



KOMPETISI KARYA TULIS MAHASISWA

**PEMANFAATAN LOW-END PC
DENGAN *LINUX TERMINAL SERVER PROJECT*
(LTSP)
SEBAGAI UPAYA PEMAKAIAN KEMBALI (*REUSE*)
GUNA MEMINIMALISIR SAMPAH ELEKTRONIK
PADA LABORATORIUM JARINGAN
UNIVERSITAS GUNADARMA**

Bidang:

LINGKUNGAN HIDUP

Penulis:

Hanum Putri Permatasari [50405333]

**UNIVERSITAS GUNADARMA
JAKARTA
2008**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul : Pemanfaatan low-end PC dengan *Linux Terminal Server Project* (LTSP) sebagai Upaya Pemakaian Kembali (*reuse*) Guna Meminimalisir Sampah Elektronik pada Laboratorium Jaringan Universitas Gunadarma
2. Bidang : Lingkungan Hidup
3. Topik : Lingkungan Biosistem
4. Penulis :
- a. Nama Lengkap : Hanum Putri Permatasari
- b. NPM : 50405333
- c. Jurusan : Teknik Informatika
- d. Fakultas : Teknologi Industri
- e. Alamat Rumah :
- f. No. Telephone :
- g. No. HP :
- h. Email :
5. Perguruan Tinggi : Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya 100 Pondokcina
Depok 16424
Telp. 021 78881112
Pesawat 454 (Bidang Kemahasiswaan)
6. Dosen Pendamping : Dra. D. Lucia Crispina Pardede, DEA.

Jakarta, 12 Agustus 2008

Mengetahui,
Dosen Pendamping

Penulis,

(Dra. D. Lucia Crispina Pardede, DEA.)
NIP. 910153

(Hanum Putri Permatasari)
NPM. 50405333

Menyetujui,
Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan

(Irwan Bastian, SKom., MMSI.)
NIP. 930390

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan berkah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini.

Dengan diselesaikannya karya tulis ini, perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas segala bimbingan, bantuan, dukungan dan pengarahan yang telah diberikan kepada penulis. Pada kesempatan ini juga, penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan karya tulis ini, terutama kepada :

1. Direktur Akademik Ditjen Dikti DIKNAS yang telah mengadakan kompetisi ini sehingga memacu dan memotivasi penulis
2. Bidang Kemahasiswaan Universitas Gunadarma yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengikuti kompetisi ini.
3. Ibu Dra. D. L. Crispina Pardede, DEA., selaku dosen pendamping yang telah merelakan waktu dalam kesibukannya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan ini.
4. Orang tua yang telah banyak memberikan bantuan moril maupun materil serta adik yang selalu memberikan motivasi dan bantuannya kepada penulis.
5. Semua teman-teman di kampus yang tidak mungkin disebutkan satu per satu, yang telah banyak memberikan dorongan dan semangatnya, sekali lagi terima kasih untuk semuanya.
6. Semua orang yang telah berinteraksi, membagi ilmu, kesabaran, inspirasi dan memberikan pengalaman serta kenangan.
7. Laptopku tersayang yang selalu menemani di kala senang, susah dan stres.

Akhir kata, semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, termasuk penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 12 Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
RINGKASAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Manfaat Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Penggolongan Sampah Perkotaan di Indonesia	4
2.2 <i>Linux Terminal Server Project</i>	7
2.3 Cara Kerja LTSP.....	7
2.4 Spesifikasi	8
2.5 Manfaat LTSP	9
BAB III PEMBAHASAN	12
3.1 Spesifikasi Komputer Lab. Jaringan Universitas Gunadarma	13
BAB IV PENUTUP	15
4.1 Simpulan	15
4.2 Saran	15
DAFTAR PUSTAKA	16
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	L1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jaringan LTSP	9
Gambar 2. Jaringan LTSP Laboratorium Jaringan Universitas Gunadarma	13

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Sampah menurut Jenis, Sifat dan Sumbernya.....	4
Tabel 2 Spesifikasi Minimal Pada <i>Client</i>	8

RINGKASAN

Pertumbuhan e-waste (*electronic waste*) atau sampah elektronik dipicu oleh maraknya pertumbuhan bisnis elektronik. Harga produk yang semakin murah menyebabkan menurunnya biaya untuk mengganti komputer, ponsel dan perangkat elektronik lainnya. Makin pesatnya perkembangan teknologi, menyebabkan makin singkatnya usia produk yang dihasilkan. Begitu ada yang baru, konsumen ingin menggantinya karena merasa produk yang lama sudah ketinggalan jaman. Hal ini akan mengakibatkan penumpukan sampah elektronik yang dapat mencemari lingkungan.

Linux Terminal Server Project (LTSP) menyediakan suatu cara yang bisa dipelajari dengan mudah untuk mengoptimalkan komputer jaringan yang murah (*low cost workstation*) sebagai *workstation* dengan tampilan grafik ataupun terminal yang berbasis teks dengan memanfaatkan GNU/Linux server.

Dari keseluruhan penulisan ini, dapat disimpulkan bahwa *Linux Terminal Server Project (LTSP)* dapat dijadikan salah satu alternatif dalam upaya pemakaian kembali (*reuse*) perangkat keras lama atau minim (low-end PC) di lingkungan kampus yang berkonektifitas jaringan guna meminimalisir sampah elektronik yang dapat mencemari lingkungan yang diterapkan pada Laboratorium Jaringan Universitas Gunadarma.

Kata Kunci: *E-waste*, Pencemaran lingkungan, LTSP, Kampus

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan *electronic waste* (e-waste) atau sampah elektronik dipicu oleh maraknya pertumbuhan bisnis elektronik. Harga produk yang makin murah menyebabkan menurunnya biaya untuk mengganti komputer, telepon seluler, dan perangkat elektronik lainnya. Makin pesatnya perkembangan teknologi, menyebabkan makin singkatnya usia produk yang dihasilkan. Segera setelah produk dengan jenis terbaru dipasarkan, konsumen segera pula menggantikan perangkat lama yang dipunyai dengan perangkat keluaran terbaru. Alasan penggantian adalah karena kebutuhan dan bahkan hanya karena merasa produk yang lama sudah ketinggalan jaman. Bila keadaan tersebut berlangsung secara terus menerus untuk kurun waktu yang panjang, maka akan terjadi penumpukan sampah elektronik yang dapat mencemari lingkungan.

Dengan berkembangnya teknologi komputer, maka kebutuhan akan dapat menggunakan sumber daya (seperti data ataupun perangkat keras printer) secara bersama, serta adanya kebutuhan komunikasi antar pemakai komputer yang berada pada satu atau lokasi yang berbeda dapat dipenuhi dengan adanya jaringan komputer. Perkembangan teknologi perangkat keras (*hardware*) yang berlangsung pesat, secara cepat melahirkan perangkat komputer yang lebih modern. Hal ini membuat banyak komputer personal (PC) yang merupakan keluaran lama menjadi tidak terpakai.

Sebagai lembaga pendidikan yang mempunyai visi menjadi perguruan tinggi berbasis teknologi informasi yang terkemuka di Indonesia, Universitas Gunadarma menyelenggarakan perkuliahan yang didukung oleh fasilitas laboratorium komputer. Laboratorium Jaringan yang berada di bawah Lembaga Pengembangan Komputerisasi (LePKom) Universitas Gunadarma merupakan salah satu laboratorium yang tersedia di Universitas Gunadarma. Perkembangan teknologi informasi, khususnya jaringan komputer (*computer network*), menuntut

Universitas Gunadarma untuk mengikutinya. Tidak tertutup kemungkinan, Universitas Gunadarma harus melakukan penggantian perangkat keras (komputer) demi mendukung kegiatan belajar mengajarnya. Penggantian perangkat keras ini dapat menyebabkan penumpukan sampah elektronik, khususnya yang berbentuk komputer.

Salah satu usaha untuk meminimalisir sampah elektronik, khususnya komputer, adalah dengan memakai kembali (*reuse*) perangkat keras yang lama. Cara ini dapat memperlambat penumpukan sampah elektronik. Namun, penggunaan perangkat yang lama tidak serta merta memenuhi kebutuhan. Untuk itu diperlukan perangkat lain yang dapat mendukung pemanfaatan kembali perangkat komputer sedemikian hingga memenuhi kebutuhan saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut, yaitu “Apakah ada perangkat yang mendukung pemakaian kembali (*reuse*) perangkat keras lama atau perangkat dengan spesifikasi minimal (*low-end PC*) untuk mengurangi sampah elektronik di lingkungan kampus?”

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang *Linux Terminal Server Project* (LTSP) sebagai salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk mendukung pemakaian kembali perangkat keras lama atau berspesifikasi minimal (*low-end PC*), khususnya di laboratorium jaringan.
2. Menawarkan sebuah cara yang dapat dilakukan guna meminimalisir sampah elektronik di lingkungan kampus.
3. Memaparkan sebuah penerapan teknologi informasi dalam kaitannya dengan pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah elektronik.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis:

- Memperluas wawasan dan pengetahuan penulis tentang LTSP dan segala sesuatu yang berhubungan dengannya.
- Digunakan sebagai bahan perbandingan sampai sejauh mana teori-teori yang didapat di perkuliahan dapat diterapkan dalam dunia nyata dapat menjaga dan melestarikan lingkungan dari sampah elektronik.

2. Bagi Kampus:

- Mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dengan minimalisir sampah elektronik.

3. Bagi Pihak lain:

- Sebagai bahan yang bermanfaat untuk menambah pengetahuan tentang LTSP.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penggolongan Sampah Perkotaan di Indonesia

Sampah, menurut Undang-undang RI No. 18 Tahun 2008 tentang Pengolahan Sampah, adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah dapat berasal dari rumah tangga, rumah makan, institusi, toko, pasar, jalan raya, pabrik, pembangkit listrik, rumah sakit dan lain sebagainya. Sampah juga dapat dibedakan ke dalam beberapa jenis, yaitu sampah basah, sampah kering, abu, debu, buangan dari jalan raya, bangkai binatang, buangan sis konstruksi, sampah industri, residu pengolahan limbah, dan buangan khusus (Tabel 1.). Sampah yang berasal dari peralatan elektronik termasuk ke dalam jenis buangan khusus.

Tabel 1. Sampah menurut Jenis, Sifat dan Sumbernya

No	Jenis	Sifat	Sumber
1	Sampah basah	<ul style="list-style-type: none"> • Sampah dari penyiapan makanan • Sampah pasar 	Rumah tangga, rumah makan, institusi, toko dan pasar
2	Sampah kering	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah terbakar (kertas, karton, dsb) • Tidak mudah terbakar (logam, kaleng, kawat, gelas, dsb) 	Rumah tangga, rumah makan, institusi, toko dan pasar
3	Abu/debu	Residu pembakaran dari proses pemasakan dan proses insinerasi	Rumah tangga, restoran, institusi, toko dan pasar
4	Buangan dari jalan raya	Debu, daun-daunan	Jalan raya, trotoar
5	Bangkai binatang	Kucing, anjing, kerbau, dll	Jalan raya, permukiman, RPH
6	Sampah industri	Buangan dari pengolahan makanan, scrap, metal, scrap, dll	Pabrik dan pembangkit listrik
7	Buangan sisa Konstruksi	Sisa-sisa pipa dan material konstruksi bangunan	Pembangunan dan perbaikan gedung
8	Buangan khusus	Buangan B3 (padat, cair, debu, gas) yang bersifat mudah meledak, patogen, radioaktif, dll	Rumah tangga, hotel, RS, toko dan industri
9	Residu pengolahan limbah	Residu dari screening dan grid camber (penangkap pasir), lumpur septic tank	Instalasi pengolahan air limbah dan septic tank

(Sumber: Model Pengelolaan Persampahan Perkotaan BPPT, 2000)

Azwar (1990) menyatakan bahwa sampah adalah bagian dari sesuatu yang tidak dapat dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, pada umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia, termasuk kegiatan industri. Barang elektronik yang tidak terpakai pun merupakan sampah. Bila pembuangan sampah elektronik berlangsung terus menerus tanpa adanya penanganan khusus, maka tidak tertutup kemungkinan sampah elektronik akan merusak alam.

Pada era informasi ini, barang-barang elektronik seperti komputer, telepon genggam, *tape recorder*, *VCD player*, dan televisi bukanlah benda yang asing lagi bagi manusia. Barang-barang elektronik tersebut bukan hanya akrab di kalangan penduduk kota, tetapi juga telah dikenal dengan baik oleh masyarakat yang tinggal di pelosok desa sekalipun. Bahkan, bagi sebagian orang, barang tersebut merupakan kebutuhan utama yang harus terpenuhi layaknya kebutuhan pokok manusia. Kebutuhan akan layanan informasi dan pengolahan data telah menempatkan barang-barang elektronik menjadi kebutuhan hidup sehari-hari.

Namun, seperti layaknya barang-barang lainnya, setelah masa tertentu, produk-produk elektronik itu tentu saja menjadi benda yang tidak dipakai lagi karena sudah ada penggantinya dalam versi terbaru atau karena rusak. Jika sudah demikian, barang-barang tersebut menjadi rongsokan elektronik atau sampah yang biasanya memenuhi sudut-sudut ruang kerja dan gudang di rumah atau kantor. Tidak jarang, seseorang mengalami kesulitan untuk membuangnya karena tidak semua tukang servis atau pemulung mau menerima rongsokan yang sudah kadaluwarsa dan tidak ada lagi orang yang mau membelinya.

Sampah dari rongsokan elektronik mengandung sekitar 1.000 jenis material. Sebagian besar sampah elektronik dikategorikan sebagai **bahan beracun dan berbahaya (B3)** karena mengandung unsur berbahaya dan beracun seperti logam berat (merkuri, timbal, kromiun, kadmium, arsenik, dan sebagainya.), PVC, dan *brominated flame-retardants*. Merujuk Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1990 Jo Peraturan Pemerintah No.85/1999 tentang Pengelolaan Limbah B3, maka limbah tersebut tergolong limbah B3 berkarakter racun.

Seperti layaknya limbah B3 lainnya, sampah elektronik menimbulkan masalah ketika dibuang, dibakar, atau didaur ulang. Ketika dibuang di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sampah elektronik menghasilkan lindi yang mengandung berbagai macam logam berat terutama merkuri, timbal, kromium, kadmium, dan senyawa berbahaya seperti polybrominated diphenylethers (PBDE). Masalah lindi merupakan masalah yang selalu menyertai pembuangan akhir sampah padat. Lindi adalah bahan pencemar yang potensial mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia. Beberapa logam terutama logam berat dapat mencapai rantai makanan bawah dan atas sampai masuk dan terakumulasi dalam tubuh organisme termasuk manusia. Dalam tubuh manusia pada konsentrasi tertentu umumnya logam berat menyebabkan kerusakan pada susunan syaraf pusat. Logam merkuri dikenal dapat meracuni manusia dan merusak sistem saraf otak, serta menyebabkan cacat bawaan seperti yang terjadi pada kasus Teluk Minamata, Jepang. Sedangkan timbal, selain dapat merusak sistem saraf, juga dapat mengganggu sistem peredaran darah, ginjal, dan perkembangan otak anak. Timbal dapat terakumulasi di lingkungan dan dapat meracuni tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Sementara itu, kromium dapat dengan mudah terabsorpsi ke dalam sel sehingga mengakibatkan berbagai efek racun, alergi, dan kerusakan DNA. Kadmium adalah logam beracun yang efeknya tidak baik bagi kesehatan manusia. Kadmium masuk ke dalam tubuh melalui respirasi dan makanan dan kemudian merusak ginjal.

Sementara itu, senyawa PBDE merupakan salah satu jenis *brominated flame-retardants*, suatu senyawa yang digunakan untuk mengurangi tingkat panas (*flammability*) pada bagian produk elektronik seperti PCB, komponen konektor, kabel, dan plastik penutup TV atau komputer. Paparan terhadap PBDE diduga dapat merusak sistem endokrin dan mereduksi level hormon tiroksin pada hewan mamalia dan manusia, sehingga perkembangan tubuhnya menjadi terganggu.

Jenis lain dari *brominated flame-retardants* adalah *polybrominated biphenyls* (PBB). Sekali PBB terlepas ke lingkungan, senyawa tersebut dapat masuk ke dalam rantai makanan dan terakumulasi di dalam jaringan makhluk hidup. Seperti halnya ikan-ikan yang hidup di beberapa wilayah perairan Artik

(AS), terdeteksi mengandung PBB yang diduga berasal dari lindi (*leachate*) tumpukan sampah elektronik. Satwa burung dan mamalia, seperti anjing laut yang mengonsumsi ikan di perairan tersebut, pada akhirnya juga mengandung PBB dalam kadar yang cukup tinggi.

2.2 *Linux Terminal Server Project*

Linux Terminal Server Project (LTSP) menyediakan suatu cara yang bisa dipelajari dengan mudah untuk mengoptimalkan komputer jaringan yang murah (*low cost workstation*) sebagai *workstation* dengan tampilan grafik ataupun terminal yang berbasis teks dengan memanfaatkan GNU/Linux server. Teknologi yang mirip sistem *mainframe* ini semakin populer karena dapat menghemat sumber daya perangkat keras (*hardware*) tanpa perlu mengurangi kinerja.

Platform Linux yang kian berkembang dan masyarakat telah terbukti memberikan banyak solusi alternatif yang mendorong efisiensi, penghematan biaya dan kemudahan kerja. Sifatnya yang *open source* telah melahirkan berbagai kombinasi baru di bidang teknologi informasi dan dapat dimanfaatkan oleh siapa saja yang mau memanfaatkannya. Jadi cukup dengan menyediakan satu *harddisk*, ia dapat menjalankan banyak terminal komputer. Dengan demikian teknologi *low-end* PC yang menggunakan LTSP ini dapat mengoptimalkan komputer lama yang sudah tidak terpakai untuk dapat digunakan kembali dengan mode GUI. LTSP merupakan penggunaan PC secara beramai-ramai oleh dua *user/client* atau lebih, mungkin lebih tepatnya bisa dikatakan sebagai *dump terminal* dengan memanfaatkan komputer berspesifikasi minimal tanpa menggunakan *harddisk*, *floppy* dan CDRom, dilengkapi *bootable network card* dan dapat digunakan untuk solusi alternatif jika tidak menggunakan komputer berkekuatan tinggi.

2.3 Cara Kerja LTSP

Dengan semakin tingginya kinerja kartu jaringan yang ada dan diimbangi dengan semakin murahnya harga kartu jaringan sekarang ini, maka kinerja *low-end* PC akan semakin baik pula. LTSP adalah mekanisme *client-server*. Adapun

cara kerja dari komputer LTSP yaitu sebuah PC *client/user* yang disambungkan ke server tanpa menggunakan sistem operasi yang tersimpan di *harddisk*. Sebagai gantinya, bisa menggunakan *Bootrom* yang terpasang di kartu jaringan atau jika tidak ada, dapat menggunakan *floppy disk* yang sudah terpasang kernel Linux. Setelah kernel di-*load* dalam memori, program dapat mulai berkerja untuk mencari server yang memiliki DHCP atau BOOT Protocol (BOOTP). *Server* yang menangkap permintaan *client* akan memeriksa terlebih dahulu apakah client tersebut sudah terdaftar sebagai komputer yang boleh masuk. Jika ya, server memberikan IP Address kepada *client*, dan selanjutnya menjalankan Xwindow dimana prosesnya terjadi di *server* namun hasilnya tampak di *client*.

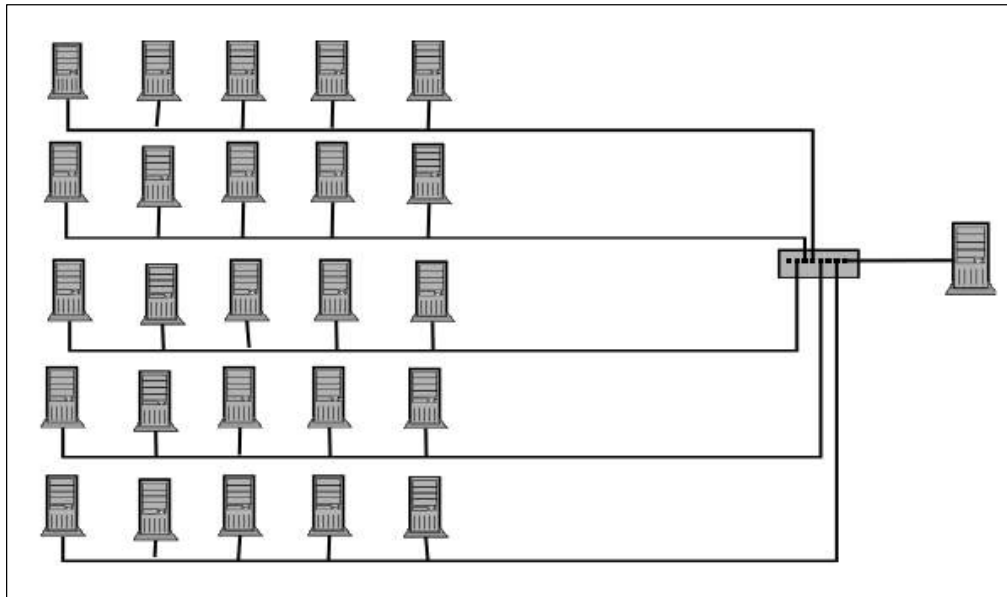
Dilihat dari cara kerjanya, sistem ini sangat cocok untuk yang memiliki dua komputer atau lebih. Dengan kata lain sangat banyak institusi yang bisa memanfaatkan teknologi Xterminal seperti WarNet, Perguruan Tinggi, perkantoran, penyewaan komputer, atau bagi mereka yang hanya sekedar mencoba untuk menggunakan Linux sebagai sistem operasi sehari-hari

2.4 Spesifikasi

Tabel 2. Spesifikasi Minimal Pada *Client*

No	Perangkat keras (<i>hardware</i>)	Keterangan
1	Prosesor	Pentium II 400 MHz
2	Memori	64 MB SDRAM
3	Harddisk	-
4	VGA	8 MB
5	NIC	10/100 MBps

Dengan spesifikasi minimum yang ditunjukkan pada Tabel 2., dapat diperkirakan server bisa menangani lebih dari 20 (dua puluh) *client* secara bersamaan dalam lingkungan *Graphical User Interface* (GUI) (Gambar 1).



Gambar 1. Jaringan LTSP

2.5 Manfaat LTSP

LTSP mempunyai banyak manfaat, salah satunya adalah sifatnya yang *low cost and long term*, hanya membutuhkan satu atau lebih server berspesifikasi tinggi, misal kelas Pentium IV atau Xeon dengan RAM 2 GB, dan banyak *client* dengan spesifikasi rendah sekelas Pentium I 200 Mhz. Prosesor yang digunakan disarankan sekelas Pentium II atau III dengan minimal RAM 32MB. Selain itu, dengan menggunakan platform GNU/Linux system, pihak yang menggunakan tidak perlu membayar lisensi untuk tiap komputer. Biaya *upgrade* perangkat keras pun dapat dikurangi, itupun kemungkinan hanya di sisi server, misalnya ruang harddisk yang penuh dalam jangka waktu tiga (3) tahun. Dengan catatan semua *client* masih dalam keadaan baik, hanya membutuhkan satu atau dua orang administrator untuk mengatur server LTSP, jadi biaya SDM dapat dikurangi. Yang dibutuhkan adalah pendampingan pada saat awal pengoperasian jaringan.

Pada LTSP, semua aktivitas terpusat di server. Dengan demikian, kustomisasi sistem menjadi lebih mudah, membuat manajemen komputer dan jaringan lebih mudah karena tidak perlu mengurus satu atau dua server saja.

Dengan terpusatnya penyimpanan di server membuat sistem *backup* lebih mudah, hanya melakukan *backup* pada media penyimpanan di server.

Pemanfaatan LTSP membuat resiko rendah baik terhadap *virus/worm* walaupun di GNU/Linux system hampir tidak ada, pencurian komponen komputer di klien, penghapusan berkas-berkas, dan lain-lain. Faktor keamanan relatif cukup tinggi karena masing-masing orang dapat mempunyai *account* yang berbeda dan dapat diatur seberapa besar *quota space* yang menjadi haknya.

LTSP merupakan solusi legal, terutama bagi sekolah, perguruan tinggi, warung internet, maupun instansi yang membutuhkan komputasi dengan komputer klien spesifikasi rendah dan server berspesifikasi tinggi. Dengan LTSP, pengguna komputer tidak perlu melakukan hal ilegal untuk menggunakan sistem operasi maupun aplikasi di atasnya, karena sebagian besar tersedia secara bebas dan tidak perlu membayar lisensi.

Secara umum, kebebasan yang ditawarkan LTSP dapat memberikan keluasaan dan fleksibilitas bagi pengguna, administrator, maupun pemilik untuk menggunakan, mempelajari, memodifikasi, meningkatkan, serta mendistribusikan apa saja yang ada di dalam GNU/Linux system dan LTSP, sepanjang mengikuti lisensi yang disertakan dalam tiap paket perangkat lunaknya.

Penggunaan sumber daya dan suara yang ditimbulkan tergolong rendah, karena setiap komputer *client* tidak mempunyai harddisk. Hal tersebut mengakibatkan pemakaian sumber daya (*power*) dan kebisingan di dalam ruangan pada jaringan LTSP menjadi lebih rendah, dengan catatan server berada di dalam sekat yang tertutup terpisah dari *client*.

LTSP bersifat *high features*, karena pada server dapat pula dilengkapi dengan *mailserver*, *webmail*, web, FTP, maupun *remote access*. LTSP memiliki paket perangkat lunak yang lengkap (*Complete software packages*) dibandingkan dengan sistem operasi lain yang *proprietary/closedsource*. Paket-paket yang umumnya diberikan oleh distribusi Linux sangat lengkap dan tersedia bebas. GNU/Linux system terkenal stabil dan dapat diandalkan (*reliable*).

LTSP merupakan solusi pintar bagi masyarakat yang pintar (*smart solution for smart society*). Dalam perangkat lunak bebas dan *opensource*, pengguna

dibiasakan untuk membaca, mempelajari, mencoba, dan mengembangkan apa yang ada di dalamnya. Dari fitur-fitur yang lengkap, misalnya di sekolah para murid dapat diberikan mata pelajaran pemrograman, jaringan, maupun hanya sekedar mengutak-atik *dekstop*. Apalagi jika jaringan LTSP ini dihubungkan dengan internet, banyak hal dapat dilakukan. Serta dengan adanya kultur berbagi menjadikan setiap orang dapat saling berkolaborasi, berbagi dan membantu satu sama lain tanpa takut dicap sebagai pembajak, penjahat, dan lain-lain. Dari sini tiap-tiap individu akan terbentuk kelompok dan akhirnya menjadi masyarakat yang cerdas (*smart society*).

BAB III

PEMBAHASAN

E-waste atau sampah elektronik (*electronic waste*) merupakan barang elektronik atau elektrik yang sudah tidak dipakai (baik rusak atau sudah tidak mau dipergunakan lagi) dan diniatkan untuk dibuang. *E-waste* menjadi masalah, karena pesatnya perkembangan teknologi, khususnya semikonduktor, dan harga yang cenderung semakin murah. Akibatnya, barang elektronik dapat diproduksi dengan fungsi yang semakin beragam dengan harga yang semakin terjangkau.

Dengan berkembangnya teknologi komputer, maka kebutuhan akan dapat menggunakan sumber daya (seperti data ataupun perangkat keras *printer*) secara bersama, serta adanya kebutuhan komunikasi antar pemakai komputer yang berada pada satu atau lokasi yang berbeda dapat dipenuhi dengan adanya jaringan komputer. Dengan berkembangnya teknologi perangkat keras yang pesat, banyak PC dengan perangkat keras lama yang tidak terpakai. Namun, seperti layaknya barang elektronik lainnya, perangkat keras tersebut akan menjadi rongsokan elektronik atau sampah yang bisa memenuhi sudut-sudut ruang kerja dan gudang di rumah atau kantor.

Salah satu usaha untuk meminimalisir tumpukan sampah elektronik, khususnya komputer, adalah dengan memakai kembali (*reuse*) perangkat keras lama atau berspesifikasi minimal (*low-end PC*) dengan memanfaatkan *Linux Terminal Server Project (LTSP)*. Dengan LTSP, komputer tanpa *harddisk*, *floppy* dan *CDRom*, jika dilengkapi dengan *bootable network card* menjadi solusi alternatif jika tidak menggunakan komputer berkekuatan tinggi.

Laboratorium Jaringan yang berada pada Lembaga Pengembangan Komputisasi (LePKom) Universitas Gunadarma merupakan salah satu laboratorium yang sudah memanfaatkan LTSP sebagai sarana pembelajaran teknologi informasi guna meminimalisir sampah elektronik di lingkungan kampus.

3.1 Spesifikasi Komputer Laboratorium Jaringan Universitas Gunadarma

Perangkat keras yang digunakan dalam Laboratorium ini sebagai berikut:

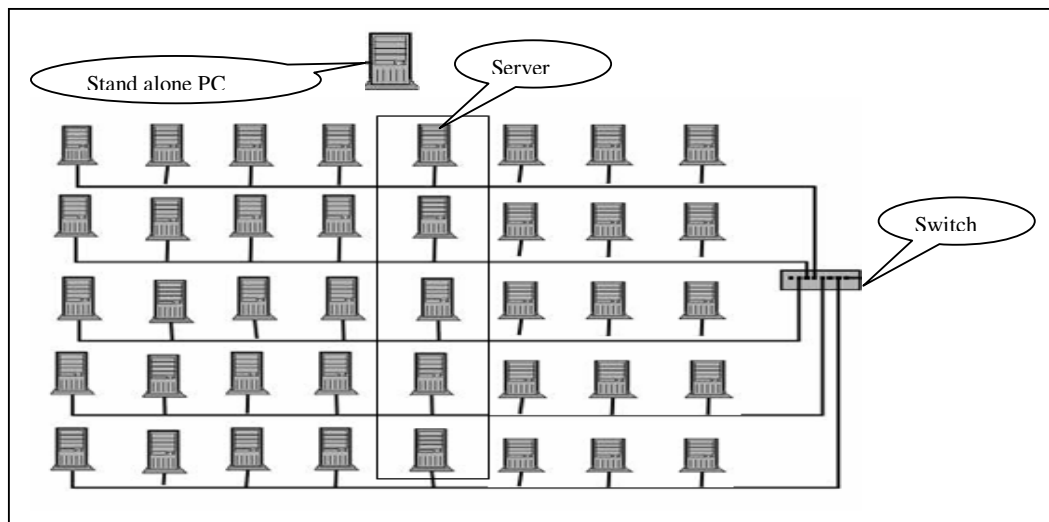
- *Server*

Laboratorium Jaringan menggunakan server dengan prosesor AMD Athlon XP 1.8 GHz, memori SDRAM 256 MB, CDROM 50x, graphics chipset TNT Riva 32 MB, *harddisk* IDE 40 GB. Server tersebut dapat melayani 40 klien yang menjalankan aplikasi internet. Sistem operasi yang digunakan adalah Linux Redhat 9.0.

- *Client*

Komputer *client* mempunyai spesifikasi perangkat keras yang sama dengan komputer server. Perbedaan terletak pada penggunaan *harddisk*. Komputer *client* tidak menggunakan *harddisk* karena semua program terletak di *server*. Prosesor lebih banyak digunakan untuk menangani komunikasi di jaringan, sedangkan proses aplikasi berlangsung di servernya sendiri, yang ditampilkan ke layar monitor *client*.

Laboratorium Jaringan memiliki 40 (empat puluh) unit PC di mana 5 (lima) diantaranya adalah *server* dengan menggunakan sistem operasi Linux Redhat 9.0 dan 35 (tiga puluh lima) unit sisanya adalah *client* yang menjalankan LTSP dengan dengan tampilan grafik (GUI) ataupun terminal yang berbasis teks dengan memanfaatkan GNU/Linux *server* (Gambar 2).



Gambar 2. Jaringan LTSP Laboratorium Jaringan Universitas Gunadarma

Dengan kondisi *client* yang tidak mempunyai harddisk, hal ini berarti tidak ada sistem operasi yang ter-*install* di dalamnya. Sistem operasi dan aplikasi lainnya hanya terdapat pada *server* dan semua proses pun juga dikerjakan di *server*. *Harddisk* tidak diperlukan karena semua program diletakkan di server. Teknologi LTSP ini dapat menghemat sumber daya perangkat keras (*hardware*) tanpa mengurangi kinerja.

Semua komputer yang terdapat pada Laboratorium Jaringan Universitas Gunadarma tergolong *low-end* PC atau perangkat keras lama dengan spesifikasi yang minim. Terbayang seberapa banyak sampah elektronik yang harus dibuang jika semua komputer (perangkat keras) diganti dengan yang baru. Terlebih akan menimbulkan pencemaran lingkungan yang diakibatkan dari tumpukan sampah elektronik khususnya di area kampus.

Sebagai civitas akademika yang turut menjaga lingkungan demi kelangsungan hidup bersama, pemanfaatan *low-end* PC dengan *Linux Terminal Server Project* (LTSP) sebagai upaya pemakaian kembali (*reuse*) adalah sebuah cara yang dapat dilakukan guna meminimalisir sampah elektronik di lingkungan kampus.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Simpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik adalah bahwa *Linux Terminal Server Project* (LTSP) dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam upaya pemakaian kembali (*reuse*) perangkat keras lama atau minim (*low-end PC*) di lingkungan kampus yang berkefektifitas jaringan guna meminimalisir sampah elektronik yang dapat mencemari lingkungan.

Laboratorium Jaringan yang berada pada Lembaga Pengembangan Komputerisasi (LePKom) Universitas Gunadarma merupakan salah satu laboratorium yang sudah memanfaatkan LTSP sebagai sarana pembelajaran teknologi.

4.2 Saran

Pemanfaatan *Linux Terminal Server Project* (LTSP) sebagai upaya pemakaian kembali (*reuse*) perangkat keras lama atau minim (*low-end PC*) lebih bermanfaat dalam lingkungan jaringan *multiuser* dibanding konsumen pribadi (*homeuser*).

DAFTAR PUSTAKA

- Cascadia Consulting Group and e⁴ partners, inc. 2002. *Assessment of E-Waste Collection & Processing Issues for the Metro Region*. http://www.oregonmetro.gov/files/garbage/e-waste_final_report_and_appendix.pdf.
[Tanggal akses: 29 Juli 2008].
- Iwan Setiawan dan Yantisa Akhadi. 2008. *Project SekoLinux – Gambaran Teknis dan Manfaat*. <http://jogja-linux.googlecode.com/files/sekolinux.pdf>.
[Tanggal akses: 27 Juli 2008].
- Muhammad Yoga. 2003. *Membangun Jaringan Tanpa Harddisk di Linux*. <http://www.pemberdayaan-telematika.info/wartelnet/download/pendirian/yoga-linux.pdf>. [Tanggal akses: 28 Juli 2008].
- Tim Penyusun. 2002. *Model Pengelolaan Persampahan Perkotaan*. Jakarta: BPPT.
- Undang-undang RI No. 18. 2008 Tentang Pengolahan Sampah. http://digilib.ampl.or.id/file/pdf/uu_sampah_2008.pdf. [Tanggal akses: 15 Juli 2008].