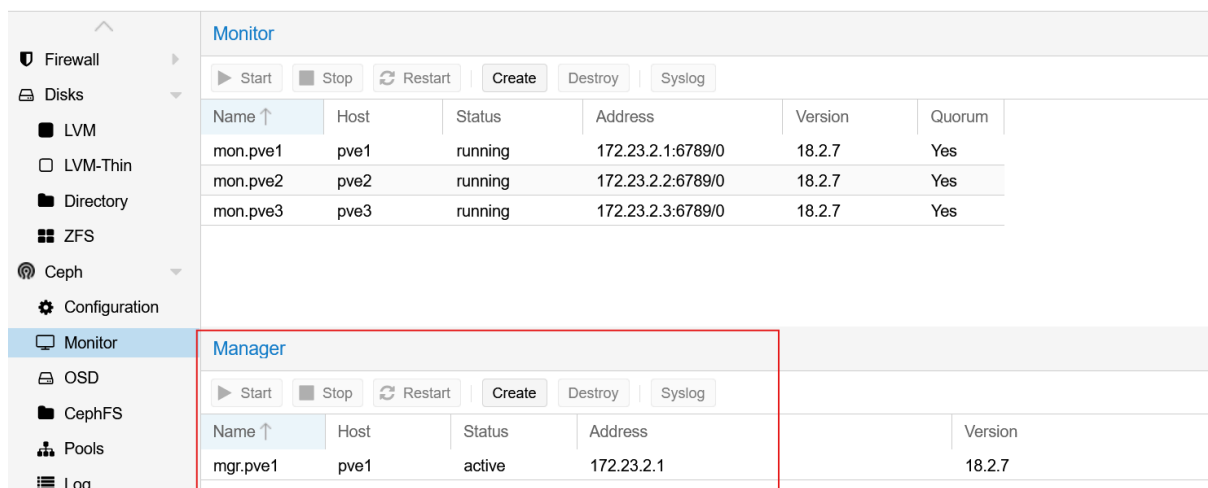
Name ↑	Host	Status	Address	Version	Quorum
mon.pve1	pve1	running	172.23.2.1:6789/0	18.2.7	Yes
mon.pve2	pve2	running	172.23.2.2:6789/0	18.2.7	Yes
mon.pve3	pve3	running	172.23.2.3:6789/0	18.2.7	Yes

Konfigurasi Manager

Fungsi Manager

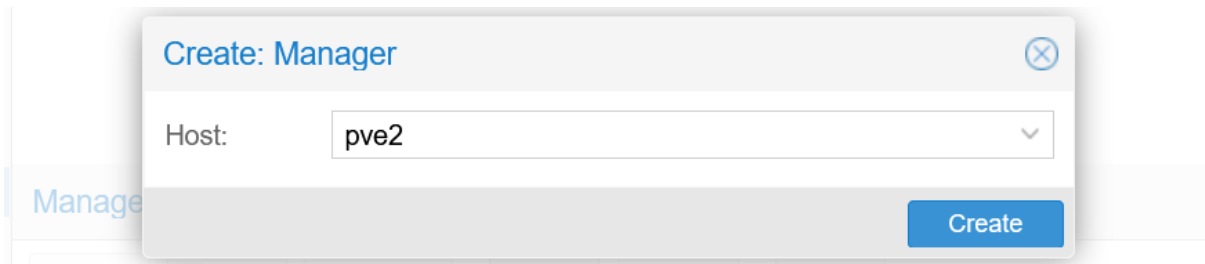
- Menyediakan metrik performa dan monitoring cluster.
- Menjalankan modul tambahan (dashboard, dll).
- Membantu MON dalam pengambilan keputusan.

Untuk membuatnya, masih di menu **Ceph > Monitor**, di bagian bawah:



Name ↑	Host	Status	Address	Version
mgr.pve1	pve1	active	172.23.2.1	18.2.7

Klik create untuk membuat Manager:



Panduan konfigurasi Manager

1. Cukup 2 Manager (1 active, 1 standby).
2. Buat Manager pada node yang berbeda untuk redundansi jika salah satu mati.
3. Buat Manager baru jika ada node dengan Manager gagal.
4. Jika semua Manager gagal dalam satu waktu tidak mengapa. Karena hanya metrik dan monitoring yang berhenti.

Hasilnya:

Manager				
▶ Start ■ Stop ↻ Restart Create Destroy Syslog				
Name ↑	Host	Status	Address	Version
mgr.pve1	pve1	active	172.23.2.1	18.2.7
mgr.pve2	pve2	standby	172.23.2.2	18.2.7

Konfigurasi OSD

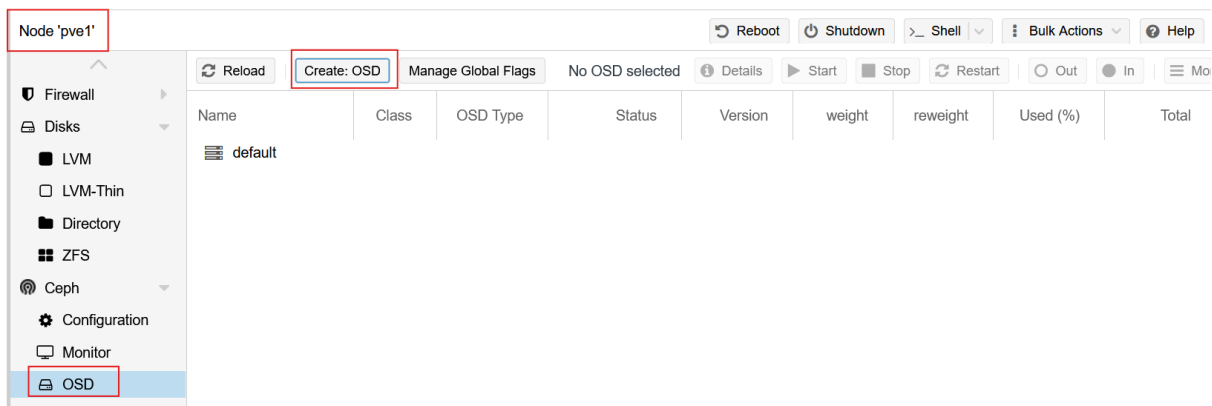
Fungsi OSD

- Menyimpan data secara fisik di disk.
- Menangani replikasi, recovery, rebalancing.
- Melayani permintaan baca/tulis dari client.
- Mengirimkan status ke MON dan MGR.

Periksa disk sudah terbaca oleh sistem Proxmox pada menu Node > Disks di masing-masing node:

Device	Type	Usage	Size	GPT	Model	Serial
/dev/sda	unknown	partitions	107.37 GB	Yes	Virtual_disk	unknown
/dev/sda1	partition	BIOS boot	1.03 MB	Yes		
/dev/sda2	partition	EFI	536.87 MB	Yes		
/dev/sda3	partition	LVM	106.84 GB	Yes		
/dev/sdb	unknown	partitions	214.75 GB	Yes	Virtual_disk	unknown
/dev/sdb1	partition	ZFS	214.74 GB	Yes		
/dev/sdb9	partition	ZFS reserved	8.39 MB	Yes		
/dev/sdc	unknown	No	214.75 GB	No	Virtual_disk	unknown
/dev/sdd	unknown	No	214.75 GB	No	Virtual_disk	unknown

Untuk membuat OSD, pergi ke menu Ceph > OSD. Setelah itu klik **Create: OSD** seperti berikut:



Pilih disk yang telah disiapkan:

Create: Ceph OSD

Disk: DB Disk:

DB size (GiB):

Encrypt OSD: WAL Disk:

Device Class: WAL size (GiB):

Note: Ceph is not compatible with disks backed by a hardware RAID controller. For details see [the reference documentation](#).

Advanced

- **DB Disk:** untuk menyimpan metadata secara terpisah. Default menggunakan OSD disk.

- **WAL Disk:** untuk menyimpan Write Ahead Log (WAL) untuk pemulihan ketika gagal. Default menggunakan OSD disk.
- **Encrypt OSD:** untuk enkripsi OSD. Membantu ketika sistem diberhentikan atau disk dicopot dari sistem, sehingga data terenkripsi.
- **Device Class:** untuk mengelompokkan penempatan data berdasarkan jenis disk (HDD, SSD, NVME).

Panduan konfigurasi OSD

1. Dibutuhkan disk baru/kosong yang terbaca oleh sistem Proxmox
2. Minimal 3 OSD pada cluster tanpa warning.
3. Distribusikan OSD secara merata pada semua node.
4. Ganti OSD yang gagal dengan membuat OSD baru (disk baru).
5. Atur flag yang dibutuhkan agar OSD tidak dikeluarkan secara otomatis.

Setelah OSD terbuat, maka kita dapat melihatnya pada daftar OSD berikut:

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)	Total
default								
pve1				18.2.7				
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB

Lanjutkan untuk membuat OSD pada masing-masing node yang lain sehingga merata:

Name ↑	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)	Total
default								
pve1				18.2.7				
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB
pve2				18.2.7				
osd.2	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB
osd.3	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB
pve3				18.2.7				
osd.4	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.01	200.00 GiB
osd.5	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.21	200.00 GiB

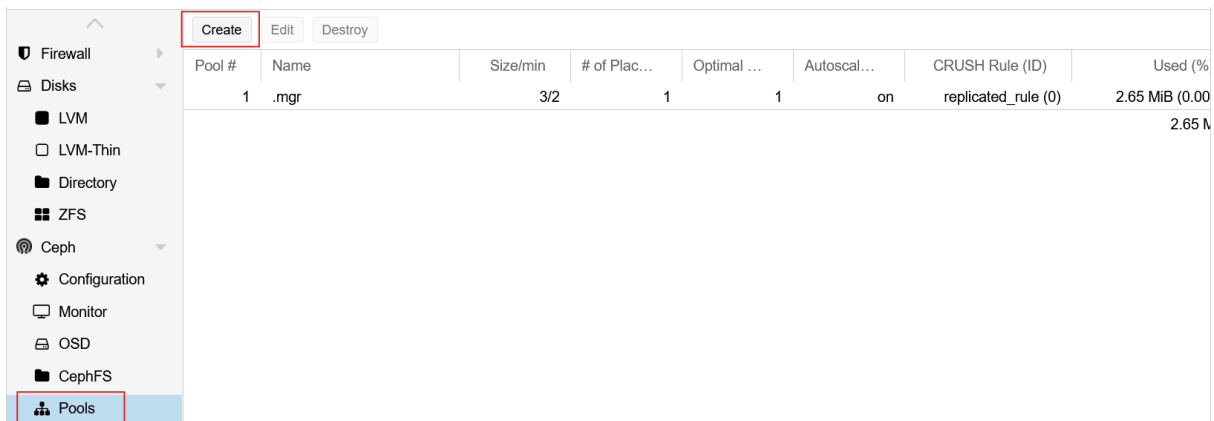
Ceph Pool

Fungsi Pool

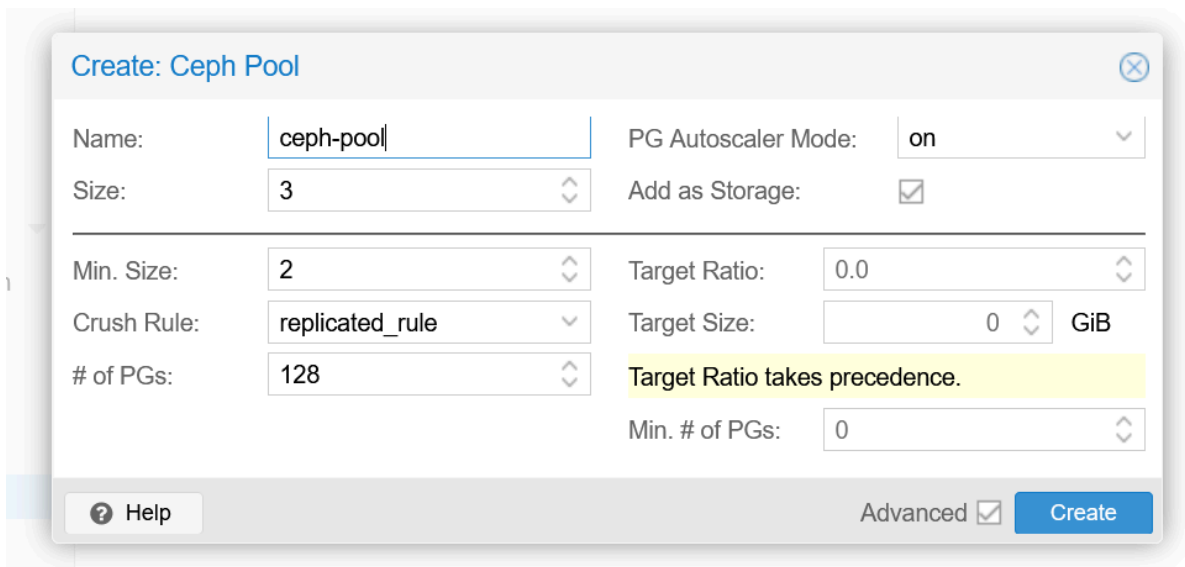
- Wadah logis untuk menyimpan data di Ceph.
- Data dari RBD, CephFS, atau RGW dikelompokkan di dalam pool,
- Mengatur replication size, erasure coding, dan CRUSH rule.

Panduan Konfigurasi Pool

Untuk membuat Pool, pergi ke menu Ceph > Pools. Setelah itu klik **Create** seperti berikut:



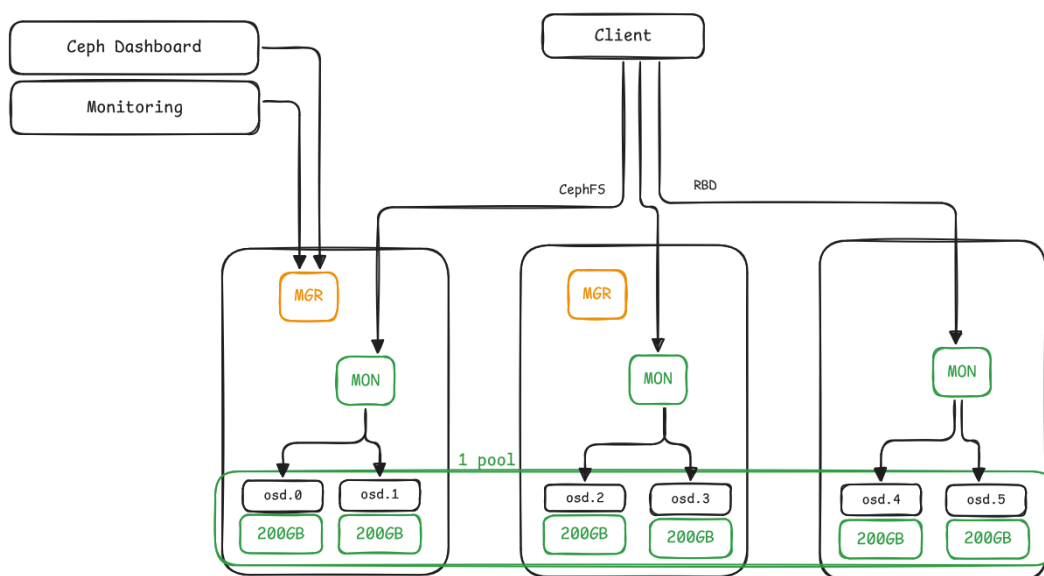
Atur konfigurasi sebagai berikut:



- **Name:** Nama pool sekaligus nama storage.
- **Size:** Jumlah replikasi yang akan dibuat.
- **PG Autoscaler Mode:** Untuk mengatur Placement Group (PG) secara dinamis.
- **Add as Storage:** Agar langsung ditambahkan sebagai storage Proxmox.

- **Min. Size:** Jumlah replikasi yang harus tersedia agar cluster ceph tetap bisa digunakan.
- **Crush Rule:** Untuk mengatur penempatan replikasi data.
- **# of PGs:** Jumlah PG yang diinginkan secara statis (jika Autoscaler off).
- **Target Ratio:** Rasio ruang pool yang bisa digunakan (persen).
- **Target Size:** Ukuran ruang pool yang bisa digunakan (GiB).
- **Min. # of PGs:** Jumlah minimal PG jika menggunakan Autoscaler.

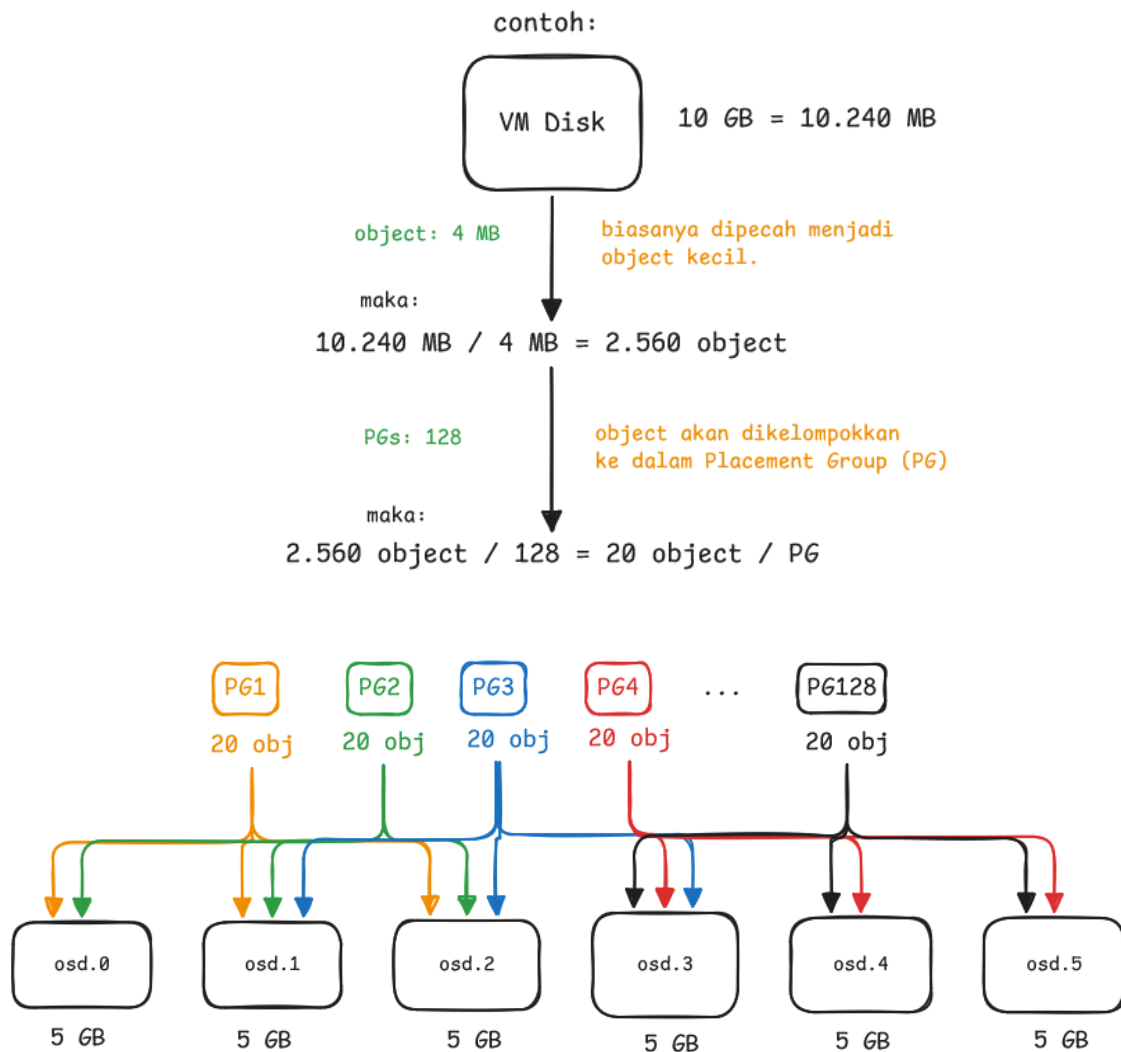
Cara Kerja Ceph



Gambar di atas adalah infrastruktur dari Ceph di Proxmox. Daftar komponen yang ada:

- **MGR:** dihubungi oleh Dashboard atau Monitoring.
- **MON:** dihubungi oleh client melalui protokol sesuai jenis storage yang ingin digunakan. Block storage dengan RBD (librbd), filesystem dengan cephfs, object storage dengan RGW (librgw).
- **OSD:** yang menangani baca dan tulis data ke disk.
- **Client:** pengguna storage, biasanya server.
- **Ceph Dashboard dan Monitoring:** alat tambahan untuk manajemen ceph.

Proses data disimpan ke disk:



maka:
Size/Replica : 3 1 PG di replikasi ke 3 OSD berbeda

Jumlah toleransi kesalahan atau disk yang boleh gagal:

maka:
min Size : 2
1 Size = Total Kapasitas Disk / Size
= 1200 GB / 3
= 400 GB

kalau Size 2 = 2 x 400 GB
min. Size = 800 GB

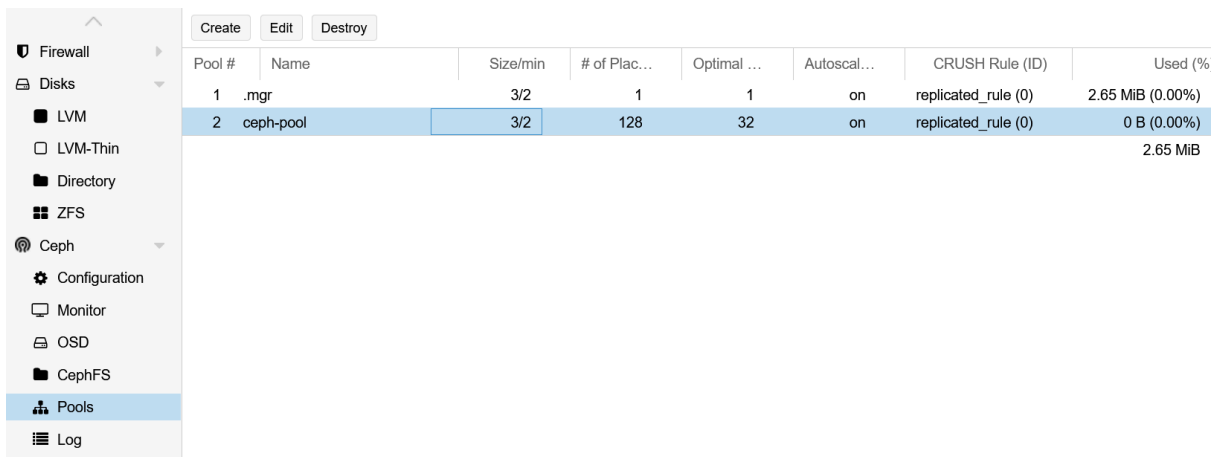
boleh gagal = 400 GB

jika 1 disk 200GB

maka:

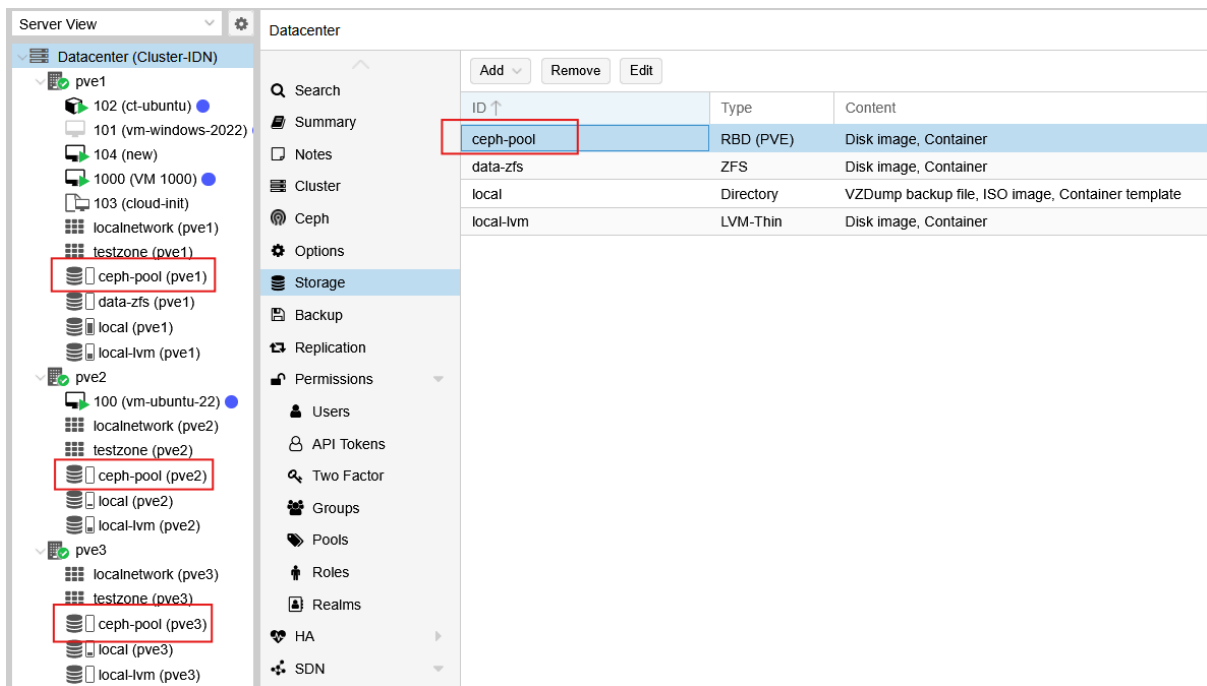
boleh gagal 2 disk

Setelah pool berhasil dibuat, maka terlihat pada daftar Pools:



Pool #	Name	Size/min	# of Plac...	Optimal ...	Autoscal...	CRUSH Rule (ID)	Used (%)
1	.mgr	3/2	1	1	on	replicated_rule (0)	2.65 MiB (0.00%)
2	ceph-pool	3/2	128	32	on	replicated_rule (0)	0 B (0.00%)

Pastikan juga sudah muncul sebagai storage:



ID ↑	Type	Content
ceph-pool	RBD (PVE)	Disk image, Container
data-zfs	ZFS	Disk image, Container
local	Directory	VZDump backup file, ISO image, Container template
local-lvm	LVM-Thin	Disk image, Container

Dengan begitu, pool ceph tersebut bisa digunakan untuk menyimpan data VM atau container di seluruh node.

Custom CRUSH Rule

Membuat Crush Rule

Menyimpan data berdasarkan tipe penyimpanan (hdd, ssd, atau nvme). Diperlukan crush rule baru yang bisa dibuat dengan perintah berikut:

```
ceph osd crush rule create-replicated replicated_hdd default host hdd
```

Konfigurasi Class OSD

Namun harus dipastikan ada osd dengan class ssd. Jika belum maka bisa diatur manual dengan perintah berikut:

```
ceph osd crush rm-device-class osd.0  
ceph osd crush set-device-class hdd osd.0
```

Buat Pool Baru

Buat pool baru dengan crush rule yang telah dibuat:

Create: Ceph Pool

Name: PG Autoscaler Mode:

Size: Add as Storage:

Min. Size: Target Ratio:

Crush Rule: Target Size: GiB

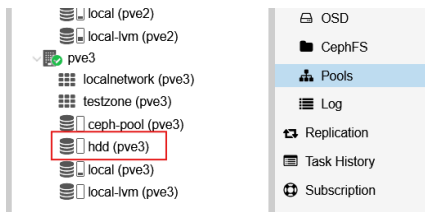
of PGs: Target Ratio takes precedence.

Min. # of PGs:

Help Advanced Create

Maka hasilnya seperti berikut:

Pool #	Name	Size/min	# of Placeme...	Optimal # of P...	Autosce
1	.mgr	3/2	1	n/a	n/a
2	ceph-pool	3/2	32	n/a	n/a
4	hdd	3/2	128	n/a	n/a



Ketika menyimpan VM atau container ke storage tersebut, maka data akan ditempatkan pada OSD dengan class hdd.

Ceph Filesystem

Ceph Filesystem atau CephFS merupakan storage pada ceph dengan level filesystem. Berfungsi untuk menyimpan Backups, ISO Images, atau CT Templates.

Fungsi Ceph Filesystem

- Memberikan **layanan file system** (mirip NFS atau ext4) di atas Ceph.
- Bisa di-*mount* oleh client via **FUSE** atau **kernel module**.
- Cocok untuk file sharing, home directory, HPC, dan backup.

Catatan: Butuh komponen tambahan, yaitu **Ceph Metadata Server**.

Ceph Metadata Server (MDS)

Fungsi MDS

- Menangani **metadata** dari CephFS seperti Path file, direktori, permission, inode.
- Tanpa MDS, CephFS tidak bisa digunakan — client tidak tahu struktur file.

Panduan Konfigurasi MDS dan CephFS

1. Buat CephFS jika diperlukan saja
2. Kamu bisa punya **lebih dari 1 MDS** (aktif + standby) untuk failover.

Pergi ke menu Ceph > CephFS pada salah satu node:

Node 'pve1'

Reboot Shutdown Shell Bulk Actions Help

Create CephFS

Name ↑	Data Pool	Metadata Pool
No CephFS configured.		

Metadata Servers

Start Stop Restart **Create** Destroy Syslog

Name ↑	Host	Status	Address	Version
No such service configured.				

Pilih node yang hendak menjalankan MDS:

Create: Metadata Servers

Host: pve1

MDS ID: pve1

By using different IDs, you can have multiple MDS per node, which increases redundancy with more than one CephFS.

Create

Buat paling tidak 2 MDS untuk failover:

Create CephFS

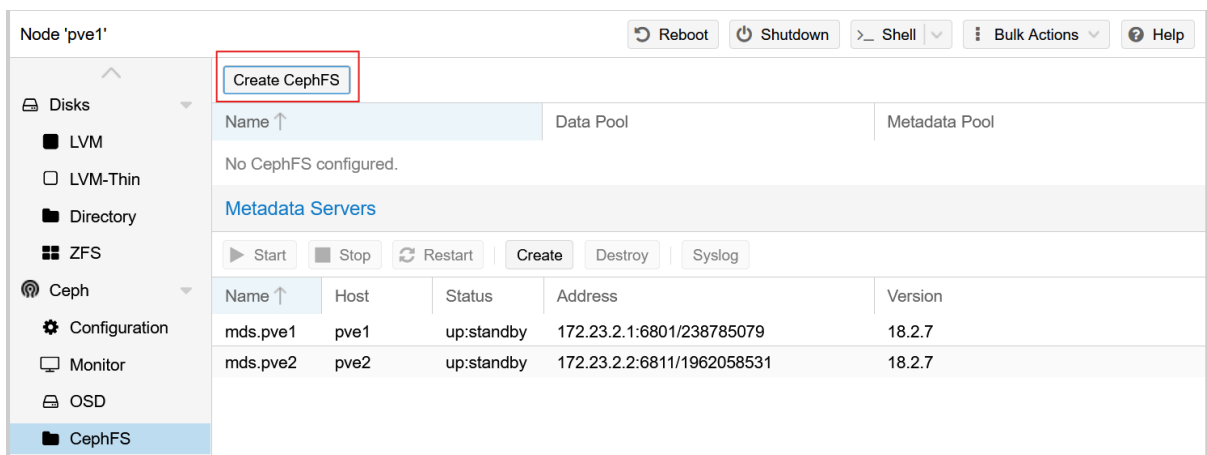
Name ↑	Data Pool	Metadata Pool
No CephFS configured.		

Metadata Servers

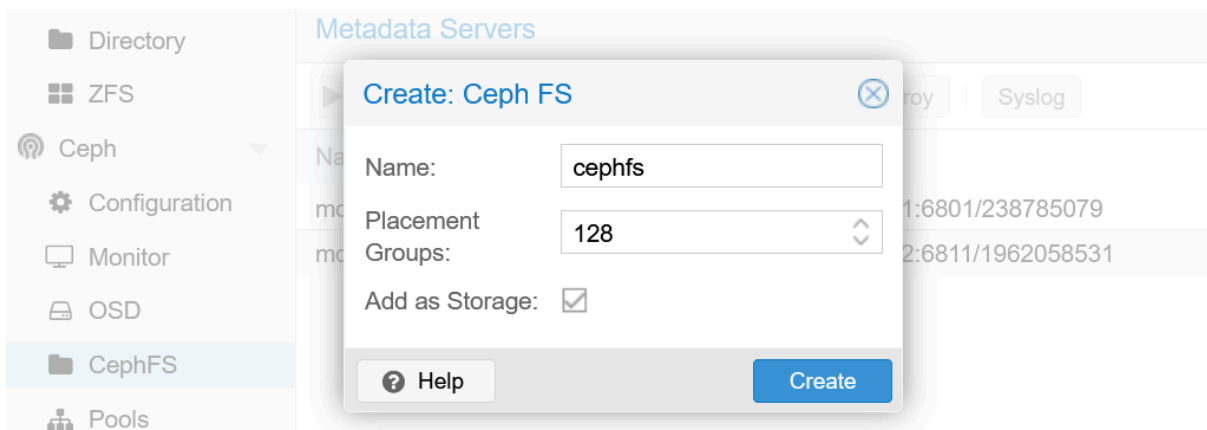
Start Stop Restart Create Destroy Syslog

Name ↑	Host	Status	Address	Version
mds.pve1	pve1	up:standby	172.23.2.1:6801/238785079	
mds.pve2	pve2	up:standby	172.23.2.2:6811/1962058531	

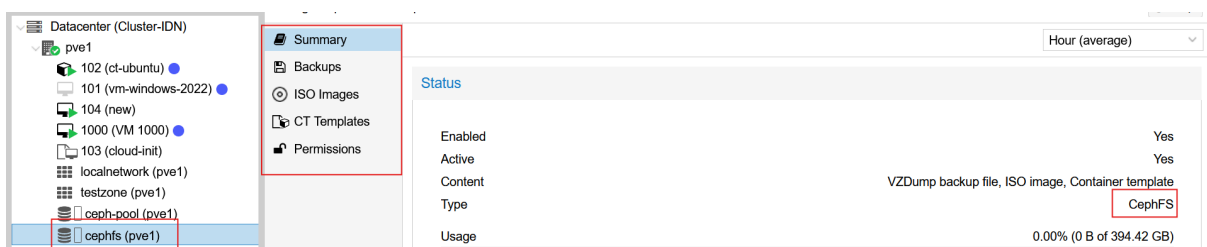
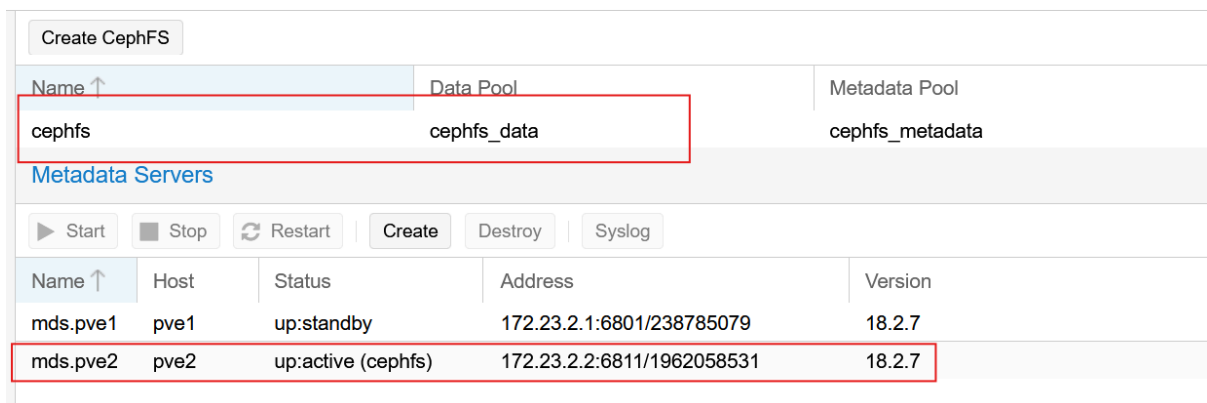
Kemudian buat CephFS dengan click **Create CephFS**:

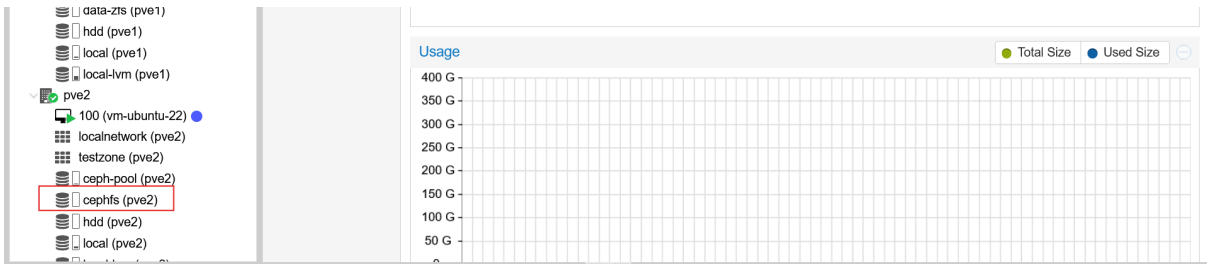


Beri nama dan atur PG sebagaimana Pools dan Add as Storage agar ditambahkan sebagai penyimpanan:



Setelah klik **Create** hasilnya seperti berikut:





Penggunaan dan Pengujian Ceph

Pindah VM ke dalam penyimpanan ceph yang telah dibuat:

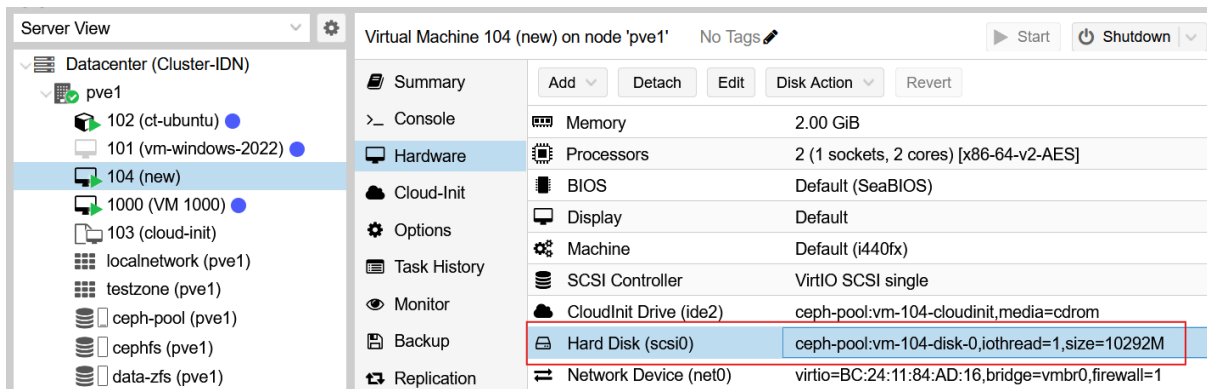
Pilih target penyimpanan ceph:

Silang tab proses jika ingin berjalan di belakang layar, atau tunggu sampai selesai:

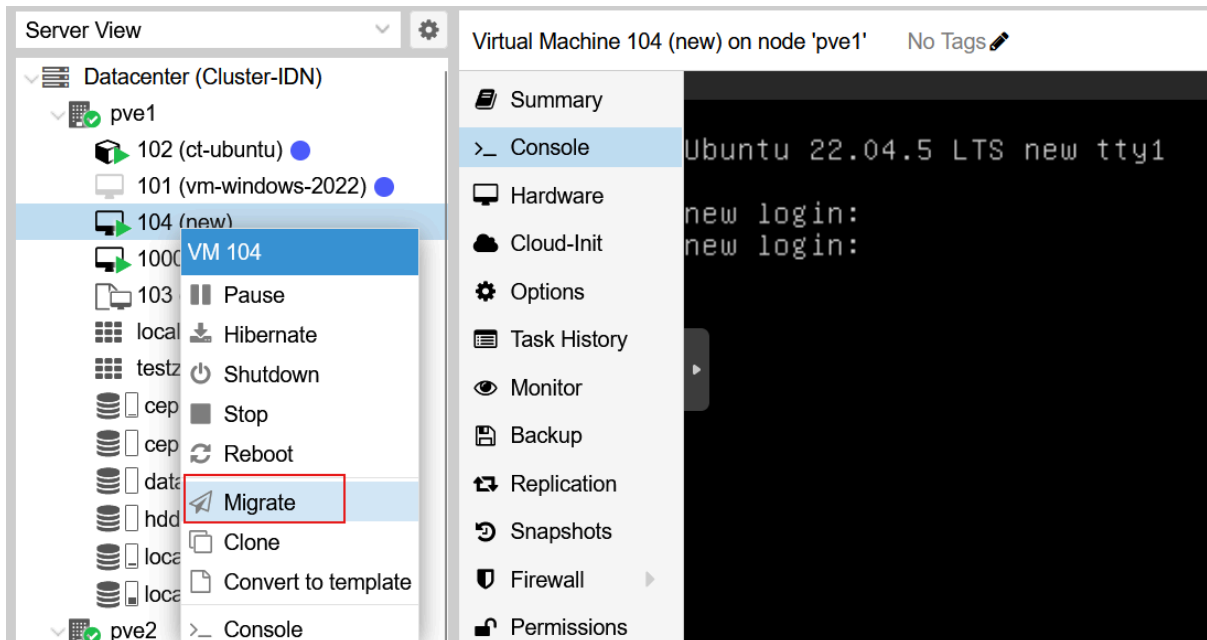
```
drive-scsi0: transferred 9.6 GiB of 10.1 GiB (95.87%) in 2m 27s
drive-scsi0: transferred 9.7 GiB of 10.1 GiB (96.66%) in 2m 28s
drive-scsi0: transferred 9.8 GiB of 10.1 GiB (97.32%) in 2m 29s
drive-scsi0: transferred 9.8 GiB of 10.1 GiB (97.90%) in 2m 30s
drive-scsi0: transferred 9.9 GiB of 10.1 GiB (98.86%) in 2m 31s
drive-scsi0: transferred 10.0 GiB of 10.1 GiB (99.68%) in 2m 32s
drive-scsi0: transferred 10.1 GiB of 10.1 GiB (100.00%) in 2m 33s, ready
all 'mirror' jobs are ready
drive-scsi0: Completing block job...
drive-scsi0: Completed successfully.
drive-scsi0: mirror-job finished
Logical volume "vm-104-disk-0" successfully removed.
```

TASK OK

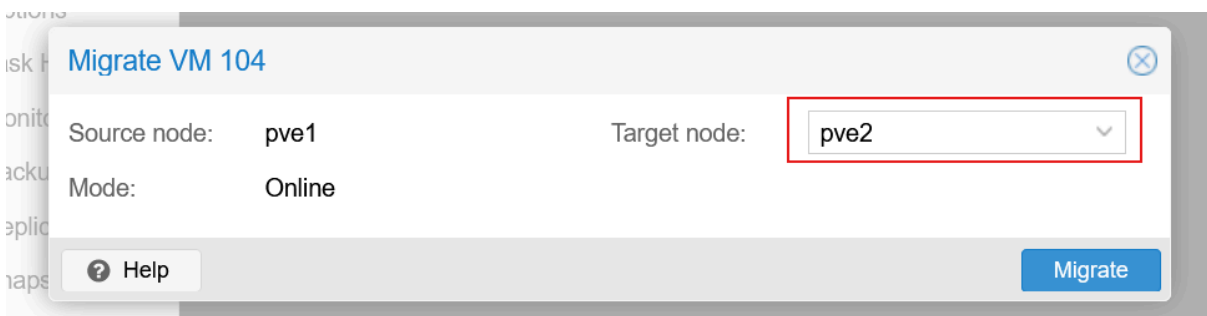
Dan berikut hasilnya:



Setelah berhasil dipindah, maka VM berada di dalam shared storage. VM bisa migrasi ke node lain dengan lebih cepat. Klik kanan pada VM > Migrate:



Pilih target node yang diinginkan:



Maka prosesnya hanya butuh beberapa detik saja:

The screenshot shows the Proxmox VE interface. On the left, a tree view shows VMs under node 'pve2', with '104 (new)' highlighted. The main area shows the console of VM 104, displaying 'Ubuntu 22.04.5 LTS new tty1' and 'new login:'. Below the console, a 'Tasks' table shows the migration process:

Start Time	End Time	Node	User name	Description	Status
Jun 04 14:29:35		pve1	root@pam	VM/CT 104 - Console	
Jun 04 14:29:15	Jun 04 14:29:19	pve2	root@pam	VM 104 - Start	OK
Jun 04 14:29:10	Jun 04 14:29:40	pve1	root@pam	VM 104 - Migrate	OK

Setelah itu kita uji untuk menggagalkan disk yang digunakan sebagai OSD pada node 2:

The screenshot shows the 'Node 'pve2'' interface with the 'Disks' section selected. A table lists the disk configuration:

Device	Type	Usage	Size	GPT	Model
/dev/sda	unknown	partitions	107.37 GB	Yes	Virtual_disk
/dev/sda1	partition	BIOS boot	1.03 MB	Yes	
/dev/sda2	partition	EFI	536.87 MB	Yes	
/dev/sda3	partition	LVM	106.84 GB	Yes	

Periksa status ceph:

The screenshot shows the 'Node 'pve2'' interface with the 'Ceph' section selected. The 'Health' section displays a warning icon and the status 'HEALTH_WARN'. The 'Summary' table shows:

Summary
2 osds down
1 host (2 osds) down
Degraded data redundancy: 2607/7821 objects degraded (33.333%...)

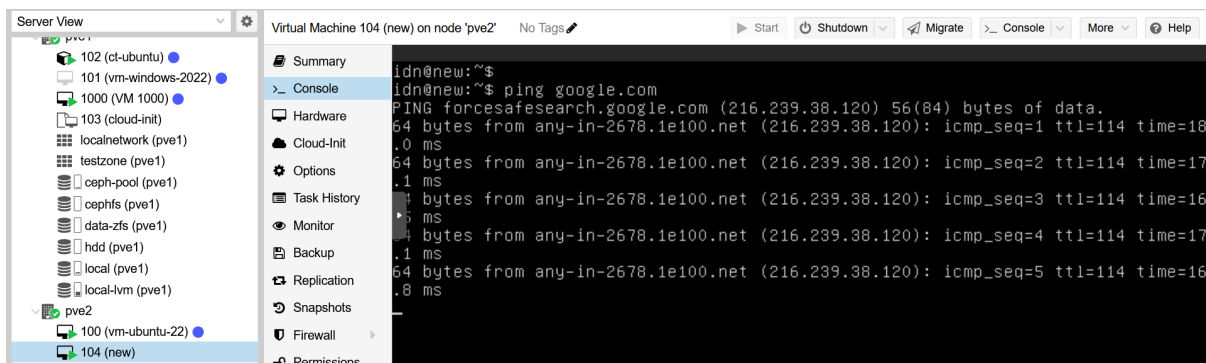
The 'Status' section shows a donut chart for OSDs and PGs:

OSDs	PGs
<ul style="list-style-type: none"> In: 4 Out: 0 Up: 4 Down: 2 Total: 6 	<ul style="list-style-type: none"> active+undersized: 275 active+undersized+degraded: 46

Dan periksa status OSD:

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)
default							
pve1				18.2.7			
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.96
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	3.30
pve2				18.2.7			
osd.2	hdd	bluestore	down / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.66
osd.3	hdd	bluestore	down / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.58
pve3				18.2.7			
osd.4	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.62
osd.5	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.60

Coba akses VM:



Seharusnya VM masih aman dan bisa berjalan meski ada kegagalan disk. Pada contoh ini maksimal 2 disk gagal. Jika lebih maka data dalam keadaan tidak aman.

Replacement OSD

Jika terjadi kegagalan disk, maka perlu dilakukan penggantian OSD, sebelum mencapai jumlah maksimal gagalnya. Ikuti langkah penggantian sebagai berikut:

1. Ganti disk fisik yang rusak dengan yang baru

Ganti disk yang rusak pada fisik server dengan disk baru.



source: youtube.com/@cloudninjas

2. Pastikan disk terbaca oleh sistem Proxmox

Periksa pada menu node > Disks:

Device	Type	Usage	Size	GPT	Model	Serial
/dev/sda	unknown	partitions	107.37 GB	Yes	Virtual_disk	unknown
/dev/sda1	partition	BIOS boot	1.03 MB	Yes		
/dev/sda2	partition	EFI	536.87 MB	Yes		
/dev/sda3	partition	LVM	106.84 GB	Yes		
/dev/sdd	unknown	No	214.75 GB	No	Virtual_disk	unknown
/dev/sde	unknown	No	214.75 GB	No	Virtual_disk	unknown

3. Buat OSD baru dengan disk baru

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)
default							
pve1				18.2.7			
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.96
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	3.30
pve2				18.2.7			
osd.2	hdd	bluestore	down / out	18.2.7	0.1953	0.00	0.00
osd.3	hdd	bluestore	down / out	18.2.7	0.1953	0.00	0.00
pve3				18.2.7			
osd.4	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.62
osd.5	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.60

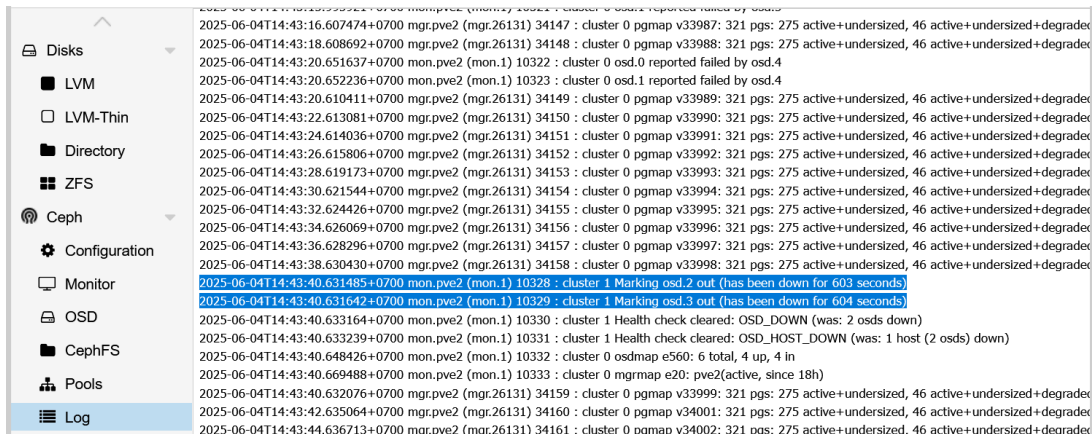
catatan: jika ingin osd tidak out otomatis, bisa Manage Global Flags:

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)
default							
pve1				18.2.7			
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.96
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	3.30

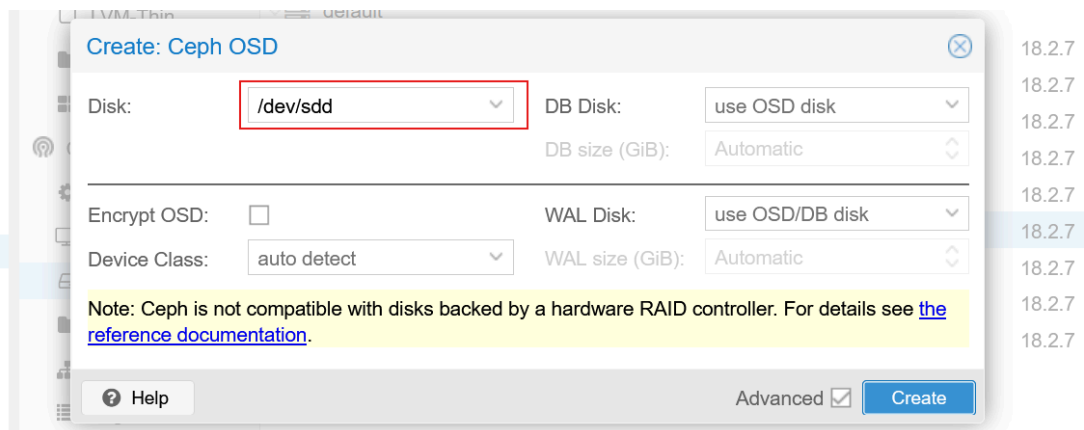
Centang pada noout:

Enable	Name	Description
<input type="checkbox"/>	nobackfill	Backfilling of PGs is suspended.
<input type="checkbox"/>	nodeep-scrub	Deep Scrubbing is disabled.
<input type="checkbox"/>	nodown	OSD failure reports are being ignored, such that the monitors will not mark OSDs down.
<input type="checkbox"/>	noin	OSDs that were previously marked out will not be marked back in when they start.
<input checked="" type="checkbox"/>	noout	OSDs will not automatically be marked out after the configured interval.
<input type="checkbox"/>	norebalance	Rebalancing of PGs is suspended.
<input type="checkbox"/>	norecover	Recovery of PGs is suspended.

Karena secara default ceph akan mengeluarkan disk yang gagal secara otomatis dalam waktu beberapa menit:



Ketika jumlah OSD yang in berkurang, maka proses rebalance akan berjalan juga. Setelah berhasil mengganti disk dan terbaca oleh proxmox, buat OSD baru:



Hasilnya:

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used
default							
pve1				18.2.7			
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	
pve2				18.2.7			
osd.2	hdd	bluestore	down / in	18.2.7	0.1953	1.00	
osd.3	hdd	bluestore	down / in	18.2.7	0.1953	1.00	
osd.6	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	
osd.7	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	
pve3				18.2.7			
osd.4	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	
osd.5	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	

4. Periksa status Ceph melalui menu Ceph

The screenshot shows the Ceph dashboard with a yellow warning icon and the text "HEALTH_WARN". Below this, it indicates "Ceph Version: 18.2.7". A summary table shows "2 osds down", "Degraded data redundancy: 908/7821 objects degraded (11....)", and "2 daemons have recently crashed". The "Status" section features a donut chart for OSDs and a table for PGs.

State	In	Out
Up	6	0
Down	2	0
Total	8	0

State	Count
active+clean:	147
active+clean+remapped:	35
active+undersized:	122
active+undersized+degraded:	17

Maka proses rebalance akan berjalan, yaitu mereplikasi kembali PG yang hilang.

5. Keluarkan OSD yang telah rusak

Klik OSD yang rusak dan klik tombol **Out** yang berada di atas:

The screenshot shows the details for OSD osd.2. The "Status" column shows "down / in" with a red warning icon. The "Out" button in the top right corner is highlighted with a red box.

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.23
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	3.18
osd.2	hdd	bluestore	down / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.00
osd.3	hdd	bluestore	down / in	18.2.7	0.1953	1.00	0.00
osd.6	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.29
osd.7	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.80

Setelah keduanya out, maka pool akan melakukan perhitungan ke semula, yaitu 6 osd:

The screenshot shows the OSD details page after two OSDs have been marked as "Out". The "Status" column for osd.2 and osd.3 now shows "down / out" with a yellow warning icon.

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.23
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	3.18
osd.2	hdd	bluestore	down / out	18.2.7	0.1953	0.00	0.00
osd.3	hdd	bluestore	down / out	18.2.7	0.1953	0.00	0.00
osd.6	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.35
osd.7	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	1.90
osd.4	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.79
osd.5	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.59

Periksa status Ceph:

The screenshot shows the Ceph Health status in a web interface. The status is 'HEALTH_WARN' with a yellow warning icon. The Ceph version is 18.2.7. A summary table lists two issues: 'noout flag(s) set' and '2 daemons have recently crashed'. Below the health status, there is a 'Status' section with a donut chart for OSDs and PGs. The OSDs section shows 6 'In' (green) and 2 'Out' (yellow) OSDs, with a total of 8. The PGs section shows 321 'active+clean' PGs.

Summary	Actions
noout flag(s) set	[Copy]
2 daemons have recently crashed	[Copy]

OSDs	In	Out
Up	6	0
Down	0	2
Total:	8	

PGs: active+clean: 321

Status OSD sudah aman.

6. Hapus OSD yang telah keluar

Maka tinggal hapus OSD yang tidak terpakai:

The screenshot shows a table of Ceph OSDs. OSD.2 is highlighted in blue and has a status of 'down / out'. A 'More' dropdown menu is open for OSD.2, showing options: 'Scrub', 'Deep Scrub', and 'Destroy'.

Name	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)	Size
default								
pve1				18.2.7				
osd.0	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.23	200.00 GiB
osd.1	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	3.04	200.00 GiB
pve2				18.2.7				
osd.2	hdd	bluestore	down / out	18.2.7	0.1953	0.00	0.00	1.00 KiB
osd.3	hdd	bluestore	down / out	18.2.7	0.1953	0.00	0.00	1.00 KiB
osd.6	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.55	200.00 GiB
osd.7	hdd	bluestore	up / in	18.2.7	0.1953	1.00	2.56	200.00 GiB

Pilih OSD yang sudah out dan klik More > Destroy. Klik Remove:

The screenshot shows a dialog box titled 'Destroy: Ceph OSD osd.2'. It has a 'Cleanup Disks' checkbox which is checked. A yellow warning message states: 'Global flags limiting the self healing of Ceph are enabled.' There is a 'Remove' button at the bottom right.

Destroy: Ceph OSD osd.2

Cleanup Disks:

Global flags limiting the self healing of Ceph are enabled.

Remove

Sebenarnya opsi Cleanup Disks tidak diperlukan karena disk sudah rusak.

Hasil akhir dari penggantian OSD:

Name ↑	Class	OSD Type	Status	Version	weight	reweight	Used (%)	Total
default								
pve1				18.2.7				
osd.0	hdd	bluestore	up 🟢 / in 🟢	18.2.7	0.1953	1.00	1.96	200.00 GiB
osd.1	hdd	bluestore	up 🟢 / in 🟢	18.2.7	0.1953	1.00	3.32	200.00 GiB
pve2				18.2.7				
osd.6	hdd	bluestore	up 🟢 / in 🟢	18.2.7	0.1953	1.00	1.81	200.00 GiB
osd.7	hdd	bluestore	up 🟢 / in 🟢	18.2.7	0.1953	1.00	3.32	200.00 GiB
pve3				18.2.7				
osd.4	hdd	bluestore	up 🟢 / in 🟢	18.2.7	0.1953	1.00	2.64	200.00 GiB
osd.5	hdd	bluestore	up 🟢 / in 🟢	18.2.7	0.1953	1.00	2.62	200.00 GiB

Status Ceph:

pve1: 🟢 pve2: 🟢 pve3: 🟢
pve1: 🟢 pve2: 🟢
pve1: 🟢 pve2: 🟢

Performance

Reads:	0 B/s
Writes:	0 B/s
IOPS: Reads:	0
IOPS: Writes:	0

Usage

3%

31.32 GiB of 1.17 TiB

Status

HEALTH_WARN

Ceph Version: 18.2.7

Summary	
!	noout flag(s) set
!	2 daemons have recently crashed

Status

OSDs

	In	Out
🟢 Up	6	0
🔴 Down	0	0
Total: 6		

PGs

● active+clean: 321

Tinggal hilangkan noout flag saja.

Penghapusan Ceph

Jika hendak menghapus Ceph dari system Proxmox VE, kita bisa mengakses menu shell dan menjalankan perintah berikut:

```
systemctl stop ceph-mon.target
systemctl stop ceph-mgr.target
systemctl stop ceph-mds.target
systemctl stop ceph-osd.target
rm -rf /etc/systemd/system/ceph*
killall -9 ceph-mon ceph-mgr ceph-mds
rm -rf /var/lib/ceph/mon/ /var/lib/ceph/mgr/ /var/lib/ceph/mds/
pveceph purge
apt purge ceph-mon ceph-osd ceph-mgr ceph-mds
apt purge ceph-base ceph-mgr-modules-core
rm -rf /etc/ceph/*
rm -rf /etc/pve/ceph.conf
rm -rf /etc/pve/priv/ceph.*
rm /etc/pve/ceph.conf
```

Jalankan perintah di atas pada masing-masing node yang hendak dihapus Ceph didalamnya.

PROXMOX HIGH AVAILABILITY

High Availability (Ketersediaan tinggi) adalah kemampuan sistem tetap beroperasi meski terjadi kegagalan komponen. Ketersediaan diukur dengan satuan persen sebagai berikut:

Availability %	Downtime per year
99	3.65 days
99.9	8.76 hours
99.99	52.56 minutes
99.999	5.26 minutes
99.9999	31.5 seconds
99.99999	3.15 seconds

Beberapa langkah yang bisa dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan:

- Use reliable “server” components
- Eliminasi *single-point-of failure* atau titik kegagalan tunggal
 - Gunakan UPS
 - Redudansi power supply di server
 - Gunakan ECC-RAM
 - Redudansi perangkat jaringan
 - Gunakan RAID pada penyimpanan server
 - Gunakan distributed storage untuk VM
- Kurangi downtime
 - Administrator tersedia 24/7
 - Siapkan suku cadang / server lain yang siap pakai
 - Sistem deteksi error otomatis
 - Sistem failover otomatis

Proxmox menyediakan ha-manager yang berguna untuk melakukan deteksi error dan failover otomatis pada VM kita. Ketika server gagal, maka service (VM/LXC) akan dipindah ke server yang bisa menjalankannya.

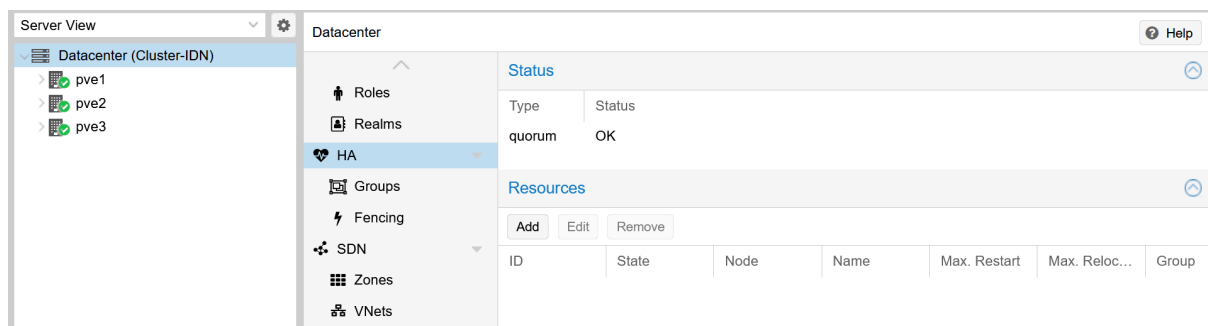
Persyaratan HA Proxmox VE

Beberapa hal yang harus dipenuhi sebelum menggunakan HA di Proxmox:

- Paling tidak cluster memiliki 3 node.
- Shared storage untuk VM dan container.
- Redudansi hardware (jaringan, penyimpanan, listrik, dll.).
- Hardware watchdog (jika tidak ada akan menggunakan softdog).
- Hardware fencing devices

Panduan Konfigurasi HA

Untuk menambahkan service, pergi ke menu Datacenter > HA:



Quorum

Quorum adalah jumlah minimal node aktif agar cluster bisa mengambil keputusan.

Quorum akan memiliki status OK dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Total Node} / 2 + 1 = \text{min. tersedia}$$

contoh:

3 node --> $3 / 2 = 1 + 1$, max gagal = 1 node

5 node --> $5 / 2 = 2 + 1$, max gagal = 2 node

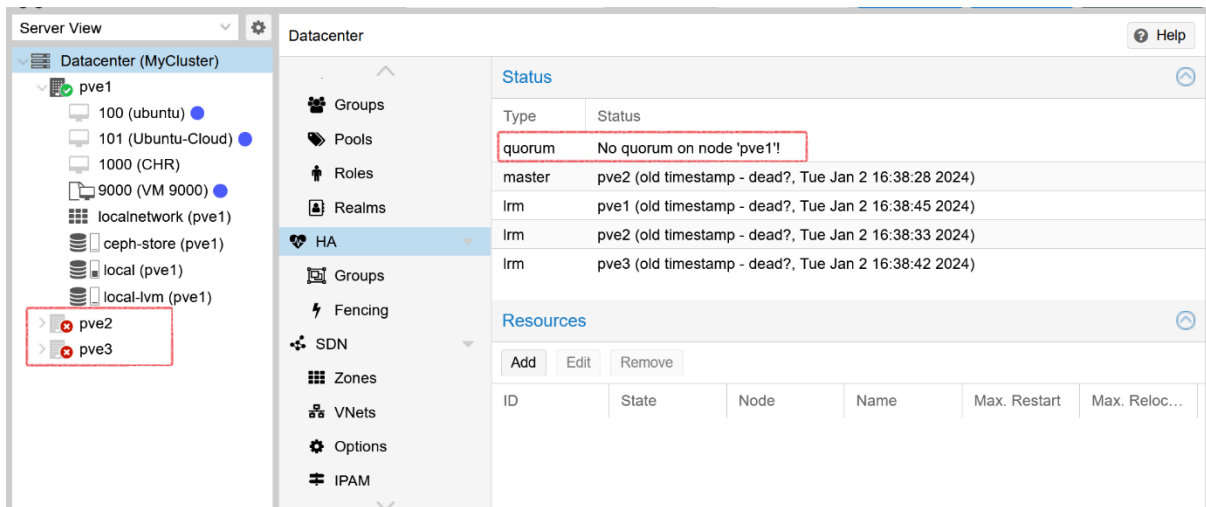
6 node --> $6 / 2 = 3 + 1$, max gagal = 2 node

7 node --> $7 / 2 = 3 + 1$, max gagal = 3 node

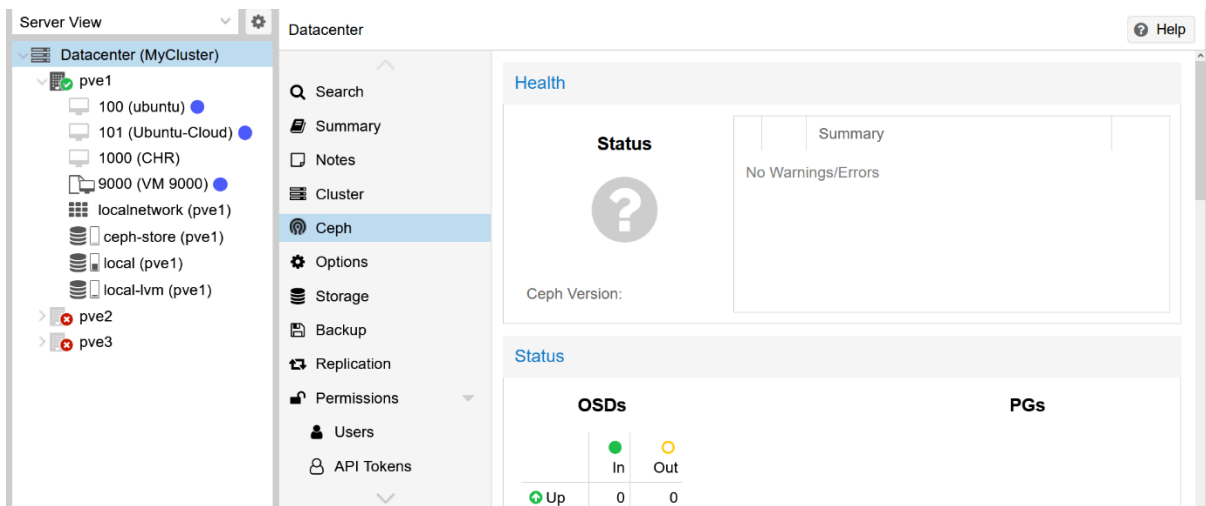
...

Rekomendasi: jumlah node dalam cluster ganjil.

Contoh Quorum memiliki status NO:

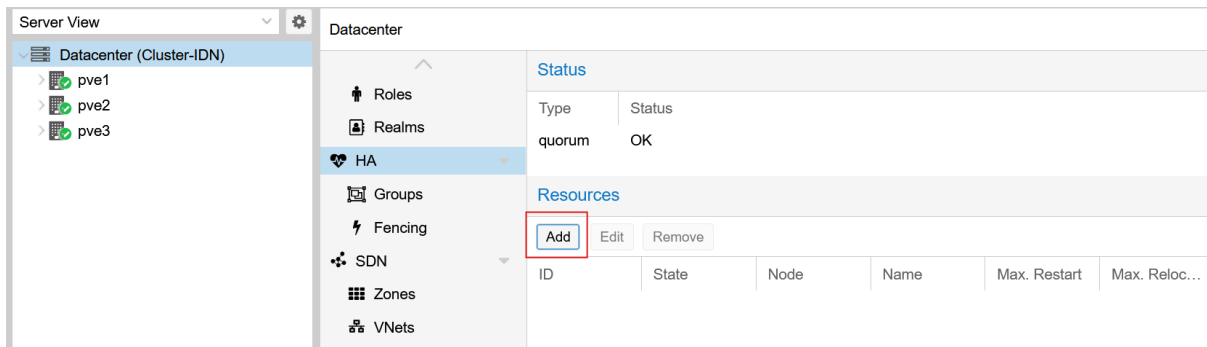


Dengan status tersebut, cluster tidak dapat menjalankan failover service. Hal ini juga berlaku juga pada Ceph storage:

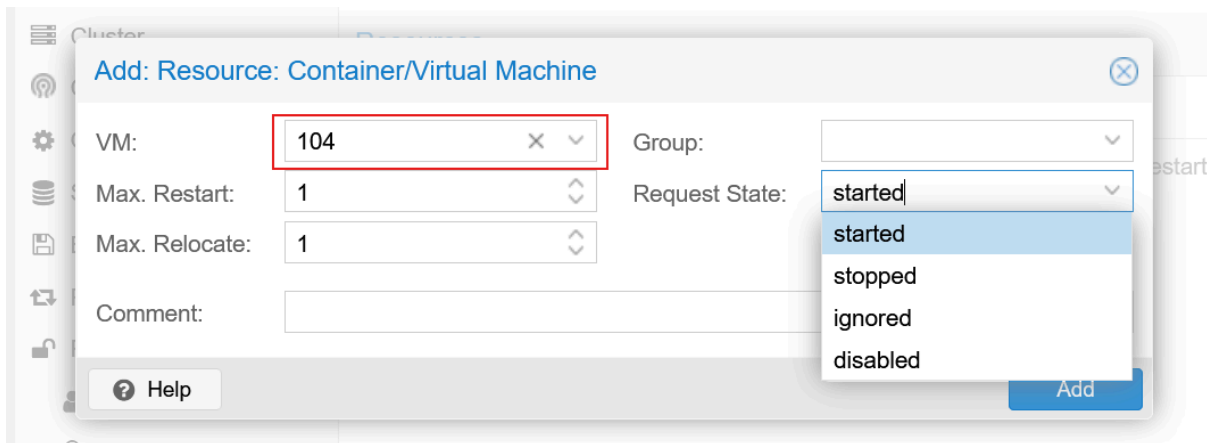


Fitur ini mencegah terjadi split-brain, yang akibatnya ada 2 cluster yang berjalan secara independen. Hal itu bisa menyebabkan kondisi dimana VM berjalan di dua server. Jika ada penulisan data dari dua arah, maka data bisa rusak. Maka, pastikan jumlah node aktif memenuhi syarat Quorum agar service tetap bisa berpindah dan berjalan.

Tambahkan instance dengan menekan tombol Add:



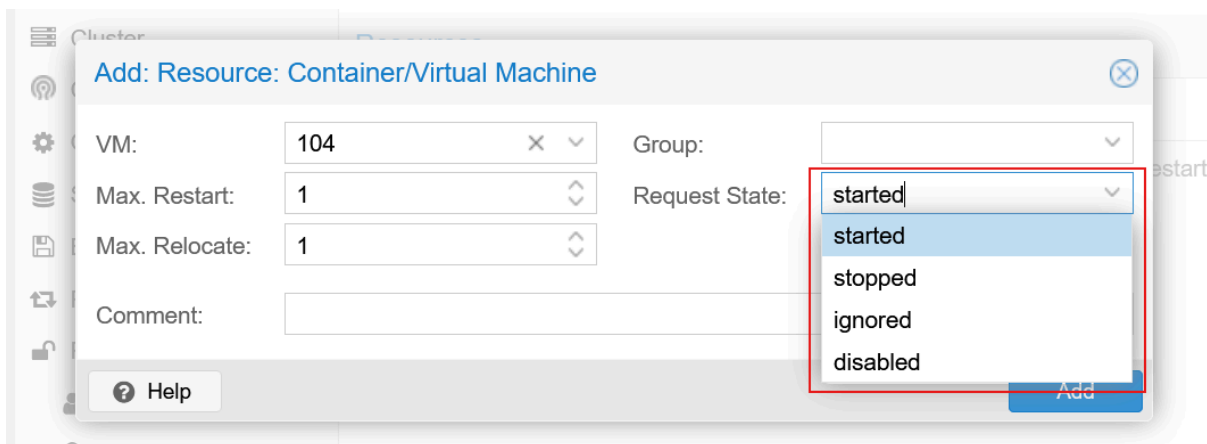
Pilih VM atau container yang sudah menggunakan shared storage:



- **Max. Restart:** jumlah maksimal percobaan instance dimulai ulang di satu node.
- **Max. Relocate:** jumlah maksimal instance berpindah node pada cluster.
- **Group:** node mana saja yang akan dijadikan target pemindahan instance.

Catatan: max. restart dan max. relocate akan direset ketika vm/container berhasil dijalankan.

Request State



Terdapat beberapa opsi yang bisa kita gunakan pada request state, diantaranya yaitu:

1. **Shutdown:** dipindah, VM/container mati.
2. **Started/Enabled:** dipindah, VM/container hidup.
3. **Ignored:** tidak dipindah, VM/container diabaikan state-nya (bebas dihidupkan atau dimatikan).
4. **Disabled:** tidak dipindah, VM/container mati.

Catatan: Jika VM dimatikan, maka request state pada HA akan menjadi shutdown, dan sebaliknya.

Tekan tombol Add untuk menambahkan service dan hasilnya seperti berikut:

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...
vm:104	starting	pve2	new	1	1

Selain itu, juga terlihat status HA pada summary VM:

new (Uptime: 3 days 17:02:27)

- Status: running
- HA State: started, Group: none
- Node: pve2
- CPU usage: 3.64% of 2 CPU(s)
- Memory usage: 73.04% (1.46 GiB of 2.00 GiB)
- Bootdisk size: 10.05 GiB
- IPs: No Guest Agent configured

Menunjukkan bahwa VM/container terdaftar ke dalam service HA.

Testing HA Basic

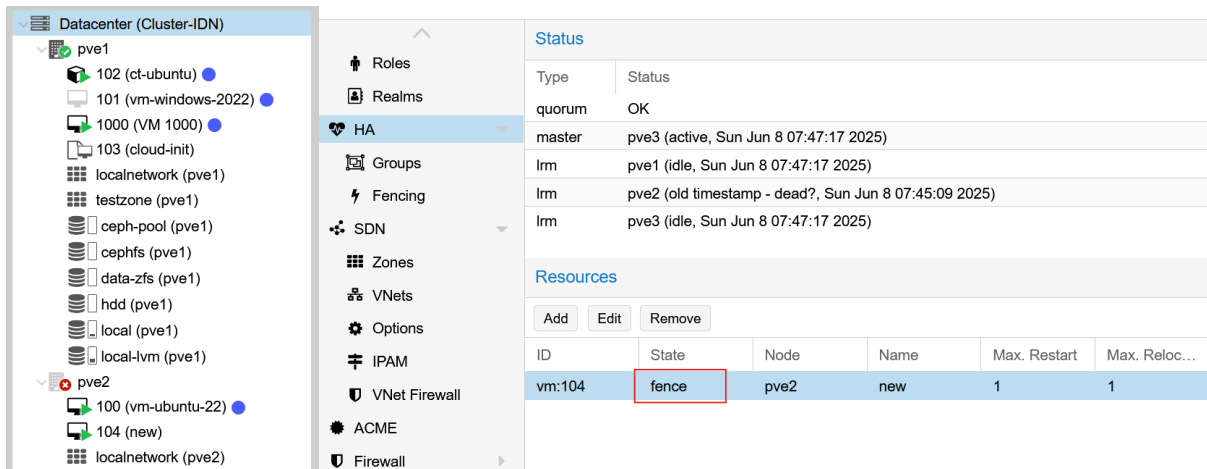
Lakukan pengujian dengan mematikan node dimana VM/container berada:

The screenshot shows the Proxmox VE interface. On the left, the 'Server View' sidebar lists a cluster named 'Datacenter (Cluster-IDN)' with two nodes: 'pve1' and 'pve2'. Under 'pve2', VM 104 (new) is highlighted. The main panel displays the 'Summary' for 'Virtual Machine 104 (new) on node pve2'. The VM is running on node pve2. Key metrics include: Status: running; HA State: started, Group: none; CPU usage: 3.42% of 2 CPU(s); Memory usage: 73.09% (1.46 GiB of 2.00 GiB); Bootdisk size: 10.05 GiB. The 'Node' field is highlighted with a red box.

Pada contoh ini dimatikan server **pve2** secara mendadak, bukan tombol shutdown:

The screenshot shows the Proxmox VE interface after a server failure. The 'Server View' sidebar shows 'pve2' with a red 'x' icon, indicating it is down. The main panel displays the 'Summary' for 'Virtual Machine 104 (new) on node pve2'. The VM is still running on node pve2. Key metrics include: Status: running; HA State: started, Group: none; CPU usage: 3.62% of 2 CPU(s); Memory usage: 73.09% (1.46 GiB of 2.00 GiB); Bootdisk size: 10.05 GiB. The 'Node' field now shows 'pve2'.

Pertama, cluster akan melakukan fence ke pve2. Memastikan pve2 mati, tidak ada trafik jaringan, dan tidak melakukan penulisan data:

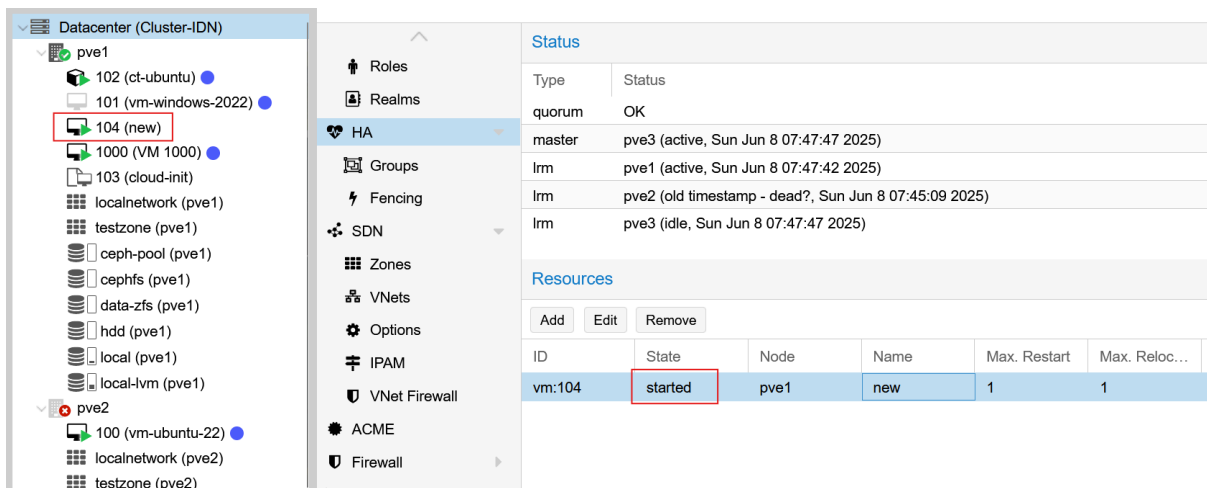


Waktu pengecekan dilakukan kurang lebih selama 2 menit sebagaimana tertulis di dalam dokumentasi Proxmox:

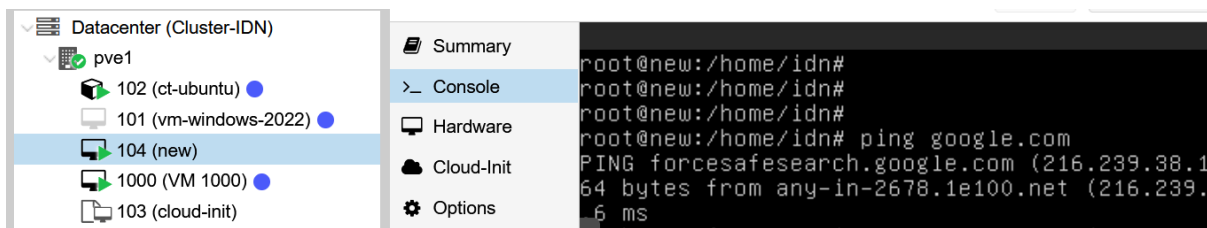


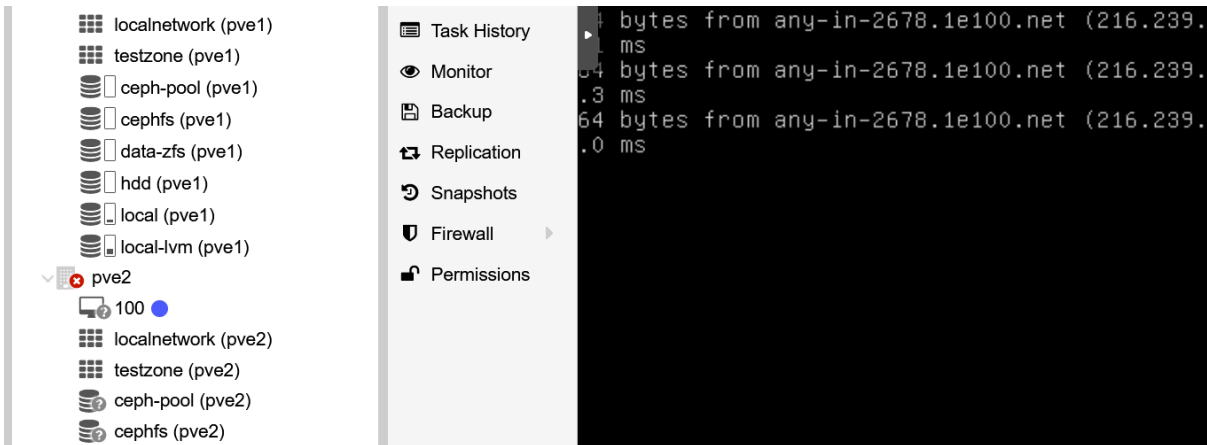
Increasing availability from 99% to 99.9% is relatively simple. But increasing availability from 99.9999% to 99.99999% is very hard and costly. ha-manager has typical error detection and failover times of **about 2 minutes**, so you can get no more than 99.999% availability.

Ketika node sudah dipastikan mati dan tidak ada aktivitas yang terdeteksi, maka VM akan dipindah dan dijalankan pada node lain:



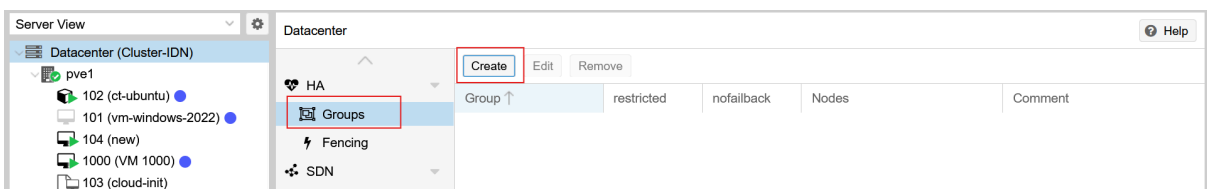
Dan VM sudah berjalan kembali dalam keadaan normal:



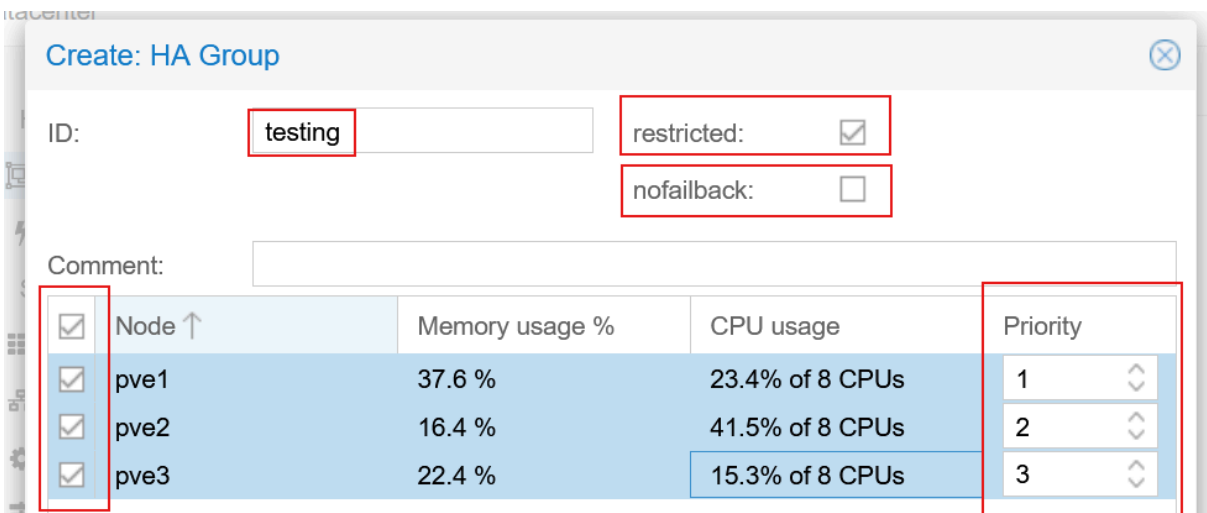


Groups HA

Secara default, VM/container akan dipindah oleh service HA secara bebas. Apabila ingin VM/container dipindahkan ke node sesuai keinginan, gunakan fitur Groups pada HA:



Klik Create untuk membuat Groups dan atur seperti berikut:



- **ID:** nama dari groups
- **restricted:** hanya boleh dipindah ke node yang dipilih di groups tersebut. Secara default tidak dicentang, dan VM/container masih dibolehkan berpindah ke server yang tidak dipilih.
- **nofailback:** agar VM/container tidak kembali ke node yang sebelumnya atau sesuai Priority.

- **Priority:** angka besar lebih prioritas.

Hasilnya setelah groups berhasil dibuat:

Datacenter

Group ↑	restricted	nofailback	Nodes
testing	Yes	No	pve3:3,pve1:1,pve2:2

Datacenter

Group ↑	restricted	nofailback	Nodes
production	No	Yes	pve1:2,pve2:3,pve3:1
testing	Yes	No	pve1:1,pve3:3,pve2:2

Kemudian edit dan konfigurasi service HA agar menggunakan groups:

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...
vm:104	started	pve1	new	1	1
vm:100	started	pve2	vm-ubuntu-...	1	1

Edit: Resource: Container/Virtual Machine

VM: 104 Group:

Max. Restart: 1 Request State:

Max. Relocate: 1

Comment:

Group ↑	Nodes
production	pve1:2,pve2:3,pve3:1
testing	pve2:2,pve1:1,pve3:3

OK

- **production:** urutan prioritas pve2, pve1, pve3. nofailback.
- **testing:** urutan prioritas pve3, pve2, pve1. restricted.

Hasilnya setelah diatur menggunakan groups:

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:104	started	pve1	new	1	1	production
vm:100	started	pve2	vm-ubuntu-...	1	1	testing

Maka VM 100 akan di migrasi mengikuti prioritas (pve3) karena groups testing tidak menggunakan opsi nofailback:

The screenshot shows the Proxmox VE interface with two panels. The top panel shows the 'Resources' table for pve2, where vm:100 is in a 'migrate' state on pve2, and vm:104 is in a 'started' state on pve1. The bottom panel shows the 'Resources' table for pve3, where vm:100 is in a 'started' state on pve3, and vm:104 is in a 'started' state on pve3.

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:104	started	pve1	new	1	1	production
vm:100	migrate	pve2	vm-ubuntu-...	1	1	testing

Adapun VM 104 tidak akan dipindah karena opsi nofailback dinyalakan.

Testing HA Groups

Lakukan pengujian dengan mematikan node dimana VM berada. Pada contoh ini VM awalnya berjalan di node yang sama:

The screenshot shows the Proxmox VE interface with the 'Resources' table for pve3. Both vm:100 and vm:104 are in a 'started' state on pve3.

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	started	pve3	vm-ubuntu-...	1	1	testing
vm:104	started	pve3	new	1	1	production

Setelah itu coba matikan pve3 secara mendadak:

The screenshot shows the Proxmox VE interface with the 'Status' and 'Resources' tables for pve3. The 'master' role is on pve3, and both vm:100 and vm:104 are in a 'started' state on pve3.

Type	Status
quorum	OK
master	pve3 (old timestamp - dead?, Sun Jun 8 14:31:09 2025)
lrm	pve1 (active, Sun Jun 8 14:31:39 2025)
lrm	pve2 (idle, Sun Jun 8 14:31:39 2025)
lrm	pve3 (old timestamp - dead?, Sun Jun 8 14:31:04 2025)

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	started	pve3	vm-ubuntu-...	1	1	testing
vm:104	started	pve3	new	1	1	production

Butuh waktu ekstra ketika node yang mati adalah master. Setelah berhasil memilih master baru, barulah proses fence dilakukan, memastikan pve3 benar-benar mati dan tidak menjalankan VM yang ada:

Status						
Type	Status					
quorum	OK					
master	pve1 (active, Sun Jun 8 14:34:11 2025)					
lrm	pve1 (idle, Sun Jun 8 14:34:15 2025)					
lrm	pve2 (idle, Sun Jun 8 14:34:15 2025)					
lrm	pve3 (old timestamp - dead?, Sun Jun 8 14:31:04 2025)					

Resources						
ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	fence	pve3	vm-ubuntu-...	1	1	testing
vm:104	fence	pve3	new	1	1	production

Kemudian VM dipindahkan sesuai aturan groups:

Resources						
ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	started	pve2	vm-ubuntu-...	1	1	testing
vm:104	started	pve2	new	1	1	production

Apabila pve3 kembali menyala, maka VM 100 kembali ke node tersebut, karena opsi nofailback tidak diaktifkan:

Resources						
ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	migrate	pve3	vm-ubuntu-22	1	1	testing
vm:104	started	pve2	new	1	1	production

ID	State	Node	Name	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	started	pve3	vm-ubuntu-22	1	1	testing
vm:104	started	pve2	new	1	1	production

Maintenance Mode

Node bisa diatur untuk masuk ke mode pemeliharaan yang akan membuat seluruh VM/container yang terdaftar sebagai service HA berpindah ke node lain. Gunakan perintah berikut melalui shell:

```
ha-manager crm-command node-maintenance enable NODENAME
```

Untuk mematikan mode pemeliharaan, gunakan perintah berikut:

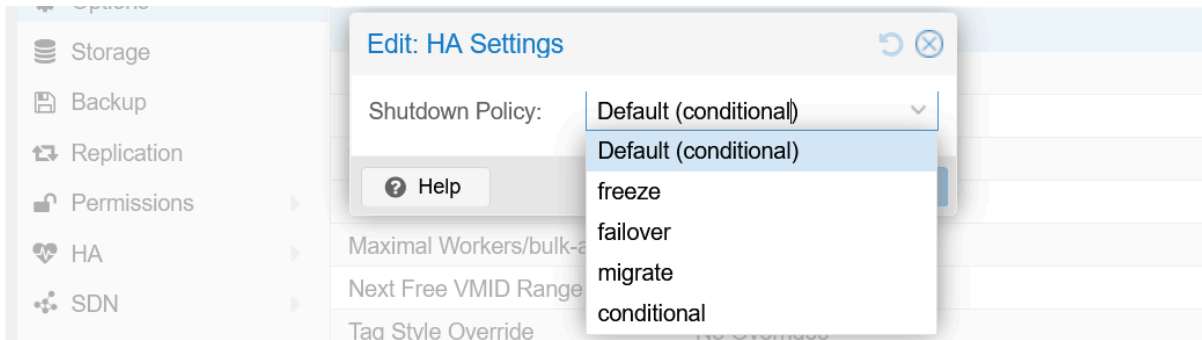
```
ha-manager crm-command node-maintenance disable NODENAME
```

Setelah mode pemeliharaan dinonaktifkan, service yang dipindah akan kembali ke node tersebut.

HA Shutdown Policy

Edit	
Keyboard Layout	English (USA) (en-us)
HTTP proxy	none
Console Viewer	Default (xterm.js)
Email from address	root@\$hostname
MAC address prefix	BC:24:11
Migration Settings	Default
HA Settings	Default
Cluster Resource Scheduling	Default
U2F Settings	None
WebAuthn Settings	None
Bandwidth Limits	None

Menu ini bisa digunakan ketika mau melakukan pemeliharaan node. Sebuah kebijakan untuk memutuskan apakah service (VM/container) akan dipindah atau tidak.



Beberapa opsi yang dapat dipilih diantaranya:

1. **Conditional (default):**

- reboot node, maka instance tidak akan dipindah.
- shutdown node, maka instance akan dipindahkan terlebih dahulu.

2. **Migrate:**

- reboot atau shutdown node, service (VM/container) akan dipindahkan terlebih dahulu ke node lain. (garansi)

3. **Failover:**

- reboot atau shutdown node, maka node mati dahulu, namun jika waktu down lama, service akan dijalankan di node yang tersedia.

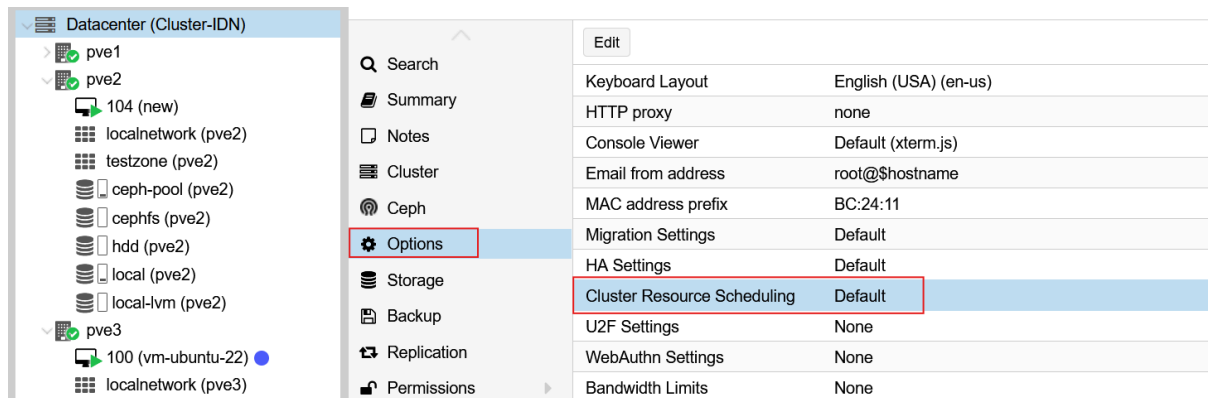
4. **Freeze:**

- service tidak akan dipulihkan atau dipindahkan ke node lain.

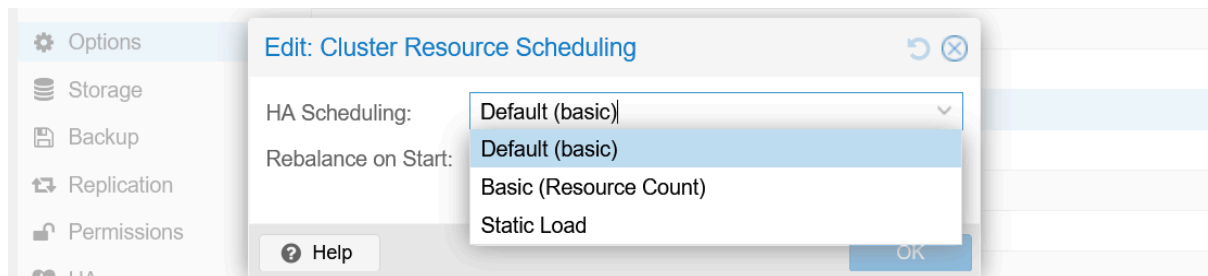
5. **Manual:**

- migrate secara manual service yang ingin tetap berjalan. Ini adalah pilihan paling baik dan bergaransi dengan live migration (VM tidak mengalami down).

Cluster Resource Scheduling

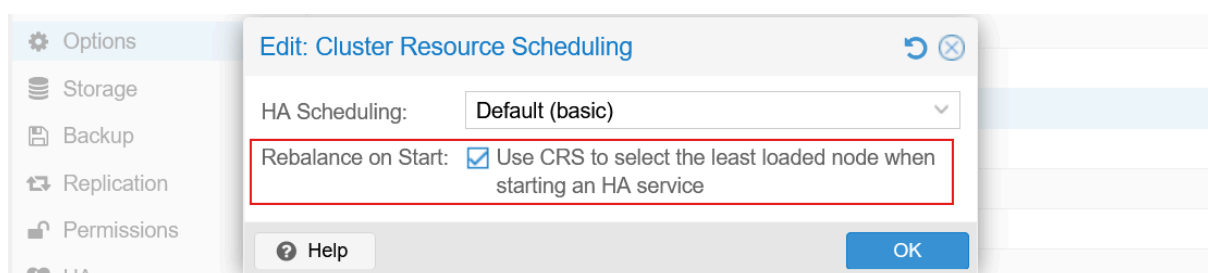


Opsi Cluster Resource Scheduling (CRS) digunakan untuk membagi beban kerja setiap node.



Algoritma CRS ini tidak selalu berjalan, karena migrasi ketika VM sudah berjalan itu hanya akan menambah penggunaan resource. Algoritma akan berjalan ketika:

- **Service Recovery (selalu aktif):** Ketika node mati, maka semua VM yang terdaftar HA harus dipindah. CRS akan membagi secara merata, agar tidak dibebankan ke satu node saja.
- **HA groups config changes (selalu aktif):** Ketika konfigurasi groups HA berubah, maka CRS akan mencocokkan sesuai prioritas dan menyesuaikan kebutuhan VM.
- **HA service stopped → start transition (opsional):** Ketika VM yang tadinya stopped di service HA, kemudian diganti ke started, maka CRS akan memilih node terbaik sebelum dijalankan. Karena VM belum aktif dan tidak perlu migrasi. Fitur ini perlu dinyalakan:



Untuk saat ini hanya ada 2 pilihan, yaitu:

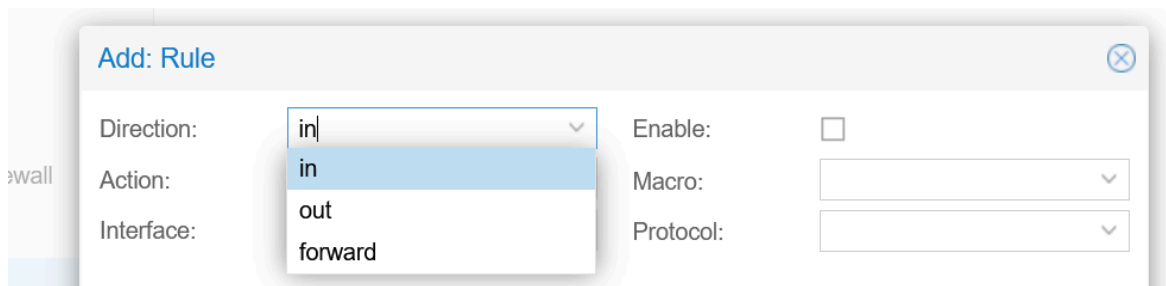
- **Basic:** membagi berdasarkan jumlah service yang terdaftar sebagai service HA.
- **Static Load:** membagi berdasarkan penggunaan CPU dan RAM.

PROXMOX VE FIREWALL

Proxmox VE menyediakan firewall berbasis iptables yang berguna untuk melindungi infrastruktur cluster. Firewall ini sudah mendukung IPv4 dan IPv6. Proxmox Firewall adalah firewall terdistribusi, di mana konfigurasi disimpan di cluster file system dan dijalankan oleh service di setiap node secara independen. Kelebihannya yaitu:

- Tidak ada satu titik kemacetan.
- Cluster bisa menangani trafik lebih besar (bandwidth tinggi).
- Tidak tergantung pada node lain.
- Aturan diterapkan secara lokal.

Directions & Zones

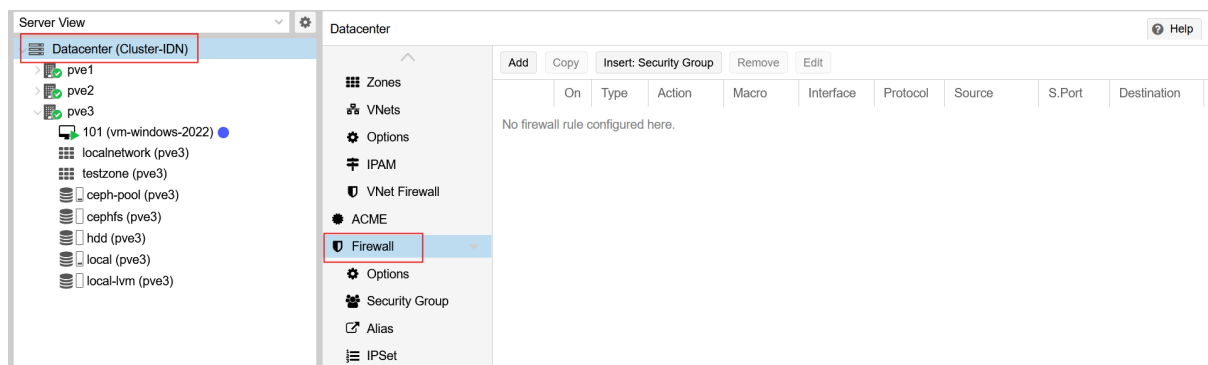


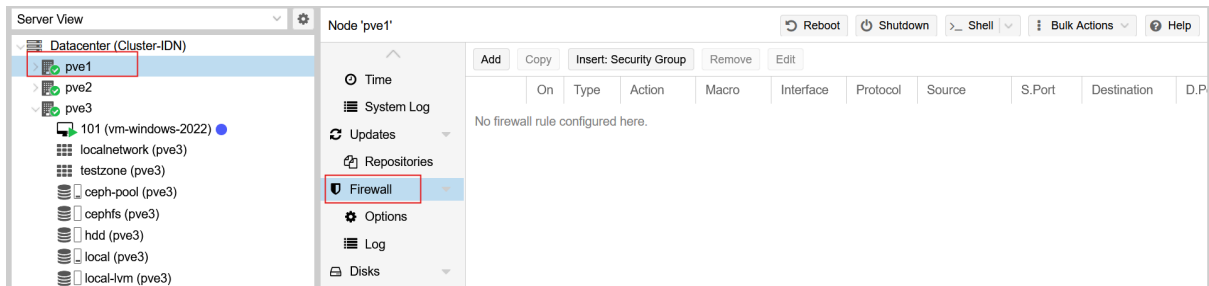
Firewall Proxmox menerapkan aturan berdasarkan arah trafik jaringan, yaitu:

- **In:** masuk ke dalam zone.
- **Out:** keluar dari zone.
- **Forward:** melewati zone.

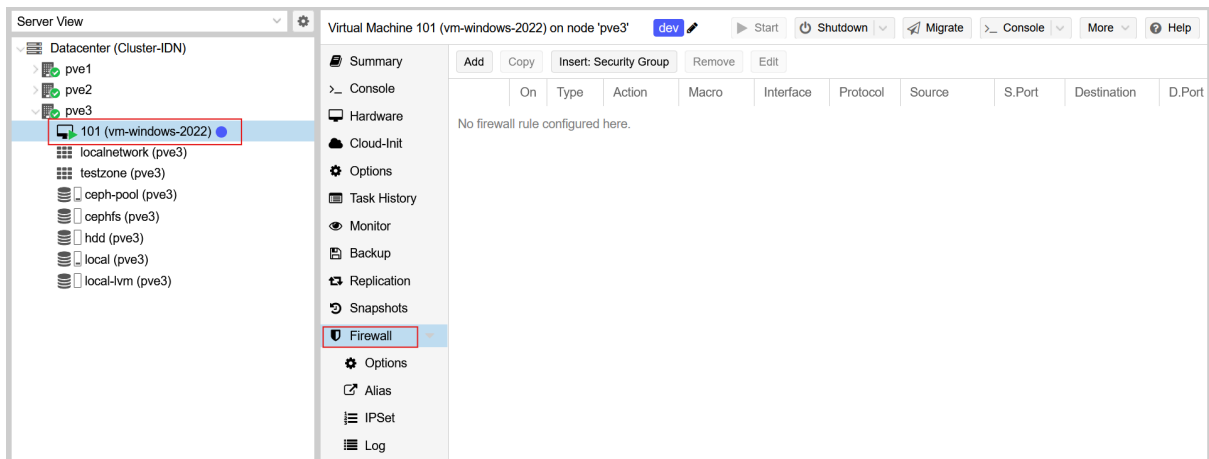
Dan mengelompokkan jaringan ke beberapa zones, yaitu:

- **Host:** Rules didefinisikan pada level datacenter atau host itu sendiri. Aturan di level host lebih utama dari pada datacenter.

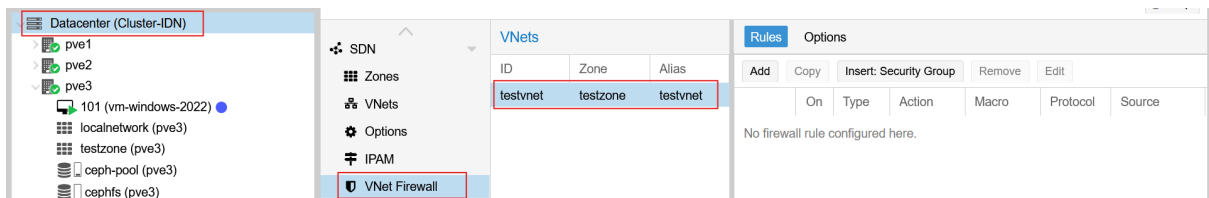




- **VM:** Rules didefinisikan pada level VM/container. Perlu dinyalakan pada masing-masing virtual NIC.

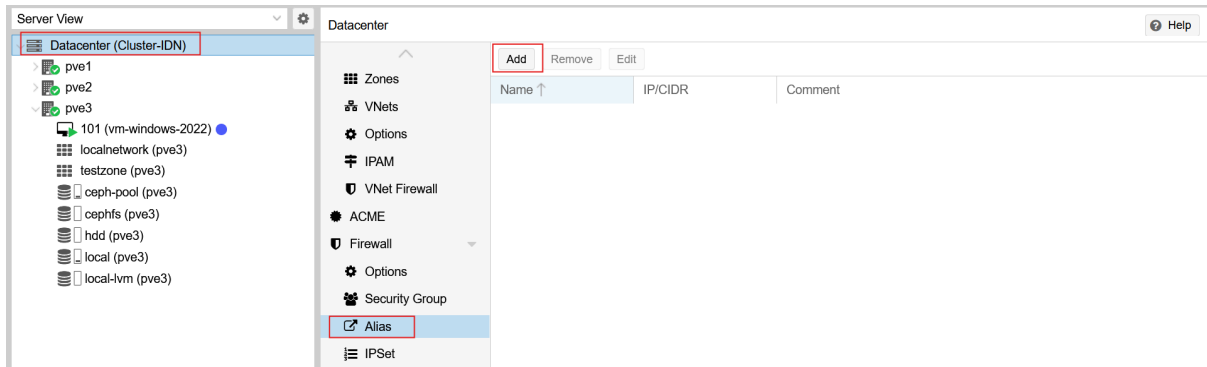


- **VNet:** Rules didefinisikan pada level VNet dari SDN. Antara VM dengan VM, atau Host dengan VM dan sebaliknya.

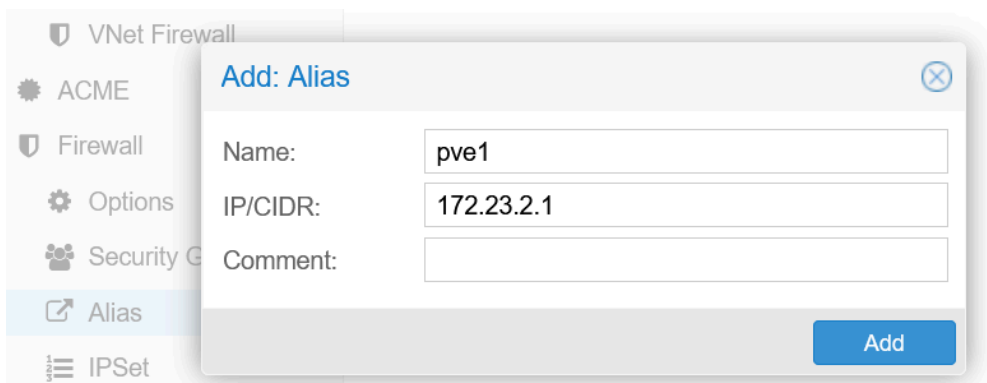


Alias

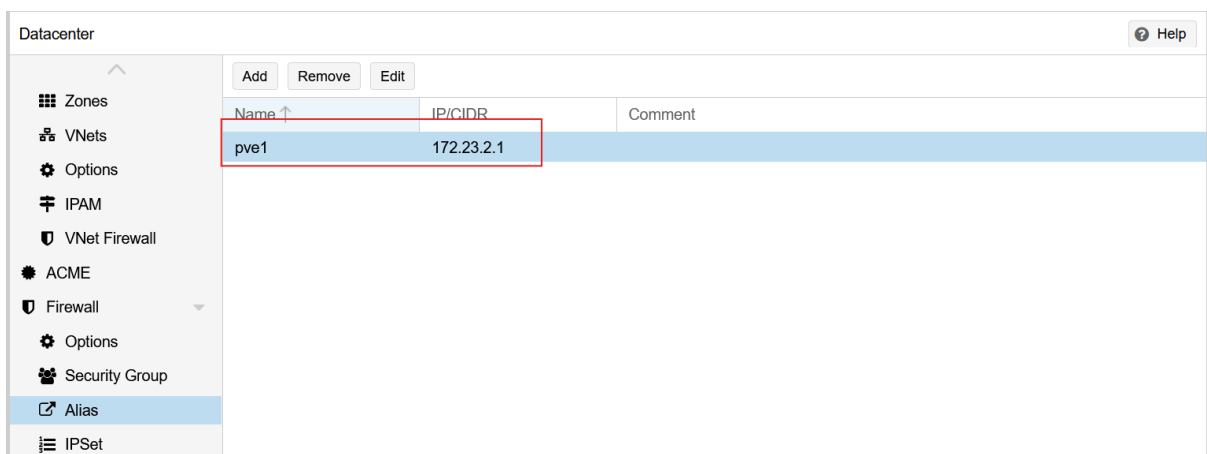
Alias digunakan untuk memberi nama lain dari sebuah alamat IP/CIDR. Pergi ke Datacenter > Firewall > Alias, kemudian klik tombol Add:



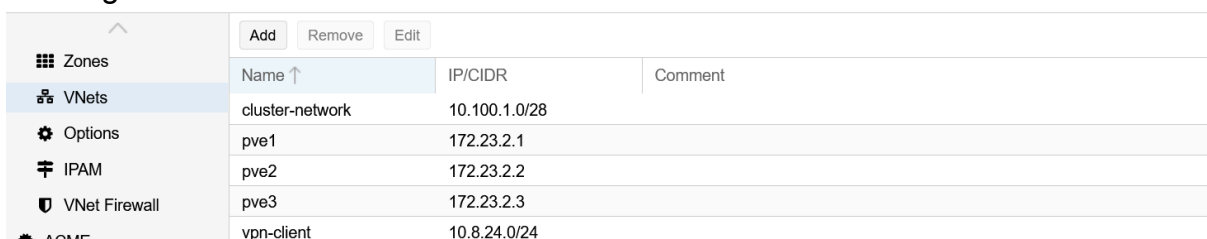
Beri nama alias, dan masukkan IP/CIDR yang diinginkan:



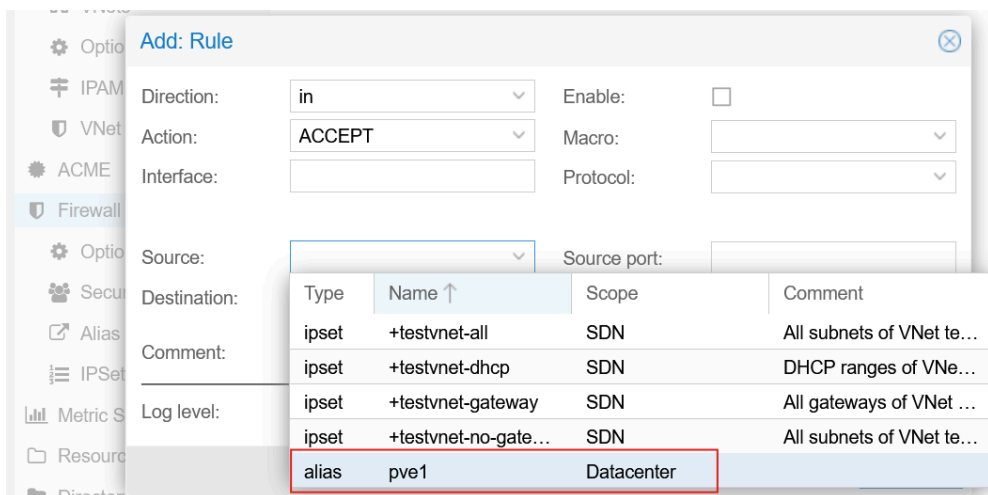
Maka hasilnya terlihat seperti berikut:



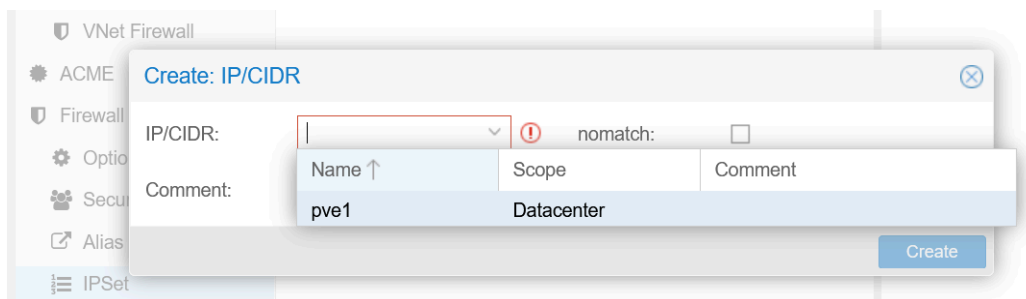
Buat lagi sesuai kebutuhan:



Nantinya alias bisa digunakan ketika membuat rule:



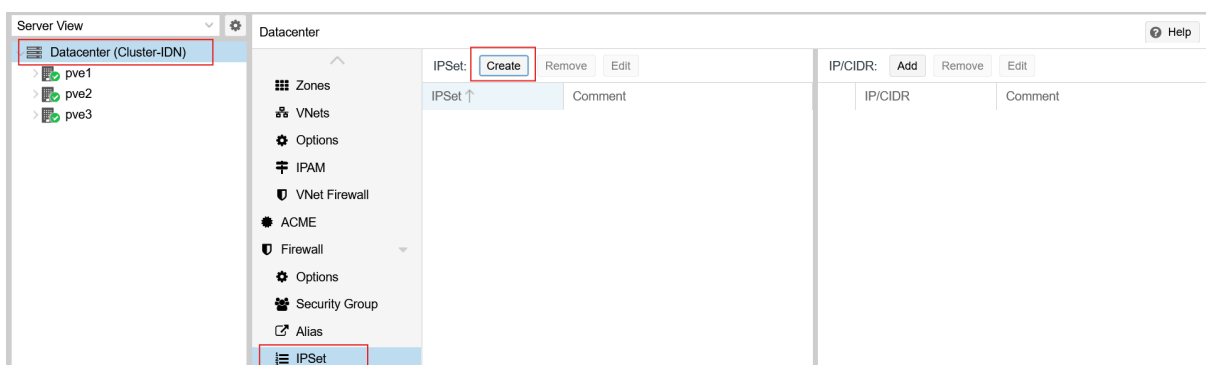
Ataupun ditambahkan pada IPSet:



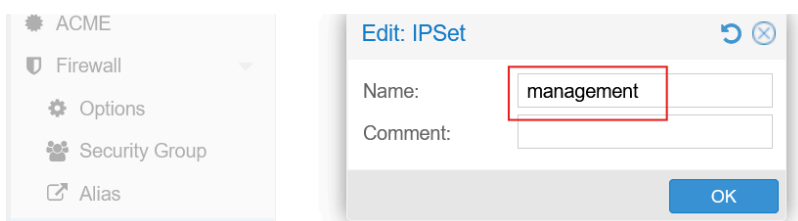
IPSet

IPSet digunakan untuk membuat sebuah kelompok/daftar IP address atau CIDR.

Pergi ke menu Datacenter > IPSet > Create:



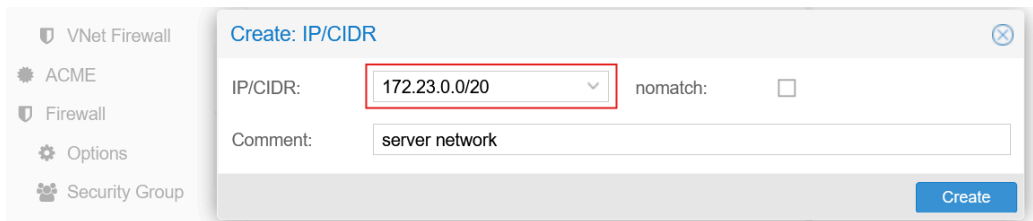
Beri nama dan klik OK:



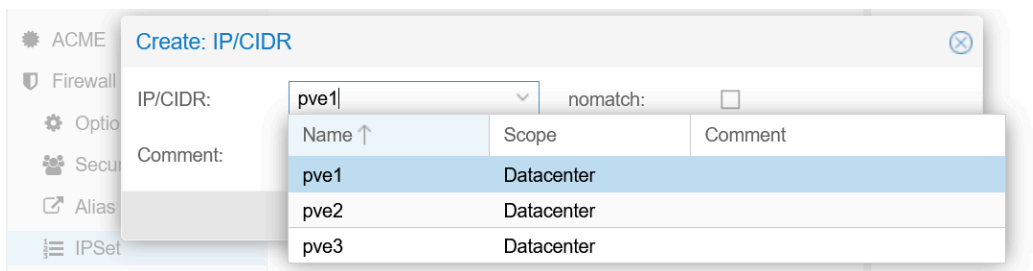
Klik IPSet yang sudah dibuat dan klik Add pada panel sebelah kanan:



Ketikkan IP/CIDR sesuai kebutuhan:



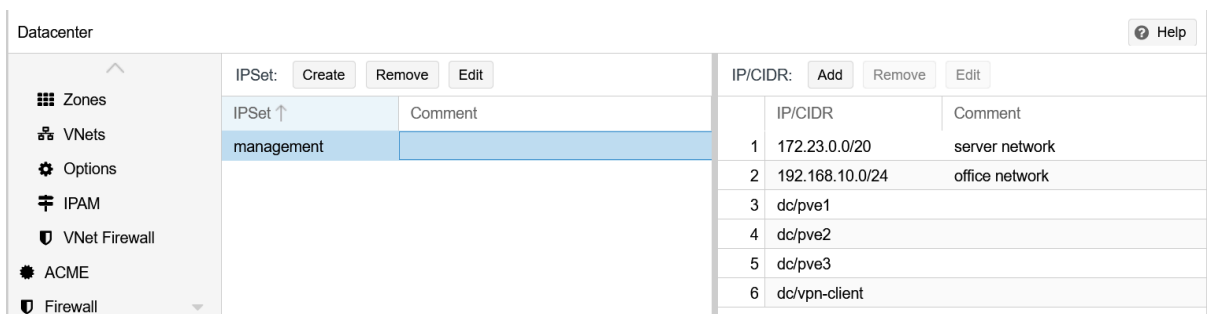
Atau masukkan Alias yang sebelumnya telah dibuat:



Hasilnya seperti berikut:

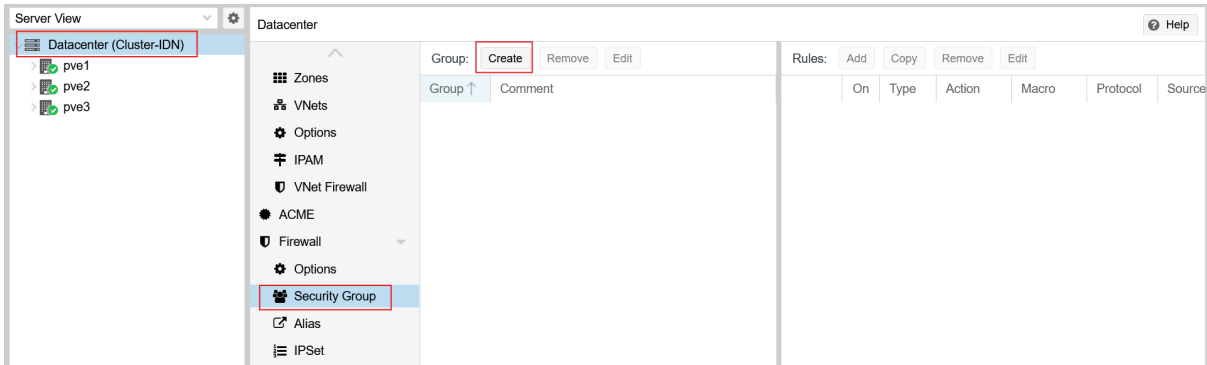


Tambahkan sesuai kebutuhan:



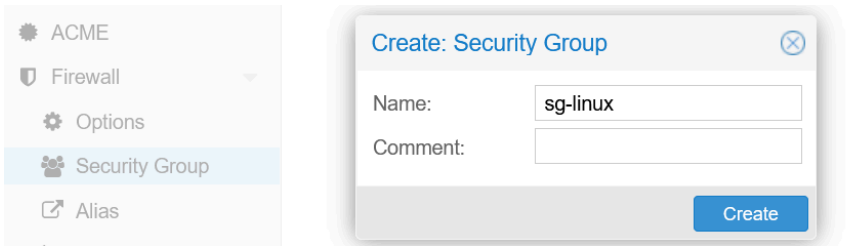
Security Group

Security group adalah sekelompok aturan yang nantinya bisa digunakan berkali-kali (seperti preset). Dibuat di level datacenter, namun bisa dipakai di level datacenter, host, juga VM. Pergi ke menu Datacenter > Firewall > Security Group:

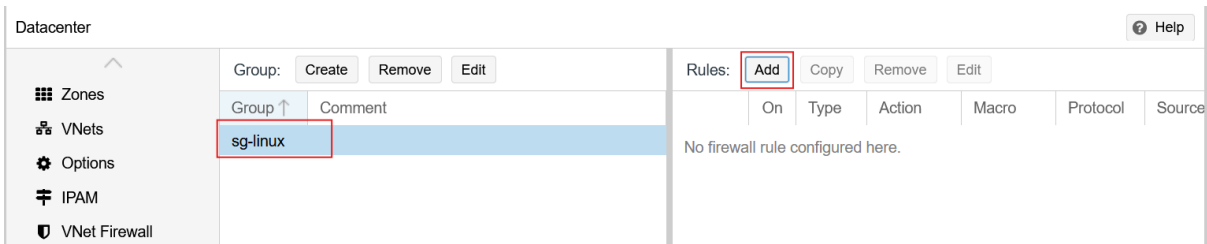


💡 Security Group ini hanya ada pada Datacenter zone

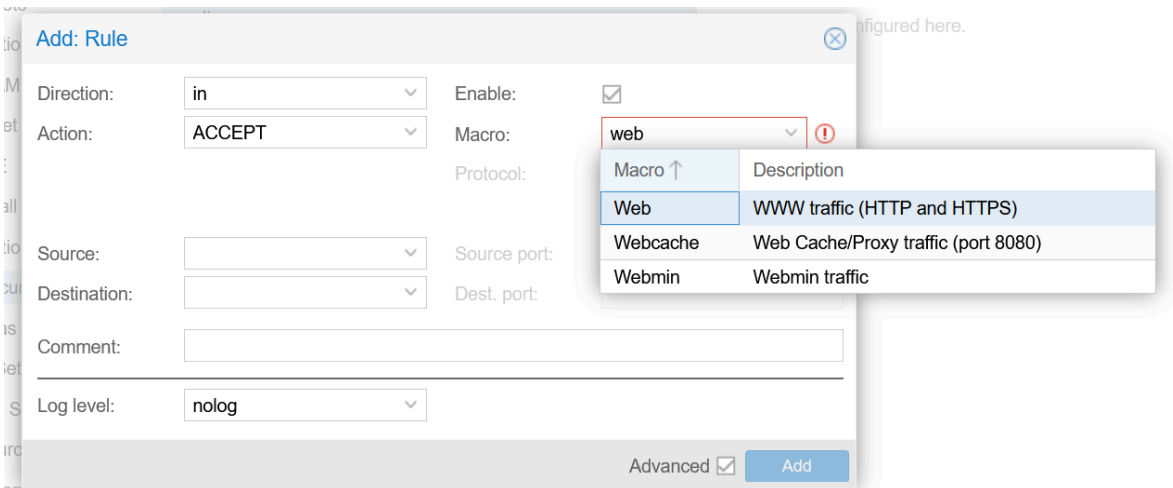
Beri nama security group:



Setelah itu klik security group yang sudah dibuat dan klik Add pada panel Rules:

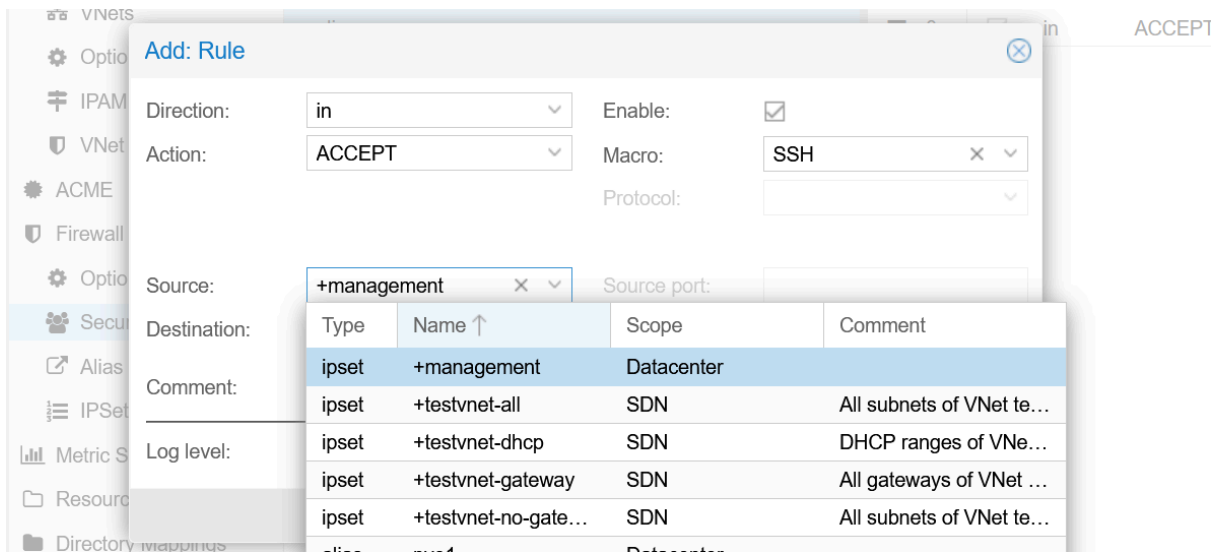


Konfigurasi rules seperti berikut:



Pada contoh ini dibuat rules untuk mengizinkan trafik masuk, protokol HTTP dan HTTPS, dari manapun (Source) dan ke manapun (Destination).

Kemudian ditambahkan lagi aturan untuk mengizinkan trafik SSH dari IP/CIDR yang telah terdaftar di dalam IPSet management:



Hasilnya seperti berikut:

Group ↓	Comment	Rules	On	Type	Action	Macro	Protocol	Source	S.Port
sg-windows		0	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	LDAP			
sg-linux		1	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	LDAPS			
		2	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	DNS			
		3	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	RDP		+dc/manag...	

Group ↓	Comment	Rules	On	Type	Action	Macro	Protocol	Source	S.Port
sg-windows		0	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	DNS			
sg-linux		1	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	SSH		+dc/manag...	
		2	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	Web			

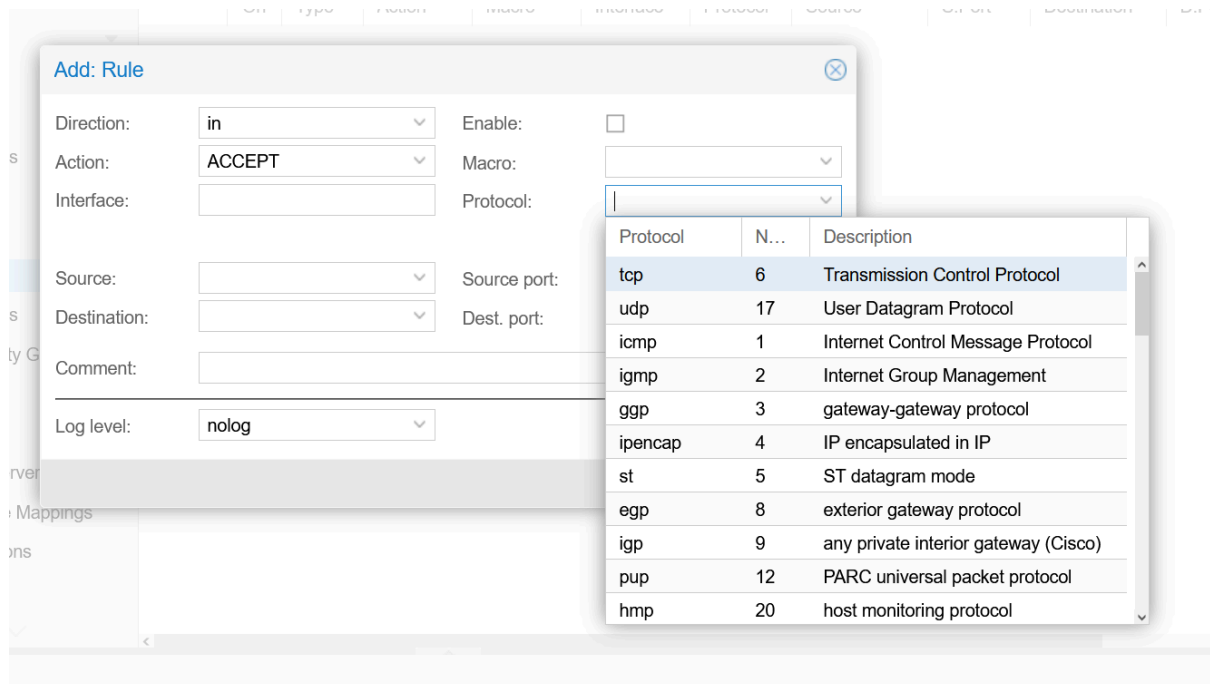
Rules

Rules merupakan inti dari firewall, yang mengatur trafik berdasarkan arahnya (In, Out, dan Forward). Adapun tindakan atau action yang bisa diterapkan, diantaranya:

1. **ACCEPT**: paket diizinkan.
2. **REJECT**: paket akan ditolak, pengirim paket akan diberi tahu.
3. **DROP**: paket akan dibuang diam-diam, pengirim paket tidak tahu.

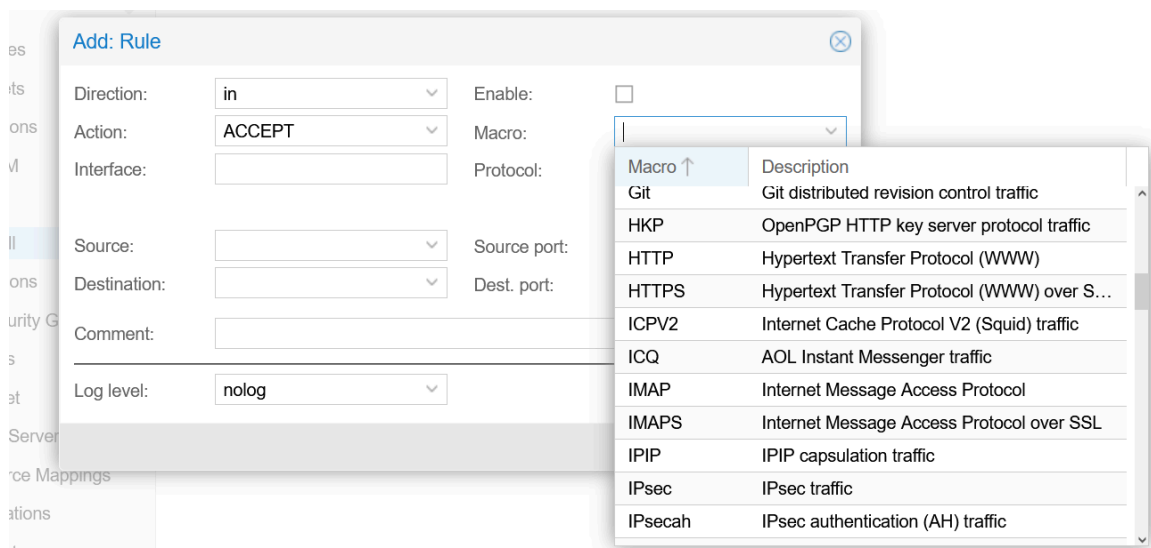
Protocols

Untuk menentukan protocol jaringan sesuai service yang digunakan:



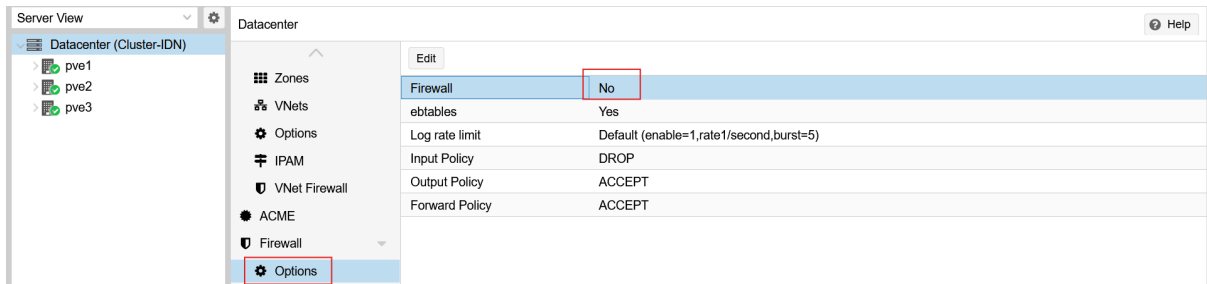
Macro

Macros adalah serangkaian protokol dan port default dari sebuah service. Seperti MySQL dengan port 3306, SSH dengan port 22, HTTPs dengan port 433, dan service lainnya:



Setup Firewall Cluster

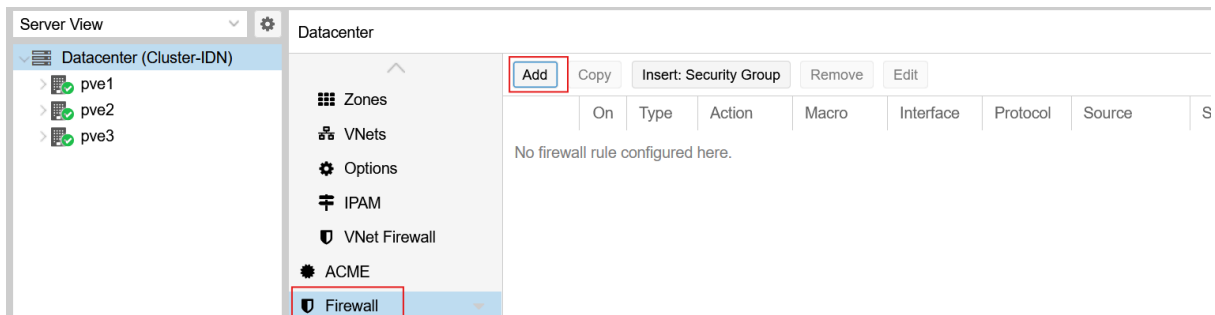
Secara default firewall pada datacenter diatur dalam keadaan mati:



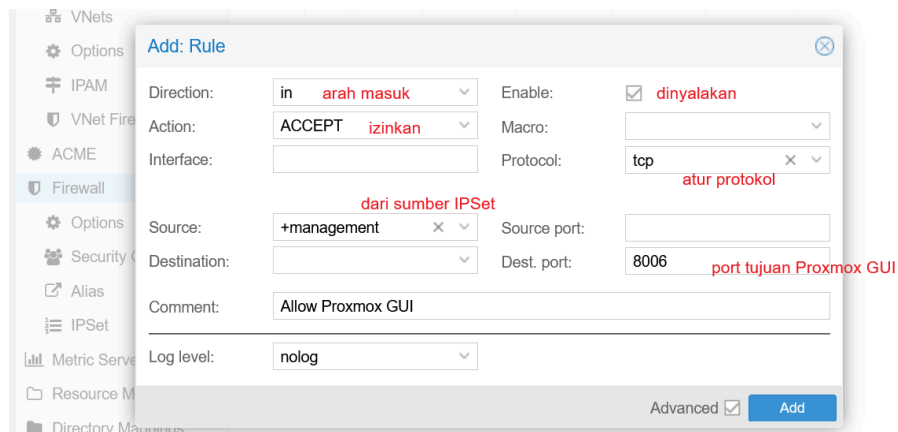
Sebelum dinyalakan, izinkan beberapa trafik, diantaranya:

1. Proxmox GUI port 8006 TCP (public network)

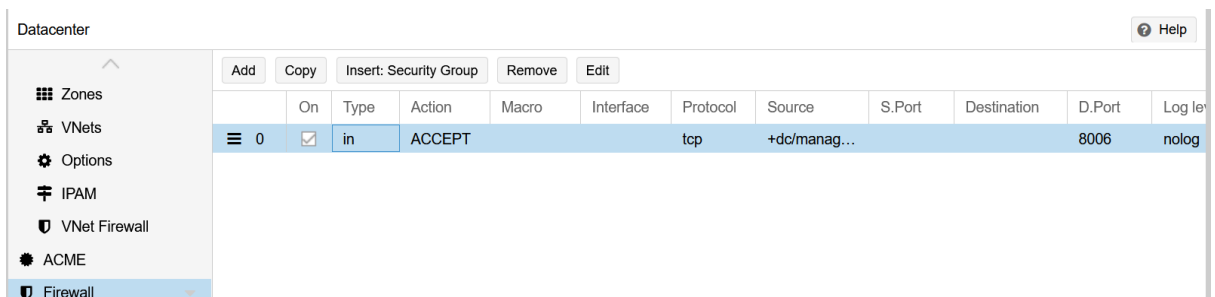
Buka menu Datacenter > Firewall dan klik Add:



Konfigurasi seperti berikut:

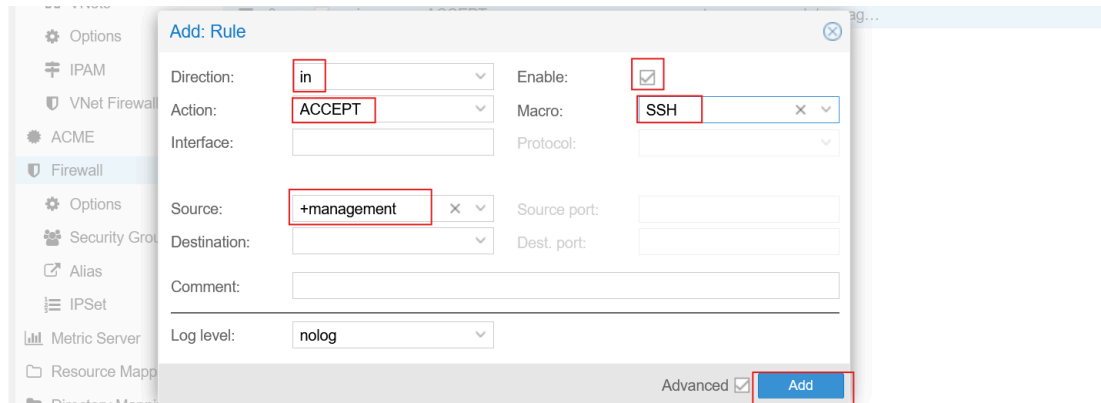


Hasilnya:



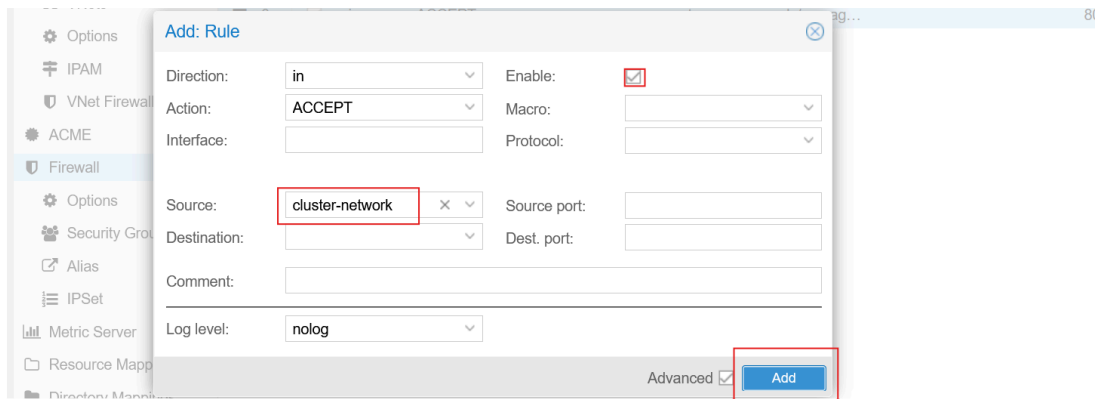
2. SSH port 22 TCP (public & cluster network)

Izinkan SSH untuk public network:



3. Corosync port 5405-5412 UDP (cluster network)

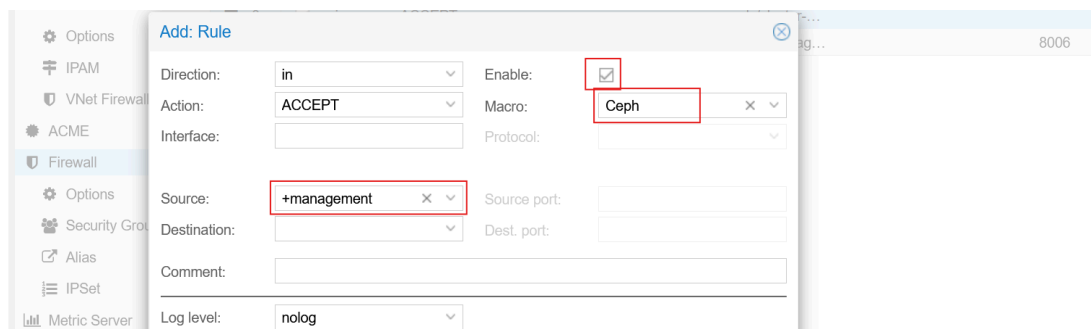
Izinkan seluruhnya saja di cluster network:



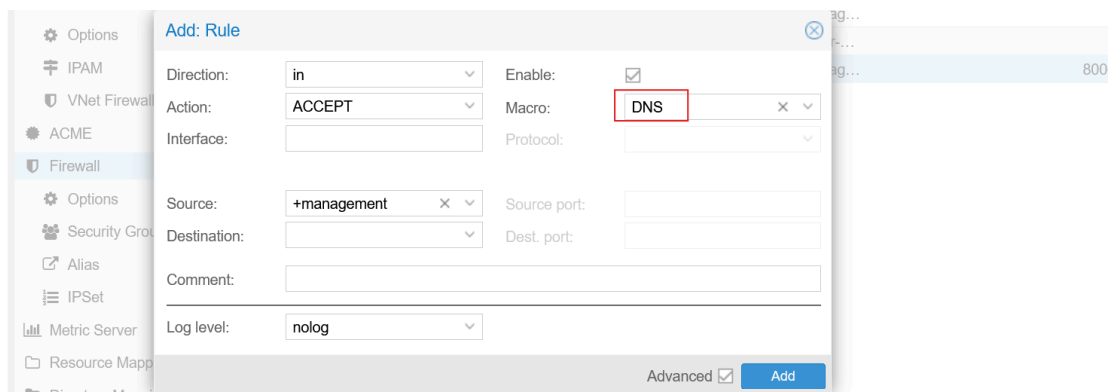
Maka, aturan di atas akan mengizinkan semua trafik antar cluster network. Seperti SSH, Corosync, dan Ceph, serta protokol dan port lainnya.

4. Ceph (jika pakai) (cluster & public network)

Jika menggunakan ceph, maka izinkan protokol dan portnya untuk bisa masuk. Cluster network sudah termasuk pada aturan sebelumnya, maka hanya perlu izinkan di public network:



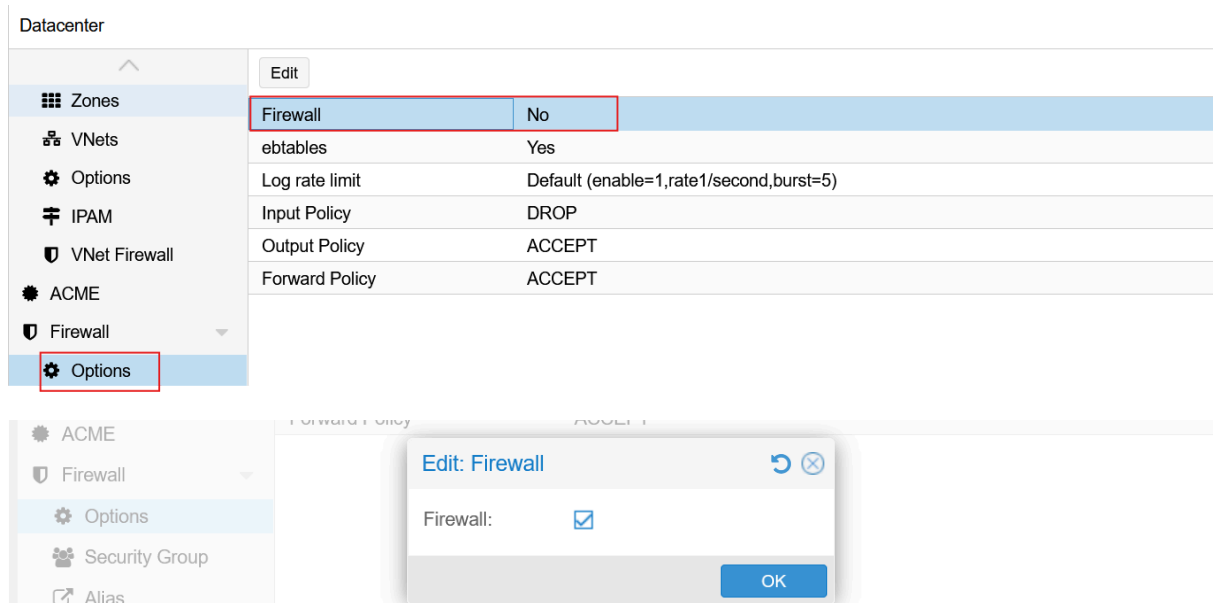
Izinkan juga DNS jika lingkungan server kita ada sistem tersebut:



Hasil konfigurasi akhir seperti berikut:

	On	Type	Action	Macro	Interface	Protocol	Source	S.Port	Destination	D.Port	Log level
0	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	DNS			+dc/manag...				nolog
1	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	Ceph			+dc/manag...				nolog
2	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT				dc/cluster-...				nolog
3	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT			tcp	+dc/manag...			8006	nolog

Kemudian hidupkan firewall:



Pastikan masih bisa akses dengan refresh pada browser:

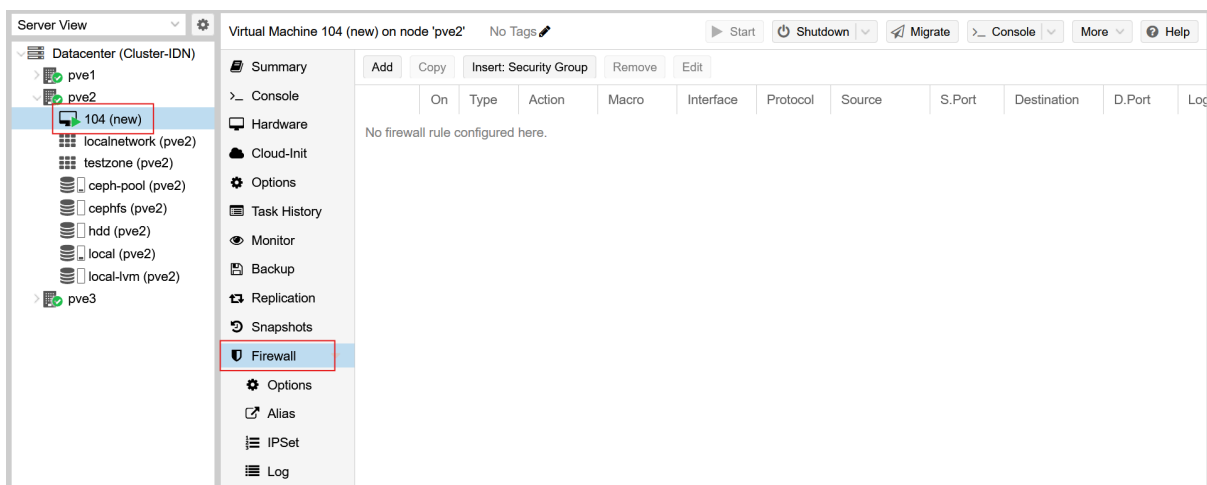
	Firewall
Firewall	Yes
eatables	Yes
Log rate limit	Default (enable=1,rate1/second,burst=5)
Input Policy	DROP
Output Policy	ACCEPT
Forward Policy	ACCEPT

Jika ternyata terblokir, maka perlu akses melalui monitor server secara langsung atau melalui port management. Login dengan user root dan ketikkan perintah berikut:

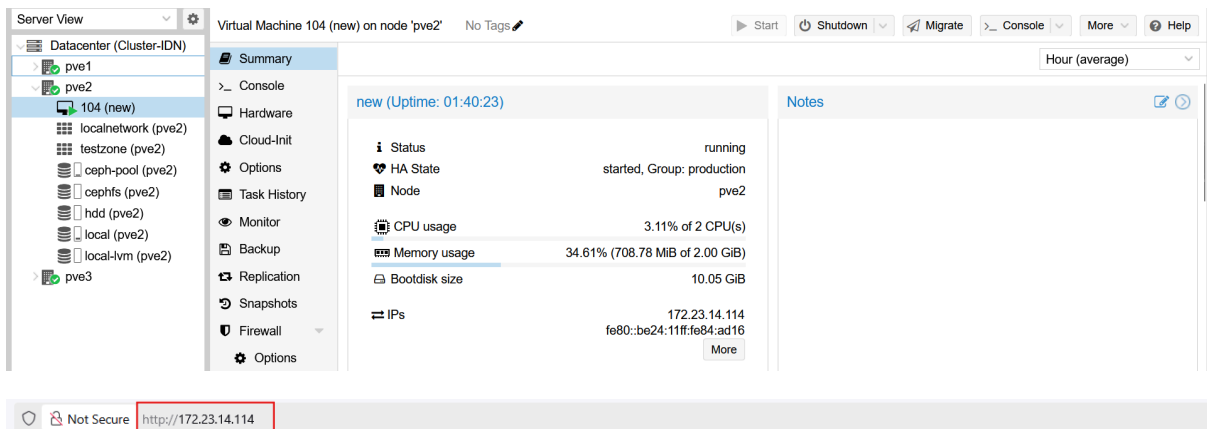
```
pve-firewall stop
```

Setup Firewall VM/Container

Aturan yang diterapkan di level datacenter tidaklah berefek pada VM/Container. Untuk menggunakan di level VM/Container, pergi ke menu VM > Firewall:



Pada contoh ini telah terpasang web server di dalam VM tersebut:



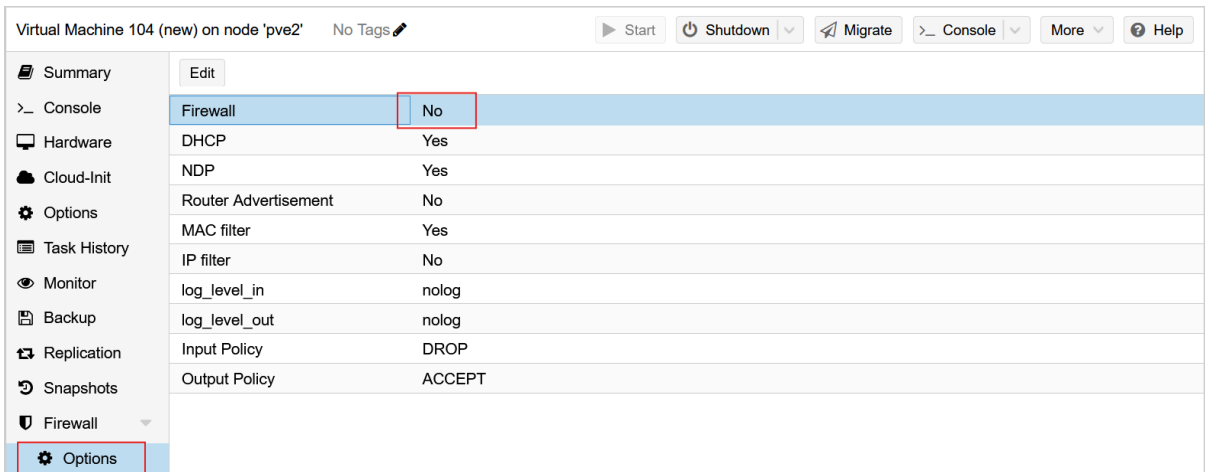
Welcome to nginx!

If you see this page, the nginx web server is successfully installed and working. Further configuration is required.

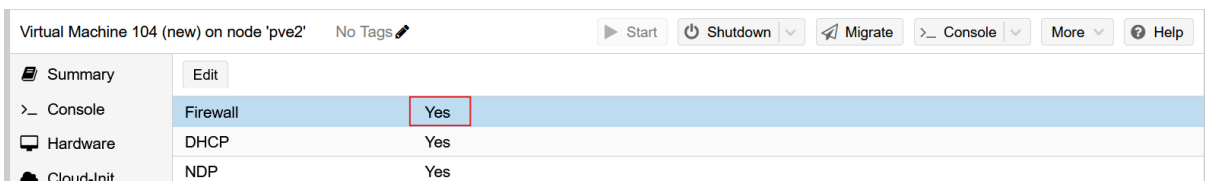
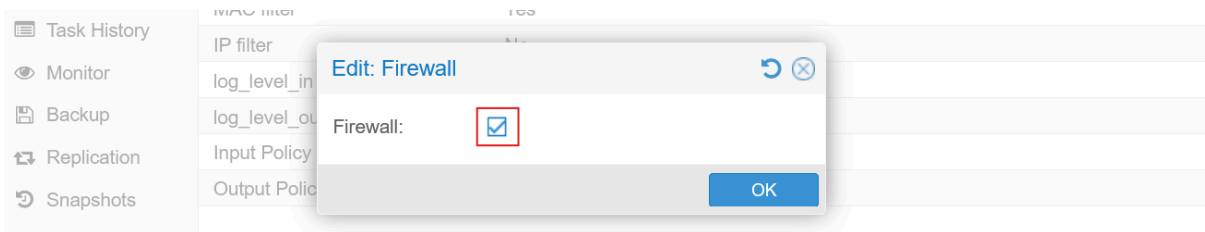
For online documentation and support please refer to nginx.org. Commercial support is available at nginx.com.

Thank you for using nginx.

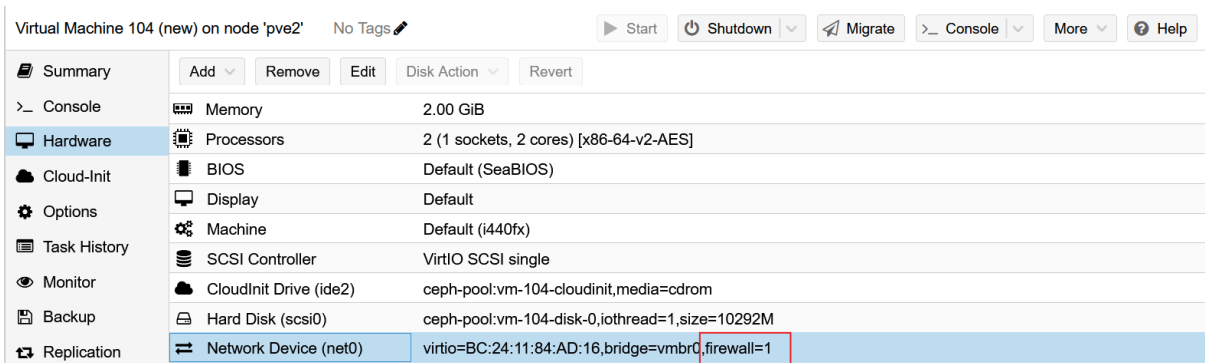
Secara default, firewall pada VM/container dalam keadaan mati. Untuk menghidupkan, pergi ke menu Firewall > Options:



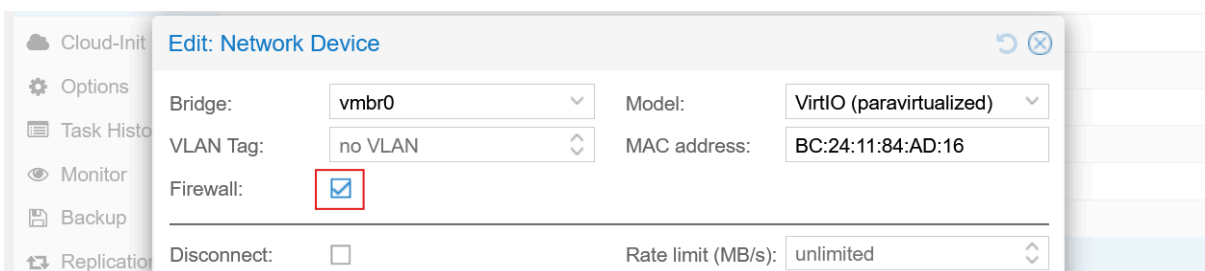
Edit dan centang untuk menghidupkan:



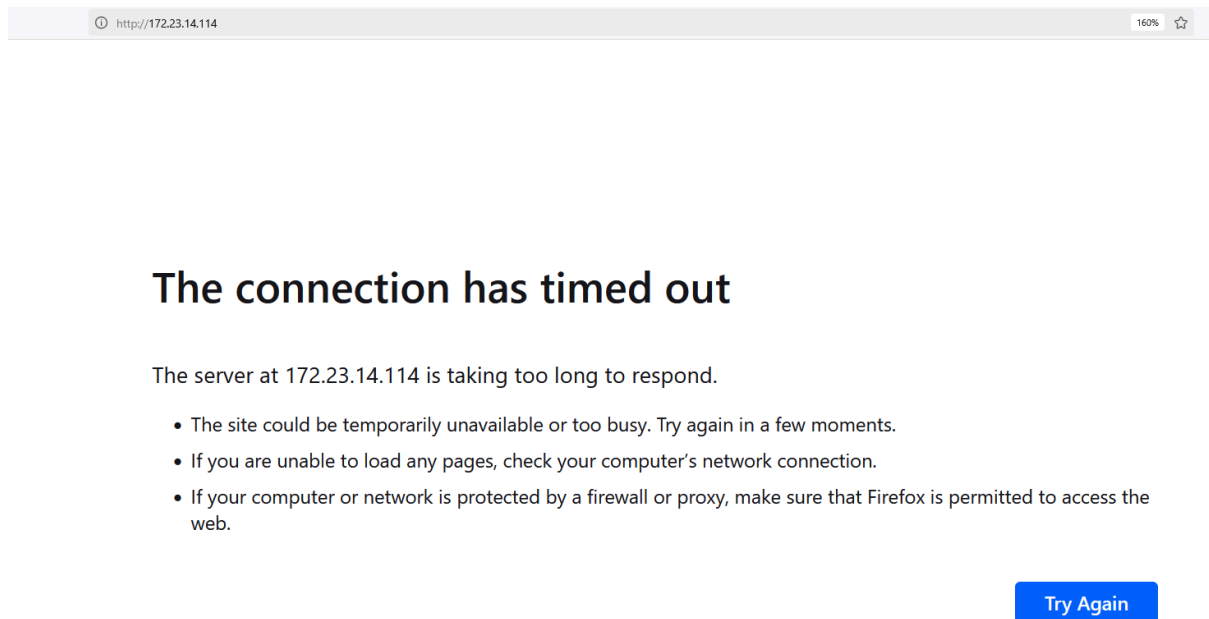
Selain itu, firewall pada VM/container juga perlu diaktifkan pada masing-masing interface jaringan:



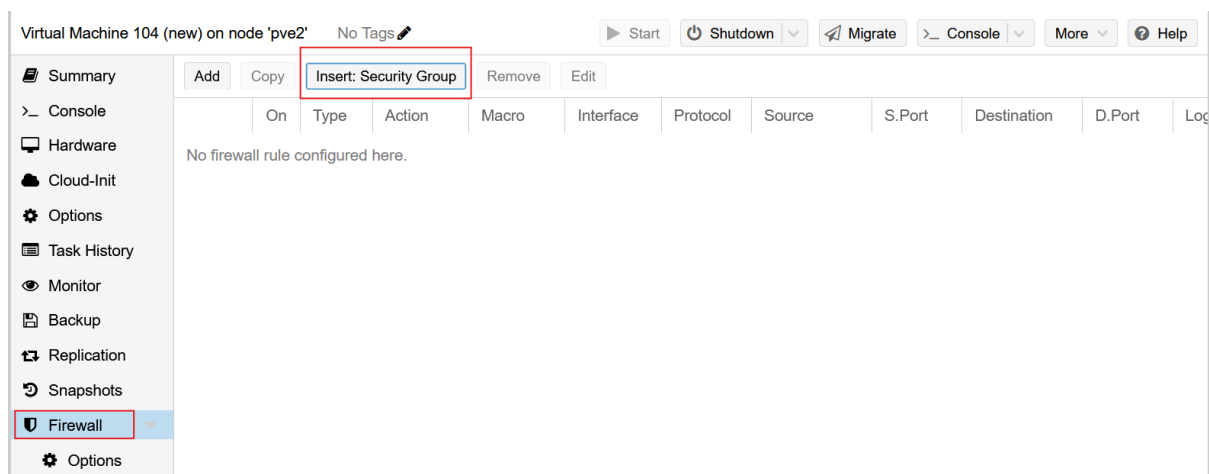
Edit jika belum diaktifkan:



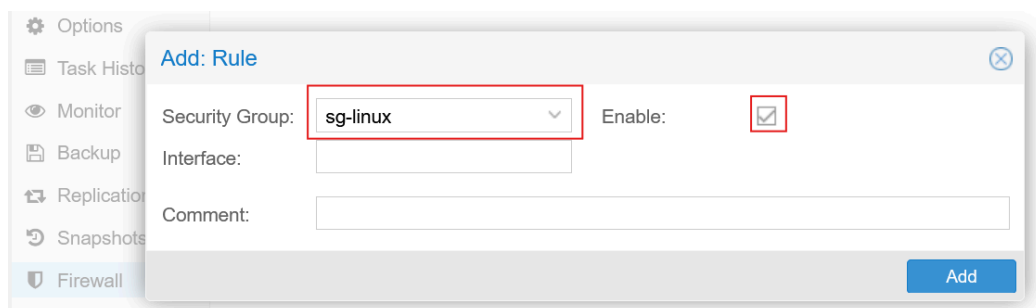
Akses kembali web server, maka akan terblokir:



Izinkan trafik menggunakan security group yang telah dibuat sebelumnya:

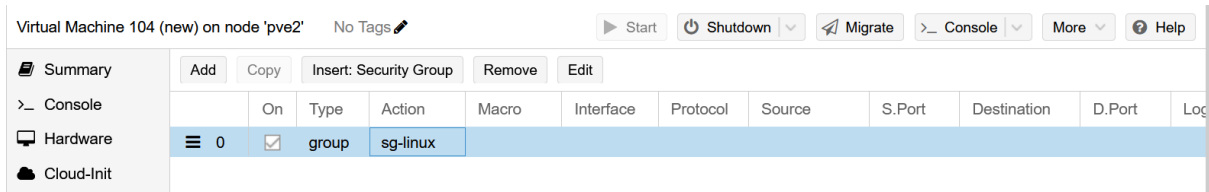


Konfigurasi seperti berikut:



Pada menu **Interface** jika kosong, maka bersifat global, semua interface mengikuti aturan pada security group tersebut.

Hasilnya setelah ditambahkan:

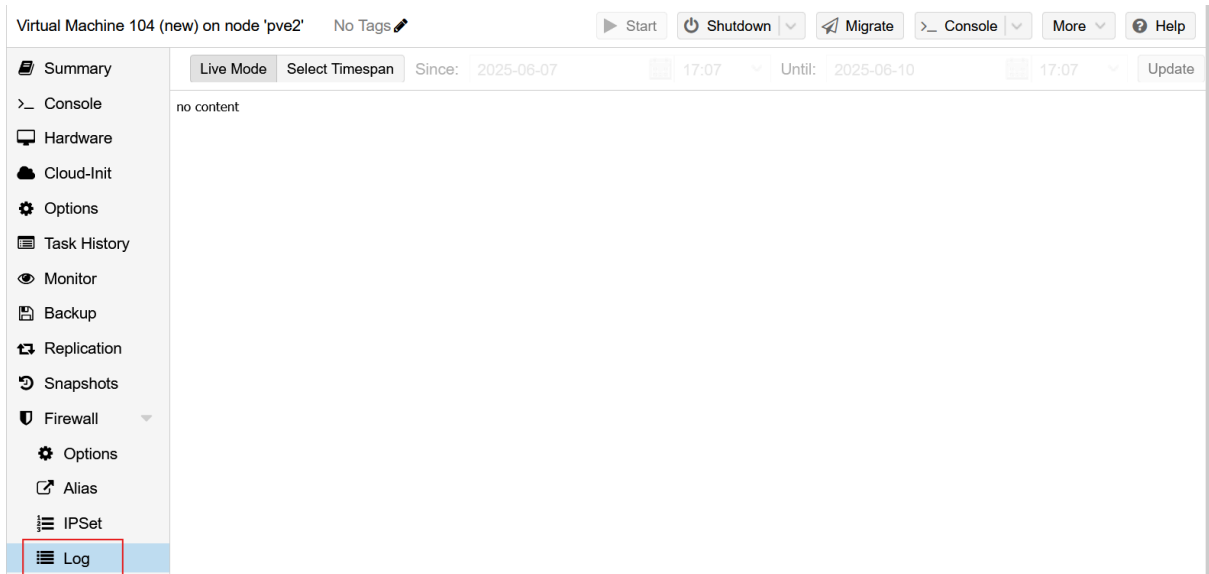


Akses kembali web server:

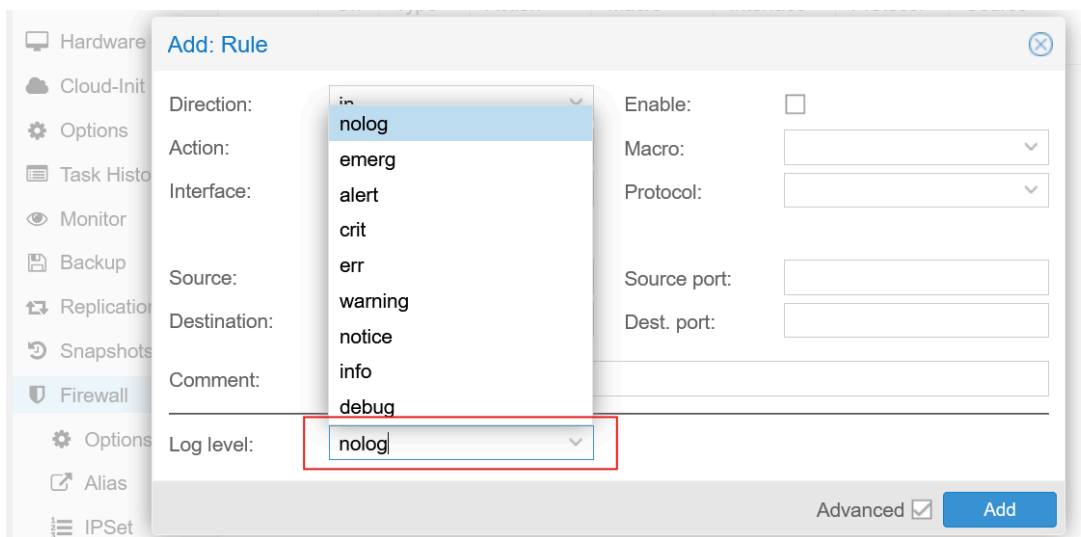


Logging Firewall

Firewall pada Proxmox memiliki fitur logging yang bisa diaktifkan:



Ketika memberikan rules, aktifkan pada menu advanced:



Log Level Type

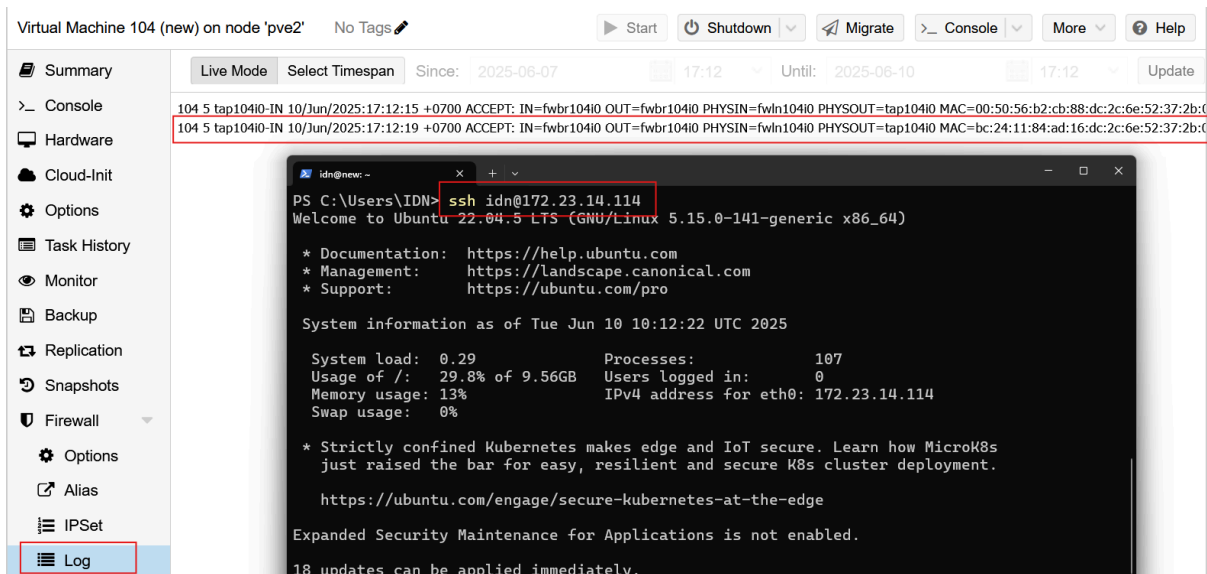
1. Log ID 0 - Emergency
2. Log ID 1 - Alert
3. Log ID 2 - Critical
4. Log ID 3 - Error
5. Log ID 4 - Warning
6. Log ID 5 - Notice
7. Log ID 6 - Info
8. Log ID 7 - Debug
9. Disable - Nolog

Atur sesuai level yang diinginkan:

	On	Type	Action	Macro	Log level	Interface	Protocol	Source	S.Port	Destination
0	<input checked="" type="checkbox"/>	in	ACCEPT	SSH	notice			+dc/manag...		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	group	sg-linux							

Contohnya mengizinkan SSH dengan log level notice (Log ID 5).

Uji coba dengan melakukan remote SSH ke VM/container tersebut:



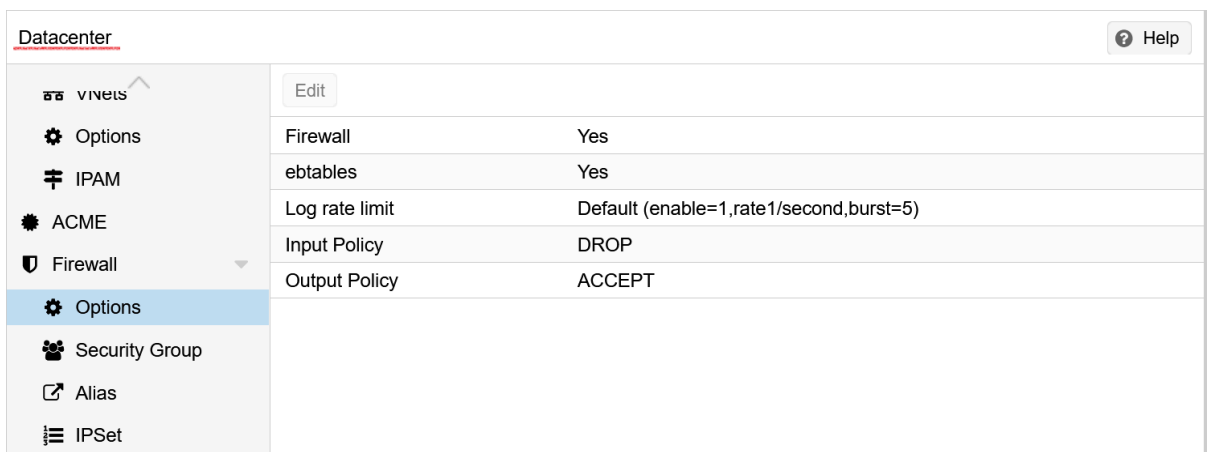
Maka log akan tercatat seperti berikut:

```
104 5 tap104i0-IN 10/Jun/2025:17:12:19 +0700 ACCEPT: IN=fwbr104i0
OUT=fwbr104i0 PHYSIN=fwln104i0 PHYSOUT=tap104i0
MAC=bc:24:11:84:ad:16:dc:2c:6e:52:37:2b:00
DST=172.23.14.114 LEN=52 TOS=0x00 PREC=0x00 TTL=126 ID=39342 DF PROTO=TCP
SPT=64071 DPT=22 SEQ=2440167983 ACK=0 WINDOW=65535 SYN
```

Catatan: Log ID (5) tertulis setelah VMID (104) pada log tersebut.

Firewall Options

1. Datacenter Level



Firewall	Merupakan keadaan firewall saat itu. Jika Yes berarti firewall menyala, jika No berarti firewall dalam keadaan mati. Default No.
----------	--

eatables	Merupakan fitur firewall yang bekerja pada layer 2 atau Data Link layer. Ini berguna untuk menerapkan keamanan pada ethernet layaknya switch. Default Yes.
Log rate limit	Ini untuk mengatur kecepatan Proxmox VE dalam menulis log. Selain itu, kita juga bisa mendefinisikan log burst atau jumlah maksimal penulisan log jika terdapat banyak log harus dituliskan dalam satu waktu.
Input Policy	Kebijakan dasar atau awal terkait trafik masuk ke dalam sistem Proxmox VE. Jika bernilai DROP, maka seluruh trafik yang masuk ke dalam sistem akan ditolak, kecuali jika ada rule yang mengizinkan. Default DROP.
Output Policy	Kebijakan dasar atau awal terkait trafik keluar dari sistem Proxmox VE. Secara default bernilai ACCEPT, maka trafik keluar akan diizinkan. kecuali jika ada rule yang menolak. Default ACCEPT.
Forward Policy	Kebijakan dasar terkait trafik yang melewati sistem Proxmox VE.

2. Host Level

The screenshot shows the Proxmox VE interface for node 'pve1'. The 'Options' section is expanded, showing the following settings:

Option	Value
Firewall	Yes
SMURFS filter	Yes
TCP flags filter	No
NDP	Yes
nf_conntrack_max	Default
nf_conntrack_tcp_timeout_established	Default
log_level_in	nolog
log_level_out	nolog
tcp_flags_log_level	nolog
smurf_log_level	nolog

Firewall	Merupakan keadaan firewall pada node tersebut saat itu. Jika Yes berarti firewall menyala pada node tersebut, jika No berarti firewall dalam keadaan mati. Default Yes.
----------	---

SMURFS filter	Ini merupakan fitur untuk mencegah serangan DDoS (Distributed denial-of-service). Serangan ini dilakukan melalui protokol ICMP. Penyerang akan mengirimkan paket ICMP secara broadcast ke seluruh perangkat, hingga perangkat mengalami kemacetan. Default Yes.
TCP flags filter	Untuk mendeteksi dan menyaring paket dengan protokol TCP yang mencurigakan. Ini berguna untuk melindungi Proxmox VE kemasukan paket yang bisa merusak sistem. Default No.
NDP (Neighbor Discovery Protocol)	Karena IPv6 tidak mendukung ARP seperti IPv4, NDP ini berfungsi untuk menggantikan ARP. NDP juga digunakan untuk konfigurasi otomatis IPv6. Jika tidak ada penggunaan IPv6 pada sistem, kita bisa menonaktifkannya. Default Yes.
nf_contrack_max	Ini digunakan untuk mengatur jumlah maksimal pelacakan koneksi netfilter yang akan disimpan pada tabel. Nilai minimal 32768, dan nilai default 262114. Jika Proxmox VE berisi banyak VM dan dengan service database atau web server, maka ini lebih baik ditingkatkan.
nf_contrack_tcp_timeout_established	Jika koneksi tidak aktif, maka datanya akan dihapus dari tabel. Data tersebut akan dihapus setelah waktu yang kita tentukan pada opsi ini. Default 43200 detik atau 12 jam.
log_level_in	Mengatur log level untuk trafik yang masuk. Default nolog.
log_level_out	Mengatur log level untuk trafik yang keluar. Default nolog.
log_level_forward	Mengatur log level untuk trafik yang lewat. Default nolog.
tcp_flags_log_level	Mengatur log jika terdeteksi ada TCP flags yang mencurigakan. Ini berkaitan dengan opsi TCP flags filter. Default nolog.
smurf_log_level	Mengatur log jika terdeteksi ada serangan smurf. Ini berkaitan dengan opsi SMURFS filter. Default nolog.
nftables (tech preview)	alternatif terbaru dari iptables. Bisa untuk melacak lalu lintas jaringan pada setiap bridge.

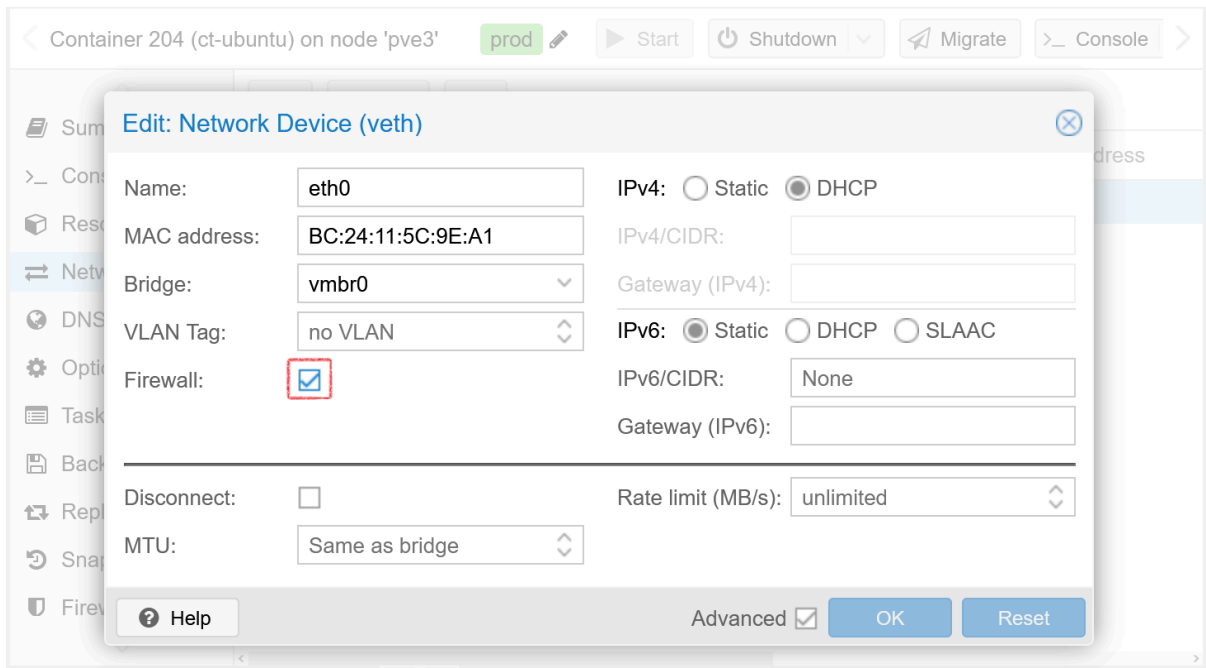
3. VM Level



Firewall	Merupakan keadaan firewall pada VM tersebut saat itu. Jika Yes berarti firewall menyala pada VM tersebut, jika No berarti firewall dalam keadaan mati. Firewall ini juga perlu dihidupkan pada vNIC VM atau Container. Default Yes.
DHCP	Ini digunakan untuk menerima maupun mendistribusikan DHCP pada VM. Default Yes.
NDP	Ini sama dengan NDP (Neighbor Discovery Protocol) pada Options Datacenter. Default Yes.
Router Advertisement	Ini digunakan untuk penjaluran atau routing IPv6. Default No.
MAC filter	Digunakan untuk mencegah spoofing MAC Address. Default Yes.
IP filter	Memfilter IP address pada VM/container untuk menghindari IP spoofing. Hanya mengizinkan IP VM/container yang boleh keluar.
log_level_in	Mengatur log level untuk trafik yang masuk. Default nolog.
log_level_out	Mengatur log level untuk trafik yang keluar. Default nolog.
Input Policy	Kebijakan dasar atau awal terkait trafik masuk ke dalam VM Proxmox VE. Jika bernilai DROP, maka seluruh trafik yang masuk ke dalam sistem akan ditolak, kecuali jika ada rule yang mengizinkan. Default DROP.
Output Policy	Kebijakan dasar atau awal terkait trafik keluar antar atau dari VM Proxmox VE. Secara default bernilai ACCEPT, maka trafik keluar

akan diizinkan, kecuali jika ada rule yang menolak. Default ACCEPT.

Sebagai catatan, pastikan untuk menghidupkan firewall pada interface VM/container:



Karena firewall pada VM/container perlu diaktifkan pada tiap interface jaringan masing-masing.

BACKUP, RESTORE, DAN SCHEDULING

Principle of Backup

Prinsip backup yang banyak diadopsi adalah “3-2-1” yang artinya:

- **Three copies (3 salinan data)**

3 Salinan data, artinya ada 1 data asli (di laptop/server) dan 2 cadangan data.

Alasan: (Redudansi)

- Jika data asli rusak, masih punya 2 cadangan
- Jika backup pertama rusak, masih punya 1 cadangan

- **Two media types (2 salinan di media penyimpanan berbeda)**

Backup yang pertama di 2 media yang berbeda. Misalkan backup di NAS dan backup di HDD eksternal.

Alasan: (Diversifikasi media)

- Mengurangi resiko kerusakan hardware secara bersamaan
- Batch pembelian perangkat ada kemungkinan cacat pabrik dan bisa rusak bersamaan

- **One off-site (1 salinan di luar lokasi)**

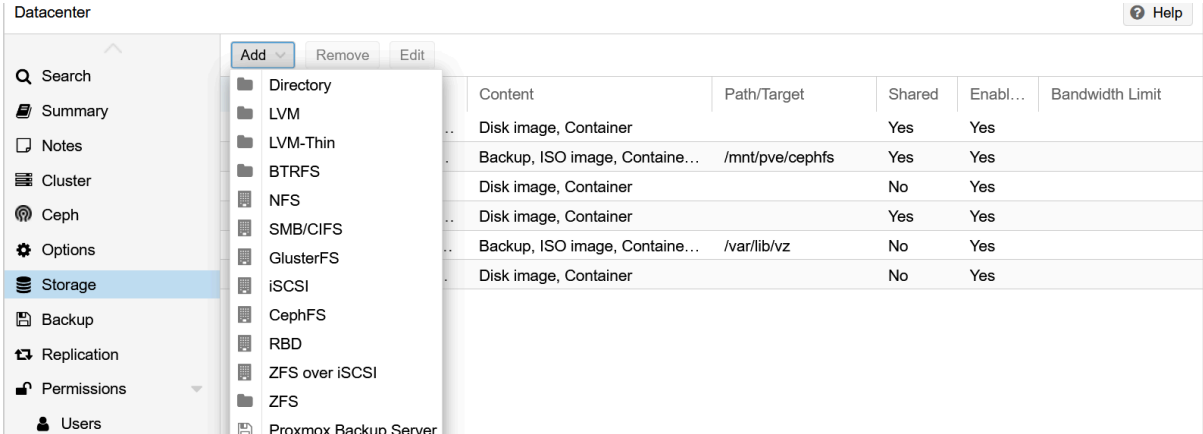
Backup yang kedua di lokasi yang berbeda dari data utama (cloud, lokasi kantor berbeda, datacenter berbeda).

Alasan: (Proteksi data)

- Antisipasi jika terjadi bencana lokal
- Antisipasi jika terserang ransomware pada seluruh data lokal

Storage Backup

Sebelum melakukan backup, tentukan terlebih dahulu target penyimpanan yang hendak digunakan.



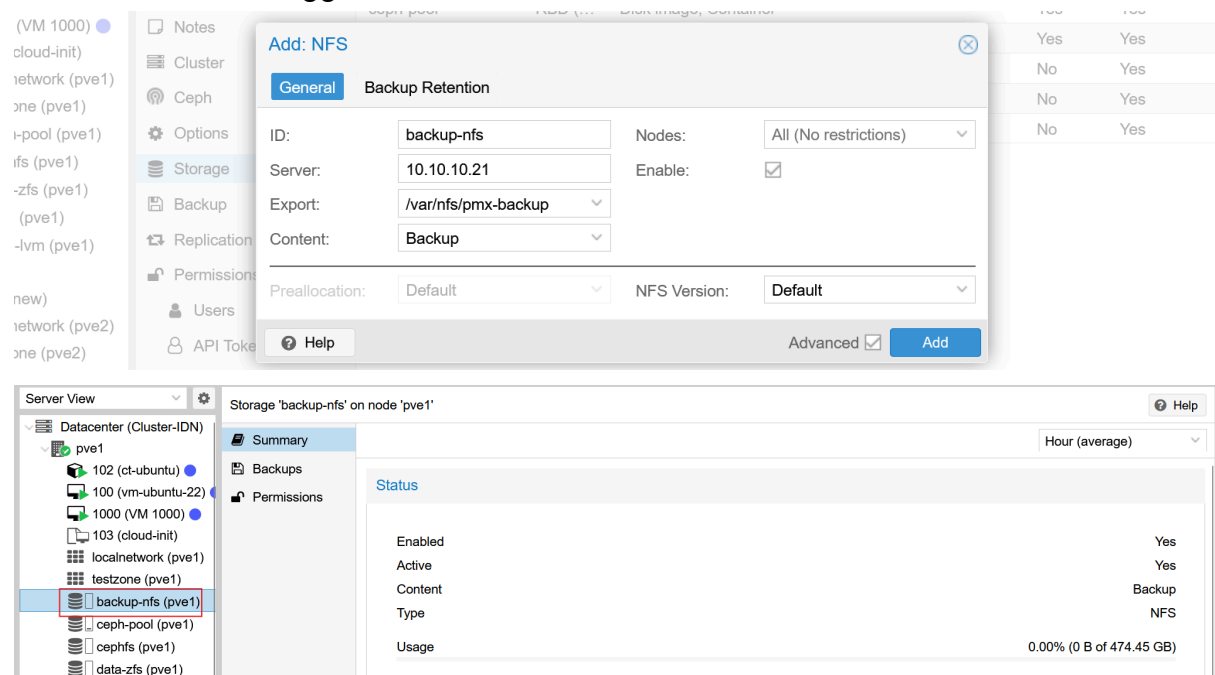
Content	Path/Target	Shared	Enabl...	Bandwidth Limit
Disk image, Container		Yes	Yes	
Backup, ISO image, Containe...	/mnt/pve/cephfs	Yes	Yes	
Disk image, Container		No	Yes	
Disk image, Container		Yes	Yes	
Backup, ISO image, Containe...	/var/lib/vz	No	Yes	
Disk image, Container		No	Yes	

Terdapat beberapa jenis storage yang bisa digunakan, diantaranya:

- **Directory (local)**
- **NFS (shared)**
- **Proxmox Backup Server (shared)**
- SMB/CIFS (shared)
- CephFS (shared, distributed)
- BTRFS (local)
- GlusterFS

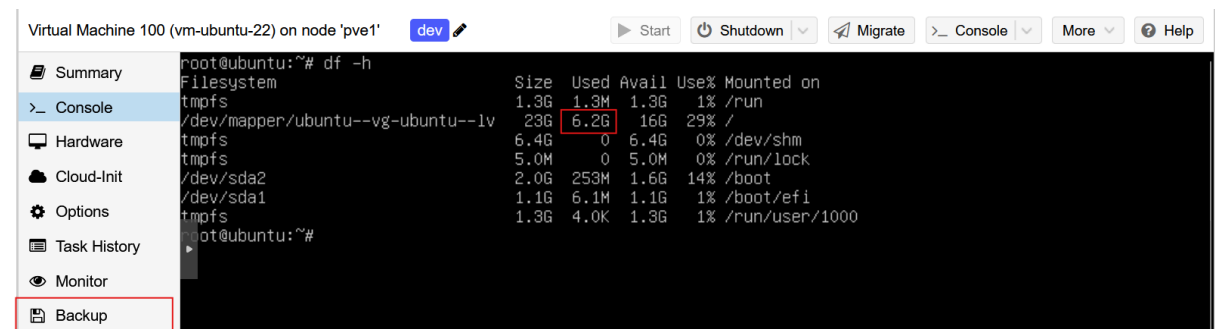
**keterangan: cetak tebal sering digunakan*

Pada contoh ini menggunakan NFS:



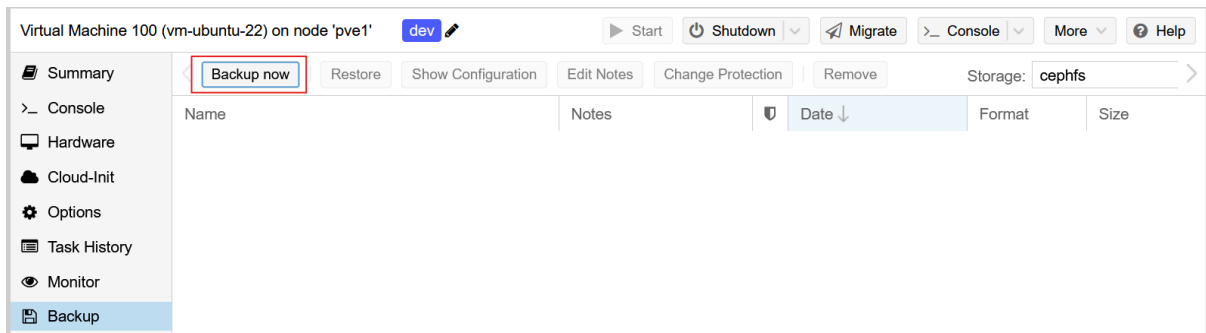
Manual Backup

Untuk melakukan pencadangan secara manual, pergi ke menu backup yang ada pada VM/container:

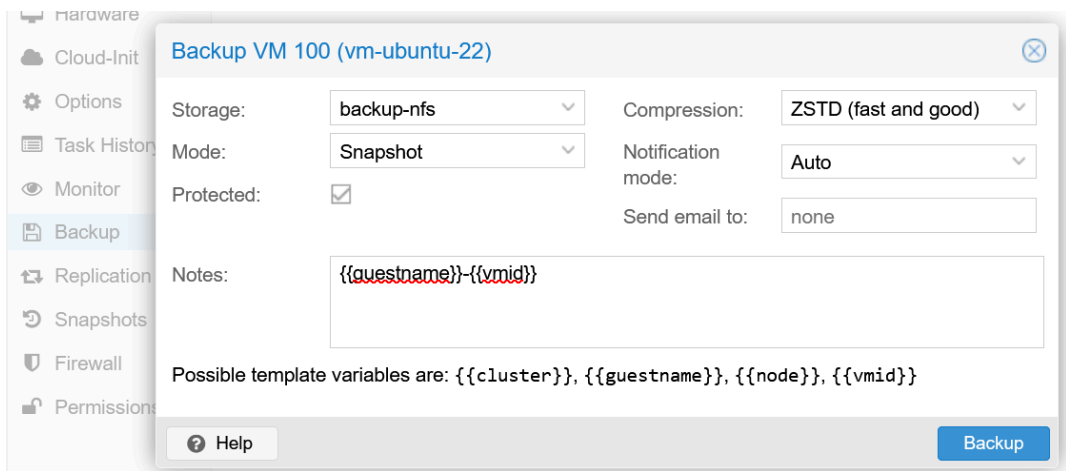


Pada contoh ini menggunakan VM dengan ruang terpakai sekitar 6 GB.

Klik tombol **Backup Now** untuk melakukan pencadangan:



Konfigurasi seperti berikut:



Storage

Target penyimpanan backup

Mode

Ini menentukan bagaimana proses backup dijalankan.

Snapshot	Menjalankan live backup tanpa menghentikan VM/container. Minimal downtime. VM tidak perlu dukungan snapshot pada storage, container perlu dukungan snapshot pada storage.
Suspend	Menghentikan VM/container secara sementara untuk meningkatkan konsistensi data. VM tidak lagi dipakai, container menggunakan skema rsync dua tahap.
Stop	Backup dengan data sangat konsisten. Menghentikan VM/container, kemudian melakukan proses backup.

Protected

Opsi ini mencegah terjadinya penghapusan backup yang tidak disengaja.

Compression

Beberapa algoritma kompresi file agar lebih hemat ruang penyimpanan, yaitu:

None	Tidak ada kompresi apapun, beban CPU rendah selama proses backup, namun memakan banyak ruang penyimpanan.
ZSTD	Kompresi dan dekompresi cepat, rasio kompresi bagus.
GZIP	Kompresi dan dekompresi lebih lama, rasio kompresi lebih bagus.
LZO	Kompresi dan dekompresi lebih cepat, rasio kompresi lebih rendah.

Notification mode

Untuk mengirimkan notifikasi backup. Melalui email (perlu SMTP server) atau notifikasi ke sistem.

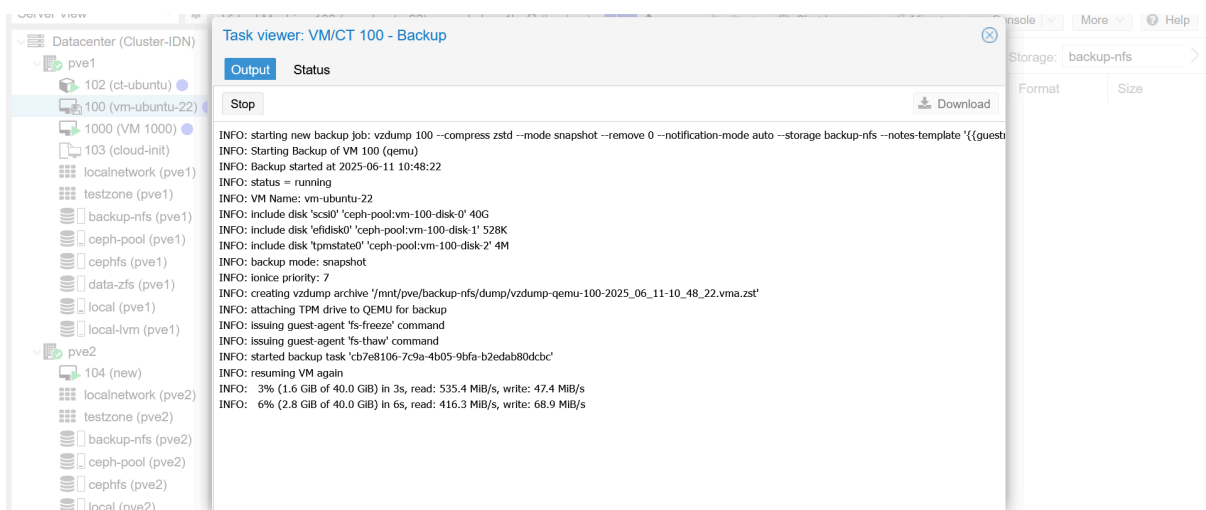
Send email to

Untuk mengirimkan notifikasi melalui email.

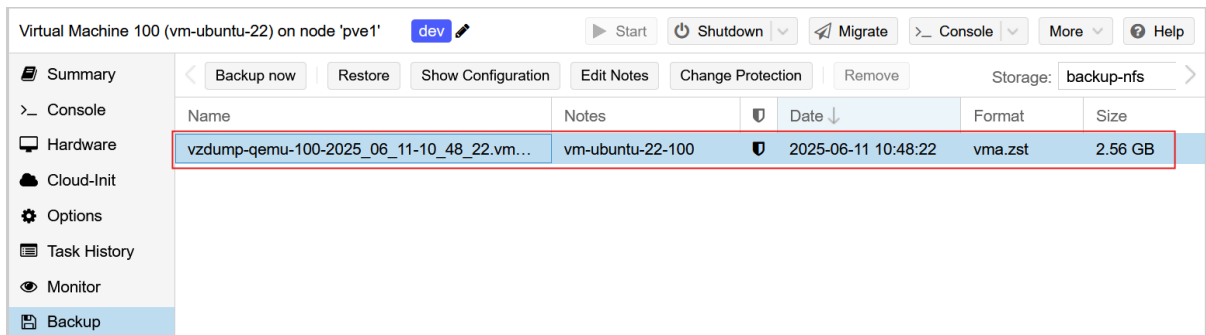
Notes

Untuk memberikan catatan pada file backup. Bisa menggunakan variabel yang telah disediakan atau menggunakan catatan sendiri.

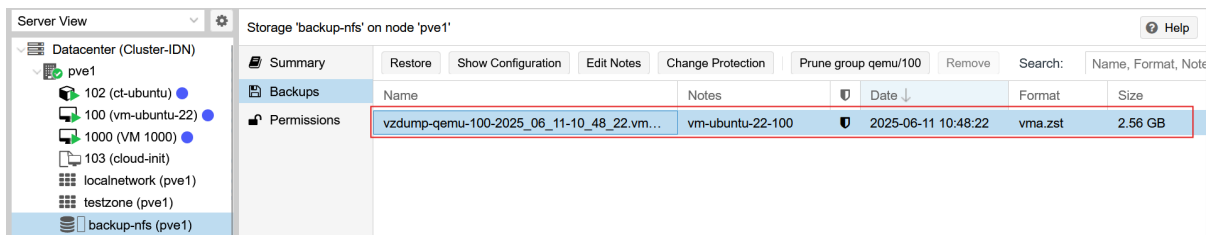
Klik Backup untuk memulai proses dan tunggu prosesnya atau silang agar berjalan di belakang layar:



Setelah selesai, hasilnya dapat dilihat pada menu berikut:



Atau pada target storage yang digunakan untuk backup:



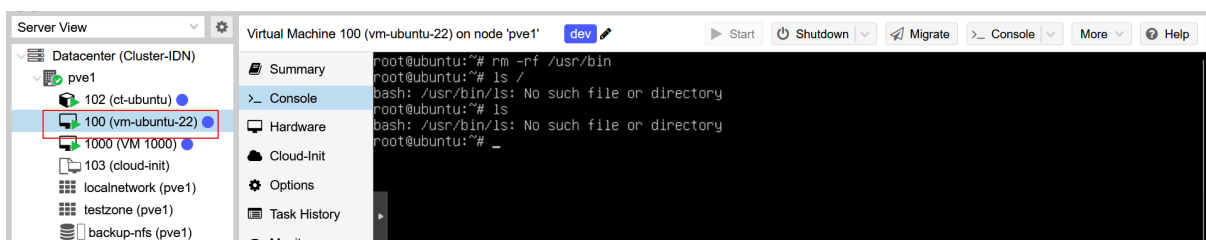
Restoring Backups

Pemulihan bisa dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

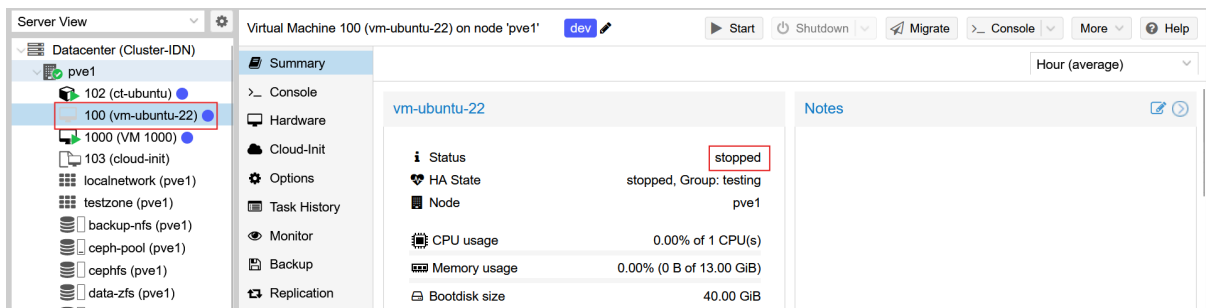
- Menimpa VM/container yang ada
- Membuat VM/container baru

Menimpa VM/container yang ada

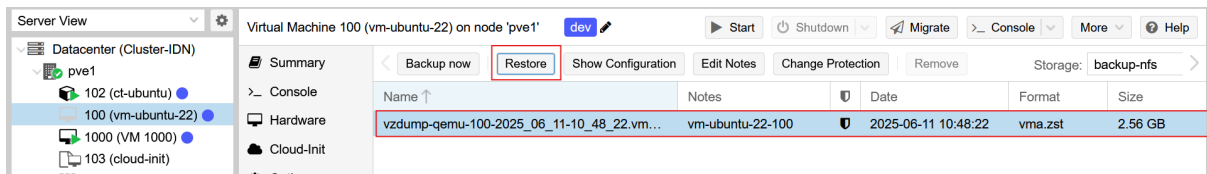
Uji coba dengan membuat perubahan yang merusak data:



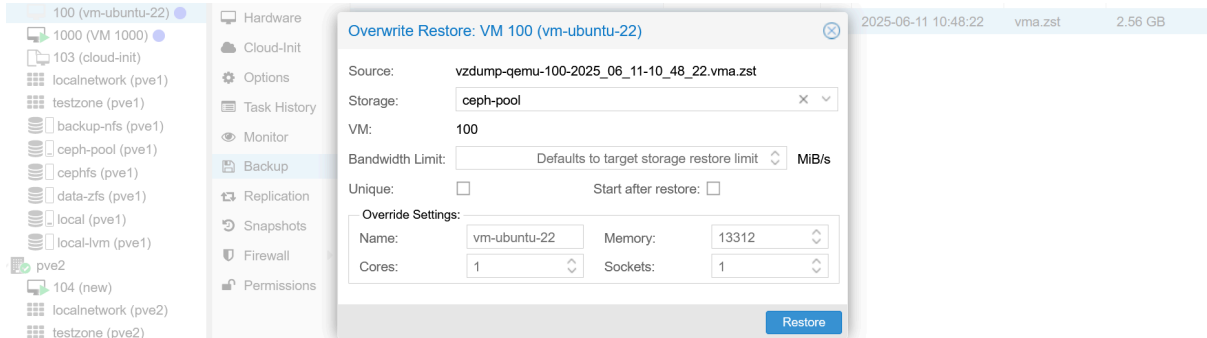
Untuk memulihkan backup, VM/container harus dalam keadaan mati:



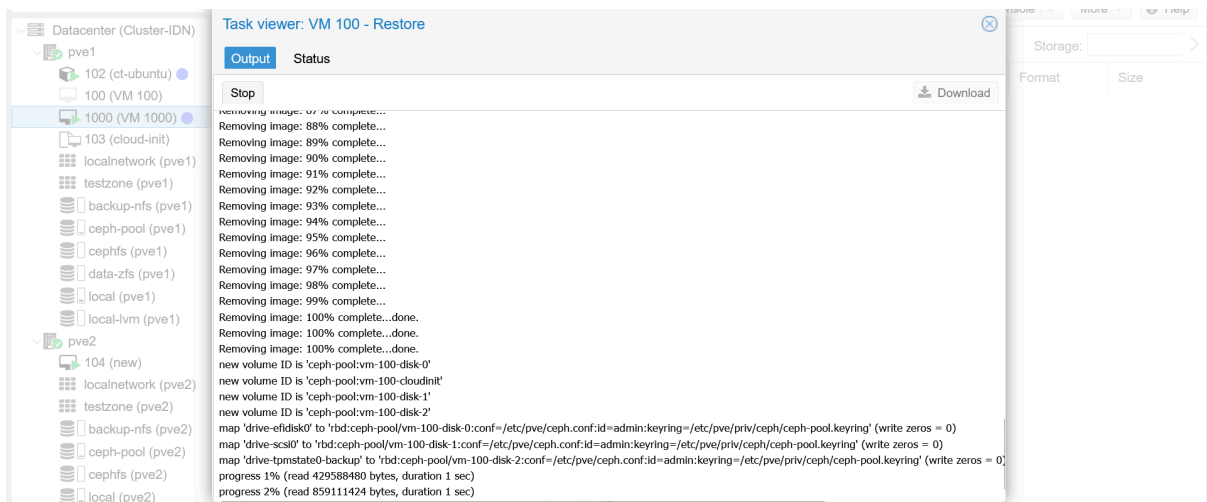
Kemudian pergi ke menu Backup:



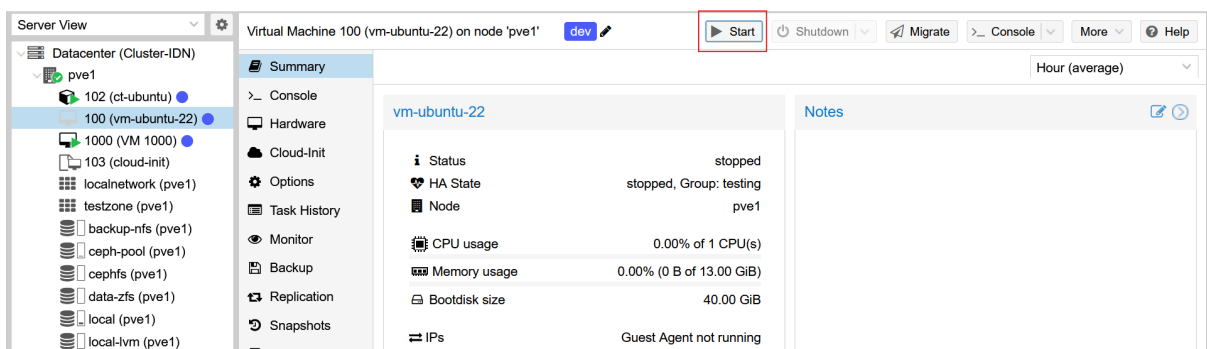
Klik file backup dan klik Restore, lalu konfigurasi seperti berikut:



Tunggu proses pemulihan:



Jalankan VM/container setelah berhasil dipulihkan:

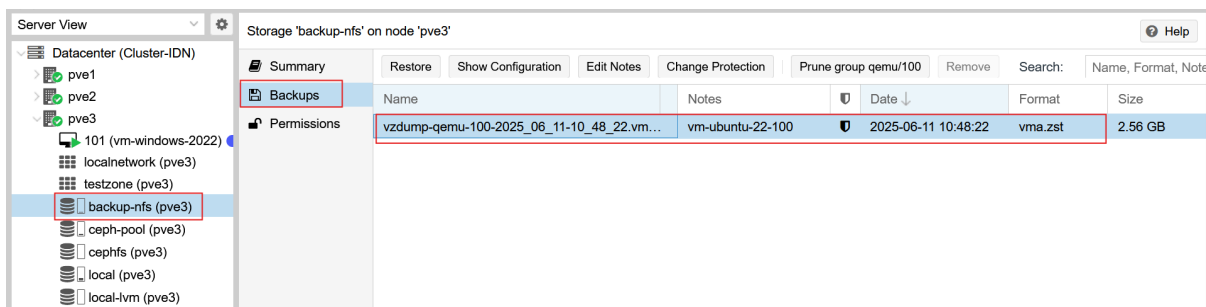


Pastikan VM/container kembali sesuai keadaan ketika dicadangkan:

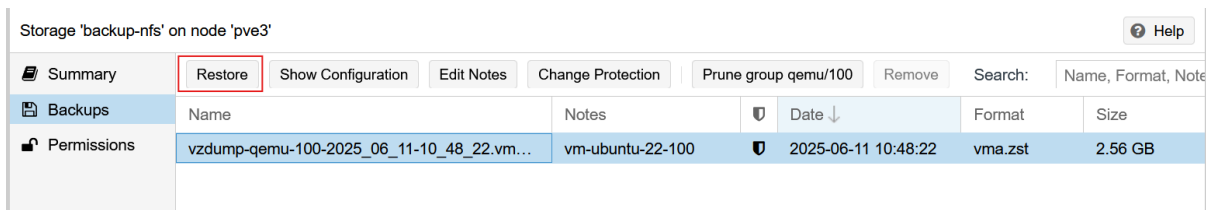


Membuat VM/container baru

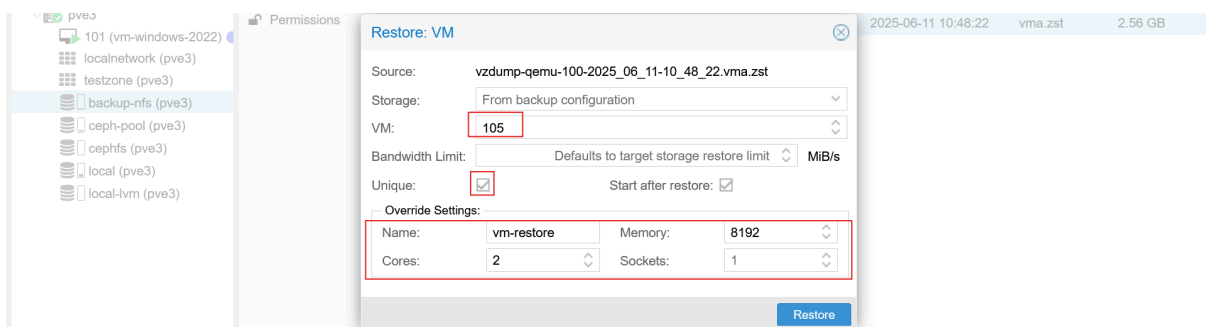
Untuk memulihkan VM/container dengan VMID baru, maka pergi ke storage yang menyimpan cadangan:



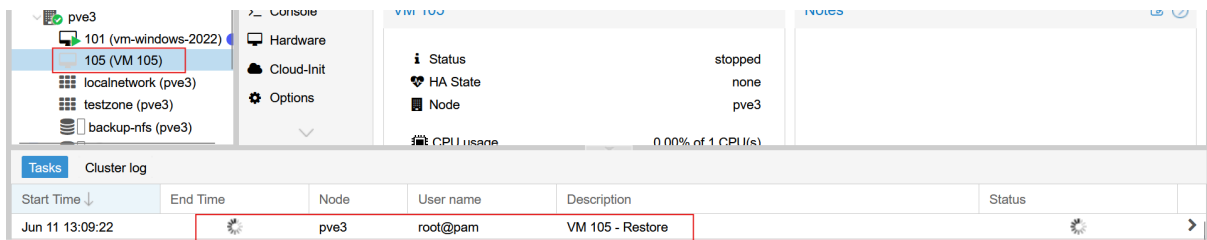
Dan akses penyimpanan sesuai node yang nantinya akan menjalankan VM/container hasil pemulihan. Klik Restore untuk memulai pemulihan:



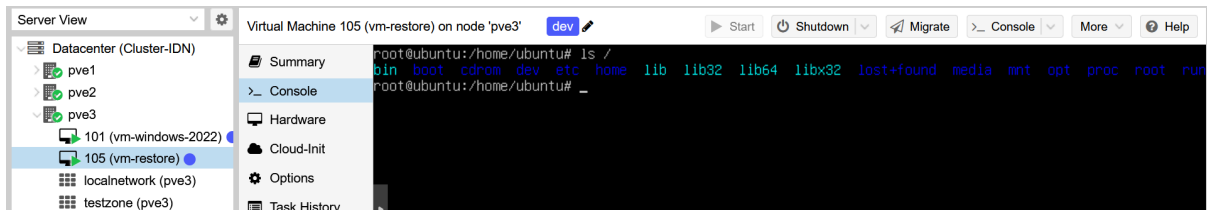
Sesuaikan konfigurasi VM/container yang ingin dipulihkan:



Klik Restore dan tunggu proses pemulihan hingga selesai:

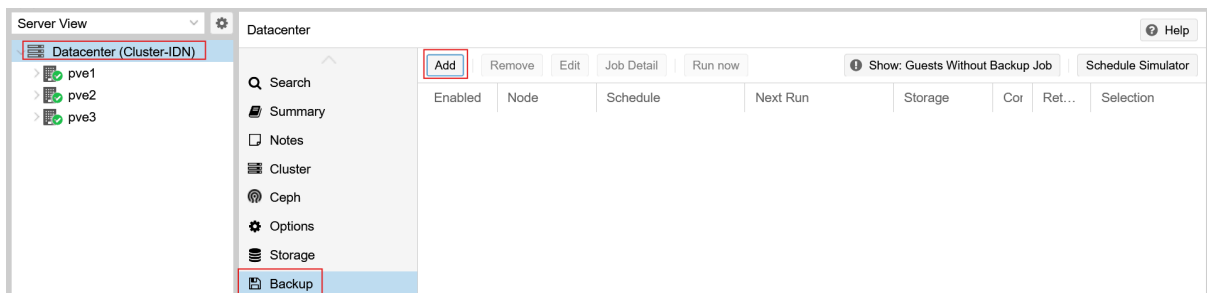


Setelah selesai, periksa VM beserta datanya:

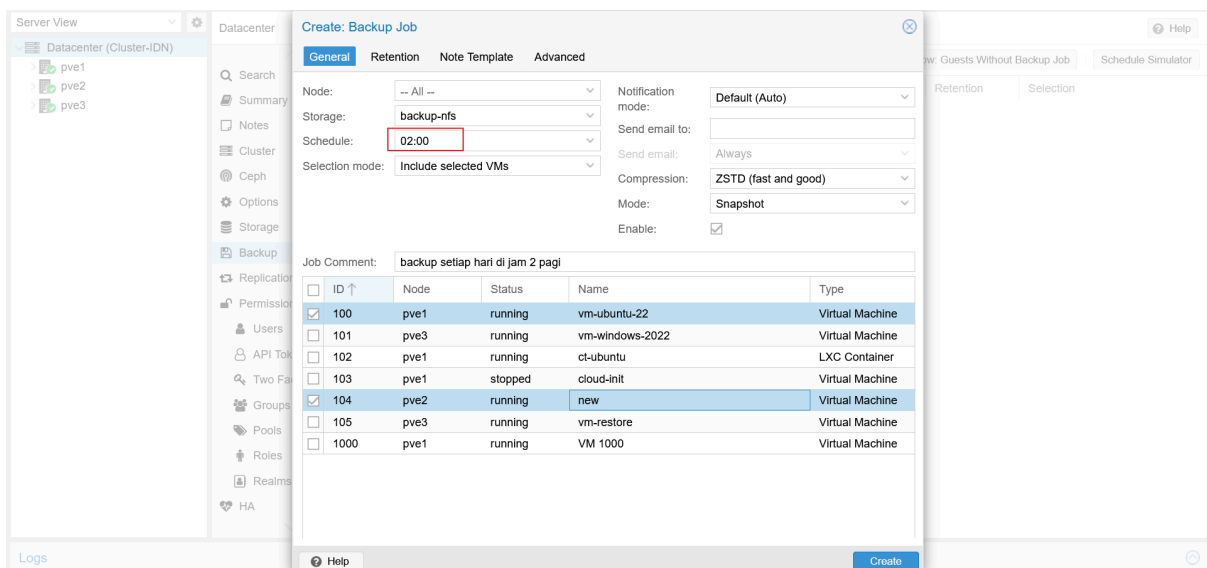


Schedule Backup

Untuk pencadangan secara terjadwal, pergi ke menu Datacenter > Backup:



Klik Add untuk menambahkan jadwal pencadangan, dan konfigurasi seperti berikut:



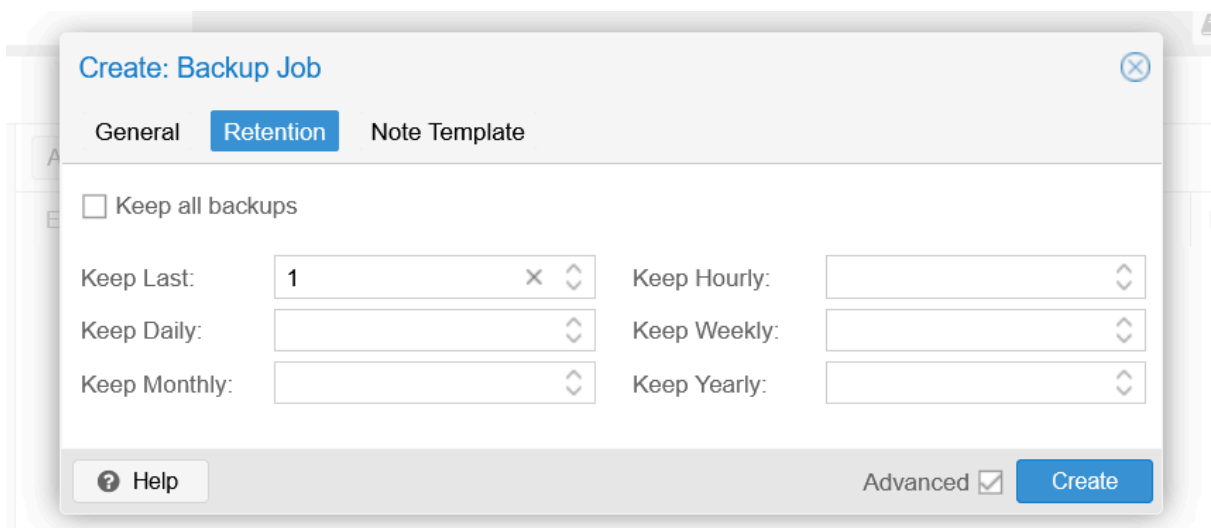
General

Opsi konfigurasi backup terjadwal sama dengan backup manual, hanya ada tambahan

- **Schedule** untuk menentukan waktu backup.
- **Selection mode** untuk mode pemilihan.

Retention

Berguna untuk menjaga siklus file backup, sehingga penyimpanan tidak penuh karena backup yang terus dilakukan. Konfigurasi sebagai berikut:



The screenshot shows the 'Create: Backup Job' dialog box with the 'Retention' tab selected. The dialog has three tabs: 'General', 'Retention', and 'Note Template'. The 'Retention' tab contains the following options:

- Keep all backups
- Keep Last: 1 (with a clear 'x' button and a dropdown arrow)
- Keep Hourly: (empty dropdown)
- Keep Daily: (empty dropdown)
- Keep Weekly: (empty dropdown)
- Keep Monthly: (empty dropdown)
- Keep Yearly: (empty dropdown)

At the bottom of the dialog, there is a 'Help' button with a question mark icon, an 'Advanced' checkbox which is checked, and a blue 'Create' button.

- **Keep all backups:** tidak ada strategi penghapusan backup.
- **Keep Last:** menjaga backup terakhir sebanyak n.
- **Keep Daily:** menjaga backup pada tiap harinya sebanyak n.
- **Keep Monthly:** menjaga backup pada tiap bulannya sebanyak n.
- **Keep Hourly:** menjaga backup pada tiap jamnya sebanyak n.
- **Keep Yearly:** menjaga backup pada tiap tahunnya sebanyak n.

Note Template

Untuk memberi catatan pada file backup:



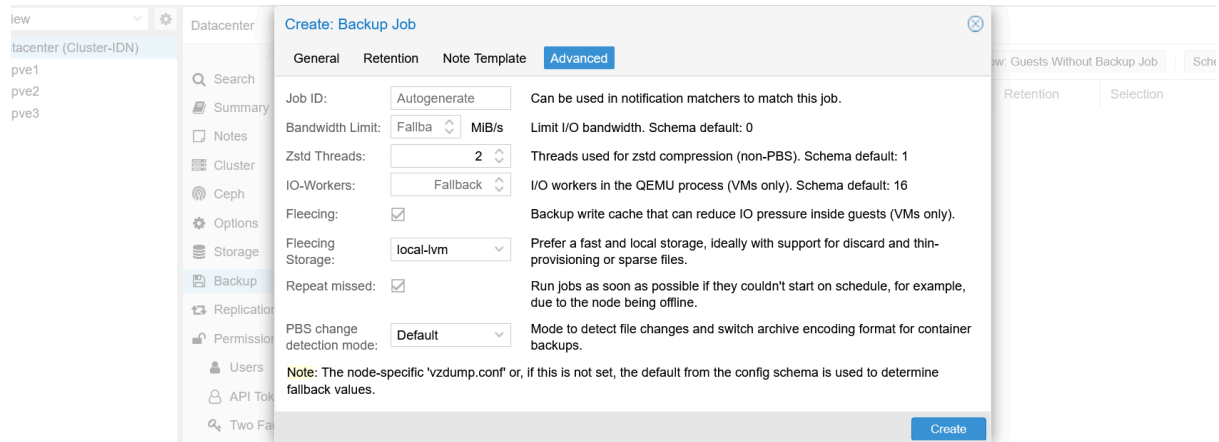
The screenshot shows the 'Create: Backup Job' dialog box with the 'Note Template' tab selected. The dialog has four tabs: 'General', 'Retention', 'Note Template', and 'Advanced'. The 'Note Template' tab contains the following options:

- Backup Notes: `{{guestname}}`

Below the text area, there is a note: "The notes are added to each backup created by this job. Possible template variables are: `{{cluster}}`, `{{guestname}}`, `{{node}}`, `{{vmid}}`".

Advanced

Opsi konfigurasi lanjutan yang bisa dipakai untuk mengoptimalkan proses backup, diantaranya yaitu:



Job ID

Mencocokkan notifikasi dan job.

Bandwidth limit

Limitasi transmisi data.

Zstd Threads

Menentukan jumlah CPU yang bisa digunakan untuk proses kompresi backup.

IO-Workers

Menentukan jumlah CPU yang bisa digunakan untuk proses I/O ketika backup.

Fleecing (VM only)

Mempertahankan performa I/O VM dan mencegah kemacetan dengan membuat cache lokal ketika backup berjalan.

- Performa VM tetap lancar ketika backup berjalan.
- Latensi rendah tidak tergantung kecepatan storage backup.
- Mencegah terjadinya freeze meski storage backup lambat.

Fleecing Storage

Menentukan storage yang akan digunakan untuk membuat fleecing image (cache).
Disarankan menggunakan disk lokal.

Repeat missed

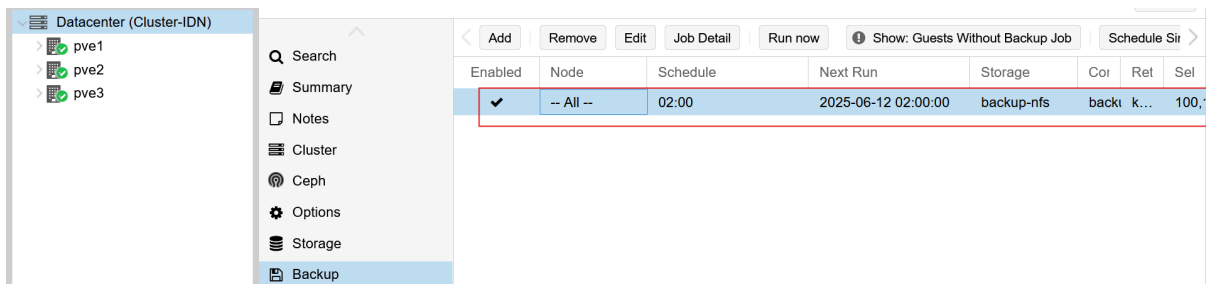
Ketika bertepatan jadwal backup, node sedang offline atau pvescheduler dimatikan, maka backup akan dilakukan pada jadwal berikutnya. Fitur ini untuk menjalankan backup segera, tanpa menunggu jadwal berikutnya.

PBS change detection mode (Container only)

Menentukan bagaimana Proxmox mendeteksi perubahan yang akan dibackup. Terdapat 3 mode, yaitu:

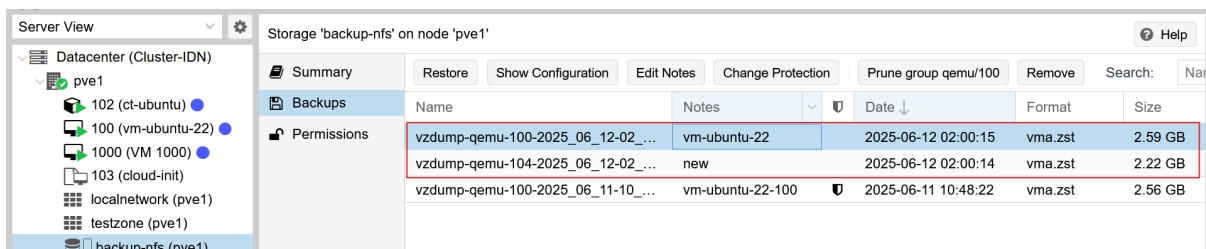
Mode	Description
Default	Membaca dan encode semua file menjadi satu arsip. Hasilnya format pxar format version 1.
Data	Membaca dan encode semua file, tapi memisahkan data and metadata secara terpisah. Hasilnya format pxar format version 2.
Metadata	Seperti mode Data, hanya membaca metadata backup sebelumnya tanpa membaca file dari disk langsung jika memungkinkan. Hasilnya format pxar version 2.

Hasil pembuatan jadwal backup seperti berikut:



The screenshot shows the Proxmox Backup configuration interface. On the left, there is a sidebar with a tree view showing 'Datacenter (Cluster-IDN)' and three nodes: 'pve1', 'pve2', and 'pve3'. The 'Backup' option is selected in the sidebar. The main area displays a table of backup jobs. The table has columns: 'Enabled', 'Node', 'Schedule', 'Next Run', 'Storage', 'Cor', 'Ret', and 'Sel'. One job is listed with a checkmark in the 'Enabled' column, 'Node' set to '-- All --', 'Schedule' set to '02.00', 'Next Run' set to '2025-06-12 02:00:00', 'Storage' set to 'backup-nfs', and 'Sel' set to '100%'. Above the table are buttons for 'Add', 'Remove', 'Edit', 'Job Detail', 'Run now', and 'Show: Guests Without Backup Job'. A 'Schedule Str' button is also visible on the right.

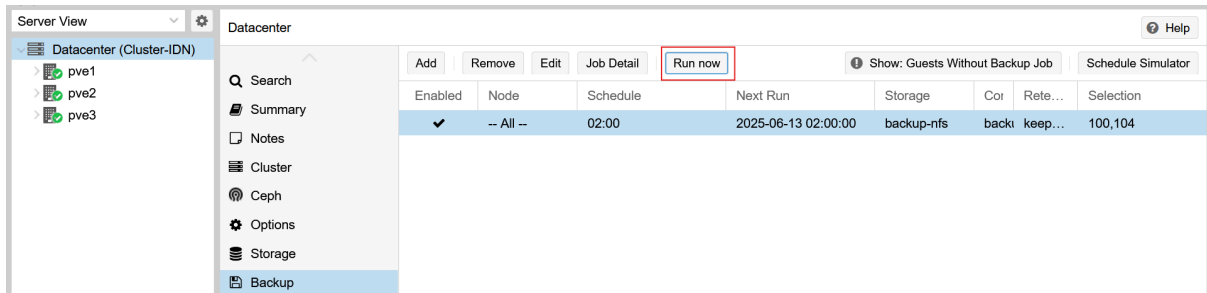
Setelah pencadangan dijalankan, kita bisa melihat file backup pada storage:



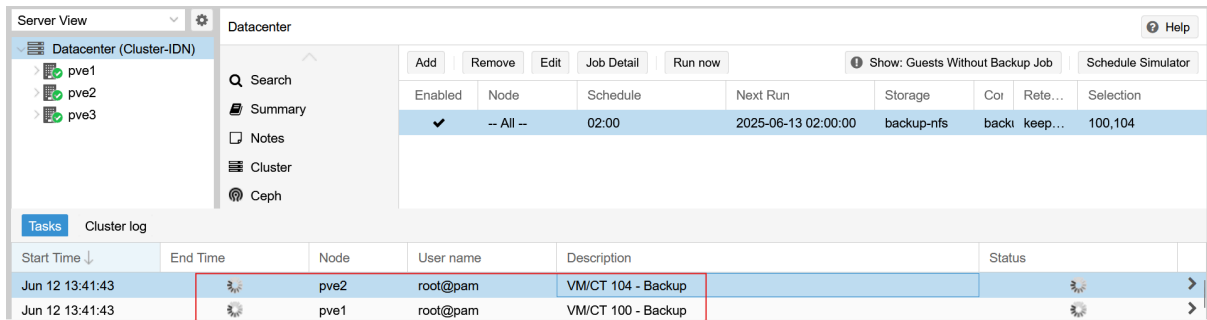
The screenshot shows the Proxmox Backup storage view. The top bar indicates 'Storage 'backup-nfs' on node 'pve1''. Below this, there are buttons for 'Restore', 'Show Configuration', 'Edit Notes', 'Change Protection', 'Prune group qemu/100', 'Remove', and 'Search:'. The main area displays a table of backup files. The table has columns: 'Name', 'Notes', 'Date', 'Format', and 'Size'. Three files are listed: 'vzdump-qemu-100-2025_06_12-02_...' with notes 'vm-ubuntu-22', date '2025-06-12 02:00:15', format 'vma.zst', and size '2.59 GB'; 'vzdump-qemu-104-2025_06_12-02_...' with notes 'new', date '2025-06-12 02:00:14', format 'vma.zst', and size '2.22 GB'; and 'vzdump-qemu-100-2025_06_11-10_...' with notes 'vm-ubuntu-22-100', date '2025-06-11 10:48:22', format 'vma.zst', and size '2.56 GB'. On the left, there is a sidebar with a tree view showing 'Server View' and 'Datacenter (Cluster-IDN)' with various nodes and storage configurations.

Dan selanjutnya pencadangan akan dilakukan secara otomatis pada waktu yang telah ditentukan.

Apabila ingin menjalankan backup secara langsung, klik Run now:



Maka proses backup akan berjalan:

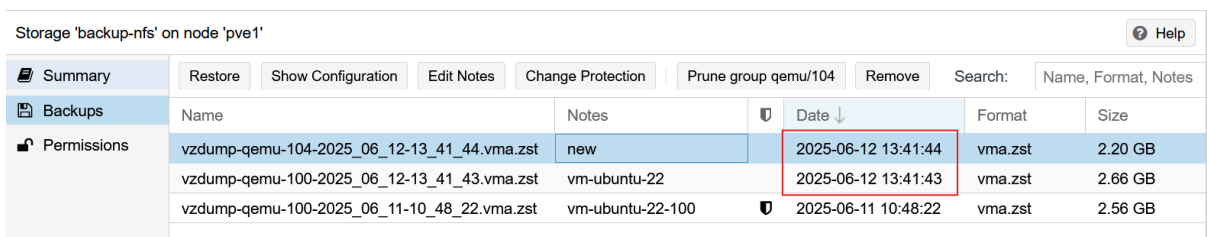


Cache dari fitur fleecing dapat dilihat pada storage yang telah ditentukan:

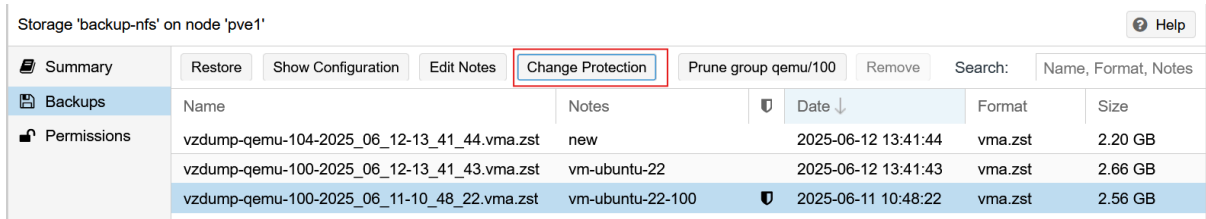


Sehingga performa I/O pada VM lebih stabil, tidak terasa kemacetan, meski sedang dilakukan proses backup.

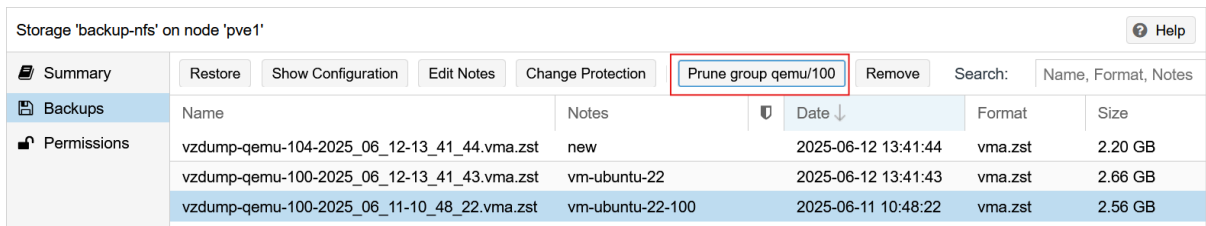
Adapun fitur retention juga membuat file backup tidak menumpuk, otomatis terhapus sesuai konfigurasi (keep last: 1, keep daily: 1):



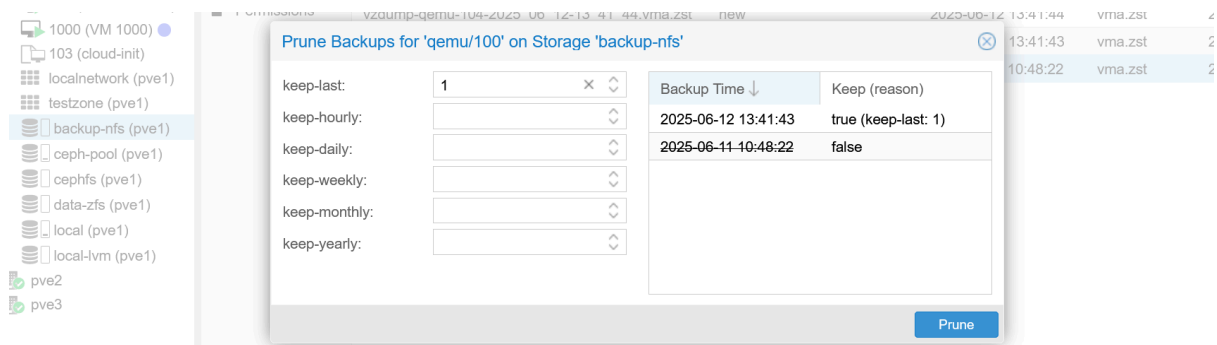
Adapun backup dengan icon perisai memiliki protection. Jika ingin dihapus, klik **Change Protection**:



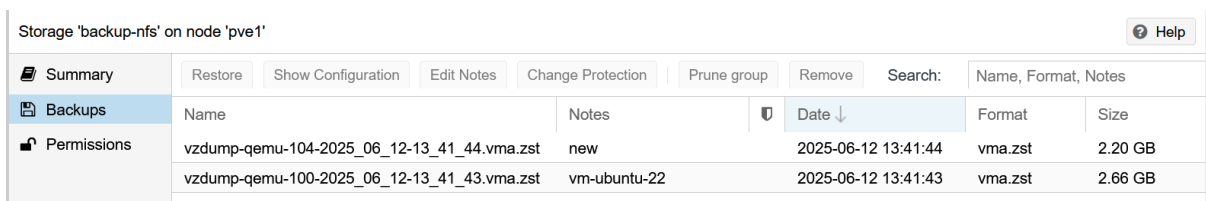
Jika ingin membersihkan kumpulan backup dari VM, tak perlu mencari ID dan menghapus satu persatu, cukup klik pada salah satu file dan klik **Prune group**:



Fitur tersebut bisa digunakan untuk melakukan retention secara langsung:



Sehingga file backup yang dipertahankan sesuai keinginan dan tidak memenuhi storage:



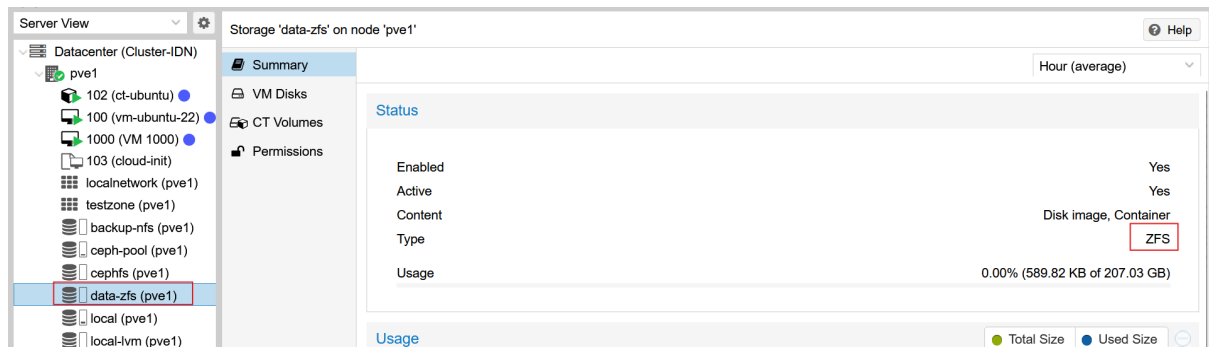
Replication Job

Replikasi pada Proxmox VE merupakan fitur untuk menduplikasi disk dari VM/container pada node lain. Berbeda dengan backup yang disimpan dalam bentuk arsip, replication ini disimpan dalam bentuk virtual disk siap pakai.

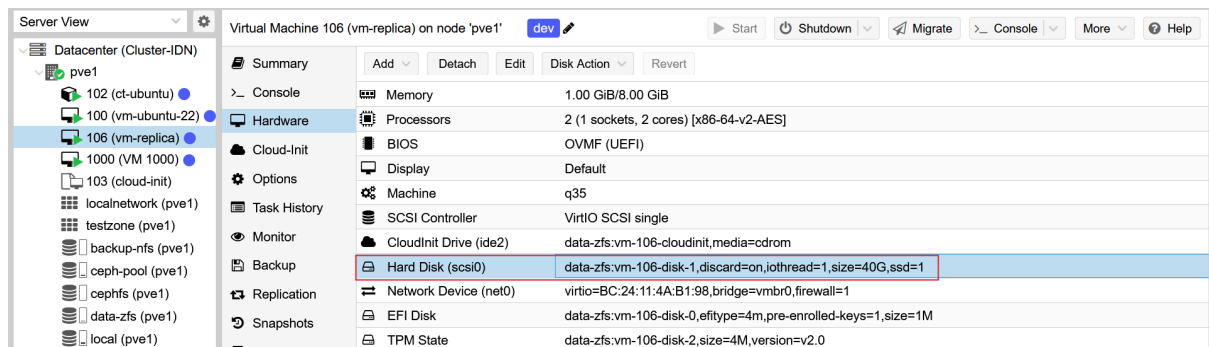
Persyaratan Replication

- Storage type ZFS (local) pada setiap node yang akan digunakan untuk menyimpan replikasi.
- Node berada di dalam satu cluster.

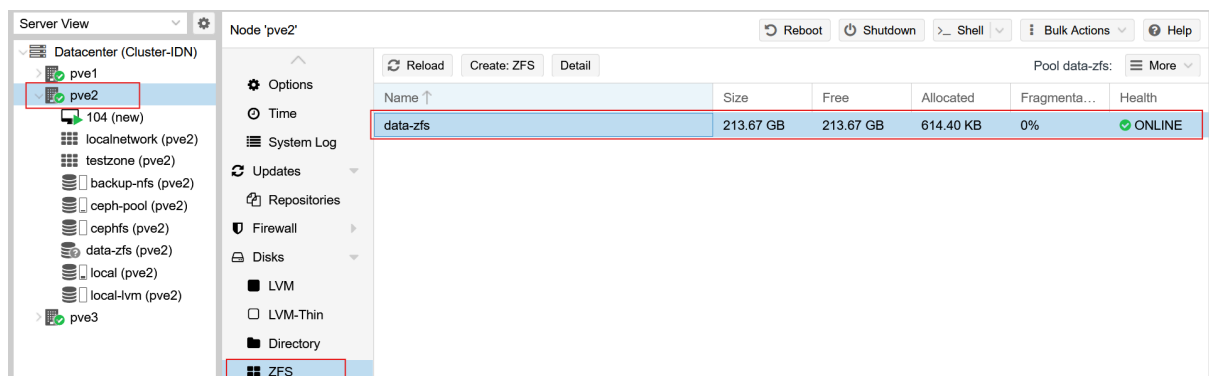
Pada node pve1 pada contoh ini sudah memiliki storage dengan type ZFS:



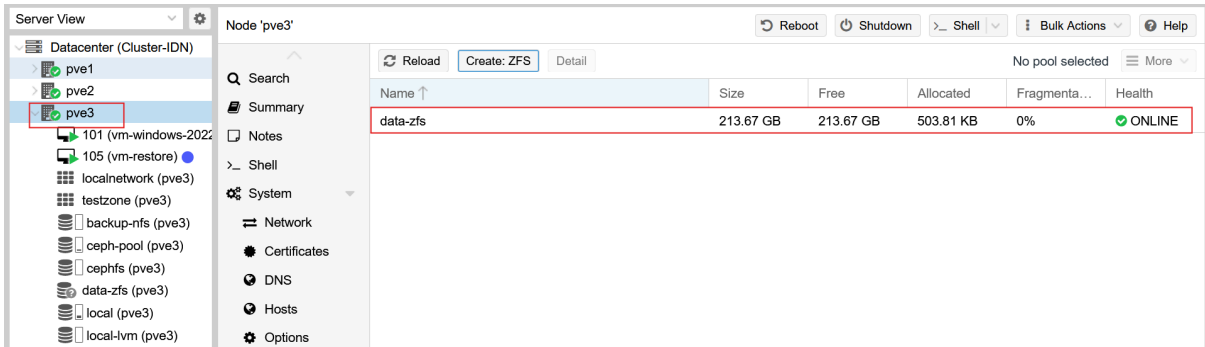
Selanjutnya, virtual disk VM/container yang ingin direplikasi harus disimpan di penyimpanan ZFS tersebut:



Kemudian sediakan penyimpanan ZFS pada node lain dengan nama yang sama:

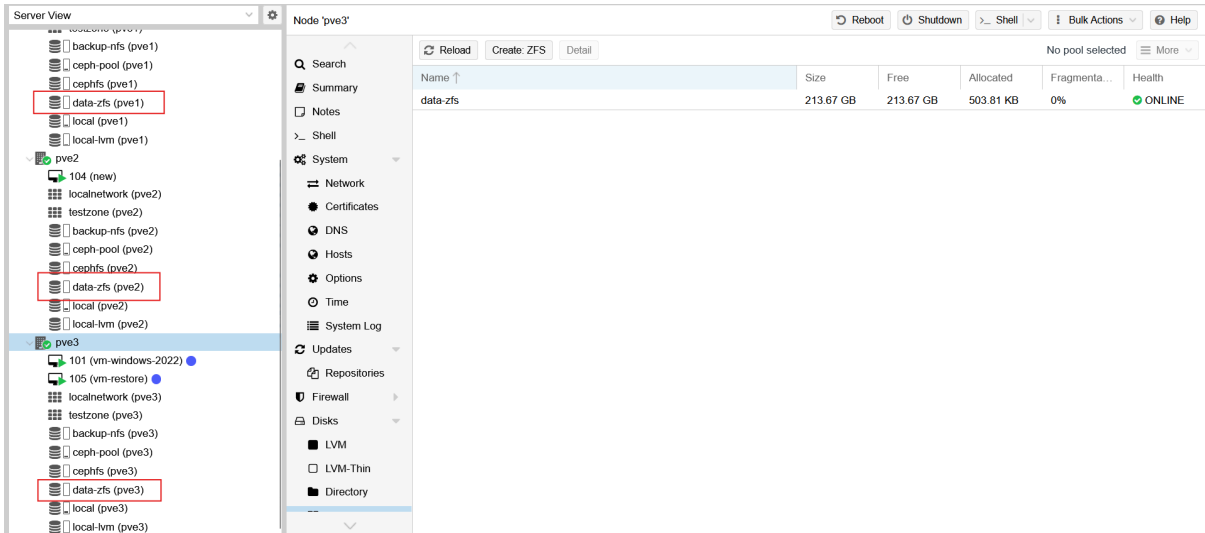


storage baru pve2



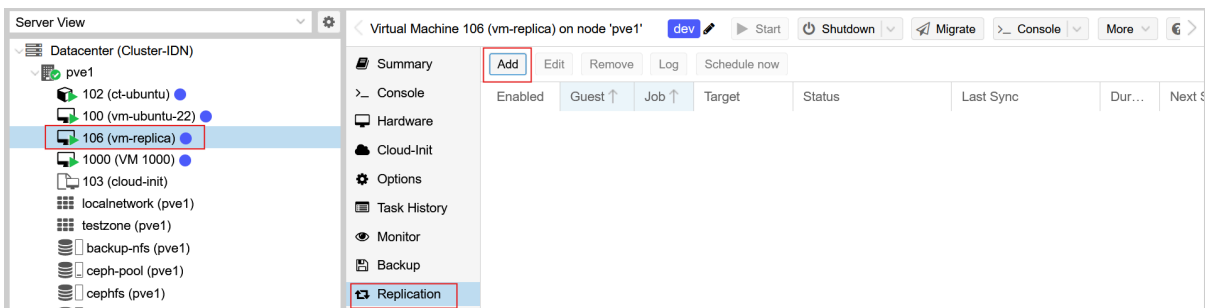
storage baru pve3

Sehingga penyimpanan ZFS sudah tersedia pada masing-masing node:

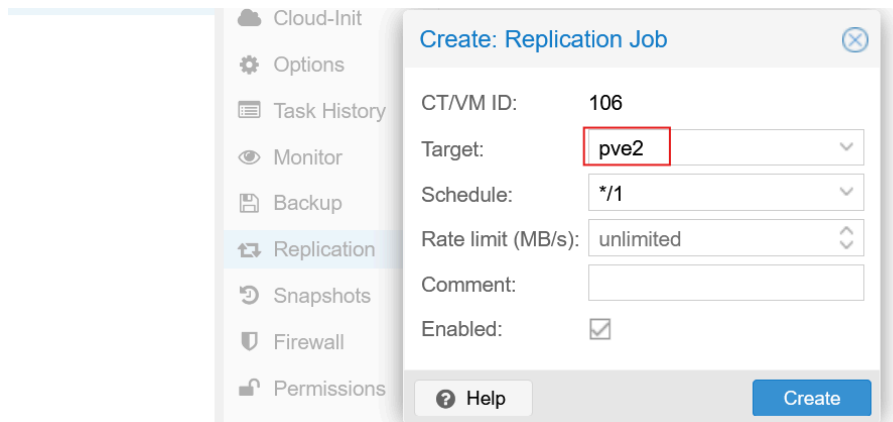


Konfigurasi

Cara paling mudah, pergi ke menu VM/container > Replication > Add:



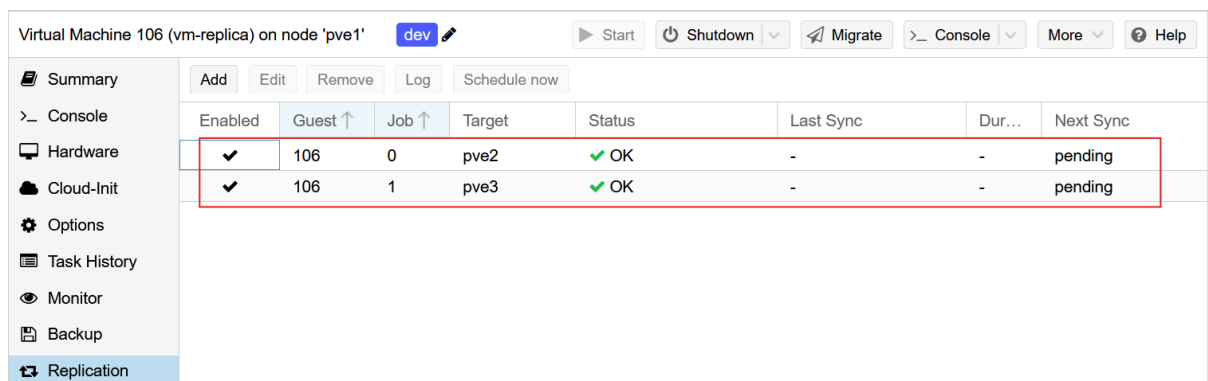
Kemudian konfigurasi seperti berikut:



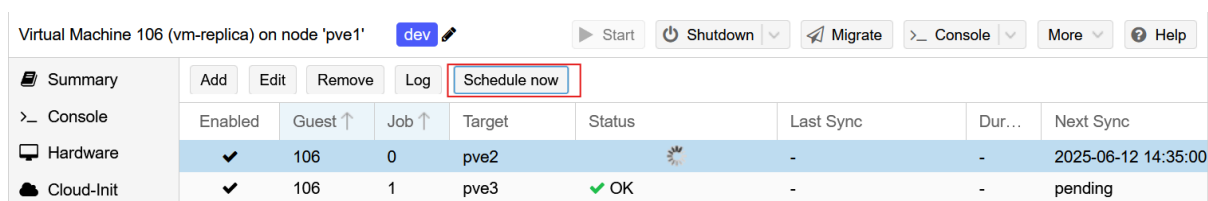
- **Target:** node yang akan dibuat replikasi VM didalamnya.
- **Schedule:** jadwal replikasi. */* artinya tiap satu menit.

Rekomendasi: konfigurasi jadwal dengan waktu singkat, agar tidak terjadi gap data yang jauh. Ketika gap data jauh, lalu terjadi kegagalan, maka data terbaru bisa tertindih data lama. Akibatnya data yang tidak tereplikasi hilang.

Tambahkan lagi ke arah node lain dengan konfigurasi yang sama:



Untuk menjalankan replikasi secara langsung, klik **Schedule now**:



Lihat log replikasi dengan menekan tombol Log:

Virtual Machine 106 (vm-replica) on node 'pve1' dev Start Shutdown Migrate Console More Help

Summary Add Edit Remove Log Schedule now

Enabled	Guest ↑	Job ↑	Target	Status	Last Sync	Dur...	Next Sync
✓	106	0	pve2		-	-	pending
✓	106	1	pve3	OK	-	-	pending

Jika replikasi berhasil maka akan memiliki log seperti berikut:

Replication Log

```

2025-06-12 14:34:05 106-0: start replication job
2025-06-12 14:34:05 106-0: guest => VM 106, running => 1979950
2025-06-12 14:34:05 106-0: volumes => data-zfs:vm-106-disk-0,data-zfs:vm-106-disk-1,data-zfs:vm-106-disk-2
2025-06-12 14:34:13 106-0: freeze guest filesystem
2025-06-12 14:34:14 106-0: create snapshot '___replicate_106-0_1749713645___' on data-zfs:vm-106-disk-0
2025-06-12 14:34:14 106-0: create snapshot '___replicate_106-0_1749713645___' on data-zfs:vm-106-disk-1
2025-06-12 14:34:14 106-0: create snapshot '___replicate_106-0_1749713645___' on data-zfs:vm-106-disk-2
2025-06-12 14:34:14 106-0: thaw guest filesystem
2025-06-12 14:34:14 106-0: using secure transmission, rate limit: none
2025-06-12 14:34:14 106-0: full sync 'data-zfs:vm-106-disk-0' (___replicate_106-0_1749713645___)
2025-06-12 14:34:19 106-0: full send of data-zfs:vm-106-disk-0@___replicate_106-0_1749713645___ estimated size is 567K
2025-06-12 14:34:19 106-0: total estimated size is 567K
2025-06-12 14:34:19 106-0: TIME SENT SNAPSHOT data-zfs:vm-106-disk-0@___replicate_106-0_1749713645___
2025-06-12 14:34:19 106-0: successfully imported 'data-zfs:vm-106-disk-0'
2025-06-12 14:34:20 106-0: full sync 'data-zfs:vm-106-disk-1' (___replicate_106-0_1749713645___)
  
```

Untuk replikasi pertama, akan dilakukan *full sync* (sinkronisasi penuh). Dan untuk replikasi selanjutnya, akan dilakukan *incremental sync* (sinkronisasi perubahan):

Replication Log

```

2025-06-12 14:40:05 106-0: start replication job
2025-06-12 14:40:05 106-0: guest => VM 106, running => 1979950
2025-06-12 14:40:05 106-0: volumes => data-zfs:vm-106-disk-0,data-zfs:vm-106-disk-1,data-zfs:vm-106-disk-2
2025-06-12 14:40:12 106-0: freeze guest filesystem
2025-06-12 14:40:12 106-0: create snapshot '___replicate_106-0_1749714005___' on data-zfs:vm-106-disk-0
2025-06-12 14:40:13 106-0: create snapshot '___replicate_106-0_1749714005___' on data-zfs:vm-106-disk-1
2025-06-12 14:40:13 106-0: create snapshot '___replicate_106-0_1749714005___' on data-zfs:vm-106-disk-2
2025-06-12 14:40:13 106-0: thaw guest filesystem
2025-06-12 14:40:13 106-0: using secure transmission, rate limit: none
2025-06-12 14:40:13 106-0: incremental sync 'data-zfs:vm-106-disk-0' (___replicate_106-0_1749713645___ => ___replicate_106-0_1749714005___)
2025-06-12 14:40:16 106-0: send from @___replicate_106-0_1749713645___ to data-zfs:vm-106-disk-0@___replicate_106-1_1749713810___ estimated size is 624B
2025-06-12 14:40:16 106-0: send from @___replicate_106-1_1749713810___ to data-zfs:vm-106-disk-0@___replicate_106-0_1749714005___ estimated size is 624B
2025-06-12 14:40:16 106-0: total estimated size is 1.22K
  
```

Sehingga lebih hemat bandwidth dan penyimpanan.

Pengujian

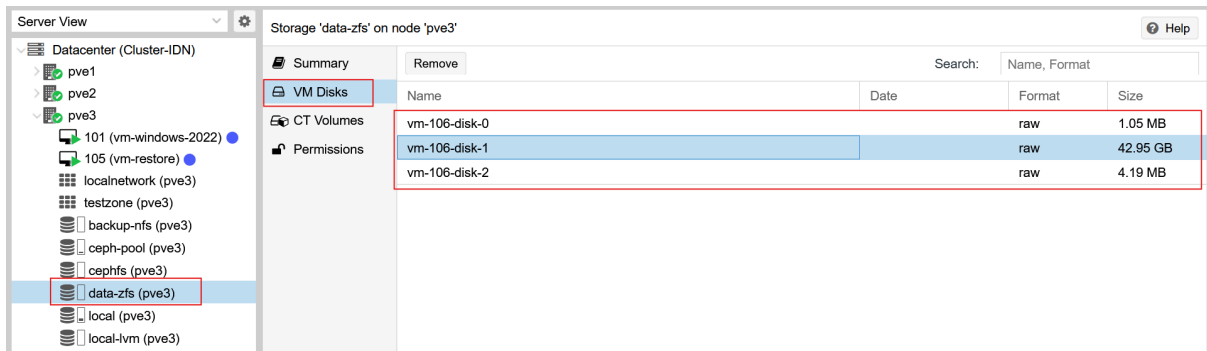
Setelah replikasi berhasil dikonfigurasi dan dijalankan, virtual disk VM tersedia pada setiap node:

Server View Storage 'data-zfs' on node 'pve2' Help

Summary Remove Search: Name, Format

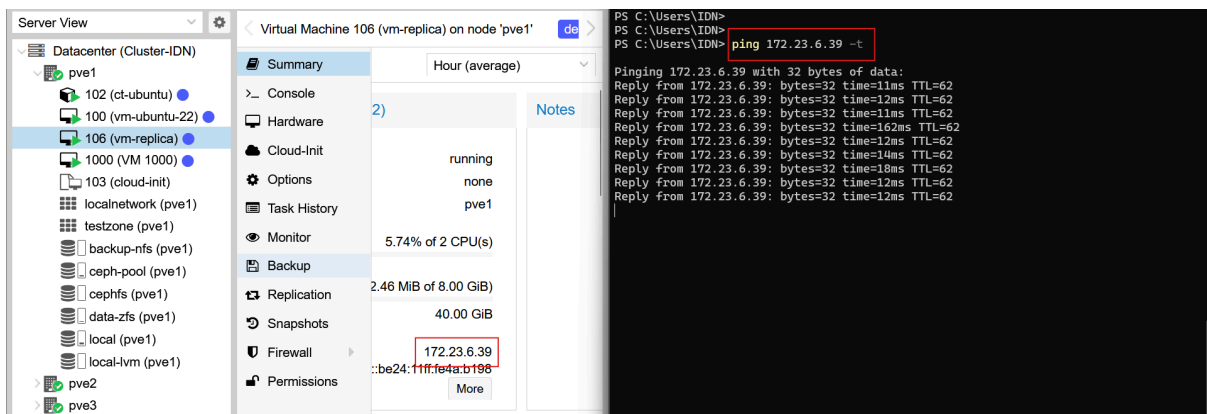
Name	Date	Format	Size
vm-106-disk-0		raw	1.05 MB
vm-106-disk-1		raw	42.95 GB
vm-106-disk-2		raw	4.19 MB

pve2

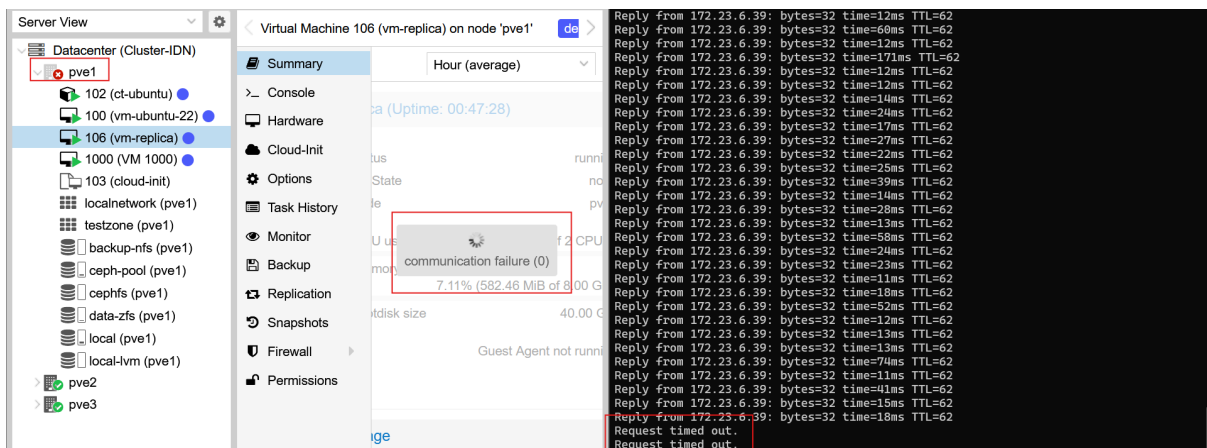


pve3

Coba matikan node dimana VM/container berjalan, pada contoh ini node pve1. Sebelum dimatikan, jalankan ping ke VM/container tersebut:



Setelah dimatikan, maka VM/container tidak dapat diakses:



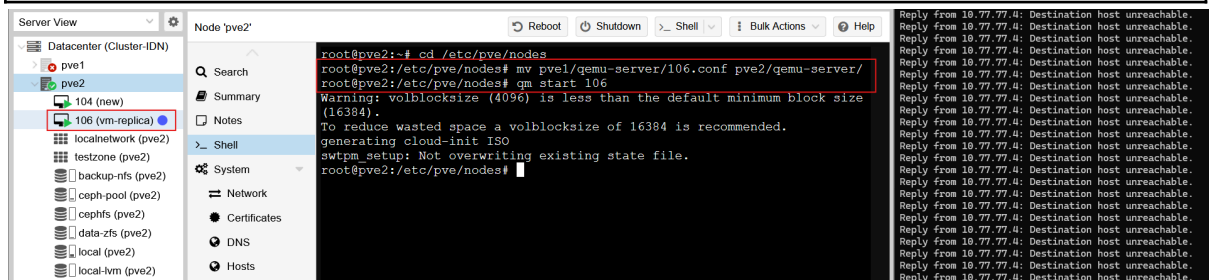
Untuk melakukan pemulihan VM/container tersebut, pindahkan konfigurasinya melalui Shell pada node yang masih menyala dengan perintah berikut:

```

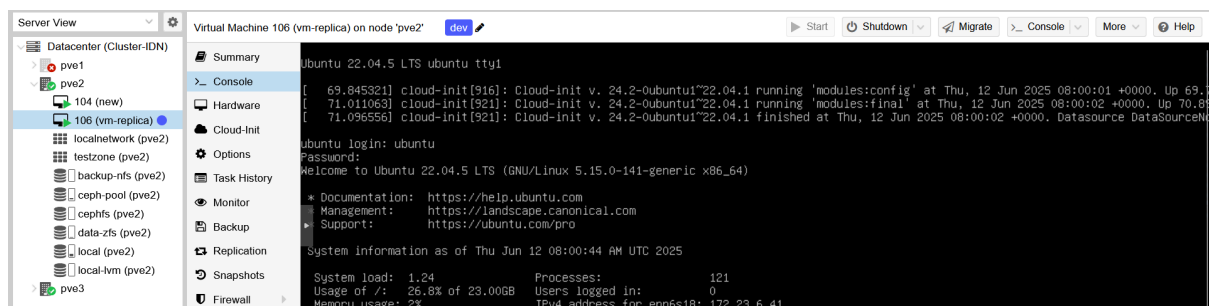
mv /etc/pve/nodes/node-sumber/qemu-server/vmid.conf
/etc/pve/nodes/node-target/qemu-server/vmid.conf
  
```

Dan jalankan VM dengan perintah berikut:

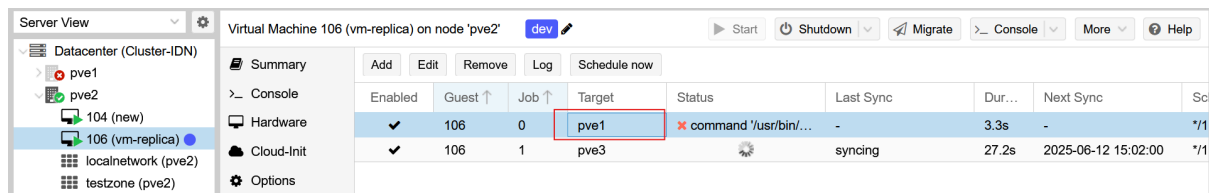
```
qm start vmid
```



Tunggu proses booting VM/container hingga selesai, maka VM/container kembali berjalan dan bisa diakses:



Setelah dipindahkan, Replication Job akan mengubah target node menjadi sebaliknya:



Setelah node yang mati kembali hidup, maka replication job akan kembali normal:

