

PERANCANGAN JARINGAN KOMPUTER DISKLESS BERBASIS LINUX TERMINAL SERVER PROJECT PADA SISTEM OPERASI UBUNTU 8.04

DISKLESS COMPUTER NETWORK DESIGN BASED LINUX TERMINAL SERVER PROJECT ON UBUNTU 8:04 OPERATING SYSTEM

Harry Rakhmat H¹, Yudha Purwanto, ST., MT.², Indrarini Dyah I, ST., MT.³

^{1,2,3}Fakultas Elektro dan Komunikasi IT Telkom Bandung

¹harry_iwing@yahoo.com, ²ydp@ittelkom.ac.id, ³indrarini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Linux Terminal Server Project (LTSP) merupakan sebuah proyek jaringan computer *diskless* berbasiskan sistem operasi GNU/linux yang dimulai oleh James A McQuillan. Komputer *diskless* adalah perangkat *client* atau *workstation* yang tidak dilengkapi dengan media penyimpanan tetap. Teknologi ini makin populer karena dapat menghemat sumber daya *hardware*. Dalam penelitian ini dirancang jaringan computer dengan menggunakan *Personal Computer (PC)* sekelas pentium D sebagai *workstation*, tanpa dilengkapi media penyimpanan dan PC sekelas pentium *core 2 duo* sebagai *server*. LTSP akan diintegrasikan pada sistem operasi linux ubuntu 8.04. Kemudian dilakukan pengujian performasi terhadap CPU server dan penggunaan memori *server* ketika *client* menggunakan aplikasi Openoffice, Gimp dan Firefox. Hasil penelitian menunjukkan bahwa server mampu melayani 8 client secara bersamaan. CPU *usage* dengan menjalankan tiga aplikasi tersebut masih dalam keseimbangan, yaitu berkisar antara 65-70% untuk *user time*, 30-35% untuk *system time* dan 0-0,5% *idle time*. Pengalokasian swap muncul ketika nilai “free” berkisar antara 14.000 Kbyte-30.000 Kbyte.

Kata kunci: LTSP, Server, Diskless, Ubuntu

Abstract

Linux Terminal Server Project (LTSP) is a diskless computer network project based operating system GNU / Linux that was started by James A McQuillan. Diskless computer is the client or workstation not equipped with a permanent storage medium. This technology is increasingly popular because it can save on hardware resources. In this research, designing computer network used a PC (Personal Computer) Pentium D class as the workstation, regardless of storage media and PCs equipped with Pentium-class core 2 duo as a server. LTSP would be integrated with 8.04 ubuntu linux operating system. Then testing performance of CPU usage and memory usage of the server when the client application uses Openoffice, Gimp and Firefox . The results showed that the server is capable of serving 8 clients simultaneously. CPU usage by running three applications are still in the balance, which ranges between 65-70 % for user time, 30-35 % for the system time and 0-0.5 % idle time. Swap arises when the value of “free” ranging between 14.000- 30.000 Kbyte.

Keywords: LTSP, Server, diskless, Ubuntu

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi komputer baik dalam perangkat lunak maupun perangkat keras mengalami perkembangan yang begitu cepat. Tentu saja hal ini berdampak positif bagi kehidupan manusia. Berbagai aplikasi mulai dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi komputer untuk memudahkan manusia melakukan aktifitasnya. LTSP merupakan sebuah proyek untuk membuat terminal server di Linux. Dengan aplikasi LTSP tersebut maka klien *diskless* dapat mengakses server Linux dan menjalankan berbagai aplikasi yang berjalan di atasnya. Kabar baiknya adalah administrator dapat memanfaatkan PC lama sebagai *client* nya. Komputer sekelas 486 dan Pentium I dengan RAM 16 MB keatas, tanpa harddisk, dapat digunakan untuk menjalankan distro linux terbaru lengkap dengan berbagai aplikasinya. Bayangkan berapa dana hardware yang dapat dihemat dengan teknik ini. Administrator juga tidak perlu membeli lisensi OS dan aplikasinya karena Linux, LTSP, dan berbagai aplikasinya dapat diperoleh tanpa membayar lisensi. Administrator jaringan tidak perlu menginstal linux dan aplikasinya satu per satu di tiap *client*. Aplikasi cukup dipasang di server saja, dan *client* menjalankan aplikasi tersebut. Semua *processing* terjadi di server, sehingga kecepatan proses akan mengikuti spesifikasi server. Manfaat lainnya adalah *troubleshooting* dan *backup* data menjadi lebih mudah, karena aplikasi dan data terpusat di *server*.

Jaringan komputer *diskless* berbasis LTSP diimplementasikan menggunakan sebuah server yang terhubung dengan 4-8 client dengan media transmisi kabel UTP cat 5e. Konsentrator switch/hub dan NIC 10/100Mbps digunakan untuk menghubungkan PC yang ada pada sistem jaringan komputer *diskless*. Sistem operasi yang digunakan adalah ubuntu 8.04. Aplikasi yang dijalankan dalam sistem jaringan komputer *diskless* untuk melakukan pengujian adalah OpenOffice , Gimp dan Firefox. Kemuadian diukur performasi CPU Server serta penggunaan memori dalam jaringan komputer *diskless*.

2. TEORI

2.1 Jaringan Komputer *Diskless*

Jaringan komputer *diskless* adalah suatu jaringan komputer atau mesin yang dapat beroperasi tanpa adanya dukungan media penyimpanan (*storage* atau *disk*) lokal. Ini tidak berarti bahwa mesin tidak mempunyai *disk* sama sekali. Semua data disimpan terpusat pada satu server jaringan komputer *diskless*. Jaringan komputer *diskless* memulai operasi dengan memanggil sistem file dari server jaringan *diskless*, bukan dari *storage* lokal seperti yang biasa digunakan. Proses *diskless* akan membantu komputer *client* untuk dapat mengaktifkan sistem operasi tersebut dengan mengeksekusi file kernel di sisi komputer *client*. Setelah proses *diskless* selesai, dilanjutkan dengan akses melalui jaringan untuk mengeksekusi X-Server di sisi komputer *client*, sehingga komputer *client* dapat mengakses aplikasi *diskless*. Proses tersebut memungkinkan komputer lama seperti komputer 486 yang mempunyai RAM 8 MB menggunakan *diskless* dapat menjalankan kernel dan mengeksekusi X-Server. Setelah proses eksekusi berhasil, maka proses dialihkan ke XDM pada komputer *client* dengan konfigurasi yang tinggi. Proses yang telah diarahkan tersebut seolah-olah berjalan di komputer *client* dengan kecepatan yang tinggi. Sebenarnya, proses tersebut terjadi di server sedangkan outputnya di client. *Booting* melalui jaringan merupakan konsep lama, ide dasarnya adalah komputer *client* dengan kode booting seperti BOOTP (*boot protocol*) atau DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) dalam memory non-volatile (ROM) chips mendapatkan sistem file root server dalam suatu jaringan ketika komputer *client* tidak dilengkapi dengan media penyimpanan, misalnya harddisk.

2.2 Linux Terminal Server Project

LTSP (*Linux Terminal Server Project*) adalah aplikasi untuk membangun jaringan *thin-client* atau *diskless*. *Client-server* LTSP disebut *thin client* karena komputer *client* hanya digunakan untuk menjalankan sistem operasi minimal, sedangkan semua program aplikasi dijalankan di *server*. Jaringan LTSP juga disebut *diskless*, karena komputer *client* tidak bekerja dengan harddisk sendiri. LTSP pada intinya adalah satu set script yang memungkinkan kita menampilkan layar server di client, Tentu saja di dalamnya jauh lebih kompleks, ada fasilitas *remote boot*, *remote file system*, *hardware auto detection*, remote multimedia & output, dan lain-lain. LTSP menyediakan suatu cara untuk menggunakan komputer kerja murah baik sebagai terminal yang berbasis grafis maupun yang berbasis teks pada server GNU/Linux [2,3,5,6,7]. Dengan menggunakan LTSP, penggunaan *low end PC* (tanpa menggunakan harddisk, floppy disk, maupun CD ROM) dapat ditingkatkan. Pada *low end PC* cukup ditambahkan lan card yang dapat di boot [4].

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Kebutuhan sistem

Dalam perancangan jaringan komputer *diskless* ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu spesifikasi *server*, *thin client* dan *boot method*.

a) Spesifikasi *server*

- Penggunaan memori pada *server* mengacu pada formula $256 + (192 * users)$ MB, dimana dalam percobaan ini menggunakan 4 buah *client*, sehingga jumlah memori yang dibutuhkan adalah sebesar $256 + (192 * 4) = 1024$ MB
- Processor, seberapa cepat processor yang dibutuhkan tergantung dari aplikasi apa yang akan dipergunakan, dalam percobaan penelitian ini akan digunakan aplikasi seperti openOffice, Gimp dan Firefox. Dan processor yang digunakan adalah Processor Core 2 Duo 2400MHz

b) Spesifikasi *thin client*

- Processor yang digunakan di *client* minimal adalah diatas 533 MHz
- Memori yang digunakan minimal adalah 48 MB
- Video Card yang digunakan minimal 32 MB

c) *Boot method*

Client pada jaringan komputer *diskless* melakukan proses booting melalui jaringan, menggunakan program yang disebut *network boot loader*. Dalam percobaan, metode booting yang digunakan adalah menggunakan PXE (*Pre-boot Execution Environment*). *Client* yang tidak memiliki *lan card on board* yang sudah mendukung PXE akan ditambahkan dengan *lan card external* yang sudah mendukung PXE [1]. Pada penelitian digunakan *lan card external* menggunakan Realtek RTL8139D.

3.2 Spesifikasi Perangkat yang Digunakan

Dalam percobaan ini spesifikasi *hardware* yang digunakan adalah sebagai berikut :

a) Server

- Processor Core 2 Duo 2400 MHz
- Memori DDR 2 1GB
- Hard Disk 20 GB 7200 RPM
- LAN Card 10/100 MBps Realtek
- Switch/Hub 100 MBps
- VGA On board 128 MB *share memory*

- Sistem Operasi Linux Ubuntu 8.04 ditambah dengan LTSP 5.0
- b) *Client 1*
- Processor AMD 1100 MHz
 - Memori SDR 128 MB
 - LAN Card 10/100 MBps Realtek
 - VGA On board 32 MB *share memory*
- c) *Client 2,3,4* (Tambahan komputer 5,6,7 dan 8)
- Processor Pentium D 1100 MHz
 - Memori DDR 512 MB
 - LAN Card 10/100 MBps Realtek
 - VGA On board 32 MB *share memory*

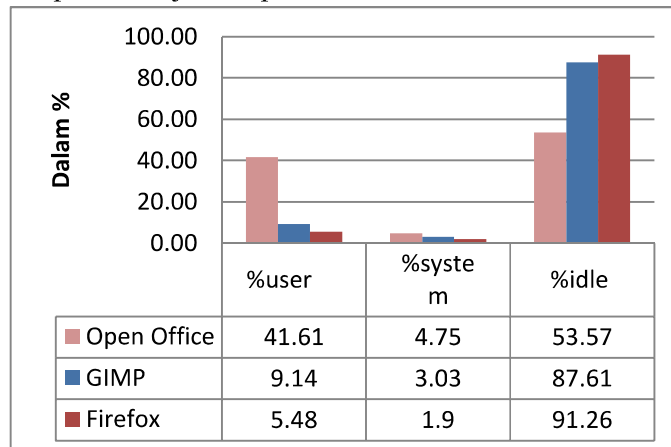
3.3 Skenario Pengujian

Dalam pengujian pada ini telah diuji beberapa parameter yaitu :

- a) Performasi *CPU server* ditinjau dari segi *CPU utilization*
- b) Penggunaan memori dengan jumlah delapan *client* dengan mengacu kepada spesifikasi *hardware* pada point 3.2, dengan skenario sebagai berikut :
 - *Thin-Client* tidak menjalankan aplikasi apapun
 - *Thin-Client* menjalankan aplikasi Open Office
 - *Thin-Client* menjalankan aplikasi Gimp
 - *Thin-Client* menjalankan aplikasi Firefox

3.4 Pengujian dan analisa *cpu utilization*

Pada pengujian diketahui seberapa besar penggunaan *CPU Utilization* LTSP server ketika melayani 8 buah *client*, dimana *client* menjalankan aplikasi OpenOffice, GIMP dan Firefox. Data yang diperoleh adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik CPU utilization 8 *client* menjalankan aplikasi OpenOffice, GIMP dan Firefox

```

root@toiletumum:/home/harry# vmstat 2 15
procs-----memory-----swap-----io-----system-----cpu-----
 r  b   swpd   free   buff  cache   si   so    bi   bo    in  cs us sy id wa
 3  0  317136 16732  7348 164044  12  100  153  109   714 1529 18  3 76  2
 1  0  317136 16724  7348 164044   0   0   0   0   2162 4721 49  4 47  0
 2  0  317136 16708  7348 164044   0   0   0   0   2368 5138 46  6 49  0
 3  0  317136 16592  7348 164044   0   0   0   0   2108 4681 46  4 50  0
 3  0  317136 16592  7348 164044   0   0   0   0   2163 4842 48  5 48  0
 3  0  317136 16600  7348 164044   0   0   0   0   2181 4650 53  4 43  0
 0  0  317136 16724  7348 164044   0   0   0   0   2110 4766 48  5 47  0
 3  0  317136 16708  7352 164044   0   0   0   0   2092 4657 49  6 45  0
 2  0  317136 16716  7352 164044   0   0   0   0   2118 4765 45  4 51  0
 0  0  317136 16716  7352 164044   0   0   0   0   2151 4944 46  4 50  0
 2  0  317136 16352  7352 164044   0   0   0   0   2277 4860 46  7 47  0
 0  0  317136 16228  7352 164044   0   0   0   0   2127 4834 47  7 46  0
 1  0  317136 16400  7352 164044   0   0   0   0   2204 4966 46  6 48  0
 0  0  317136 16220  7352 164044   0   0   0   0   2411 5268 48  6 46  0
 3  0  317136 16592  7352 164044   0   0   0   0   2112 4685 48  4 48  0
root@toiletumum:/home/harry#
    
```

Gambar 2. Sampling CPU utilization server ketika 8 client menjalankan aplikasi OpenOffice

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 dapat diketahui bahwa dari ketiga aplikasi yang diuji coba Open Office menduduki penggunaan CPU paling banyak yaitu 41,61% untuk *user*, 4,75 %*system* dan 53,57 %*idle*, sedangkan posisi kedua penggunaan CPU paling banyak adalah ketika *client* menjalankan aplikasi GIMP dengan 9,14 %*user*, 3,03 %*system* dan 87,61% *idle*, dan ketika *client* menjalankan aplikasi Firefox didapatkan 5,48 %*user*, 1,9 %*system* dan 91,26 %*idle*. Semakin besar persentase dari nilai *idle* menunjukkan bahwa CPU tidak terlalu sibuk. Penggunaan CPU dengan ketiga aplikasi tersebut masih dalam keseimbangan yaitu 65-70% untuk *user time*, 30-35 % untuk *system time* dan 0-0,5 %*idle time*. Dari sampling data juga didapatkan bahwa nilai antrian (*run queue*) tidak melebihi 3 *threads* perprosesor. Dari data-data tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada masalah dalam CPU utilization pada server ketika *client* menjalankan aplikasi yang diuji.

3.5 Pengujian dan analisa penggunaan memori LTSP Server

Dalam pengujian penggunaan memori LTSP Server digunakan perintah “free” untuk pengambilan data. Dimana perintah “free” menampilkan total jumlah memori yang digunakan dan jumlah memori yang tidak digunakan, perintah ini juga menampilkan swap dalam sistem. Pada pengujian ini ingin diketahui seberapa besar penggunaan memori LTSP server ketika melayani 8 buah *client*. Data yang didapat adalah sebagai berikut:

Gambar 3. Grafik Penggunaan memory LTSP server ketika *client* tidak menjalankan aplikasi apapun

```

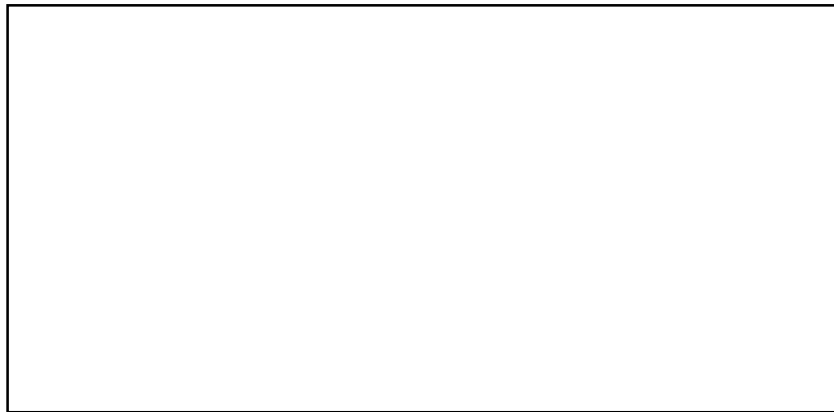
root@toiletumum:/home/harry# vmstat 2 15
procs -----memory----- --swap-- --io-- --system-- --cpu--
 r b swpd free buff cache si so bi bo in cs us sy id wa
0 0 52068 16760 4072 86152 1 20 373 44 320 880 10 3 83 4
0 0 52068 16744 4072 86152 0 0 0 0 56 599 0 0 100 0
0 0 52068 16752 4072 86152 0 0 0 0 51 570 0 0 100 0
0 0 52068 16744 4072 86152 0 0 0 0 51 590 0 0 100 0
0 0 52068 16752 4072 86152 0 0 0 0 55 597 0 0 100 0
0 0 52068 16744 4072 86152 0 0 0 0 48 568 0 0 100 0
0 0 52068 16744 4072 86152 0 0 0 0 57 577 0 0 100 0
0 0 52068 16744 4072 86152 0 0 0 0 49 568 0 0 100 0
0 0 52068 16744 4072 86152 0 0 0 0 53 585 0 0 100 0
0 0 52068 16752 4072 86152 0 0 0 0 60 613 0 0 100 0
0 0 52068 16752 4076 86152 0 0 0 0 53 589 0 0 100 0
0 0 52068 16628 4076 86152 0 0 0 0 57 602 0 0 100 0
0 0 52068 16620 4076 86152 0 0 0 0 80 596 0 0 100 0
0 0 52068 16620 4076 86152 0 0 0 0 52 595 0 0 100 0
0 0 52068 16628 4076 86152 0 0 0 0 51 571 0 0 99 0
root@toiletumum:/home/harry#
    
```

Gambar 4. *Sampling* penggunaan memori server ketika 8 *client* tidak menjalankan aplikasi apapun

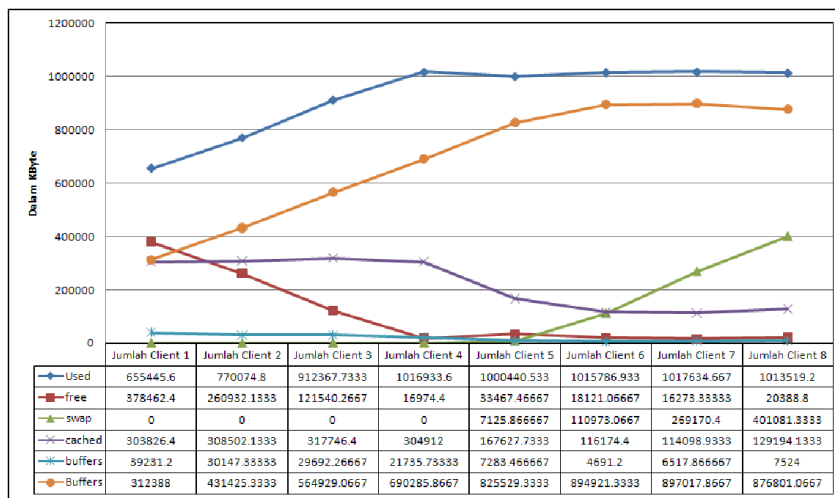
Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa dengan 1 G memori, ternyata server mampu menangani *client* sebanyak 8 buah. Penggunaan memori (*used*) terbesar sebanyak 1.016.402,93 Kbyte, pengalokasian *swap* muncul ketika nilai *free* memori berkisar dikisaran 17.000 Kbyte pada saat *client* berjumlah tujuh buah, akan tetapi jika dilihat hasil *sampling* data pada gambar 4 tidak ada aktifitas So, Si, Bo dan Bi ini menunjukkan bahwa *swap* hanya dialokasikan akan tetapi tidak dipergunakan.

Gambar 5. Grafik Penggunaan memory LTSP server ketika *client* menjalankan aplikasi OpenOffice

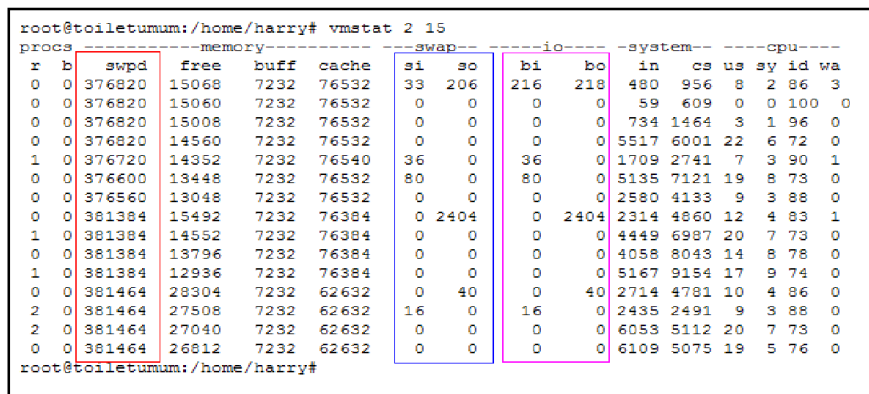
Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa dengan 1 G memori, ternyata server mampu menangani *client* sebanyak 8 buah, dimana *client* menjalankan aplikasi OpenOffice. Penggunaan memori (*used*) terbesar sebanyak 1.019.174,4 Kbyte, pengalokasian *swap* muncul ketika nilai *free* memori berkisar 14.000-20.000 Kbyte saat jumlah *client* berjumlah 5 buah, akan tetapi jika dilihat hasil *sampling* data pada gambar 6 tidak ada aktifitas So, Si, Bo dan Bi ini menunjukkan bahwa *swap* hanya dialokasikan akan tetapi tidak dipergunakan. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa tidak ada masalah dengan jumlah memori 1 G pada server, ketika 8 *client* menjalankan aplikasi OpenOffice.



Gambar 6. Sampling penggunaan memori server ketika 8 client menjalankan aplikasi OpenOffice



Gambar 7. Grafik Penggunaan memory LTSP server ketika client menjalankan aplikasi GIMP



Gambar 8. Sampling penggunaan memory server ketika 8 client menjalankan aplikasi GIMP

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa dengan 1 G memori, ternyata server mampu menangani client sebanyak 8 buah, dimana client menjalankan aplikasi GIMP. Penggunaan memori (used) terbesar sebanyak 1.017.634,67 Kbyte, pengalokasian swap muncul ketika nilai free memori berkisar 16.000-30.000 Kbyte saat jumlah client berjumlah 5 buah, jika dilihat hasil sampling data pada gambar 4.8 terdapat aktifitas So, Si, Bo dan Bi ini menunjukkan bahwa swap tidak hanya dialokasikan akan tetapi juga dipergunakan. Perlu diperhatikan juga nilai dari

persentase wa (% wa), nilai ini tidak terlalu besar sehingga penggunaan swap tidak perlu dikhawatirkan. Dari data-data tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada masalah dengan jumlah memori 1 G pada server, ketika 8 client menjalankan aplikasi GIMP.

Gambar 9. Grafik penggunaan memori di LTSP Server ketika client menggunakan aplikasi Firefox

```

root@toiletumum:/home/harry# vmstat 2 15
procs-----memory-----io-----system--cpu-----
r b swpd free buff cache si so bi bo in cs us sy id wa
0 0 344956 19356 7612 131276 0 0 0 98 100 908 1 0 99 0
0 0 344956 19488 7612 131276 0 0 0 6 176 1084 1 0 98 0
0 0 344956 19496 7612 131276 0 0 0 0 1286 4348 3 4 93 0
0 0 344956 19224 7640 131248 16 0 26 14 1003 1471 6 1 92 1
1 0 344956 19348 7656 131264 0 0 0 152 156 1008 1 0 99 0
0 0 344956 19168 7660 131296 0 0 10 0 1606 5084 3 4 92 0
0 0 344956 19216 7672 131300 0 0 6 0 1040 1653 5 1 93 0
0 0 344956 19216 7696 131300 0 0 0 106 137 987 1 1 98 0
0 0 344956 19524 7696 131300 0 0 0 0 62 811 0 0 100 0
0 0 344956 19092 7696 131300 0 0 0 0 1078 3680 3 3 95 0
0 0 344956 18944 7704 131300 0 0 0 14 862 1235 6 1 93 0
0 0 344956 18968 7720 131284 0 0 0 82 189 1185 1 1 98 0
0 0 344956 18928 7720 131300 96 0 96 0 763 1154 4 1 95 0
0 0 344956 19060 7736 131300 2 0 2 98 1762 4563 10 4 86 0
0 0 344956 18920 7736 131300 256 0 256 0 1452 4100 4 4 93 0
root@toiletumum:/home/harry#
    
```

Gambar 10. Sampling penggunaan memory server ketika 8 client menjalankan aplikasi Firefox

Dari gambar 9 dapat diketahui bahwa dengan 1 G memori, ternyata server mampu menangani client sebanyak 8 buah, dimana client menjalankan aplikasi Firefox. Penggunaan memori (used) terbesar sebanyak 1.016.073,33 Kbyte, pengalokasian swap muncul ketika nilai free memori berkisar 17.000 Kbyte – 19.000 Kbyte saat jumlah client berjumlah 5 buah, jika dilihat hasil sampling pada gambar 4.10 terdapat aktifitas So, Si, Bo dan Bi ini menunjukkan bahwa swap tidak hanya dialokasikan akan tetapi juga dipergunakan. Perlu diperhatikan juga nilai dari persentase wa (% wa), nilai ini tidak terlalu besar sehingga penggunaan swap tidak perlu dikhawatirkan. Dari data-data tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada masalah dengan jumlah memori 1 G pada server, ketika 8 client menjalankan aplikasi FireFox.

4. KESIMPULAN

Penggunaan CPU LTSP server ketika thin client menjalankan aplikasi OpenOffice, GIMP atau Firefox masih dalam keseimbangan berkisar antara 65-70% untuk user time, 30-35% untuk

system time dan 0-0,5% *idle time* yaitu ketika *client* menjalankan *Open Office* sebesar 41,61%, untuk *user*, 4,75% *system* dan 53,57 %*idle*, sedangkan posisi kedua penggunaan CPU paling banyak adalah ketika *client* menjalankan aplikasi GIMP dengan 9,14 %*user*, 3,03 %*system* dan 87,61% *idle*, dan ketika *client* menjalankan aplikasi Firefox didapatkan 5,48% *user*, 1,9% *system* dan 91,26 % *idle*. Semakin besar persentase dari nilai *idle* menunjukkan bahwa CPU tidak terlalu sibuk., selain itu didapatkan bahwa nilai antrian (*run queue*) tidak melebihi 3 *threads* perprosesor. Hal ini berarti tidak ada masalah dalam CPU *utilization* pada server ketika *client* menjalankan aplikasi yang diuji. Dari sisi penggunaan memori, dengan 1 G memori pada server, ternyata server mampu menangani *client* sebanyak 8 buah, dimana *client* menjalankan aplikasi OpenOffice, GIMP atau Firefox. Pengalokasian *swap* muncul ketika nilai *free* memori berkisar 14.000-30.000 Kbyte, jika dalam *sampling* data terdapat aktifitas So, Si, Bo dan Bi ini menunjukkan bahwa *swap* tidak hanya dialokasikan akan tetapi juga dipergunakan. Perlu diperhatikan juga nilai dari persentase wa (% *wa*), jika nilai ini tidak terlalu besar maka penggunaan *swap* tidak perlu dikhawatirkan. Dengan demikian tidak ada masalah dengan jumlah memori 1 G pada server, ketika 8 *client* menjalankan aplikasi yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *How PXE Works*, URL: <http://www.pxe.ca/how.html>, (Oktober 2009)
- [2] Honch, Darren.2009.*Linux System and Performance Monitoring*.Penerbit O'Relly.USA
- [3] Husni. 2004 .*Implementasi Jaringan Komputer dengan Linux Redhat 9*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [4] *Linux Terminal Server Project*, URL : <http://www.ltsp.org>, (Oktober 2009)
- [5] *LTSP How To*,URL: <http://www.ubuntu.com>, (Oktober 2009)
- [6] Purbo, Onno W. 2006 .*PC Cloning Windows pakai Linux LTSP*. Penerbit Andi.Yogyakarta.
- [7] Van Vogt, Sander.2009. *Pro Ubuntu Server Administration*. Penerbit Apress.USA