

Pendayagunaan Komputer Lama/Bekas di Sekolah Sekolah dengan Mengimplementasi Linux Terminal Server Project

Gopa Kustriono¹⁾ & Sugema²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
Jalan Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta 12130, Indonesia.
Telp: +62-21-7256659, Fax: +62-21-7256659,
Mobile +628129073455 & +6281310770089
E-mail : gopaton@yahoo.com & sgmtea@yahoo.co.id

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi demikian pesatnya, baik perkembangan hardware (perangkat keras) maupun software (perangkat lunak) dari hari ke hari terus berkembang. Hal ini menyebabkan hardware-hardware lama menjadi barang rongsokan yang tidak dipergunakan padahal hardware tersebut masih bisa dipergunakan. Disisi lain kita tahu bahwa penyelenggaraan infrastruktur jaringan komputer Local Area Network, seperti pada warnet, kantor, laboratorium komputer sekolah atau kampus, membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Perkembangan teknologi yang ada, seperti sistem operasi dan perangkat lunak juga membuat perlu ditingkatkannya kompatibilitas dari infrastruktur pendukung dalam hal ini perangkat keras dari komputer yang digunakan, sehingga dapat mendukung implementasi dari sistem operasi dan perangkat lunak yang ada. Salah satu solusi yang ditawarkan yaitu dengan membangun Linux Terminal Server Project (LTSP). LTSP dapat menjadi alternatif solusi untuk membangun jaringan komputer Local Area Network yang dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan dan dapat menciptakan efisiensi pada pembiayaannya infrastruktur jaringan. Dengan digunakannya sistem operasi ini permasalahan sulitnya proses adaptasi sehingga pengguna terhadap linux dapat di permudah serta proses maintenance akan lebih cepat.

Kata kunci: Open Source, Toplogi Jaringan, Jaringan Komputer, Linux Terminal Server Project

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jaringan *Local Area Network* membutuhkan *resources* yang tidak sedikit. Namun setelah jaringan dibangun, pada beberapa kasus perangkat-perangkat tersebut tidak dioptimalkan penggunaannya. Misalnya di laboratorium komputer sekolah, kampus, perpustakaan atau warnet, penggunaan perangkat atau sumber daya jaringan seperti *hard disk* dapat menjadi tidak optimal. Hal ini dapat terjadi jika hanya sebagian kecil saja dari kapasitas *hard disk* yang digunakan atau *hard disk* masih menyisakan banyak ruang kosong, karena jarang penggunanya yang menyimpan data di komputer. Selain itu, penggunaan sumber daya jaringan dapat menjadi tidak optimal jika komputer pada jaringan mempunyai spesifikasi yang tinggi, seperti berprosesor Core 2 Duo dengan RAM yang besar, misalnya 1 GB, sedangkan komputer hanya digunakan untuk

menjalankan aplikasi-aplikasi standar saja seperti aplikasi perkantoran, pemutar musik dan *browser*.

Di samping kebutuhan perangkat, penyelenggaraan infrastruktur jaringan *Local Area Network* tentunya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Biaya akan semakin membengkak jika ditambah pengadaan perangkat keras dan perangkat lunak yang mengikuti perkembangan teknologi. Untuk itu perlu dicarikan sebuah solusi yang mampu menciptakan efisiensi biaya dan sumber daya jaringan. *Linux Terminal Server Project (LTSP)* hadir sebagai sebuah alternatif solusi untuk membangun sebuah jaringan *Local Area Network (LAN)* yang handal dan mampu menciptakan efisiensi biaya serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan.

LTSP merupakan sebuah teknologi untuk membangun sebuah *terminal server* Linux. Dengan *LTSP*, user *diskless* atau tanpa *hard disk* dapat mengakses *hard disk* Linux, lalu

menjalankan sistem operasi Linux serta berbagai aplikasi yang ada pada *server* Linux tersebut. Komputer user sekelas 486 atau Pentium I dengan RAM 16 MB, tanpa *hard disk*, dapat digunakan untuk menjalankan distro Linux terbaru lengkap dengan berbagai aplikasinya. Kemampuan jaringan, komputer *user* dan maksimal jumlah *user* yang dapat ditampung akan bergantung pada kemampuan *server* dalam memproses dan mengolah data serta bergantung pada kemampuan *management user* Linux.

1.2 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ruang lingkup permasalahan dibatasi pada

1. Membangun *Linux Terminal Server* pada *Local Area Network*.
2. Menganalisa kinerja sistem *LTSP* dengan melakukan pengujian menggunakan *software benchmarking*.
3. Membangun dan mengkonfigurasi jaringan *LAN* dengan topologi *star*.
4. Komputer klien digunakan hanya sebatas untuk menjalankan aplikasi-aplikasi standar seperti *browser* dan aplikasi perkantoran. Komputer klien yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 5 buah.

1.3 Tujuan

1. Memanfaatkan komputer-komputer lama yang selama ini tidak dipergunakan karena perkembangan teknologi perangkat lunak maupun perangkat kerasnya yang demikian pesatnya, sehingga mengakibatkan komputer-komputer tersebut tidak dapat menampung kinerja pekerjaan.
2. Memberikan kemudahan pada sistem perawatan komputer, terutama pada komputer *user*
3. Mengurangi biaya pembelian perangkat lunak maupun perangkat kerasnya.
4. Menganalisis kinerja sistem *Linux Terminal Server*. Hasil dari analisis ini akan menentukan kelebihan dan kekurangan sistem *LTSP*.
5. Mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan dan menciptakan efisiensi biaya pada pembangunan infrastruktur jaringan *LAN*.

1.4 Manfaat Penelitian

Secara akademik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih teoritik bagi pengembangan teknologi informasi, khususnya dalam memberikan sebuah solusi ataupun

pengembangan teknologi informasi secara menyeluruh yang dapat memberikan manfaat yang lebih luas yang didapat dari kemajuan teknologi informasi ini sampai kepelosok-pelosok nusantara ini dengan biaya yang lebih murah.

Secara praktis penelitian ini, diharapkan dapat:

1. Bagi Pengguna (User)

Memberikan solusi agar komputer-komputer lama dapat di dayagunakan sehingga dapat dapat dipergunakan secara optimal untuk keperluan praktek siswa-siswa tanpa harus mengeluarkan biaya untuk mengganti komputer-komputer tersebut dengan komputer yang baru, karena komputer dengan metode ini dapat menghasilkan kinerja yang tinggi

2. Bagi Dunia Pendidikan

Linux Terminal Server Project dapat dikembangkan bersama Virtual Komputer pada server sehingga memungkinkan pengembangan Cloud Computing pada Local Area Network (LAN).

3. Bagi Dunia Usaha (Warnet)

Dengan adanya *Linux Terminal Server Project*, pengusaha Warung Internet dapat meminimalkan biaya operasionalnya dengan pemakaian satu perangkat lunak untuk dipakai bersama dan tidak membutuhkan perangkat keras yang mahal.

4. Bagi Pengembang Jaringan

Linux Terminal Server Project diharapkan dapat menjadi sebuah alternatif solusi pada pembangunan jaringan *LAN* yang dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan dan dapat menciptakan efisiensi biaya.

5. Bagi Pihak Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan sebagai referensi bagi peneliti lain yang melakukan penelitian serupa.

2 DASAR TEORI

2.1 Pengertian Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah ”interkoneksi” antara 2 komputer *autonomous* atau lebih, yang terhubung dengan media transmisi kabel atau tanpa kabel (*wireless*).

Autonomous adalah apabila sebuah komputer

tidak melakukan kontrol terhadap komputer lain dengan akses penuh, sehingga dapat membuat komputer lain, restart, shutdowns, kehilangan file atau kerusakan sistem.

Dalam definisi networking yang lain autonomous dijelaskan sebagai jaringan yang *independent* dengan manajemen sistem sendiri (punya admin sendiri), memiliki topologi jaringan, *hardware* dan *software* sendiri, dan dikoneksikan dengan jaringan autonomous yang lain. (Internet merupakan contoh kumpulan jaringan autonomous yang sangat besar.)

Dua unit komputer dikatakan terkoneksi apabila keduanya bisa saling bertukar data/informasi, berbagi resource yang dimiliki, seperti: file, printer, media penyimpanan (hardisk, floppy disk, cd-rom, flash disk, dll). Data yang berupa teks, audio maupun video, bergerak melalui media kabel atau tanpa kabel (*wireless*) sehingga memungkinkan pengguna komputer dalam jaringan komputer dapat saling bertukar file/data, mencetak pada printer yang sama dan menggunakan *hardware/software* yang terhubung dalam jaringan bersama-sama

Tiap komputer, printer atau periferal yang terhubung dalam jaringan disebut dengan "node". Sebuah jaringan komputer sekurang-kurangnya terdiri dari dua unit komputer atau lebih, dapat berjumlah puluhan komputer, ribuan atau bahkan jutaan node yang saling terhubung satu sama lain.

2.2 Local Area Network (LAN)

Local area data network yang biasanya dikenal dengan nama local area network (LAN) adalah jaringan yang digunakan untuk peralatan yang berbasis komputer (DTE - Data Terminal Equipment) yang dilokasikan dalam satu atau sekelompok gedung. Contohnya adalah jaringan yang menghubungkan workstation-workstation yang didistribusikan sekeliling universitas, pabrik atau rumah sakit.

Umumnya LAN memiliki beberapa karakteristik, seperti :

1. Diameter atau jarak LAN tidak lebih dari beberapa km.
2. Total kecepatan datanya (data rate) LAN paling sedikit beberapa Mbps
3. LAN secara lengkap hanya dimiliki oleh satu organisasi, karena semua peralatan yang membentuk LAN hanya dilokasikan pada satu tempat saja.

4. Pembentukan LAN tidak memerlukan kabel yang mempunyai kapasitas *bandwidth* yang tinggi, tetapi memiliki keandalan yang tinggi dan tingkat kesalahan (*error rate*) yang rendah.
5. Pemeriksaan kesalahan pada LAN hanya dilakukan pada lapisan atas saja, sedangkan data pada lapisan yang lebih rendah hanya dilewati saja. Hal ini karena LAN memiliki keandalan yang tinggi.
6. Protokol LAN pada lapisan bawah lebih sederhana dan efisien dibandingkan dengan protokol lapisan atas, karena penanganan kesalahan hanya dilakukan oleh lapisan atas LAN.

Pada pembahasan LAN ini selanjutnya media transmisi, teknik akses yang digunakan oleh LAN akan dibahas, demikian pula standar LAN yang ada.

2.3 Teknologi Linux Terminal Server

Teknologi *terminal server* dalam bahasa sederhana sering disebut teknologi *cloning*. Pada teknologi *cloning*, sebuah komputer *server* yang besar diakses oleh banyak komputer klien melalui jaringan *LAN* agar merasakan kecepatan yang hampir sama dengan komputer *server* tersebut. Pada teknologi ini, komputer klien dapat tidak menggunakan *hard disk* (*diskless*). Komputer klien berbasis Windows juga dapat mengakses *Linux Terminal Server* ini.

Jumlah komputer klien yang dapat ditampung pada suatu *terminal server* akan bergantung kepada kemampuan *server*, jaringan dan sistem operasi yang digunakan. Keberadaan jaringan dan *server* yang kuat serta handal sangat penting dalam konfigurasi *terminal server*. Selain itu, kemampuan sistem operasi dalam melakukan manajemen *user account* juga menjadi salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Kerusakan kecil saja yang mengakibatkan jaringan putus atau *server* mati akan berakibat fatal pada sistem.

Teknologi *terminal server* cocok digunakan pada lingkungan dimana penggunaanya hanya menjalankan aplikasi-aplikasi *desktop* standar saja seperti aplikasi perkantoran, *web browser* dan pemutar musik, misalnya untuk keperluan sekolah, perpustakaan dan perkantoran yang pekerjaannya relatif monoton dan administratif. Konfigurasi *terminal server* agak sulit diterapkan pada lingkungan dimana penggunaanya sangat

aktif (*power user*), misalnya mereka yang suka mengedit video sendiri, memainkan *game* berdefinisi tinggi, perlu sering *burning cd* dan lain-lain.

2.4 Konsep LTSP

Linux Terminal Server Project (LTSP) merupakan sebuah proyek untuk membuat *terminal server* di Linux. LTSP memberikan cara yang mudah untuk menggunakan *terminal server* yang murah dengan *interface* grafik maupun karakter pada *Linux server*. Dengan aplikasi LTSP tersebut maka klien tanpa *hard disk (diskless)* dapat mengakses *server* Linux dan menjalankan berbagai aplikasi yang berjalan di atasnya. Dengan LTSP kita dapat menggunakan *low end* komputer dan tanpa menggunakan *hard disk, floppy* dan *cdrom*, dengan menambahkan *LAN card* yang dapat di-*boot (Purbo, Onno W. 2006)*. Komputer sekelas 486 dan Pentium I dengan RAM 16 *Megabyte*, tanpa *hard disk*, dapat digunakan untuk menjalankan *distro* Linux terbaru lengkap dengan berbagai aplikasinya (*Amri, M. Choirul, & Romi Satrio Wahono. 2003*). Dengan begitu biaya pengadaan *hardware* dapat ditekan. Selain itu tidak perlu membeli lisensi sistem operasi dan aplikasinya karena Linux, LTSP, dan berbagai aplikasinya dapat diperoleh tanpa membayar lisensi.

Linux Terminal Server Project (LTSP) atau sering disebut sebagai teknologi *PC cloning* mengadopsi arsitektur *thin client* dimana sebuah *PC server* yang besar diakses oleh banyak *PC workstation*. Disebut mengadopsi arsitektur *thin-client* karena pada sisi *end-user* sebagai klien hanya berfungsi sebagai *terminal* saja, meski *terminal* tersebut dapat berupa komputer yang memanfaatkan jaringan komputer yang ada.

Pada lingkungan LTSP, klien di-*boot* menggunakan *BootROM* (umumnya berupa disket) yang sudah terpasang pada *kernel* Linux atau kartu jaringan yang mendukung *PXE (Preboot eXecution Environment)*. Setelah *kernel* di-*load* dalam memori, ia mulai bekerja untuk mencari *server* yang memiliki *DHCP* atau *Boot Protocol (BOOTP)* untuk memperoleh *IP address*. *Server* yang menangkap permintaan klien memeriksa terlebih dahulu apakah klien tersebut sudah terdaftar sebagai komputer yang boleh masuk atau tidak. Bila klien tersebut sudah terdaftar, maka *server* memberikan *IP Address* kepada klien. Selanjutnya klien

akan memperoleh *kernel* kemudian *mount root filesystem* melalui *server* menggunakan protokol *Network File System (NFS)*. Setelah itu menjalankan *Xwindow* dimana prosesnya terjadi di *server* namun hasilnya yang berupa *Graphical User Interface (GUI)* akan tampak pada komputer klien.

Klien LTSP dapat dikonfigurasi dalam empat *mode*, yaitu:

- *Graphical X Window System interface*, menggunakan *X Windows* klien dapat mengakses aplikasi di *server LTSP* atau *server* lainnya yang berada di jaringan.
- *Character based Telnet sessions*, klien dapat membuka beberapa sesi *telnet* ke *server* dengan cara menekan tombol Alt-F1 hingga Alt-F9 dan layar akan berpindah dari satu sesi ke sesi yang lain.
- *Shell prompt*, klien dapat dikonfigurasi untuk masuk langsung ke *bash shell* di konsol dengan *previlige root*. Hal ini sangat berguna untuk *debugging* masalah di *X Windows* atau *NFS*.
- *Rdesktop*, melalui *rdesktop* sebuah klien dapat masuk ke *server* Windows 2000 atau Windows XP yang telah diaktifkan fasilitas *rdesktop*-nya. Teknik ini yang digunakan untuk melakukan *cloning server* Windows ke *terminal* yang ada. Komputer klien terlebih dahulu masuk ke sistem operasi Linux di *server LTSP*, kemudian baru klien *me-remote* komputer yang memiliki sistem operasi Windows atau komputer yang dijadikan Windows *terminal server*.

PC cloning yang sebenarnya merupakan *cloning* dari sistem operasi dapat dilakukan dengan cara menjalankan profil dari *user* yang terdaftar pada direktori *server* yang kemudian diakses menggunakan teknologi *remote*. Sehingga segala proses terjadi di *server* sedangkan di sisi klien yang disebut juga *terminal* hanya menerima perubahan *frame* dalam bentuk GUI dan pengiriman *keystroke* ke sisi server menggunakan protokol X11. Hampir semua proses dikerjakan oleh komputer *server*. Komputer klien dapat dianggap tidak bekerja.

3 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Proses Booting

Distribusi Ubuntu yang menggunakan kernel linux *default* merupakan kernel yang tidak

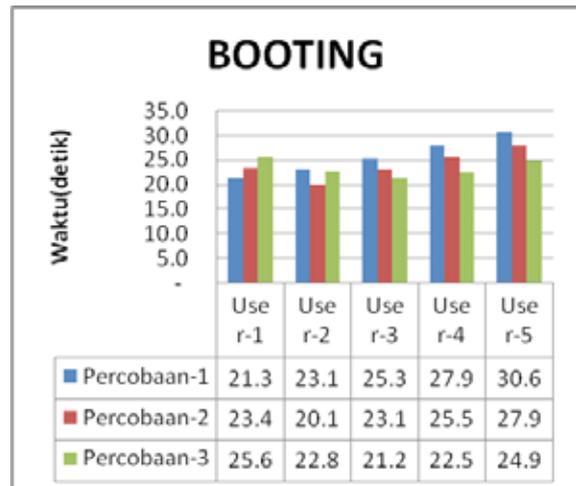
mengalami modifikasi.

Tabel di bawah menunjukkan proses booting pada keadaan lima *User* secara bersamaan, dalam satuan detik.

Tabel 1 Tabel Pengujian Proses Booting

USER	Hasil Pengujian ke-		
	1	2	3
User-1	21.3	23.4	25.6
User-2	23.1	20.1	22.8
User-3	25.3	23.1	21.2
User-4	27.9	25.5	22.5
User-5	30.6	27.9	24.9

Dari tabel di atas memperlihatkan *benchmark* booting dengan kernel linux default (satuan dalam detik), proses pengambilan data dihitung pada saat pemberian IP address oleh server. Seperti yang terlihat pada tabel proses booting menunjukkan kurang stabil nya proses booting pada client. Perbedaan pada setiap *client* adalah proses tidak dilayani sekaligus walaupun waktu dinyalakan bersamaan, dari proses booting pertama pada *client* 3 lebih cepat lalu client 2 dan *client* 1 dikarenakan waktu melayani dilakukan satu per satu, pada proses booting ke dua sama seperti proses waktu booting pertama, proses booting ke tiga *client* 2 yang pertama dilayani sehingga lebih cepat proses booting, dan dikarenakan pada proses pengambilan data dilakukan *me-restart* setiap melakukan pengambilan data sehingga modul-modul yang di load itu tidak tersimpan di dalam *memory* maka terjadi perubahan-perubahan tersebut dapat dilihat dari percobaan satu di **Tabel 1** pada *client* 3 selalu lebih cepat dengan waktu 21,79” setelah itu *client* 2 dan client 1 tetapi tidak hanya pada *client* 3 saja proses booting lebih cepat pada percobaan lima *client* 2 dengan waktu 20,93” dikarenakan pada proses tersebut terjadi proses inialisasi *hardware* dilakukan saat *booting*. Selanjutnya data yang didapat diubah dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Grafik Pengujian Proses Booting

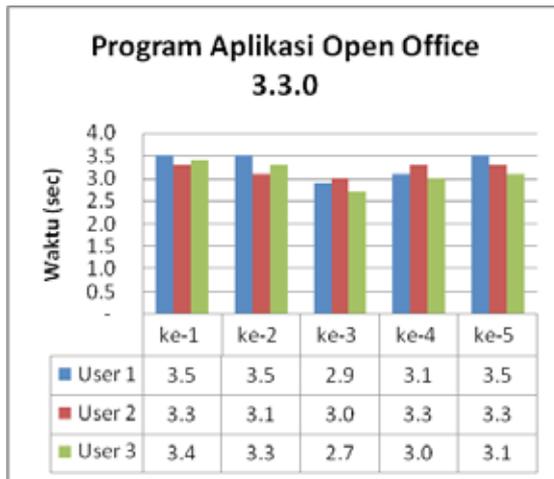
3.2 Pengujian Open Office 3.3.0

Tabel dan grafik di bawah ini eksekusi program aplikasi secara bersamaan pada ketiga *User* aktif, dengan menggunakan kernel *default*.

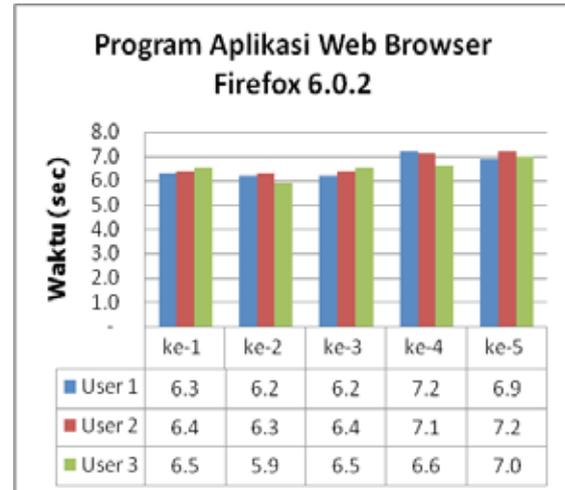
Tabel 2 Pengujian Open Office

Percobaan	User 1 (detik)	User 2 (detik)	User 3 (detik)
ke-1	3,5	3,3	3,4
ke-2	3,5	3,1	3,3
ke-3	2,9	3,0	2,7
ke-4	3,1	3,3	3,0
ke-5	3,5	3,3	3,1

Pada tabel di atas perubahan yang berbeda-beda di setiap *User* sama pada proses booting dengan kernel linux *default* pada *User* 3 dieksekusi lebih cepat dengan waktu 3,4 detik karena dilayani pertama kali pada proses eksekusi ke-1, sedangkan pada proses eksekusi ke-2 yang pertama dilayani adalah *User* 2 dengan waktu 3,1 detik, dikarenakan pada saat proses eksekusi tidak hanya mengeksekusi program aplikasi open office saja *library-library* yang dibutuhkan untuk mengeksekusi program aplikasi open office sehingga pada proses yang ke-1 lebih lambat dibanding proses-proses selanjutnya, karena proses yang ke-2 *library-library* tersebut masih tersimpan di dalam *memory*.



Gambar 2 Grafik Pengujian Open Office



Gambar 3 Grafik Pengujian Web Browser Firefox

3.3 Pengujian Web Browser Firefox

Tabel dan grafik di bawah ini eksekusi program aplikasi secara bersamaan pada ketiga *User* aktif, dengan menggunakan kernel *default*.

Tabel 3 Pengujian Web Browser Firefox

Percobaan	User 1 (detik)	User 2 (detik)	User 3 (detik)
ke-1	6,3	6,4	6,5
ke-2	6,2	6,3	5,9
ke-3	6,2	6,4	6,5
ke-4	7,2	7,1	6,6
ke-5	6,9	7,2	7,0

Pada tabel di atas perubahan yang berbeda-beda di setiap *User* sama halnya pada proses booting dan eksekusi program aplikasi open office dengan kernel linux *default* pada *User 2* dieksekusi lebih cepat karena dilayani pertama kali pada proses eksekusi ke-1, sedangkan pada proses eksekusi ke-2 yang pertama dilayani adalah *User 3*. Dengan perubahan berbeda-beda disetiap *User* tidak konstan pada karena pada kernel linux *default* tidak dilakukan perubahan dan optimalisasi.

Data dalam bentuk grafik pada *benchmark* eksekusi program aplikasi web browser firefox 6.0.2 dengan kernel *default*

4 SIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan, analisis dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan terhadap pengembangan sistem *diskless* menggunakan *Linux Terminal Server Project (LTSP)* adalah sebagai berikut:

1. Sistem *LTSP* dapat menghemat dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.
 - Pemanfaatan dan optimalisasi komputer-komputer lama hal ini dapat menghemat pembiayaan perangkat. *LTSP* menggunakan arsitektur *thin client* di mana pembiayaan perangkat keras secara garis besar menjadi lebih hemat, akibat dari sisi klien hanya menggunakan kapasitas memori dan prosesor yang sedikit. Selain itu, *LTSP* juga dapat bersifat *diskless*, komputer klien tidak perlu dipasang *hard disk*, cukup memperbesar kapasitas *hard disk* di sisi server. Biaya pengadaan *hard disk* pun dapat ditekan
 - Mengurangi pembiayaan *admin*. *LTSP* menggunakan arsitektur *thin client*, di mana manajemennya dilakukan pada satu komputer saja yaitu di komputer *server*. Hal ini memudahkan *admin* untuk melakukan pengaturan administrasi.
 - Mempermudah pengaman sistem. Karena sistem operasi dan seluruh aplikasi terpusat di satu komputer (*server LTSP*), maka untuk mengamankan keseluruhan sistem dapat menjadi lebih mudah dibandingkan dengan jaringan konvensional dimana setiap komputer klien perlu dikonfigurasi pengamanannya.

2. Penekanan pembiayaan lisensi *software*. Biaya lisensi *software* dapat ditekan, pertama karena *LTSP* memakai *software* yang bersifat *open source* dan bebas untuk digunakan. Tidak perlu membayar lisensi untuk memakainya.. Kedua, karena semuanya dilakukan secara terpusat, sehingga tidak perlu mengimplementasikan atau membeli *software* atau aplikasi yang digunakan di masing-masing klien. Cukup membeli satu *software* saja yang di-*install* di sisi *server LTSP*
3. Berhasil dan mampu mengotimalisasi kernel linux menjadi lebih kecil, lebih cepat, dan tidak memerlukan banyak memori. Dengan hasil perubahan yang tidak terlalu signifikan untuk sistem *LTSP* tetapi sistem tersebut stabil.
4. Dari hasil pengujian kestabilan, pada pengujian proses booting ternyata *User* yang dilayani lebih dulu akan lebih cepat.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Fiva, Rosalana,. *Langkah Mudah Administrasi Jaringan Menggunakan Linux Ubuntu 9*, Andi Yogyakarta, Yogyakarta (2009).
- [2] Indrajit, Richardus Eko, *Membangun Jaringan Diskless Berbasis Linux*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta (2006).
- [3] Matthew, Neil & Stones, Richard, *Profesional Linux Programming*, Wrox Press Ltd.(2004)
- [4] Noprianto, *Python dan Pemrograman LINUX*, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta (2008)
- [5] Petersen, Richard, *Linux: The Complete Reference Third Edition*, Osborne/McGraw-Hill (1999)
- [6] Purbo, Onno W., *PC Clonning Windows Pakai Linux LTSP*, Yogyakarta: Andi Yogyakarta (2006).
- [7] Wagito, *Jaringan Komputer: Teori dan Implementasi Berbasis Linux*, Penerbit Gava Media Yogyakarta (2007).