

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA VIRTUALISASI SERVER SEBAGAI BASIS LAYANAN INFRASTRUCTURE AS A SERVICE PADA JARINGAN CLOUD

Deni Marta¹, M. Angga Eka Putra², Guntoro Barovich³

^{1,2,3} STMIK PalComTech

e-mail: ¹denimarta61@gmail.com, ²angga.palcomtech2014@gmail.com,
³guntoro@palcomtech.ac.id

ABSTRAK

Komputasi awan memberikan kemudahan dan kenyamanan pada setiap layanannya. Infrastructure as a Service merupakan salah satu layanan komputasi awan yang menjadi pilihan beberapa pengguna, sangat penting untuk mengetahui performa dari masing-masing platform yang ada agar mendapatkan hasil maksimal sesuai dengan kebutuhan kita. Dalam penelitian ini, menguji 3 platform penyedia layanan cloud computing yaitu VMWare ESXi, XenServer, dan Proxmox, dengan menggunakan metode penelitian tindakan. Dari hasil pengukuran performa yang dilakukan, kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan batas minimal dan maksimal. Indikator yang diuji yaitu response time, throughput, dan resource-utilization sebagai perbandingan implementasi performa virtualisasi server. Pada pengujian resource utilization saat kondisi menginstall sistem operasi, penggunaan CPU pada platform Proxmox menunjukkan penggunaan terendah yaitu 10,72%, dan penggunaan RAM terendah yaitu 53,32% juga pada platform Proxmox. Pada pengujian resource utilization saat kondisi idle menunjukkan penggunaan terendah yaitu 5,78% pada platform Proxmox, Sedangkan penggunaan RAM terendah yaitu 57,25% pada platform VMWare ESXi. Pengujian resource utilization rata-rata menunjukkan bahwa platform Proxmox lebih baik. Pada pengujian throughput saat pengukuran upload dari platform XenServer lebih baik yaitu 1,37 MB/s, sedangkan pengujian throughput saat pengukuran download platform VMWare ESXi lebih baik yaitu 1,39 MB/s. Pada pengujian response time menunjukkan platform VMWare ESXi sebagai yang tercepat yaitu 0,180 sec.

Kata kunci: *Infrastructure as a Service, Proxmox, VMWare ESXi, XenServer, Action Research.*

ABSTRACT

Cloud Computing provides convenience and comfort to every service. Infrastructure as a Service is one of the cloud computing services that is a choice of several users, it is very important to know the performance of each existing platform in order to get the maximum result according to our needs. In this study, testing 3 platforms of cloud computing service providers are VMWare ESXi, XenServer, and Proxmox, using action research methods. From the results of performance measurements, then analyzed and compared with the minimum and maximum limits. The tested indicators are response time, throughput, and resource-utilization as a comparison of server virtualization performance implementations. In the resource utilization testing when the condition of installing an operating system, CPU usage on the Proxmox platform shows the lowest usage of 10.72%, and the lowest RAM usage of 53.32% also on the Proxmox platform. In the resource test utilization when idle state shows the lowest usage of 5.78% on the Proxmox platform, while the lowest RAM usage is 57.25% on the VMWare ESXi platform. The mean resource utilization tests indicate that the Proxmox platform is better. At the throughput test when the upload measurement of the XenServer platform is better 1.37 MB/s, while the throughput test when the download of the VMWare ESXi platform is better than 1.39 MB/s. On response time testing shows the platform VMWare ESXi as the fastest is 0.180 sec.

Keywords: *Infrastructure as a Service, Proxmox, VMWare ESXi, XenServer, Action Research.*

Author Korespondensi (*Guntoro Barovich*)

Email : guntoro@palcomtech.ac.id

I. PENDAHULUAN

Komputer adalah sebuah mesin yang pada dasarnya digunakan untuk menyelesaikan perhitungan matematis atau komputasi matematis. Pesatnya perkembangan teknologi saat ini berakibat pada kurangnya pemanfaatan komputer dengan kapasitas teknologi, memori, dan kecepatan prosesor yang kecil. Kebutuhan akan sumber daya komputer dengan skala besar menghasilkan beberapa metode komputasi, salah satunya adalah cloud computing.

Cloud computing memberikan kemudahan dan kenyamanan pada setiap layanannya. Layanan-layanan pada *cloud computing* yaitu *Infrastructure as a Service*, *Platform as a Service*, dan *Software as a Service*[1]. *Infrastructure as a Service* merupakan salah satu layanan *cloud computing* yang menjadi pilihan beberapa pengguna dimana mereka mendapat akses penuh terhadap *hardware* secara virtual : CPU, RAM, dan *Disk Storage*. Penggunaan *Infrastructure as a Service* mencakup berbagai bidang diantaranya bidang bisnis, karena perusahaan yang menggunakan layanan tersebut tidak perlu memikirkan biaya perawatan server, inilah kelebihan yang ditawarkan oleh pengelola *Infrastructure as a Service*.

Virtualisasi adalah sebuah teknologi yang memungkinkan kita tidak melihat secara nyata spesifikasi yang ada didalamnya seperti sistem operasi, storage data, memori dan bahkan *bandwidth*[2]. Teknologi virtualisasi merupakan penggunaan perangkat lunak yang memungkinkan satu perangkat keras untuk mengoperasikan beberapa sistem operasi dan service lainnya pada saat bersamaan, dengan tujuan mengoptimalkan penggunaan prosesor dan menghindari pemborosan daya listrik serta pengeluaran biaya yang berlebihan untuk server. Virtualisasi server ada yang bersifat *open source* dan berbayar, diantaranya Proxmox, VMWare, dan XenServer. Dari beberapa platform tersebut tentunya terdapat beberapa perbedaan mulai dari fitur atau fasilitas dan yang paling utama adalah performa. Maka dari itu, sangat penting untuk mengetahui performa dari platform Proxmox, VMWare, dan XenServer dengan indikator *response time*, *throughput*, dan *resource*

utilization sejauh mana kemampuan dari masing-masing platform tersebut dalam menjalankan virtualisasi agar dapat menjadi referensi dalam memilih virtual server yang cocok untuk diimplementasikan baik bagi perusahaan atau individual atau perorangan.

Penelitian [3] berhasil membangun sebuah *private cloud computing* dengan layanan *Infrastructure as a Service* (IaaS), hasil dari pengujiannya didapatkan presentasi pencapaian kinerja *turnaround time*, *response time*, dan *throughput* sebesar 9.03%, 8.55%, dan 0.35% sedangkan resource sebuah mesin server hingga penggunaan CPU mencapai 100% pada seluruh core dan penggunaan memori meningkat sebanyak 178 MB dengan jumlah mesin virtual yang dibuat didalam satu node sebanyak sepuluh. Penelitian [4] berhasil membandingkan server virtual dan server konvensional dengan hasil *response time* 7,6 ms, *turnaround time* 39,964 dan *throughput* 61,7 KB/s. Pada penelitian ini penulis menghasilkan sebuah rekomendasi untuk menentukan jumlah server virtual yang bisa dibuat dalam sebuah server cloud dengan layanan IAAS dengan catatan server penyedia layanan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Sedangkan peneliti [4] merencanakan penelitian menggunakan metode *Action Research* yang merupakan dapat digunakan sebagai penelitian pada bidang pendidikan dan berhasil mengetahui kualitas layanan internet dengan parameter QoS (*Quality of Services*) yang terdiri dari delay dan *packet loss* sangat berpengaruh terhadap kinerja jaringan yang ada di SMK Negeri 1 Bangkinang Kapasitas bandwidth juga berpengaruh terhadap nilai QoS. Seperti yang telah diamati kecepatan transfer data nilai rata-rata tertinggi terjadi di lab TKJ yaitu 10,7 kbps. Penulis mengambil beberapa indikator pengujian dari penelitian yang dilakukan peneliti [3] dan [5] serta perencanaan metode dari peneliti [4] yaitu *response time*, *throughput*, dan *resource utilization* dengan platform yang diuji yaitu Proxmox, VMWare ESXi, dan XenServer menggunakan metode *action research*.

Proxmox adalah sebuah distro linux virtualisasi berbasis Debian yang mengukung OpenZV dan KVM. Proxmox memungkinkan untuk melakukan manajemen terpusat dari banyak server fisik [6][7]. VMWare atau jika diartikan apa adanya menurut kata-kata adalah

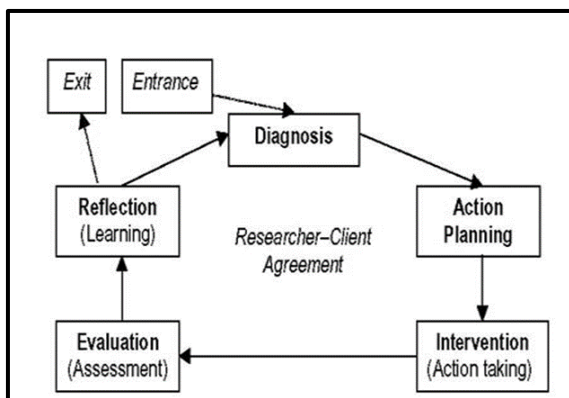
perangkat mesin virtual. VMWare adalah aplikasi yang sudah cukup matang dan sangat terpercaya untuk melayani lingkungan tidak nyata (virtual) terhadap solusi komputerisasi. XenServer adalah *open source virtual machine manager* dan monitor, dikembangkan oleh University of Cambridge. Dibuat dengan tujuan untuk menjalankan sampai dengan seratus sistem operasi berfitur penuh (*full feature OS*) di hanya satu komputer. Virtualisasi XenServer menggunakan teknologi paravirtualisasi menyediakan isolasi yang aman, pengaturan sumber daya, garansi untuk *quality-of-services*, dan *live migration* untuk sebuah mesin virtual[8][9].

Tabel 1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang Digunakan

Perangkat Keras	Perangkat Lunak
Processor Intel(R) Core(TM) i5-4440 3.10GHz sebagai PC Server	Proxmox VE 5.2
RAM 8 GB	VMWare ESXi 6.7
HDD 500GB 7200rpm	XenServer 7.6
Kabel UTP	Ubuntu 16.04.4 LTS
Switch 16 Port	Windows dan Linux sebagai Sistem Operasi
Laptop sebagai Client	Wireshark 2.6.6
	Siege 3.0.5

II. METODOLOGI

Metode penelitian yang penulis gunakan adalah action research atau penelitian tindakan. Action research sebagai metode penelitian yang didirikan atas asumsi bahwa teori dan praktek dapat secara tertutup diintegrasikan dengan pembelajaran dari hasil intervensi yang direncanakan setelah diagnosis yang rinci terhadap konteks masalah[10]. Tahapan-tahapan metode action research dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode Action Research[10]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Diagnosis

Pada tahap ini penulis memilih perangkat yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian baik perangkat keras maupun perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 1.

2. Action Planing

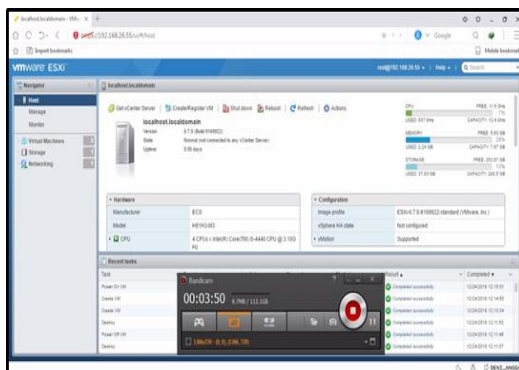
Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, peneliti akan melakukan pengujian dan pengamatan terhadap *resource utilization*, *throughput*, dan *response time*. Teknik pengujiannya sebagai berikut :

1. Pengujian *resource-utilization*, mencatat persentase penggunaan CPU dan memori pada saat penginstalan file ISO berupa sistem operasi ke dalam *virtual machine* secara bersamaan, 1 user menginstall 1 sistem operasi ke dalam virtual machine (VM). Penginstalan dimulai dari 2 VM, 4 VM, 6 VM, 8 VM, 10 VM, 12 VM, 14 VM, dan 16 VM yang mana setiap detik perubahan yang terjadi akan dicatat hingga penginstalan selesai serta pada saat virtual machine kondisi idle tanpa adanya proses apapun pada masing-masing platform selama 60 detik.
2. Pengujian *throughput*, 10 client melakukan transfer data berupa *upload* dan *download* file sebesar 100 MB pada setiap *virtual machine* di masing-masing platform kemudian hasilnya akan dihitung menggunakan perhitungan *throughput*.
3. Pengujian *response time*, dilakukan dengan menguji *virtual machine* pada platform Proxmox, VMWare, dan XenServer dengan memberikan *request* sebanyak 1000 *request* oleh 10 client dan mencatat waktu yang dibutuhkan mesin dalam memproses *request-request* tersebut.

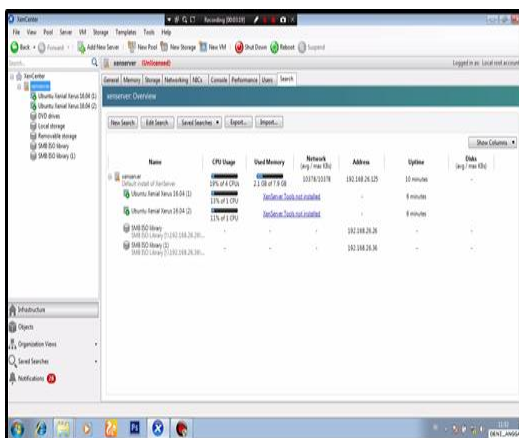
3. Action Tacking

Pada tahapan ini, peneliti melakukan pengujian *resource utilization*, *throughput*, dan *response time*. Dibawah ini penjelasan dari pengujian-pengujian yang dilakukan yaitu :

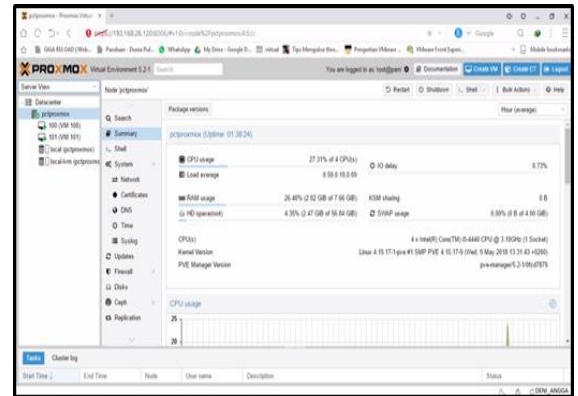
1. Pengujian *resource utilization* pada ESXi, XenServer, dan Proxmox mulai dari 2 VM, 4 VM, 6 VM, 8 VM, 10 VM, 12 VM, 14 VM, dan 16 VM. Yang mana setiap *virtual machine* diuji dengan menginstall sistem operasi pada *virtual machine* untuk 1 user menginstall 1 sistem operasi dan pada saat kondisi idle tanpa melakukan proses apapun, hasilnya berupa perbandingan persentase dari penggunaan CPU dan RAM dari masing-masing *platform* sampai dengan instalasi pada *virtual machine* selesai. Pencatatan persentase CPU dan RAM yang digunakan dapat dilihat dari fitur *monitoring* yang disediakan oleh masing-masing *platform* dapat dilihat pada gambar 2, gambar 3, dan gambar 4 :



Gambar 2. Monitoring pada VMWare ESXi



Gambar 3. Monitoring pada XenServer



Gambar 4. Monitoring pada Proxmox

2. Pengujian *throughput* pada ESXi, Proxmox, dan XenServer dengan melakukan proses transfer data berupa *upload* dan *download* file berukuran 100 MB oleh 10 client secara bersamaan pada *virtual machine*. Peneliti menggunakan Owncloud sebagai sarana transfer data dan Wireshark sebagai *software* yang memonitor paket dan waktu yang diperlukan dalam transfer data, pengujian dilakukan oleh 10 client pada 7 *virtual machine* dan hasilnya nanti akan dibandingkan *throughput* dari setiap *virtual machine* dari masing-masing *platform*. Salah satu bukti pengujian *throughput upload* dan *download* menggunakan wireshark dapat dilihat pada gambar 5.

Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit
\Device NPF_{7FD406AF-0178-42FE-A355-86C9A12B7036}	0 (0 %)	none	Ethernet	65535 bytes

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	110655	110655 (100.0%)	—
Time span, s	175.391	175.391	—
Average pps	630.9	630.9	—
Average packet size, B	1004	1004	—
Bytes	111146436	111146436 (100.0%)	0
Average bytes/s	633 k	633 k	—
Average bits/s	5069 k	5069 k	—

Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit
\Device NPF_{7FD406AF-0178-42FE-A355-86C9A12B7036}	0 (0 %)	none	Ethernet	65535 bytes

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	109657	109657 (100.0%)	—
Time span, s	126.552	126.552	—
Average pps	866.5	866.5	—
Average packet size, B	1011	1011	—
Bytes	110866140	110866140 (100.0%)	0
Average bytes/s	876 k	876 k	—
Average bits/s	7008 k	7008 k	—

Gambar 5. Pengujian Throughput Menggunakan Wireshark

3. Pengujian *response time* pada ESXi, XenServer, dan Proxmox dengan 10 client secara bersamaan melakukan 1000 *request* ke *virtual machine*. Pengujian dilakukan pada 7 *virtual machine* dan hasilnya berupa waktu yang akan dibandingkan antar *platform* tersebut. Salah satu bukti pengujian *response time* menggunakan siege dapat dilihat pada gambar 6.

```

Transactions:      1000 hits
Availability:      100.00 %
Elapsed time:      17.51 secs
Data transferred: 1.94 MB
Response time:     0.17 secs
Transaction rate:  57.09 trans/sec
Throughput:        0.11 MB/sec
Concurrency:       9.92
Successful transactions: 1000
Failed transactions: 0
Longest transaction: 0.26
Shortest transaction: 0.08
    
```

Gambar 6. Pengujian Response Time Menggunakan Siege

4. Evaluation

Pada tahapan *evaluation*, hasil dari pengujian perbandingan performa antara platform VMWare ESXi, XenServer, dan Proxmox akan diringkas. Hasil ringkasan pengujian *resource utilization*, *throughput*, dan *response time* dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4.

Tabel 2. Hasil Ringkasan Pengujian Resource Utilization (sample : install os pada vm bersamaan dan kondisi idle)

Rincian uji	VMWare ESXi		XenServer (XS)		Proxmox (PVE)	
	CP U (%)	RA M (%)	CP U (%)	RA M (%)	CP U (%)	RA M (%)
2 VM bersama	8,87	26,91	18,93	22,06	8,49	21,37
2 VM idle	11,88	27,20	11,90	26,60	3,13	32,00
4 VM bersama	7,92	31,80	26,16	38,11	8,02	32,63

4 VM idle	11,35	42,00	11,13	39,20	1,83	46,00
6 VM bersama	10,12	47,65	30,61	51,13	9,62	51,93
6 VM idle	19,60	55,00	17,68	51,90	7,22	76,00
8 VM bersama	13,91	67,68	27,76	61,98	13,04	76,14
8 VM idle	19,92	63,57	12,67	64,60	7,32	76,00
10 VM bersama	9,72	61,74	28,48	75,07	11,56	66,77
10 VM idle	4,27	66,00	14,17	77,20	9,17	70,84
12 VM bersama	14,84	84,88	32,63	86,35	13,60	71,09
12 VM idle	9,27	89,73	13,83	89,90	6,00	79,47

Tabel 3. Hasil Ringkasan Pengujian Throughput (10 client upload/download)

Rincian uji	Throughput (MB/s)					
	Upload			Download		
	ESXi	PVE	XS	ESXi	PVE	XS
Ke 1 VM	1,102	1,154	1,645	0,837	0,705	1,326
Ke 2 VM	0,608	0,934	1,605	1,218	1,609	1,247
Ke 3 VM	0,984	1,043	1,216	2,262	0,94	1,272
Ke 4 VM	0,573	0,919	1,447	1,447	1,731	1,207
Ke 5 VM	1,109	0,89	1,148	1,902	0,99	1,274
Ke 6 VM	0,822	0,815	1,135	1,155	0,833	0,762
Ke 7 VM	VM	1,201	1,390	0,913	0,919	0,792

Tabel 4. Hasil Ringkasan Pengujian Response Time (1000 Request)

Rincian Pengujian	Response Time (sec)		
	VMWare ESXi	Proxmox	Xen Server
1 VM	0,17	0,19	0,21
2 VM	0,18	0,18	0,2

3 VM	0,21	0,19	0,2
4 VM	0,19	0,2	0,2
5 VM	0,17	0,19	0,2
6 VM	0,17	0,2	0,21
7 VM	0,17	0,19	0,21

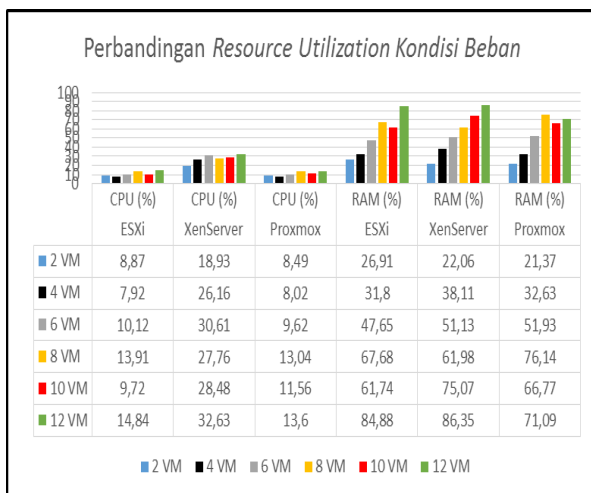
5. Reflection

Pada tahapan ini, peneliti melakukan pengumpulan data hasil pengujian yang telah dilakukan yang kemudian dilakukan perbandingan performa berdasarkan kriteria pengujian yang akan disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah dalam melakukan analisa dalam mencari permasalahan perbedaan performa tersebut.

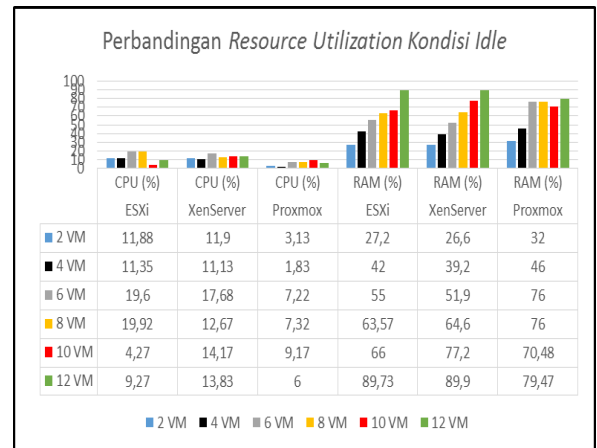
B. Pembahasan

1. Perbandingan Resource Utilization ESXi, XenServer, dan Proxmox.

Perbandingan dengan indikator *resource utilization* dibagi menjadi 2 pengujian, yaitu pada kondisi virtual server dibebani dengan menginstall sistem operasi dan pada kondisi *idle* tanpa melakukan apapun dapat dilihat pada gambar 7. dan gambar 8.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Resource Utilization Kondisi Beban



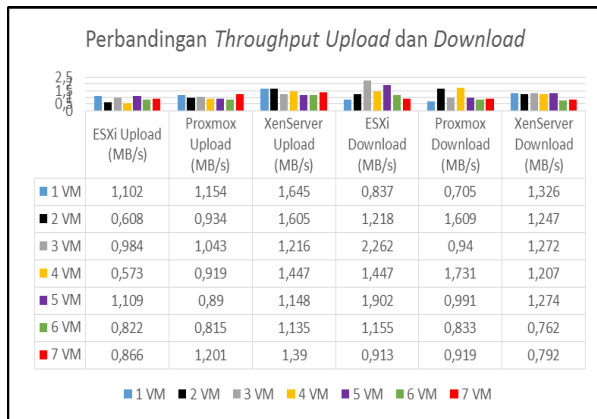
Gambar 8. Grafik Perbandingan Resource Utilization Kondisi Idle

Gambar 7. menjelaskan tentang grafik dari hasil pengujian *resource utilization* pada kondisi menginstall sistem operasi. Rata-rata penggunaan CPU dari VMWare ESXi, XenServer, dan Proxmox yaitu 10,90%, 27,43%, dan 10,72%. Sedangkan penggunaan RAM yaitu 53,44%, 55,78%, dan 53,32%. Dari grafik tersebut terlihat penggunaan CPU dan RAM pada Proxmox lebih baik karena penggunaan CPU dan RAM yang kecil dibandingkan VMWare ESXi dan XenServer yaitu 10,72% dan 53,32%.

Gambar 8. menjelaskan tentang grafik dari hasil pengujian *resource utilization* pada kondisi *idle* tanpa melakukan apapun. Rata-rata penggunaan CPU dari VMWare ESXi, XenServer, dan Proxmox yaitu 12,72%, 13,56%, 5,78%. Sedangkan penggunaan RAM yaitu 57,25%, 58,23%, 63,33%. Dari grafik tersebut terlihat penggunaan CPU dari Proxmox lebih baik yaitu 5,78%, dan untuk penggunaan RAM VMWare EXSi lebih baik yaitu 57,25%.

2. Perbandingan Throughput ESXi, XenServer, dan Proxmox.

Perbandingan throughput ini didapatkan dari 10 client yang melakukan *upload* dan *download* pada *virtual machine* yang telah di install owncloud. Untuk lebih jelas hasil perbandingannya dapat dilihat tabel 9.

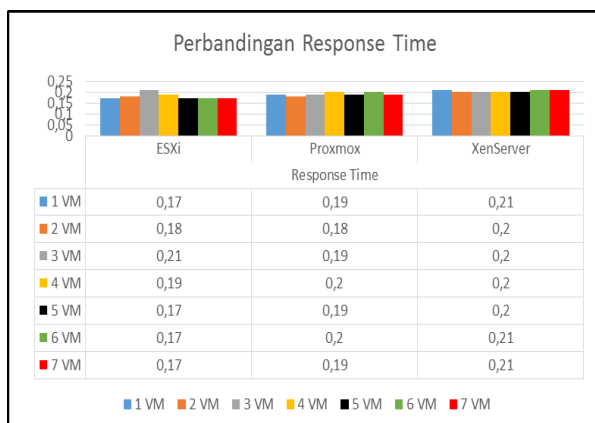


Gambar 9. Grafik Perbandingan Throughput Upload dan Download

Gambar 9. menjelaskan tentang grafik dari hasil perbandingan throughput *upload* dan *download* yang dilakukan oleh 10 client. Rata-rata hasil *throughput upload* pada platform VMWare ESXi, Proxmox, dan XenServer yaitu 0,886 MB/s, 0,994 MB/s, dan 1,369 MB/s. Sedangkan hasil *throughput download* yaitu 1,391 MB/s, 1,104 MB/s, dan 1,126 MB/s. Dari grafik tersebut terlihat *throughput upload* dari XenServer lebih baik yaitu 1,369 MB/s, sedangkan *throughput download* VMWare ESXi lebih baik yaitu 1,391 MB/s.

3. Perbandingan Response Time VMWare ESXi, XenServer, dan Proxmox

Perbandingan *response time* dari VMWare ESXi, Proxmox, dan XenServer yaitu 10 client melakukan 1000 *request* kepada *virtual machine* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Response Time

Gambar 10. menjelaskan tentang hasil dari perbandingan *response time* yang mana

dilakukan 1000 *request* oleh 10 client terhadap virtual server dari platform VMWare ESXi, Proxmox, dan XenServer. Rata-rata hasil perbandingan *response time* dari VMWare ESXi, Proxmox, dan XenServer yaitu 0,180 sec, 0,191 sec, dan 0,204. Dari grafik tersebut dapat dilihat *response time* dari VMWare ESXi lebih baik karena waktu yang dibutuhkan untuk merespon *request* yang diberikan lebih kecil dibandingkan dengan Proxmox dan XenServer yaitu 0,180 sec.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Dari hasil pengujian *resource utilization* pada kondisi menginstall sistem operasi, rata-rata penggunaan CPU dan RAM pada Proxmox lebih baik yaitu 10,72% dan 53,32%. Ini dikarenakan fitur teknologi OpenVZ yang ada pada Proxmox, fitur ini berperan dalam membagi *resource*. Akan tetapi pada saat kondisi idle tanpa melakukan apapun, fitur ini tidak terlalu berperan dibuktikan dengan penggunaan RAM pada VMWare ESXi lebih baik yaitu 57,25% dari platform lainnya.

Pada pengujian *resource utilization* batas maksimal *virtual machine* yang dapat menginstall sistem operasi pada platform Proxmox lebih banyak yaitu dengan 16 *virtual machine* sedangkan platform VMWare ESXi dan XenServer dapat menampung hanya 12 *virtual machine*. Hal ini karena Proxmox menggunakan *virtual memory* untuk setiap virtual server.

Dari hasil perbandingan *throughput upload* dan *download* yang dilakukan oleh 10 client melakukan *upload* dan *download file* berukuran 100MB, rata-rata *throughput upload* dari XenServer lebih baik yaitu 1,369 MB/s sedangkan *throughput download* VMWare ESXi lebih baik yaitu 1,391 MB/s. Pada pengujian *throughput* ada beberapa faktor yang menyebabkan cepat lambatnya proses transfer data diantaranya yaitu antrian data pada saat melakukan transfer data secara bersamaan bahkan mengakibatkan error.

Perbandingan *response time* yang mana dilakukan 1000 *request* oleh 10 client, rata-rata hasil perbandingan *response time* VMWare ESXi lebih baik yaitu 0,180 sec karena waktu yang dibutuhkan untuk merespon *request* yang diberikan lebih kecil.

2. Saran

Saran yang bisa diberikan bagi peneliti berikutnya yang ingin melakukan penelitian serupa ataupun berhubungan dengan virtualisasi pada teknologi jaringan *cloud*. Sebaiknya perangkat teknologi pendukung *cloud computing* khususnya sistem server, sebaiknya menggunakan sistem komputer yang khusus untuk server agar hasil pengujian bisa didapatkan secara maksimal serta bisa menggunakan parameter atau variabel pengujian yang lebih kompleks lagi.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan penghargaan dan penghormatan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

- a. Kaprodi Teknik Informatika yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menggunakan fasilitas laboratorium dalam membangun, mengimplementasikan dan melakukan pengujian sistem *cloud* yang penulis teliti.
- b. Rekan-rekan mahasiswa sebagai responden yang telah meluangkan waktu untuk menguji sistem yang penulis teliti.

REFERENSI

- [1] T. Fajrin, "Analisis Sistem Penyimpanan Data Menggunakan Sistem Cloud Computing Studi Kasus SMK N 2 Karanganyar," *Indones. J. Netw. Secur. Vol.1, No. 1*, vol. 1, no. November, hal. 31–35, 2012.
- [2] B. Widayanto, R. Munadi, dan R. Mayasari, "Implementasi dan Analisis Perbandingan Performansi VoIP Server pada VPS Berbasis OpenVZ dan Cloud Computing," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2 Agustus, hal. 3195–3202, 2015.
- [3] W. Arsa dan K. Mustofa, "Perancangan dan Analisis Kinerja Private Cloud Computing dengan Layanan Infrastructure-As-A-Service (IAAS)," (*Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 8, no. 2, hal. 2013, 2013.
- [4] H. Ramadhan, E. Saputra, dan M. Fronita, "Analisis Kinerja Jaringan Internet Menggunakan Metode RMA (Realibility, Maintainability And Availability) Dan QOS(Quality Of Service) (Studi Kasus: SMK Negeri 1 Bangkinang)," *J. Rekayasa Dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2 Agustus, hal. 56–60, 2016.
- [5] I. G. N. W. Arsa, "Perbandingan dan Rekomendasi Server Sebagai Penyedia Layanan Infrastruktur Cloud Computing," *Semnasteknomedia online*, vol. 6, no. 1, Februari, hal. 7–12, 2018.
- [6] O. W. Purbo, *Membuat Sendiri Cloud Computing Server Menggunakan Open Source*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2012.
- [7] A. Kovari dan P. Dukan, "KVM & OpenVZ virtualization based IaaS open source cloud virtualization platforms: OpenNode, Proxmox VE," *Jubil. Int. Symp. Intell. Syst. Informatics, SISY 2012*, vol. 10, hal. 335–339, 2012.
- [8] Athailah, *Buku Pintar Virtualisasi*. Yogyakarta: Andi Offset, 2016.
- [9] R. F. Aswariza, D. Perdana, dan R. M. Negara, "Analisis Throughput Dan Skalabilitas Virtualized Network Function VyOS Pada Hypervisor VMWare ESXi, XEN, DAN KVM," *J. Infotel*, vol. 9, no. 1, Februari, hal. 70, 2017.
- [10] C. Mukmin, "Efisiensi Maintenance Laboratorium Komputer Berbasis Jaringan," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Bisnis, dan Desain*, hal. 102–105, 2017.