

ANALISIS PERFORMA *LIVE VIRTUAL MACHINE MIGRATION* DENGAN BEBAN KARAKTERISTIK VIDEO RENDERING

Arief Satriana Ulfa, *Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro*

Abstract — *Cloud Computing is becoming a popular issue on networking technologies who role to facilitate communication between the computer services with a combination of Internet-based virtual servers. In this research, requirements for production of PT. TVKU is require the device to perform the rendering process with high computing, so it requires a resource and cost a bit. In cloud computing, server power consumption usually reach 70% of its maximum power consumption even at a low utilization rate. The impact will create a significant increase in the consumption of energy resources in the data center. Migration time performance analysis and QoE (Quality of Experience) Live Virtual Machine Migration in Cloud Computing with high cpu load characteristics proposed in this research by using OpenStack as a cloud operating system. The result achieved is to know the performance of the migration time that is proportional to the total rendering time. The longer time rendering, the longer the total time of migration. This is because the CPU usage reaches 100% at the time of rendering. Specify the start time of migration in a few moments after rendering runs is 20 seconds for video ads and news, and 420 seconds for the video weekly event. The results of this study indicate that the quality of the rendering when the virtual machine is migrated manually is 6 good quality video and 4 video quality is very less. The results obtained from a questionnaire given to respondents.*

Keywords — *Cloud Computing, Live VM Migration, Rendering, Migration Time, Downtime, QoE.*

I. PENDAHULUAN

Teknologi Informasi adalah sebuah teknologi yang dipergunakan untuk mengelola data sehingga dapat menghasilkan informasi yang berkualitas dan bernilai guna tinggi. Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi pun terus meningkat seiring dengan bertambahnya kebutuhan manusia, termasuk dalam bidang komunikasi data. Di dalam Teknologi Informasi dan Komunikasi, istilah berbagi (*sharing*) digunakan bila paling sedikit dua atau lebih *host* saling melakukan pertukaran data dan informasi. Teknologi Informasi dan Komunikasi memiliki peran penting pada organisasi maupun perusahaan, contohnya seperti dalam bidang komunikasi, sistem informasi, keamanan.

Dalam dunia *broadcasting* terdapat kebutuhan komputasi untuk mengolah data yang cukup besar. Data yang paling banyak digunakan dan dihasilkan adalah data video. Menurut Luo, Khoshgoftaar dan An (2005) [2] digital video telah berkembang dengan pesat dalam beberapa tahun terakhir, berkat perkembangan yang cepat dalam *software* dan *hardware* teknologi multimedia. Video adalah media yang efektif untuk menangkap informasi ruang dan waktu di dunia nyata, dan database yang besar untuk video dan gambar yang telah dibuat untuk berbagai aplikasi, seperti keamanan, perdagangan, kedokteran, geografi, pendidikan.

Rendering adalah proses membangun beberapa gambar atau video menjadi sebuah file video dengan menggunakan komputer. Perangkat yang dibutuhkan untuk *rendering* adalah perangkat yang bisa melakukan komputasi tinggi, sehingga dibutuhkan *resource* dan biaya yang tidak sedikit. Selain itu, pada saat *rendering* sedang berjalan, seorang editor tidak dapat mengedit atau melakukan *rendering* video lainnya. Editor harus menunggu hingga *rendering* selesai, lalu dapat melakukan edit atau proses *rendering* lainnya. Optimalisasi perangkat pada perusahaan *broadcast* dapat dilakukan dengan membangun infrastruktur *cloud computing* untuk *rendering*. Dengan adanya *cloud computing*, proses edit dapat dilakukan di komputer fisik editor, sedangkan untuk *rendering* dapat dikirimkan ke *cloud server* dan dapat dimanfaatkan untuk *online sharing* antar pengguna.

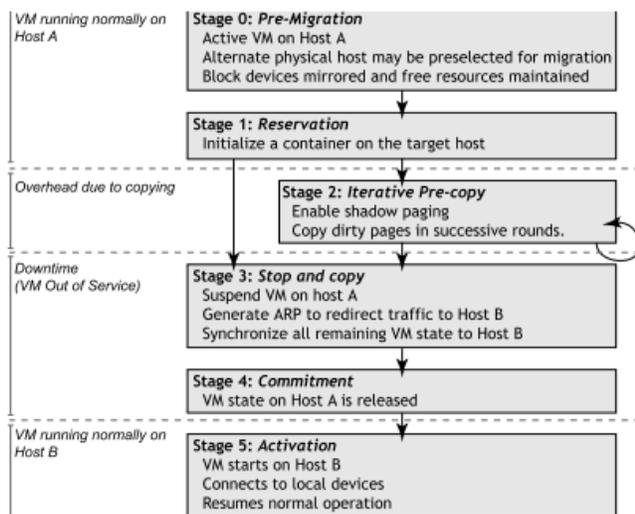
Cloud Computing telah menjadi isu populer dengan kemajuan saat ini di teknologi jaringan [1]. *Cloud Computing* berperan dalam layanan komunikasi antar komputer yang dikombinasikan dengan internet berbasis server *virtual*. *Cloud computing* mempermudah pengguna untuk saling berbagi sumber daya perangkat keras dan perangkat lunak. Kebutuhan pengguna akan mobilitas yang semakin tinggi membuat pengguna menginginkan sebuah perangkat komunikasi dapat di manfaatkan untuk berbagai layanan komunikasi. Contohnya seperti penyimpanan data pribadi, data perusahaan, *online sharing* dan

kolaborasi. Dalam perkembangan layanan *cloud computing* di bagi menjadi tiga kategori, *Software as a Service*, *Platform as a Service*, dan *Infrastructure as a Service*.

Pada *cloud computing*, konsumsi daya server biasanya mencapai 70% dari konsumsi daya maksimumnya bahkan pada tingkat utilisasi yang rendah [3]. Dampaknya akan membuat peningkatan signifikan dalam konsumsi sumber daya energi pada *data center* [4]. Tidak hanya itu, dibutuhkan juga sumber daya yang besar untuk proses komputasi dengan beban kerja yang tinggi, sehingga muncul metode *Live Virtual Machine (VM) Migration*. *Live VM Migration* adalah teknik migrasi atau memindahkan seluruh sistem operasi dan aplikasi yang sedang berjalan dari mesin fisik satu ke mesin fisik lain untuk menciptakan efisiensi energi, ketersediaan tinggi dari *load balancing* dari server fisik di tengah *Cloud Data*. *Live VM Migration* berjalan tanpa mengganggu aplikasi yang berjalan di atasnya [3]. Dengan *Live VM Migration*, di sisi lain, *host* asli (mesin fisik) dapat dinonaktifkan ketika migrasi selesai [5].

Dari beberapa penelitian di atas belum ada penelitian untuk melakukan analisis performa waktu migrasi dan downtime *Live VM Migration* dengan *high cpu load* karakteristik. Dimana karakteristik *high cpu load* berupa rendering video dalam tiap *virtual machine*. Penulis bermaksud melakukan analisis performa *Live VM Migration* pada *cloud computing* dengan menggunakan *Openstack* sebagai *cloud operating system*. Hasil yang ingin dicapai adalah mengetahui performa waktu migrasi, *downtime* serta mengetahui dampak atau pengaruh kualitas hasil rendering ketika *Virtual Machine* dimigrasikan secara manual. Oleh karena itu diperoleh judul “Analisis Performa *Live Virtual Machine Migration* Dengan Beban Karakteristik Video Rendering”.

II. METODE YANG DIUSULKAN



Gambar 1

Berdasarkan gambar 1 proses *live virtual machine migration* dimulai dengan tahap *pre-migration*, dimana *VM* aktif pada *host* awal dan kemudian dilakukan pemilihan *host* tujuan. Setelah *host* tujuan dipilih dilanjutkan dengan tahap *reservation* atau pemesanan

tempat pada *host* tujuan. Tahap *iterative pre-copy* dilakukan *copy memory* dari *host* awal ke *host* tujuan secara *iterative* atau berulang-ulang. Setelah itu dilanjut tahap *stop and copy* yaitu proses *suspend VM* dan pindahnya *VM* ke *host* tujuan. Sinkronisasi *VM* dari *host* awal ke *host* tujuan mengakhiri proses *stop and copy*. Tahap selanjutnya adalah tahap *commitment*, *VM release* yang kemudian *VM* di jalankan kembali pada *host* tujuan.

Data yang akan digunakan *live VM migration* ada tiga jenis, yaitu :

- Video rendering jenis berita dengan durasi antara 60 detik s/d 180 detik dengan kualitas *DVD* (720 x 576 pixel)
- Video rendering jenis iklan dengan durasi antara 30 detik s/d 60 detik dengan kualitas *HD* (1280 x 720 pixel)
- Video rendering jenis acara dengan durasi antara 25 menit s/d 35 menit dengan kualitas *HD* (1280 x 720 pixel)

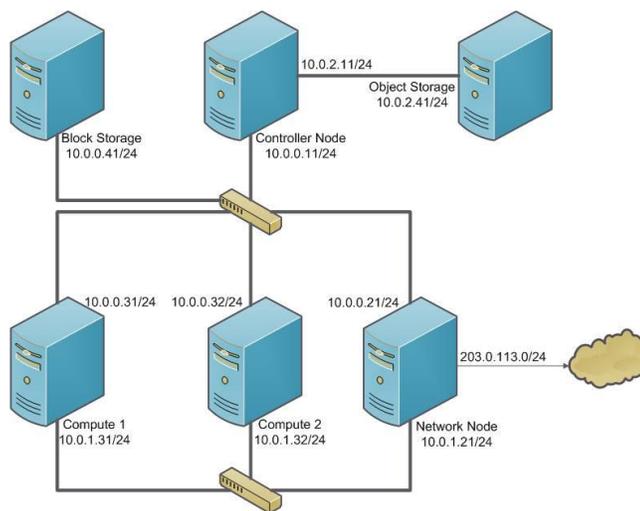
Berikut adalah jenis *instance* yang digunakan :

Tabel 1

Instance Name	VCPUs	RAM	Root Disk	Sistem Operasi	Aplikasi Render
Medium	2	4096 MB	80GB	Windows 7 64 bit	Adobe Premier
Large	2	8192 MB	80GB	Windows 7 64 bit	Adobe Premier

III. IMPLEMENTASI

Topologi yang digunakan pada penelitian ini adalah :



Gambar 2

Dalam perancangan *cloud computing* ini terdapat 3 server fisik dan 3 server virtual. *Controller node* memiliki nama *Controller*, *Compute node* memiliki nama *Compute1* dan *Compute2*, *Network node* memiliki nama *Network*, *Block Storage* memiliki nama *Block1*, dan *Object Storage* memiliki nama *Object1*. Terdapat tiga jaringan yang ada di rancangan ini. Pertama adalah jaringan manajemen, jaringan ini menghubungkan segala komunikasi antar node-node

baik permintaan dari *controller* maupun node lain. Kedua adalah jaringan data, jaringan ini menghubungkan *compute node* dengan *network node* untuk menjalankan proses migrasi. Ketiga adalah jaringan eksternal, jaringan ini menghubungkan *cloud compute* dengan pengguna.

IV. HASIL PENELITIAN

Pada tahap ini dilakukan dua pengujian yaitu pengujian yang dilakukan oleh penulis dan pengujian dengan menyebarkan kuisioner ke responden. Berikut skenario penelitian :

1. Skenario 1 : Pengujian dengan *load* berita, *live migration* dilakukan saat render berjalan 20 detik. Tujuannya agar *rendering* berjalan dengan stabil terlebih dahulu sebelum migrasi. *Load* ini diberikan pada masing-masing *instance* yaitu *medium* dan *large*. Setelah *rendering* dan migrasi selesai, dilakukan pengujian *QoE* terhadap hasil render.
2. Skenario 2 : Pengujian dengan *load* iklan, *live migration* dilakukan saat render berjalan 20 detik. Tujuannya agar *rendering* berjalan dengan stabil terlebih dahulu sebelum migrasi. *Load* ini diberikan pada masing-masing *instance* yaitu *medium* dan *large*. Setelah *rendering* dan migrasi selesai, dilakukan pengujian *QoE* terhadap hasil render.
3. Skenario 3 : Pengujian dengan *load* acara, *live migration* dilakukan saat render berjalan 20 detik. Tujuannya agar *rendering* berjalan dengan stabil terlebih dahulu sebelum migrasi. *Load* ini diberikan pada masing-masing *instance* yaitu *medium* dan *large*. Setelah *rendering* dan migrasi selesai, dilakukan analisis total waktu migrasi dan pengujian *QoE* terhadap hasil render.

Total waktu migrasi diperoleh dari log *nova-compute* yang ada di */var/log/nova/nova-compute.log* pada *compute1* dan *compute2*. Selama migrasi berjalan, dilakukan monitoring log untuk mendapatkan waktu mulai dan waktu selesai migrasi yang akurat. Waktu mulai migrasi ditandai dengan *starting connection controller*, dan waktu akhirnya diperoleh dari log *migrating instance finished successfully*. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian pada *instance medium* :

Tabel 2

No	Load Video	Waktu Render	Waktu Migrasi	Down-time	Ket. Migrasi	Ket. Video
1	BERITA	13:11	12:56	0.779	Sukses	Diputar
2	IKLAN	02:15	02:02	1.228	Sukses	Diputar
3	ACARA-1	47:52	41:55	1.233	Sukses	Error
4	ACARA-2	1:02:34	-	0.976	Error	Error
5	ACARA-3	39:38	33:12	1.425	Sukses	Error

Berdasarkan tabel 2, *load* jenis berita dengan durasi video 2 menit 53 detik membutuhkan waktu selama 13 menit 11 detik untuk *rendering*. Dari log *load* berita diperoleh waktu migrasi selama 12 menit 56 detik. *Rendering* dan migrasi diketahui sukses migrasi serta video berita dapat di putar dengan *media player*. *Load* jenis iklan dengan durasi 55 detik membutuhkan waktu selama 2 menit 15 detik untuk

rendering. Waktu migrasi yang diperoleh dari log adalah 2 menit 2 detik dengan hasil sukses diputar pada *media player* dan sukses migrasi.

Load jenis acara-1 dengan durasi video 8 menit 38 detik membutuhkan waktu selama 47 menit 52 detik untuk *rendering*. Waktu migrasi yang diperoleh dari log adalah 41 menit 55 detik dengan hasil sukses migrasi, namun video ini mengalami *error* sehingga hasil render tersebut ketika diputar dengan *media player* hanya menampilkan *black screen* saja.

Load jenis acara-2 dengan durasi video 14 menit 41 detik membutuhkan waktu selama 1 jam 2 menit 34 detik untuk *rendering*. Migrasi dengan *load* acara-2 mengalami *error* dan gagal, sehingga video hasil render juga rusak.

Load jenis acara-3 dengan durasi video 9 menit 53 detik membutuhkan waktu selama 39 menit 38 detik untuk *rendering*. Waktu migrasi yang diperoleh dari log adalah 33 menit 12 detik dengan hasil sukses migrasi, namun video ini mengalami *error* sehingga hasil render tersebut ketika di putar dengan *media player* hanya menampilkan *black screen* saja.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian pada *instance large* :

Tabel 3

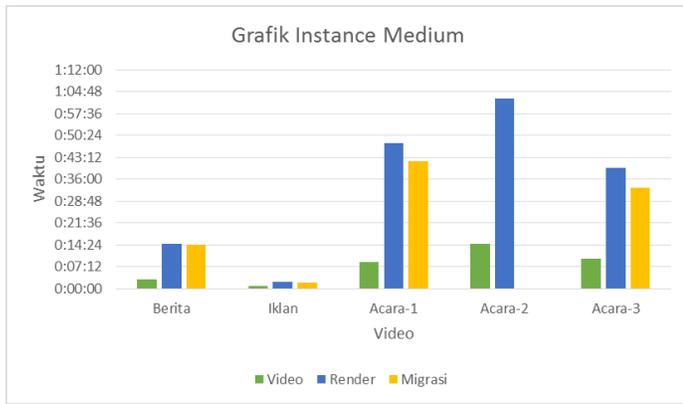
No	Load Video	Waktu Render	Waktu Migrasi	Down-time	Ket. Migrasi	Ket. Video
1	BERITA	12:35	12:24	0.138	Sukses	Diputar
2	IKLAN	1:57	01:47	0.759	Sukses	Diputar
3	ACARA-1	45:54	39:19	1.157	Sukses	Diputar
4	ACARA-2	1:02:09	-	1.249	Error	Error
5	ACARA-3	41:10	34:41	0.860	Sukses	Diputar

Berdasarkan tabel 3, *load* jenis berita dengan durasi video 2 menit 53 detik membutuhkan waktu selama 12 menit 35 detik untuk *rendering*. Dari log *load* berita diperoleh waktu migrasi selama 12 menit 24 detik. *Rendering* dan migrasi diketahui sukses migrasi serta video berita dapat di putar dengan *media player*. *Load* jenis iklan dengan durasi 55 detik membutuhkan waktu selama 1 menit 57 detik untuk *rendering*. Waktu migrasi yang diperoleh dari log adalah 1 menit 47 detik dengan hasil sukses diputar pada *media player* dan sukses migrasi.

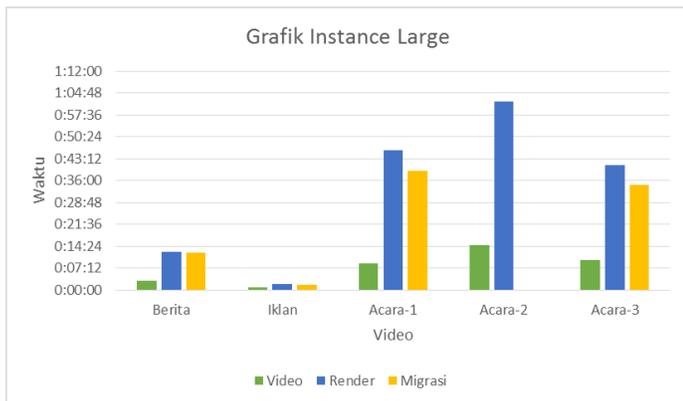
Load jenis acara-1 dengan durasi video 8 menit 38 detik membutuhkan waktu selama 45 menit 54 detik untuk *rendering*. Waktu migrasi yang diperoleh dari log adalah 39 menit 19 detik dengan hasil sukses migrasi dan sukses diputar pada *media player*.

Load jenis acara-2 dengan durasi video 14 menit 41 detik membutuhkan waktu selama 1 jam 2 menit 9 detik untuk *rendering*. Migrasi dengan *load* acara-2 mengalami *error* dan gagal, sehingga video hasil render juga rusak.

Load jenis acara-3 dengan durasi video 9 menit 53 detik membutuhkan waktu selama 41 menit 10 detik untuk *rendering*. Waktu migrasi yang diperoleh dari log adalah 34 menit 41 detik dengan hasil sukses migrasi dan sukses diputar pada *media player*.

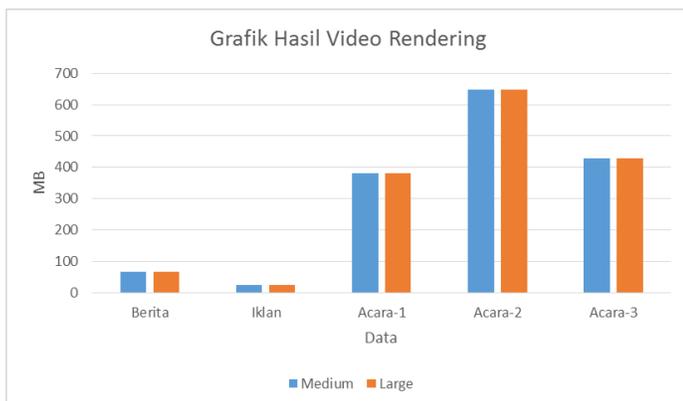


Gambar 3



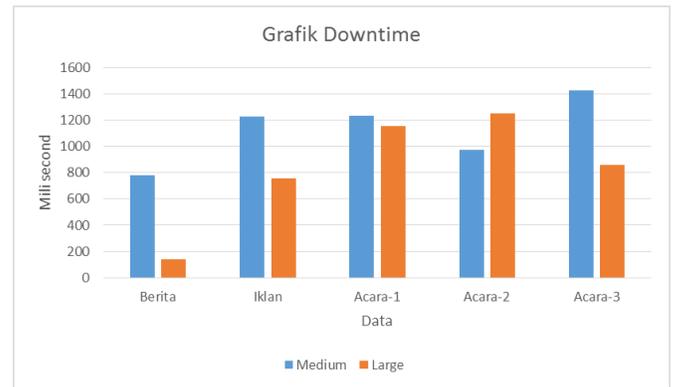
Gambar 4

Berdasarkan gambar 3 dan 4, bar warna hijau adalah durasi video, bar warna biru adalah waktu render, dan warna kuning adalah waktu migrasi. Dari grafik tersebut diperoleh data bahwa semakin lama durasi video, semakin lama waktu *render*. Dan semakin lama waktu *render*, semakin lama waktu yang diperlukan untuk migrasi.



Gambar 5

Pada gambar 5 adalah perbandingan ukuran hasil rendering, bar biru adalah *instance medium* dan bar orange adalah *instance large*. Hasil rendering pada *instance* yang berbeda tidak mempengaruhi ukuran *output* video.



Gambar 6

Pada gambar 6, berdasarkan grafik ini diperoleh rata-rata downtime sebesar 0,98 detik.

Pengujian *instance medium* dengan load video iklan didapatkan sukses *rendering* dan *live migration*. Sedangkan pada pengujian *instance large*, semua video kecuali acara-2 juga sukses *rendering* dan *live migration*. Hal ini ditunjukkan pada tabel 2, tabel 3 dan log di masing-masing *compute* saat *rendering* berjalan serta suksesnya file diputar pada *media player*. Namun total waktu migrasi menjadi semakin lama sebanding dengan waktu *rendering*. Setelah dilakukan pengecekan, diketahui bahwa penggunaan *resource CPU* untuk load *rendering* mencapai 100% pada kedua *instance* dan *RAM* hanya mencapai kurang dari 50%. Proses *live migration* sendiri memerlukan *resource* hingga 10% dari *host* awal maupun *host resource* di rasa cukup untuk menjalankan migrasi. *Resource CPU* akan berkurang setelah video *rendering* selesai.

Pada pengujian *instance medium* video berita, *rendering* dan *live migration* berjalan sukses. Namun setelah video dijalankan, terdapat cacat di tengah-tengah video. Di pengujian *instance medium* dengan load video acara part 1 dan acara part 3, *live migration* berjalan dengan sukses, namun file hasil *render* mengalami kecacatan yaitu visualnya *black screen*. Setelah *live migration* selesai, *instance* mengalami *freeze* dan harus di *restart*. Hal ini membuat proses *rendering* menjadi gagal.

Pada pengujian *instance medium* dan *large* dengan video acara part 2, terjadi *error* di *rendering* dan migrasinya. File hasil *render* menjadi cacat serta proses migrasi mengalami *stuck error*. *Live migration stuck error* pada *host* awal, walaupun *rendering* sudah selesai namun proses migrasi masih berjalan tanpa henti. Setelah di analisa, hal ini terjadi karena *block storage* sebagai penyimpanannya dan *controller* sebagai pusat kendali menggunakan satu *port* fisik. *Controller* dan *block* termasuk server *virtual* yang jaringannya menggunakan 1 *port* fisik komputer server, dan keduanya memiliki *traffic bandwidth* yang besar pada saat *live migration*. *Controller* bekerja terus menerus untuk memindahkan *instance*, dan *block* terus bekerja pada proses *rendering*. *Cost of live migration* dipengaruhi oleh *bandwidth* pada jaringan dan ukuran *VM* yang digunakan [7]. Hal ini mengakibatkan *overload* data pada jaringan tersebut dan kegagalan *rendering*.

Berikut ini adalah pengujian *QoE* hasil video *rendering* dengan *live migration* :

Tabel 4

No	Pernyataan	A	B	C	D	E	Cacat	
							Ada	Tidak
1	Kualitas video berita <i>medium</i> dari segi visual	1	20	11	4	1	37	-
2	Kualitas video berita <i>medium</i> dari segi audio	3	24	10	-	-		
3	Kualitas video iklan <i>medium</i> dari segi visual	4	26	5	2	-	-	37
4	Kualitas video iklan <i>medium</i> dari segi audio	3	24	3	6	1		
5	Kualitas video acara part <i>medium</i> dari segi visual	-	-	-	-	37	37	-
6	Kualitas video acara part 2 <i>medium</i> dari segi audio	-	-	-	-	37		
7	Kualitas video acara part 2 <i>medium</i> dari segi visual	-	-	-	-	37	37	-
8	Kualitas video acara part 3 <i>medium</i> dari segi audio	-	-	-	-	37		
9	Kualitas video acara part 3 <i>medium</i> dari segi visual	-	-	-	-	37	37	-
10	Kualitas video acara part 3 <i>medium</i> dari segi audio	-	-	-	-	37		
11	Kualitas video berita <i>large</i> dari segi visual	6	20	9	2	-	-	37
12	Kualitas video berita <i>large</i> dari segi audio	4	27	5	1	-		
13	Kualitas video iklan <i>large</i> dari segi visual	5	24	5	3	-	1	36
14	Kualitas video iklan <i>large</i> dari segi audio	4	25	3	5	-		
15	Kualitas video acara part <i>large</i> dari segi visual	6	24	5	2	-	1	36
16	Kualitas video acara part 2 <i>large</i> dari segi audio	4	21	12	-	-		
17	Kualitas video acara part 2 <i>large</i> dari segi visual	-	-	-	-	37	37	-
18	Kualitas video acara part 3 <i>large</i> dari segi audio	-	-	-	-	37		
19	Kualitas video acara part 3 <i>large</i> dari segi visual	4	25	3	4	1	3	34
20	Kualitas video acara part 3 <i>large</i> dari segi audio	2	22	11	2	-		
	Total	46	282	82	31	299	190	180
	Persentase (%)	4,14%	25,41%	7,39%	2,79%	26,94%	17,12%	16,22%

Keterangan :

A = Sangat Baik, B = Baik, C = Cukup, D = Kurang, E = Sangat Kurang

Dari data kuisioner tabel 4 diketahui prosentase sebanyak **4,14%** responden menyatakan video berkualitas sangat baik, **25,41%** responden menyatakan video berkualitas baik, **7,39%** responden menyatakan video berkualitas cukup, **2,79%** responden menyatakan video berkualitas kurang, dan **26,94%** responden menyatakan video berkualitas sangat kurang. Data kuisioner selanjutnya diketahui **17,12%** responden mengatakan video terdapat cacat dan **16,22%** responden mengatakan video tidak terdapat cacat.

Dari data kuisioner jika dilihat kualitas pada masing-masing video, terdapat 6 video yang berkualitas baik dan 4 video yang berkualitas sangat kurang. Video yang baik tersebut adalah video sukses *rendering* dan *live migration*, sedangkan untuk video berkualitas sangat kurang adalah video yang memiliki *error* pada *rendering* dan *live migration*.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian maka diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Penelitian ini telah berhasil membangun *cloud computing* yang dapat melakukan *live migration* dengan *load video rendering*.
2. Berdasarkan penelitian ini, total waktu migrasi dipengaruhi oleh durasi video dan waktu *rendering*. Semakin lama durasi video mengakibatkan waktu *rendering* semakin lama serta total waktu migrasi semakin panjang. Sedangkan untuk *downtime* diperoleh rata-rata 0,98 detik.

3. Kualitas video hasil *rendering* ketika terjadi *live migration* pada *virtual machine* adalah sebanyak 4,14% responden menyatakan video berkualitas sangat baik, 25,41% responden menyatakan video berkualitas baik, 7,39% responden menyatakan video berkualitas cukup, 2,79% responden menyatakan video berkualitas kurang, dan 26,94% responden menyatakan video berkualitas sangat kurang. Data kuisioner selanjutnya diketahui 17,12% responden mengatakan video terdapat cacat dan 16,22% responden mengatakan video tidak terdapat cacat.

VI. REFERENSI

- [1] J. Jheng, F. Tseng, H. Chao, and L. Chou, "A Novel VM Workload Prediction using Grey Forecasting Model in Cloud Data Center," pp. 40–45, 2014.
- [2] Q. Luo, B. Raton, and E. An, "Hierarchical Indexing of Ocean Survey Video by Mean Shift Clustering and MDL Principle," pp. 404–409, 2005.
- [3] P. G. J. Leelipushpam, "LIVE VM MIGRATION TECHNIQUES IN CLOUD ENVIRONMENT – A SURVEY," no. Ict, pp. 408–413, 2013.
- [4] D. M. Quan, R. Basmadjian, H. De Meer, and R. Lent, "Energy efficient resource allocation strategy for cloud data centres," no. Iscis, 2011.
- [5] C. Clark, K. Fraser, S. Hand, and J. Hansen, "Live migration of virtual machines," *Proc. 2nd Conf. Symp. Networked Syst. Des. Implement.*, vol. 2, no. Vmm, pp. 273–286, 2005.
- [6] M. Kashyap, "Application performance Analysis during live migration of virtual machines," pp. 366–372, 2012.

- [7] A. Strunk and W. Dargie, "Does Live Migration of Virtual Machines Cost Energy?," *2013 IEEE 27th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl.*, pp. 514–521, Mar. 2013.
- [8] J. Zhang, F. Ren, and C. Lin, "Delay guaranteed live migration of Virtual Machines," *IEEE INFOCOM 2014 - IEEE Conf. Comput. Commun.*, pp. 574–582, Apr. 2014.
- [9] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, and I. Stoica, "A View of Cloud Computing," *Communications*, vol. 53, pp. 50–58, 2010.
- [10] P. Mell and T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology."
- [11] I. Nstallation, P. Erformance, and S. Tudy, "VIRTUAL MACHINES AND NETWORKS – ADVANTAGES AND VIRTUALIZATION O PTIONS," *Int. J. Netw. Secur. Its Appl. (IJNSA)*, Vol.3, No.1, January 2011, vol. 3, no. 1, pp. 1–15, 2011.
- [12] A. Xiong and C. Xu, "Energy Efficient Multiresource Allocation of Virtual Machine Based on PSO in Cloud Data Center," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2014, pp. 1–8, 2014.
- [13] J. Sinti, F. Jiffry, and M. Aiash, "Investigating the Impact of Live Migration on the Network Infrastructure in Enterprise Environments," *2014 28th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. Work.*, pp. 154–159, May 2014.
- [14] S. Akoush, R. Sohan, A. Rice, A. W. Moore, and A. Hopper, "Predicting the Performance of Virtual Machine Migration," *2010 IEEE Int. Symp. Model. Anal. Simul. Comput. Telecommun. Syst.*, pp. 37–46, Aug. 2010.
- [15] Q. Huang, F. Gao, R. Wang, and Z. Qi, "Power Consumption of Virtual Machine Live Migration in Clouds," *2011 Third Int. Conf. Commun. Mob. Comput.*, pp. 122–125, Apr. 2011.
- [16] Q. Zhang, Y. Wu, T. Huang, and Y. Zhu, "An Intelligent Anomaly Detection and Reasoning Scheme for VM Live Migration via Cloud Data Mining," *2013 IEEE 25th Int. Conf. Tools with Artif. Intell.*, pp. 412–419, Nov. 2013.
- [17] W. Cerroni, "Multiple virtual machine live migration in federated cloud systems," *2014 IEEE Conf. Comput. Commun. Work. (INFOCOM WKSHP)*, pp. 25–30, Apr. 2014.
- [18] P. Graubner, M. Schmidt, and B. Freisleben, "Energy-Efficient Virtual Machine Consolidation," no. April, pp. 28–34, 2013.
- [19] A. Beloglazov and R. Buyya, "Optimal online deterministic algorithms and adaptive heuristics for energy and performance efficient dynamic consolidation of virtual machines in Cloud data centers," *Concurr. Comput. Pract. Exp.*, vol. 24, no. 13, pp. 1397–1420, Sep. 2012.