

OPTIMALISASI UTILISASI *SERVER* MENGGUNAKAN VIRTUALISASI *SERVER* LAYANAN DATA CENTER :STUDI KASUS KEMENTERIAN PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA

Laura Carolina Dasuha¹, Sardjoeni Moedjiono²

^{1,2)} Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur

Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Pesanggrahan, Jakarta Selatan 12260

Telp. (021) 5853753, Fax. (021) 5853752

¹ula.carol@gmail.com, ²moedjiono@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan sistem informasi saat ini semakin meningkat, namun penambahan kebutuhan sistem informasi di Kementerian Perhubungan tidak sebanding dengan ketersediaan perangkat keras server yang ada. Virtualisasi hypervisor dipilih karena memiliki overhead yang lebih rendah daripada virtualisasi jenis lain dengan menggunakan perangkat lunak hypervisor Proxmox VE. Untuk menghasilkan perbandingan kinerja yang fair dengan konfigurasi yang sama, perbandingan kinerja dilakukan dengan cara melakukan replikasi web server dari lingkungan fisik ke lingkungan virtual. Hasil dari pengukuran kinerja ini adalah, web server yang berjalan pada lingkungan virtual dapat melayani pengguna sama seperti web server fisik. Hal ini disimpulkan setelah melakukan uji coba pada beberapa website dimana permintaan per detik adalah sebesar 7,81% jika dilakukan simulasi terhadap 5, 10, 50, 100, 200 users. Selain itu, Pustikomhub Kementerian Perhubungan dapat menghemat pembiayaan server sampai dengan 59,08 % dan perangkat jaringan sampai dengan 87,40 % apabila menggunakan infrastruktur virtualisasi pada data center.

Kata kunci : *cloud computing*, data center, virtualisasi, Proxmox VE, Apache Jmeter

I. PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Perhubungan (Pustikomhub), sebagai salah satu unit kerja di Kementerian Perhubungan, memerlukan beberapa sistem informasi untuk mengolah data. Pengelolaan sistem informasi tersebut dipercayakan kepada Bidang Pengembangan yang bertanggung jawab dibawah Pustikomhub. Dalam perkembangan pengelolaan sistem informasi dan teknologi informasi, kebutuhan sistem informasi semakin meningkat. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 119 Tahun 2016 tentang Standar Reviu Teknologi Informasi dan Komunikasi di Lingkungan Kementerian Perhubungan, Pustikomhub akan mengembangkan beberapa sistem informasi untuk melayani *stakeholder* dan menunjang proses bisnis instansi tersebut. Sistem informasi yang akan dikembangkan akan disimpan dan dikelola dalam data center Pustikomhub Kementerian Perhubungan. Namun penambahan kebutuhan sistem informasi tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan perangkat keras yang ada.

Solusi yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pengembangan infrastruktur virtualisasi server pada data center Pustikomhub Kementerian Perhubungan. Beberapa penelitian telah mengemukakan bahwa penerapan *cloud computing* dan *virtualisasi server* dalam dunia bisnis, tidak terkecuali dalam dunia pemerintahan menawarkan beragam keuntungan salah satunya penghematan biaya pengelolaan infrastruktur sistem informasi dan teknologi informasi dan efisiensi pengelolaan infrastruktur tersebut. Infrastruktur *virtual server* pada Pustikomhub Kementerian Perhubungan dibangun menggunakan metode virtualisasi

hypervisor terhadap server fisik di data center.

Untuk mencapai tujuan tersebut dibutuhkan perencanaan, implementasi, dukungan, pengawasan dan evaluasi yang matang dan optimal. Sehingga kerugian-kerugian yang mungkin bisa terjadi dapat dihindari. Kerugian yang dimaksud dapat terjadi dari kehilangan data, penyalahgunaan data, penyalahgunaan komputer, informasi yang tidak akurat karena kesalahan dalam pemerosesan data sehingga integritas data diragukan, pengadaan investasi perangkat keras dan perangkat lunak yang tinggi tapi tidak diikuti nilai balik, pengelolaan staf teknologi informasi yang tidak terarah. Semua masalah-masalah diatas bisa saja terjadi pada semua perusahaan atau instansi maka dibutuhkan satu evaluasi teknologi informasi untuk menelusuri bagian mana saja yang harus diperbaiki termasuk infrastruktur sebagai penunjang sistem informasi sehingga tujuan bisnis menjadi tercapai.

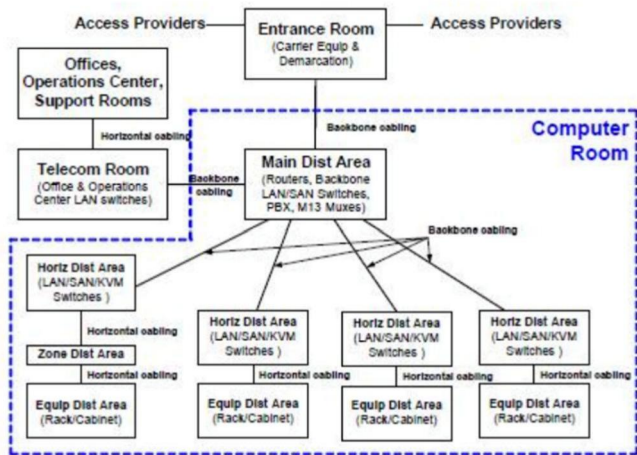
Penelitian ini akan mengkaji uji kinerja dari *web server* yang menampung layanan sistem informasi di Pustikomhub Kementerian Perhubungan. Pada uji kinerja tersebut akan dibandingkan kinerja *web server* dalam melayani pengguna pada saat *web server* berjalan pada lingkungan data center fisik maupun lingkungan data center *virtual*. Selain itu akan dikaji dari segi keuntungan mengenai penerapan virtualisasi pada data center Pustikomhub Kementerian Perhubungan ini.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Data Center

Pembangunan *data center* haruslah memenuhi standar untuk menjamin eksistensi data yang tersimpan di dalamnya. Salah satu standar *data center* yang telah diakui internasional

adalah TIA-942, standar ini dikeluarkan oleh *Telecommunications Industry Association* (TIA) bekerjasama dengan *Asosiasi Industri Elektronik* (EIA), suatu organisasi terpisah yang diakui oleh ANSI (*American National Standard Institute*) [1]. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM 189 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Perhubungan, Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Perhubungan (Pustikomhub) merupakan instansi pemerintahan di bidang transportasi, yang memiliki tugas melaksanakan penyusunan rencana strategis dan kebijakan, pengembangan sistem, serta pengelolaan data dan layanan operasional sistem teknologi informasi dan komunikasi. Data tersebut merupakan bagian dari sistem informasi yang dikembangkan Pustikomhub, sehingga data tersebut harus dapat diakses oleh pengguna di seluruh Indonesia. Untuk itu dibutuhkan sebuah tempat penyimpanan data yang ideal untuk menampung dan memberi kemudahan akses bagi pengguna [2].



Gambar 1: Topologi Data center sesuai Standar TIA 942

Gambar 1 menunjukkan topologi standar *data center* yang dikeluarkan oleh TIA 942. Dalam topologi tersebut setidaknya *data center* memiliki 4 komponen utama yang perlu diperhatikan, yaitu jalur akses (pintu utama), ruang telekomunikasi, ruangan utama dan beberapa ruangan distribusi atau ruangan operasional.

2.2 Ruang Server

Ruang Server adalah suatu jenis ruang yang berisi instalasi komputer server baik tunggal maupun jaringan atau tempat perangkat utama komputer server diletakkan. Lokasi penempatan server juga merupakan salah satu hal penting dalam sebuah jaringan. Pemilihan lokasi yang baik tentunya akan memperhatikan aspek-aspek keamanan dari perangkat server yang dibangun. Hal tersebut penting karena server adalah pusat data yang penting dalam sebuah sistem jaringan karena data-data tersebut memiliki nilai yang tinggi bagi suatu perusahaan atau instansi. Mengutip ISO 27002 tahun 2013 tentang ruang server yang merupakan turunan dari standar *data center*, faktor lingkungan berkaitan erat dengan bangunan tempat ruang server didirikan. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut : Lokasi Ruang Server, Konstruksi Bangunan Ruang Server, Pengamanan di sekeliling bangunan,

Pengamanan di dalam bangunan.

2.3 Virtualisasi

Konsep virtualisasi pertama kali muncul pada awal tahun 1960, ketika IBM mengenalkan penggunaan *Time Sharing*. Produk platform virtualisasi x86 kemudian dikembangkan menjadi produk yang sekarang dikenal sebagai VMware Workstation. Pada akhir tahun 2000, VMware mengeluarkan produk virtualisasi server VMware GSX Server 1.0. Produk ini masih diinstall di atas sistem operasi Linux atau Windows dan ditujukan untuk server kelas workgroup. Tidak lama kemudian, VMware mengeluarkan platform virtualisasi server kelas mainframe, yaitu VMware ESX Server 1.0. ESX Server memiliki keunggulan dibandingkan dengan GSX Server, yaitu lebih stabil, dan overhead yang lebih sedikit. Hal ini disebabkan ESX Server diinstall secara langsung pada mesin server, bertindak sebagai hypervisor, atau yang dikenal sebagai Virtual Machine Monitor (VMM) pada virtualisasi Xen [3].

Selain VMware dan Microsoft, juga muncul teknologi virtualisasi server yang disebut dengan Xen. Xen awalnya dikembangkan oleh Research Group di laboratorium komputer Universitas Cambridge. Pada tahun 2006, Xen Source merilis Xen Enterprise 3.0 untuk berkompetisi dengan VMware ESX Server. Kemudian pada tahun 2007 Xen Source merilis Xen Enterprise v4 yang lebih stabil dan lebih kaya fitur, mendekati VMware ESX Server (Ruest, 2009).

2.4 Tinjauan Studi

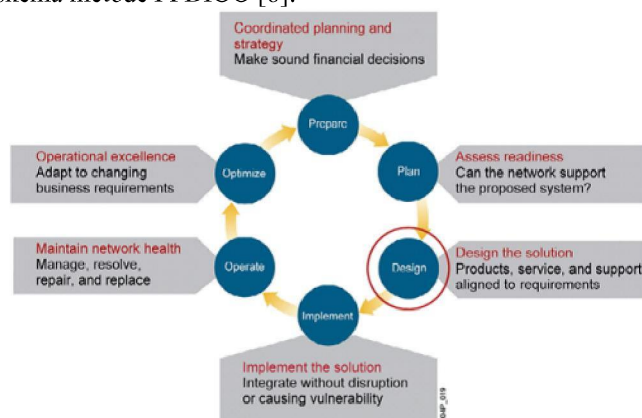
X. Li, Y. Li, T. Liu, J. Qiu, and F. Wang, (2009) [4] dalam penelitiannya yang berjudul "*The Method and Tool of Cost Analysis for Cloud Computing*" mengembangkan metode untuk menghitung TI aset kepemilikan pada infrastruktur awan Metode menggunakan rumus TCO dari gartner. Ahmed, Monjur, (2013) [5] dalam penelitiannya yang berjudul "*Physical Server and Virtual Server : The Performance Trade-Offs*" membandingkan kinerja waktu respon database, respon ftp waktu, beban lalu lintas Ethernet, waktu respon http, dan penggunaan CPU dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu respon dan penampilan penggunaan CPU di server fisik adalah masih lebih baik dan lebih stabil dibanding yang di virtual server, namun, waktu respon untuk layanan http di Pelayanan fisik konstan, tapi tetap lebih bagus dari itu yang di server virtual dengan performa rata-rata penurunan 30% sampai 33% untuk layanan http, 30% sampai 36% untuk layanan FTP, dan 10% untuk layanan transaksi per detik dari database. Michael Kamal L. Singh, dkk, (2015) [6] dalam penelitiannya yang berjudul "*Evaluation of Network Performance - Type1 Open Source Virtualization Platforms*" menyatakan bahwa proxmox berjalan lebih stabil dan mudah untuk diinstall namun konfigurasinya GUI-nya cukup ketinggalan jaman. Proxmox memiliki kinerja yang lebih baik dari OpenNode, sesuai throughput, keterlambatan, dan hasil jitter. Husni Teja Sukmana, dkk, (2016) [7] dalam penelitiannya yang berjudul "*Implementation of Server Consolidation Method on a Data Center by using Virtualization Technique: A Case Study*" menggunakan istilah VM konsumsi energi, bisa memberikan penghematan lebih dari 50%. Sebelum VM diterapkan, konsumsi energi yang digunakan sama dengan 7855

watt dan waktu yang dibutuhkan untuk proses perbaikan setidaknya 3 jam, sedangkan setelah VM menerapkan konsumsi energi 3890 watt dengan memakan waktu kurang dari 1 jam. Pengelolaan data center yang efisien dapat diterapkan dan bisa menghemat waktu untuk proses maintenance.

Sedangkan penelitian ini meliputi perancangan, implementasi, dan analisis kinerja server web yang beroperasi di Kementerian Perhubungan dalam lingkungan virtual, dan kemudian diikuti analisis biaya server dan biaya jaringan. Penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari pemetaan kondisi sebelum penggunaan virtualisasi. Perangkat lunak virtualisasi yang dipilih berdasarkan literatur review adalah software open source Proxmox VE. Tahap selanjutnya adalah mendesain topologi virtualisasi infrastruktur dan melakukan migrasi secara bertahap. Setelah migrasi selesai sepenuhnya, evaluasi di web Performa server dilakukan dengan menggunakan Apache JMeter, kemudian, analisa dan perhitungannya biaya server dan biaya jaringan dilakukan setelah migrasi seluruh infrastruktur ke virtual fisik.

III. METODOLOGI DAN RANCANGAN PENELITIAN

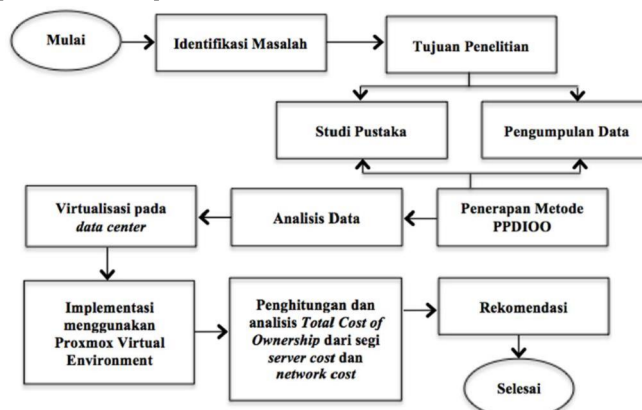
Metodologi penelitian yang akan dipakai pada penelitian ini menggunakan metode PPDIIO yang dikembangkan oleh CISCO dalam sesain sistem jaringan karena dalam penelitian ini dilakukan pengimplementasian pembangunan *server cloud* dengan menggunakan Eucalyptus serta pada akhirnya dilakukan optimasi agar sistem berjalan secara optimal. Fase-fase yang ada dalam metode PPDIIO adalah *prepare, plan, design, implemet, operate* dan *optimize*. Gambar 2 menunjukkan skema metode PPDIIO [8]:



Gambar 2: Skema Metodologi PPDIIO

Dalam melaksanakan penelitian dibutuhkan sebuah kerangka kerja penelitian, yaitu rangkaian langkah-langkah yang dilakukan secara terencana dan sistematis guna mendapatkan pemecahan masalah atau mendapatkan jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tertentu. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam penelitian ini : identifikasi masalah, tujuan penelitian, studi pustaka, pengumpulan data, penerapan metode PPIDOO, analisis data, implementasi menggunakan proxmox virtual envirotnment, penghitungan dan analisis *Total Cost of Ownership* dari segi *server cost* dan *network cost* dan rekomendasi.

Dalam melaksanakan penelitian dibutuhkan sebuah kerangka kerja penelitian, yaitu rangkaian langkah-langkah yang dilakukan secara terencana dan sistematis guna mendapatkan pemecahan masalah atau mendapatkan jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tertentu. Langkah-langkah yang dilaksanakan harus serasi dan saling mendukung satu sama lain, sehingga diperoleh hasil laporan sesuai dengan yang dilaksanakan dan memeberikan kesimpulan yang tidak meragukan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam penelitian ini :

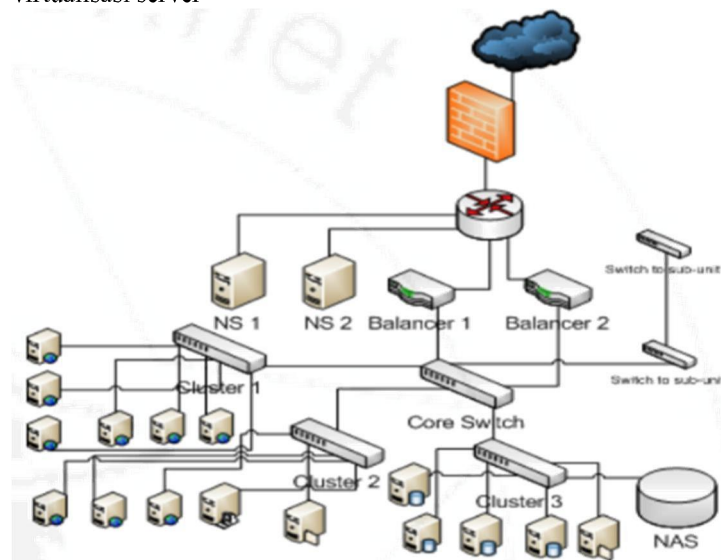


Gambar 3: Langkah-Langkah Penelitian

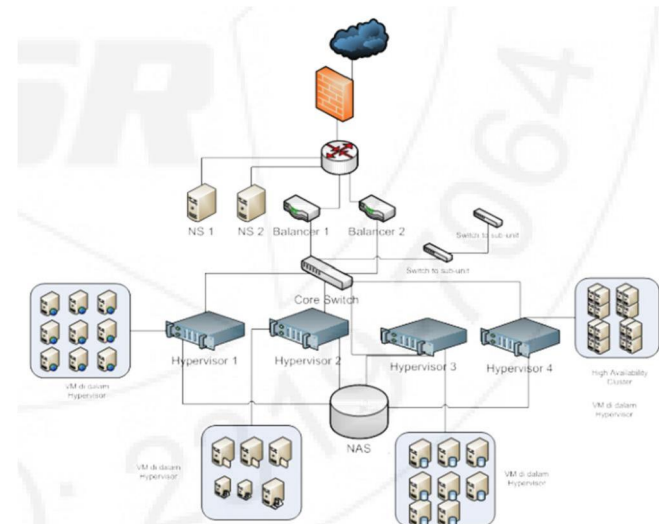
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan dan Implementasi Virtualisasi

Penelitian ini menggunakan metode penelitian lapangan dengan melakukan perancangan, implementasi, dan evaluasi kinerja virtualisasi serta perhitungan biaya server dan biaya jaringan menuju virtualisasi data center infrastruktur dengan menggunakan Proxmox Virtual Environment di Pustikomhub Kementerian Perhubungan. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan topologi sebelum dan setelah implementasi virtualisasi server



Gambar 4: Topologi Pusat Data Sebelum Virtualisasi



Gambar 5: Topologi Pusat Data Dengan Virtualisasi

4.2. Informasi Gathering

Sebelum melakukan pengukuran terhadap kinerja Web Server, dilakukan pengukuran terlebih dahulu terhadap performance domain website yang tersimpan pada server web yang akan kita ukur. Tools yang digunakan pada penelitian ini untuk mengukur performance domain website adalah GTMetrix yang beralamat <https://gtmetrix.com/> dimana GTMetrix mempunyai slogan “The web should be fast”. Alat GTMetrix membantu meningkatkan kecepatan *loading*, lebih efisien, dan meningkatkan performa situs web sehingga pengunjung situs web tentu akan senang. Aturan penilaian dan peningkatan performa yang digunakan memadukan aturan *Google Page Speed* dan *Yahoo YSlow*. Setiap bagian yang kurang dijelaskan kekurangannya dan rekomendasi menurut *Google Page Speed* dan *Yahoo Yslow*. Sampling Web Server yang akan diuji dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut [9] :

Tabel 1: Perbandingan Informasi Gathering

WEBSITE	Page Speed	YSlow	Page Load Time	Total Page Size	Request s
http://dephub.go.id	F (1%)	F (1%)	13.0 s	7.66 mb	127
http://review-tik.dephub.go.id	F (37%)	E (58%)	4.1 s	1.94 mb	39
https://vta.dephub.go.id	B (81%)	C (75%)	4.5 s	611 kb	34
https://kapal.dephub.go.id	E (57%)	D (60%)	4.3 s	642 kb	27
https://avsec.dephub.go.id	E (57%)	D (61%)	4.0 s	0.98 mb	29
http://haji.dephub.go.id	B (82%)	C (63%)	2.8 s	688 kb	34
http://esurat.dephub.go.id	B (88%)	C (77%)	3.7 s	670 kb	32

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai perbandingan *Page Load Time* dan waktu *download*-nya maka semakin bagus kinerja website tersebut. *Total page size* menandakan semakin kecil ukuran halaman awal website maka

website tersebut makin bagus. Sedangkan semakin rendah jumlah *request*, maka semakin cepat website tersebut.

4.3. Pengukuran Kinerja Web Server

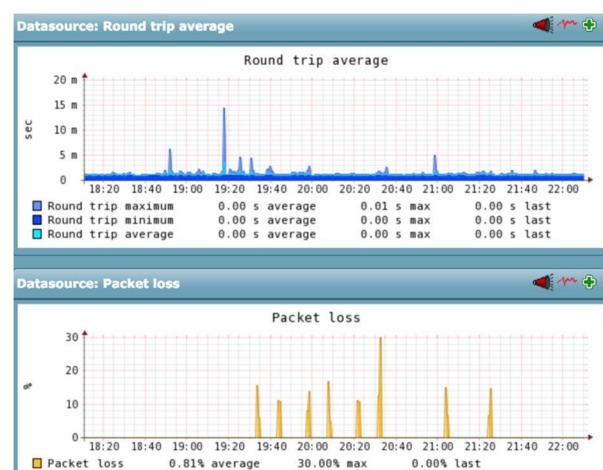
Evaluasi di lingkungan dilakukan pada server dengan spesifikasi sebagai berikut :

- System Manufacture : Proxmox
- Model : Virtual Machine
- BIOS : Virtual BIOS
- Processor : Intel Core, 4 CPUs
- Memory : 4096MB RAM

Sementara itu, evaluasi di lingkungan non virtual dilakukan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Operating System : Unix-like
- System Manufacture : Dell Inc.
- Model : Inspiron One 2020
- BIOS : BIOS Date: 07/26/12 13:57:08 Ver: 04.06.05
- Processor : Intel(R) Core(TM) i3-2120T CPU @ 2.60GHz (4 CPUs), ~2.6GHz
- Memory : 4096MB RAM

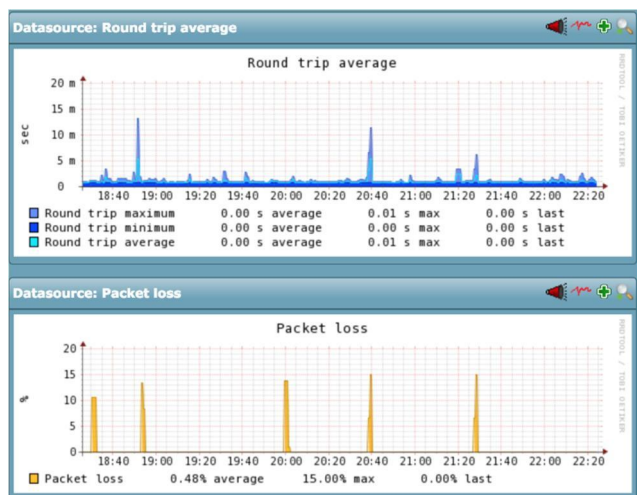
Berikut ini adalah hasil pengukuran pengujian kinerja dan perbandingan antara web fisik server dan server web virtual di Pustikomhub Kementerian Perhubungan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Apache JMeter dimana Aplikasi ini merupakan perangkat lunak *open source* berbasis Java murni 100% yang dirancang untuk memuat perilaku fungsional tes dan mengukur kinerja. Selama pengukuran, Apache JMeter melakukan http request di setiap web server dengan mensimulasikan user sebanyak 5, 10, 50, 100 dan 200 users. Setiap koneksi sudah diatur *Ramp-Up Period* (berapa lama user mengakses web server) sebesar 100 detik serta looping akan dilakukan terus menerus oleh user virtual. Hasil pengujian kemudian diinterpretasikan menjadi tabel performance antara web server fisik dan web virtual server [10].

Gambar 6: Kinerja Web server Fisik Portal Kementerian Perhubungan (<http://dephub.go.id>)

Tabel 2: Perbandingan Hasil Performance Web Server Portal Kementerian Perhubungan (<http://dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Times (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
http://dephub.go.id	5	0	168	1544	2.91	25.7
	10	0.02	206	2481.30	4.68	41.3
	50	0	759	3293.25	6.21	54.8
	100	0	1517	3340.78	6.30	55.6
	200	0	2958	3381.30	6.37	56.3

Gambar 6 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik maupun virtual machine Web server Portal Kementerian Perhubungan (<http://dephub.go.id>). Tabel 2 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana dari tabel tersebut terlihat bahwa meskipun semakin banyak user virtual yang di inputkan mengakibatkan semakin besar persentase nilai error. Hal tersebut tidak selalu terjadi tergantung juga dengan kecepatan internet yang dimiliki ketika melakukan test. Bisa saja terjadi error ketika input user tertentu. Jumlah *Received* dan *Sent* Data bergantung juga pada kecepatan internet yang digunakan ketika mengakses domain website ini.

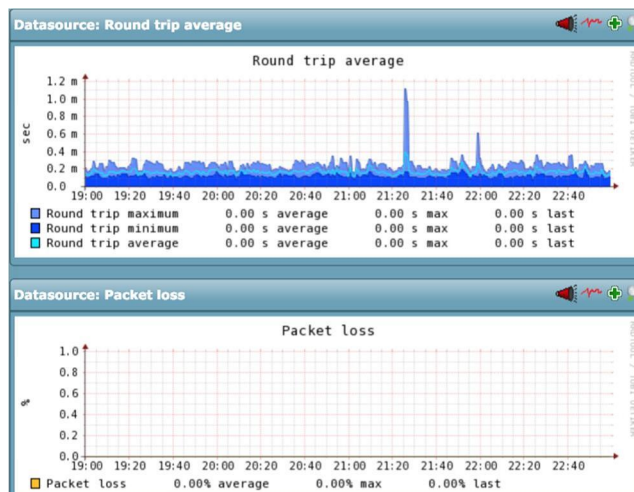


Gambar 7: Kinerja Web Server Fisik Aplikasi Sistem Informasi Reviu Online (<http://review-tik.dephub.go.id>)

Tabel 3: Perbandingan Hasil Performance Web Server Aplikasi Sistem Informasi Reviu Online (<http://review-tik.dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Times (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
http://review-tik.dephub.go.id	5	0	634	1163.01	33.41	132.1
	10	21.01	1229	1040.24	34.41	136.0
	50	0	158	241.08	6.93	27.4
	100	0	335	246.45	7.08	28.0
	200	0	1520	242.02	6.95	27.5

Gambar 7 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik maupun virtual machine Web Server Fisik Aplikasi Sistem Informasi Reviu Online (<http://review-tik.dephub.go.id>). Tabel 3 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana meskipun semakin banyak user virtual yang di inputkan tidak pula semakin besar persentase nilai error. Hal tersebut tidak selalu terjadi tergantung juga dengan kecepatan internet yang dimiliki ketika melakukan test. Bisa saja terjadi error ketika input user tertentu. Jumlah *Received* dan *Sent* Data bergantung juga pada kecepatan internet yang digunakan ketika mengakses domain website ini. Sementara itu pada gambar juga terlihat ada user yang gagal melakukan test kali ini, bisa dilihat di latencynya "0" yang berarti website tidak mengirimkan paket atau data apapun pada user.

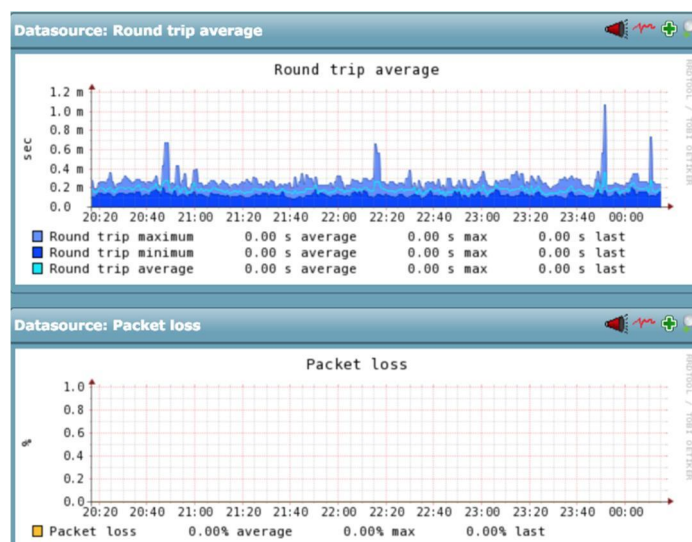


Gambar 8: Kinerja Web Server Fisik Aplikasi VTA Online (<https://vta.dephub.go.id>)

Tabel 4: Perbandingan Hasil Performance Web Server Virtualisasi Aplikasi VTA Online (<https://vta.dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Times (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
https://vta.dephub.go.id	5	0	197	210.59	10.72	22.0
	10	0	328	248.45	12.65	25.9
	50	0	1112	360.52	18.36	37.6
	100	0.02	2187	366.55	18.67	38.2
	200	1.16	4101	376.98	19.26	39.6

Gambar 8 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik Aplikasi VTA Online (<https://vta.dephub.go.id>), sedangkan tabel 4 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana meskipun semakin banyak user virtual yang di inputkan tidak pula semakin besar persentase nilai error. Hal tersebut tidak selalu terjadi tergantung juga dengan kecepatan internet yang dimiliki ketika melakukan test. Bisa saja terjadi error ketika input user tertentu. Jumlah Received dan Sent Data bergantung juga pada kecepatan internet yang digunakan ketika mengakses domain website ini.

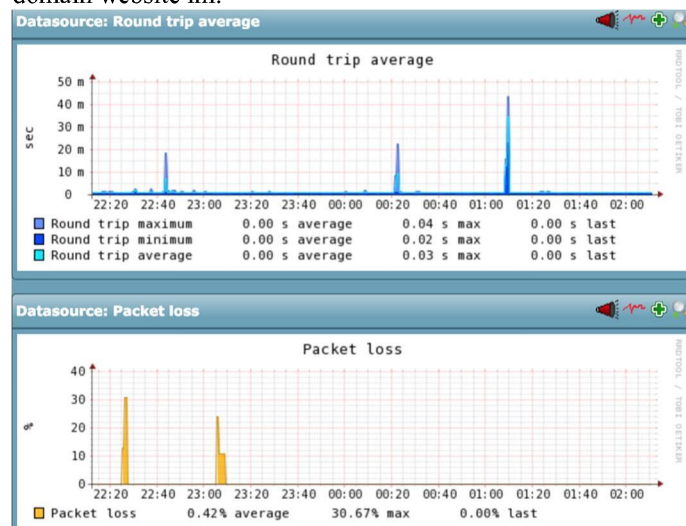


Gambar 9: Kinerja Web Server Fisik Aplikasi Pendaftaran Kapal (<https://kapal.dephub.go.id>)

Tabel 5: Perbandingan Hasil Performance Web Server Virtualisasi Aplikasi Pendaftaran Kapal (<https://kapal.dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Times (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
https://kapal.dephub.go.id	5	0.02	464	64.52	2.33	9.6
	10	0.04	664	65.45	2.36	9.9
	50	0.05	1903	144.92	5.24	22.0
	100	0.17	2990	169.22	6.11	25.7
	200	4.39	8099	132.87	4.91	20.9

Gambar 9 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik maupun virtual machine Web Server Aplikasi Pendaftaran Kapal (<https://kapal.dephub.go.id>), sedangkan tabel 5 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana meskipun semakin banyak user virtual yang di inputkan tidak pula semakin besar persentase nilai error. Hal tersebut tidak selalu terjadi tergantung juga dengan kecepatan internet yang dimiliki ketika melakukan test. Bisa saja terjadi error ketika input user tertentu. Jumlah Received dan Sent Data bergantung juga pada kecepatan internet yang digunakan ketika mengakses domain website ini.

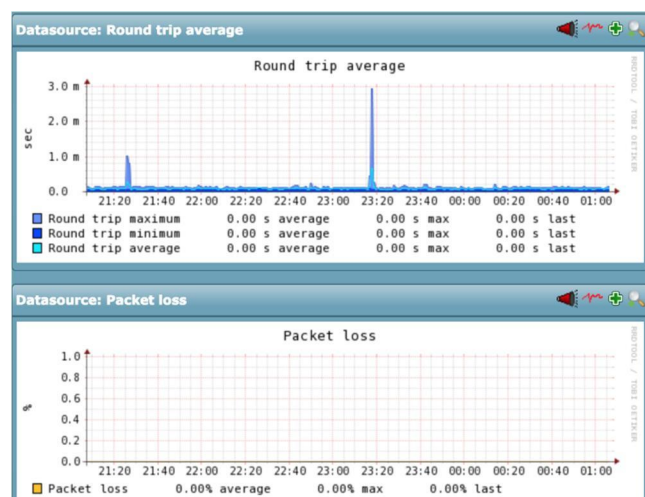


Gambar 10: Kinerja Web Server Fisik Aplikasi Pelayanan Lisensi Personel Keamanan Penerbangan (<https://avsec.dephub.go.id>)

Tabel 6: Perbandingan Hasil Performance Web Server Virtualisasi Aplikasi Pelayanan Lisensi Personel Keamanan Penerbangan (<https://avsec.dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Times (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
https://avsec.dephub.go.id	5	100	410	36.85	1.26	10.7
	10	100	456	65.65	2.24	19.0
	50	100	1132	126.57	4.29	36.7
	100	100	2035	143.67	4.86	41.8
	200	100	3705	156.88	5.38	46.4

Gambar 10 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik maupun virtual machine Web Server Aplikasi Pelayanan Lisensi Personel Keamanan Penerbangan (<https://avsec.dephub.go.id>), sedangkan tabel 6 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana terlihat pada semua percobaan menghasilkan error 100 %. Hal tersebut ditandai dengan uji coba yang telah dilakukan menghasilkan icon status *warning* warna merah yang menandakan ada user yang gagal melakukan test kali, bisa dilihat di latencynya “0” yang berarti website tidak mengirimkan paket atau data apapun pada user.

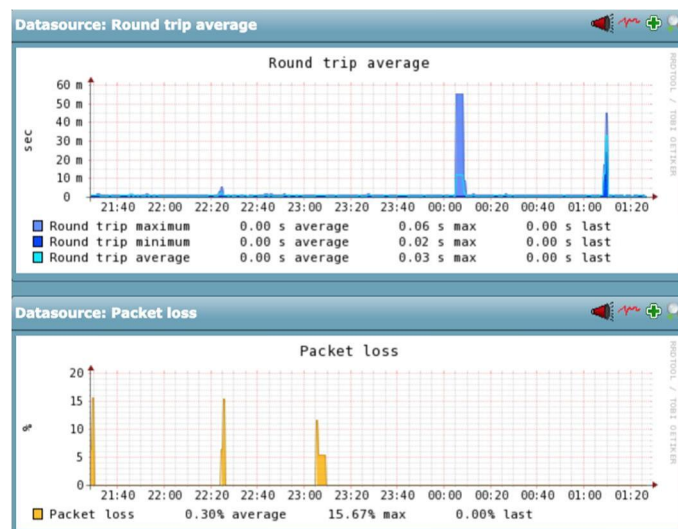


Gambar 11: Kinerja Web Server Fisik Aplikasi Monitoring Angkutan Haji Kementerian Perhubungan (<http://haji.dephub.go.id>)

Tabel 7: Perbandingan Hasil Performance Web Server Aplikasi Monitoring Angkutan Haji Kementerian Perhubungan (<http://haji.dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Time s (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
http://haji.dephub.go.id	5	1.41	269	138.32	3.91	16.1
	10	1.61	434	170.76	4.83	19.9
	50	2.84	1373	260.24	7.35	30.5
	100	3.19	1729	411.96	11.65	48.2
	200	0.03	1177	1241.83	34.92	141.9

Gambar 11 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik maupun virtual machine Web Server Aplikasi Monitoring Angkutan Haji Kementerian Perhubungan (<http://haji.dephub.go.id>). Tabel 7 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana meskipun semakin banyak user virtual yang di inputkan tidak pula semakin besar persentase nilai error. Hal tersebut tidak selalu terjadi tergantung juga dengan kecepatan internet yang dimiliki ketika melakukan test. Bisa saja terjadi error ketika input user tertentu. Jumlah *Received* dan *Sent* Data bergantung juga pada kecepatan internet yang digunakan ketika mengakses domain website ini.



Gambar 12: Kinerja Web Server Fisik E-Persuratan Kementerian Perhubungan (<http://esurat.dephub.go.id>)

Tabel 8: Perbandingan Hasil Performance Web Server
Web Server E-Persuratan Kementerian Perhubungan
(<http://esurat.dephub.go.id>)

WEBSITE	User	Error (%)	Avg. Click Times (ms)	Received (Kb/s)	Sent (Kb/s)	Throughput (s)
http://esurat.dephub.go.id	5	0	128	271.30	8.45	33.8
	10	0	179	399.01	12.43	49.7
	50	0	752	450.36	14.03	56.1
	100	0	1469	457.61	14.26	57.0
	200	0.13	2577	433.05	13.50	54.0

Gambar 12 merupakan tampilan hasil uji coba terhadap kinerja web server baik fisik maupun virtual machine Web Server Aplikasi Monitoring Angkutan Haji Kementerian Perhubungan (<http://haji.dephub.go.id>). Tabel 8 berisi summary hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan 5 jenis sampling jumlah user dimana meskipun semakin banyak user virtual yang di inputkan tidak pula semakin besar persentase nilai error. Hal tersebut tidak selalu terjadi tergantung juga dengan kecepatan internet yang dimiliki ketika melakukan test. Bisa saja terjadi error ketika input user tertentu. Jumlah Received dan Sent Data bergantung juga pada kecepatan internet yang digunakan ketika mengakses domain website ini. Sementara itu pada gambar juga terlihat ada user yang gagal melakukan test kali ini, bisa dilihat di latencynya "0" yang berarti website tidak mengirimkan paket atau data apapun pada user.

4.4. Penghitungan Biaya Server dan Jaringan

Analisis biaya dilakukan pada biaya server dan biaya jaringan. Perhitungan biaya server dan biaya jaringan dengan menggunakan rumus metrik TCO dari Gartner dalam bukunya yang berjudul "The Method and Tool of Cost Analysis for Cloud Computing" dilakukan dengan metode sebagai berikut:

1. Biaya Server = $V_{Ips} * N_s * Arp$ (waktu), (I) dengan;
 V_{Ips} = harga per server fisik yang digunakan;
 N_s = jumlah server fisik yang digunakan;
 Arp (waktu) = jumlah susut aset (nilai depresiasi dihitung dengan menggunakan metode garis lurus, yaitu harga barang dibagi dengan umur kehidupan barang).
2. Biaya Jaringan = $P_s * N_s * Arp$ (waktu); (II) dengan;
 P_s = harga per switch / router;
 N_s = jumlah jaringan yang digunakan;
 Arp (waktu) = Jumlah total penyusutan aset.

Setelah perhitungan menggunakan Formula (I) dan Formula (II) untuk setiap lingkungan server fisik dan server virtual lingkungan, perbandingan total biaya untuk masing-masing perhitungan (biaya server dan biaya jaringan) dilakukan. Hasil perbandingan disajikan pada tabel, menunjukkan total biaya

untuk setiap parameter (server dan jaringan).

Tabel 9: Pusat Data dengan Server Fisik

Jenis Server	Jumlah	Biaya (IDR)	Amortisasi (IDR)
IBM System X3250M6-W1A (Xeon E3-1220v6, 8GB, 2TB)	5	99.500.000	49.750.000
IBM System X3550M5-B2A (2TB) – Xeon® Processor E5-2609 v4 (8 Cores, 1.70 GHz, 20M Cache)	3	134.205.000	67.102.500
DELL PowerEdge R230 (Xeon E3-1225v6, 8GB, 1TB)	3	63.000.000	23.625.000
DELL PowerEdge R330 (Xeon E3-1225v6, 8GB, 1TB SAS)	2	56.000.000	21.000.000
DELL PowerEdge R430 (Xeon E5-2609v4, 8GB, 1TB)	2	65.100.000	16.275.000
DELL PowerEdge R730 (Xeon E5-2620v4, 128GB, 4x 2TB SATA)	3	166.000.000	20.750.000
JUMLAH		583.805.000	198.502.500
BIAYA SERVER			782.307.500

Tabel 10: Pusat Data dengan Virtual Server

Jenis Server	Jumlah	Biaya (IDR)	Amortisasi (IDR)
DELL PowerEdge R730 (Dual Xeon E5-2603v4, 2X32GB, 4x2TB)	2	215.000.000	26.875.000
IBM System LENOVO SR650-JSG (Dual Xeon Gold 5118, 128GB, 4 x 1.2TB SAS)	1	166.600.000	83.300.000
JUMLAH		381.600.000	110.175.000
BIAYA SERVER			491.775.000

Tabel 9 dan Tabel 10 menunjukkan perbandingan biaya kepemilikan server, yang mengindikasikan bahwa penerapan virtualisasi data center di Pustikomhub Kementerian Perhubungan, dapat mengurangi biaya server hingga 59,08%, atau bisa juga ditafsirkan bahwa biaya server Pustikomhub Kementerian Perhubungan, bisa hemat sebanyak Rp 290.532.500,-.

Tabel 11: Pusat Data dengan Jaringan Server

Jenis Server	Jumlah	Biaya (IDR)	Amortisasi (IDR)
NETGEAR 10G Switch 8-Port Unmanaged [XS708E]	1	20.807.000	5.201.750
MIKROTIK Router Enterprise [CCR1036-8G-2S+EM]	1	23.908.500	5.977.125
TP-LINK Switch [TL-SG1048]	1	4.890.375	1.222.594
TP-LINK Smart Switch [TL-SG2452]	1	6.153.000	3.076.500
JUMLAH		55.758.875	15.477.969
BIAYA JARINGAN			35.652.840

Tabel 12: Pusat Data dengan Jaringan Virtual

Jenis Server	Jumlah	Biaya (IDR)	Amortisasi (IDR)
NETGEAR Switch Managed [GS748T]	2	16.538.000	8.269.000
MIKROTIK Router Board Cloud Core [CCR1016-12G]	1	12.485.550	3.121.388
TP-LINK TL-SG3424P	1	7.073.000	3.536.500
JUMLAH		36.096.550	14.926.888
BIAYA JARINGAN			51.023.438

Tabel 11 dan Tabel 12 menunjukkan perbandingan biaya kepemilikan jaringan, menunjukkan bahwa pelaksanaan virtualisasi dari pusat data Pustikomhub Kementerian Perhubungan dapat mengurangi biaya untuk jaringan hingga 87,40%, atau bisa juga ditafsirkan bahwa biaya jaringan Pustikomhub Kementerian Perhubungan bisa dihemat sebanyak Rp 20.213.406,-.

V. KESIMPULAN

Implementasi virtualisasi server dapat dilakukan di Pustikomhub Kementerian Perhubungan dengan menggunakan open source perangkat lunak virtualisasi berbasis Proxmox VE. Web server yang beroperasi dalam lingkungan virtual masih mampu melayani penggunaanya sama seperti yang beroperasi di dalamnya server fisiknya. Hasil analisis kinerja virtual server Kementerian Perhubungan menyatakan bahwa rata-rata keseluruhan performa kinerja virtual server tidak mengalami perbedaan dengan server fisik, hal ini disimpulkan setelah melakukan uji coba pada beberapa website dimana permintaan per detik adalah sebesar 2,8 detik; Keseluruhan

performa kinerja virtual server terbilang stabil setelah dianalisis dalam jangka waktu selama 100 detik untuk melayani setiap permintaan http dengan simulasi 5, 10, 50, 100, 200 user yaitu sebesar 7,81%; dan Penerapan rumus metrik TCO dari Gartner menyatakan bahwa Pustikomhub Kementerian Perhubungan dapat menghemat biaya server sebesar Rp 290.532.500,- (59,08%) dan biaya jaringan sebesar Rp 20.213.406,- (87,40%). Ruang lingkup penelitian tentang virtualisasi server masih bisa berkembang menjadi beberapa domain seperti membahas tentang keamanan lingkungan virtualisasi server, pemulihan bencana, perjanjian tingkat layanan, dan kehandalan server virtual yang beroperasi di lingkungan hypervisor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Telecommunication Industry Association. (2005). Telecommunication Industry Association. TIA-942 Standard.
- [2] Perhubungan, K., 2015. PM 189 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Perhubungan. , (November).
- [3] Arfriandi. Arief. 2012. "Perancangan, Implementasi dan Analisis Kinerja Virtualisasi Server Menggunakan Proxmox, VMware ESX, dan Openstack" Jurnal Teknologi Akprind, vol. 5, 2012.
- [4] X. Li, Y. Li, T. Liu, J. Qiu, dan F. Wang, "Metodenya dan Alat Analisis Biaya untuk Komputasi Awan, "di Konferensi Internasional IEEE tentang Komputasi Awan, 2009. CLOUD '09, 2009, hlm 93-100
- [5] Ahmed, Monjur. (2013). Physical Server and Virtual Server: The Performance Trade-offs. European Scientific Journal. 9.
- [6] M. K. L. Singh, W. A. T. Quijano and G. Koneru, "Evaluation of network performance - type1 open source virtualization platforms" 2015 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), Coimbatore, 2015, pp. 1-5.
- [7] H. T. Sukmana, Y. Ichani and S. J. Putra, "Implementation of Server Consolidation Method on a Data Center by using Virtualization Technique: A Case Study" 2016 International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Mataram, 2016, pp. 277-282.
- [8] Cisco, 2015. Creating Business Value and Operational Excellence with the Cisco Systems Lifecycle Services Approach
- [9] GTmetrix. 2017. [https://gtmetrix.com/\(Online\)](https://gtmetrix.com/(Online)), diakses 22 November 2017
- [10] Jmeter. 2017. [http://jmeter.apache.org/\(Online\)](http://jmeter.apache.org/(Online)), diakses 25 November 2017