

**IMPLEMENTASI LOAD BALANCING WEB SERVER
MENGUNAKAN METODE LVS-NAT**

Tugas Akhir



Oleh:

Jefry Alvonsius Rabu

22064089

**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana**

2012

**IMPLEMENTASI LOAD BALANCING WEB SERVER
MENGUNAKAN METODE LVS-NAT**

Tugas Akhir



©
Diajukan kepada Fakultas Teknologi Informasi
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Kristen Duta Wacana-Yogyakarta
Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Jefry Alvonsius Rabu

22064089

**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana**

2012

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

IMPLEMENTASI LOAD BALANCING WEB SERVER

MENGGUNAKAN METODE LVS-NAT

Yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagai persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan sarjana Program Studi Teknik 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 sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

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



Yogyakarta, 19 Juli 2012

Jefry Alvonsius Rabu

22064089

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Implementasi Load Balancing Web Server Menggunakan
Metode LVS-NAT

Nama : Jefry Alvonsius Rabu

Nim : 22064089

Mata Kuliah : Tugas Akhir

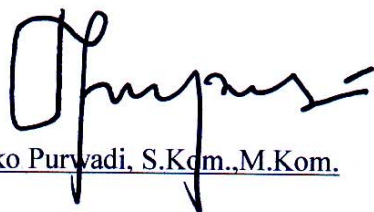
Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun akademik : 2011/2012

Telah diperiksa dan disetujui
Di Yogyakarta,
Pada tanggal, 19 Juli 2012

Dosen Pembimbing 1



Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.

Dosen Pembimbing 2



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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

IMPLEMENTASI LOAD BALANCING WEB SERVER

MENGGUNAKAN METODE LVS-NAT

Oleh : Jefry Alvonsius Rabu/22064089

Dipertahankan di depan dewan Penguji Tugas Akhir.Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana – Yogyakarta

Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu

Syarat memperoleh gelar

Sarjana Komputer

Pada tanggal

27 Juni 2012

Yogyakarta, _____

Mengesahkan,


Dewan Penguji :

1. Joko Purwadi, S.Kom.,M.Kom.


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


3. Nugroho Agus Haryono, S.Si., M.Si.

4. Haryo Susanto, S.Si.

1.  _____


2.  _____

3.  _____

4.  _____



Dekan


(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT)

Ketua Program Studi


(Nugroho Agus Haryono, S.Si.,M.Si.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang selalu melimpahkan segala berkat, rahmat, bimbingan serta perlindungan-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Implementasi Load Balancing Web Server Menggunakan Metode LVS-NAT” dengan baik pada semester ini.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain pada penyusunan Tugas Akhir ini memiliki tujuan, melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat memiliki manfaat yang baik.

Dalam menyelesaikan pembuatan analisis penelitian dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak **Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.**, selaku pembimbing 1, yang telah banyak memberikan ide, kritik, saran dan bimbingan selama penelitian dan penulisan laporan pada Tugas Akhir ini.
2. Bapak **Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.**, selaku pembimbing 2, yang telah banyak memberikan masukan, saran dan bimbingan selama penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Eka Nugraha C. yang mengizinkan penulis untuk melakukan implementasi di laboratorium FTI UKDW dan peminjaman peralatan yang tidak ternilai harganya sehingga penulis mendapatkan banyak pengalaman baru yang luar biasa.
4. Keluarga tercinta di Ende - Mama, Oma, Om, Bibi dan Adik-adik untuk segala kasih sayang, kesabaran, perhatian serta dukungan doa yang luar

biasa yang selalu menjadi motivasi dan semangat penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Lia Natalia sebagai orang yang selalu memotivasi aku dalam melakukan penelitian dan menulis laporan penelitian Tugas Akhir ini.
6. Sahabatku Noken, Redy, Erik, Imank, Eka, Ivan, semua anak Fareck Jogja, teman-teman TI06 UKDW untuk segala dukungan dan motivasinya selama ini.
7. Rekan-rekan dan pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini. Terimakasih atas dukungan dan doa'nya.

Penulis menyadari bahwa program dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian, sehingga suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu membuat program Tugas Akhir ini. Sekali lagi penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Dan semoga ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, Mei 2012



Penulis

INTISARI

Implementasi Load Balancing Web Server Menggunakan Metode LVS-NAT

Teknologi jaringan komputer mengalami peningkatan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan yang pesat ini didorong oleh bertumbuh dan berkembangnya kebutuhan manusia sebagai pengguna teknologi jaringan komputer. Perkembangan teknologi jaringan komputer secara global ditandai dengan berkembangnya berbagai layanan di internet. Salah satu jenis layanan dari internet yaitu *World Wide Web*. *World Wide Web* atau *web* adalah suatu cara mengakses informasi melalui media internet. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan pengguna dan peningkatan permintaan pada situs maka kerja dari *web server* bertambah berat. *Web server* yang handal selayaknya mampu melayani *request* dari pengguna dalam jumlah yang cukup besar dalam satu satuan waktu. Namun terkadang *web server* mengalami *down* atau *fail* dimana *web server* tidak dapat mampu lagi menangani jumlah request yang sangat besar dalam satu satuan waktu tersebut.

Pada penelitian ini diterapkan suatu implementasi teknologi yang dapat menjadi solusi masalah di atas. Teknik yang dianjurkan pada penelitian ini adalah implementasi *load balancing* dengan Linux Virtual server dimana beban kerja *single server* dibagi ke dalam beberapa *server* yang tergabung dalam suatu *cluster*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan implementasi load balancing menggunakan Linux Virtual Server metode LVS-NAT berhasil meningkatkan kinerja web server dari segi *throughput*, *response time*, dan penggunaan sumber daya CPU (*CPU Utilization*).

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Perumusan Masalah	2
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Metode/Pendekatan	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Kinerja Web Server	6
2.1.2 Load Balancing	7
2.1.3 Linux Virtual Server	9
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Web Server	9
2.2.2 Uji Performansi Web Server	11
2.2.3 Load Balancing	12
2.2.4 Linux Virtual Server	14
2.2.5 LVS Via NAT	16
2.2.6 Algoritma Penjadwalan Pada LVS	17
2.2.7 Packet Load Balancing.....	18

BAB 3 RANCANGAN PENELITIAN	19
3.1 Analisis Kebutuhan Hardware dan Software	19
3.1.1 Analisis Kebutuhan Hardware	19
3.1.2 Analisis Kebutuhan Software	20
3.2 Rancangan Topologi Penelitian	24
3.3 Tahap Instalasi dan Konfigurasi	25
3.4 Tahapan Proses Penelitian	27
3.4.1 Persiapan	27
3.4.2 Skenario Pengambilan Sampel	28
3.4.3 Tahap Pengamatan	29
3.4.3.1 Pengamatan Throughput dan Response Time	29
3.4.3.2 Pengamatan CPU Utilization	31
3.4.4 Tahap Pengolahan Data dan Evaluasi	31
BAB 4 IMPLEMENTASI SISTEM DAN ANALISIS HASIL	33
4.1 Topologi Jaringan Penelitian dan Konfigurasi Sistem	33
4.1.1 Tahap Pemasangan dan Pengalamatan Perangkat	33
4.1.1.1 Load Balancer	34
4.1.1.2 Access Point	35
4.1.1.3 Real Server	36
4.1.2 Konfigurasi Sistem	38
4.1.2.1 Konfigurasi Load Balancer	38
4.1.2.2 Konfigurasi Algoritma Penjadwalan LVS	41
4.2 Pengamatan dan Pengambilan Data	43
4.2.1 Pengamatan Web Server Tunggal	44
4.2.2 Pengamatan Web Server Dengan Implementasi Load Balancing LVS-NAT	46
4.2.2.1 Hasil Pengamatan Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma Round Robbin 2 Real Server	46
4.2.2.2 Hasil Pengamatan Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma Least Connection 2 Real Server	49
4.2.2.3 Hasil Pengamatan Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma	

Round Robbin 4 Real Server	51
4.2.2.4 Hasil Pengamatan Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma	
Least Connection 4 Real Server	55
4.3 Analisis Hasil Pengamatan	58
4.3.1 Analisis Hasil Pengamatan Parameter Throughput	58
4.3.2 Analisis Hasil Pengamatan Parameter Response Time	60
4.3.3 Analisis Hasil Pengamatan Parameter CPU Utilization.....	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter beban kerja web server	7
Tabel 2.2 Parameter konfigurasi apache web server	7
Tabel 3.1 Rancangan pengalamatan IP perangkat pengujian	26
Tabel 3.2 Rancangan jumlah request koneksi pada <i>httperf</i>	28
Tabel 4.1 Perbandingan Throughput (Replies/Second)	58
Tabel 4.2 Perbandingan Response Time (microseconds)	60
Tabel 4.3 Persentasi CPU Utilization Web Server Tunggal	61
Tabel 4.4 Persentasi CPU Utilization Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma RR Menggunakan 2 Real Server	62
Tabel 4.5 Persentasi CPU Utilization Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma LC Menggunakan 2 Real Server	62
Tabel 4.6 Persentasi CPU Utilization Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma RR Menggunakan 4 Real Server	63
Tabel 4.7 Persentasi CPU Utilization Web Server Dengan LVS-NAT Algoritma LC Menggunakan 4 Real Server	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan LAN sederhana untuk pengujian kinerja web server.....	6
Gambar 2.2 Load balancing web server menggunakan DNSRR dan Mod Backhand	8
Gambar 2.3 Langkah-langkah web server menangani request klien	10
Gambar 3.1 Topologi jaringan pengujian web server tunggal	24
Gambar 3.2 Topologi pengujian web server dengan implementasi LVS	25
Gambar 3.3 Hasil <i>capture</i> kanal <i>wireless</i> Lt.2 Gedung Agape	27
Gambar 3.4 Contoh output <i>httpperf</i>	30
Gambar 3.5 Contoh output <i>sar</i>	31
Gambar 4.1 Pengaturan Local IP Address pada AP	35
Gambar 4.2 Pengaturan <i>wireless physical interface</i> pada AP	36
Gambar 4.3 Pengaktifan modul pendukung LVS	39
Gambar 4.4 Instalasi <i>ipvsadm</i> pada <i>load balancer</i>	39
Gambar 4.5 Pengaktifan fitur <i>IP forwarding</i>	40
Gambar 4.6 Hasil konfigurasi <i>IP masquerading</i>	40
Gambar 4.7 Konfigurasi LVS-NAT Round Robbin dengan 2 real server	41
Gambar 4.8 Tabel <i>ipvsadm</i> LVS-NAT Round Robbin dengan 2 real server	41
Gambar 4.9 Konfigurasi LVS-NAT Round Robbin dengan 4 real server	41
Gambar 4.10 Tabel <i>ipvsadm</i> LVS-NAT Round Robbin dengan 4 real server.....	42
Gambar 4.11 Konfigurasi LVS-NAT Least Connection dengan 2 real server.....	42
Gambar 4.12 Tabel <i>ipvsadm</i> LVS-NAT Least Connection dengan 2 real	

server 42

Gambar 4.13 Konfigurasi LVS-NAT Least Connection dengan 4 real

server 43

Gambar 4.14 Tabel *ipvsadm* LVS-NAT Least Connection dengan 4 real

Server 43

© UKDW

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.

Teknologi jaringan komputer mengalami peningkatan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan yang pesat ini didorong oleh bertumbuh dan berkembangnya kebutuhan manusia sebagai pengguna teknologi jaringan komputer. Pertumbuhan dan perkembangan kebutuhan tersebut bisa didorong oleh bertambahnya jumlah pengguna maupun semakin bervariasinya kebutuhan akan layanan yang disediakan. Perkembangan teknologi jaringan komputer secara global ditandai dengan berkembangnya berbagai layanan di internet.

Salah satu jenis layanan dari internet yaitu *World Wide Web*. *World Wide Web* atau *web* adalah suatu cara mengakses informasi melalui media internet. *Web* bisa juga dikatakan sebagai suatu model berbagi informasi yang dibangun di atas media internet. *Web* menggunakan protokol HTTP untuk mengirimkan data. Data tersebut tersebar di seluruh penjuru dunia disimpan dalam media penyimpanan berupa *server*. *Web server* bertanggung jawab melayani permintaan HTTP dari aplikasi klien yang dikenal dengan *web-browser*. *Web server* akan mencari data dari *Uniform Resource Locator* (URL) yang diminta dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman-halaman *web* yang umumnya berbentuk dokumen *Hypertext Markup Language* (HTML) dan semua isi (*content*) dari suatu situs ke komputer klien.

Seiring dengan berkembangnya kebutuhan pengguna dan peningkatan permintaan pada situs maka kerja dari *web server* bertambah berat. *Web server* yang handal selayaknya mampu melayani *request* dari pengguna dalam jumlah

yang cukup besar dalam satu satuan waktu. Namun terkadang *web server* mengalami *down* atau *fail* dimana *web server* tidak dapat mampu lagi menangani jumlah request yang sangat besar dalam satu satuan waktu tersebut.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah performa *web server* dalam hubungannya dengan jumlah *request* yang meningkat adalah pemutakhiran perangkat keras *web server*, namun solusi ini hanya bersifat sementara. Maka dengan ini perlu diterapkan suatu implementasi teknologi yang dapat menjadi solusi alternatif masalah di atas. Teknik yang dianjurkan pada penelitian ini adalah implementasi *load balancing* dimana beban kerja *single server* dibagi ke dalam beberapa *server* yang ada.

1.2 Perumusan Masalah.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana meningkatkan performa *web server* melalui implemetasi teknik *load balancing* menggunakan Linux Virtual Server via NAT dengan menerapkan algoritma penjadwalan *Round Robbin* dan *Least Connection* untuk meminimalkan peluang terjadinya *server fail*?
- b. Bagaimana mengukur peningkatan performa *web server* yang telah menggunakan teknik *load balancing* sehingga dapat dibandingkan dengan *web server* tunggal yang belum menggunakan teknik *load balancing* ?

1.3 Batasan Masalah.

Penelitian ini menggunakan beberapa batasan agar jalannya penelitian tidak menyimpang dari apa yang telah direncanakan serta tujuan penelitian dapat tercapai. Batasan–batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Penelitian ini dilakukan pada sistem operasi *open source Linux* karena selain gratis juga memiliki banyak utilitas atau *tools* jaringan yang dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan.

- b. Implementasi *load balancing* dilakukan dengan menggunakan *Linux Virtual Server*.
- c. Algoritma penjadwalan yang digunakan pada LVS adalah *Round Robbin* dan *Least Connection* sebagai pembanding.
- d. Metode *load balancing* yang digunakan adalah LVS-NAT.
- e. Aplikasi web server yang digunakan adalah *Apache web server*.
- f. *Cluster server* akan dibangun dengan 1 unit komputer sebagai *load balancer* dan 4 unit komputer sebagai *real server*.
- g. Pada penelitian ini mengabaikan proses sinkronisasi data pada *server-server* yang ada dalam LVS.
- h. Pengujian performa *web server* dilakukan dengan menggunakan tool *httperf* versi 0.9 dan *sar*.
- i. Parameter pengujian yang diukur antara lain kecepatan respon *web server* (*response time*), *throughput*, *CPU utilization*.

1.4 Tujuan Penelitian.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Mengimplementasikan teknik *load balancing* dengan metode LVS-NAT pada *web server* sehingga mampu meningkatkan performa *web server*.
- b. Mengukur peningkatan performa web server setelah implementasi teknik *load balancing* pada *web server* dengan membandingkannya terhadap performa *web server* tanpa *load balancing* (*single server*).

1.5 Metode / Pendekatan.

Penulis melakukan beberapa metode untuk mencapai tujuan penelitian ini. Metode-metode tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Analisis permasalahan.
- b. Melakukan kajian dari literatur yang telah ada.
- c. Merancang simulasi *load balancing web server* dengan LVS-NAT dan jaringan pengujian yang akan digunakan.
- d. Melakukan simulasi *load balancing web server* menggunakan LVS-NAT dengan jaringan akses berupa *ad-hoc wireless* pada Laboratorium Teknik Informatika UKDW.
- e. Pengambilan sampel data :
 - *Throughput* dan *response time* dengan aplikasi *httperf*.
 - *CPU Utilization* dengan *tool sar*.
- f. Pengolahan data hasil pengamatan menggunakan program Ms.Word dan Ms.Excel.
- g. Penarikan kesimpulan.

1.6 Sistematika Penulisan.

Laporan tugas akhir ini disusun menjadi 5 bab, yaitu : Pendahuluan, Landasan Teori, Perancangan Sistem, Implementasi dan Analisa Sistem, dan Kesimpulan dan Saran.

Bab 1 : Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah dilakukannya penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian yang dilakukan, metode yang digunakan dalam penelitian, serta sistematika penulisan.

- Bab 2 : Landasan Teori
Berisi teori-teori yang mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini seperti jaringan *wireless*, teknologi *web*, *web server*, *linux virtual server*, dan teknik pengujian performa *web server*.
- Bab 3 : Perancangan Sistem
Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai rancangan sistem yang dibuat dan rancangan uji coba yang akan dilakukan terhadap sistem.
- Bab 4 : Implementasi dan Analisis Sistem
Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai langkah-langkah implementasi sistem, pengujian sistem, pengambilan data, serta analisa hasil penelitian.
- Bab 5 : Kesimpulan dan Saran
Berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Setelah penulis melakukan implementasi *load balancing web server* menggunakan Linux Virtual Server dengan metode LVS-NAT, pengujian kinerja *web server* hasil implementasi *load balancing* tersebut, serta membandingkannya dengan kinerja *web server* tunggal maka penulis memperoleh beberapa hasil penelitian sebagai berikut :

- a. Implementasi *load balancing web server* menggunakan LVS-NAT mampu meningkatkan nilai *throughput web server* dengan besaran yang cukup signifikan hingga 2 kali lipat *throughput web server* tunggal. Nilai ini diperoleh pada implementasi LVS dengan 4 *real server* menggunakan algoritma *round robbin* dengan *throughput* sebesar 69,28 *replies/second* . Peningkatan *throughput web server* sejalan dengan peningkatan jumlah *real server* yang digunakan dalam LVS. *Throughput web server* dengan LVS 2 *real server* baik itu yang menggunakan algoritma *Round Robbin* 53,78 *replies.second* maupun *Least Connection* 45,08 *replies/second* lebih kecil dari *throughput web server* dengan LVS 4 *real server* menggunakan algoritma *Round Robbin* 69,28 *replies/second* dan *Least Connection* 47,96 *replies/second*.
- b. Implementasi *load balancing web server* menggunakan LVS-NAT mampu meningkatkan *response time* dan mengoptimalkan *CPU Utilization* dari *web server* namun peningkatan yang dihasilkan memiliki nilai yang tidak terlalu besar sehingga dianggap tidak terlalu signifikan.
- c. Implementasi LVS-NAT menggunakan algoritma *round robbin* lebih handal dalam mengoptimalkan *throughput, CPU Utilization, dan response time* dari *web*

server jika dibandingkan dengan implementasi LVS-NAT menggunakan algoritma *least connection*.

5.2 Saran.

Dalam penelitian ini penulis mendapatkan beberapa hal yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya antara lain :

- a. Pengembangan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode *forwarding* yang lain selain LVS-NAT seperti LVS-DR dan LVS-IP Tunneling agar dapat dibandingkan metode *forwarding* mana yang lebih baik.
- b. Pengembangan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan *hardware* dan jaringan pengujian yang lebih baik yang terhubung dengan internet dan memiliki IP publik sendiri sehingga kinerja *load balancing* LVS dapat diukur secara *real time*.
- c. Pengembangan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan alat ukur yang lebih variatif sehingga dapat diperoleh pembandingan antara hasil yang dihasilkan oleh satu alat pengukur dan alat pengukur lainnya.
- d. Pengembangan pada penelitian selanjutnya yaitu kasus yang dianalisa tidak terbatas pada *web server* tapi juga bisa mencakup *ftp server* dan lain sebagainya.



DAFTAR PUSTAKA

- Arlitt, M., & Williamson, C. (2004). *Understanding Web Server Configuration Issues*. Canada : Department of Computer and Science, University of Calgary.
- Bourke, T. (2001). *Server Load Balancing*. O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol.
- Gourley, D., Totty, B., Sayer, M., Sailu, R., & Aggarwal, A. (2002). *HTTP – The Definitive Guide*. O'Reilly.
- Kim, M., Choi, M., & Hong, J., *Highly Available and Efficient Load Cluster Management System using SNMP and Web*. Dept. of Computer Science and Engineering, POSTECH Pohang, Korea.
- Utdirartatmo, F. (2004). *Clustering PC di Linux dengan OpenMosix dan ClusterKnoppix*, Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Tanenbaum, S. (2003). *Computer Networks – Fourth Edition*. Prentice Hall.
- Zhang, W. (2004). *Linux Virtual Server for Scalable Network Service*, <http://www.linuxvirtualserver.org/>, diakses tanggal 16 April 2011
- Zhang, W., Jin, S., & Wu, Q.,(2004). *Creating Linux Virtual Servers*. Hunan-China: National Laboratory for Parallel and Distributed Processing.

