

**PENGUJIAN KINERJA SERVER VIRTUAL TIPE
HOSTED DAN *BARE-METAL* DALAM BENTUK
PROTOTYPE PADA PERGURUAN TINGGI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Informatika



Oleh:

Nama : Haryo Triatmojo

No.Mahasiswa : 06523010

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2014

HALAMAN PENGESAHAN

PENGUJIAN KINERJA SERVER VIRTUAL TIPE HOSTED DAN BARE-METAL DALAM BENTUK PROTOTIPE PADA PERGURUAN TINGGI



Yogyakarta, Mei 2014

Pembimbing

Syarif Hidayat, S.Kom., MIT.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENGUJIAN KINERJA SERVER VIRTUAL TIPE HOSTED DAN BARE-METAL DALAM BENTUK PROTOTIPE PADA PERGURUAN TINGGI

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Haryo Triatmojo

No.Mahasiswa : 06523010

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Mei 2014

TIM PENGUJI

TANDA TANGAN

Syarif Hidayat, S.Kom., MIT.
Ketua

M. Andri Setiawan, ST., M.Sc.
Penguji I

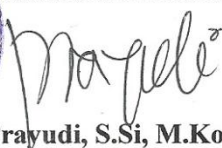
Ari Sujarwo, S.Kom., MIT.(Hons)
Penguji II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Indonesia




(Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Sesungguhnya perlindunganku ialah Allah yang telah menurunkan Al-Kitab (Al-Quran) dan Dia melindungi orang-orang yang shaleh.”

(Al-A’raaf: 196).

*Kupersembahkan Tugas Akhir Ini Untuk
Istri tercinta Fitriá Setiyoníngrum S.Farm.,Apt.
Yang telah memberi semangat dalam menyelesaikan tugas
akhir ini dan menjadi bagian hidup Insya Allah sampai
Allah SWT Memanggil salah satu dari kita.*

Papa H.Suyanto

Mama Hj.Sumaryati

Yang tak pernah berhenti mendoakan putramu ini

Mbak Níken Sulistiyanti dan Keluarga

Mbak Díah Wijayanti dan Keluarga

Serta Adik Devi Ratnasari

Terima kasih atas support kalian

*Tak Lupa juga teman-teman dari masa kecil sampai saat ini
yang tidak bias disebutkan satu persatu*

HALAMAN MOTTO

Diwajibkan atas kamu berperang, padahal itu tidak menenangkan bagimu. Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(Q.S Al-Baqarah 216)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

(Q.S Al-Insyirah 6-7)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis hanya kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagaimana mestinya.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu penerapan ilmu yang telah didapatkan selama kuliah, pengalaman bekerja di PT.Telekomunikasi Indonesia dan pengalaman belajar yang didapatkan di luar kuliah selama ini. Semoga Tugas Akhir yang berjudul PENGUJIAN KINERJA SERVER VIRTUAL TIPE HOSTED DAN BARE-METAL DALAM BENTUK PROTOTIPE PADA PERGURUAN TINGGI dapat diimplentasikan di perguruan tinggi ataupun institusi yang lain.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas bantuan, bimbingan, dukungan dan doa dari berbagai pihak yang ikut membantu demi kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Syarif Hidayat, S.Kom., M.I.T. yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan tugas akhir dan penulisan laporan.
3. Bapak M. Andri Setiawan, ST., M.Sc. selaku dosen penguji.
4. Bapak Ari Sujarwo, S.Kom., MIT. (Hons) selaku dosen penguji.
5. Bapak R. Teduh Dirgahayu, ST., M.Sc., Ph.D. selaku dosen dan Kepala Badan Sistem Informasi Univeritas Islam Indonesia.
6. Bapak Alif Subardono, ST., M.Eng. selaku kepala Laboratorium Program Diploma Teknik Elektro Universitas Gajah Mada.
7. Bapak Muhammad Arofiq yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh dosen dan staff pengajar Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia atas ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan.
9. Teman-teman Teknik Informatika dan FIRE 2006 khususnya, terima kasih atas kekompakan yang kalian berikan selama ini.
10. Teman-teman kontrakan, Erwan, Udin, Rifki, Indra, Firmadi, Eza, Riza, Yudis, Agus, Dedi, terima kasih atas dukungan selama ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu sejak pengumpulan data sampai penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga amal ibadah dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat untuk kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh.

Yogyakarta, Mei 2014

Penyusun

ABSTRAK

Perguruan tinggi merupakan lembaga pendidikan yang membutuhkan biaya yang cukup besar dalam menyediakan kebutuhan serta pengembangan teknologi informasi dan komunikasi. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan virtualisasi. Virtualisasi adalah teknik untuk menyembunyikan karakter fisik suatu sumber daya komputer ke dalam bentuk abstrak dan memungkinkan satu perangkat keras untuk menjalankan beberapa sistem operasi dan layanan pada waktu yang sama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja server virtual perguruan tinggi menggunakan pendekatan full virtualization dengan tipe hosted dan bare-metal sehingga diperoleh rekomendasi tipe pendekatan full virtualization yang lebih baik untuk diimplementasikan di perguruan tinggi.

Penelitian ini dilakukan pengujian beban terhadap dua komputer server. Aplikasi perguruan tinggi yang digunakan untuk pengujian adalah Web Server, FTP Server dan Mail Server. Parameter yang digunakan yaitu memory utilization, processor utilization, dan hard disk utilization. Pembebanan server dilakukan selama lima menit dan pengamatan dilakukan sebanyak sepuluh kali.

Hasil yang diperoleh dari segi parameter memory utilization dan processor utilization diketahui bahwa virtualisasi tipe bare-metal memiliki utilisasi lebih rendah dibanding virtualisasi tipe hosted, namun dari segi parameter hard disk utilization virtualisasi tipe hosted lebih cepat dalam hal tranfer data.

Kata Kunci : Virtualisasi, Hosted, Bare-Metal, Aplikasi Perguruan Tinggi, Parameter Pengujian.

TAKARIR

<i>Total Cost of Ownership</i>	: Total biaya kepemilikan
<i>Full virtualization</i>	: Pendekatan virtualisasi dimana semua sistem komputer yang di dalamnya dibuat kedalam bentuk virtual
<i>Para virtualization</i>	: Pendekatan virtualisasi dimana hanya menyediakan simulasi perangkat keras secara sebagian saja
<i>Hardware assist</i>	: Fitur pendukung virtualisasi berbasis hardware
<i>RAM</i>	: Random Access Memory
<i>Hard disk</i>	: perangkat keras pada komputer atau server yang bekerja secara sistematis dimana menjadi media penyimpanan data
<i>Processor</i>	: merupakan otak dan pusat pengendali pada komputer yang didukung oleh komponen lainnya
<i>Hosted</i>	: Virtualisasi menggunakan sistem operasi utama
<i>Bare-metal</i>	: Virtualisasi yang berjalan langsung diatas perangkat keras
<i>Import</i>	: Proses memasukkan data ke dalam database
<i>Memory utilization</i>	: Pemanfaatan Memory
<i>Processor utilization</i>	: Pemanfaatan Processor
<i>Hard disk utilization</i>	: Pemanfaatan Hard disk
<i>Response time</i>	: Waktu yang diperlukan komputer untuk menanggapi permintaan
<i>Throughput</i>	: Jumlah rata-rata
<i>Overhead</i>	: Seberapa sering dan lamanya waktu yang dibutuhkan hypervisor untuk menyelesaikan suatu proses dan menjalankan kembali mesin

	virtual
<i>Linearitas</i>	: Seberapa sering dan lamanya waktu yang dibutuhkan hypervisor untuk menyelesaikan suatu proses dan menjalankan kembali mesin virtual yang diberi aplikasi yang sama
<i>Native server</i>	: Server yang berjalan langsung dan berdiri sendiri
<i>Virtual machines</i>	: mesin-mesin virtual
<i>Guest Operating System</i>	: Sistem operasi tamu
<i>Hosted Operating System</i>	: Sistem operasi utama
<i>Hypervisor</i>	: Perangkat lunak virtualisasi
<i>Software</i>	: Perangkat lunak
<i>Hardware</i>	: Perangkat keras
<i>Hypercall</i>	: mengganti tugas-tugas yang hanya berjalan pada level kernel saat memanggil kode dari hypervisor
<i>Kernel</i>	: Suatu perangkat lunak yang menjadi bagian utama dari sebuah sistem operasi
<i>Device</i>	: Perangkat
<i>E-learning</i>	: Pembelajaran jarak jauh
<i>User</i>	: Pengguna
<i>File</i>	: Dokumen
<i>User experience</i>	: Pengalaman pengguna
<i>Read</i>	: Proses membaca data pada hard disk
<i>Write</i>	: Proses menulis data pada hard disk
<i>Input</i>	: Masukan
<i>Output</i>	: Keluaran

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
TAKARIR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.6.1 Pengumpulan Sampel dan Literatur	4
1.6.2 Perancangan Sistem	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Virtualisasi	9
2.3 Pendekatan Virtualisasi	11
2.3.1 <i>Full Virtualization</i>	11
2.3.2 <i>Para Virtualization</i>	12

2.3.3 <i>Hardware Assist</i>	12
2.4 Hypervisor.....	13
2.4.1 Tipe Hosted	13
2.4.2 Tipe Native (<i>Bare-Metal</i>).....	14
2.5 Parameter Pengujian	15
2.5.1 <i>Memory Utilization</i>	15
2.5.2 <i>Processor Utilization</i>	16
2.5.3 <i>Hard disk Utilization</i>	17
2.6 <i>Baseline</i>	17
2.7 Web Server.....	17
2.8 FTP Server	20
2.9 Mail Server.....	21
2.10 Moodle	23
2.11 VSFTPD.....	23
2.12 Postfix	24
2.13 Cacti	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Analisis Masalah	24
3.2 Skenario Pengujian	25
3.2.1 Skenario Implementasi Virtualisasi	27
3.2.2 Langkah-langkah Skenario Pengujian	28
3.2.3 Skenario Pembebanan Server.....	30
3.2.4 Skenario Pengambilan Data	31
3.3 Analisis Kebutuhan	32
3.3.1 Perangkat Keras	32
3.3.2 Perangkat Lunak	34
3.4 Analisis Pengujian.....	38
3.5 Analisis Hasil	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Aplikasi Perguruan Tinggi	39
4.2 <i>Baseline</i>	40

4.3 Pengukuran <i>Memory Utilization</i>	40
4.4 Pengukuran <i>Processor Utilization</i>	43
4.5 Pengukuran <i>Hard Disk Utilization</i>	46
4.5.1 Pengukuran <i>Hard Disk Utilization (Read)</i>	47
4.5.2 Pengukuran <i>Hard Disk Utilization (Write)</i>	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer Server	33
Tabel 4.1 <i>Baseline</i> pengujian	40
Tabel 4.2 <i>Memory Utilization</i> (Mbytes).....	41
Tabel 4.3 <i>Processor Utilization</i> (%)	44
Tabel 4.4 <i>Hard Disk Utilization Read</i> (kBytes/sec).....	47
Tabel 4.5 <i>Hard Disk Utilization Write</i> (kBytes/sec).....	51
Tabel 4.6 Akumulasi Hasil Percobaan	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur <i>Hosted</i> dan <i>Bare-metal</i>	10
Gambar 2.2 Pendekatan <i>Full Virtualization</i> using <i>binary translation</i>	11
Gambar 2.3 Pendekatan <i>Para Virtualization</i>	12
Gambar 2.4 <i>Hypervisor</i> tipe <i>hosted</i>	14
Gambar 2.5 <i>Hypervisor</i> tipe <i>native / bare-metal</i>	15
Gambar 2.6 Cara Kerja Web Server	19
Gambar 2.7 Proses Upload FTP.....	21
Gambar 2.8 Proses pengiriman <i>e-mail</i>	22
Gambar 3.1 Skema kinerja server virtual tipe <i>hosted</i> dan tipe <i>bare-metal</i>	26
Gambar 3.2 Skema Implementasi server virtual tipe <i>hosted</i>	27
Gambar 3.3 Skema Implementasi server virtual tipe <i>bare-metal</i>	28
Gambar 3.4 Skema skenario pengujian.....	29
Gambar 4.1 Grafik <i>Memory Utilization</i> pada Web Server	42
Gambar 4.2 Grafik <i>Memory Utilization</i> pada FTP Server	42
Gambar 4.3 Grafik <i>Memory Utilization</i> pada Mail Server	43
Gambar 4.4 Grafik <i>Processor Utilization</i> pada Web Server	45
Gambar 4.5 Grafik <i>Processor Utilization</i> pada FTP Server	45
Gambar 4.6 Grafik <i>Processor Utilization</i> pada Mail Server	46
Gambar 4.7 Grafik <i>Hard Disk Utilization (Read)</i> Web Server	48
Gambar 4.8 Grafik <i>Hard Disk Utilization (Read)</i> FTP Server	49
Gambar 4.9 Grafik <i>Hard Disk Utilization (Read)</i> Mail Server.....	50
Gambar 4.10 Grafik <i>Hard Disk Utilization (Write)</i> Web Server	52
Gambar 4.11 Grafik <i>Hard Disk Utilization (Write)</i> FTP Server.....	53
Gambar 4.12 Grafik <i>Hard Disk Utilization (Write)</i> Mail Server	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perguruan tinggi merupakan lembaga pendidikan yang memiliki kebutuhan teknologi informasi dan komunikasi yang cukup kompleks. Perguruan tinggi sangat bergantung pada infrastruktur teknologi informasi dalam menjalankan fungsinya. Seiring berjalannya waktu, perguruan tinggi memerlukan pengembangan infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan teknologi informasi. Untuk memenuhi kebutuhan pengembangan perguruan tinggi tersebut, dibutuhkan peningkatan kapasitas komputasi dengan cara menambahkan server baru. Penambahan tersebut akan menimbulkan konsekuensi antara lain peningkatan biaya, penurunan kemampuan pengelolaan, dan penurunan efisiensi (Isa, 2006). Konsekuensi lain ditemukan di Leicester College Inggris. Perguruan tinggi tersebut mengalami peningkatan pengeluaran dengan adanya penambahan server baru, ruang rak, dan pendingin udara untuk mengakomodasi layanan teknologi informasi baru (Jones, 2010). Permasalahan yang harus dihadapi perguruan tinggi dalam menyediakan kebutuhan serta pengembangan teknologi informasi dan komunikasi adalah meningkatnya biaya operasional, oleh karena itu diperlukan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Berbagai macam teknologi telah diciptakan agar dapat mengatasi meningkatnya biaya operasional dalam menyediakan kebutuhan serta pengembangan teknologi informasi dan komunikasi. Salah satu teknologi tersebut adalah virtualisasi. Virtualisasi adalah teknik untuk merubah karakter fisik suatu sumber daya komputer ke dalam bentuk virtual dan memungkinkan satu perangkat keras untuk menjalankan beberapa sistem operasi dan layanan pada waktu yang sama (Jariyah, 2012). Dengan virtualisasi maka server-server fisik akan dibuat dalam bentuk server virtual yang berjalan di atas sebuah server fisik. Teknologi virtualisasi dianggap bisa mengurangi *Total Cost of Ownership* (TCO) hingga jutaan US dollar seperti dalam studi kasus yang dilakukan oleh

Southwestern Illinois College (SWIC) United State. SWIC membutuhkan total biaya 487.078 dollar untuk membangun infrastruktur teknologi informasi tanpa virtualisasi, sedangkan dengan virtualisasi membutuhkan biaya 205.712 dollar sehingga bisa menghemat 281.366 dollar (Leja, 2010). Dengan teknologi virtualisasi, perguruan tinggi dapat menekan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan dan pengelolaan infrastruktur teknologi informasi.

Menurut Jariyah, virtualisasi dapat dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu *full virtualization*, *para virtualization*, dan *hardware assist*. Pendekatan *full virtualization* merupakan teknik virtualisasi dimana semua aspek penyusun perangkat keras komputer seperti RAM, *hard disk*, *processor* dibuat dalam bentuk *software*. *Para virtualization* merupakan virtualisasi pada level kernel sistem operasi, sehingga tidak semua fitur perangkat keras dapat disimulasikan sehingga sistem operasi tamu yang akan diinstal harus dimodifikasi terlebih dahulu. Sedangkan pendekatan *hardware assist* adalah platform virtualisasi yang memungkinkan *full virtualization* efisien menggunakan *hardware*, terutama dari *prosesor host*. *Hardware assist* disebut juga virtualisasi yang didukung oleh perangkat keras yang berguna untuk meningkatkan kinerja proses virtualisasi (Jariyah, 2012). Kelebihan dari pendekatan *full virtualization* antara lain hampir semua sistem operasi dapat berjalan pada virtualisasi ini dikarenakan komponen komputer virtual seperti RAM, *hard disk*, dan *processor* dibuat seperti komputer aslinya. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan *full virtualization* dalam proses implementasi server virtual.

Pendekatan *full virtualization* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* (Jariyah, 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Septiadi dan Sedyono dengan membandingkan Hyper-V sebagai virtualisasi tipe *bare-metal* dan VMWare Server 2.1 sebagai virtualisasi tipe *hosted*, diperoleh hasil bahwa Hyper-V adalah perangkat lunak virtualisasi yang lebih baik dibandingkan VMWare Server 2.1 karena memiliki utilisasi memori dan prosessor lebih rendah (Septiadi & Sedyono, 2012). Namun VMWare Server 2.1 memiliki keunggulan dalam hal kecepatan *hard disk* dalam membaca dan menulis data serta memiliki waktu eksekusi proses *import* yang lebih cepat

dibandingkan dengan Hyper-V. Pada penelitian ini dilakukan analisis kinerja virtualisasi dengan menggunakan tipe *hosted* dan *bare-metal* untuk mengetahui tipe mana yang paling optimal dalam implementasi penyelesaian masalah meningkatnya biaya operasional dalam menyediakan kebutuhan serta pengembangan teknologi informasi dan komunikasi di perguruan tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka dapat dihasilkan suatu rumusan masalah bagaimana mengetahui kinerja server virtual perguruan tinggi menggunakan pendekatan *full virtualization* dengan tipe *hosted* dan *bare-metal* sehingga diperoleh suatu rekomendasi virtualisasi yang lebih baik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam menganalisis kinerja server virtual perguruan tinggi menggunakan pendekatan *full virtualization* dengan tipe *hosted* dan *bare-metal* akan diambil batasan masalah sebagai berikut:

- a. Sampel yang digunakan adalah Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gajah mada untuk mengetahui aplikasi apa saja yang diperlukan untuk pengujian server virtual pada perguruan tinggi.
- b. Parameter yang digunakan untuk pengujian kinerja server virtual perguruan tinggi adalah *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja server virtual perguruan tinggi menggunakan pendekatan *full virtualization* dengan tipe *hosted* dan *bare-metal* sehingga diperoleh rekomendasi tipe pendekatan *full virtualization* yang lebih baik untuk diimplementasikan di perguruan tinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya tujuan analisis kinerja virtualisasi menggunakan pendekatan *full virtualization* dengan tipe *hosted* dan *bare-metal* pada perguruan tinggi maka diperoleh rekomendasi tipe pendekatan *full virtualization* yang lebih baik untuk diimplementasikan di perguruan tinggi sehingga dapat menjadi acuan untuk institusi yang lain.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode pengumpulan data dan perancangan sistem virtualisasi.

1.6.1 Pengumpulan Sampel dan Literatur

a. Wawancara

Tujuan wawancara sendiri adalah untuk memperoleh sampel yang lebih akurat untuk dapat mengetahui kebutuhan aplikasi apa saja yang diperlukan untuk pengujian server virtual pada perguruan tinggi dan sistem operasi yang digunakan. Dalam penelitian ini akan mengambil dua sampel perguruan tinggi yaitu Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gajah Mada. Wawancara akan dilakukan terhadap instansi terkait yang menangani server masing-masing perguruan tinggi.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan materi mengenai server virtual di perguruan tinggi melalui buku, artikel, jurnal penelitian, dan literatur lain yang berhubungan dengan server virtual.

1.6.2 Perancangan Sistem

a. Analisis Masalah

Analisis masalah merupakan hal yang melatarbelakangi pentingnya penggunaan server virtual pada perguruan tinggi sehingga akan tercipta suatu solusi untuk masalah yang muncul.

b. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan virtualisasi menentukan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk membangun server virtual perguruan tinggi menggunakan pendekatan *full virtualization* dengan tipe *hosted* dan tipe *bare-metal*.

c. Analisis Skenario Pengujian

Analisis skenario pengujian merupakan analisis tentang bagaimana tahapan skenario pengujian dengan parameter yang telah ditentukan untuk mengetahui kinerja server virtual.

d. Pengumpulan hasil pengujian

Pengumpulan hasil pengujian diperoleh dengan cara mengamati dan mencatat angka persentase yang dihasilkan oleh parameter pengujian sumber daya server yaitu *memory utilization* dan *processor utilization*, serta angka kecepatan transfer untuk parameter *hard disk utilization*.

e. Analisis Hasil

Analisis hasil dalam penelitian ini dengan cara membandingkan angka persentase dan angka kecepatan transfer yang dihasilkan masing-masing parameter dari virtualisasi tipe *hosted* dan tipe *bare-metal*, sehingga diperoleh suatu rekomendasi virtualisasi yang lebih baik.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai susunan sebagai berikut:

Bab I berisi pendahuluan yang menerangkan tentang latar belakang Permasalahan yang harus dihadapi perguruan tinggi dalam menyediakan kebutuhan serta pengembangan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi, masalah tersebut kemudian dirumuskan untuk kemudian mendapat tujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dengan demikian secara keseluruhan menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II berisi tinjauan pustaka yang menjadi acuan dalam penelitian dan landasan teori yang menjelaskan teori-teori dasar yang digunakan dalam

menganalisis kinerja server virtual perguruan tinggi menggunakan pendekatan *full virtualization* baik dengan virtualisasi tipe *hosted* maupun tipe *bare-metal*.

Bab III berisi tentang tahapan pengujian yang menjelaskan tentang analisis masalah, analisis skenario pengujian, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, dan pengumpulan hasil pengujian.

Bab IV berisi tentang analisis hasil server virtual perguruan tinggi pada masing-masing tipe *full virtualization*. Hasil kinerja virtualisasi menggunakan pendekatan *full virtualization* dengan tipe *hosted* dan *bare-metal* akan dianalisis sehingga akan diperoleh suatu tipe pendekatan *full virtualization* yang lebih baik dengan tujuan dapat menekan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan dan pengelolaan infrastruktur teknologi informasi.

Bab V berisi kesimpulan yang merupakan rangkuman dari hasil analisis kinerja server virtual perguruan tinggi dan saran yang berisi harapan agar dilakukan penelitian lebih lanjut tentang implementasi server virtual di perguruan tinggi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan virtualisasi telah banyak dilakukan, sebagai contoh adalah analisis dan perbandingan skalabilitas virtualisasi server yang dilakukan pada Akademi Manajemen Informatika dan Komputer New Media (Sanjaya, 2013). Dalam penelitian tersebut dilakukan pengujian dengan cara mengukur terlebih dahulu skalabilitas server konvensional kemudian mengukur optimalitas jumlah server maya dalam satu server fisik berdasarkan nilai CPU utilization, *response time* dan *throughput*. Sebelum dilakukan virtualisasi penggunaan sumber daya CPU pada server konvensional sejumlah 46% dan setelah dilakukan virtualisasi penggunaan CPU meningkat menjadi 66%. *Response time* pada server konvensional sejumlah 1,24 detik sedangkan server hasil virtualisasi memiliki nilai *response time* 2,08 detik. Kemudian nilai *throughput* pada server maya sejumlah 43,08 TPS (*transactions per second*), sedangkan sebelum dilakukan virtualisasi mencapai 202,52 TPS (*transactions per second*). Secara keseluruhan nilai skalabilitas server konvensional lebih baik dibandingkan dengan server maya, akan tetapi hal tersebut berbeda dengan biayanya, dimana kebutuhan biaya server konvensional lebih tinggi 17% atau 1,202 kali dibandingkan server maya.

Pada penelitian lain yang berkaitan dengan virtualisasi seperti perancangan dan implementasi virtualisasi dengan membandingkan kinerja beberapa jenis virtualisasi dengan menggunakan Proxmox, Vmware ESX, dan Openstack (Arfriandi, 2012). Dalam penelitian tersebut dilakukan pengujian virtualisasi secara *overhead* dan linearitas pada *native server* dan ketiga tipe virtualisasi server yang di implementasikan pada tiga buah server yang identik. Pada perbandingan analisis hasil pengukuran *overhead*, nilai *overhead* relatif stabil pada setiap tipe virtualisasi. Utilitas CPU pada semua tipe virtualisasi terlihat

lebih hemat dengan nilai lebih rendah daripada utilitas CPU pada *native server*. Begitu pula pada dengan pengujian secara linearitas, tidak berbeda jauh dengan hasil secara *overhead*, akan tetapi ketika memulai diaktifkan sebanyak 8 FTP server, utilitas CPU tipe virtualisasi VMware meningkat melebihi utilitas CPU pada *native server*, sedangkan pada tipe virtualisasi Proxmox dan Openstack ketika mulai diaktifkan sebanyak 10 FTP server, tercatat hampir sama dengan *native server* yang berkisar pada kisaran 47%. Hal ini membuktikan bahwa seiring dengan penambahan mesin virtual yang diberikan aplikasi dan dijalankan secara bersamaan akan menyebabkan semakin besar utilitas CPU yang digunakan pada masing-masing tipe virtualisasi.

Penelitian lain yang pernah dilakukan adalah perbandingan performansi virtualisasi berbasis Hyper-V dan VMWare Server 2.1 (Septiadi & Sedyono, 2012). Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara virtualisasi yang bertipe *bare-metal* dengan virtualisasi yang bertipe *hosted*. Penelitian ini dilakukan pengujian dengan menggunakan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*. Hyper-V merupakan perangkat lunak virtualisasi yang lebih baik karena memiliki utilisasi *memory* dan *processor* lebih rendah dibandingkan dengan VMWare Server 2.1. Namun VMWare Server 2.1 memiliki keunggulan dalam hal kecepatan *hard disk* dalam membaca dan menulis data serta memiliki waktu eksekusi proses *import* yang lebih cepat dibandingkan dengan Hyper-V.

Berdasarkan penjelasan penelitian diatas telah dilakukan beberapa penelitian tentang virtualisasi. Penelitian yang dilakukan Sanjaya yaitu mengukur skalabilitas server konvensional kemudian mengukur optimalitas jumlah server maya dalam satu server fisik berdasarkan nilai CPU *utilization*, *response time* dan *throughput* (Sanjaya, 2013). Penelitian lain yang dilakukan oleh Arfriandi yaitu pengujian secara *overhead* dan linearitas pada *native server* dan ketiga tipe virtualisasi server yang diimplementasikan pada tiga buah server yang identik (Arfriandi, 2012). Terakhir penelitian dilakukan oleh Septiadi dan Sedyono yaitu membandingkan antara virtualisasi yang bertipe *bare-metal* dengan virtualisasi

yang bertipe *hosted* dengan menggunakan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization* (Septiadi & Sedyono, 2012).

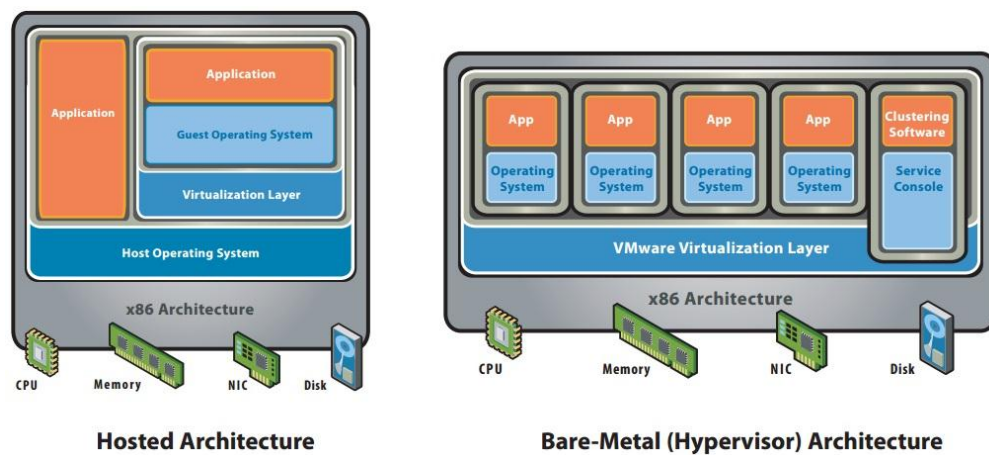
Penelitian ini akan melakukan virtualisasi server pada perguruan tinggi dengan membandingkan kinerja antara virtualisasi yang bertipe *hosted* dengan virtualisasi yang bertipe *bare-metal*. Virtualisasi tipe *hosted* menggunakan VMWare Workstation 10 dan virtualisasi tipe *bare-metal* menggunakan VMWare ESXi 5. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*.

2.2 Virtualisasi

Virtualisasi dalam arti umum merupakan suatu cara menjalankan beberapa sistem operasi di dalam satu komputer. Cara ini dianggap lebih efektif oleh beberapa pengguna karena dapat menjalankan beberapa sistem operasi dalam satu waktu. Virtualisasi sendiri menurut Sundarrajan dan Bhattacharya virtualisasi merupakan sebuah teknik agar perangkat keras pada sebuah mesin dapat dibagi melalui pembagian perangkat keras atau lunak, berbagi waktu dan simulasi menjadi banyak lingkungan eksekusi, tiap bagian dapat berperan sebagai sistem yang lengkap (Sundarrajan dan Bhattacharya, 2006). Sedangkan menurut Marshall, Konsep dari virtualisasi itu sendiri adalah membagi sumber daya *native server* menjadi beberapa komputer secara bersama-sama atau yang dinamakan komputer virtual atau *virtual machines* (Marshall, Beaver, dan McCarty, 2009). Komputer virtual tersebut berdiri sendiri tanpa mempengaruhi komputer virtual lainnya walaupun berada dalam satu *native server*. Tetapi walaupun berada dalam satu *native server*, penggunaan sumber daya seperti CPU, RAM, dan *Hard disk* dapat di konfigurasi sesuai dengan kebutuhan layanan masing-masing komputer virtual. Setiap komputer virtual dapat menjalankan sistem operasi yang berbeda seperti Windows dan Linux secara bersamaan. Setiap sistem operasi yang berada dalam komputer virtual dinamakan *Guest Operating System*, sedangkan sistem operasi pada *native server* sendiri dinamakan *Hosted Operating System*.

Dalam implementasi virtualisasi terdapat dua teknik virtualisasi, yaitu dengan arsitektur *hosted* maupun *bare-metal* (Marshall, Beaver, dan McCarty, 2009).

Pada arsitektur *hosted* aplikasi *virtual machine* dijalankan diatas sistem operasi utama sehingga apabila sistem operasi utama mengalami kerusakan maka sistem operasi *guest* tidak akan bisa digunakan. Sedangkan pada arsitektur *bare-metal* aplikasi *virtual machine* dijalankan secara langsung diatas perangkat keras tanpa menggunakan sistem operasi utama. Sehingga pada arsitektur ini akan membuat kinerja *hardware* menjadi lebih baik dikarenakan tidak adanya sistem operasi utama, dengan kata lain arsitektur *bare-metal* menggunakan aplikasi khusus untuk implementasi virtualisasi. Arsitektur *hosted* dan *bare-metal* akan diilustrasikan pada Gambar 2.1 (VMWare, 2006).



Gambar 2.1 Arsitektur *Hosted* dan *Bare-metal*

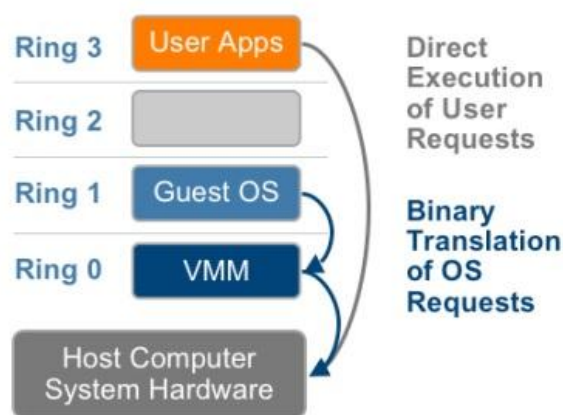
Virtualisasi dalam perkembangannya terdapat tiga pendekatan, yaitu *full virtualization*, *para virtualization*, dan *hardware-assisted virtualization*. Dalam masing-masing pendekatan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Dalam virtualisasi diperlukan aplikasi yang disebut dengan *hypervisor*. *Hypervisor* merupakan perangkat lunak yang membuat mesin virtual dimana terdapat dua lapisan mesin, yaitu mesin *host* dan *guest*. Mesin *host* merupakan mesin yang digunakan untuk sistem operasi utama, sementara mesin *guest* digunakan untuk sistem operasi virtual.

2.3 Pendekatan Virtualisasi

Pada saat ini terdapat tiga pendekatan virtualisasi yaitu *full virtualization*, *para virtualization*, dan *hardware-assisted virtualization* (VMWare, 2007).

2.3.1 Full Virtualization

Full virtualization merupakan suatu pendekatan virtualisasi dimana semua sistem komputer yang di dalamnya mencakup CPU, RAM, *Hard disk*, I/O, dan lain-lain dibuat kedalam bentuk *software*. Bentuk *software* yang dibuat seolah-olah menjadi perangkat keras tersebut akan berfungsi seperti komputer sebenarnya. Dengan arti lain *full virtualization* berarti membuat seolah-olah ada komputer lain di dalam komputer. Pendekatan ini dijelaskan pada Gambar 2.2 menterjemahkan kode kernel untuk mengganti perintah yang tidak bisa divirtualisasikan dengan perintah baru yang ditujukan untuk *virtual hardware*. Sementara itu kode dari tingkat *user* dapat langsung dieksekusi oleh CPU untuk proses kinerja virtualisasi yang lebih cepat. Setiap perangkat lunak virtualisasi menyediakan setiap mesin virtual dengan layanan seperti pada komputer fisik, seperti *virtual bios*, *virtual devices*, dan *virtualized memory management* (VMWare, 2007).

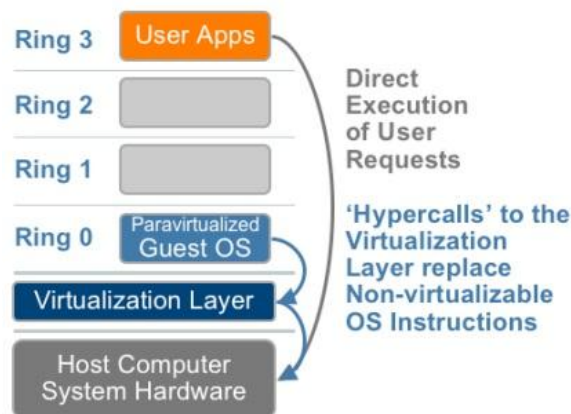


Gambar 2.2 Pendekatan *Full Virtualization* using *binary translation*

Beberapa contoh *software full virtualization* adalah VMWare Workstation, Virtual Box, Virtual PC, dan lain-lain.

2.3.2 Para Virtualization

Paravirtualization adalah teknik virtualisasi yang digunakan untuk implementasi pada berbagai macam lingkungan *virtual machine*, yang mana pada *para virtualization* ini lingkungan *virtual machine* hanya menyediakan simulasi perangkat keras secara sebagian saja. Tidak semua fitur dari *hardware* dapat disimulasikan sehingga tidak semua perangkat lunak tersebut dapat berjalan tanpa modifikasi terlebih dahulu. Pendekatan ini dijelaskan pada Gambar 2.3 melibatkan modifikasi pada *kernel* sistem operasi *guest* untuk menggantikan perintah yang tidak bisa divirtualisasikan dengan *hypercall* yang berkomunikasi secara langsung dengan *hypervisor*. *Hypervisor* juga menyediakan antarmuka *hypercall* untuk operasi *kernel* lainnya seperti *memory management*, *interrupt handling*, dan *time keeping* (VMWare, 2007).



Gambar 2.3 Pendekatan *Para Virtualization*

2.3.3 Hardware Assist

Hardware Assist merupakan virtualisasi yang didukung oleh perangkat keras. Terdapat perangkat keras khusus yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja proses virtualisasi. Perangkat tersebut biasanya ditanam di dalam CPU dan menjadi sebuah fitur pada CPU. Untuk *processor* Intel bernama INTEL-VT dan untuk prosesor AMD bernama AMD-V. Teknologi tersebut tersedia pada tahun 2006, sehingga hanya CPU yang diproduksi setelah 2006 yang terdapat fitur

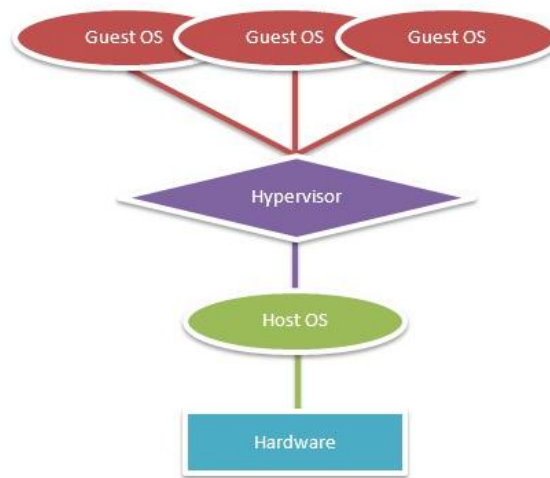
tersebut (VMWare, 2007). Pemanfaatan dari *hardware Assist* adalah kinerja *overhead* untuk menjalankan *full virtualization* menjadi lebih baik, sehingga menjalankan sistem operasi tamu seolah-olah menjalankan sistem operasi biasa.

2.4 Hypervisor

Pada teknologi virtualisasi, *Hypervisor* merupakan program perangkat lunak yang mengatur beberapa sistem operasi yang berjalan di dalam sebuah sistem komputer. *Hypervisor* mengatur sumber daya yang ada dalam sebuah sistem komputer untuk mengalokasikan kebutuhan pada setiap sistem operasi, antara lain kebutuhan *memory*, *processor* dan sumber daya yang lain. *Hypervisor* sendiri menurut Robert P. Goldberg dibagi menjadi dua tipe, yaitu tipe *native / bare-metal* dan tipe *hosted* (Goldberg, 1973).

2.4.1 Tipe Hosted

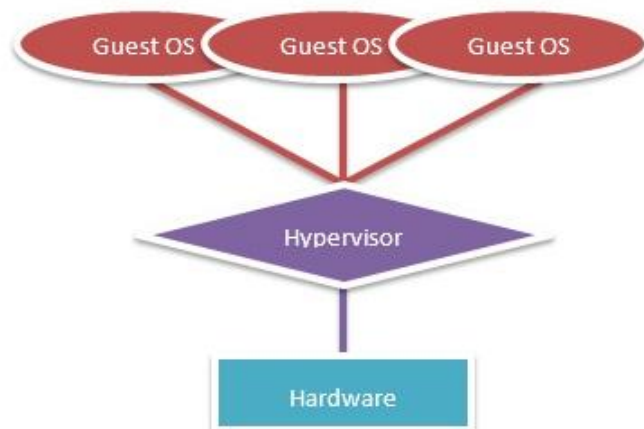
Hypervisor tipe *hosted* berjalan di dalam sistem operasi konvensional. Pada tipe *hosted* ini *hypervisor* harus diinstal terlebih dahulu di dalam sistem operasi utama seperti Linux atau Windows, sehingga *hypervisor* tipe ini berjalan pada level ketiga di atas hardware. Contoh aplikasi tipe *hosted* antara lain Solaris Zones, VMWare Workstation, VMWare Server, Virtual Box, QEMU, dan Virtual PC. Kekurangan tipe ini apabila sistem operasi *host* mengalami kerusakan atau masalah, maka sistem operasi *guest* akan terganggu. Pada Gambar 2.4 dijelaskan tipe *hosted* berjalan pada level ketiga di atas *hardware* dalam sebuah sistem operasi *host* agar dapat mengontrol sistem operasi *guest*.



Gambar 2.4 *Hypervisor* tipe *hosted*

2.4.2 Tipe *Native (Bare-Metal)*

Hypervisor tipe *native* merupakan suatu program yang dapat berjalan sendiri tanpa adanya sistem operasi *host*. *Hypervisor* tipe *native* ini juga disebut dengan sistem operasi *bare-metal* yang berjalan secara langsung di atas perangkat keras untuk mengatur sistem operasi tamu yang telah diinstal di dalamnya. Dalam penerapannya *hypervisor* tipe *native* ini lebih unggul dalam hal keamanan dan efisiensi dibandingkan dengan tipe *hosted* dikarenakan tidak perlu adanya sistem operasi *host* untuk menjalankan *virtual machine* atau sistem operasi *guest*. Beberapa contoh aplikasi tipe *native* antara lain Sun's Logical Domain, VMWare ESXi, Oracle VM, Microsoft Hyper-V, Parallel Server, dan Proxmox (Mardiansyah, 2008). Pada Gambar 2.5 di jelaskan *hypervisor* tipe *native* berjalan langsung di atas perangkat keras yang kemudian akan mengontrol secara langsung beberapa sistem operasi tamu.



Gambar 2.5 *Hypervisor tipe native / bare-metal*

2.5 Parameter Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini menggunakan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*. Penggunaan parameter tersebut dikarenakan *memory*, *processor* dan *hard disk* merupakan komponen utama suatu server atau komputer yang saling berkaitan satu sama lain, sehingga kinerja dari komponen utama tersebut akan berpengaruh terhadap kinerja server itu sendiri. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Septiadi dan Sedyono juga menggunakan parameter di atas untuk pengujian kinerja virtualisasi. Pemilihan parameter di atas dapat dijadikan sebagai indikator penunjuk kinerja virtualisasi server perguruan tinggi (Septiadi & Sedyono, 2012).

2.5.1 *Memory Utilization*

Memory merupakan istilah yang merujuk pada media penyimpanan data sementara pada komputer. Setiap program dan data yang sedang diproses oleh *processor* akan disimpan di dalam *memory* fisik. Sebagian besar komputer memiliki hirarki *memory* yang terdiri atas tiga level, antara lain (Comxero, 2010):

- a. *Physical Register* di CPU, berada pada level teratas. Informasi yang terdapat pada register dapat diakses dalam satu *clock cycle* CPU.
- b. *Primary Memory (Executable memory)*, berada pada level tengah. *Primary memory* diukur dengan satuan *byte* dalam satu waktu, secara relatif dapat

diakses dengan cepat, dan bersifat *volatile* (informasi bisa hilang ketika komputer dimatikan). CPU mengakses *memory* ini dengan instruksi *single load* dan *store* dalam beberapa *clock cycle*.

- c. *Secondary Memory*, berada pada level bawah. *Secondary Memory* diukur sebagai kumpulan dari *bytes* (*block of bytes*), waktu aksesnya lambat dan bersifat *non-volatile* (informasi tetap tersimpan ketika komputer dimatikan). *Memory* ini diterapkan pada *storage device*, jadi akses meliputi aksi oleh *driver* dan *device*.

Dalam penelitian ini perhitungan *memory utilization* dilakukan untuk mengetahui bagaimana dampak virtualisasi dapat berpengaruh terhadap pemakaian *memory* terhadap sistem. Parameter *memory utilization* merupakan rasio dari total *memory* yang digunakan terhadap total *memory* yang tersedia (Septiadi & Sedyono, 2012).

2.5.2 Processor Utilization

Processor merupakan otak dan pusat pengendali pada komputer yang didukung oleh komponen lainnya (Sainal, 2013). Fungsi *processor* antara lain untuk memproses data yang diterima dari masukan atau *input* dan kemudian menghasilkan keluaran atau *output*. Cara kerja *processor* akan terus terhubung dengan komponen lainnya, terutama *hard disk* dan RAM (*Random Access Memory*). Jenis dan kapasitas dari *processor* sangat mempengaruhi pada kecepatan komputer. *Processor* sendiri diukur dengan satuan *hertz* dan pada saat ini sudah mencapai *gigahertz* (GHz). Ukuran tersebut adalah hitungan kecepatan *processor* dalam mengolah data atau informasi. Bagian penting dari *processor* antara lain:

- a. Aritmetics Logical Unit (ALU)
- b. Control Unit (CU)
- c. Memory Unit (MU)

Perhitungan *processor utilization* dilakukan untuk mengetahui kinerja *processor* apabila diterapkan dalam virtualisasi. *Processor Utilization*

menunjukkan seberapa besar pemanfaatan sumber daya *processor* oleh sistem komputer yang dibutuhkan untuk memproses dan mengeksekusi sebuah instruksi (Septiadi & Sedyono, 2012).

2.5.3 *Hard disk Utilization*

Hard disk merupakan perangkat keras pada komputer atau server yang bekerja secara sistematis dimana menjadi media penyimpanan data. Data-data yang telah disimpan tidak akan hilang walaupun komputer dimatikan. Fungsi *hard disk* secara umum adalah untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh pemrosesan perangkat komputer. Pada penelitian ini *hard disk utilization* digunakan untuk mengetahui besarnya pemanfaatan sumber daya *hard disk* yang tersedia terhadap keseluruhan kapasitas *hard disk* (Septiadi & Sedyono, 2012).

2.6 *Baseline*

Dalam uji kinerja, membuat suatu *baseline* merupakan menjalankan suatu pengujian untuk mendapatkan data awal kinerja yang terukur dengan tujuan untuk dievaluasi atau dibandingkan dengan perbedaan kinerja dari beberapa sistem atau aplikasi dengan konfigurasi berbeda. Aspek penting dari *baseline* adalah semua karakteristik atau konfigurasi yang tersedia, kecuali yang memang secara sengaja divariasikan untuk perbandingan, harus tetap sama (Rasian & Mursanto, 2009).

Dalam penelitian ini yang menjadi *baseline* adalah kondisi awal *memory utilization* dan *processor utilization* pada masing-masing ketiga sistem operasi tamu sebelum dilakukan pembebanan pada kedua tipe virtualisasi.

2.7 *Web Server*

Web server merupakan salah satu aplikasi yang digunakan dalam penelitian. *Web server* diambil karena hampir semua server perguruan tinggi menggunakan aplikasi tersebut termasuk pada Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gajah Mada. *Web server* sendiri merupakan suatu program komputer yang mempunyai tanggung jawab menerima permintaan *HTTP* dari komputer klien yang dikenal dengan nama *web browser*, dan melayani komputer klien dengan

menyediakan respon *HTML* dan objek yang terkait, seperti gambar dan sebagainya (Fahlevi, 2008). Di dalam web server terdapat fitur-fitur dasar yang berjalan antara lain:

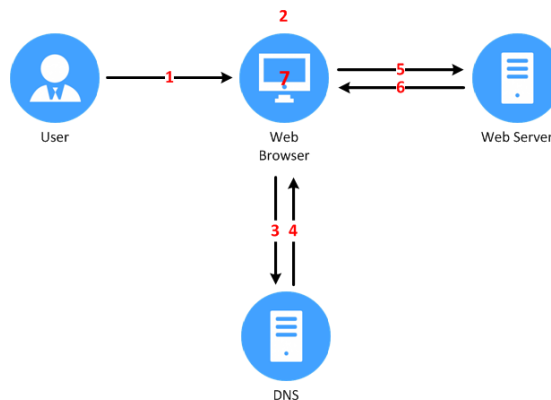
a. *HTTP*

Setiap program *web server* bekerja dengan menerima permintaan *HTTP* dari klien, dan memberikan respon *HTTP* kepada klien tersebut. Respon *HTTP* biasanya mengandung dokumen *HTML* tetapi dapat pula berupa gambar, berkas raw, dan berbagai jenis dokumen lainnya. Jika terjadi kesalahan permintaan dari klien atau terjadi masalah saat melayani klien maka *web server* akan mengirim respon kesalahan yang dapat berupa dokumen *HTML* atau teks yang memberi penjelasan penyebab terjadinya kesalahan.

b. Logging

Web server mempunyai kemampuan untuk melakukan logging atau pencatatan terhadap informasi detil mengenai permintaan klien dan respon dari *web server*. Respon tersebut akan disimpan dalam berkas *log*. Dengan adanya berkas log ini maka akan memudahkan web master untuk mendapatkan statistik dengan menggunakan tool log analyzer.

Pada saat user mengetikkan alamat suatu halaman web ke dalam *web browser*, maka akan ada proses perintah yang berjalan dari *user* menuju web server. Cara kerja proses tersebut akan dijelaskan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Cara Kerja Web Server

Penjelasan pada gambar 2.6 tersebut adalah sebagai berikut (Anonim, 2014):

1. User mengetikkan alamat website yang diinginkan dengan memasukkan URL (*Universal Resource Identifier*), sebagai contoh user akan mengunjungi <http://www.uui.ac.id/index.php>.
2. Kemudian browser akan membagi alamat URL tersebut menjadi tiga bagian, yaitu protokol (dalam contoh ini protokol adalah “http”), kemudian alamat server atau nama server (dalam contoh adalah www.uui.ac.id), dan bagian dari URL yang akan diminta (dalam hal ini adalah “index.php”).
3. Proses selanjutnya browser akan menghubungi DNS (Domain Name Server) untuk menterjemahkan nama domain ke dalam alamat IP server tersebut. Server DNS pada dasarnya adalah database yang bekerja untuk menghubungkan nama domain ke dalam alamat IP.
4. Setelah alamat server ditemukan, browser kemudian menentukan protokol apa yang akan digunakan untuk berkomunikasi. Untuk meminta website dasar maka digunakan protokol HTTP.
5. Langkah browser selanjutnya adalah mengirimkan kode permintaan “GET” kepada web server untuk mengambil alamat dan halaman yang telah disediakan. Dalam artian browser meminta server untuk menampilkan informasi halaman “index.php” pada situs [uui.ac.id](http://www.uui.ac.id). kemudian server akan merespon permintaan dari *web browser* dan memverifikasi alamat dan data

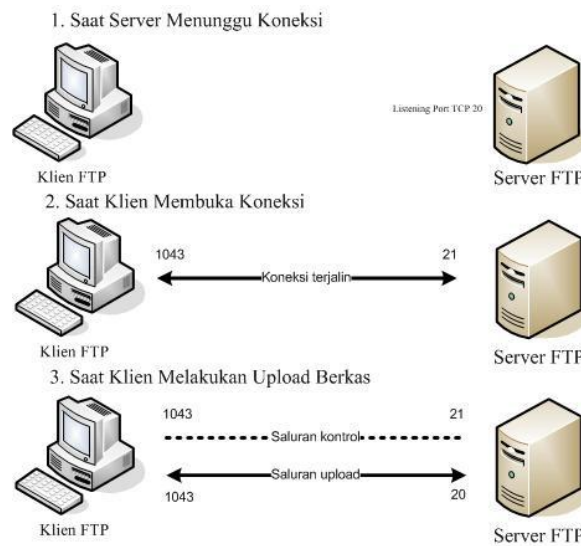
yang akan dikirimkan. Kemudian akan mengirimkan kembali hasil yang diminta oleh *web browser*.

6. Kemudian browser akan menterjemahkan semua data ke dalam format HTML dan menampilkannya ke dalam layar. Apabila ada tipe *file* lain yang dibutuhkan untuk menampilkan halaman web (sebagai contoh gambar atau *file media*) web browser perlu untuk membuat permintaan tambahan kepada *web server* untuk mendapatkan masing-masing tipe file tersebut.
7. Halaman <http://www.uui.ac.id/index.php> akan muncul pada *web browser* dalam bentuk teks gambar dan naskah.

2.8 FTP Server

FTP merupakan singkatan dari *File Transfer Protocol* adalah protokol Internet yang berjalan di dalam lapisan aplikasi yang merupakan standar untuk pentransferan berkas atau *file* komputer antar mesin-mesin dalam sebuah *internetwork* (Agustya, 2013). FTP merupakan salah satu protokol internet yang paling awal dikembangkan, dan masih digunakan sampai saat ini untuk melakukan pengunduhan atau *download* dan pengunggahan atau *upload* berkas-berkas komputer antara klien FTP dan server FTP.

Sebuah server FTP diakses menggunakan URL dengan menggunakan format `ftp://namaserver`. Klien FTP dapat menghubungi server FTP dengan membuka URL tersebut. FTP sendiri menggunakan protokol TCP (*Transmission Control Protocol*) untuk komunikasi data antara FTP klien dan FTP server. Sehingga diantara kedua komponen tersebut akan tercipta sebuah sesi komunikasi sebelum pengiriman data dimulai. Proses FTP akan dijelaskan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Proses Upload FTP

Penjelasan pada Gambar 2.7 tersebut adalah sebagai berikut (Adhit, 2009):

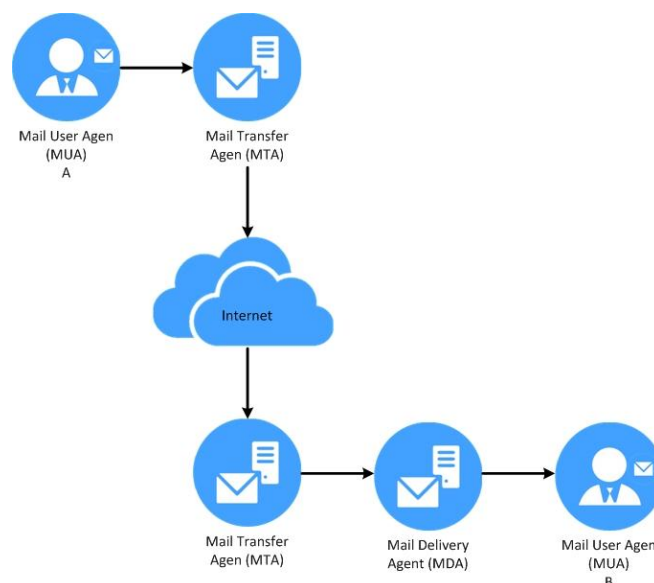
1. Sebelum membuka koneksi, port TCP nomor 21 pada server FTP akan mendengarkan percobaan koneksi dari klien FTP.
2. kemudian port 21 akan digunakan sebagai port pengatur untuk membuat koneksi antara klien dan server, untuk memungkinkan klien untuk mengirimkan sebuah perintah FTP kepada server dan juga mengembalikan respon server ke perintah tersebut.
3. Apabila koneksi kontrol telah dibuat, maka server akan memulai membuka port TCP 20 untuk membentuk sebuah koneksi baru dengan klien untuk mentransfer data aktual yang sedang dipertukarkan saat melakukan pengunduhan dan pengunggahan.

2.9 Mail Server

E-mail merupakan sebuah layanan pengiriman surat elektronik yang dikirim melalui Internet. *E-mail* dikirim dari suatu alamat *e-mail* yang terdapat pada sebuah *mail server* kepada alamat *e-mail* yang lainnya yang terdapat pada *mail server* yang sama maupun pada *mail server* yang berbeda. *Mail server* sendiri merupakan suatu entitas berupa komputer yang bertindak sebagai sebuah server dalam jaringan komputer atau Internet, serta memiliki fungsi melakukan

penyimpanan (*storing*) dan distribusi yang berupa pengiriman (*sending*), penyaluran (*routing*), dan penerimaan (*receiving*) e-mail (Pratama, 2008). Untuk mengirim sebuah *e-mail* dari alamat *e-mail* satu ke alamat *e-mail* yang lain digunakan sebuah protokol yaitu SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) dengan port 25. protokol SMTP telah menjadi aturan dasar yang disepakati untuk pengiriman *e-mail*. SMTP merupakan protokol yang digunakan untuk mengirim *e-mail* dan digunakan untuk komunikasi antar *mail server*, dan tidak digunakan untuk berkomunikasi dengan klien. Dengan demikian semua perangkat lunak *mail server* pasti mendukung protokol SMTP untuk komunikasi antar *mail server*, sedangkan untuk klien, digunakan protokol IMAP, dan POP.

Mail server memiliki tiga komponen utama yaitu *Mail Transfer Agent* (MTA), *Mail Delivery Agent* (MDA), dan *Mail User Agent* (MUA) (Pratama, 2008). Komponen tersebut memiliki peranan masing-masing. MTA bertugas mengatur pengiriman dan penerimaan *e-mail*. MDA bertugas mengatur pengiriman e-mail ke alamat yang sesuai pada jaringan lokal. MUA bertugas untuk menjadi antarmuka yang menghubungkan *user* dengan *mail server*. Fungsi dari masing-masing komponen utama dijelaskan pada Gambar 2.8 (Arnowo,2012).



Gambar 2.8 Proses pengiriman *e-mail*.

Pada Gambar 2.8, pengguna A menggunakan *Mail User Agent* (MUA) untuk menulis dan mengirim *e-mail* ke pengguna B. *E-mail* kemudian dikirim ke *Mail Transfer Agent* (MTA) yang bertanggung jawab untuk mengirimkan *e-mail* ke *Mail Transfer Agent* (MTA) B dengan protokol SMTP melalui Internet. *Mail Transfer Agent* (MTA) B menerima *e-mail* yang akan diteruskan ke *Mail Delivery Agent* (MDA). Setelah itu *Mail Delivery Agent* (MDA) akan meneruskan *e-mail* ke *Mail User Agent* (MUA) B dengan menggunakan Protokol IMAP atau POP (Arnowo, 2012).

2.10 Moodle

Moodle merupakan singkatan dari *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. Moodle merupakan salah satu aplikasi dari konsep dan mekanisme belajar mengajar yang memanfaatkan teknologi informasi, yang dikenal dengan konsep pembelajaran elektronik atau *e-learning* (Surjono, 2010). Moodle dikembangkan pertama kali oleh Martin Dougiamas pada Agustus 2002 dan dapat digunakan secara bebas sebagai produk *open source* di bawah lisensi GNU. Moodle dapat diinstal di komputer dan sistem operasi apapun yang bisa menjalankan PHP dan mendukung database SQL. Komponen Moodle antara lain Apache Web Server, PHP, dan Database MySQL.

2.11 VSFTPD

VSFTPD (Very Secure FTP Daemon) adalah sebuah aplikasi server FTP untuk Unix sistem, termasuk Linux dan berlisensi di bawah GNU General Public License. VSFTPD juga mendukung IPv6 dan juga SSL. VSFTPD adalah FTP server yang sering digunakan dalam Ubuntu, CentOS, Fedora, NimbbleX, Slackware dan RHEL distribusi Linux karena keamanan dan kemudahan dalam penggunaan dan konfigurasinya (Kurniawan, 2013).

2.12 Postfix

Postfix adalah sebuah aplikasi server *e-mail* yang dikembangkan sebagai pengganti *sendmail* dan berjalan dengan baik pada sistem operasi UNIX dan Mac OS X. Postfix berfungsi sebagai *Mail Transfer Agent* (MTA). Postfix dikembangkan oleh Wietse Venema yang merupakan seorang ahli pengamanan saat bekerja sebagai peneliti di IBM. Postfix merupakan versi yang dibagikan secara gratis dari perusahaan *e-mail* komersial IBM. Pertama kali dibuat tahun 1998 dan menjadi populer karena mudah mendapatkan kode programnya dan dijalankan dalam sistem operasi terbuka. Postfix dipasarkan mulai tanggal 22 Januari 1999 (Hermawan, 2012).

2.13 Cacti

Cacti adalah salah satu aplikasi open source yang merupakan solusi pembuatan grafik *network* yang lengkap yang didesign untuk memanfaatkan kemampuan fungsi RRDTool (*Round-Robin Database tool*) sebagai penyimpanan data dan pembuatan grafik. Cacti menyediakan pengumpulan data yang cepat, pola grafik *advanced*, metoda perolehan *multiple* data, dan fitur pengelolaan *user*. Cacti dikemas secara intuitif, sebuah *interface* yang mudah digunakan dan mudah dipahami untuk *Local Area Network* hingga *network* yang kompleks dengan ratusan perangkat. Dengan menggunakan cacti kita dapat memonitor trafik yang mengalir pada sebuah server. Cacti juga merupakan *frontend* dari RRDTool yang menyimpan informasi kedalam *database* MySQL dan membuat grafik berdasarkan informasi tersebut. Cacti berjalan pada protokol *Simple Network Management Protocol* (SNMP). Proses pengambilan data dan pembuatan gambar grafik dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP (Hanum, 2013).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisis Masalah

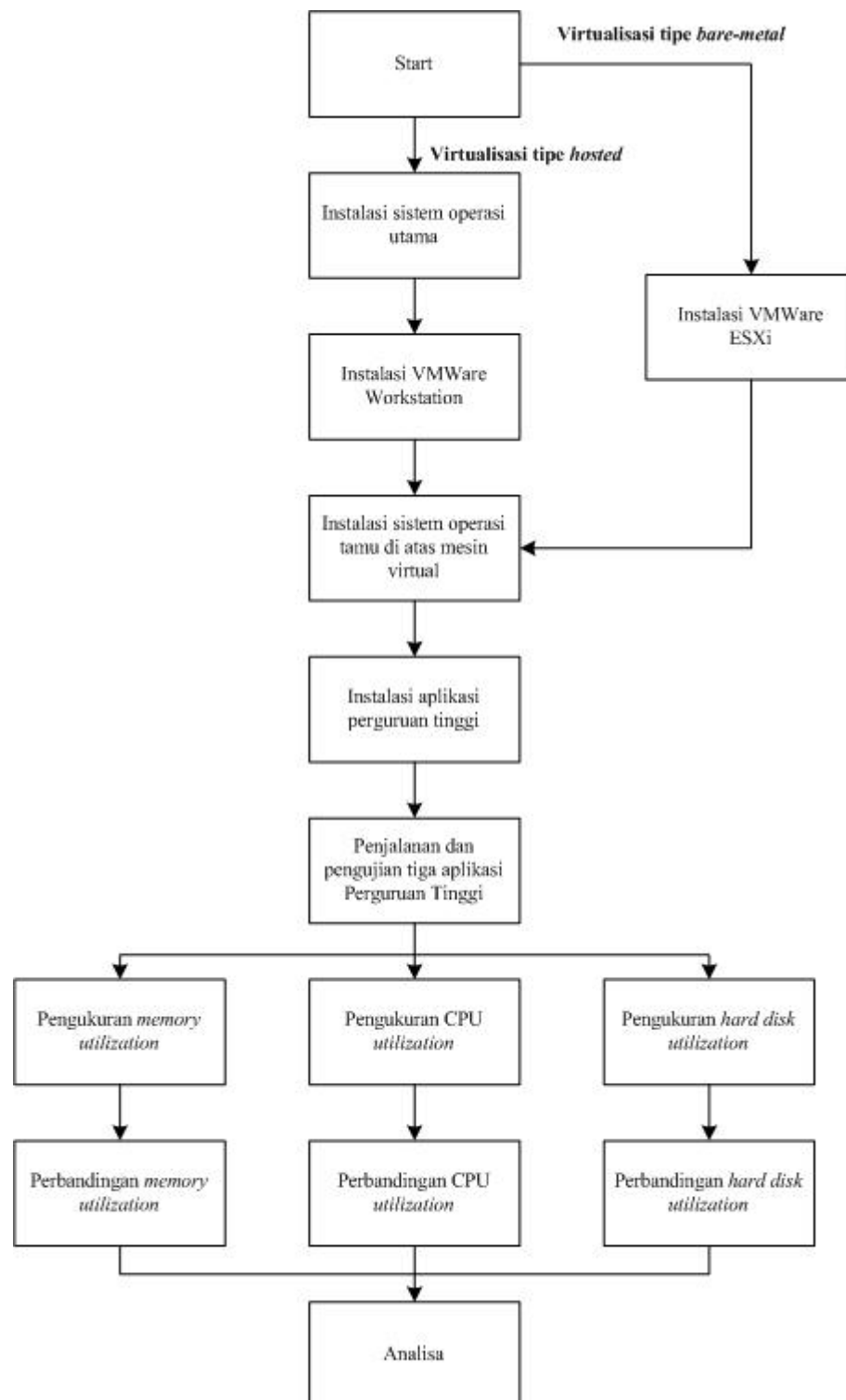
Permasalahan yang dihadapi perguruan tinggi dalam menyediakan kebutuhan serta pengembangan teknologi informasi dan komunikasi adalah meningkatnya biaya operasional. Seiring meningkatnya biaya operasional yang harus disediakan perguruan tinggi, maka dibutuhkan suatu penyelesaian dari permasalahan tersebut. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan oleh Southwestern Illinois College (SWIC) United State, teknologi virtualisasi dianggap bisa mengurangi *Total Cost of Ownership* (TCO) hingga jutaan US dollar (Leja, 2010).

Kriteria evaluasi kinerja virtualisasi menggunakan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*. Pemilihan penggunaan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization* dengan alasan parameter tersebut merupakan komponen utama suatu server atau komputer yang saling berkaitan satu sama lain, sehingga kinerja dari komponen utama tersebut akan berpengaruh terhadap kinerja server itu sendiri.

Dasar pemilihan parameter mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Septiadi dan Sedyono yang juga menggunakan parameter di atas untuk pengujian kinerja virtualisasi. *Memory utilization* sebuah parameter yang menggambarkan perbandingan antara total *memory* yang digunakan terhadap total *memory* yang tersedia. *Processor utilization* menunjukkan seberapa besar pemanfaatan sumber daya *processor* oleh sistem komputer yang dibutuhkan untuk memproses dan mengeksekusi sebuah instruksi. *Hard disk utilization* untuk mengetahui besarnya pemanfaatan sumber daya *hard disk* yang tersedia terhadap keseluruhan kapasitas *hard disk* (Septiadi & Sedyono, 2012).

3.2 Skenario Pengujian

Skenario pengujian virtualisasi dalam penelitian ini diawali dengan instalasi sistem operasi utama, VMWare Workstation 10, dan sistem operasi tamu untuk virtualisasi tipe *hosted*. Instalasi VMware vSphere Hypervisor ESXi 5.5.0, dan sistem operasi untuk virtualisasi tipe *bare-metal*. Instalasi terakhir yang dilakukan untuk kedua tipe virtualisasi tersebut adalah aplikasi perguruan tinggi yang meliputi *web server*, *FTP server*, dan *mail server*. Langkah selanjutnya adalah pembebanan server yang bertujuan untuk menguji kinerja server virtual. Skenario pengujian virtualisasi tersebut menggunakan parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*. Skenario yang dilakukan adalah pembebanan terhadap ketiga aplikasi secara bersama-sama melalui komputer klien terhadap masing-masing server. Tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah pengambilan data yang diperoleh dari hasil percobaan pembebanan server. Data yang diperoleh berupa angka persentase dari kinerja tiap-tiap parameter yang digunakan. Selanjutnya dilakukan analisis dengan membandingkan data antara kinerja server virtual tipe *hosted* dan tipe *bare-metal*. Secara keseluruhan, skema kinerja server virtual tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* digambarkan pada Gambar 3.1.

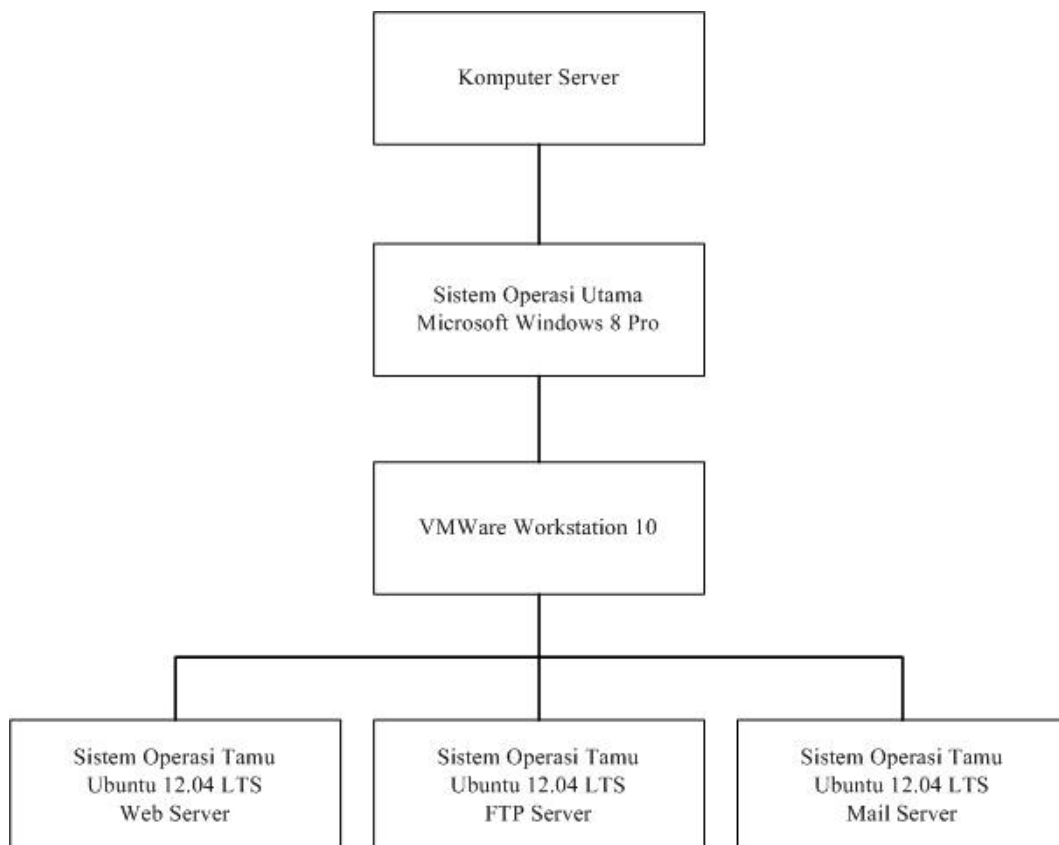


Gambar 3.1 Skema kinerja server virtual tipe *hosted* dan tipe *bare-metal*

3.2.1 Skenario Implementasi Virtualisasi

A. Tipe Hosted

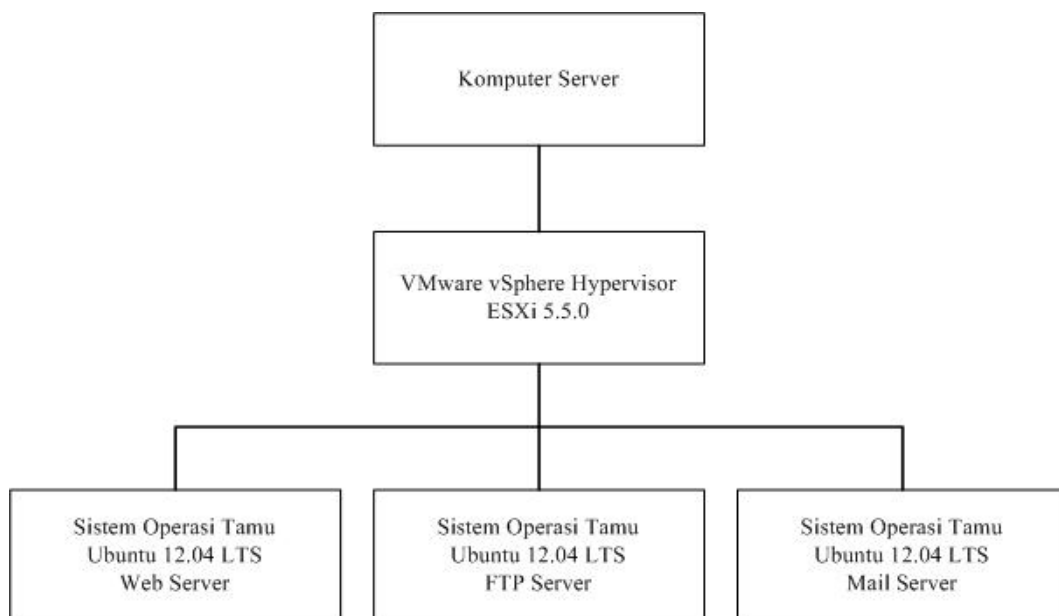
Virtualisasi tipe *hosted* menggunakan Microsoft Windows 8 Pro sebagai sistem operasi utama dan Ubuntu 12.04 LTS sebagai sistem operasi tamu. Pengujian ini membutuhkan tiga sistem operasi tamu yang digunakan untuk aplikasi perguruan tinggi. Perangkat lunak virtualisasi menggunakan VMWare Workstation 10. Masing-masing dari ketiga sistem operasi tamu diinstal aplikasi perguruan tinggi yaitu *web server*, *FTP server*, dan *mail server*. Pada virtualisasi tipe *hosted* aplikasi yang berjalan hanya aplikasi VMWare Workstation 10. Skema implementasi virtualisasi tipe *hosted* dijelaskan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema Implementasi server virtual tipe *hosted*

B. Tipe Bare-Metal

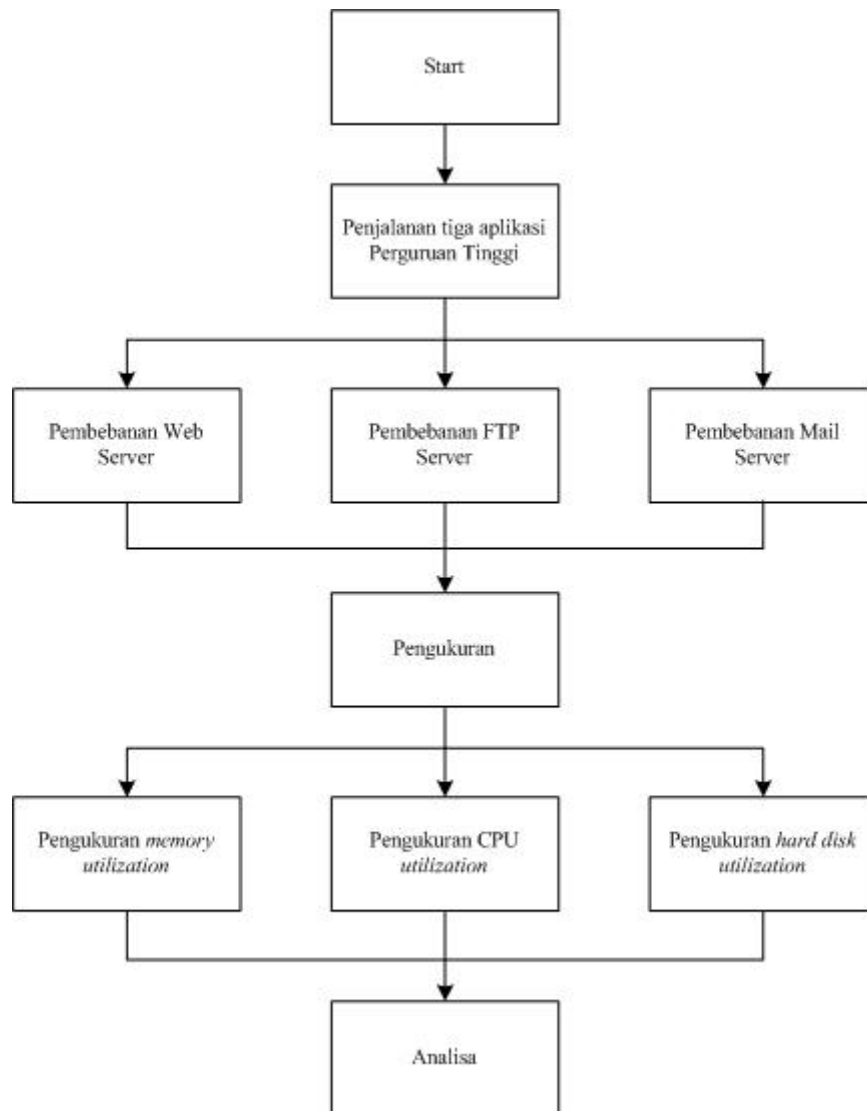
Virtualisasi tipe *bare-metal* tidak memerlukan sistem operasi utama karena virtualisasi tipe *bare-metal* berjalan langsung di atas perangkat keras. Sistem operasi tamu menggunakan Ubuntu 12.04 LTS. Perangkat lunak virtualisasi menggunakan VMware vSphere Hypervisor ESXi 5.5.0. Masing-masing dari ketiga sistem operasi tamu diinstal aplikasi perguruan tinggi yaitu *web server*, *FTP server*, dan *mail server*. Skema implementasi virtualisasi tipe *hosted* dijelaskan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema Implementasi server virtual tipe *bare-metal*

3.2.2 Langkah-langkah Skenario Pengujian

Langkah-langkah skenario pengujian diperlukan untuk mempermudah dalam pengambilan data kinerja server virtual perguruan tinggi. Langkah-langkah skenario dijelaskan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skema skenario pengujian

Langkah-langkah skenario pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Pengguna menjalankan ketiga aplikasi perguruan tinggi.
2. Memberi beban terhadap *web server*.
3. Setelah memberi beban terhadap *web server*, kemudian memberi beban terhadap FTP server.
4. Setelah memberi beban terhadap *web server* dan FTP Server, kemudian memberi beban terhadap *mail server*.

5. Setelah ketiga aplikasi terbebani, maka dimulai untuk pengambilan data pada masing-masing server virtual.
6. Pembebanan ketiga aplikasi tersebut dilakukan dalam waktu lima menit secara bersamaan.
7. Pengujian pembebanan dilakukan pengulangan sebanyak sepuluh kali.
8. Pengguna melakukan pengamatan terhadap hasil berupa angka persentase dari parameter *memory utilization*, *processor utilization*, dan angka rata-rata kecepatan transfer data untuk *hard disk utilization*.

3.2.3 Skenario Pembebanan Server

Pada pengujian kinerja virtualisasi yang dilakukan diterapkan skenario pengujian sesuai dengan peran server masing-masing sebagai berikut:

a. Web server

Pembebanan aplikasi *web server* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Webserver Stress Tool. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembebanan *web server* dengan tipe tes *time* yaitu menjalankan tes dengan beban konstan sampai dengan waktu tertentu. Pada tes ini dilakukan tes selama lima menit sebanyak sepuluh kali dan dilakukan pada setiap tipe-tipe virtualisasi. Tes dilakukan dengan simulasi *virtual user* sebanyak 10, 20, dan 30. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan utilisasi kinerja berdasarkan jumlah *virtual user*. Pengamatan angka persentase dilakukan selama lima menit dikarenakan proses pembebanan ketiga aplikasi membutuhkan waktu untuk mencapai titik maksimal. Apabila kurang dari lima menit dikhawatirkan kinerja server virtual belum mencapai titik maksimal.

b. FTP Server

Pembebanan FTP server dilakukan dengan cara mengunggah berkas sebesar 4500 MB dari komputer klien ke komputer server. Dasar menggunakan berkas sebesar 4500 MB adalah waktu pembebanan adalah lima menit (300 s), dan kecepatan transfer data pada saat dilakukan pengujian adalah 15 MB/detik. Maka data yang digunakan adalah:

$Total\ data = waktu \times kec.rata-rata\ transfer$

$Total\ data = 300\ s \times 15\ MB/s$

$Total\ data = 4500\ MB$

c. Mail Server

Pembebanan mail server menggunakan Server Traffic Tool. Server Traffic Tool mensimulasikan beban traffic ke *mail server* melalui protokol SMTP dan protokol IMAP dengan *request List Folder* sebanyak 300. Tes dasar terdiri dari pengiriman 5000 pesan dengan ukuran 1 kB, 1800 pesan dengan ukuran 25 kB, dan 2000 pesan dengan beban 500 kB. Pada tes ini dilakukan tes selama lima menit dengan alasan sama seperti pada pembebanan *web server*. Dasar menggunakan simulasi pembebanan 5000 pesan dengan ukuran 1 kB, 1800 pesan dengan ukuran 25 kB, dan 2000 pesan dengan beban 500 kB adalah waktu pembebanan *mail server* adalah lima menit (300 detik), dan kecepatan transfer data pada saat dilakukan simulasi pengiriman *e-mail* adalah 3500 kB/detik.

$Total\ data = waktu \times kec.rata-rata\ transfer$

$Total\ data = 300\ s \times 3500\ kB/s$

$Total\ data = 1.050.000\ kB$

Maka ukuran berkas pengiriman adalah

$1\ kB \times 5000 = 5000\ kB$

$25kB \times 1800 = 45.000\ kB$

$\underline{500\ kB \times 2000 = 1.000.000\ kB} +$
 $= 1.050.000\ kB$

3.2.4 Skenario Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini akan dibagi menjadi tiga bagian sesuai dengan banyaknya parameter yang digunakan yaitu *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization*. Skenario pengambilan data dalam penelitian ini dengan cara mengamati dan mencatat angka penggunaan dari parameter *memory utilization*, angka persentase dari parameter *processor utilization*, dan

angka rata-rata kecepatan transfer data untuk *hard disk utilization*. Langkah awal dalam mengamati dan mencatat angka persentase, dilakukan penentuan *baseline memory* dan *processor* dari kedua tipe virtualisasi. *Baseline* digunakan untuk menentukan kondisi awal sebelum dilakukan pembebanan server, sehingga angka persentase *memory* dan *processor* yang dihasilkan merupakan persentase akhir dari percobaan pembebanan server. Angka rata-rata diperoleh pada saat kondisi server yang telah dibebani oleh ketiga aplikasi dalam waktu yang bersamaan. Angka persentase akhir merupakan hasil pengurangan dari angka persentase yang dihasilkan dengan *baseline*, sehingga angka persentase *memory* dan *processor* dari kedua tipe dapat dibandingkan.

Pengambilan data dimulai setelah ketiga mesin virtual dijalankan dan ketiga aplikasi diberi beban secara bersama-sama. Pengambilan data diulang sebanyak sepuluh kali. Pengambilan data diulang sebanyak sepuluh kali dengan harapan data yang diperoleh mendekati hasil yang valid, sehingga dapat menggambarkan kinerja virtualisasi secara maksimal. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi Cacti untuk kedua tipe virtualisasi. Pengambilan data dilakukan dengan mengaktifkan protokol SNMP terlebih dahulu pada masing-masing sistem operasi tamu. Pengambilan data dilakukan dengan melihat rata-rata angka selama lima menit pada saat dilakukan pembebanan.

3.3 Analisis Kebutuhan

Dalam melakukan penelitian perlu dilakukan identifikasi lingkungan pengujian yaitu meliputi pencarian informasi mengenai perangkat keras, perangkat lunak, dan tools yang digunakan dalam pengujian.

3.3.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pengujian pada penelitian ini terbagi menjadi tiga, yaitu dua komputer yang digunakan sebagai server dan satu komputer yang digunakan sebagai klien. Spesifikasi komputer yang digunakan sebagai server dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Komponen	Spesifikasi
CPU	Intel(R) Core(TM) i3 CPU M380@2.53GHz (4CPUs)
RAM	6148 MB
Hard Disk	500 GB

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer Server

Kedua komputer server yang digunakan memiliki spesifikasi yang sama seperti yang dijelaskan pada tabel di atas. Kedua komputer server tersebut masing-masing digunakan untuk virtualisasi tipe *hosted* dan virtualisasi tipe *bare-metal*. Alasan penggunaan dua komputer server yang sama adalah untuk mengetahui bagaimana kinerja kedua jenis virtualisasi tersebut berjalan pada perangkat keras yang sama sehingga akan diketahui hasil yang tepat dalam pengujian perbandingan virtualisasi. Pada mesin virtual juga dilakukan pembatasan spesifikasi komputer untuk masing-masing komputer tamu. Hal ini dilakukan apabila spesifikasi terlalu besar maka pengujian terhadap aplikasi perguruan tinggi tidak akan membebani perangkat keras. Pembatasan pada masing-masing mesin virtual diberikan spesifikasi yang sama. Spesifikasi masing-masing mesin virtual adalah CPU 1 Core, RAM 1 GB, dan Hard Disk 20 GB.

Selain komputer server pengujian ini juga membutuhkan komputer yang berfungsi sebagai komputer klien. Tugas dari komputer klien yaitu melakukan pengujian kepada aplikasi web pada *web server* dengan skenario yang telah ditentukan. Dan melakukan tugas melakukan pengujian kepada FTP server dengan skenario yang telah ditentukan. Selain dilakukan untuk melakukan pengujian komputer klien digunakan juga untuk memantau kinerja perangkat keras pada virtualisasi tipe *bare-metal* dikarenakan dalam virtualisasi tipe *bare-metal* dibutuhkan komputer klien untuk melakukan konfigurasi dan monitoring. Dalam penelitian ini spesifikasi komputer klien yang digunakan tidak menjadi masalah selama bisa untuk melakukan pengujian dan monitoring kinerja perangkat keras.

3.3.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi empat kelompok, yaitu sistem operasi, perangkat lunak virtualisasi atau *hypervisor*, aplikasi atau program yang akan diuji, dan aplikasi atau program pengujian.

A. Sistem Operasi

Sistem operasi merupakan seperangkat program yang mengelola sumber daya perangkat keras komputer dan menyediakan layanan umum untuk aplikasi perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan dua sistem operasi.

1. Microsoft Windows 8 Pro

Dalam virtualisasi tipe *hosted* sistem operasi utama menggunakan Microsoft Windows 8 Pro. Windows 8 Pro merupakan sistem operasi berbasis grafis yang dibuat oleh Microsoft untuk digunakan sebagai komputer rumah, laptop, ataupun pusat media.

2. Ubuntu 12.04 LTS

Untuk dua sistem operasi tamu menggunakan Linux dengan menggunakan Ubuntu 12.04 LTS. Ubuntu merupakan salah satu distribusi Linux yang berbasis Debian dan didistribusikan sebagai *software* bebas. Kelebihan Ubuntu antara lain adalah bebas dari lisensi dikarenakan Ubuntu merupakan *software open source*. Linux Ubuntu juga stabil karena turunan dari Debian dan aman dari virus, worm, malware dan sejenisnya. Sedangkan dalam virtualisasi tipe *bare-metal* tidak menggunakan sistem operasi utama karena menggunakan mesin virtual khusus yang digunakan untuk mengendalikan perangkat lunak virtualisasi dan untuk dua sistem operasi tamu menggunakan Ubuntu 12.04 LTS.

B. Hypervisor

Hypervisor merupakan program perangkat lunak yang mengatur beberapa sistem operasi yang berjalan di dalam sebuah sistem komputer. Dalam penelitian ini ada dua aplikasi *hypervisor* yang digunakan. Virtualisasi tipe *hosted*

menggunakan VMWare Workstation 10 dan virtualisasi tipe *bare-metal* menggunakan VMware vSphere Hypervisor ESXi 5.5.0.

1. VMWare Workstation 10

VMWare Workstation merupakan suatu *hypervisor* yang berjalan pada komputer x64. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengatur beberapa mesin virtual dan menggunakannya secara bersama-sama (Wijaya, 2008). Setiap mesin virtual dapat menjalankan sistem operasi sendiri seperti Microsoft Windows, Linux dan variannya. VMWare Workstation juga memungkinkan satu mesin fisik untuk menjalankan sistem operasi secara bersama-sama. VMWare Workstation dikembangkan oleh VMWare, Inc, sebuah divisi dari EMC Corporation. VMWare Workstation juga mendukung komunikasi suatu jaringan, *hard disk*, dan peralatan USB dengan mesin virtual. Selain itu dapat juga *me-mount* sebuah berkas ISO kedalam *virtual optical disc drive* sehingga seolah-olah mesin virtual melihat berkas ISO tersebut menjadi *optical disc drive* yang nyata. Demikian juga *hard disk* virtual dibentuk dengan berkas .vmdk.

2. VMware vSphere Hypervisor ESXi 5.5.0

Vmware ESX/ESXi adalah suatu perangkat lunak virtualisasi dari VMWare yang bertipe *bare-metal* (Rasian & Mursanto, 2009). Perbedaan ESX dengan ESXi terletak pada arsitektur dan manajemen operasi. Walaupun inti dari kedua perangkat lunak virtualisasi sama dan tidak bergantung pada sistem operasi tertentu untuk manajemen, tetapi ESX memerlukan sistem operasi GNU/Linux untuk melakukan manajemen. ESXi sendiri merupakan ESX versi minimal tanpa fitur-fitur tambahan tertentu yang bisa didapat dengan gratis. ESX/ESXi berjalan pada arsitektur CPU x86 atau x86-64.

C. Aplikasi Perguruan Tinggi

Pada perguruan tinggi terdapat berbagai macam aplikasi-aplikasi untuk mengelola kegiatan mahasiswa baik akademik maupun non akademik. Dalam penelitian ini telah dilakukan wawancara sampel perguruan tinggi yaitu Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gajah Mada. Tetapi dalam penelitian

ini tidak semua aplikasi yang diimplementasikan. Diambil tiga contoh aplikasi perguruan tinggi untuk dilakukan pengujian. Aplikasi tersebut adalah aplikasi *web server*, aplikasi *FTP server*, dan *Mail Server*. Pemilihan aplikasi tersebut dikarenakan ketiga aplikasi tersebut merupakan aplikasi yang sama-sama digunakan oleh Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gajah Mada serta membutuhkan sumber daya yang besar sehingga cocok untuk dilakukan pengujian pada server virtual perguruan tinggi.

1. *Web Server*

Aplikasi *Web server* dalam penelitian ini menggunakan Moodle. Moodle merupakan salah satu aplikasi dari konsep dan mekanisme belajar mengajar yang memanfaatkan teknologi informasi, yang dikenal dengan konsep pembelajaran elektronik atau e-learning.

2. *FTP*

Aplikasi *FTP* dalam penelitian ini menggunakan vsftpd pada Ubuntu 12.04 LTS. Vsftpd merupakan aplikasi *FTP* yang cukup handal dalam implementasinya.

3. *E-mail*

Aplikasi *e-mail* pada penelitian ini menggunakan Postfix. Postfix merupakan aplikasi *MTA (Mail Transfer Agent)* yang berfungsi untuk mengatur pengiriman dan penerimaan *e-mail*. *MDA (Mail Delivery Agent)* menggunakan Dovecot yang berfungsi untuk mengatur pengiriman email ke alamat yang sesuai pada jaringan lokal. *MUA (Mail User Agent)* menggunakan Squirrelmail yang berfungsi untuk menjadi antarmuka yang menghubungkan user dengan Mail Server.

D. Program Pendukung

Pada penelitian ini diperlukan aplikasi pendukung untuk membantu proses pengujian kinerja virtualisasi perguruan tinggi. Program pendukung antara lain program untuk menguji kinerja aplikasi perguruan tinggi dan program untuk melakukan pengukuran atau pengambilan data.

1. Webserver Stress Tool

Webserver stress tool merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk menguji HTTP *client/server*. Webserver stress tool mensimulasikan permintaan akses terhadap HTTP oleh ratusan atau ribuan pengunjung yang sedang mengakses informasi pada website sehingga website akan terbebani.

2. Server Traffic Tool

Server Traffic Tool dikembangkan oleh IceWarp, Inc. Server Traffic Tool mensimulasikan beban traffic ke mail server melalui protokol SMTP dan IMAP.

3. VMWare vSphere Client

VMWare vSphere Client merupakan aplikasi yang dikembangkan oleh VMWare yang berfungsi untuk manajemen VMWare ESXi yang berjalan pada sistem Windows (Sugianto, 2011). VMWare vSphere Client dapat bekerja dengan cara memasukkan alamat IP, *user name*, dan *password*. Alamat IP didapatkan dari server yang telah diinstal VMWare ESXi. Hal yang perlu diperhatikan adalah alamat IP VMWare vSphere Client harus berada dalam satu jaringan dengan alamat IP server VMWare ESXi.

4. Cacti

Cacti merupakan aplikasi yang digunakan untuk pengambilan data pada kedua jenis virtualisasi. Cacti berjalan pada protokol SNMP (*Simple Network Management Protocol*). Data yang diambil adalah *Memory Utilization*, *Processor Utilization*, dan *Hard Disk Utilization* pada saat dilakukan pembebanan.

5. File zilla

File zilla merupakan program aplikasi jaringan yang berguna untuk transfer file melalui protokol FTP pada jaringan komputer atau Internet. File zilla merupakan aplikasi gratis dan dibuat dan dikembangkan oleh Tim Kosse (Budiarto, 2012). File zilla memiliki kelebihan pada kecepatan dan kemudahan melakukan transfer berkas.

3.4 Analisis Pengujian

Analisis pengujian terhadap virtualisasi tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* dilakukan dengan cara pembebanan aplikasi server perguruan tinggi. Virtualisasi tipe *hosted* menggunakan VMWare Workstation 10 sebagai perangkat lunak virtualisasi atau *hypervisor* serta VMware vSphere Hypervisor ESXi 5.5.0 untuk virtualisasi tipe *bare-metal*. Kedua tipe virtualisasi tersebut masing-masing diinstal aplikasi perguruan tinggi yaitu *web server*, FTP server dan *mail server*. Pembebanan *web server* dengan menggunakan perangkat lunak Webserver Stress Tool. Pembebanan FTP server dengan menggunggah berkas sebesar 4500 MB. Terakhir untuk aplikasi *mail server* menggunakan perangkat lunak Server Traffic Tool. Setelah ketiga aplikasi dilakukan pembebanan, kemudian diamati besarnya kapasitas *memory* yang terpakai, persentase *processor*, dan angka rata-rata kecepatan *read* dan *write* data pada *hard disk* pada masing-masing server virtual pada kedua tipe virtualisasi, sehingga server virtual tipe *hosted* dan *bare-metal* dapat dibandingkan secara *apple to apple*. Parameter yang diukur yaitu *memory utilization*, *processor utilization*, dan *hard disk utilization* menggunakan aplikasi Cacti yang telah disiapkan. Pembebanan server dilakukan selama lima menit dan pengamatan dilakukan sebanyak sepuluh kali.

3.5 Analisis Hasil

Analisis hasil dalam penelitian ini dengan cara membandingkan angka persentase yang dihasilkan masing-masing parameter dari virtualisasi tipe *hosted* dan tipe *bare-metal*, sehingga diperoleh suatu rekomendasi virtualisasi yang lebih baik. Angka persentase hasil pengamatan dituangkan ke dalam bentuk tabel dan grafik. Selain angka persentase, penelitian ini juga menyajikan rekomendasi kinerja server virtual perguruan tinggi dan memberikan perkiraan berdasarkan *user experience*. Rekomendasi kinerja ini dengan cara melihat angka penggunaan *memory* dari parameter *memory utilization*, angka persentase dari *processor utilization*, dan angka rata-rata kecepatan *read* dan *write* data untuk *hard disk utilization*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aplikasi Perguruan Tinggi

Berdasarkan dari hasil wawancara yang telah dilakukan dari Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gajah Mada, ada beberapa aplikasi perguruan tinggi yang digunakan untuk mendukung kegiatan perkuliahan. Seperti yang dijelaskan oleh Bapak R. Teduh Dirgahayu, ST., M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Badan Sistem Informasi Universitas Islam Indonesia aplikasi yang digunakan meliputi SIMAK, Unisys, dan Klasiber. SIMAK merupakan Sistem Informasi Manajemen Akademik, Unisys digunakan untuk kegiatan KRS dan data mahasiswa, serta Klasiber digunakan untuk kegiatan *e-learning*. Aplikasi tersebut merupakan aplikasi yang berbasis web. Aplikasi lain yang digunakan yaitu *e-mail* dan FTP. Fungsi *e-mail* yaitu untuk sarana mengirimkan dan menerima surat, sedangkan FTP digunakan untuk transfer berkas update dari aplikasi desktop yang ada di tiap-tiap fakultas. Universitas Islam Indonesia saat ini belum semua dilakukan virtualisasi, aplikasi yg dilakukan virtualisasi antara lain Klasiber, Unisys. Virtualisasi dilakukan dengan tujuan apabila pada waktu KRS, sumber daya pada aplikasi selain Unisys dapat dialokasikan sementara untuk menambah sumber daya pada aplikasi Unisys yang membutuhkan sumber daya yang besar pada saat KRS.

Wawancara kedua yaitu dengan Bapak Alif Subardono, ST., M.Eng. selaku Kepala Laboratorium Program Diploma Teknik Elektro Universitas Gajah Mada. Dari hasil wawancara dijelaskan bahwa Universitas Gajah Mada menggunakan beberapa aplikasi perguruan tinggi, antara lain yaitu SIA (Sistem Informasi Akademik), ELISA (aplikasi *e-learning*), SIMABK (aplikasi manajemen aset dan barang), SIK (Sistem Informasi Keuangan), *e-mail*, FTP. Beberapa aplikasi seperti SIA dan ELISA merupakan aplikasi berbasis web. FTP digunakan untuk transfer berkas repositori. Universitas Gajah Mada masih menggunakan server sendiri-sendiri untuk masing-masing aplikasi perguruan tinggi, sedangkan

virtualisasi digunakan pada level internal jurusan. Alasan dari penggunaan server sendiri-sendiri yaitu penggunaan masing-masing aplikasi yang membutuhkan sumber daya yang besar, sehingga satu server tidak memungkinkan dilakukan virtualisasi.

4.2 *Baseline*

Baseline pada percobaan ini adalah kondisi awal *memory utilization* dan *processor utilization* pada masing-masing ketiga sistem operasi tamu sebelum dilakukan pembebanan pada kedua tipe virtualisasi. *Baseline* menjadi acuan dari penggunaan *memory* dan *processor* pada tiga sistem operasi tamu sebelum dilakukan pembebanan. Angka-angka *memory utilization* dan *processor utilization* merupakan hasil pengurangan dari angka persentase yang dihasilkan dengan *baseline* yang telah ditentukan, sehingga angka persentase *memory* dan *processor* dari kedua tipe dapat dibandingkan. *Baseline* yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada Tabel 4.1.

	<i>Baseline</i>			
	<i>Memory</i>		<i>Processor</i>	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
Web Server	233,98	294,36	1%	1%
FTP Server	96,94	106,7	1%	1%
Mail Server	140,23	140,7	1%	1%

Tabel 4.1 *Baseline* pengujian

Baseline yang digunakan dibagi menjadi tiga bagian yaitu *Web Server*, *FTP Server*, dan *Mail Server*. *Baseline* dibedakan antara sistem operasi tamu yang berjalan pada virtualisasi tipe *hosted* dan *bare-metal*.

4.3 Pengukuran *Memory Utilization*

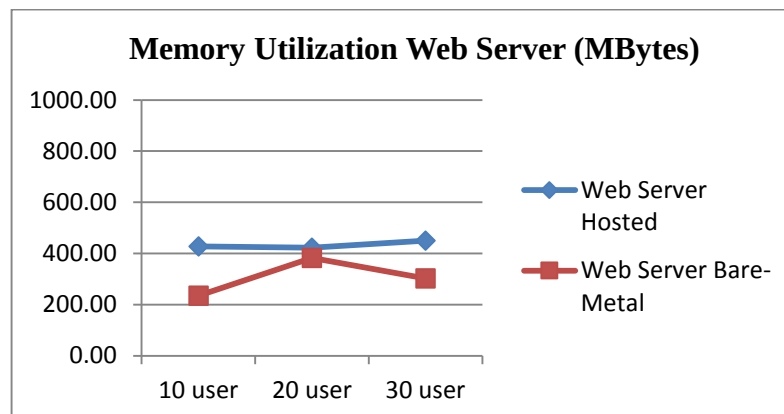
Memory utilization pada penelitian ini adalah kemampuan atau kapasitas dari *memory* yang sedang terpakai dan ditunjukkan dengan satuan MB (*megabyte*). Dalam hal ini *memory* yang digunakan pada masing-masing mesin virtual adalah

1000 MB. Apabila pengguna menemukan *memory utilization* sebesar 500 MB, berarti *memory* sedang bekerja menggunakan 50% dari kemampuan maksimal. Pengukuran *memory utilization* pada server virtual tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* dijelaskan pada Tabel 4.2, Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3.

	<i>Memory Utilization</i> (Mbyte) Max 1000 MB					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
Web Server	427,40	235,34	421,99	381,97	450,00	302,74
FTP Server	817,54	799,46	817,77	781,24	823,91	793,11
Mail Server	779,92	768,65	779,74	781,65	777,18	783,14

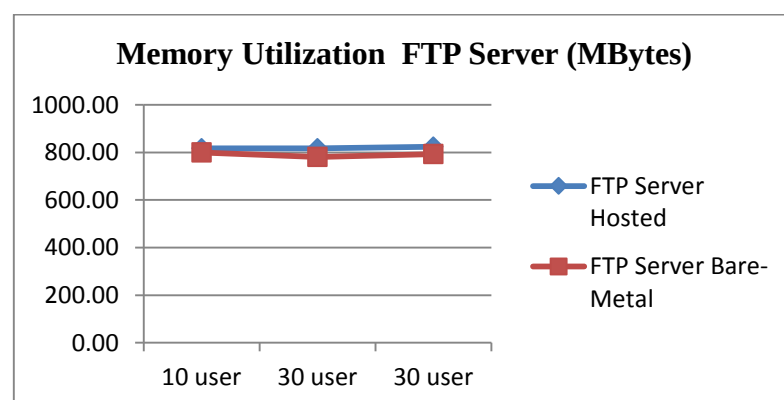
Tabel 4.2 *Memory Utilization* (Mbytes)

Tabel 4.2 merupakan hasil rata-rata dari sepuluh kali percobaan pengukuran *memory utilization* dari server virtual tipe *hosted* dan *bare-metal*. Berdasarkan percobaan pengukuran *memory utilization* terlihat bahwa *web server* tipe *bare-metal* memiliki utilisasi lebih rendah dibandingkan tipe *hosted* pada ketiga simulasi *virtual user*. Meningkatnya jumlah *user* berpengaruh pada *memory utilization web server* pada kedua tipe virtualisasi. Semakin banyak *user* yang mengakses semakin tinggi pula utilisasi *memory*. *FTP Server* tipe *bare-metal* juga memiliki utilisasi lebih rendah dibandingkan tipe *hosted* pada ketiga simulasi *virtual user*. Meningkatnya jumlah *user* tidak terlalu berpengaruh pada *memory utilization* pada *FTP server*. *Mail Server* tipe *bare-metal* memiliki utilisasi lebih rendah dibandingkan tipe *hosted* pada simulasi 10 *user*, tetapi pada percobaan simulasi dengan jumlah 20 dan 30 *user*, utilisasi *memory* pada tipe *bare-metal* terlihat lebih tinggi dari pada tipe *hosted*. Secara rata-rata angka pengukuran *memory utilization mail server* tipe *bare-metal* lebih rendah jika dibanding dengan tipe *hosted*.



Gambar 4.1 Grafik *Memory Utilization* pada *Web Server*

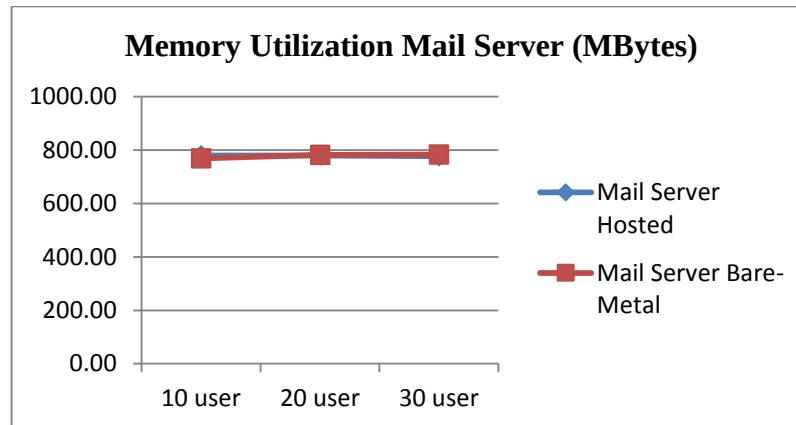
Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat grafik *memory utilization* pada *web server* tipe *hosted* tidak terlalu mengalami kenaikan yang signifikan dengan penambahan jumlah *virtual user*. Grafik *memory utilization* pada *web server* tipe *bare-metal* mengalami kenaikan pada percobaan 20 *virtual user* dan cenderung menurun pada percobaan 30 *virtual user*. Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa *memory utilization* pada *web server* tipe *bare-metal* lebih rendah dibanding tipe *hosted*. Grafik pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi angka penggunaan *memory* maka kinerja server akan semakin turun.



Gambar 4.2 Grafik *Memory Utilization* pada *FTP Server*

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat grafik *memory utilization* pada *FTP server* tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan dengan penambahan jumlah *virtual user*. Grafik *memory utilization* pada *web server* tipe *bare-metal* cenderung menurun pada percobaan 20 *virtual user* dan

kembali naik pada percobaan 30 *virtual user*. Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa *memory utilization* pada FTP server tipe *bare-metal* sedikit lebih rendah dibanding dengan tipe *hosted*. Perbedaan antara angka pengukuran *memory utilization* pada FTP server tipe *bare-metal* dan tipe *hosted* tidak terlalu jauh selisihnya.



Gambar 4.3 Grafik *Memory Utilization* pada *Mail Server*

Berdasarkan Gambar 4.3 terlihat grafik *memory utilization* pada *mail server* tipe *hosted* dan *bare-metal* tidak terlalu mengalami kenaikan yang signifikan dengan penambahan jumlah *virtual user*. Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa angka pengukuran *memory utilization* pada *mail server* tipe *bare-metal* hampir mendekati dengan tipe *hosted*. Perbedaan angka pengukuran *memory utilization* pada *mail server* tidak terlalu jauh antara tipe *bare-metal* dengan tipe *hosted*, namun tetap lebih sedikit rendah untuk tipe *bare-metal*.

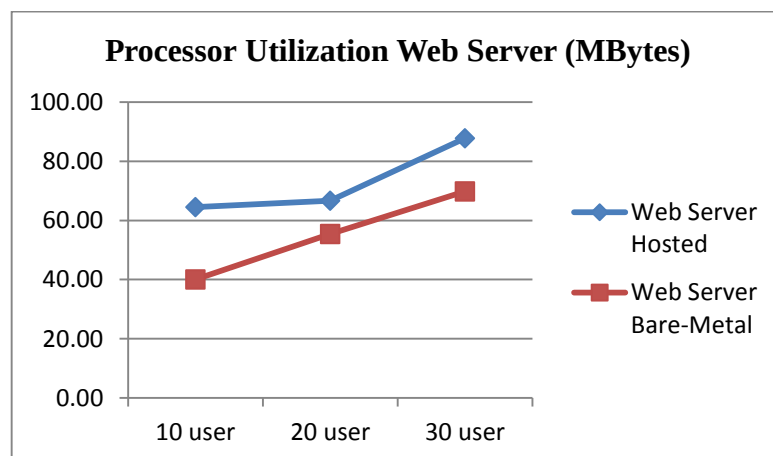
4.4 Pengukuran *Processor Utilization*

Processor utilization pada penelitian ini adalah kemampuan atau kapasitas dari *processor* yang terpakai yang ditunjukkan dengan angka persentase. Apabila penggunaan *processor utilization* sebesar 50%, berarti *processor* sedang bekerja menggunakan 50% dari kemampuan maksimal. Pengukuran *processor utilization* pada server virtual tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* dijelaskan pada Tabel 4.3, Gambar 4.4, Gambar 4.5, Gambar 4.6.

	<i>Processor Utilization (%)</i>					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
Web Server	64,50	40,00	66,60	55,40	87,70	69,80
FTP Server	28,70	31,10	26,00	12,70	29,20	17,00
Mail Server	42,90	37,90	44,90	32,90	71,90	33,70

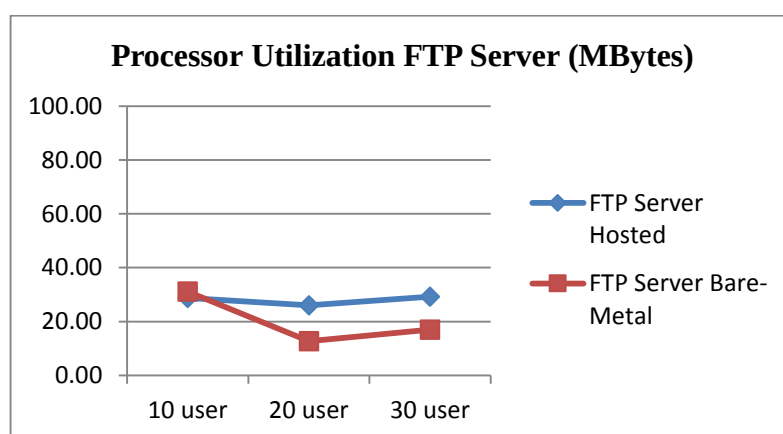
Tabel 4.3 *Processor Utilization (%)*

Tabel 4.3 merupakan hasil rata-rata dari sepuluh kali percobaan pengukuran *processor utilization* dari server virtual tipe *hosted* dan *bare-metal*. Berdasarkan percobaan pengukuran *processor utilization* terlihat bahwa *web server* tipe *bare-metal* memiliki utilisasi lebih rendah dibandingkan tipe *hosted* pada ketiga simulasi *virtual user*. Meningkatnya jumlah *user* berpengaruh pada *processor utilization web server* pada kedua tipe virtualisasi. Semakin banyak *user* yang mengakses semakin tinggi pula utilisasi *processor*. FTP Server tipe *bare-metal* juga memiliki utilisasi lebih rendah dibanding tipe *hosted*, meskipun pada awal simulasi 10 *user* pada *processor utilization* tipe *bare-metal* lebih tinggi. Penambahan jumlah *user* tidak selalu disertai dengan kenaikan angka persentase pada *processor utilization* pada FTP server, sehingga penambahan jumlah *user* tidak terlalu berpengaruh terhadap *processor utilization* FTP server. Angka persentase *processor utilization* pada FTP server tipe *bare-metal* dan tipe *hosted* mengalami penurunan pada simulasi 20 *user* dan mengalami kenaikan kembali pada simulasi 30 *user*. Mail server untuk tipe *bare-metal* mempunyai nilai utilisasi lebih rendah dibanding dengan tipe *hosted* jika dilihat dari rata-rata angka persentase yang dihasilkan.



Gambar 4.4 Grafik *Processor Utilization* pada *Web Server*

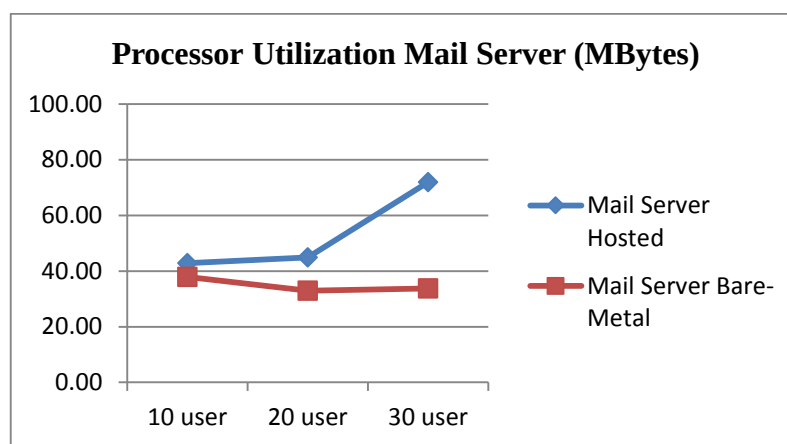
Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat grafik *processor utilization* pada *web server* tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* mengalami kenaikan dengan adanya penambahan jumlah *user*. Peningkatan angka persentase *processor utilization* pada *web server* berbanding lurus dengan adanya penambahan jumlah *user*. Penambahan jumlah *user* berpengaruh terhadap *processor utilization web server* jika dilihat dari Gambar 4.4 diatas. Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa *processor utilization* pada *web server* tipe *bare-metal* lebih rendah dibanding pada tipe *hosted*. Persentase grafik pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase *processor* maka kinerja server akan semakin turun.



Gambar 4.5 Grafik *Processor Utilization* pada *FTP Server*

Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat grafik *processor utilization* pada *FTP server* tipe *hosted* mengalami penurunan dengan penambahan jumlah menjadi 20 *user*,

kemudian mulai naik kembali pada simulasi 30 *user*. Grafik *processor utilization* pada FTP server tipe *bare-metal* juga menurun pada percobaan 20 *user* dan kembali naik pada percobaan 30 *user*, tetapi tidak setinggi pada percobaan 10 *user*. Penambahan jumlah *user* tidak selalu disertai dengan kenaikan grafik angka persentase *processor utilization* pada FTP server untuk kedua tipe virtualisasi. Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa *processor utilization* pada FTP server tipe *bare-metal* lebih rendah dengan tipe *hosted*.



Gambar 4.6 Grafik *Processor Utilization* pada Mail Server

Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat grafik *processor utilization* pada mail server tipe *hosted* tidak terlalu mengalami kenaikan yang signifikan dengan penambahan 20 *user*, dan mengalami kenaikan yang cukup signifikan pada penambahan 30 *user*. Grafik *processor utilization* pada mail server tipe *bare-metal* menurun pada percobaan 20 *user* dan kembali naik pada percobaan 30 *user*. Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa *processor utilization* pada mail server tipe *bare-metal* lebih rendah dibandingkan dengan tipe *hosted*.

4.5 Pengukuran Hard Disk Utilization

Hard disk merupakan perangkat keras pada komputer atau server yang bekerja secara sistematis dimana menjadi media penyimpanan data. Data-data yang telah disimpan tidak akan hilang walaupun komputer dimatikan. Pengukuran *hard disk* diambil dengan mencatat rata-rata angka kecepatan proses *read* and *write*.

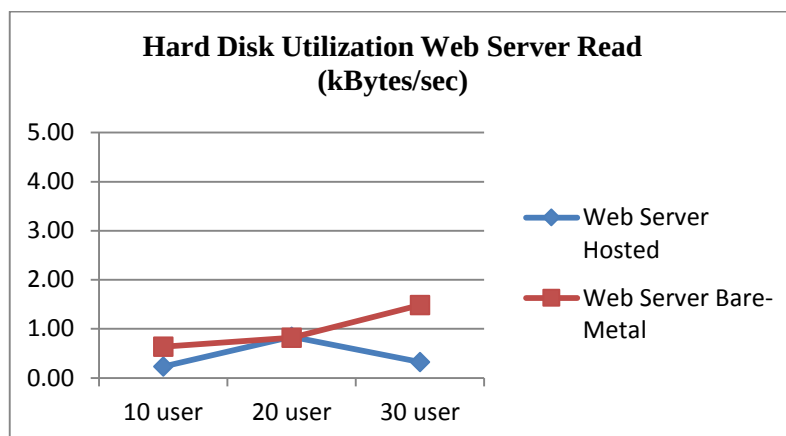
4.5.1 Pengukuran *Hard Disk Utilization (Read)*

Pengukuran *hard disk utilization* pada saat *read* dilakukan menggunakan aplikasi Cacti sebagai penunjuk kinerja *hard disk*. Pengukuran angka diambil dengan satuan *kilobytes/sec*. Pengukuran tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* dijelaskan pada Tabel 4.4, Gambar 4.7, Gambar 4.8, Gambar 4.9.

	<i>Hard Disk Utilization Read (kBytes/sec)</i>					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
Web Server	0,23	0,64	0,84	0,82	0,33	1,48
FTP Server	2,20	2,26	2,65	0,49	14,57	0,53
Mail Server	56,43	71,50	50,73	72,30	70,97	76,29

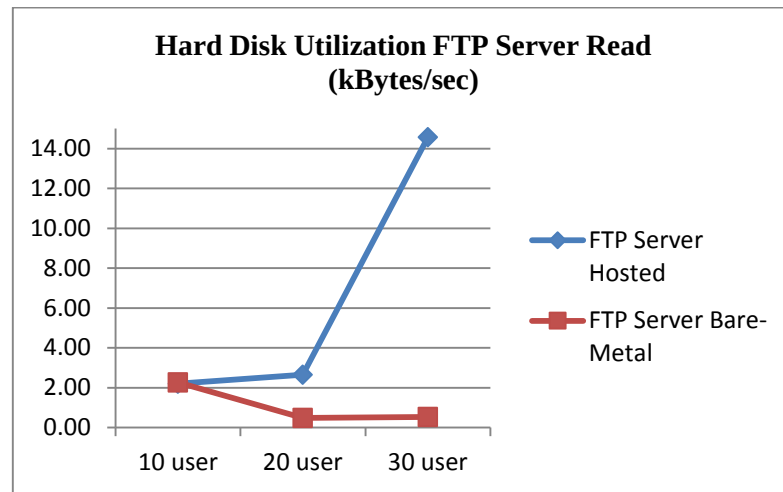
Tabel 4.4 *Hard Disk Utilization Read (kBytes/sec)*

Tabel 4.4 merupakan hasil rata-rata dari sepuluh kali percobaan pengukuran *hard disk utilization* pada saat *read* dari server virtual tipe *hosted* dan *bare-metal*. Berdasarkan percobaan pengukuran *hard disk utilization* pada saat *read* terlihat bahwa *web server* tipe *bare-metal* memiliki utilisasi lebih tinggi dibanding dengan tipe *hosted* pada simulasi 10 dan 30 *user*. Semakin tinggi angka kecepatan transfer suatu *hard disk* pada saat *read*, maka semakin bagus utilitasnya. Penambahan jumlah *user* berpengaruh terhadap *hard disk utilization* pada *web server* saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal*, namun tidak berpengaruh terhadap tipe *hosted*. Hasil angka kecepatan transfer untuk tipe *hosted* cenderung mengalami penurunan pada simulasi 30 *user*. FTP Server tipe *hosted* memiliki utilisasi lebih tinggi dibandingkan tipe *bare-metal* pada ketiga simulasi *virtual user*. Meningkatnya jumlah *user* berpengaruh terhadap *hard disk utilization* pada FTP Server saat *read* dari server virtual tipe *hosted*. Mail server tipe *bare-metal* memiliki utilisasi lebih tinggi dibanding dengan tipe *hosted* pada ketiga simulasi *virtual user*. Penambahan jumlah *user* juga memberikan pengaruh terhadap *hard disk utilization* pada mail server saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal*.



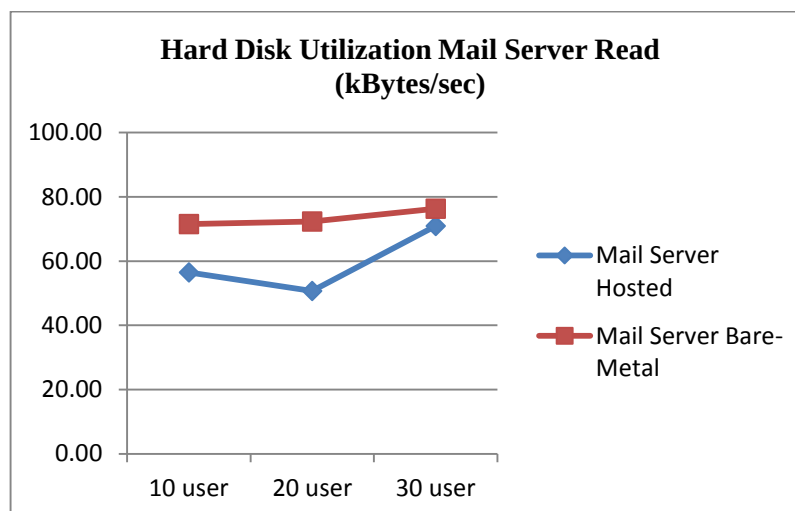
Gambar 4.7 Grafik *Hard Disk Utilization (Read) Web Server*

Berdasarkan Gambar 4.7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *web server* saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal* mengalami kenaikan berbanding lurus dengan adanya penambahan jumlah *user*. Hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *web server* saat *read* dari server virtual tipe *hosted* terlihat mengalami penurunan pada jumlah 30 *user*, sehingga berbanding terbalik dengan adanya penambahan jumlah *user*. Berdasarkan Gambar 4.7 terlihat angka kecepatan transfer *hard disk utilization* pada *web server* saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal* lebih tinggi dibanding dengan tipe *hosted*. Selisih angka kecepatan transfer antara kedua tipe virtualisasi yang signifikan terlihat pada jumlah 30 *user*, sedangkan pada jumlah 10 *user* dan 20 *user* selisih angka kecepatan transfer tidak terlalu signifikan.



Gambar 4.8 Grafik *Hard Disk Utilization (Read)* FTP Server

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa hasil pengukuran *hard disk utilization* pada FTP server saat *read* dari server virtual tipe *hosted* mengalami kenaikan untuk ketiga simulasi *user*. Penambahan jumlah *user* berbanding lurus dengan kenaikan angka kecepatan transfer. Hasil pengukuran *hard disk utilization* pada FTP server saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal* terlihat mengalami penurunan dengan adanya penambahan jumlah *user*, sehingga berbanding terbalik dengan adanya penambahan jumlah *user*. Berdasarkan Gambar 4.8 terlihat angka kecepatan transfer *hard disk utilization* pada FTP server saat *read* dari server virtual tipe *hosted* lebih tinggi dibanding dengan tipe *bare-metal*. Selisih angka kecepatan transfer antara kedua tipe virtualisasi yang signifikan terlihat pada jumlah 20 *user* dan 30 *user*, sedangkan pada jumlah 10 *user* selisih angka kecepatan transfer tidak terlalu signifikan.



Gambar 4.9 Grafik *Hard Disk Utilization (Read) Mail Server*

Berdasarkan Gambar 4.9 menunjukkan bahwa hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *mail server* saat *read* dari server virtual tipe *hosted* mengalami penurunan pada 20 *user*, namun mengalami kenaikan kembali pada 30 *user*. Hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *mail server* saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal* terlihat mengalami peningkatan dengan adanya penambahan jumlah *user*. Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat angka kecepatan transfer *hard disk utilization* pada *mail server* saat *read* dari server virtual tipe *bare-metal* lebih tinggi dibanding dengan tipe *hosted*. Selisih angka kecepatan transfer antara kedua tipe virtualisasi yang tidak terlalu signifikan terlihat pada jumlah 10 *user* dan 20 *user*, sedangkan pada jumlah 30 *user* selisih angka kecepatan transfer terlihat signifikan.

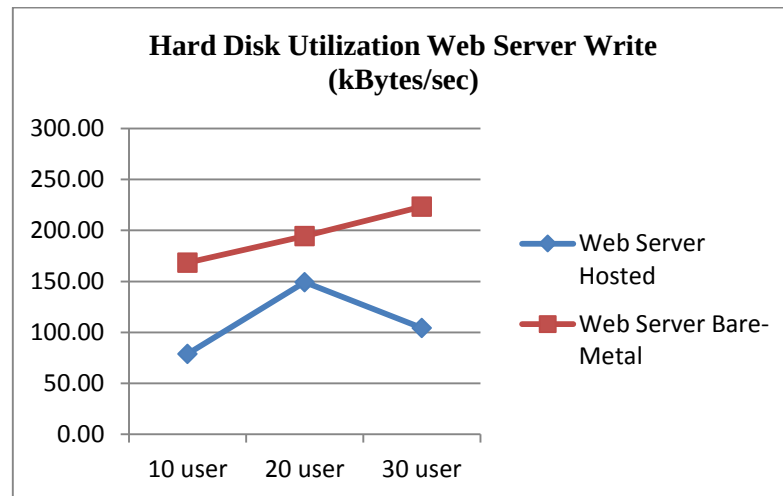
4.5.2 Pengukuran *Hard Disk Utilization (Write)*

Pengukuran *hard disk utilization* pada saat *write* dilakukan menggunakan aplikasi Cacti sebagai penunjuk kinerja *hard disk*. Pengukuran angka diambil dengan satuan *kilobytes/sec*. Pengukuran tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* dijelaskan pada Tabel 4.5, Gambar 4.10, Gambar 4.11, Gambar 4.12.

	<i>Hard Disk Utilization Write(kBytes/sec)</i>					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
Web Server	78,75	168,44	149,21	194,44	104,33	223,53
FTP Server	9736	4615	9631	3444	8688	3270
Mail Server	6723	6417	6303	6586	7123	6686

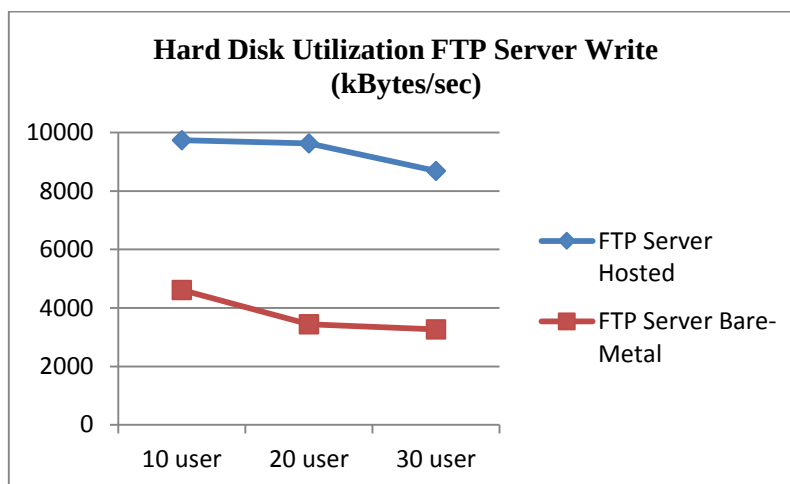
Tabel 4.5 *Hard Disk Utilization Write (kBytes/sec)*

Tabel 4.5 merupakan hasil rata-rata dari sepuluh kali percobaan pengukuran *hard disk utilization* pada saat *write* dari server virtual tipe *hosted* dan *bare-metal*. Berdasarkan percobaan pengukuran *hard disk utilization* pada saat *write* terlihat bahwa *web server* tipe *bare-metal* memiliki utilisasi lebih tinggi dibanding dengan tipe *hosted* untuk ketiga simulasi jumlah *user*. Semakin tinggi angka kecepatan transfer suatu *hard disk* pada saat *write*, maka semakin bagus utilitasnya. Penambahan jumlah *user* berpengaruh terhadap *hard disk utilization* pada *web server* saat *write* dari server virtual tipe *bare-metal*, namun tidak berpengaruh terhadap tipe *hosted*. Hasil angka kecepatan transfer untuk tipe *hosted* cenderung mengalami penurunan pada simulasi 30 *user*. FTP Server tipe *hosted* memiliki utilisasi lebih tinggi dibandingkan tipe *bare-metal* pada ketiga simulasi *user*. Meningkatnya jumlah *user* tidak terlalu berpengaruh terhadap *hard disk utilization* pada FTP Server saat *write* dari server virtual tipe *hosted*. Mail server tipe *hosted* memiliki utilisasi lebih tinggi dibanding dengan tipe *bare-metal* pada simulasi 10 *user* dan 30 *user*. Penambahan jumlah *user* juga tidak terlalu memberikan pengaruh terhadap *hard disk utilization* pada mail server saat *write* dari server virtual tipe *hosted*. Meningkatnya jumlah *user* sedikit berpengaruh terhadap *hard disk utilization* pada mail server saat *write* dari server virtual tipe *bare-metal*.



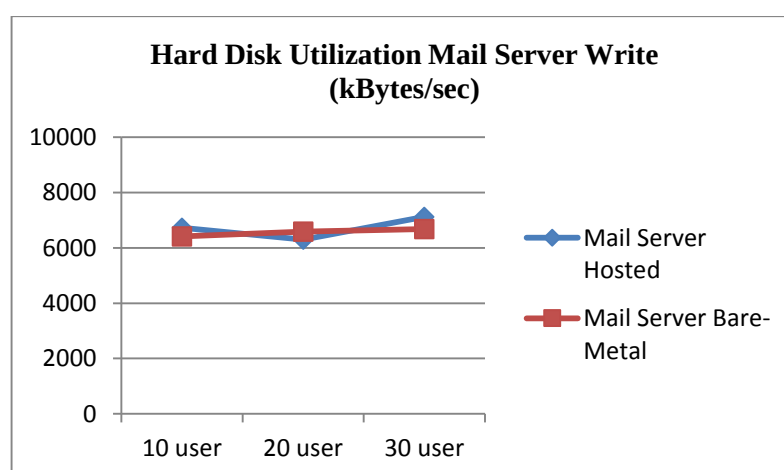
Gambar 4.10 Grafik *Hard Disk Utilization (Write) Web Server*

Berdasarkan Gambar 4.10 menunjukkan bahwa hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *web server* saat *write* dari server virtual tipe *hosted* mengalami kenaikan pada 20 *user*, namun mengalami penurunan pada 30 *user*. Hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *web server* saat *write* dari server virtual tipe *bare-metal* terlihat mengalami kenaikan dengan adanya penambahan jumlah *user*. Penambahan jumlah *user* berbanding lurus dengan angka kecepatan transfer untuk tipe *bare-metal*. Berdasarkan Gambar 4.10 terlihat angka kecepatan transfer *hard disk utilization* pada *web server* saat *write* dari server virtual tipe *bare-metal* lebih tinggi dibanding dengan tipe *hosted*. Selisih angka kecepatan transfer antara kedua tipe virtualisasi yang signifikan terlihat dari ketiga simulasi jumlah *user*.



Gambar 4.11 Grafik *Hard Disk Utilization (Write) FTP Server*

Berdasarkan Gambar 4.11 menunjukkan bahwa hasil pengukuran *hard disk utilization* pada FTP server saat *write* dari server virtual tipe *hosted* dan tipe *bare-metal* mengalami penurunan untuk ketiga simulasi *user*. Penambahan jumlah *user* berbanding terbalik dengan angka kecepatan transfer. Berdasarkan Gambar 4.11 terlihat angka kecepatan transfer *hard disk utilization* pada FTP server saat *write* dari server virtual tipe *hosted* lebih tinggi dibanding dengan tipe *bare-metal*. Selisih angka kecepatan transfer antara kedua tipe virtualisasi yang signifikan terlihat pada ketiga simulasi jumlah *user*.



Gambar 4.12 Grafik *Hard Disk Utilization (Write) Mail Server*

Berdasarkan Gambar 4.12 menunjukkan bahwa hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *mail server* saat *write* dari server virtual tipe *hosted* mengalami penurunan pada 20 *user*, namun mengalami kenaikan kembali pada 30 *user*. Hasil pengukuran *hard disk utilization* pada *mail server* saat *write* dari server virtual tipe *bare-metal* terlihat mengalami kenaikan pada 20 *user* dan penurunan pada 30 *user*. Berdasarkan Gambar 4.12 terlihat angka kecepatan transfer *hard disk utilization* pada *mail server* saat *write* dari server virtual tipe *hosted* lebih tinggi dibanding dengan tipe *bare-metal*. Selisih angka kecepatan transfer antara kedua tipe virtualisasi tidak berbeda terlalu signifikan seperti yang terlihat pada Gambar 4.12.

	Tipe Virtualisasi	
	Hosted	Bare-Metal
Web Server		
<i>Memory Utilization</i>		v
<i>Processor Utilization</i>		v
<i>Hard Disk Read</i>		v
<i>Hard Disk Write</i>		v
FTP Server		
<i>Memory Utilization</i>		v
<i>Processor Utilization</i>		v
<i>Hard Disk Read</i>	v	
<i>Hard Disk Write</i>	v	
Mail Server		
<i>Memory Utilization</i>		v
<i>Processor Utilization</i>		v
<i>Hard Disk Read</i>		v
<i>Hard Disk Write</i>	v	
Jumlah	3	9

Tabel 4.6 Akumulasi Hasil Percobaan

Hasil yang tertuang pada Tabel 4.6 merupakan jumlah akumulasi dari ketiga simulasi jumlah *user* antara utilisasi server virtual tipe *hosted* dan *bare-metal*. Parameter yang menentukan bagus atau tidaknya suatu tipe virtualisasi adalah semakin kecil angka penggunaan *memory* dan angka persentase untuk *processor*, sedangkan semakin besar pada angka kecepatan transfer untuk *hard disk*. Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa aplikasi *web server* lebih unggul ketika menggunakan virtualisasi tipe *bare-metal* dengan melihat parameter *memory utilization* dan *processor utilization* yang lebih rendah, serta *hard disk utilization* yang lebih tinggi. Aplikasi *FTP server* lebih unggul ketika menggunakan virtualisasi tipe *bare-metal* jika melihat dari parameter *memory utilization* dan *processor utilization* yang lebih rendah, sedangkan untuk parameter *hard disk utilization* lebih unggul menggunakan virtualisasi tipe *hosted*. Aplikasi *mail server* lebih unggul ketika menggunakan virtualisasi tipe *bare-metal* dengan melihat parameter *memory utilization* dan *processor utilization* yang lebih rendah. Parameter *hard disk utilization* pada saat *read* lebih unggul tipe *bare-metal*, sedangkan untuk *hard disk utilization* pada saat *write* lebih unggul tipe *hosted*. Secara keseluruhan dari hasil percobaan ini virtualisasi tipe *bare-metal* lebih unggul dari tipe *hosted*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi *web server* lebih baik menggunakan server virtual dengan virtualisasi tipe *bare-metal*.
2. Aplikasi *FTP server* lebih baik menggunakan server virtual dengan virtualisasi tipe *bare-metal* jika melihat dari parameter *memory utilization* dan *processor utilization*, sedangkan melihat dari parameter *hard disk utilization* lebih baik menggunakan server virtual dengan virtualisasi tipe *hosted*.
3. Aplikasi *mail server* lebih baik menggunakan server virtual dengan virtualisasi tipe *bare-metal*.
4. VMware vSphere Hypervisor ESXi 5.5.0 (virtualisasi tipe *bare-metal*) merupakan perangkat lunak virtualisasi yang lebih baik dibanding dengan VMWare Workstation 10 (virtualisasi tipe *hosted*) dengan melihat secara keseluruhan hasil percobaan, sehingga dapat menjadi rekomendasi untuk diimplementasikan pada perguruan tinggi.

5.2 Saran

Setelah melihat hasil yang dicapai dari tugas akhir ini disadari masih banyak kekurangan dan kelemahan, maka disarankan:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh jumlah *user* terhadap kinerja *memory utilization*, *processor utilization* dan *hard disk utilization*, karena pada percobaan ditemukan beberapa anomali pada jumlah 20 *user* yang cenderung menurun pada beberapa server virtual.
2. Kedepannya diharapkan adanya percobaan lebih lanjut untuk dapat menentukan standar minimal dan maksimal rata-rata angka penggunaan parameter *memory utilization* dan angka persentase *processor utilization*, serta

angka kecepatan proses *read* dan *write* untuk parameter *hard disk utilization* agar dapat menjadi acuan dalam menentukan layak atau tidaknya dilakukan implementasi virtualisasi pada perguruan tinggi.

3. Perlu adanya percobaan yang lebih lanjut dengan mengembangkan variabel-variabel percobaan sehingga nantinya hasil yang diperoleh dapat menggambarkan lebih detail tentang virtualisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Adhit. 2009. Cara Kerja FTP Server, Instalasi, dan Konfigurasi vsftpd. <http://adhit.web.id/cara-kerja-ftp-server-instalasi-dan-konfigurasi-vsftpd/> diakses pada tanggal 14 Januari 2014.

Agustya, Krisna. 2013. Pengertian, Fungsi, dan Cara Kerja FTP. <http://agustya-blog.blogspot.com/2013/01/pengertian-fungsi-dan-cara-kerja-ftp.html> diakses pada tanggal 14 Januari 2014.

Anonim. 2014. How a web server works. <http://www.freehostingtips.com/how-web-server-works.php> diakses pada tanggal 14 Januari 2014.

Arfriandi, Arief. 2012. Perancangan, Implementasi, dan Analisis Kinerja Virtualisasi Server Menggunakan Proxmox, VMware ESX, dan Openstack. Tesis. Yogyakarta : Magister Teknologi Informasi Universitas Gadjahmada Yogyakarta.

Arnowo, Ardyan Novanto. 2012. Bagaimanakah Cara Kerja Surat Elektronik (email). <http://www.nu.or.id/a,public-m,dinamic-s,detail-ids,14-id,36180-lang,id-c,teknologi-t,Bagaimanakah+Cara+Kerja+Surat+Elektronik++email+-.phpx>. Diakses pada tanggal 21 Maret 2014.

Budiarto, Ir. 2012. File Zilla. <http://info-program-komputer.blogspot.com/2012/05/filezilla.html>. diakses pada tanggal 7 Februari 2014.

Comxero, Andi. 2010. Pengertian Memori Komputer. <http://com-xerocool.blogspot.com/2012/01/pengertian-memori.html> diakses pada tanggal 23 Januari 2014.

Fahlevi, Reza. 2008 . <http://rezafahlevi.wordpress.com/jaringan/pengertian-webserver/> diakses pada 13 Januari 2014.

Goldberg, Robert P. 1973. Architectural Principles For Virtual Computer Systems. Harvard University. PDF Halaman 22. <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD0772809> Diakses pada 10 Januari 2014.

Hanum, Amellisa. 2013. Cacti. Blog http://amelhanum.blogspot.com/2013/05/cacti_8949.html Diakses pada tanggal 24 Mei 2014.

Hermawan, Aris. 2012. Pengertian Postfix Courier – IMAP Squirrelmail. <http://arisif.blogspot.com/2012/02/pengertian-postfix.html>. Diakses pada tanggal 21 Maret 2014.

Isa, Sani Muhamad. 2006. Penerapan Konsolidasi Server Menggunakan Teknologi Virtualisasi Server. Jurnal. Jakarta. Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanegara.

Jariyah, Ainun. 2012. Perbandingan Full Virtualization dan Paravirtualization Untuk Mendukung Efisiensi Energi. Skripsi. Depok. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Jones, Ellie G. Halving the cost of servers at Leicester College with virtualisation. 2010. <http://blogs.msdn.com/b/ukschools/archive/2010/12/16/halving-the-cost-of-servers-at-leicester-college-with-virtualisation.aspx> diakses pada tanggal 3 Maret 2014.

Leja, Christine. 2010. Implementing Server Virtualization At Southwestern Illinois College.

Kurniawan, Trio. 2013. Install Vsftpd on Centos6.4. Blog. <http://tuxsharing.blogspot.com/2013/09/install-vsftpd-on-centos-64.html> diakses pada tanggal 21 April 2014

Mardiansyah, Achmad. 2008. Blog. <http://bit.ly/mQoeRs> diakses pada tanggal 11 Januari 2014.

Marshall, David, & Beaver, Stephen.S, & McCarty, Jason W. 2009. VMWare ESX Essentials in the Virtual Data Center. E-Book. USA. Halaman 23.

Pratama, Ahmad Munasir Raf'ie. 2008. Perancangan dan Implementasi Mail Server Berbasis Qmail Pada Jcpanel Web Hosting Control Panel. Jurnal. Yogyakarta: Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia.

Rasian, Rio & Mursanto, Petrus. 2009. Perbandingan Kinerja Pendekatan Virtualisasi. Tesis tidak diterbitkan. Jakarta. Magister Teknologi Informasi Universitas Indonesia.

Sainal, Syam. 2013. Pengertian dan Fungsi Processor. <http://sergiedanselby.blogspot.com/2013/03/pengertian-dan-fungsi-processor.html>. diakses pada tanggal 23 Januari 2014.

Sanjaya, I Gede Eka. 2013. Analisa dan Perbandingan Skalabilitas Virtualisasi Server Studi Kasus Akademi Manajemen Informatika dan Komputer New Media. Tesis, tidak diterbitkan. Bali: Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Septiadi, Adi & Sedyono, Agung. 2012. Analisis Perbandingan Performansi Virtualisasi Berbasis Hyper-V dan VMWare Server 2.1. Jurnal. Jakarta : Universitas Trisakti.

Sugianto, Masim Vavai. 2011. Belajar Teknologi Virtualisasi (3) : Instalasi VMWare vSphere Client. <http://www.excellent.co.id/product-services/vmware/belajar-teknologi-virtualisasi-3-instalasi-vmware-vsphere-client/> diakses pada tanggal 19 Maret 2014.

Sundarranjan, S, & Bhattacharya, S. 2006. Xen and Server Consolidation. Infosys Whitepaper. Halaman 2.

Surjono, Herman Dwi. 2010. Membangun Course E-Learning Berbasis Moodle. Yogyakarta: UNY Press.

VMWare. 2006. Virtualization Overview. 2006. White Paper www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf. Diakses pada 10 Januari 2014.

VMWare. 2007. Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist. 2007. White Paper.

http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf Diakses pada tanggal 11 Januari 2014.

Wijaya, Ir. Hendra. 2008. Belajar Sendiri VMWare Workstation. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

LAMPIRAN

HASIL WAWANCARA

Rekapitulasi hasil wawancara dengan Bapak R. Teduh Dirgahayu, ST., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Badan Sistem Informasi Universitas Islam Indonesia.

1. Aplikasi apa saja yang digunakan diperguruan tinggi Universitas Islam Indonesia?

- Simak (Sistem Informasi Manajemen Akademik) yang berisis data kurikulum, data mahasiswa, data jadwal kuliah pada awal semester.
- Unisys (mahasiswa krs)
- Klasiber (e-learning)
- E-Mail
- Aplikasi keuangan
- Registrasi mahasiswa & computer based tes
- ftp server (internal) untuk proses update aplikasi desktop
- Pada dasarnya blm semua aplikasi dibuat arsitektur three tier atau dibuat webservis, masih ada yg menggunakan aplikasi desktop yg langsung terhubung ke database.

2. Apakah setiap aplikasi di Universitas Islam Indonesia menggunakan server sendiri-sendiri atau ada yang di virtualisasi, kalau ada aplikasi apa saja yang dibuat virtualisasi dan menggunakan virtualisasi apa?

- Pada awalnya aplikasi-aplikasi perguruan tinggi menggunakan server sendiri-sendiri, tetapi mulai tahun 2010 mulai dilakukan virtualisasi walaupun belum semua dilakukan virtualisasi. Aplikasi yg dilakukan virtualisasi antara lain klasiber, Unisys, dan aplikasi berbasis web. Virtualisasi menggunakan virtual box versi server dengan tipe *hosted*. Virtualisasi dilakukan dengan tujuan apabila pada waktu KRS, sumber daya pada aplikasi selain Unisys dapat dialokasikan sementara untuk menambah sumber daya pada aplikasi Unisys yang membutuhkan sumber daya yang besar pada saat KRS.

3. Sistem operasi apa saja yang digunakan pada masing-masing aplikasi perguruan tinggi??

- Centos dan Ubuntu server

4. Dari aplikasi-aplikasi yang digunakan mana yang membutuhkan sumber daya paling besar?

- Unisys khususnya pada saat KRS akan membutuhkan *resource* yg besar dan klasiber untuk kegiatan perkuliahan.

Mengetahui,

R. Teduh Dirgahayu, ST., M.Sc., Ph.D

HASIL WAWANCARA

Rekapitulasi hasil wawancara dengan Bapak Alif Subardono, ST., M.Eng. selaku kepala Laboratorium Program Diploma Teknik Elektro Universitas Gajah Mada.

1. Aplikasi apa saja yang digunakan diperguruan tinggi Universitas Gajah Mada?
 - SIA (Sistem Informasi Akademik)
 - ELISA (aplikasi E-Learning)
 - SIMABK (aplikasi manajemen aset dan barang)
 - SIK (Sistem Informasi Keuangan)
 - E-Mail
 - FTP (repo.ugm.ac.id dan simpan.ugm.ac.id)
 - INEM dan PLO (Paperless Office)

2. Apakah setiap aplikasi di Universitas Gajah Mada menggunakan server sendiri-sendiri atau ada yang dilakukan virtualisasi, kalau ada aplikasi apa saja yang dibuat virtualisasi dan menggunakan virtualisasi apa?
 - Universitas Gajah Mada masih menggunakan server sendiri-sendiri untuk masing-masing aplikasi. Alasannya yaitu penggunaan masing-masing aplikasi yang membutuhkan sumber daya yang besar, sehingga satu server tidak memungkinkan dilakukan virtualisasi.

3. Sistem operasi apa saja yang digunakan pada masing-masing aplikasi perguruan tinggi??
 - Ubuntu

4. Dari aplikasi-aplikasi yang digunakan mana yang membutuhkan sumber daya paling besar?
 - Aplikasi yang membutuhkan sumber daya yang besar adalah aplikasi yang berbasis Web.

Mengetahui,

Alif Subardono, ST., M.Eng

LAMPIRAN

Tabel Hasil Percobaan *Memory Utilization* (semakin kecil angka penggunaan *memory* maka kinerja *memory* semakin baik)

Web server						
Percobaan	Memory Utilization (Mbytes) Max 1000 MB					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	426,77	214,21	418,55	336,21	486,70	280,01
2	423,48	228,48	420,28	346,77	518,08	307,18
3	428,49	235,36	414,68	355,05	494,01	282,71
4	430,38	198,20	425,06	391,38	449,15	279,97
5	432,42	215,55	389,17	392,01	505,50	290,55
6	427,53	247,45	386,57	393,52	398,34	309,46
7	428,47	237,98	609,44	397,27	395,50	309,36
8	418,53	248,28	374,77	399,87	418,35	303,94
9	424,05	275,04	381,62	402,36	420,64	325,51
10	433,90	252,87	399,80	405,30	413,70	338,67
rata-rata	427,40	235,34	421,99	381,97	450,00	302,74

FTP Server						
Percobaan	Memory Utilization (Mbytes) Max 1000 MB					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	817,91	792,67	818,3	807,71	827,71	807,97
2	817,87	808,88	816,57	807,81	838,66	766,07
3	817,38	807,98	818,26	809,5	825,83	819,47
4	816,04	822,41	817,32	749,12	817,35	689,55
5	817,7	808,11	817,48	807,59	819,98	807,63
6	817,47	807,79	817,52	763,27	828,52	807,76
7	817,52	809,98	819,14	770,26	816,46	808,11
8	817,54	807,68	817,45	768,05	821,30	807,62
9	817,72	770,52	817,6	765,61	825,70	809,21
10	818,26	758,57	818,04	763,52	817,59	807,67
rata-rata	817,541	799,459	817,768	781,244	823,91	793,11

Mail Server						
Percobaan	Memory Utilization (Mbytes) Max 1000 MB					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	785,97	778,5	778,04	778,61	784,20	785,44
2	776,37	788,21	793,77	779,36	781,16	794,78
3	791,45	783,57	792,66	778,84	781,61	787,46
4	755,75	792,12	789,89	791,02	787,28	787,84
5	783,75	649,56	783,44	786,56	764,37	779,67
6	772,94	774,34	784,33	753,99	774,71	773,98
7	787,97	779,54	793,12	786,56	792,06	793,38
8	788,83	778,68	776,81	786,26	788,00	772,89
9	770,89	787,43	773,64	783,63	745,29	775,93
10	785,32	774,5	731,69	791,63	773,09	779,99
rata-rata	779,924	768,645	779,739	781,646	777,18	783,14

Tabel Hasil Percobaan *Processor Utilization* (semakin kecil angka persentase *processor* maka kinerja *processor* semakin baik)

Web server						
Percobaan	Processor Utilization (%)					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	58,00	55,00	78,00	64,00	99,00	72,00
2	65,00	42,00	78,00	75,00	98,00	75,00
3	73,00	31,00	55,00	64,00	98,00	87,00
4	59,00	39,00	73,00	50,00	98,00	70,00
5	61,00	23,00	63,00	48,00	98,00	64,00
6	70,00	36,00	69,00	52,00	90,00	65,00
7	74,00	56,00	94,00	54,00	75,00	67,00
8	62,00	34,00	60,00	42,00	78,00	59,00
9	64,00	44,00	49,00	47,00	77,00	66,00
10	59,00	40,00	47,00	58,00	66,00	73,00
rata-rata	64,50	40,00	66,60	55,40	87,70	69,80

FTP Server						
Percobaan	Processor Utilization (%)					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	19,00	24,00	37,00	15,00	33,00	46,00
2	24,00	14,00	18,00	20,00	8,00	13,00
3	23,00	15,00	21,00	10,00	10,00	13,00
4	25,00	20,00	20,00	11,00	13,00	13,00
5	17,00	5,00	22,00	14,00	21,00	15,00
6	35,00	14,00	18,00	10,00	23,00	12,00
7	26,00	76,00	30,00	18,00	35,00	14,00
8	36,00	42,00	17,00	8,00	32,00	19,00
9	50,00	55,00	34,00	9,00	74,00	12,00
10	32,00	46,00	43,00	12,00	43,00	13,00
rata-rata	28,70	31,10	26,00	12,70	29,20	17,00

Mail Server						
Percobaan	Processor Utilization (%)					
	10 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	31,00	41,00	43,00	42,00	66,00	57,00
2	43,00	51,00	41,00	63,00	80,00	34,00
3	45,00	18,00	37,00	45,00	77,00	44,00
4	48,00	21,00	46,00	43,00	80,00	52,00
5	40,00	23,00	42,00	35,00	88,00	48,00
6	50,00	37,00	43,00	15,00	73,00	22,00
7	42,00	64,00	73,00	32,00	62,00	18,00
8	43,00	32,00	31,00	12,00	57,00	27,00
9	40,00	50,00	58,00	29,00	88,00	10,00
10	47,00	42,00	35,00	13,00	48,00	25,00
rata-rata	42,90	37,90	44,90	32,90	71,90	33,70

Tabel Hasil Percobaan *Hard Disk Utilization (Read)* (semakin besar angka kecepatan *hard disk* maka kinerja *hard disk* semakin baik)

Web server						
Percobaan	Hard Disk Utilization (kBytes/sec)					
	5 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	0,22	2	3,71	0,72	0,30	0,69
2	0,18	0,95	0,46	3,83	0,40	8,79
3	0,24	0,29	0,42	0,71	0,32	0,55
4	0,19	0,43	1,14	0,57	0,32	0,69
5	0,20	0,42	0,45	0,39	0,33	0,82
6	0,20	0,38	0,45	0,4	0,32	0,56
7	0,23	0,49	0,38	0,37	0,32	0,98
8	0,19	0,49	0,47	0,38	0,32	0,57
9	0,22	0,47	0,47	0,47	0,31	0,58
10	0,47	0,46	0,44	0,37	0,32	0,59
rata-rata	0,23	0,64	0,84	0,82	0,33	1,48

FTP Server						
Percobaan	Hard Disk Utilization (kBytes/sec)					
	5 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	1,74	0,15	3,09	0,3	4,39	0,71
2	3,15	2,11	1,79	0,05	6,21	1,1
3	1,78	0,14	1,89	1,94	0,24	0
4	1,85	1,82	2,9	0,02	4,33	0
5	1,77	13,62	3,18	0,04	0,97	0,21
6	3,06	0,51	1,79	0,1	2,89	0,19
7	3,1	1,56	2,26	1,25	3,74	1,65
8	1,96	1,94	3,15	1,08	2,74	0,31
9	1,81	0,45	3,44	0,03	115,31	0,02
10	1,81	0,31	2,96	0,1	4,88	1,08
rata-rata	2,20	2,26	2,65	0,49	14,57	0,53

Mail Server						
Percobaan	Hard Disk Utilization (kBytes/sec)					
	5 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	78,47	26,8	61,21	70,81	31,74	5,22
2	42,76	43,05	28,4	107,15	8,04	79,7
3	73,18	37,57	71,01	82,26	5,80	30,27
4	4,72	114,38	65,47	70,05	7,92	103,51
5	70,71	116,4	66,94	66,51	2,59	133,75
6	89,76	99,1	45,89	18,7	23,27	87,94
7	73,19	83,99	16,86	65,74	19,57	62,43
8	69,9	93,23	27,45	115,53	113,49	86,21
9	5,25	44,23	52,91	69,86	424,56	75,87
10	56,35	56,29	71,11	56,34	72,72	98,04
rata-rata	56,43	71,50	50,73	72,30	70,97	76,29

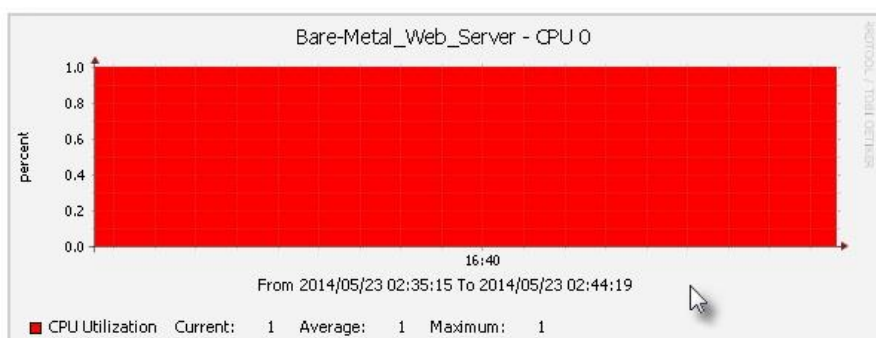
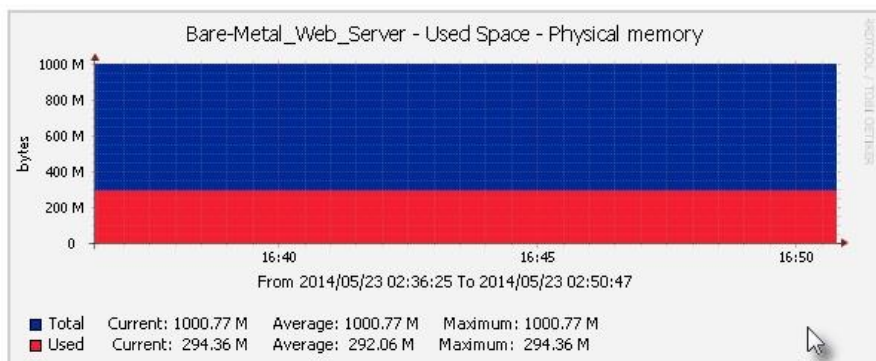
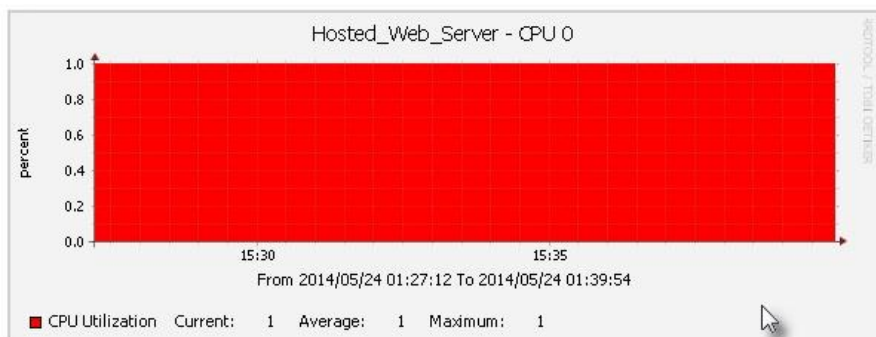
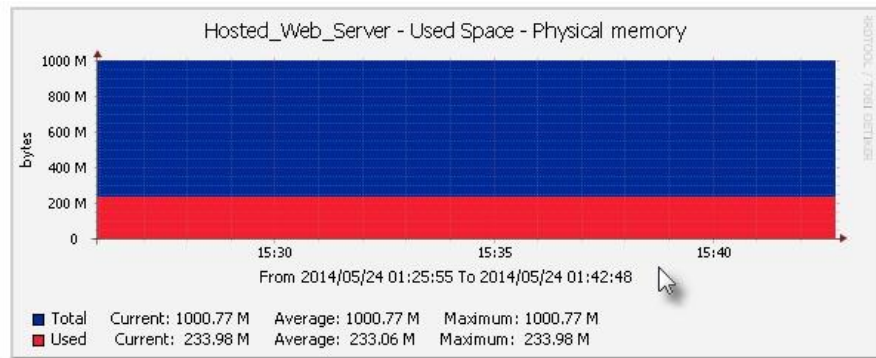
Tabel Hasil Percobaan *Hard Disk Utilization (Write)* (semakin besar angka kecepatan *hard disk* maka kinerja *hard disk* semakin baik)

Web server						
Percobaan	Hard Disk Utilization (kBytes/sec)					
	5 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	81,22	170,43	169,47	262,25	99,90	242,82
2	70,66	166,93	159,51	246,63	108,21	210,22
3	80,62	101,05	144,8	240,94	101,03	201,52
4	79,47	166,37	156,19	213,17	103,59	244,1
5	79,01	160,61	145,5	161,45	97,73	281,2
6	76,58	155,46	151,89	169,54	104,72	204,13
7	84,02	199,63	96,5	152,21	112,20	221,75
8	75,73	197,25	160,09	156,77	110,35	204,51
9	81,6	184,19	152,56	181,88	103,54	210,64
10	78,6	182,47	155,57	159,54	101,99	214,36
rata-rata	78,75	168,44	149,21	194,44	104,33	223,53

FTP Server						
Percobaan	Hard Disk Utilization (kBytes/sec)					
	5 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	7530	3870	11070	3370	9000	3770
2	9930	5170	9430	4810	7470	2580
3	7660	2030	9830	3090	7670	2820
4	9920	4900	10120	4030	5600	3150
5	8840	3780	10070	2840	9690	4220
6	10960	4470	8870	3180	11050	2980
7	8230	5940	6310	3430	8920	2920
8	11260	5420	7400	3070	8140	3900
9	11560	5700	11670	3540	8780	3110
10	11470	4870	11540	3080	10560	3250
rata-rata	9736	4615	9631	3444	8688	3270

Mail Server						
Percobaan	Hard Disk Utilization (kBytes/sec)					
	5 user		20 user		30 user	
	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal	hosted	bare-metal
1	6740	7180	6550	6720	8290	6400
2	6730	6390	6850	6860	8000	6900
3	7040	3490	6480	6680	7370	6930
4	6690	6630	6660	6420	7930	5990
5	6880	7670	6460	6410	7280	6880
6	6720	6440	6910	6550	5850	6840
7	6870	7000	3400	6580	6690	6700
8	6630	6680	6770	6560	6640	6750
9	6470	6500	6640	6510	6800	6650
10	6460	6190	6310	6570	6380	6820
rata-rata	6723	6417	6303	6586	7123	6686

Sampel Grafik *baseline* pada web server tipe *hosted* dan *bare-metal*



Sampel Grafik Pada Web Server tipe *hosted* dan *bare-metal* dengan 10 User

