

**ANALISIS PERFORMA LIVE MIGRATION PADA VIRTUAL
MACHINE DENGAN METODE PRE-COPY**

Skripsi



oleh

**GAMALAEEL WAHYU CAKRANINGRAT
71150015**

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2021

ANALISIS PERFORMA LIVE MIGRATION PADA VIRTUAL MACHINE DENGAN METODE PRE-COPY

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

GAMALAEEL WAHYU CAKRANINGRAT
71150015

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2021

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gamalael Wahyu Cakraningrat
NIM : 71150015
Program studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS PERFORMA LIVE MIGRATION PADA VIRTUAL MACHINE
DENGAN METODE PRE-COPY”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 12 April 2020

Yang menyatakan



(Gamalael Wahyu Cakraningrat)
NIM.71150015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS PERFORMA LIVE MIGRATION PADA VIRTUAL MACHINE DENGAN METODE PRE-COPY

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 15 Juli 2021



CAKRANINGRAT
71150015

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS PERFORMA LIVE MIGRATION PADA
VIRTUAL MACHINE DENGAN METODE PRE-
COPY

Nama Mahasiswa : GAMALAE WAHYU CAKRANINGRAT

N I M : 71150015

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TI0366

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2020/2021

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 15 Juli 2021

Dosen Pembimbing I
Willy Sudiarto
Raharjo

Digitaly signed by: Willy
Sudiarto Raharjo
Reason: I am approving this
document
Email: willysr@staff.ukdw.ac.id
Date: 2021/07/15 07:21:54 +07

Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom.,M.Cs.

Dosen Pembimbing II

Gani Indriyanta, Ir. M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMA LIVE MIGRATION PADA VIRTUAL MACHINE DENGAN METODE PRE-COPY

Oleh: GAMALAEEL WAHYU CAKRANINGRAT / 71150015

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 11 Juni 2021

Yogyakarta, 15 Juli 2021
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom.,M.Cs.
2. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
3. Joko Purwadi, M.Kom
4. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.



Digitally signed by Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T., M.Eng. DN: cn=Laurentius Kuncoro Probo Saputra, o=Universitas Kristen Duta Wacana, ou=Departemen Informatika, email=laurentius@kdw.ac.id, c=ID Date: 2021.07.15 14:17:02 +0700

Dekan



(Restyandito, S.Kom.,MSIS.,Ph.D.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia,Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada kedua orang tua tercinta yang selama ini telah memberi semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada Bapak Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Gani Indriyanta, Ir. M.T selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada peneliti, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Kepada Bapak Restyandito, S.Kom, MSIS., PH.D selaku dekan fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana.
5. Kepada Ibu Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D selaku ketua prodi Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.
6. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam penyelesaian skripsi ini. Teman-teman dan sahabat saya yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan yang telah diberikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti umumnya.

Yogyakarta, Juli 2021

Peneliti

INTISARI

Pada proses *live migration* dengan *virtual machine* terdapat metode *pre-copy* yang dapat digunakan yang bertujuan meningkatkan kinerja dari *live migration* itu sendiri, namun terdapat permasalahan pada metode ini karena *page memory* yang tidak terpakai oleh *virtual machine* akan tetap *ter-transfer* saat proses migrasi sedang berlangsung. Hal ini perlu dihindari karena dapat menambah *migration time* dan juga *throughput*, yang dimana pada proses migrasi *migration time* harus diusahakan sekecil mungkin. Maka dari itu teknik *ballooning* adalah teknik yang dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan pengoptimalan pada *transfer page memory*.

Pada tugas akhir ini penulis melakukan *live migration virtual machine pre-copy based* dengan perbandingan jumlah RAM, dan perbandingan dengan menggunakan dan tidak menggunakan teknik *ballooning* pada *virtual machine* untuk menganalisis performansi dari teknik *ballooning* yang diukur dari *total migration time* dan *throughput*.

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa perbandingan jumlah RAM pada *live migration* dengan *pre-copy* tidak menunjukkan hasil yang signifikan karena baik dengan variasi RAM yang digunakan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Namun bila dibandingkan dengan yang menggunakan *ballooning* dengan yang tidak menggunakan metode *ballooning* dapat meningkatkan performa dari *live migration*, ini dikarenakan *ballooning* mengembalikan *page memory* yang kosong yang tidak terpakai pada *hypervisor* sehingga proses *live migration* lebih cepat.

Kata Kunci— *live migration, virtual machine, precopy, performa, xen hypervisor, migration time, throughput, ballooning.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Metodologi Penelitian.....	6
1) Studi Literatur.....	6
2) Identifikasi masalah.....	6
3) Membangun topologi model untuk penelitian.....	6

4) Pengujian dan pengambilan data	6
5) Analisis dan kesimpulan.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2.....	9
LANDASAN TEORI	9
2.1 Tinjauan Pustaka	9
2.2 <i>Virtual Machine</i>	11
2.3 <i>Live Migration</i>	12
2.4 Metode <i>Pre-Copy</i>	14
2.5 Teknik <i>Ballooning</i>	16
2.6 <i>Hypervisor</i>	18
2.7 <i>Total Migration Time</i>	19
2.8 <i>Throughput</i>	20
2.9 <i>Kernel-based Virtual Mchine</i>	21
BAB 3.....	22
METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Gambaran Umum Metodologi Penelitian	22
3.2 Topologi Sistem	23
3.2.1 Spesifikasi <i>hardware</i>	24
3.3 Skenario Pengujian	25
3.4 Parameter Pengujian	26

3.5 Perancangan Pengambilan Data.....	26
BAB 4.....	28
ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Analisis Hasil Penelitian Dengan Metode Pre-Copy	29
4.1.1 Analisis Hasil <i>Total Migration Time</i>	30
4.1.2 Analisis Hasil <i>Throughput</i>	33
4.2 Analisis Hasil Penelitian Dengan Teknik Ballooning.....	36
4.2.1 Analisis Hasil <i>Total Migration Time</i> dan <i>Page Transferred</i>	37
BAB 5.....	43
KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konsep dasar virtualisasi atau <i>virtual machine</i>	11
Gambar 2.2. Proses <i>live migration</i>	13
Gambar 2.3. Mekanisme proses <i>pre-copy</i>	14
Gambar 2.4. Mekanisme proses <i>ballooning</i>	16
Gambar 2.5. <i>Hypervisor</i> jenis <i>baremetal</i>	18
Gambar 2.5. <i>Hypervisor</i> jenis <i>host</i>	19
Gambar 3.1 Rancangan Topologi Sistem.....	23
Gambar 4.1 Ilustrasi Skenario Pengujian dengan Metode Pre-Copy.....	29
Gambar 4.2 Ilustrasi Skenario Pengujian dengan Teknik <i>Ballooning</i>	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Hardware</i> untuk <i>Source Host</i>	24
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Hardware</i> untuk <i>Destination Host</i>	24
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Hardware</i> untuk <i>Shared Storage</i>	24
Tabel 4.1 Hasil dari <i>total migration time</i> VM-A.....	30
Tabel 4.2 Hasil dari <i>total migration time</i> VM-B.....	31
Tabel Grafik 4.3 Grafik perbandingan <i>migration time</i>	32
Tabel 4.4 Hasil dari <i>throughput</i> VM-A.....	33
Tabel 4.5 Hasil dari <i>throughput</i> VM-B.....	34
Tabel Grafik 4.6 Grafik perbandingan <i>throughput</i>	35
Tabel 4.7 Hasil <i>Migration Time</i> dan <i>Page Transferred</i> VM-A dengan <i>Ballooning</i>	38
Tabel 4.8 Hasil <i>Migration Time</i> dan <i>Page Transferred</i> VM-B dengan <i>Ballooning</i>	39
Tabel Grafik 4.9 Grafik Perbandingan <i>Throughput</i>	40
Tabel Grafik 4.10 Grafik Perbandingan <i>Migration Time</i>	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin pesat membuat infrastruktur virtual mulai berkembang. Perkembangan teknologi virtual yang berbasis internet memudahkan penggunaannya dan tidak membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Virtualisasi adalah penggunaan *software* yang memungkinkan satu *hardware* untuk menjalankan beberapa sistem operasi dan layanan secara bersamaan. Hal ini membuat virtualisasi sangat efisien untuk digunakan guna menghemat biaya operasi dan lainnya.

Keuntungan lain dari menggunakan virtualisasi adalah dapat menjalankan *live migration virtual machine*. *Live migration* sendiri merupakan proses memindahkan suatu *virtual machine* dari satu *hardware* ke *hardware* lainnya tanpa mengganggu jalannya *virtual machine* dan *service* yang ada didalamnya, sehingga seperti tidak terjadi apa-apa dari sudut pandang client dan tidak perlu membangun ulang koneksi dari *client* ke *host*. Karena dengan *live migration*, *virtual machine* yang sedang migrasi dapat berjalan ke *source host* tanpa ketergantungan dengan *host* asal. Dengan selesainya migrasi yang dilakukan *source host* dapat melakukan *maintenace*.

Live Migration memiliki beberapa metode salah satunya adalah metode *pre-copy*, *pre-copy* adalah pendekatan utama untuk *live migration*. Metode ini memiliki realibilitas yang mana apabila *host* tujuan mengalami *failure*, *host* asal masih menyimpan *memory* dan *CPU* yang *up-to-date*. Metode *pre-copy* bertujuan untuk membuat *downtime* kecil dengan cara meminimalisasi jumlah *state* dari *virtual machine* yang harus di-*transfer* saat *downtime*.

Live migration dengan menggunakan metode *pre-copy* terdapat permasalahan yaitu *page memory* yang kosong di *virtual machine* akan tetap ditransfer oleh *source host* saat

migration sedang berlangsung. Proses *transfer page memory* yang kosong inilah yang harus dihindari karena selain tidak berguna, namun juga menambah *migration time* yang dimana harus diusahakan secepat mungkin dalam proses *live migration virtual machine* berlangsung (Hines et al, 2009; Sapuntzakis et al, 2002).

Pre-Copy bekerja dengan melakukan proses penyalinan *memory state* hingga proses penyalinan yang terakhir *processor state*. Tujuan dari penggunaan metode *pre-copy* sendiri adalah untuk menjaga *downtime* tetap kecil dengan meminimalisir jumlah VM (*virtual machine*) *state* yang ditransfer saat *downtime* agar *total migration time* dapat optimal. Maka

©UKDW

dari itu, diperlukan pengukuran performansi pada proses *live migration virtual machine pre-copy based* yang terkait dengan *throughput* dan *total migration time*.

Ballooning adalah teknik untuk mengambil *page memory* yang tidak terpakai oleh VM dan mengembalikannya ke *hypervisor (inflating balloon)* dan juga meminta *page memory* dari *hypervisor* kemudian mengembalikan ke VM (*deflating balloon*). *Ballooning* diusulkan untuk mengatasi *transfer page memory* yang kosong pada *live migration* dengan mengoptimalkan *transfer page memory* pada *virtual machine* (VMware Inc, 2009).

Pada tahap ini penulis akan melakukan analisis performa *live migration pre-copy based* pada *virtual machine* untuk yang terkait dengan *total migration time* dan *throughput* serta pengaruh implementasi *ballooning* untuk mengoptimalkan *transfer memory page* ketika proses *live migration* berlangsung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di paparkan sebelumnya, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh metode *pre-copy* dan *ballooning* pada *live migration virtual machine* ?
2. Berapa besar *throughput* pada *live migration* dengan metode *pre-copy* ?
3. Berapa besar *total migration time* dalam *second* setelah *live* dengan metode *pre-copy* ?
4. Bagaimana pengaruh *live migration* dengan metode *pre-copy* pada integritas data pasca imigrasi ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. *Live migration* dilakukan pada jaringan LAN dengan menggunakan *Ethernet*.
2. *Virtual machine* yang digunakan adalah *virt-manager*.
3. *Live migration* diuji dengan menggunakan metode *pre-copy* dan teknik *ballooning*.
4. Parameter yang akan diuji adalah *total migration time* dan *throughput*.
5. Tidak membahas keamanan pada *live migration virtual machine*.
6. Pengujian dilakukan dalam *platform* yang sama.

©UKDW

7. Pengujian dilakukan dengan variasi *memory* dan tidak menunjukkan besar data yang akan di migrasi.
8. Pengujian migrasi dilakukan dengan keadaan *virtual machine* dalam keadaan tanpa adanya beban atau sedang menjalankan aplikasi.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mengukur seberapa besar *throughput (packet/second)* pada *live migration* dengan metode *pre-copy*.
2. Mengukur seberapa besar *total migration time(second)* pada *live migration* dengan metode *pre-copy*.
3. Menganalisis pengaruh teknik *ballooning* terhadap *live migration virtual machine* untuk mengoptimalkan *transfer memory page* pada saat tidak ada beban pada *memory*.
4. Mengukur seberapa besar penurunan *total migration time / second* pada *live migration* dengan metode *pre-copy* pada migrasi RAM setelah menggunakan *ballooning* dan tidak menggunakan *ballooning* pada saat *virtual machine* dalam keadaan tidak adanya beban.

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan analisis performa pada *live migration pre-copy based* ini dengan *virtual machine* dapat memberi pengetahuan dan pemahaman dalam *live migration*, serta memberikan referensi migrasi RAM pada sistem dengan jaringan LAN dengan metode *pre-copy*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan masalah diatas adalah :

1) Studi Literatur

Dengan mempelajari literatur-literatur yang ada dan yang berkaitan dengan permasalahan penelitian seperti Konsep VM secara umum, *live migration*, metode *pre-copy*, dan *ballooning*

2) Identifikasi masalah

Mengidentifikasi konsep *live migration*, kelebihan dan kekurangan yang ada pada *live migration virtual machine* dan cara untuk mengatasi permasalahan yang ada dengan optimalisasi dengan metode *pre-copy* dan menggunakan teknik *ballooning*.

3) Membangun topologi model untuk penelitian

Membangun topologi model untuk melakukan *live migration virtual machine* dengan menggunakan metode *pre-copy* dan teknik *ballooning*. Model topologi terdiri dari dua *physical machine* sebagai *source host* dan *destination host*. Kedua *physical machine* dihubungkan dengan *switch* dan menggunakan *shared storage* berbasis *AOE (ATA Over Ethernet)*.

4) Pengujian dan pengambilan data

Pengujian dengan menjalankan *live migration* pada *virtual machine* dengan metode *pre-copy* dari *source host* ke *destination host* pada *xen* dengan *ballooning* dan tanpa *ballooning*. Saat proses *live migration* berlangsung dilakukan analisis pada data yang ditransfer data ada yang hilang atau rusak. Pengambilan data dilakukan ketika *live migration* sedang berlangsung. Data yang diambil adalah *migration time*, *throughput*, dan *page* yang tertransfer.

5) Analisis dan kesimpulan

Menganalisis data yang telah didapatkan, mengambil kesimpulan dari penelitian, dan menyusun laporan tugas akhir.

©UKDW

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam tugas akhir ini, laporan akan dibuat dengan struktur sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan. Bab ini menguraikan tugas akhir secara umum yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan metodologi penyelesaian masalah.

Bab 2 Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori. Isi dari bab ini akan memuat laporan-laporan terkait penelitian antara lain tentang virtualisasi, *hypervisor*, *live migration*, *pre-copy*, dan *ballooning*.

Bab 3 Metodologi Penelitian. Bab ini membahas tentang rancangan sistem yang akan dibangun dalam penelitian dan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menjalankan sistem berdasarkan topologi model yang telah dibuat, meliputi skenario pengujian, instalasi *virtual machine* dan *ballooning*, *live migration*, metode *pre-copy*, analisa integritas data, proses pengambilan data, dll.

Bab 4 Analisis Hasil Penelitian dan Pembahasan. Bab ini akan membahas tentang pengujian sistem yang dilakukan beserta hasil analisis yang diperoleh dari penelitian.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran. Bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari hasil analisis yang dilakukan dalam penelitian serta saran yang bermanfaat untuk tugas akhir ini dan untuk pengembangan penelitian kedepannya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis *live migration virtual machine* yang telah dilakukan dari tujuan penelitian, maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dengan menggunakan RAM 512 MB untuk menjalankan *live migration virtual machine* dengan keadaan tidak adanya beban pada *memory virtual machine* maka akan mendapatkan hasil *migration time* yaitu dengan rata-rata 47,18 *second* namun dengan *throughput* yang didapatkan adalah dengan rata-rata 11.607.490,71 *paket/second*, dan dengan menggunakan RAM 1024 MB untuk menjalankan *live migration virtual machine* dengan keadaan yang sama yaitu tidak adanya beban pada *memory virtual machine* maka akan mendapatkan hasil *migration time* yaitu dengan rata-rata 93,64 *second* namun *throughput* yang didapatkan dengan rata-rata 11.732.606,56 *paket/second*. Maka berdasarkan dari hasil yang didapat penggunaan *memory* yang lebih besar ataupun lebih kecil masing-masing akan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, yaitu kelebihan bila *live migration* menggunakan *memory* yang lebih kecil maka hasil dari *migration time* akan lebih cepat dibandingkan dengan *live migration* dengan menggunakan *memory* yang lebih besar dengan kekurangannya yaitu *throughput* yang didapatkan menjadi lebih kecil dan kelebihan apabila *live migration* dengan menggunakan *memory* lebih besar maka *throughput* yang didapatkan akan lebih besar dibandingkan dengan *live*

migration dengan menggunakan *memory* yang lebih kecil dengan kekurangannya yaitu *total migration time* yang akan menjadi lebih besar dengan kondisi pada masing-masing *virtual machine* tidak mendapatkan beban di bagian *memory*nya untuk menjalankan aplikasi.

2. Penggunaan dari metode *ballooning* untuk *live migration virtual machine* menghasilkan peningkatan performa dengan mengoptimalkan pada bagian transfer *page memory* dengan kondisi dimana *memory virtual machine* tidak diberikan beban dan hanya untuk menjalankan sistem operasi, karena teknik *ballooning* mengembalikan *page memory* yang tidak terpakai atau kosong dari *virtual machine* ke hypervisor, sehingga *page memory* ini tidak ditransfer ketika proses *live migration* sedang berlangsung seperti yang sudah di bahas pada bab 3.
3. Hal ini dapat dilihat pada hasil dari VirtualMachine-A yang menggunakan *ballooning* dengan yang tidak menggunakan *ballooning* dari *page* yang tertransfer dengan selisih 203.367.789,20 Byte atau sebesar 36,95% dan untuk selisih *migration time* VirtualMachine-A yang menggunakan *ballooning* dengan yang tidak menggunakan *ballooning* sebesar 16,83 second.

Untuk VirtualMachine-B dengan selisih 451.623.719,80 Byte untuk *page* yang tertransfer atau sebesar 41,23% dan selisih *migration time* VirtualMachine-B yang menggunakan *ballooning* dengan yang tidak menggunakan *ballooning* sebesar sebesar 45,74 second.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa dilakukan untuk pengembangan dari sistem *live migration* ini agar menjadi yang lebih baik dari tugas akhir ini adalah :

1. Dengan tidak menggunakan *virtual machine* namun menggunakan *hardware* secara langsung.
2. Menjalankan *live migration* dengan menggunakan *platform* yang berbeda atau menjalankan *live migration* dengan *cross platform*.
3. Menggunakan teknik *ballooning* pada metode *live migration* lainnya.
4. Menambahkan parameter lain dalam pengujian seperti *bandwidth*, *CPU usage*, dan lainnya.
5. Membandingkan performansi *live migration* dengan menggunakan metode *pre-copy* dan *post-copy*.
6. Menambahkan beban pada *virtual machine* dengan menambahkan *workload* atau dengan menjalankan aplikasi yang memberi beban kepada *memory*.

DAFTAR PUSTAKA

- Hines, R. M, Desphande U. & Gopalan K. (2009). *Post-copy Live Migration of Virtual Machine*.
Computer Science : Binghamton University.
- Sapuntzakis, C. P, et.al. (2002). *Optimizing the Migration of Virtual Computers*. Computer Science
Department : Stanford University.
- Hines, R. M, Gopalan K. (2009). *Post-Copy Based Live Virtual Machine Migration Using Adaptive
Pre-Paging and Dynamic Self Ballooning*. Computer Science : Binghamton University.
- VMware, Inc. (2009). *Understanding Memory Resource Management in VMware ESX Server*.
Diperoleh dari 25 September 2020, dari http://www.vmware.com/files/pdf/perf-vsphere-memory_management.pdf
- Drian Faris. (2015). *Virtual Machine*. Diperoleh 26 September 2020, dari
http://farisdrian.blogspot.com/2015/10/virtual-machine_11.html
- Limantara, Natalia. (2014). *Konsep Dasar Virtualisasi*. Diperoleh 20 September 2020, dari
<https://sis.binus.ac.id/2014/10/11/konsep-dasar-virtualisasi/>
- Popek J. P. & Goldberg, R. P. (1974). *Formal Requirements for Virtualizable Third Generation
Architectures*. University of California & Honeywell Information Systems and Harvard
University.
- Clark C., et al. (2005). *Live Migration of Virtual Machine*. Computer Laboratory: University of
Cambridge.
- Sherif Akoush, et al. (2010). *Predicting the Performance of Virtual Machine Migration*. University
of Cambridge Computer Laboratory.
- Varian, E. (2011). *Analisis dan Implementasi Virtual Machine pada Server untuk Layanan
Berbasis Cloud Computing secara Dinamis*. Fakultas Informatika Teknologi Telkom.

Virtual Machine. Diakses pada 30 Februari 2020, dari <http://www.vmware.com/virtualization/virtualmachine.html>.

Sharma, S, Chawla M. (2016). *A Three Phase Optimization Method for Pre-Copy Based VM Live Migration*.

Ilham Efendi. *Apa itu Hypervisor*. Diakses Pada 18 November 2020, dari <https://www.it-jurnal.com/apa-itu-hypervisor/>

©UKDW