

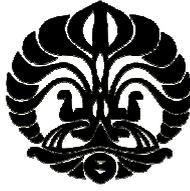
UNIVERSITAS INDONESIA

**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA
INFRASTRUKTUR JARINGAN *THIN CLIENT* TERDISTRIBUSI
PADA *DUMB TERMINAL* DAN *DISKLESS* UNTUK APLIKASI
BERBASIS MULTIMEDIA**

SKRIPSI

**ARIE VALDANO T
0806459690**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA
INFRASTRUKTUR JARINGAN *THIN CLIENT* TERDISTRIBUSI
PADA *DUMB TERMINAL* DAN *DISKLESS* UNTUK APLIKASI
BERBASIS MULTIMEDIA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ARIE VALDANO T
0806459690**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK KOMPUTER
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Arie Valdano T

NPM : 0806459690

Tanda Tangan:

Tanggal : 11 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Arie Valdano T

NPM : 0806459690

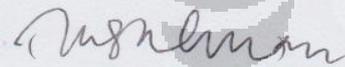
Program Studi : Teknik Komputer

Judul Skripsi : Implementasi dan Analisis Perbandingan Kinerja Infrastruktur Jaringan *Thin Client* Terdistribusi pada *Dumb Terminal* dan *Diskless* untuk Aplikasi Berbasis Multimedia

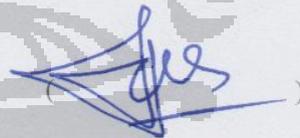
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

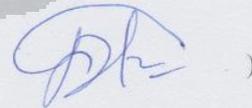
Pembimbing : Muhammad Salman, S.T., M.IT



Penguji : Yan Maraden, S.T., M.Sc



Penguji : I Gde Dharma Nugraha, S.T., MT



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 11 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT sebab atas segala rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Muhammad Salman, S.T., M.IT selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu dan arahan selama penulisan skripsi.
2. Bapak, Ibu dan adik yang selalu menjadi sumber inspirasi dan semangat.
3. Achmad Farisy, Adityo Abdi Nugroho, Fikri Hidayat dan Hari Wibawa selaku teman sekelompok bimbingan yang senantiasa memberikan masukan selama masa pengerjaan skripsi.
4. Slamet Budiayatno, Ahmad Shaugi, Prasetyawidi Indrawan dan Nur Muhammad Ridho yang membantu bertukar informasi dan diskusi tentang bidang keilmuan jaringan komputer dan sistematika penulisan skripsi dalam satu semester terakhir.
5. Teman-teman di program studi Teknik Komputer, Teknik Elektro dan Universitas Indonesia atas segala dukungan dan kerja samanya selama masa perkuliahan selama 4 tahun.

Semoga Tuhan membalas kebaikan dari semua pihak yang telah berbaik hati membantu saya dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan.

Depok, 11 Juli 2012

Arie Valdano T

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arie Valdano T

NPM : 0806459690

Program studi : Teknik Komputer

Departemen : Teknk Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA
INFRASTRUKTUR JARINGAN *THIN CLIENT* TERDISTRIBUSI
PADA *DUMB TERMINAL* DAN *DISKLESS* UNTUK APLIKASI
BERBASIS MULTIMEDIA**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemegang Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok

Pada tanggal: 11 Juli 2012

Yang menyatakan



Arie Valdano T

ABSTRAK

Nama : Arie Valdano T
Program Studi : Teknik Komputer
Judul : Implementasi dan Analisis Perbandingan Kinerja Infrastruktur Jaringan *Thin Client* Terdistribusi pada *Dumb Terminal* dan *Diskless* untuk Aplikasi Berbasis Multimedia

Jaringan *thin client* merupakan pengembangan konsep pemberdayaan jaringan komputer lokal berbasis *Green ICT*. Model jaringan *dumb terminal* dan *diskless* merupakan dua model jaringan *thin client* yang dikenal saat ini. Model jaringan *dumb terminal* dan *diskless* menawarkan penghematan konsumsi daya dan upaya pendukung teknologi ramah lingkungan. Tulisan ini membahas tentang kinerja jaringan *dumb terminal* dan *diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi multimedia yang banyak dimanfaatkan pengguna saat ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem jaringan *diskless* memiliki kinerja lebih baik dibandingkan jaringan *dumb terminal* untuk mengoperasikan aplikasi multimedia. Hal ini ditunjukkan bahwa jaringan *diskless* mampu menghemat penggunaan sumber daya hingga 30,78 % untuk konsumsi *CPU* dan 12,16 % untuk konsumsi memori serta memiliki intensitas komunikasi data hingga 15,17 % lebih besar dibandingkan dengan jaringan *dumb terminal*.

Kata kunci : Jaringan *Thin Client*, *Dumb Terminal* dan *Diskless*.

ABSTRACT

Name : Arie Valdano T
Major : Computer Engineering
Title : Implementation and Analysis of Performance Comparison of Distributed Thin Client Network Infrastructure on Dumb Terminal and Diskless for Multimedia Based Applications

Thin client network is a development concept of Local Area Network (LAN) deployment based on Green ICT. Dumb terminal network and diskless network are two well known of thin client network model. Dumb terminal network and diskless network offer saving power consumption and “Green” technology effort. This paper discuss about dumb terminal network and diskless network performance to server user activities with multimedia application that well known around many people now. Experiment result show that diskless network system performance is better than dumb terminal network system to operate multimedia application. It show that diskless network can save resource usage up to 30.78 % of CPU usage and up to 12,16 % of memory usage and also has data transfer intensity up to 15.17 % that is bigger than dumb terminal network.

Keywords : *Thin Client Network, Dumb Terminal dan Diskless.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Pengamatan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 KONSEP JARINGAN <i>THIN CLIENT</i> BERBASIS <i>DUMB</i>	
<i>TERMINAL</i> DAN <i>DISKLESS</i>	6
2.1 Jaringan <i>Thin Client</i>	6
2.2 Komunikasi <i>Client-Server</i> pada Jaringan <i>Thin Client</i>	7
2.3 Arsitektur <i>Client-Server</i> pada Jaringan <i>Thin Client</i>	8
2.3.1 <i>Dumb Terminal</i>	9
2.3.2 <i>Diskless</i>	10
2.4 Perangkat Lunak dan Layanan Pendukung Jaringan <i>Thin Client</i>	
Berbasis <i>Dumb Terminal NComputing</i>	11
2.4.1 <i>vSpace L 3.1.4 Terminal Server</i>	11
2.4.2 <i>NComputing Terminal Client</i>	12
2.5 Perangkat Lunak dan Layanan Pendukung Jaringan <i>Thin Client</i>	
Berbasis <i>Diskless</i>	13
2.5.1 <i>Pre Execution Environment (PXE)</i>	13
2.5.2 <i>Linux Terminal Server Project (LTSP)</i>	15
2.5.3 <i>Dynamic Hosting Configuration Protocol (DHCP) Server</i>	15
2.5.4 <i>Trivial File Transfer Protocol (TFTP) Server</i>	16
2.5.5 <i>Secured Shell (SSH) Server</i>	17
2.5.6 <i>Network Block Device (NBD) Server</i>	18
BAB 3 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI JARINGAN <i>THIN</i>	
<i>CLIENT</i> BERBASIS <i>DUMB TERMINAL</i> DAN <i>DISKLESS</i>	19
3.1 Rancangan Jaringan <i>Thin Client</i> dalam Lingkungan Pengujian	19
3.1.1 Arsitektur Jaringan <i>Thin Client</i>	19
3.1.2 Topologi Jaringan <i>Thin Client</i>	20
3.1.3 Perangkat Keras Infrastruktur Jaringan <i>Thin Client</i>	21
3.1.4 Perangkat Lunak <i>Dumb Terminal Ncomputing</i>	24
3.1.5 Perangkat Lunak <i>Diskless</i>	24
3.2 Parameter Pengukuran dalam Pengujian Jaringan <i>Thin Client</i>	25
3.2.1 Beban Rata-Rata.....	25

3.2.2	Konsumsi <i>CPU</i>	26
3.2.3	Konsumsi Memori.....	26
3.2.4	<i>Throughput</i>	27
3.3	Rancangan Penggunaan Perangkat Lunak Pengujian dan Perangkat Lunak Pendukung Aktivitas Pengguna	27
3.3.1	<i>Cacti</i>	27
3.3.2	<i>System Statistic</i>	29
3.3.3	<i>System Monitor</i>	30
3.3.4	Aplikasi Pendukung Aktivitas Multimedia Pengguna	31
3.4	Skenario Pengujian Kinerja Jaringan <i>Thin Client</i>	32
3.4.1	Pengujian dan Pengukuran Kinerja Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Dumb Terminal</i> dan <i>Diskless</i> dalam Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video	32
3.4.2	Pengujian dan Pengukuran Kinerja Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Dumb Terminal</i> dan <i>Diskless</i> dalam Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi	33
3.4.3	Pengujian dan Pengukuran Kinerja Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Dumb Terminal</i> dan <i>Diskless</i> dalam Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif.....	34
BAB 4	PENGUKURAN DAN ANALISIS KINERJA JARINGAN THIN CLIENT BERBASIS DUMB TERMINAL DAN DISKLESS	35
4.1	Hasil Pengukuran dan Analisa Kinerja Sumber Daya Jaringan <i>Thin Client</i> untuk Aktivitas Berbasis Video	35
4.2	Hasil Pengukuran dan Analisa Kinerja Sumber Daya Jaringan <i>Thin Client</i> untuk Aktivitas Berbasis Animasi.....	42
4.3	Hasil Pengukuran dan Analisa Kinerja Sumber Daya Jaringan <i>Thin Client</i> untuk Aktivitas Berbasis Animasi Interaktif.....	49
4.4	Analisa Efisiensi Konsumsi Sumber Daya Jaringan <i>Thin Client</i> untuk Melayani Aktivitas Multimedia	57
BAB 5	KESIMPULAN	61
	DAFTAR ACUAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komunikasi <i>Client-Server</i> pada Jaringan <i>Thin Client</i>	7
Gambar 2.2	Arsitektur Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Dumb Terminal</i>	9
Gambar 2.3	Blok Diagram Rangkaian Dalam <i>NComputing</i>	10
Gambar 2.4	Arsitektur Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Diskless</i>	11
Gambar 2.5	Proses Inisialisasi <i>Client-Server</i> Menggunakan Protokol <i>PXE</i>	14
Gambar 2.6	Format Paket yang Digunakan dalam <i>Client-Server</i>	17
Gambar 3.1	Rancangan Topologi Jaringan <i>Thin Client</i>	19
Gambar 3.2	Tampilan Aplikasi <i>Cacti</i>	28
Gambar 3.3	Contoh Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Systat</i> dengan komando sar	30
Gambar 3.4	Tampilan Aplikasi <i>System Monitor</i>	31
Gambar 4.1	Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses <i>Server</i> pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> untuk Aktivitas Berbasis Video.....	36
Gambar 4.2	Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses <i>Server</i> pada Jaringan <i>Diskless</i> untuk Aktivitas Berbasis Video.....	36
Gambar 4.3	Perbandingan Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video.....	38
Gambar 4.4	Perbandingan Konsumsi Memori dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video.....	40
Gambar 4.5	Perbandingan <i>Throughput</i> dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video.....	41
Gambar 4.6	Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses <i>Server</i> pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> untuk Aktivitas Berbasis Animasi.....	43
Gambar 4.7	Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses <i>Server</i> pada Jaringan <i>Diskless</i> untuk Aktivitas Berbasis Animasi.....	43
Gambar 4.8	Perbandingan Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi.....	46
Gambar 4.9	Perbandingan Konsumsi Memori dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi.....	47
Gambar 4.10	Perbandingan <i>Throughput</i> dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi.....	48
Gambar 4.11	Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses <i>Server</i> pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> untuk Aktivitas Berbasis Animasi Interaktif.....	50
Gambar 4.12	Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses <i>Server</i> pada Jaringan <i>Diskless</i> untuk Aktivitas Berbasis Animasi Interaktif.....	51
Gambar 4.13	Perbandingan Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif.....	54
Gambar 4.14	Perbandingan Konsumsi Memori dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif.....	55
Gambar 4.15	Perbandingan <i>Throughput</i> dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Paket Operasi Permintaan <i>TFTP</i>	16
Tabel 2.2 Algoritma Enkripsi yang Digunakan dalam <i>SSH</i>	18
Tabel 3.1 Distribusi Alamat IP Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Dumb Terminal</i> ..	21
Tabel 3.2 Distribusi Alamat IP Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Diskless</i>	21
Tabel 3.3 Daftar Komponen Perangkat Keras <i>Server</i>	22
Tabel 3.4 Daftar Komponen Perangkat Terminal Pengguna pada Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Dumb Terminal</i>	23
Tabel 3.5 Daftar Komponen Perangkat Terminal Pengguna pada Jaringan <i>Thin Client</i> Berbasis <i>Diskless</i>	23
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Rata-Rata Proses Aktif dan Beban Ekskusi Prosesor dari 10 Iterasi Pengujian Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video	37
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Konsumsi <i>CPU</i> dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video	38
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Konsumsi Memori dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video	39
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Throughput dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video	40
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Rata-Rata Proses Aktif dan Beban Ekskusi Prosesor dari 10 Iterasi Pengujian Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi	44
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Konsumsi <i>CPU</i> dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi	45
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsumsi Memori dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi	46
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Throughput dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi	48
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Rata-Rata Proses Aktif dan Beban Ekskusi Prosesor dari 10 Iterasi Pengujian Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif	52
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Konsumsi <i>CPU</i> dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif	53
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Konsumsi Memori dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif	54
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Throughput dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi	56
Tabel 4.13 Nilai Rata-Rata Konsumsi Sumber Daya dalam 10 Iterasi Pengujian dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video	58
Tabel 4.14 Nilai Rata-Rata Konsumsi Sumber Daya dalam 10 Iterasi Pengujian dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi	59
Tabel 4.15 Nilai Rata-Rata Konsumsi Sumber Daya dalam 10 Iterasi Pengujian dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah memasuki era *Green ICT*. Hal ini menuntut pengembangan sumber daya TIK dilakukan secara efisien dan optimal, baik dari sisi konsumsi daya sistem maupun pemberdayaan sistem oleh pengguna. Oleh karena itu, berbagai konsep pengembangan sumber daya TIK berbasis *Green ICT* dikembangkan secara berkelanjutan untuk mendukung aktivitas harian manusia.

Jaringan *thin client* merupakan salah satu konsep yang dikembangkan untuk mendukung pembangunan infrastruktur jaringan komputer yang efisien dari sisi konsumsi daya, infrastruktur sistem dan biaya. Penerapan jaringan *thin client* dilakukan dengan mengoptimalkan kinerja komputer pusat atau *server* sebagai media pengolahan, pemrosesan dan pendistribusian data terpadu dari aktivitas pengguna dengan perangkat lunak. Oleh karena itu, *server* harus memiliki kinerja yang lebih tinggi dibandingkan perangkat terminal pengguna agar dapat mengakomodasi seluruh aktivitas pengguna dalam jaringan *thin client*.

Saat ini, ada dua model perancangan jaringan *thin client* yang sering diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu *dumb terminal* dan *diskless*. Kedua model tersebut memiliki peran masing-masing dalam era *Green ICT*. *Dumb terminal* berperan dalam upaya penghematan konsumsi daya[1] dan konsumsi ruang yang dibutuhkan untuk menepatkan perangkat *thin client*. Perkembangan model jaringan *dumb terminal* didukung dengan pengembangan produk terminal pengguna oleh beberapa produsen, seperti NComputing Thinstation, Qotom, Intel, NEC, DevonIT, Sun Ray, HZone dan PSG. Berbagai produsen tersebut bersaing untuk menciptakan perangkat terminal pengguna yang memiliki konsumsi daya yang sangat rendah dengan ukuran perangkat yang lebih kecil *CPU desktop*.

Sementara itu, *diskless* berperan dalam upaya daur ulang komputer lama sebagai perangkat *thin client*. Eliminasi penggunaan komponen *hard disk* pada

perangkat pengguna menjadikan konsumsi daya infrastruktur *diskless* juga dapat dikurangi[2] meskipun tidak sebesar infrastruktur jaringan *dumb terminal*.

Perangkat terminal pengguna berupa *dumb terminal* dan komputer tanpa *hard disk* berperan sebagai penyedia antar muka perangkat masukan dan keluaran pengguna. Perangkat masukan-keluaran tersebut digunakan sebagai pengendali dan media tampilan aktivitas harian pengguna dengan perangkat lunak.

Kelangsungan aktivitas pada jaringan *dumb terminal* dan *diskless* sangat bergantung pada protokol dan layanan pendukung komunikasi yang bekerja pada sistem. Pada beberapa perangkat *dumb terminal*, digunakan protokol komunikasi khusus yang dirancang oleh produsen terminal pengguna. produsen perangkat *dumb terminal NComputing* mengembangkan protokol *User Extension Protocol (UXP)* untuk menyokong komunikasi *client-server*. *UXP* hanya dapat mengakomodasi komunikasi jaringan *dumb terminal* berbasis produk *NComputing*. Sementara itu, jaringan *diskless* umumnya bekerja dengan protokol komunikasi *Pre Execution Environment (PXE)*.

Dalam kehidupan sehari-hari, pengguna menuntut kinerja yang optimal dari perangkat komputer untuk mendukung kerja berbagai aplikasi. Salah satu aplikasi yang sering digunakan adalah aplikasi multimedia. Aplikasi multimedia sering dimanfaatkan pengguna untuk melakukan aktivitas seperti pemutaran video panduan kerja, simulasi, hiburan, dokumentasi, perancangan grafis, pemantauan sistem komputer dan presentasi.

Aplikasi multimedia merupakan perangkat lunak yang merepresentasikan data berupa kombinasi dari dua atau lebih data tunggal (teks, gambar atau suara) [3]. Oleh karena itu, pengolahan data multimedia pada sistem pemrosesan dan pendistribusian ke perangkat pengguna akan dilakukan dengan perlakuan dan konsumsi sumber daya jaringan yang berbeda dibandingkan dengan data tunggal.

Pada penelitian ini, dilakukan implementasi dan analisis kinerja sistem terpusat jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* untuk mengakomodasi aktivitas pengguna dengan aplikasi multimedia. Pengujian dan pengukuran pada pemelitan ini dilakukan dengan mengamati dan menganalisa parameter-parameter penelitian dan fenomena yang muncul saat aplikasi berbasis video, animasi dan animasi interaktif dijalankan oleh masing-masing pengguna.

1.2 Perumusan Masalah

Penulisan skripsi ini membahas tentang konsep, implementasi dan uji banding kinerja jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* dalam skala laboratorium. Penelitian kinerja jaringan *thin client* akan dilakukan dengan melakukan uji banding kinerja jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*. Ada beberapa parameter acuan pada penelitian ini, seperti beban rata-rata, konsumsi *CPU*, konsumsi memori, dan *throughput* dari komunikasi data yang terjadi antara *client* dan *server*. Parameter-parameter tersebut akan dianalisa untuk menentukan efisiensi kerja terbaik dari kedua model jaringan *thin client* tersebut untuk mengakomodasi aktivitas pengguna dengan aplikasi multimedia. Penelitian ini juga membahas tentang analisis terhadap fenomena yang terjadi pada jaringan *thin client* saat aktivitas multimedia dilangsungkan oleh pengguna.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang bertajuk “Implementasi dan Analisis Perbandingan Kinerja Infrastruktur Jaringan *Thin Client* Terdistribusi pada *Dumb Terminal* dan *Diskless* untuk Aplikasi Berbasis Multimedia” memiliki beberapa tujuan, diantaranya:

1. Membangun jaringan komputer lokal dengan menerapkan pemodelan jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*.
2. Mengukur kinerja jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* dengan memperhatikan parameter-parameter terkait, seperti : beban rata-rata, konsumsi *CPU*, konsumsi memori, dan *throughput*.
3. Mengamati dan membandingkan perubahan kondisi dari setiap parameter yang diukur secara periodik.
4. Menganalisa penyebab fenomena atau gangguan yang terjadi terhadap kerja jaringan *thin client* berdasarkan hasil pengukuran.
5. Menentukan model terbaik untuk melakukan pemodelan jaringan *thin client* dalam skala laboratorium.

1.4 Batasan Masalah

Skripsi ini membahas implementasi dan analisis perbandingan kinerja infrastruktur jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*. Analisis

dari implementasi dilakukan untuk mempertimbangkan model jaringan *thin client* yang memiliki efisiensi dan konsistensi kerja saat melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis multimedia. *Server* merupakan obyek utama pengukuran kinerja jaringan *thin client* karena sebagian besar aktivitas pemrosesan dan distribusi data dilakukan oleh *server*. Ada empat parameter pengukuran yang ditinjau dalam penelitian, yaitu beban rata-rata, konsumsi *CPU*, konsumsi memori, dan *throughput*.

Aktivitas pemrosesan yang terjadi pada perangkat terminal tidak dipertimbangkan karena kecepatan pemrosesan perangkat terminal pengguna lebih besar dari laju perpindahan data pada media transmisi. Selain itu, penelitian ini tidak mempertimbangkan *Quality of Service (QoS)* dari infrastruktur jaringan *thin client*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Bab 1 berisi tentang Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

Bab 2 Konsep Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal* dan *Diskless*

Bab 2 memberikan penjelasan mengenai landasan teori meliputi konsep, model komunikasi, sistem kerja dan arsitektur jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*.

Bab 3 Perancangan dan Skenario Pengujian Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal* dan *Diskless*

Bab 3 menjelaskan tentang perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk merancang jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* dalam penelitian, metode pengukuran kinerja dan prosedur aktivitas penelitian dan skenario pengujian dan pengukuran kinerja jaringan *thin client*.

Bab 4 Pengujian dan Analisis Kinerja Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal* dan *Diskless*

Bab 4 menjelaskan tentang hasil pengukuran dan analisis terhadap perubahan kondisi terhadap kinerja jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* selama penelitian berlangsung.

Bab 5 Kesimpulan

Pada Bab 5 ini akan dijelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian berdasarkan pengujian dan hasil pengukuran kinerja jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis multimedia.



BAB 2

KONSEP JARINGAN *THIN CLIENT* BERBASIS *DUMB TERMINAL* DAN *DISKLESS*

2.1 Jaringan *Thin Client*

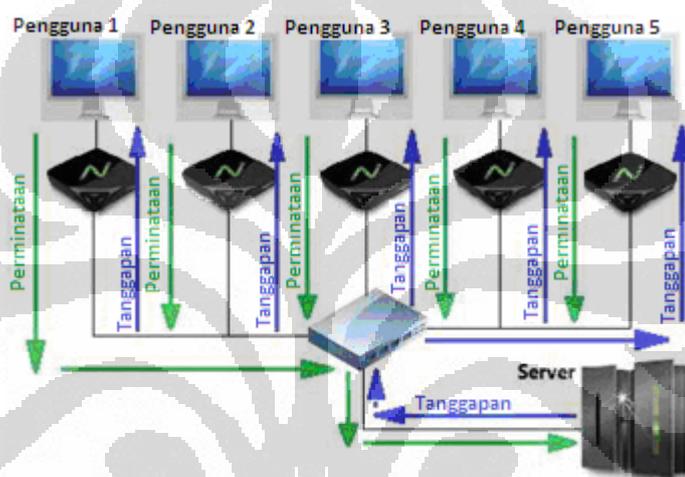
Jaringan *thin client* merupakan konsep jaringan komputer yang mengoptimalkan sumber daya *server* untuk melakukan pemrosesan dan distribusi data hasil komputasi dan media kerja dari aplikasi atau perangkat lunak pengguna[4,5]. Optimalisasi kinerja *server* untuk melakukan komputasi akan menekan aktivitas komputasi di sisi pengguna. Sementara itu, perangkat terminal pengguna berperan sebagai media antar muka perangkat masukan dan keluaran sistem[6].

Komputer *server* akan menyediakan berbagai sumber daya terdistribusi kepada pengguna pada jaringan *thin client*, meliputi *Central Processing Unit (CPU)*, memori, sistem operasi dan aplikasi. Pengguna dapat mengoperasikan aplikasi melalui perangkat masukan dan keluaran sebagai media pengendali dan penampil dengan perantara protokol komunikasi *client-server* dan layanan *terminal server* sebagai pemberi akses penggunaan sumber daya *server*. Alokasi sistem operasi dan perangkat lunak kerja setiap pengguna dilakukan dengan konsep virtualisasi *desktop* dari sistem operasi *server* yang ditenggarai oleh *terminal server*.

Ada dua model perancangan *thin client* yang dikenal saat ini, yaitu model *dumb terminal* dan *diskless*. *Dumb terminal* merupakan model *thin client* dengan menggunakan perangkat terminal khusus yang dirancang sebagai terminal antar muka perangkat masukan dan keluaran pengguna. Perangkat *dumb terminal* umumnya diproduksi secara komersil oleh produsen. Salah satu produsen perangkat terminal pengguna adalah *NComputing*. Sementara itu, *diskless* merupakan model *thin client* yang menggunakan komputer dengan spesifikasi rendah sebagai terminal perangkat masukan dan keluaran pengguna.

2.2 Komunikasi *Client-Server* pada Jaringan *Thin Client*

Secara umum, komunikasi yang berlangsung pada jaringan *thin client* adalah *client-server*[6]. *Server* menjadi pusat aktivitas pengguna dalam jaringan *thin client* dengan menyediakan dan mendistribusikan sumber daya perangkat keras dan perangkat lunak kepada pengguna dalam jaringan komputer lokal. Sistem operasi dan aplikasi beroperasi sepenuhnya pada *server*. Hasil komputasi akan didistribusikan *server* ke perangkat pengguna. Perangkat terminal pengguna hanya akan memberikan masukan dan menerima keluaran melalui perangkat masukan dan keluaran pengguna.



Gambar 2.1 Komunikasi *Client-Server* pada Jaringan *Thin Client*

Gambar 2.1 menunjukkan ilustrasi komunikasi *client-server* yang berlangsung saat pengguna melakukan aktivitas dengan perangkat lunak kerja yang tertanam pada *server*. Permintaan menunjukkan masukan atau sinyal komunikasi yang dibangkitkan oleh pengguna, sedangkan tanggapan merupakan hasil pengolahan data dari aplikasi yang dijalankan pengguna dan sinyal informasi dari *server*.

Komunikasi *client-server* akan diatur oleh protokol aktif yang bekerja pada jaringan *thin client*, baik saat pembangunan hubungan antara pengguna dengan *server* maupun komunikasi data saat aktivitas pengguna berlangsung. aktivitas layanan protokol dapat dikendalikan melalui aplikasi *daemon* atau *management console*. *Daemon* merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengendalikan aktivasi suatu layanan, sedangkan *management console* merupakan aplikasi untuk

mengendalikan seluruh perangkat pengguna yang berada pada satu jaringan *thin client*. Beberapa protokol yang digunakan pada jaringan *thin client*, seperti *DHCP*, *BOOTP*, *TFTP*, *PXE*, *RDP*, *Citrix Metaframe* dan *UXP*.

Saat pengguna membuka sesi *desktop* pada perangkat terminal pengguna dalam jaringan *thin client*, *server* akan melakukan inisialisasi terhadap keberadaan perangkat terminal pengguna. *Server* yang dilengkapi dengan layanan *Dynamic Hosting Configuration Protocol (DHCP)* akan mengalokasikan alamat IP untuk masing-masing perangkat terminal pengguna pada jaringan *thin client*. Hal ini dapat berlangsung jika pengguna melakukan aktivasi layanan *DHCP client* pada perangkat terminal pengguna.

Setelah itu, *server* akan melakukan pengiriman berkas administratif ke setiap perangkat terminal pengguna, seperti *bootstrap* dan kernel dari sistem operasi, berkas pendukung aktivasi *virtual desktop*, alamat *Domain Name Server (DNS)*, alokasi direktori pengguna dan berkas informasi pendukung jaringan *thin client*. Hal ini dilakukan agar pengguna mendapat hak akses secara legal untuk memanfaatkan sumber daya terdistribusi pada *server*.

Akhirnya, pengguna dapat melakukan aktivitas dengan sistem operasi dan perangkat lunak yang tersedia pada *server*. Pertukaran informasi yang terjalin saat aktivitas pengguna berlangsung akan ditenggarai oleh protokol komunikasi *PXE* atau *UXP* pada jaringan *thin client*.

2.3 Arsitektur *Client-Server* pada Jaringan *Thin Client*

Secara umum, jaringan *thin client* dirancang dengan menggunakan arsitektur komputasi terpusat terdistribusi[6]. Selain itu, ada juga yang menyebutkan arsitektur jaringan *thin client* berupa *server based computing*[7] atau *diskless network computer* [6]. Hal ini disebabkan aktivitas dalam jaringan *thin client* sangat bergantung pada kinerja *server* dan jaringan yang tersedia pada jaringan lokal. Kegagalan fungsi dari salah satu hal tersebut akan menyebabkan kegagalan fungsi kerja perangkat pengguna.

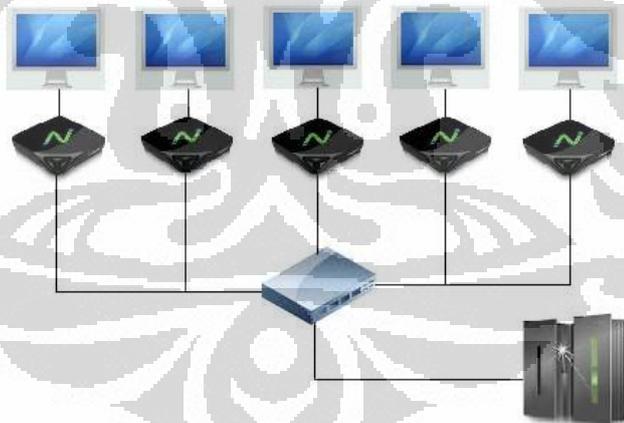
Topologi yang digunakan jaringan *thin client* adalah topologi *tree*/hirarki pada jaringan *thin client*. *Server* akan berperan sebagai pusat aktivitas pengguna

diilustrasikan terletak pada cabang utama topologi fisik. *Server* dapat dijadikan perantara akses internet untuk jaringan *thin client* dengan ketersediaan hubungan dengan *gateway* internet.

Arsitektur jaringan *thin client* disusun atas sisi pengguna dan sisi *server*. Secara fisik, sisi pengguna dilengkapi dengan perangkat masukan dan keluaran (*mouse, keyboard, layar dan penyuar*) serta perangkat *terminal thin client*. Sementara itu, perangkat server berupa *CPU* dan perangkat masukan dan keluaran. Perangkat masukan dan keluaran pada *server* biasanya digunakan hanya untuk melakukan manajemen dan pemantauan kondisi jaringan.

2.3.1 Dumb Terminal

Pada arsitektur jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal*, digunakan perangkat *terminal* khusus pengguna[8] yang dirancang produsen secara komersil sebagai media penghubung antara perangkat masukan dan keluaran di sisi pengguna dengan *server* melalui sambungan *Ethernet*. Pada pengamatan ini, digunakan *NComputing* sebagai perangkat terminal pengguna.

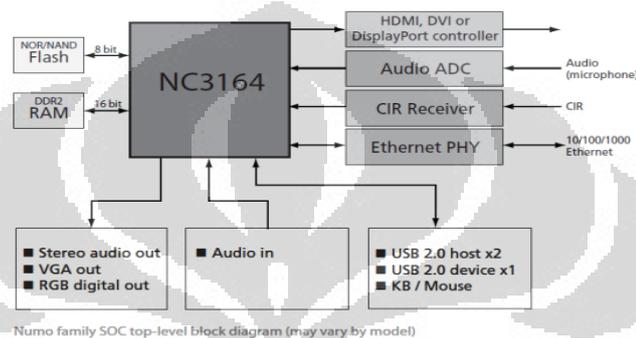


Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal*

NComputing L 300 menggunakan teknologi *NUMO System on Chip (SoC)* yang berbasis perangkat *chip* tunggal dengan kemampuan *virtual desktop* berbasis *NComputing vSpace* dengan kebutuhan daya yang kecil. Prosesor yang digunakan *NComputing L300* berjenis *ARM926EJ-S dual-core*[9,10] yang mendukung manajemen *bandwidth* secara dinamis dan dapat bekerja dengan beberapa

protokol *UXP* dan H.264. Divais *NComputing L300* dilengkapi dengan ragam antar muka perangkat masukan dan keluaran berbasis koneksi *USB 2.0*[11].

NUMO SoC juga memiliki kemampuan untuk berkomunikasi melalui media transmisi nirkabel 802.11n dengan menambahkan antenna *Wifi* pada antar muka *USB 2.0*. Protokol *UXP* mendukung transmisi data multimedia dengan kemampuan terbaik. *NUMO SoC* juga mendukung kinerja sistem berbasis sistem operasi *Linux*, *Android* dan *Windows*.

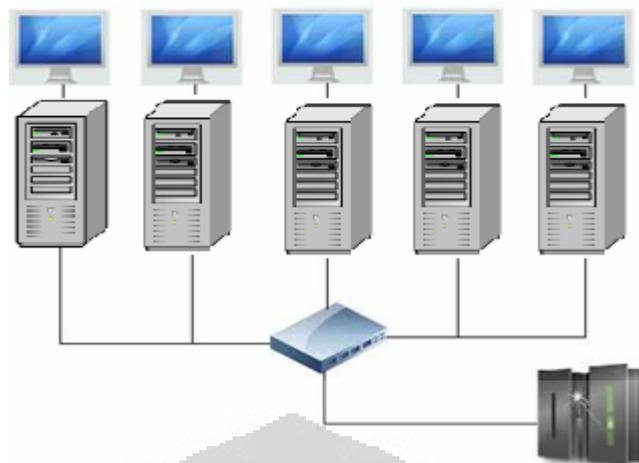


Gambar 2.3 Blok Diagram Rangkaian Dalam *NComputing*[12]

NUMO SoC memiliki teknologi *Codec H 264* dan *MJPEG* yang mampu memberikan kualitas terbaik untuk menampilkan video pada jaringan berbasis *NComputing vSpace*. Kemampuan penampilan keluaran suara yang optimal dapat dilakukan dengan kemampuan *Audio to Digital Converter (ADC)* pada antar muka *I2S* pada perangkat terminal *NComputing* pengguna.

2.3.2 *Diskless*

Diskless merupakan model jaringan *thin client* dengan memanfaatkan komputer dengan spesifikasi rendah tanpa media penyimpanan lokal sebagai perangkat terminal pengguna[13]. Secara umum, arsitektur jaringan *thin client* berbasis *diskless* serupa dengan jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal*. Namun, penggunaan *CPU* tanpa media penyimpanan lokal sebagai perangkat terminal pengguna merupakan pembedanya. Keberadaan *Pre Execution Environment (PXE)* memungkinkan *CPU* dapat dijadikan sebagai perangkat terminal pengguna.



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan *Thin Client* Berbasis *Diskless*

2.4 Perangkat Lunak dan Layanan Pendukung Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal NComputing*

Pada penelitian ini, digunakan perangkat *dumb terminal NComputing* L300. Ada dua perangkat lunak yang digunakan untuk membangun jaringan *thin client* berbasis perangkat *NComputing* L 300, yaitu *vSpace terminal server* dan *NComputing terminal client*.

2.4.1 *vSpace* L 3.1.4 *Terminal Server*

vSpace L 3.1.4[11] merupakan perangkat lunak untuk membangun *terminal server* pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing*. Perangkat lunak ini berfungsi mengatur komunikasi *client-server* pada jaringan *thin client* dan memandu akses pengguna terhadap sumber daya perangkat lunak dan perangkat keras pada *server*. Pada sistem operasi *Linux*, *vSpace* terdiri dari dua paket, yaitu *vSpace-l* dan *vSpace-os*. *vSpace-l* merupakan paket yang berisi *library* untuk mendukung *terminal server*. Sementara itu, *vSpace-os* merupakan paket yang menyediakan *virtual desktop* dan akses sumber daya *server*.

vSpace L 3.1.4 *terminal server* dirancang dalam bentuk yang sederhana, sehingga mudah untuk melakukan instalasi. *Terminal server* ini dapat bekerja pada sistem operasi *Windows* dan *Linux*. Beberapa versi sistem operasi *Windows* yang mendukung *vSpace terminal server* diantaranya *Windows Server 2003*, *Windows XP Service Pack 3* dan *Windows Server 2008*. Sementara itu, sistem

operasi *Linux* yang mendukung *vSpace terminal server*, seperti *Ubuntu* versi 10.10, *Ubuntu* versi 10.10.1, *Ubuntu* versi 10.10.2 dan *Ubuntu* versi 10.10.3.

vSpace terminal server mampu melayani akses hingga 30 pengguna secara simultan. Komunikasi *client-server* yang ditenggarai oleh *vSpace terminal server* akan bekerja dengan dukungan protokol komunikasi *User Extension Protocol (UXP)*[12]. *UXP* merupakan protokol yang dirancang khusus oleh produsen *NComputing* untuk melayani aktivitas pengguna pada jaringan *thin client* berbasis *NComputing*.

vSpace terminal server merupakan penyedia sesi *desktop* dari setiap pengguna dalam jaringan *dumb terminal* berbasis *NComputing*. *vSpace terminal server* juga memiliki kemampuan virtualisasi *desktop* yang memberikan pengalaman aktivitas multimedia yang sangat baik pada setiap sesi *desktop* pengguna. kemampuan *virtual desktop* yang dimiliki oleh *vSpace* memungkinkan pengguna mendapat presentasi desktop secara layer penuh, kemampuan pemutaran ulang aktivitas multimedia dan kualitas visual terbaik pada perangkat pengguna. [11]

Kemampuan *Codec* yang diberikan *vSpace terminal server* dapat mempresentasikan kualitas keluaran suara terbaik untuk setiap pengguna. Selain itu, *Codec* ini juga membantu mempresentasikan berbagai tampilan video berkualitas tinggi dalam berbagai format berkas serta kemampuan untuk mempercepat proses *rendering* pemutaran video memberikan kepuasan maksimal bagi pengguna dalam jaringan *dumb terminal* berbasis *NComputing*. [11]

2.4.2 NComputing Terminal Client

NComputing terminal client merupakan perangkat lunak yang tertanam pada divais *NComputing L300*. Perangkat lunak ini bersifat *add on*, sehingga apabila terjadi kerusakan pada perangkat lunak ini, pengguna cukup menyalin program *NComputing terminal client* ke dalam divais *NComputing*.

NComputing terminal client berfungsi untuk mendeteksi keberadaan *terminal server* dalam satu jaringan *thin client* dan mengatur manajemen perangkat *NComputing*, meliputi alamat IP, label perangkat pengguna, metode

pengalamatan dan identitas administratif pengguna dalam jaringan. Program tersebut tertanam pada *flash memory* yang tertanam pada perangkat *NComputing*.

Saat perangkat *terminal* diaktifkan, program *terminal client* akan dimuat ke dalam *RAM* yang tertanam pada perangkat keras *NComputing* sesaat setelah perangkat tersebut diaktifkan. Program *terminal client* akan mengatur sinkronisasi perangkat masukan-keluaran dengan *server*, sehingga data keluran yang telah diproses pengguna dapat dipresentasikan pada perangkat keluaran pengguna.

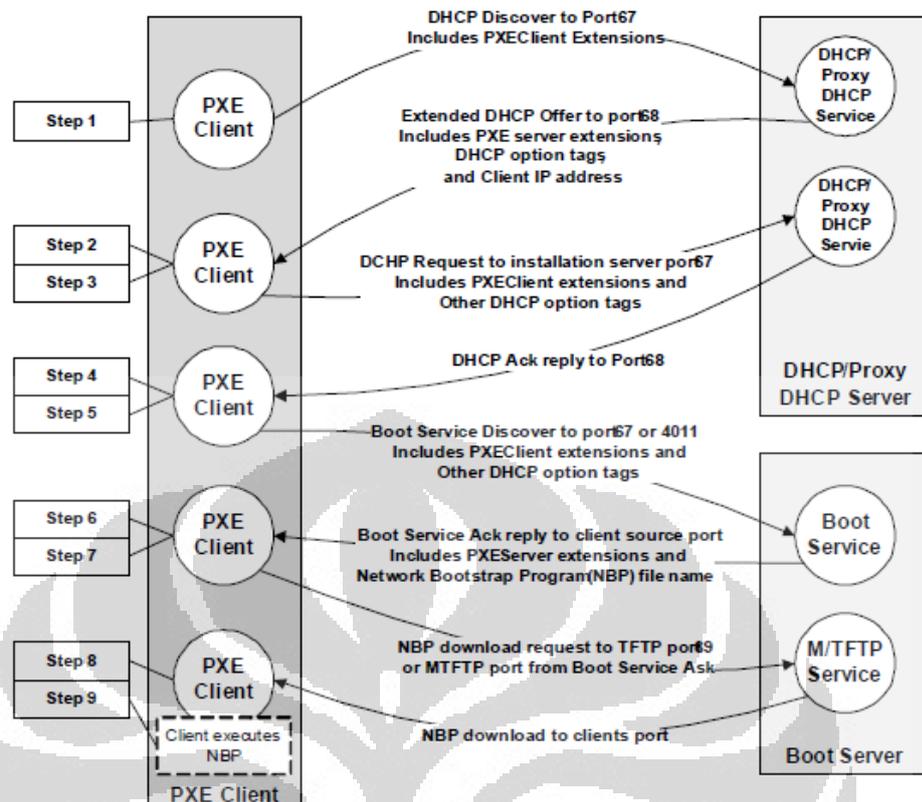
2.5 Perangkat Lunak dan Layanan Pendukung Jaringan *Thin Client* Berbasis *Diskless*

Agar komunikasi *client-server* pada jaringan *thin client* berbasis *diskless* dapat bekerja dengan baik, ada beberapa aplikasi dan layanan pendukung yang harus dimiliki perangkat pengguna dan *server*. Beberapa aplikasi dan layanan yang harus dimiliki, diantaranya *PXE protocol*, *terminal server*, *DHCP server*, *TFTP server*, *NBD server* dan *SSH server*.

2.5.1 *Pre Execution Environment (PXE)*

PXE merupakan suatu protokol yang dikembangkan oleh Intel untuk melayani komunikasi *client-server* dengan mengizinkan komunikasi perangkat *terminal* pengguna dengan *server* secara langsung melalui jaringan. Protokol ini dikembangkan pada tahun 1999. Saat ini, *PXE* telah diintegrasikan dalam program *BIOS* yang tertanam di *ROM* yang terdapat pada setiap *motherboard*. [14].

Pada jaringan *thin client* berbasis *diskless*, pengguna harus mengaktifkan layanan *PXE* pada *BIOS* untuk dapat melakukan *booting* sistem operasi dan interaksi dengan sumber daya *server* melalui jaringan komputer lokal. Ketika layanan *PXE* diaktifkan, program *PXE* yang tertanam pada *ROM* akan dimuat ke dalam *RAM* agar dapat dieksekusi oleh prosesor. Gambar 2.5 menunjukkan rangkaian proses kerja *PXE* dalam proses inisialisasi komunikasi *client-server* menggunakan protokol *PXE*.



Gambar 2.5 Proses Inialisasi *Client-Server* Menggunakan Protokol *PXE*[15]

Dalam proses inialisasi, *PXE* akan melakukan pencarian terhadap keberadaan *DHCP server* untuk mendapatkan IP dalam jaringan lokal. Setelah IP diperoleh, *PXE* akan mencari lokasi berkas *bootstrap* yang terdapat pada *server*. Kemudian, *PXE* akan mengunduh kernel sistem operasi yang tertanam pada *server* dan berkas atribut penting yang berisi tentang informasi dari *server*, seperti alamat IP dari *server*, *gateway* yang tersedia, *Domain Name Server (DNS)*, versi sistem operasi, dan atribut lainnya.

PXE dapat juga dijadikan sebagai *pre-OS*. *Pre-OS* merupakan proses dari pemuatan lingkup operasi kecil untuk mengoperasikan pekerjaan manajemen pengguna sebelum memuat sistem operasi dari media penyimpanan lokal. Beberapa pekerjaan yang dapat dilakukan *PXE* sebagai *pre-OS* adalah melakukan pemindaian terhadap virus yang mungkin terdapat pada *hard disk* lokal dan instalasi sistem operasi pada komputer pengguna[15].

2.5.2 *Linux Terminal Server Project (LTSP)*

LTSP merupakan perangkat lunak *open source* berlisensi *GPL* yang berfungsi untuk membangun layanan *terminal server* pada jaringan *thin client* berbasis *diskless*. *LTSP* memperbolehkan pengguna untuk mengakses sumber daya *server* secara *remote* pada jaringan komputer lokal. Selain itu, tersedia beberapa layanan untuk memfasilitasi rancangan infrastruktur jaringan *thin client*, seperti *remote boot*, *remote filesystem*, *hardware auto detection*, *remote multimedia* dan *output*[16,6].

Pada jaringan *thin client* berbasis *diskless*, *LTSP* akan mengatur akses penggunaan sumber daya *server* oleh pengguna pada jaringan komputer lokal. Oleh karena itu, *server* dapat mengakomodasi aktivitas komputasi dan distribusi sumber daya dari aktivitas pengguna secara *remote*.

Sementara itu, perangkat pengguna hanya melakukan pekerjaan dasar seperti menampilkan keluaran pada layar dan *speaker* serta memasukkan data melalui perangkat *keyboard* dan *mouse*. Oleh karena itu, penyediaan perangkat *terminal* berupa komputer dengan spesifikasi rendah dapat dilakukan pada jaringan komputer lokal[17].

2.5.3 *Dynamic Hosting Configuration Protocol (DHCP) Server*

DHCP server merupakan layanan yang memungkinkan manajemen dan pengaturan keberadaan pengguna dalam jaringan komputer lokal *TCP/IP* secara otomatis[18]. Keberadaan *DHCP* akan memudahkan pengguna untuk mendapatkan alamat IP dan mengambil bagian dalam keanggotaan jaringan komputer lokal.

Selain itu, *DHCP* juga dapat menyediakan sebuah metode untuk mendistribusikan informasi terkait konfigurasi akses *server* kepada pengguna dalam jaringan komputer lokal berbasis *TCP/IP*. Fungsi *DHCP server* dapat melakukan ini dengan adanya dukungan dari *Bootstrap Protocol (BOOTP)*. Namun, setiap terjadinya aktivasi *BOOTP* akan terjadi pula penambahan alokasi alamat jaringan pakai-ulang secara otomatis dan penambahan konfigurasi administratif lain[19].

Awalnya, protokol *DHCP* bertujuan untuk mengurangi lama waktu yang dibutuhkan untuk merencanakan, mengatur dan melakukan hal administratif dalam jaringan. *DHCP* menggunakan konsep *client-server* untuk menyediakan konfigurasi jaringan *TCP/IP* yang aman dan terpercaya. Selain itu, *DHCP* juga dapat mencegah kemungkinan terjadinya konflik penggunaan alamat *IP* yang sama dan kesalahan manusia dalam melakukan konfigurasi jaringan. Protokol ini dapat diterapkan diberbagai area jaringan komputer, seperti *Local Area Network (LAN)*, *Metropolitan Area Network (MAN)* dan *Wide Area Network (WAN)*[18].

2.5.4 Trivial File Transfer Protocol (TFTP) Server

TFTP server merupakan layanan standar internet yang dibahas secara menyeluruh pada RFC 1350. Ini merupakan protokol sederhana yang digunakan untuk mengirim berkas tertentu dari satu pengguna ke pengguna lain menggunakan paket *User Datagram Protocol (UDP)* [20]. *TFTP* hanya dapat bekerja dengan melakukan *read* dan *write* terhadap berkas-berkas yang berasal dari *TFTP server*. Berbeda dengan protokol *FTP* umumnya, *TFTP* tidak menentukan daftar berkas yang dapat dikirimkan kepada pengguna dalam bentuk direktori. Selain itu, *TFTP* bekerja dengan tidak melakukan otentikasi terhadap pengguna yang melakukan akses terhadap *TFTP server*.

Secara umum, *TFTP* digunakan untuk mengirim *berkas-berkas* konfigurasi dan administratif untuk melakukan komunikasi *client-server*. Protokol ini berkomunikasi dengan mengirimkan permintaan *read/write* melalui port 69, kemudian perangkat pengguna dan *server* akan menentukan port yang akan digunakan untuk komunikasi intensif keduanya[21].

Tabel 2.1 Jenis Paket Operasi Permintaan *TFTP*[21]

Opcode	Operasi
1	Read Request (RRQ)
2	Write Request (WRQ)
3	Data (DATA)
4	Acknowledgement (ACK)
5	Error (ERROR)
6	Option Acknowledgement (OACK)

RRQ,WRQ Packet	2 bytes	string	1 byte	string	1 byte
	Opcodes (1 2)	Filename	0	Mode	0
DATA Packet	2 bytes	2 bytes	up to 512 bytes of data		
	Opcodes (3)	Block#	Data		
ACK Packet	2 bytes	2 bytes			
	Opcodes (4)	Block#			
ERROR Packet	2 bytes	2 bytes	string	1 byte	
	Opcodes (5)	Block#	ErrMsg	0	

Gambar 2.6 Format Paket yang Digunakan dalam *Client-Server*[21]

Pada jaringan *thin client*, *TFTP* berguna untuk mengirimkan *file-file* terkait informasi konfigurasi dan administrasi *server*, seperti alamat *gateway*, *DNS server*, label *PXE*, dan atribut pengenalan lainnya. Ini sangat berguna untuk menginisialisasi perangkat pengguna untuk mengetahui alamat *gateway*, *DNS* dan informasi lain tentang ketersediaannya dalam jaringan komputer lokal.

2.5.5 Secured Shell (SSH) Server

SSH server merupakan layanan yang menyediakan otentikasi secara aman untuk mengakses suatu komputer secara *remote*. *SSH server* dapat dibangun dengan menggunakan aplikasi *openSSH* pada sistem berbasis Linux. Informasi otentikasi akan dienkripsi oleh *openSSH* yang merupakan aplikasi *freeware* untuk mendukung otentikasi *SSH* dan *SSH2*. Pada jaringan *thin client* berbasis *diskless*, layanan *SSH* bersifat pilihan untuk menyediakan kemampuan enkripsi dari *server* terhadap data nama pengguna dan *password* pengguna saat mengakses *desktop*.

SSH mendukung beberapa beberapa algoritma enkripsi, seperti *AES-128*, *AES-192*, *AES-256*, *DES*, *3DES*, *Blowfish*, *CAST* dan *ARCFOUR*. Protokol ini bekerja pada port 22. *SSH* akan menjadi perantara yang mampu melakukan enkripsi menjadi 256-bit terhadap komunikasi *client-server*. Namun, panjang bit dapat disederhanakan oleh *SSH* dengan menggunakan algoritma enkripsi tertentu untuk mengurangi intensitas kerja dari prosesor[22].

Tabel 2.2 Algoritma Enkripsi yang Digunakan dalam SSH[22]

Enkripsi	AES (Rijndael)	BlowFish	Cast128	Arcfour	3DES
Paten	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Panjang bit	128, 192 dan 256	hingga 448	hingga 128	hingga 128	168

2.5.6 Network Block Device (NBD) Server

NBD server merupakan layanan yang mengizinkan hak akses terhadap media penyimpanan dan *virtual block* dari aplikasi secara *remote* untuk digunakan secara pribadi oleh pengguna[23]. Oleh karena itu, perangkat pengguna tanpa *hard disk* dapat mengakses dan berinteraksi dengan media penyimpanan pada *server* dalam jaringan lokal, seolah-olah divais tersebut ada pada perangkat pribadi pengguna. Namun, layanan ini memiliki kinerja yang lebih lambat dibandingkan kinerja media penyimpanan fisik pribadi sebenarnya.

Sebagai protokol, *NBD* bekerja pada port 2000 pada jaringan berbasis sistem operasi *Linux* dan berkomunikasi secara *client-server*. *NBD* memiliki kemampuan alokasi ruang untuk kebutuhan pengguna pada media penyimpanan *server*. Setiap alokasi ini disebut *disk image*.

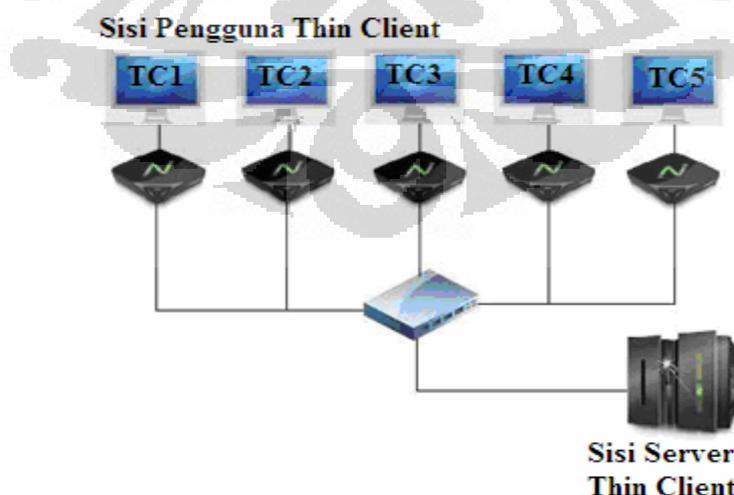
BAB 3
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI JARINGAN *THIN CLIENT*
BERBASIS *DUMB TERMINAL* DAN *DISKLESS*

3.1 Rancangan Jaringan *Thin Client* dalam Lingkungan Pengujian

Rancangan jaringan yang dibangun pada pengujian ini berupa jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*. Jaringan *dumb terminal* dan *diskless* dibangun untuk melayani 5 pengguna dalam skala laboratorium Mercator FTUI.

3.1.1 Arsitektur Jaringan *Thin Client*

Arsitektur jaringan yang dibangun dalam aktivitas pengujian ini berbasis komputasi terpusat terdistribusi atau *server based computing*. Arsitektur ini tersusun atas bagian pengguna dan bagian *server*. Sisi pengguna terdiri dari lima perangkat komputer yang hanya berfungsi sebagai terminal perangkat masukan dan keluaran pengguna. Perangkat terminal pengguna yang digunakan berbasis prosesor *Athlon* 1.25 GHz dengan memori *RAM DDR* 768 MB dan dilengkapi dengan layar, *keyboard*, *mouse* dan perangkat keluaran suara. Sisi *server* yang digunakan pada pengujian berbasis prosesor *Intel Core i3* 3.06 GHz dan kapasitas memori *RAM DDR3* 4 GB. *Server* bertindak sebagai pusat pemrosesan semua aktivitas pengguna dengan perangkat lunak.



Gambar 3.1 Rancangan Jaringan *Thin Client* dalam Pengujian

Server akan terhubung dengan perangkat terminal pengguna melalui jaringan *ethernet* 100 Mbps pada jaringan komputer lokal. Komunikasi *client-server* akan diatur oleh protokol *UXP (NComputing)* dan *PXE (diskless)*. Sistem yang dirancang dalam pengujian ini akan bekerja dengan sistem operasi *Linux Ubuntu 10.04.2*, baik untuk kebutuhan *server* maupun kebutuhan pengguna.

3.1.2 Topologi Jaringan *Thin Client*

Secara fisik, topologi yang dibentuk pada jaringan *thin client* pada pengamatan ini adalah topologi *tree/hirarki*. *Server* menempati cabang utama, sedangkan perangkat terminal pengguna berada pada anak cabang jaringan. Apabila antar pengguna melakukan komunikasi dengan pengguna lain dalam satu jaringan *thin client*, maka *server* akan menjadi perantara komunikasi tersebut. Selain itu, *server* juga bertindak sebagai pusat aktivitas pemrosesan aktivitas pengguna dengan perangkat lunak melalui jaringan *thin client*.

Sementara itu, digunakan *DHCP daemon* untuk melakukan distribusi alamat IP dan informasi konfigurasi jaringan lokal. Hal ini digunakan untuk menyesuaikan antara model *dumb terminal* dengan *diskless* yang sangat bergantung pada layanan *DHCP server* untuk melakukan inisialisasi alamat IP. Konfigurasi *DHCP* dilakukan dengan menggunakan alamat jaringan 192.168.200.0/24 dengan rentang 192.168.200.10 sampai dengan 192.168.200.250.

Sementara itu, *server* menggunakan alamat IP 192.168.200.1 secara statis. Antar muka jaringan yang digunakan berupa *TPLink* 100 Mbps. Konfigurasi tersebut dapat dilakukan dengan melakukan modifikasi dengan *editor Linux* terhadap berkas “/etc/network/interfaces”.

Bedasarkan hasil distribusi alamat IP menggunakan layanan *DHCP*, diperoleh daftar alamat IP pengguna sebagai berikut.

Tabel 3.1 Distribusi Alamat IP Jaringan *Thin Client* berbasis *dumb terminal*

Nama Perangkat Pengguna	Alamat IP	<i>Subnet Mask</i>	Alamat <i>Broadcast</i>
PC1	192.168.200.10	255.255.255.0	192.168.200.255
PC2	192.168.200.12	255.255.255.0	192.168.200.255
PC3	192.168.200.13	255.255.255.0	192.168.200.255
PC4	192.168.200.11	255.255.255.0	192.168.200.255
PC5	192.168.200.14	255.255.255.0	192.168.200.255

Tabel 3.2 Distribusi Alamat IP Jaringan *Thin Client* berbasis *diskless*

Nama Perangkat Pengguna	Alamat IP	<i>Subnet Mask</i>	Alamat <i>Broadcast</i>
PC1	192.168.200.10	255.255.255.0	192.168.200.255
PC2	192.168.200.16	255.255.255.0	192.168.200.255
PC3	192.168.200.13	255.255.255.0	192.168.200.255
PC4	192.168.200.11	255.255.255.0	192.168.200.255
PC5	192.168.200.14	255.255.255.0	192.168.200.255

Konfigurasi *DHCP* dilakukan pada sistem operasi *Ubuntu Linux* 10.04.2 dengan menyesuaikan pengaturan *DHCP server* pada berkas *dhcp.conf* yang berada pada direktori “/etc/dhcpd”. Selain itu, dibutuhkan juga pengaturan metode distribusi alamat IP yang digunakan pada terminal *NComputing* tiap-tiap pengguna. Pengaturan terdapat pada program *NComputing terminal client* dengan urutan langkah pengaturan “klik device setup> Network >pilih DHCP”. Maka, perangkat *NComputing* akan mencari *DHCP server* untuk mendapatkan alamat IP secara otomatis.

3.1.3 Perangkat Keras Infrastruktur Jaringan *Thin Client*

Ada beberapa jenis perangkat keras pengguna dan perangkat perantara jaringan yang digunakan untuk membangun infrastruktur jaringan *dumb terminal NComputing*, seperti *CPU*, *switch*, *NIC card*, kabel *UTP cat5e*, layar, *mouse* dan *keyboard*. Perangkat tersebut digunakan untuk membangun infrastruktur jaringan *thin client* untuk kebutuhan pengguna dan *server*.

Pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing*, spesifikasi komputer untuk *server* memiliki spesifikasi yang lebih baik daripada perangkat terminal pengguna. *Server* yang digunakan pada pengamatan jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* memenuhi spesifikasi komputer sebagai berikut.

Tabel 3.3. Daftar Komponen Perangkat Keras *Server*

No	Komponen <i>Server</i>	Keterangan
1	<i>Motherboard</i>	<i>Gigabyte S-series H55ms2V</i>
2	Prosesor	<i>Intel 1156 Core i3 540 (3.06 GHz, Cache 4Mb L3, LGA 1156)</i>
3	Memori	<i>RAM DDR3 Team Elite 4 GB 10600</i>
4	<i>Hard Disk Drive</i>	<i>Seagate 500 GB 315</i>
5	<i>NIC Card</i>	<i>TPLink 100/1000 Mbps</i>
6	<i>Optical Drive</i>	<i>Samsung DVDRW SATA 57</i>
7	Divais I/O	<i>Logitech Optical Mouse, Logitech QWERTY keyboard, Samsung LCD 15" Screen</i>
8	Divais Tambahan	<i>Case Enhance Iron Bolt, PSU Supersonic FSP 550W, Thermaltake CPU cooler contact</i>

Ada 5 pengguna yang akan dilibatkan dalam penelitian ini dengan menggunakan perangkat pengguna *dumb terminal* berbasis *NComputing* dan komputer tanpa *hard disk*. Tabel 3.4 dan tabel 3.5 merupakan spesifikasi perangkat terminal pengguna yang digunakan dalam pengujian.

Tabel 3.4. Daftar Komponen Perangkat Terminal Pengguna pada Jaringan *Thin Client* berbasis *Dumb Terminal*

No	Komponen perangkat pengguna	Keterangan
1	Perangkat Terminal Pengguna	5 unit <i>NComputing L 300</i>
2	Prosesor	<i>Dual Core ARM 926EJ-S 1.1 MIPS</i>
3	<i>Mouse</i>	5 unit <i>Genius Optical Mouse USB 2.0</i>
4	<i>Keyboard</i>	5 unit <i>Genius keyboard USB 2.0</i>
5	Layar	5 unit <i>Samsung LCD 15" Screen</i>
6	Keluaran Suara	3 unit <i>Headset Speaker</i> , 1 unit <i>Philips Speaker Phone</i> dan 1 unit <i>Genius Speaker Phone</i>

Tabel 3.5. Daftar Komponen Perangkat Terminal Pengguna pada jaringan *thin client* berbasis *diskless*

No	Komponen Perangkat Pengguna	Keterangan
1	<i>Motherboard</i>	<i>MSI-6712</i>
2	Prosesor	<i>AMD Athlon 1.25 GHz</i>
3	Memori	<i>RAM DDR PC-2100 768 MB</i>
4	Kartu Grafis	<i>NV17 (GeForce4 MX440), nVidia Corporation 64 Mb</i>
5	<i>NIC card</i>	<i>Ethernet Interface, Realtek 8139</i>
6	Layar	5 unit <i>Samsung LCD 15" Screen</i>
7	<i>Keyboard</i>	5 unit <i>Logitech QWERTY</i>
8	<i>Mouse</i>	5 unit <i>Logitech</i>
9	Perangkat Keluaran Suara	3 unit <i>Headset Speaker</i> , 1 unit <i>Philips Speaker Phone</i> dan 1 unit <i>Genius Speaker Phone</i>

Perangkat keras perantara jaringan yang digunakan untuk menghubungkan antara pengguna dan *server*, diantaranya *D-Link DES-1008D/PRO switch 100Mbps* dan kabel *UTP cat5e*.

3.1.4 Perangkat Lunak *Dumb Terminal Ncomputing*

vSpace L 3.1.4 merupakan perangkat lunak utama yang digunakan untuk membangun *terminal server* berbasis *dumb terminal NComputing*. *vSpace terminal server* berperan untuk mengatur komunikasi antar perangkat *NComputing* dengan *server* dan mengatur akses pengguna terhadap perangkat lunak, seperti sistem operasi, aplikasi kerja dan perangkat lunak lain pada *server* jaringan *dumb terminal NComputing*. Demikian, pengguna dapat memanfaatkan sumber daya yang dimiliki *server* untuk melakukan aktivitas harian menggunakan infrastruktur komputer pribadi dalam jaringan *thin client*.

Server juga dilengkapi dengan aplikasi *DHCP daemon* yang berfungsi memberikan layanan *DHCP*, sehingga *server* mampu mendistribusikan alamat IP secara otomatis. Hal ini dilakukan untuk menyelaraskan model distribusi alamat IP pada jaringan *diskless* yang sangat bergantung dengan *DHCP server* untuk mendistribusikan alamat IP ke seluruh pengguna dalam satu jaringan.

Di sisi pengguna, *NComputing L 300* digunakan sebagai perangkat terminal pengguna yang berfungsi untuk memberikan antar muka perangkat masukan dan keluaran pengguna pada jaringan *dumb terminal NComputing*. Setiap perangkat terminal *NComputing* ditanam sebuah program *terminal client*. Program ini berperan sebagai penangkap informasi keberadaan *vSpace terminal server* sehingga perangkat pengguna dapat mengakses sumber daya *server*. Pada dasarnya, program *terminal client* bersifat *add-on* yang memungkinkan instalasi ulang dapat dilakukan apabila program tersebut rusak.

3.1.5 Perangkat Lunak *Diskless*

LTSP merupakan perangkat lunak utama yang digunakan untuk membangun *terminal server* pada jaringan *diskless* berbasis sistem operasi *Linux Ubuntu*. *LTSP* merupakan perangkat lunak *terminal server* yang bersifat *stand-alone*. *LTSP* dilengkapi beberapa aplikasi *server* yang dibutuhkan untuk memfasilitasi komunikasi *client-server* jaringan *thin client* berbasis *diskless*, seperti *DHCP server daemon*, *TFTP server daemon*, *SSH server daemon* dan *NBD server daemon*.

Distribusi alamat IP pengguna dilakukan oleh *DHCP server*. Selain itu, *DHCP server* akan didukung oleh *BOOTP* untuk menyampaikan berkas *bootstrap* ke perangkat terminal pengguna. Transaksi berkas dapat dilakukan dengan bantuan protokol *TFTP*. Apabila berkas *bootstrap* tidak sampai ke perangkat terminal pengguna, maka dapat dipastikan bahwa pengguna tidak dapat membuka sesi *desktop*. Selain itu, *TFTP* juga berfungsi untuk melangsungkan pengiriman berkas *kernel* sistem operasi dan atribut informasi sumber daya dalam jaringan *thin client*.

SSH server berperan memberikan jendela otentikasi secara aman kepada pengguna sebelum mengakses *desktop*. Keamanan diberikan *SSH server* dengan metode enkripsi terhadap data nama dan sandi pengguna. Sementara itu, *NBD server* akan memberikan alokasi virtual kepada setiap pengguna dalam penggunaan ruang media penyimpanan yang tersedia pada *server*. Hal ini dilakukan untuk menghindari konflik penggunaan ruang media penyimpanan yang sama saat mengakses *server*.

3.2 Parameter Pengukuran dalam Pengujian Jaringan *Thin Client*

Ada empat parameter yang dipertimbangkan dalam pengujian kinerja jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*, diantaranya beban rata-rata, konsumsi *CPU*, konsumsi memori dan *throughput*. Pengukuran empat parameter ini dilakukan dalam kondisi *server* diakses oleh 5 pengguna yang mengoperasikan aplikasi tertentu bersamaan. Beberapa aplikasi pengukuran dan layanan *server* diaktifkan untuk mendukung aktivitas pengujian kinerja jaringan *thin client*.

3.2.1 Beban Rata-Rata

Beban rata-rata atau *load average* merupakan parameter yang menunjukkan rata-rata jumlah beban kerja yang dieksekusi sistem pemrosesan dalam satuan waktu secara periodik. Beban rata-rata merepresentasikan rata-rata jumlah proses dalam antrian eksekusi aktif dalam *CPU*. Peninjauan parameter ini dilakukan untuk mengetahui beban kerja dalam antrian proses yang akan

dieksekusi dalam *CPU* tiap satuan waktu dari sistem berbasis *dumb terminal* dan *diskless*.

Beban rata-rata memiliki perbedaan dengan *CPU usage*. Beban rata-rata meninjau aktivitas *CPU* dari sisi beban kerja yang akan dieksekusi oleh *CPU*, sedangkan konsumsi *CPU* atau *CPU usage* meninjau aktivitas *CPU* dari sisi kapasitas *CPU* terpakai pada suatu komputer. Selain itu, beban rata-rata direpresentasikan dalam bentuk nilai rata-rata dari jumlah proses dalam selang waktu tertentu, sedangkan konsumsi *CPU* biasanya direpresentasikan dalam bentuk nilai persentase kapasitas *CPU* terpakai dalam suatu komputer.

3.2.2 Konsumsi *CPU*

Konsumsi *CPU* atau *CPU usage* merupakan parameter yang merepresentasikan perubahan besar kapasitas *CPU* yang terpakai dalam satuan waktu untuk melakukan operasi kerja sistem komputer. Perubahan besar kapasitas *CPU* biasanya direpresentasikan dalam bentuk persentase dan diukur perubahan setiap kondisinya terhadap waktu. Pada aplikasi pengukuran perubahan besar kapasitas *CPU*, jumlah keseluruhan dari konsumsi *CPU* merupakan persentase jumlah rata-rata kapasitas *CPU* yang terpakai untuk melayani aktivitas pengguna, sistem dan interaksi antara *CPU* dengan antar muka perangkat masukan dan keluaran *server*. Pengukuran besar konsumsi *CPU* bertujuan untuk meninjau besar kapasitas *CPU* terpakai pada *server* untuk melayani aktivitas kerja pengguna dalam jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*.

3.2.3 Konsumsi Memori

Konsumsi memori atau *memory usage* merupakan parameter yang merepresentasikan jumlah kapasitas memori yang terpakai selama aktivitas komputasi berlangsung dalam suatu komputer. Nilai yang ditunjukkan oleh aplikasi pengukuran konsumsi memori akan menunjukkan jumlah kapasitas memori utama dan memori *swap* yang terpakai selama aktivitas pengguna berlangsung. Pengukuran *memory usage* bertujuan untuk mengetahui perubahan kondisi dari penggunaan kapasitas memori dalam rentang waktu aktivitas pengguna mengoperasikan aplikasi tertentu dalam jaringan *thin client*.

3.2.4 Throughput

Throughput merupakan parameter yang merepresentasikan jumlah data yang ditransmisikan dari satu pengguna ke pengguna tujuan pada satu waktu. Pada pengamatan ini, *throughput* merepresentasikan jumlah data yang ditransmisikan dari *server* ke pengguna dalam jaringan *thin client*. Pengukuran *throughput* bertujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi terhadap jumlah data yang ditransmisikan *server* ke pengguna selama aktivitas pengguna dengan perangkat lunak berlangsung.

3.3 Rancangan Penggunaan Perangkat Lunak Pengujian dan Perangkat Lunak Pendukung Aktivitas Pengguna

Ada beberapa aplikasi yang digunakan untuk mengukur kinerja jaringan *thin client* berdasarkan empat parameter yang ditinjau pada pengamatan ini, diantaranya *Cacti*, *System Statistic* dan *System Monitor*. Selain aplikasi pengukuran, ada beberapa aplikasi yang ditujukan untuk memfasilitasi aktivitas multimedia oleh pengguna dalam jaringan *thin client*, seperti *Media Player*, *Packet Tracer* dan *Open Office Impress*.

3.3.1 Cacti

Cacti merupakan aplikasi pengukuran kinerja sistem komputer berbasis *web* yang bekerja dengan merekam hasil pengukuran dan menyimpannya dalam daftar basis data. Representasi hasil pengukuran akan ditampilkan dalam bentuk grafik parameter pengukuran terhadap waktu. *Cacti* memiliki kemampuan untuk mengukur dan mencatat beberapa parameter kinerja suatu komputer, seperti beban rata-rata, konsumsi memori, jumlah proses dan jumlah pengguna sistem. Pada penelitian ini, penggunaan *Cacti* hanya untuk mengukur parameter beban rata-rata dan jumlah proses.

Namun, *Cacti* memiliki keterbatasan untuk melakukan pengukuran kinerja sistem dalam rentang waktu singkat. Hal ini disebabkan *Cacti* hanya mampu mencatat dan menampilkan perubahan besar parameter dalam nilai rata-rata setiap 5 menit. Oleh karena itu, pengukuran dalam waktu kurang dari 5 menit tidak dapat dilakukan.

Ada beberapa aplikasi pendukung yang dibutuhkan *Cacti* untuk beroperasi, seperti *Web server*, *MySQL*, *SNMP daemon*, *RRD tool* dan *PHP library*. Pada pengujian ini, *Web server* yang digunakan adalah *apache2*, basis data *MySQL* versi 5.1, *PHP* versi 5, *SNMP daemon* versi 5.1 dan *RRD tool* versi 1.3.

The screenshot displays the Cacti configuration page with the following sections and settings:

- Log File Destination:** Logfile Only (dropdown)
- Web Events:**
 - Web SNMP Messages
 - Web RRD Graph Syntax
 - Graph Export Messages
- Poller Specific Logging:**
 - Poller Logging Level:** LOW - Statistics and Errors (dropdown)
 - Poller Statistics
 - Poller Warnings
 - Poller Errors
- Poller Syslog/Eventlog Selection:**
 - Syslog/Eventlog
- Required Tool Versions:**
 - SNMP Utility Version:** NET-SNMP 5.x (dropdown)
 - RRDTool Utility Version:** RRDTool 1.3.x (dropdown)
- SNMP Defaults:**
 - SNMP Version:** Not in Use (dropdown)
 - SNMP Community:** public (text input)
 - SNMP Username (v3):** (text input)
 - SNMP Password (v3):** (text input)
 - SNMP Auth Protocol (v3):** MD5 (default) (dropdown)
 - SNMP Privacy Passphrase (v3):** (text input)
 - SNMP Privacy Protocol (v3):** DES (default) (dropdown)
 - SNMP Timeout:** 500 (text input)
 - SNMP Port Number:** 161 (text input)
 - SNMP Retries:** 3 (text input)
- Other Defaults:**
 - Reindex Method for Data Queries:** Uptime Goes Backwards (dropdown)
 - Deletion Verification:** Deletion Verification

Buttons for 'cancel' and 'save' are visible at the bottom right.

Gambar 3.2 Tampilan Aplikasi *Cacti*

Secara keseluruhan, *Cacti* terdiri dari dua model operasi, yaitu model konfigurasi dan model *tree view*. Model konfigurasi digunakan untuk mengatur operasional kerja *Cacti*. Model *tree view* digunakan untuk melihat grafik data keluaran hasil pengolahan sistem.

Cacti juga memiliki beberapa menu untuk memandu pengguna mengatur sistem pengukuran, diantaranya *menu create*, *management*, *collection method*, *templates*, *import/export*, *configuration* dan *utilities*.

Menu create digunakan untuk menentukan parameter yang akan diukur dan dicatat dalam basis data *MySQL* oleh *Cacti*. *Menu management* digunakan untuk mengatur parameter hasil pengukuran yang akan ditampilkan dalam bentuk grafik pada *mode tree view*. *Menu collection method* digunakan untuk menentukan metode pencatatan dan pengukuran data. *Menu templates* digunakan untuk mengubah desain grafik yang akan ditampilkan pada menu *tree view*. *Menu*

import/eksport digunakan untuk memasukkan atau mengeluarkan hasil rekaman pengukuran dalam bentuk basis data. Sementara itu, *menu configuration* dan *utilities* digunakan untuk mengatur penggunaan aplikasi pendukung *Cacti* dan pengaturan administratif untuk kelangsungan pengukuran data pada *Cacti*.

3.3.2 System Statistic

System Statistic atau *systat* merupakan aplikasi pengukuran konsumsi CPU pada komputer yang dioperasikan melalui *terminal Ubuntu*. Pada sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.4.2, *systat* beroperasi dengan menggunakan komando terminal berupa “sar”. Hasil pengukuran akan dicatat dalam bentuk berkas teks. Pada pengamatan ini, *systat* ditujukan untuk melakukan pengukuran dan pencatatan parameter konsumsi CPU pada *server*.

Sebagaimana terlihat pada gambar 3.3, aplikasi *systat* juga mencatatkan hasil pengukuran pada terminal *Linux Ubuntu*. Parameter pengukuran akan dicatat setiap selang waktu pembaharuan tertentu. Berbeda dengan *Cacti*, *systat* dapat mencatat hasil pengukuran dengan pembaharuan data dapat dilakukan dalam skala detik, sehingga pengukuran dalam rentang waktu singkat tetap dapat dilakukan.

Selain pencatatan dilakukan dalam bentuk daftar dengan format teks, *systat* juga menampilkan perubahan setiap waktu secara langsung pada halaman *terminal Ubuntu* aktif. Pengukuran akan aktif setelah komando sar dimasukkan pada *terminal Ubuntu*. Bentuk umum komando sar adalah “sar -o <nama_file_riwayat> <rentang_pembaharuan_pengukuran> <durasi_pengukuran>”. Pada gambar 3.3, digunakan komando “sar -o test.txt 1 30”. Hal ini berarti pengukuran dilakukan dalam durasi 30 detik dengan rentang pembaharuan hasil pengukuran 1 detik dan hasil pengukuran akan disimpan pada berkas dengan nama “test.txt”.

```

root@etherboot:/home# sar -o test.txt 1 30
Linux 3.2.0-23-generic-pae (etherboot) 05/13/2012 _i686_ (4 CPU)
01:19:45 AM all 16.67 0.00 5.90 0.00 0.00 77.44
01:19:46 AM all 16.19 0.00 4.96 0.00 0.00 78.85
01:19:47 AM all 14.69 0.00 5.93 0.77 0.00 78.61
01:19:48 AM all 17.35 0.00 5.87 0.00 0.00 76.79
Average: all 16.19 0.00 5.36 0.19 0.00 78.26
root@etherboot:/home# sar -o test.txt 1 30
Linux 3.2.0-23-generic-pae (etherboot) 05/13/2012 _i686_ (4 CPU)
01:19:50 AM CPU %user %nice %system %lowalt %steal %idle
01:19:51 AM all 15.54 0.00 4.92 0.00 0.00 79.53
01:19:52 AM all 16.36 0.00 4.94 1.04 0.00 77.66
01:19:53 AM all 17.18 0.00 5.38 0.00 0.00 77.44
01:19:54 AM all 14.66 0.00 5.24 0.00 0.00 80.10
01:19:55 AM all 16.20 0.00 5.40 0.00 0.00 78.41
01:19:56 AM all 15.64 0.00 5.64 0.00 0.00 78.72
01:19:57 AM all 16.49 0.00 5.93 0.00 0.00 77.58
01:19:58 AM all 16.06 0.00 4.92 0.78 0.00 78.24
01:19:59 AM all 16.45 0.00 4.88 0.00 0.00 78.66
01:20:00 AM all 15.31 0.00 6.38 0.00 0.00 78.32
01:20:01 AM all 17.23 0.00 5.74 0.00 0.00 77.02
01:20:02 AM all 20.30 0.00 10.69 0.00 0.00 68.96
01:20:03 AM all 17.78 0.00 5.41 1.03 0.00 75.77
01:20:04 AM all 15.10 0.00 5.45 0.00 0.00 78.44
01:20:05 AM all 14.36 0.00 5.22 0.00 0.00 80.42
01:20:06 AM all 16.06 0.00 5.44 0.00 0.00 78.50
01:20:07 AM all 14.95 0.00 6.19 0.00 0.00 78.87
01:20:08 AM all 16.49 0.00 4.90 0.52 0.00 78.09
01:20:09 AM all 15.50 0.00 5.17 0.00 0.00 79.33
01:20:10 AM all 16.54 0.00 5.17 0.00 0.00 78.29
01:20:11 AM all 16.28 0.00 5.34 0.00 0.00 78.37
01:20:12 AM all 15.42 0.00 5.91 0.00 0.00 78.66
01:20:13 AM all 15.86 0.00 5.88 0.51 0.00 77.75
01:20:14 AM all 16.80 0.00 4.72 0.00 0.00 78.48
01:20:15 AM all 15.06 0.00 4.68 0.00 0.00 80.26
01:20:16 AM all 16.41 0.00 4.87 0.00 0.00 78.72
01:20:17 AM all 16.50 0.00 6.60 0.00 0.00 76.90
01:20:18 AM all 14.62 0.00 4.96 1.31 0.00 79.11
01:20:19 AM all 15.74 0.00 5.84 0.00 0.00 78.43
01:20:20 AM all 16.67 0.00 5.64 0.00 0.00 77.69
Average: all 16.16 0.00 5.59 0.17 0.00 78.08
root@etherboot:/home#

```

Gambar 3.3 Contoh Hasil Pengukuran Menggunakan Systat dengan komando `sar`

Systat akan menampilkan secara rinci perubahan kapasitas rata-rata dari *CPU* selama aktivitas pada komputer *server* aktif. Rincian kapasitas *CPU* direpresentasikan dengan penampilan perubahan persentase kapasitas *CPU* terpakai untuk aktivitas pengguna, kerja sistem, sinkronisasi dengan perangkat masukan dan keluaran dan kapasitas *CPU* yang tidak terpakai setiap waktu.

3.3.3 System Monitor

System Monitor merupakan aplikasi pengukuran yang disediakan sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.04.2 untuk menampilkan aktivitas komponen komputer, meliputi konsumsi *CPU*, *Memory usage* dan *throughput*. Pada pengamatan ini, *System Monitor* digunakan untuk mencatat *throughput* keluar dan masuk komputer *server*.



Gambar 3.4 Tampilan Aplikasi *System Monitor*

Aplikasi ini memiliki keterbatasan dalam hal ketidak-mampuan pencatatan hasil pengukuran. Oleh karena itu, hasil pengukuran harus dicatat secara tertulis oleh pengguna.

3.3.4 Aplikasi Pendukung Aktivitas Multimedia Pengguna

Ada beberapa aplikasi pendukung aktivitas multimedia yang digunakan pada pengamatan ini, seperti *Movie Player*, *Packet Tracer* dan *Open Office Impress*. Aplikasi ini digunakan untuk meninjau kinerja jaringan *thin client* untuk melayani komunikasi data video dan animasi sebagai data multimedia.

Movie Player digunakan sebagai pemutar video karena aplikasi ini tidak memerlukan instalasi yang rumit dan membutuhkan ruang media penyimpanan yang besar. Hal ini disebabkan, *Movie Player* merupakan aplikasi *freeware* yang disediakan secara langsung dalam instalasi sistem operasi berbasis *Linux Ubuntu* versi 10.04.2.

Packet Tracer merupakan aplikasi simulasi *freeware* jaringan komputer yang dikembangkan oleh *Cisco*. Simulator ini dapat melakukan simulasi aktivitas dan komunikasi perangkat jaringan komputer berbasis *Cisco*. Simulasi dilakukan

dengan menggunakan animasi pergerakan paket informasi yang ditransmisikan dalam jaringan yang dirancang pengguna. Pada pengamatan, aplikasi ini digunakan untuk mengukur kinerja jaringan *thin client* untuk melayani aktivitas pengguna terhadap aplikasi yang menyediakan operasi kerja menggunakan animasi.

Open Office Impress merupakan aplikasi perkantoran yang berlisensi *GPL open source* pada sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.04.2. Aplikasi ini disediakan secara langsung oleh instalasi sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.04.2. Pada pengamatan ini, *Open Office Impress* digunakan untuk mengukur kinerja jaringan *thin client* terhadap aktivitas pengguna memanfaatkan aplikasi berorientasi animasi. Adapun perbedaan pengamatan terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berorientasi animasi ini terdapat pada skenario pengujian yang ditentukan dalam pengamatan ini.

3.4 Skenario Pengujian Kinerja Jaringan *Thin Client*

Ada tiga kondisi yang dirancang dalam skenario pengamatan ini, diantaranya aktivitas pengguna dengan video, animasi dan animasi interaktif. Tiga skenario tersebut akan diimplementasikan dalam jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless*. Hasil pengukuran yang dilakukan pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal* dan *diskless* akan dibandingkan satu sama lain untuk menentukan metode terbaik untuk merancang jaringan *thin client* sebagai infrastruktur jaringan komputer lokal, khususnya berskala laboratorium. Terdapat 5 pengguna yang dikondisikan aktif menggunakan aplikasi pada jaringan *thin client* selama pengamatan berlangsung.

3.4.1 Pengujian dan Pengukuran Kinerja Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal* dan *Diskless* dalam Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video

Pada pengamatan ini, dilakukan pengujian kinerja jaringan *thin client* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi video. Pengukuran dilakukan dalam rentang waktu 10 menit hingga 15 menit.

Pengguna yang telah membuka sesi *desktop* pada jaringan *thin client* akan membuka aplikasi *Movie Player* dan memutar berkas “sample.mp4” yang disediakan untuk masing-masing pengguna. Pengukuran dilakukan ketika 5 pengguna telah mengoperasikan video secara bersamaan.

Pada aktivitas ini, pengguna hanya melakukan interaksi dengan perangkat masukan untuk memulai video yang akan diputar. Pengguna dikondisikan menggunakan video sebagai media visualisasi secara fokus.

Selama pengujian berlangsung, ada beberapa aplikasi yang dijalankan sistem selain *Movie Player*, diantaranya *Ubuntu Terminal*, *System Monitor* dan *Web browser Mozilla Firefox* untuk aplikasi *Cacti*. Selain itu, tentunya aktif pula aplikasi dan layanan komunikasi untuk mendukung kinerja *Dumb Terminal* dan *Diskless*, seperti *Terminal Server*, *DHCP server* dan layanan pendukung komunikasi.

3.4.2 Pengujian dan Pengukuran Kinerja Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal* dan *Diskless* dalam Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi

Pada pengamatan ini, dilakukan pengujian kinerja jaringan *thin client* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi untuk merepresentasikan informasi. Pengukuran dilakukan dalam rentang waktu 10 menit hingga 15 menit.

Pengguna yang telah membuka sesi *desktop* pada jaringan *thin client* akan membuka aplikasi *Packet Tracer* versi 5.3 dan memutar berkas “sample.pkt” yang disediakan untuk masing-masing pengguna. Pengukuran dilakukan ketika 5 pengguna telah mengoperasikan aplikasi *Packet Tracer* dalam model simulasi secara bersamaan.

Pada aktivitas ini, pengguna hanya melakukan interaksi dengan perangkat masukan untuk memulai animasi pada simulasi yang disediakan *Packet Tracer* yang akan diputar. Pengguna dikondisikan menggunakan simulasi sebagai media visualisasi secara fokus.

Selama pengujian berlangsung, ada beberapa aplikasi yang dijalankan sistem selain *Packet Tracer* versi 5.3, diantaranya *Ubuntu Terminal*, *System*

Monitor dan *Web browser Mozilla Firefox* untuk aplikasi *Cacti*. Selain itu, tentunya aktif pula aplikasi dan layanan komunikasi untuk mendukung kinerja *Dumb Terminal* dan *Diskless*, seperti *Terminal Server*, *DHCP server* dan layanan pendukung komunikasi.

3.4.3 Pengujian dan Pengukuran Kinerja Jaringan *Thin Client* Berbasis *Dumb Terminal* dan *Diskless* dalam Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif

Pada pengamatan ini, dilakukan pengujian kinerja jaringan *thin client* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi. Pengukuran dilakukan dalam rentang waktu 10 menit hingga 15 menit.

Pengguna yang telah membuka sesi *desktop* pada jaringan *thin client* akan membuka aplikasi *Open Office Impress* versi 3.2 dan memutar berkas “sample.pptx” yang disediakan untuk masing-masing pengguna. Pengukuran dilakukan ketika 5 pengguna telah mengoperasikan aplikasi *Open Office Impress* versi 3.2 dalam model operasi *slide show* secara bersamaan.

Pada aktivitas ini, pengguna diperkenankan berinteraksi dengan perangkat masukan dan keluaran pengguna untuk mengendalikan halaman presentasi. Pemindahan antar halaman presentasi dilakukan secara acak oleh pengguna. Pengguna dikondisikan menggunakan pemutar presentasi sebagai media visualisasi secara fokus.

Selama pengujian berlangsung, ada beberapa aplikasi yang dijalankan sistem selain *Open Office Impress* versi 3.2, diantaranya *Ubuntu Terminal*, *System Monitor* dan *Web browser Mozilla Firefox* untuk aplikasi *Cacti*. Selain itu, tentunya aktif pula aplikasi dan layanan komunikasi untuk mendukung kinerja *Dumb Terminal* dan *Diskless*, seperti *Terminal Server*, *DHCP server* dan layanan pendukung komunikasi.

BAB 4
PENGUKURAN DAN ANALISIS KINERJA JARINGAN *THIN CLIENT*
BERBASIS *DUMB TERMINAL* DAN *DISKLESS*

4.1 Hasil Pengukuran dan Analisa Kinerja Sumber Daya Jaringan *Thin Client* untuk Aktivitas Berbasis Video

Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video dilakukan dengan melakukan pemutaran berkas video dengan format *MPEG4* menggunakan aplikasi *Movie Player* pada sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.04.2. Pengukuran dilakukan selama 750 detik pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing* dan *diskless*.

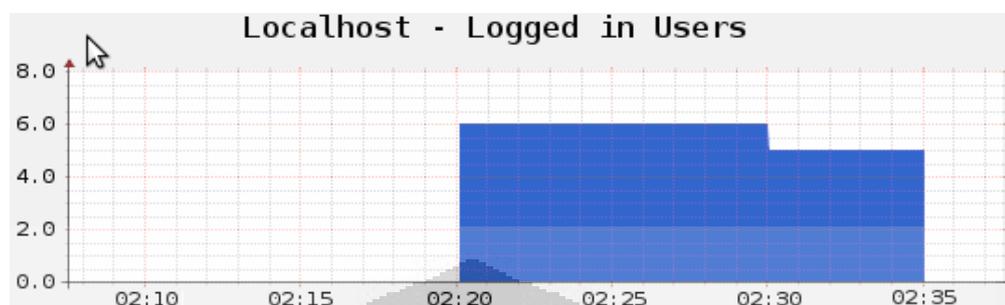
Kegiatan pengukuran terhadap aktivitas berbasis animasi pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing* dilakukan pada hari senin tanggal 21 Mei 2012 hingga sabtu tanggal 26 Mei 2012. Sementara itu, kegiatan pengukuran aktivitas berbasis animasi pada jaringan *thin client* berbasis *diskless* dilakukan pada hari senin tanggal 28 Mei 2012 hingga sabtu tanggal 2 Juni 2012.

Pengukuran dilakukan pada sistem jaringan *thin client* dengan jumlah pengguna keseluruhan 6 pengguna (1 server dan 5 pengguna). Ada beberapa aplikasi yang diaktifkan saat pengukuran berlangsung diantaranya *Movie Player*, *Cacti*, *System Statistic* dan *System Monitor*. Data yang diambil pada pengukuran ini merupakan data yang dihasilkan saat lima pengguna sudah mengoperasikan video pada perangkat terminal pengguna masing-masing secara bersamaan.

Pengaturan dalam pengukuran dilakukan dengan menyesuaikan durasi pengambilan data dan rentang pembaharuan data. Pada pengujian ini, pengukuran menggunakan aplikasi *System Monitor* dan *System Statistic* ditentukan rentang waktu pembaharuan data setiap 25 detik dengan durasi 750 detik, sedangkan pengukuran dengan *Cacti* dilakukan dengan rentang waktu pembaharuan setiap 5 menit dan durasi pengambilan data selama 15 menit. Pengujian dilakukan sebanyak 10 pengujian ulang untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video.

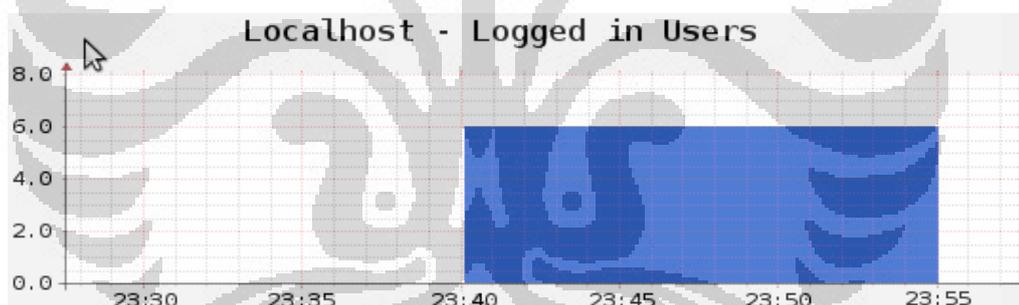
Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada jaringan *dumb terminal* mengalami gangguan berupa satu atau lebih pengguna mengalami putus

sambungan dengan *server* setelah pemutaran video berlangsung selama 10 menit durasi pengujian. Gambar 4.1 menunjukkan perubahan jumlah pengguna yang mengakses server saat pengujian berlangsung.



Gambar 4.1 Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses *Server* pada Jaringan *Dumb Terminal* untuk Aktivitas Berbasis Video

Namun, hal tersebut tidak dialami pengguna yang melakukan aktivitas dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *diskless*. Aktivitas pengguna berlangsung dengan kondusif yang ditandai dengan tidak ada pengguna yang mengalami putus sambungan dengan *server* selama pengujian berlangsung. Hal ini ditunjukkan oleh grafik pengguna pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses *Server* pada Jaringan *Diskless* untuk Aktivitas Berbasis Video

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh jumlah rata-rata dari 10 pengujian proses aktif yang dihasilkan dari aktivitas pengguna dengan aplikasi video pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing sebesar 495,8 proses dan 463,4 proses. Selain itu, jumlah rata-rata beban eksekusi proses pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing sebesar 17,36 beban eksekusi dan 3,48 beban eksekusi.

Terdapat selisih jumlah proses aktif dan beban rata-rata eksekusi masing-masing sebesar 32,4 proses dan 13,48 beban eksekusi untuk melayani aktivitas berbasis video. Demikian, Aktivitas pengguna yang berlangsung pada sistem

jaringan *dumb terminal* menghasilkan tingkat kesibukkan sistem pemrosesan *server* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Rata-Rata Proses Aktif dan Beban Ekskusi Prosesor dari 10 Iterasi Pengujian Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video

Parameter Pengukuran Iterasi Pengujian	Aktivitas Video pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i>		Aktivitas Video pada Jaringan <i>Diskless</i>	
	Beban Rata-Rata	Proses Aktif	Beban Rata-Rata	Proses Aktif
1	12,75	512	5,55	467
2	5,34	461	2,72	469
3	6,34	472	3,27	466
4	33,59	532	3,02	463
5	6,20	489	3,21	468
6	39,13	514	2,53	467
7	6,99	472	3,63	449
8	6,24	479	3,94	469
9	33,91	511	2,15	448
10	23,12	516	4,76	468

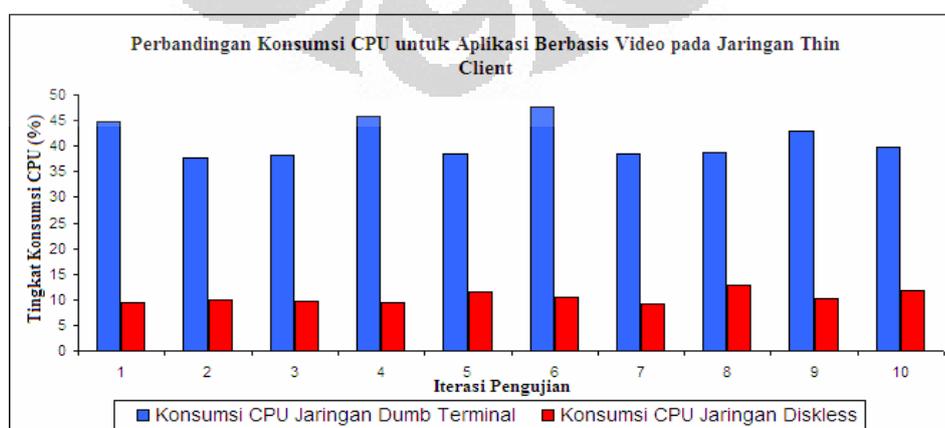
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa keseluruhan aplikasi dan layanan yang beroperasi untuk mendukung aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *dumb terminal* menghasilkan jumlah proses yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Kondisi ini menyebabkan ruang memori pada *server* yang dibutuhkan aktivitas pengguna pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*.

Hasil pengukuran terhadap persentase konsumsi rata-rata dari 10 iterasi pengujian aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *dumb terminal* dan sistem jaringan *diskless* masing-masing sebesar 41,26 % dan 10,48 %. Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian terhadap konsumsi *CPU* dalam aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *thin client*.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Konsumsi *CPU* dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video

Konsumsi <i>CPU</i> Hasil Pengukuran	Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Video pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (%)	Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Video pada Jaringan <i>Diskless</i> (%)
1	44,81	9,50
2	37,82	10,04
3	38,13	9,57
4	45,81	9,42
5	38,48	11,54
6	47,51	10,57
7	38,39	9,26
8	38,79	12,92
9	43,01	10,27
10	39,82	11,72

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kapasitas *CPU* rata-rata yang dibutuhkan untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beban eksekusi rata-rata pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Gambar 4.3 menunjukkan tingkat konsumsi *CPU* rata-rata pada sistem jaringan *dumb terminal* selalu lebih besar dibandingkan dengan aktivitas serupa pada sistem jaringan *diskless* dari setiap pengujian.



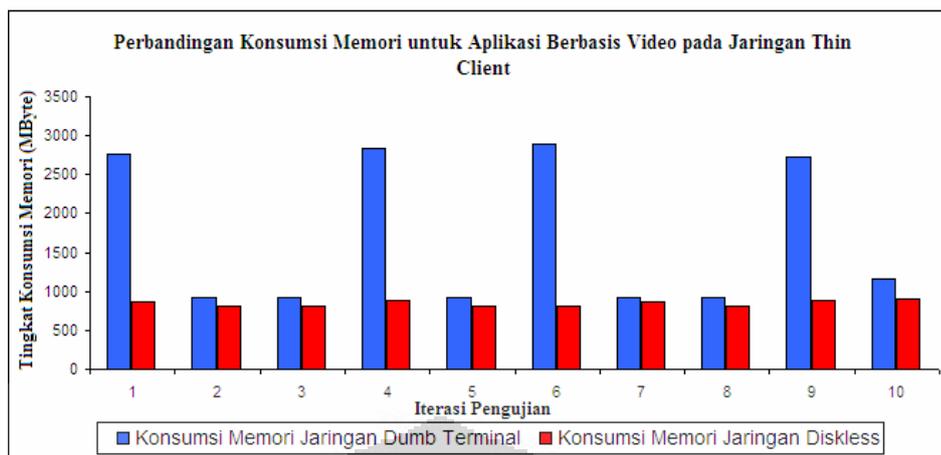
Gambar 4.3 Perbandingan Konsumsi *CPU* dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video

Hasil pengukuran terhadap konsumsi memori rata-rata dari 10 iterasi pengujian aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *dumb terminal* dan sistem jaringan *diskless* masing-masing sebesar 1548,47 MB dan 847,29 MB. Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian terhadap konsumsi memori dari aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *thin client*.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Konsumsi Memori dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video

Konsumsi Memori Hasil Pengukuran	Konsumsi Memori dari Aktivitas Video pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (MByte)	Konsumsi Memori dari Aktivitas Video pada Jaringan <i>Diskless</i> (MByte)
1	2762,42	866,51
2	924,04	815,79
3	919,23	816,53
4	2833,87	879,73
5	918,41	817,36
6	2899,02	817,27
7	915,41	862,38
8	915,73	817,33
9	2728,33	886,39
10	1168,24	893,62

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kapasitas memori yang dibutuhkan untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Hal ini dapat disebabkan oleh proses aktif pada *server* jaringan *dumb terminal* yang lebih besar dibandingkan *server* jaringan *diskless*. Gambar 4.4 menunjukkan sistem jaringan *dumb terminal* selalu memiliki konsumsi memori yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*.



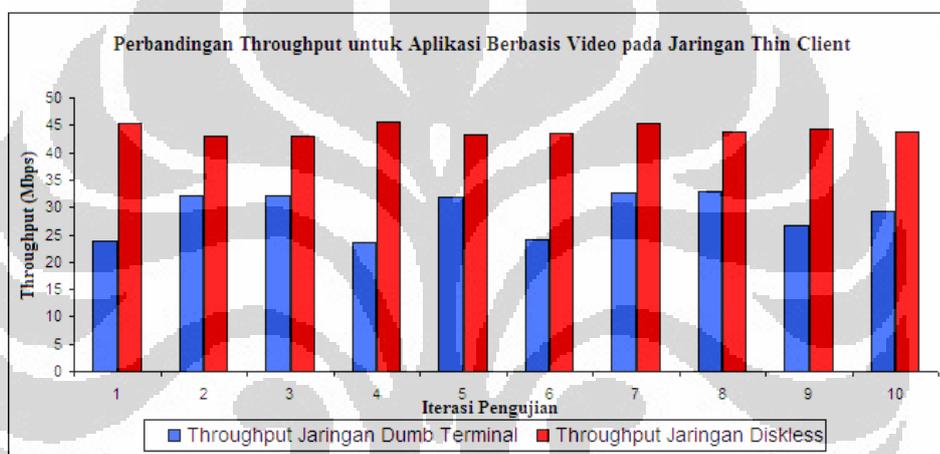
Gambar 4.4 Perbandingan Konsumsi Memori dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video

Selain itu, hasil pengukuran juga menunjukkan besar *throughput* yang dihasilkan *server* untuk mendistribusikan data hasil pemrosesan ke setiap pengguna. *Throughput* rata-rata dari 10 pengujian yang dihasilkan *server* jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing bernilai sebesar 28,95 Mbps dan 44.12 Mbps. Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengukuran *throughput* dari setiap pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video pada jaringan *thin client*.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Throughput dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video

Throughput Hasil Pengukuran	Throughput dari Aktivitas Video pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (Mbps)	Throughput dari Aktivitas Video pada Jaringan <i>Diskless</i> (Mbps)
1	23,95	45,46
2	32,06	42,98
3	32,16	42,98
4	23,64	45,56
5	31,87	43,25
6	24,21	43,56
7	32,74	45,39
8	32,80	43,81
9	26,78	44,36
10	29,33	43,89

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *throughput* yang dihasilkan *server dumb terminal* lebih kecil dibandingkan *throughput* yang dihasilkan *server diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video. Kondisi ini dapat terjadi akibat pengaruh fenomena pengguna jaringan *dumb terminal* yang mengalami putus sambungan dengan *server*. Sebab, pengurangan jumlah pengguna dalam jaringan akan mengurangi jumlah data hasil pemrosesan yang harus didistribusikan ke setiap pengguna. Gambar 4.5 menunjukkan perbandingan *throughput* yang dihasilkan jaringan *dumb terminal* dan *diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video selama waktu pengujian.



Gambar 4.5 Perbandingan *Throughput* dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Video

Demikian, diketahui bahwa komunikasi data antara *server* dan pengguna pada jaringan *diskless* dapat berlangsung lebih baik dibandingkan dengan komunikasi serupa pada jaringan *dumb terminal*.

Secara keseluruhan, kinerja sistem jaringan *diskless* lebih baik dibandingkan sistem jaringan *dumb terminal* yang berbasis *NComputing L 300* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video. Hal ini ditunjukkan oleh kinerja pemrosesan dan komunikasi antara *server* dan pengguna pada sistem jaringan *diskless* mampu melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video secara kondusif selama pengujian.

4.2 Hasil Pengukuran dan Analisa Kinerja Sumber Daya Jaringan *Thin Client* untuk Aktivitas Berbasis Animasi

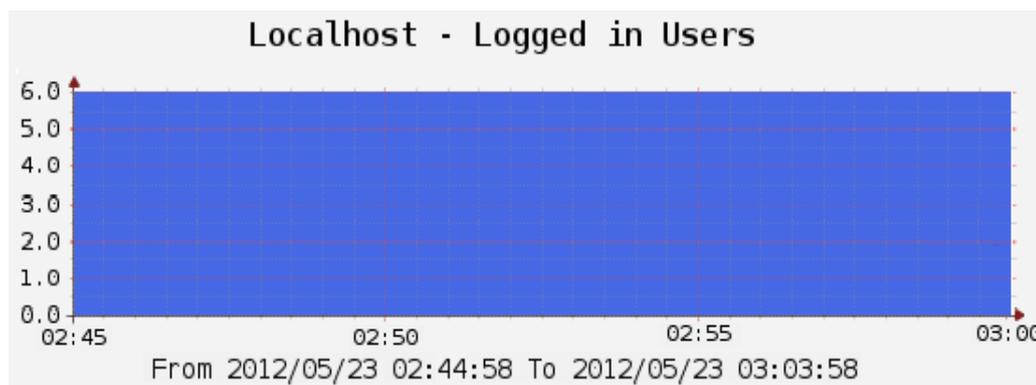
Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi dilakukan dengan melakukan simulasi jaringan komputer dengan aplikasi *Packet Tracer* versi 5.3 pada sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.04.2. Pengukuran dilakukan selama 750 detik pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing* dan *diskless*.

Kegiatan pengukuran terhadap aktivitas berbasis animasi pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing* dilakukan pada hari senin tanggal 21 Mei 2012 hingga sabtu tanggal 26 Mei 2012. Sementara itu, kegiatan pengukuran aktivitas berbasis animasi pada jaringan *thin client* berbasis *diskless* dilakukan pada hari senin tanggal 28 Mei 2012 hingga sabtu tanggal 2 Juni 2012.

Pengukuran dilakukan dalam kondisi sistem jaringan *thin client* dengan jumlah pengguna keseluruhan 6 pengguna (1 server dan 5 pengguna). Ada beberapa aplikasi yang diaktifkan saat pengukuran dilangsungkan diantaranya *Packet Tracer*, *Cacti*, *System Statistic* dan *System Monitor*. Data yang diambil pada pengukuran ini merupakan data yang dihasilkan saat lima pengguna sudah mengoperasikan animasi pada perangkat terminal pengguna masing-masing secara bersamaan.

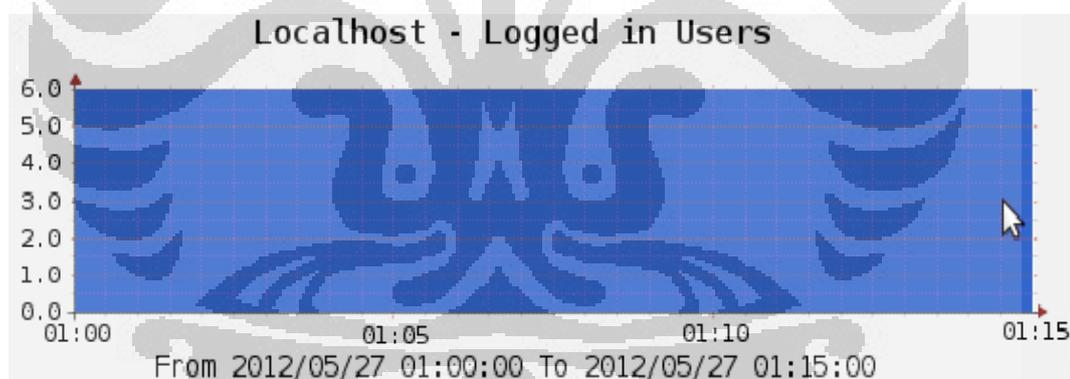
Pengaturan dalam pengukuran dilakukan dengan menyesuaikan durasi pengambilan data dan rentang pembaharuan data. Pada pengujian ini, pengukuran menggunakan aplikasi *System Monitor* dan *System Statistic* ditentukan rentang waktu pembaharuan data setiap 25 detik dengan durasi 750 detik, sedangkan pengukuran dengan *Cacti* dilakukan dengan rentang waktu pembaharuan setiap 5 menit dan durasi pengambilan data selama 15 menit. Pengujian dilakukan sebanyak 10 pengujian ulang untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi.

Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi dapat berlangsung dengan baik dan kondusif pada sistem jaringan *dumb terminal NComputing* dan *diskless*. Grafik yang ditunjukkan gambar 4.6 dan 4.7 menggambarkan kondisi yang terjadi selama pengukuran berlangsung pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless*.



Gambar 4.6 Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses *Server* pada Jaringan *Dumb Terminal* untuk Aktivitas Berbasis Animasi

Aktivitas pengguna dengan aplikasi *Packet Tracer* berlangsung dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pemantauan yang mengungkapkan tidak ada pengguna yang mengalami putus sambungan selama durasi pengujian aktivitas tersebut dengan *Cacti*. Aplikasi dapat beroperasi pada *server* dan ditampilkan pada layar sehingga setiap pengguna dapat mengamati proses komunikasi antar perangkat dalam jaringan melalui simulasi pada *Packet Tracer* secara berkelanjutan.



Gambar 4.7 Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses *Server* pada Jaringan *Diskless* untuk Aktivitas Berbasis Animasi

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh jumlah rata-rata dari 10 pengujian terhadap proses aktif yang dihasilkan dari aktivitas pengguna dengan aplikasi animasi pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing sebesar 475.4 proses dan 437,5 proses. Selain itu, jumlah rata-rata beban eksekusi proses pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing sebesar 4,78 beban eksekusi dan 3.63 beban eksekusi.

Terdapat selisih jumlah proses aktif dan beban rata-rata eksekusi masing-masing sebesar 38,4 proses dan 1,15 beban eksekusi untuk melayani aktivitas

berbasis animasi. Demikian, aktivitas pengguna yang berlangsung pada sistem jaringan *dumb terminal* menghasilkan tingkat kesibukan lebih besar dibandingkan aktivitas serupa pada sistem jaringan *diskless*.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Rata-Rata Proses Aktif dan Beban Ekskusi Prosesor dari 10 Iterasi Pengujian Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi

Parameter Pengukuran Iterasi Pengujian	Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i>		Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Diskless</i>	
	Beban Rata-Rata	Proses Aktif	Beban Rata-Rata	Proses Aktif
1	3.05	483	3.54	473
2	3.21	482	2.51	476
3	3.34	469	3.00	489
4	4.81	462	4.49	488
5	6.27	481	3.40	4.67
6	5.94	472	4.04	486
7	6.10	482	3.19	487
8	4.89	466	4.88	489
9	6.83	478	3.61	492
10	3.40	479	3.62	490

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa keseluruhan aplikasi dan layanan yang beroperasi untuk mendukung aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada sistem jaringan *dumb terminal* menghasilkan jumlah proses yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Kondisi ini menuntut ruang memori pada *server* yang dibutuhkan untuk aktivitas pengguna pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan aktivitas pengguna pada jaringan *diskless*.

Selain itu, beban rata-rata eksekusi dari aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi menyebabkan tingkat kesibukan sistem pemrosesan pada *server* jaringan *dumb terminal* lebih tinggi dibandingkan *server* jaringan *diskless*.

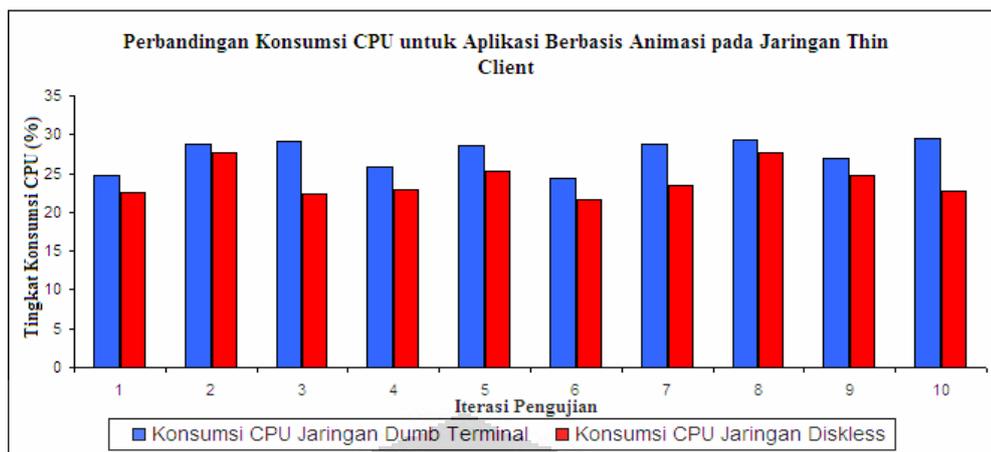
Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh persentase konsumsi *CPU* rata-rata dari 10 iterasi pengujian aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi

pada sistem jaringan *dumb terminal* dan sistem jaringan *diskless* masing-masing sebesar 27,63 % dan 24,09 %. Tabel 4.6 menunjukkan tingkat konsumsi *CPU* dalam aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada sistem jaringan *thin client*.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Konsumsi *CPU* dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi

Konsumsi <i>CPU</i> Hasil Pengukuran	Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (%)	Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Diskless</i> (%)
1	24.80	22.59
2	28.83	27.61
3	29.09	22.30
4	25.80	22.97
5	28.63	25.25
6	24.43	21.57
7	28.85	23.41
8	29.30	27.67
9	26.98	24.73
10	29.54	22.76

Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsumsi *CPU* rata-rata untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Gambar 4.3 menunjukkan tingkat konsumsi *CPU* rata-rata pada sistem jaringan *dumb terminal* selalu lebih besar dibandingkan dengan aktivitas serupa pada sistem jaringan *diskless* dari setiap pengujian.



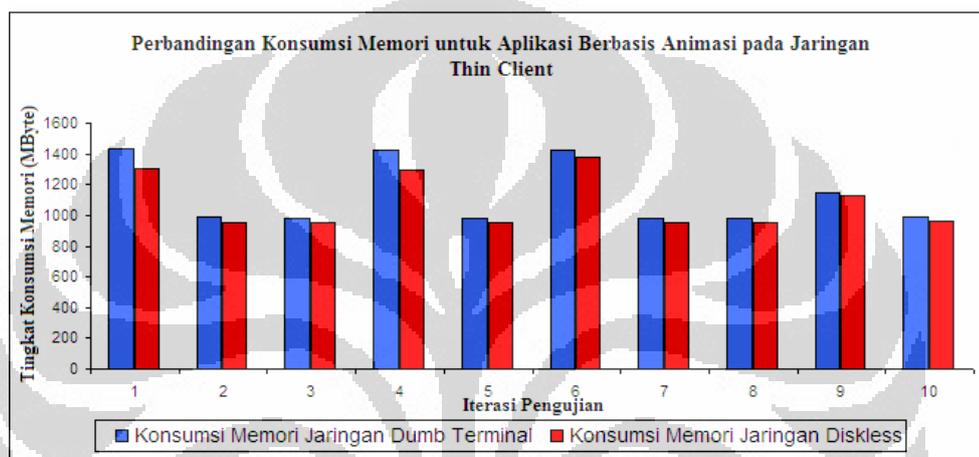
Gambar 4.8 Perbandingan Konsumsi *CPU* dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi

Hasil pengukuran terhadap konsumsi memori rata-rata dari 10 iterasi pengujian aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada sistem jaringan *dumb terminal* dan sistem jaringan *diskless* masing-masing sebesar 1132,42 MB dan 1083,55 MB. Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian terhadap konsumsi memori dalam aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada sistem jaringan *thin client*.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsumsi Memori dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi

Konsumsi Memori Hasil Pengukuran	Konsumsi Memori dari Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (Mbyte)	Konsumsi Memori dari Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Diskless</i> (MByte)
1	1433.00	1300.00
2	991.61	953.44
3	981.91	953.41
4	1426.62	1297.30
5	977.05	953.36
6	1423.77	1378.00
7	976.67	953.71
8	982.33	953.75
9	1142.37	1128.53
10	988.84	963.98

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kapasitas memori yang dibutuhkan untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Hal ini dapat disebabkan oleh jumlah proses aktif yang dihasilkan oleh sistem *dumb terminal* yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Gambar 4.9 menunjukkan sistem jaringan *dumb terminal* selalu memiliki konsumsi memori yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*.



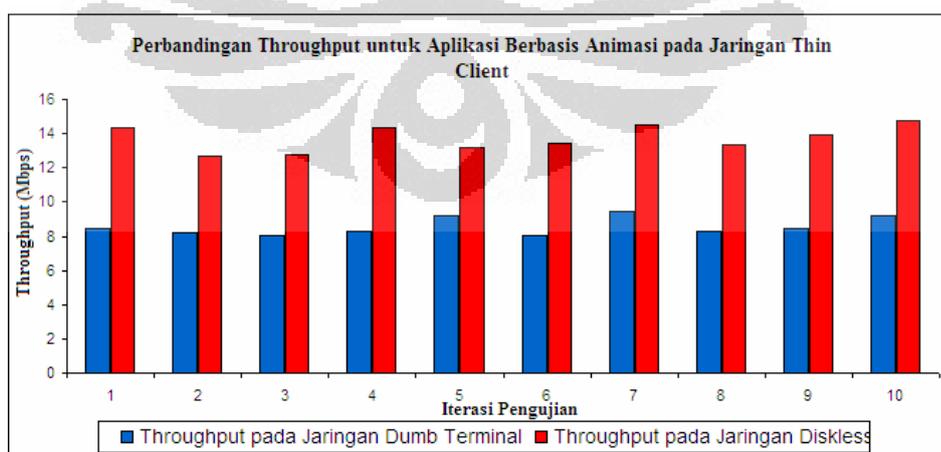
Gambar 4.9 Perbandingan Konsumsi Memori dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi

Selain itu, hasil pengukuran terhadap besar *throughput* yang dihasilkan *server* untuk meneruskan data hasil pemrosesan ke pengguna. *Throughput* rata-rata dari 10 pengujian yang dihasilkan *server* jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing bernilai sebesar 8,57 Mbps dan 13,73 Mbps. Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengukuran *throughput* dari setiap pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi pada jaringan *thin client*.

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran *Throughput* dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi

<i>Throughput</i> Hasil Pengukuran	<i>Throughput</i> dari Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (Mbps)	<i>Throughput</i> dari Aktivitas Animasi pada Jaringan <i>Diskless</i> (Mbps)
1	8.44	14.36
2	8.22	12.67
3	8.05	12.79
4	8.28	14.38
5	9.24	13.19
6	8.03	13.42
7	9.48	14.51
8	8.29	13.34
9	8.45	13.93
10	9.23	14.72

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *throughput* yang dihasilkan *server dumb terminal* lebih kecil dibandingkan *throughput* yang dihasilkan *server diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi. Gambar 4.10 menunjukkan perbandingan *throughput* yang dihasilkan jaringan *dumb terminal* dan *diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi selama waktu pengujian.



Gambar 4.10 Perbandingan *Throughput* dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi

Berdasarkan kondisi yang diperoleh dari seluruh pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi yang beroperasi pada sistem jaringan *dumb terminal* cenderung menuntut kapasitas *CPU* dan memori lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Namun, throughput yang dihasilkan *server* jaringan *dumb terminal* lebih kecil dibandingkan dengan *server* jaringan *diskless*.

Kondisi ini dapat disebabkan oleh mekanisme pemrosesan data pada *server dumb terminal* berlangsung dalam tahapan komputasi yang lebih kompleks dibandingkan *server diskless*. Selain itu, kemampuan *vSpace terminal server* dalam merekayasa data dalam pemrosesan untuk menghasilkan data yang didistribusikan ke pengguna berukuran lebih kecil dibandingkan dengan distribusi data pada jaringan *diskless*.

Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi dapat dilakukan pada sistem jaringan *dumb terminal* berbasis *NComputing* dan sistem jaringan *diskless*.

4.3 Hasil Pengukuran dan Analisa Kinerja Sumber Daya Jaringan *Thin Client* untuk Aktivitas Berbasis Animasi Interaktif

Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif dilakukan dengan melakukan pemutaran berkas presentasi dengan format *pptx* menggunakan aplikasi *Open Office Impress* versi 3.2 pada sistem operasi *Linux Ubuntu* versi 10.04.2. Pengguna diperkenankan melakukan pemindahan halaman baca antar halaman presentasi secara acak dengan menggunakan masukan berupa *mouse click* atau *keystroke*. Pengukuran dilakukan selama 750 detik pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing* dan *diskless*.

Kegiatan pengukuran terhadap aktivitas berbasis animasi pada jaringan *thin client* berbasis *dumb terminal NComputing* dilakukan pada hari senin tanggal 21 Mei 2012 hingga sabtu tanggal 26 Mei 2012. Sementara itu, kegiatan pengukuran aktivitas berbasis animasi pada jaringan *thin client* berbasis *diskless* dilakukan pada hari senin tanggal 28 Mei 2012 hingga sabtu tanggal 2 Juni 2012.

Pengukuran dilakukan pada sistem jaringan *thin client* dengan jumlah pengguna keseluruhan 6 pengguna (1 server dan 5 pengguna). Ada beberapa

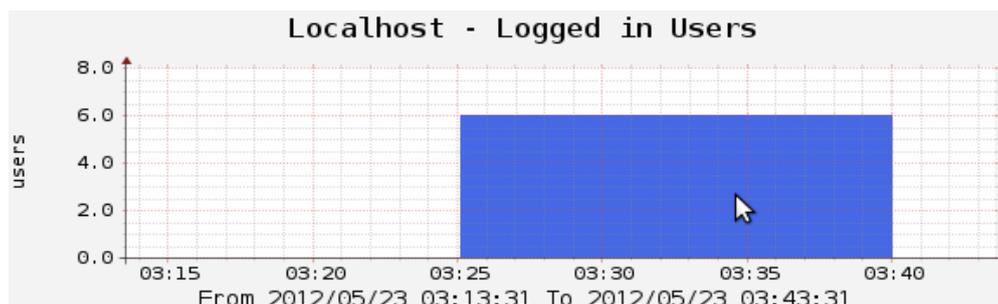
aplikasi yang diaktifkan saat pengukuran berlangsung diantaranya *Open Office Impress* versi 3.2, *Cacti*, *System Statistic* dan *System Monitor*. Data yang diambil saat pengukuran merupakan data yang dihasilkan saat lima pengguna sudah mengoperasikan *Open Office Impress* versi 3.2 untuk menampilkan presentasi dalam model *slide show* pada masing-masing perangkat terminal pengguna secara bersamaan.

Pengaturan dalam pengukuran dilakukan dengan menyesuaikan durasi pengambilan data dan rentang pembaharuan data. Pada pengujian ini, pengukuran menggunakan aplikasi *System Monitor* dan *System Statistic* ditentukan rentang waktu pembaharuan data setiap 25 detik dengan durasi 750 detik, sedangkan pengukuran dengan *Cacti* dilakukan dengan rentang waktu pembaharuan setiap 5 menit dan durasi pengambilan data selama 15 menit. Pengujian dilakukan sebanyak 10 pengujian ulang untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif.

Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif berlangsung dengan baik dan kondusif pada sistem jaringan *dumb terminal NComputing* dan *diskless*. Hal ini ditandai dengan tidak ada pengguna yang mengalami masalah teknis, seperti putus sambungan dengan server, selama durasi waktu pengujian. Gambar 4.11 dan 4.12 menunjukkan hasil pemantauan akses pengguna dalam jaringan *dumb terminal* dan *diskless*.



Gambar 4.11 Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses *Server* pada Jaringan *Dumb Terminal* untuk Aktivitas Berbasis Animasi Interaktif



Gambar 4.12 Hasil Pemantauan Jumlah Pengguna yang Mengakses *Server* pada Jaringan *Diskless* untuk Aktivitas Berbasis Animasi Interaktif

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh jumlah rata-rata dari 10 pengujian terhadap proses aktif yang dihasilkan dari aktivitas pengguna dengan aplikasi animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing sebesar 480.1 proses dan 459,4 proses. Selain itu, jumlah rata-rata beban eksekusi proses pada sistem jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing sebesar 6.54 beban eksekusi dan 3.19 beban eksekusi.

Terdapat selisih jumlah proses aktif dan beban rata-rata eksekusi masing-masing sebesar 20,7 proses dan 3,35 beban eksekusi untuk melayani aktivitas berbasis animasi interaktif. Demikian, aktivitas pengguna yang berlangsung pada sistem jaringan *dumb terminal* menghasilkan tingkat kesibukan lebih besar dibandingkan aktivitas serupa pada sistem jaringan *diskless*. Tabel 4.9 menunjukkan beban eksekusi rata-rata dan jumlah proses yang dihasilkan dalam aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *thin client*.

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Rata-Rata Proses Aktif dan Beban Eksekusi Prosesor dari 10 Iterasi Pengujian Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif

Parameter Pengukuran Iterasi Pengujian	Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i>		Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Diskless</i>	
	Beban Rata-Rata	Proses Aktif	Beban Rata-Rata	Proses Aktif
1	9,76	483	4,07	455
2	5,94	470	2,22	445
3	6,11	470	3,27	457
4	4,21	468	3,04	452
5	5,81	496	3,36	461
6	9,48	475	3,79	452
7	6,26	489	3,25	471
8	5,70	472	3,57	463
9	5,93	495	2,09	470
10	6,24	483	3,28	468

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa keseluruhan aplikasi dan layanan yang beroperasi untuk mendukung aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* menghasilkan jumlah proses yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Kondisi ini menuntut ruang memori pada *server* yang dibutuhkan untuk aktivitas pengguna pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan aktivitas pengguna pada jaringan *diskless*.

Selain itu, beban rata-rata eksekusi dari aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif menyebabkan tingkat kesibukkan sistem pemrosesan pada *server* jaringan *dumb terminal* lebih tinggi dibandingkan *server* jaringan *diskless*.

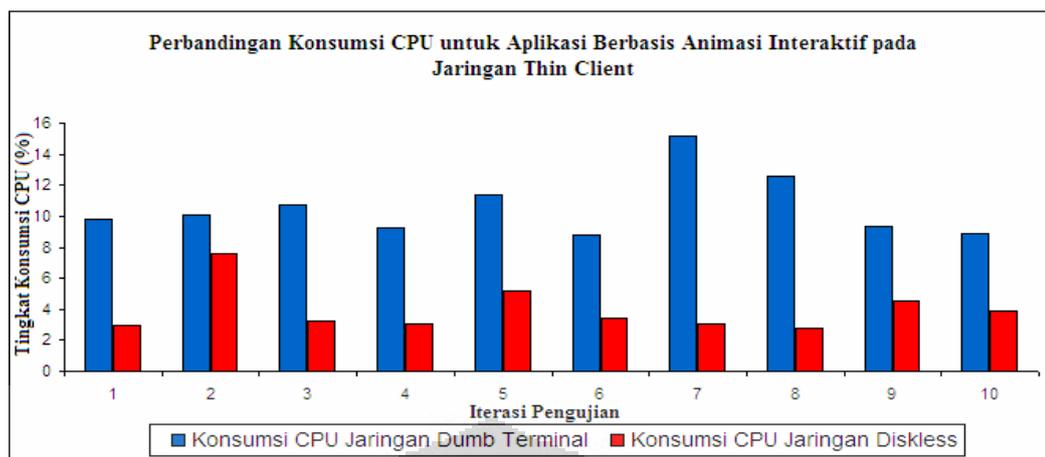
Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh persentase konsumsi *CPU* rata-rata dari 10 iterasi pengujian aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* dan sistem jaringan *diskless* masing-masing sebesar 10,61 % dan 3,96 %. Tabel 4.10 menunjukkan tingkat

konsumsi *CPU* dalam aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *thin client*.

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Konsumsi *CPU* dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif

Konsumsi <i>CPU</i> Hasil Pengukuran	Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (%)	Konsumsi <i>CPU</i> dari Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Diskless</i> (%)
1	9,79	2,99
2	10,08	7,62
3	10,72	3,20
4	9,24	3,09
5	11,36	5,14
6	8,82	3,47
7	15,19	3,01
8	12,60	2,73
9	9,37	4,51
10	8,91	3,85

Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsumsi *CPU* rata-rata untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Gambar 4.13 menunjukkan tingkat konsumsi *CPU* rata-rata pada sistem jaringan *dumb terminal* selalu lebih besar dibandingkan dengan aktivitas serupa pada sistem jaringan *diskless* dari setiap pengujian.



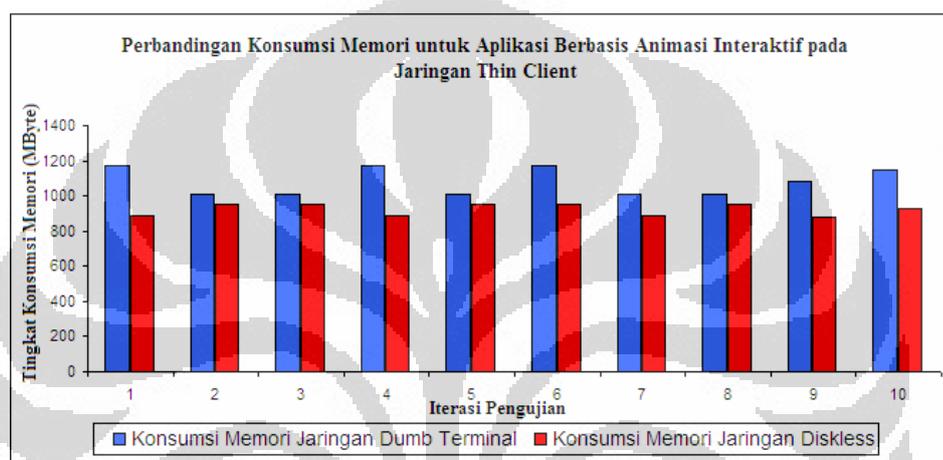
Gambar 4.13 Perbandingan Konsumsi *CPU* dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif

Hasil pengukuran tingkat konsumsi memori rata-rata dari 10 pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* dan sistem jaringan *diskless* masing-masing sebesar 1132,42 MB dan 923,63 MB. Tabel 4.11 menunjukkan rincian hasil pengujian terhadap konsumsi memori dari aktivitas pengguna tersebut.

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Konsumsi Memori dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif

Konsumsi Memori Hasil Pengukuran	Konsumsi Memori dari Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (Mbyte)	Konsumsi Memori dari Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Diskless</i> (Mbyte)
1	1171.79	885.39
2	1012.22	953.46
3	1012.27	953.40
4	1172.60	886.20
5	1012.62	953.36
6	1176.03	953.76
7	1012.82	889.63
8	1012.95	954.05
9	1082.23	879.64
10	1146.81	927.40

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kapasitas memori yang dibutuhkan untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Hal ini dapat disebabkan oleh jumlah proses aktif yang dihasilkan oleh sistem *dumb terminal* yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*. Gambar 4.14 menunjukkan sistem jaringan *dumb terminal* selalu memiliki tingkat konsumsi memori yang lebih besar dibandingkan sistem jaringan *diskless*.



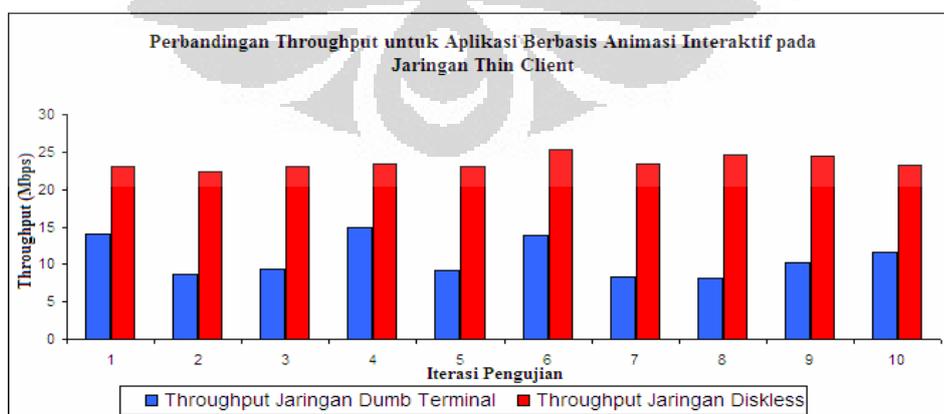
Gambar 4.14 Perbandingan Konsumsi Memori dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif

Selain itu, hasil pengukuran terhadap besar *throughput* yang dihasilkan *server* untuk meneruskan data hasil pemrosesan ke pengguna. *Throughput* rata-rata dari 10 pengujian yang dihasilkan *server* jaringan *dumb terminal* dan *diskless* masing-masing bernilai sebesar 10,85 Mbps dan 23,59 Mbps. Tabel 4.12 menunjukkan rincian hasil pengukuran *throughput* dari setiap pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif.

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Throughput dalam 10 Iterasi Pengujian untuk Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif

<i>Throughput</i> Hasil Pengukuran	<i>Throughput</i> dari Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Dumb Terminal</i> (Mbps)	<i>Throughput</i> dari Aktivitas Animasi Interaktif pada Jaringan <i>Diskless</i> (Mbps)
1	14.01	23.04
2	8.73	22.38
3	9.36	23.06
4	14.93	23.47
5	9.26	23.05
6	13.92	25.24
7	8.25	23.40
8	8.18	24.65
9	10.26	24.37
10	11.63	23.19

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *throughput* yang dihasilkan *server dumb terminal* lebih kecil dibandingkan *throughput* yang dihasilkan *server diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi. Gambar 4.15 menunjukkan perbandingan *throughput* yang dihasilkan jaringan *dumb terminal* dan *diskless* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi selama waktu pengujian.



Gambar 4.15 Perbandingan *Throughput* dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Animasi Interaktif

Keseluruhan hasil pengukuran menunjukkan adanya kesamaan kondisi yang terjadi pada aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif dengan aplikasi berbasis animasi. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kecenderungan konsumsi *CPU* dan memori untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih besar dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*. Sementara itu, *throughput* dari *server* ke pengguna pada sistem jaringan *dumb terminal* lebih kecil dibandingkan sistem jaringan *diskless*.

Kondisi ini dapat disebabkan oleh mekanisme pemrosesan data pada *server dumb terminal* berlangsung dalam tahapan komputasi yang lebih kompleks dibandingkan *server diskless*. Selain itu, kemampuan *vSpace terminal server* dalam merekayasa data dalam pemrosesan untuk menghasilkan data yang didistribusikan ke pengguna berukuran lebih kecil dibandingkan dengan distribusi data pada jaringan *diskless*.

Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif dapat dilakukan pada sistem jaringan *dumb terminal* berbasis *NComputing* dan sistem jaringan *diskless*.

4.4 Analisa Efisiensi Konsumsi Sumber Daya Jaringan *Thin Client* untuk Melayani Aktivitas *Multimedia*

Berdasarkan hasil pengukuran, besar konsumsi *CPU*, memori dan konsumsi kapasitas media transmisi dapat direpresentasikan dalam bentuk presentase untuk mengetahui tingkat konsumsi sumber daya jaringan *thin client*. Perhitungan tingkat konsumsi *CPU* tidak memerlukan perumusan matematis, karena hasil pengukuran dari aplikasi *System Statistic* sudah direpresentasikan dalam bentuk persentase. Sementara itu, perumusan matematis yang digunakan untuk menghitung persentase tingkat konsumsi memori mengikuti persamaan 1.

$$\text{Tingkat Konsumsi Memori (\%)} = \frac{\text{Kapasitas Memori Terpakai (MByte)}}{\text{Total Kapasitas Memori (MByte)}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

Total kapasitas memori merupakan jumlah kapasitas memori utama dan kapasitas memori *swap*. Pada *server* jaringan *thin client* digunakan memori utama

berkapasitas sebesar 3,3 GB dan memori *swap* berkapasitas 3,7 GB. Jadi, jumlah memori yang disediakan untuk sistem jaringan *thin client* sebesar 7,0 GB. Tingkat konsumsi media transmisi dihitung dengan mengikuti perumusan matematis pada persamaan 2 :

$$\text{Tingkat Konsumsi Media Transmisi (\%)} = \frac{\text{Throughput Server-Client (Mbps)}}{\text{Jumlah Kapasitas Media Transmisi (Mbps)}} \times 100\% \quad \dots(2)$$

Pada penelitian ini, media transmisi yang digunakan adalah *ethernet* 100 Mbps. Demikian, jumlah kapasitas media transmisi pada persamaan 2 bernialai 100 Mbps.

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai rata-rata konsumsi *CPU*, memori dan *throughput* dalam 10 iterasi pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video. Nilai tersebut dijelaskan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video yang dilakukan pada sistem jaringan *diskless* dapat menghemat 30,78 % kapasitas CPU dan 12,16 % kapasitas memori. Namun, sistem jaringan *dumb terminal* memiliki tingkat konsumsi kapasitas media transmisi 15,17 % lebih rendah dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*.

Tabel 4.13 Nilai Rata-Rata Konsumsi Sumber Daya dalam 10 Iterasi Pengujian dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Video

Parameter	Model Jaringan	Sistem Jaringan <i>Thin Client</i>	
		<i>Dumb Terminal</i>	<i>Diskless</i>
Konsumsi <i>CPU</i> Rata-Rata (%)		41,26	10,48
Konsumsi Memori Rata-Rata (%)		24,26	12,10
Konsumsi Media Transmisi Rata-Rata (%)		28,95	44,12

Walaupun konsumsi kapasitas media transmisi sistem jaringan *dumb terminal* lebih kecil, sistem jaringan *diskless* lebih efisien dibandingkan sistem jaringan *dumb terminal* dalam melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video. Sebab, penghematan konsumsi jaringan *dumb terminal* dalam penggunaan kapasitas media transmisi terjadi karena adanya masalah putus sambungan beberapa pengguna dengan jaringan *dumb terminal*.

Hasil pengukuran juga mengungkapkan nilai rata-rata konsumsi *CPU*, memori dan *throughput* dalam 10 iterasi pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi. Nilai tersebut dijelaskan pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai Rata-Rata Konsumsi Sumber Daya dalam 10 Iterasi Pengujian dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi

Model Jaringan Parameter	Sistem Jaringan <i>Thin Client</i>	
	<i>Dumb Terminal</i>	<i>Diskless</i>
Konsumsi <i>CPU</i> Rata-Rata (%)	27,63	24,09
Konsumsi Memori Rata-Rata (%)	16,18	15,48
Konsumsi Media Transmisi Rata-Rata (%)	8,57	13,73

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi yang dilakukan pada sistem jaringan *diskless* dapat menghemat 3,54 % kapasitas *CPU* dan 0,7 % kapasitas memori. Namun, sistem jaringan *dumb terminal* memiliki tingkat konsumsi kapasitas media transmisi 5,16 % lebih rendah dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*.

Jadi, aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi yang beroperasi pada sistem jaringan *diskless* dapat menghemat penggunaan sumber daya *CPU* dan memori. Sementara itu, aktivitas serupa yang beroperasi pada sistem jaringan *dumb terminal* dapat menghemat penggunaan kapasitas media transmisi.

Namun, hasil tersebut menunjukkan tidak ada tingkat penghematan sumber daya jaringan *thin client* secara signifikan antara model *dumb terminal* dan *diskless* saat aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi berlangsung.

Hasil pengukuran juga mengungkapkan nilai rata-rata konsumsi *CPU*, memori dan *throughput* dalam 10 iterasi pengujian terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif. Nilai tersebut dijelaskan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Nilai Rata-Rata Konsumsi Sumber Daya dalam 10 Iterasi Pengujian dari Aktivitas Pengguna dengan Aplikasi Berbasis Animasi Interaktif

Parameter	Model Jaringan	Sistem Jaringan <i>Thin Client</i>	
		<i>Dumb Terminal</i>	<i>Diskless</i>
Konsumsi <i>CPU</i> Rata-Rata (%)		10,61	3,96
Konsumsi Memori Rata-Rata (%)		15,45	13,20
Konsumsi Media Transmisi Rata-Rata (%)		10,85	23,59

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif yang dilakukan pada sistem jaringan *diskless* dapat menghemat 6,65 % kapasitas *CPU* dan 2,25 % kapasitas memori. Namun, sistem jaringan *dumb terminal* memiliki tingkat konsumsi kapasitas media transmisi 12,74 % lebih rendah dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*.

Sebagaimana aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi, aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif yang beroperasi pada sistem jaringan *diskless* dapat menghemat penggunaan sumber daya *CPU* dan memori. Sementara itu, aktivitas serupa yang beroperasi pada sistem jaringan *dumb terminal* dapat menghemat penggunaan kapasitas media transmisi.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap aktivitas pengguna dengan aplikasi multimedia pada infrastruktur jaringan berbasis *thin client*, diperoleh beberapa kesimpulan berikut:

1. Infrastruktur jaringan *diskless* lebih handal dan efisien dibandingkan infrastruktur jaringan *dumb terminal* sebagai infrastruktur jaringan *thin client* untuk melayani aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis multimedia.
2. Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis multimedia yang dilakukan pada sistem jaringan *dumb terminal* cenderung menuntut kinerja *server* lebih tinggi dibandingkan dengan sistem jaringan *diskless*.
3. Aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis multimedia yang dilakukan pada sistem jaringan *diskless* mampu menghemat konsumsi sumber daya *CPU* dan memori, sedangkan aktivitas serupa yang dilakukan pada sistem jaringan *dumb terminal* mampu menghemat konsumsi media transmisi.
4. Infrastruktur jaringan *diskless* mampu menghemat konsumsi *CPU* dan memori masing-masing sebesar 30,78 % dan 12,16 %, sedangkan infrastruktur jaringan *dumb terminal* mampu menghemat konsumsi media transmisi sebesar 15,17 % untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis video.
5. Infrastruktur jaringan *diskless* dapat menghemat konsumsi *CPU* dan memori masing-masing sebesar 3,54 % dan 0,7 %, sedangkan infrastruktur jaringan *dumb terminal* dapat menghemat konsumsi media transmisi sebesar 5,16 % untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi.
6. Infrastruktur jaringan *diskless* dapat menghemat konsumsi *CPU* dan konsumsi memori masing-masing sebesar 6,65 % dan 2,25 %, sedangkan infrastruktur jaringan *dumb terminal* dapat menghemat konsumsi media transmisi sebesar 12,74 % untuk aktivitas pengguna dengan aplikasi berbasis animasi interaktif.

DAFTAR ACUAN

- [1] Valenzsa, Archie. (2011). Analisis Efisiensi Penerapan Konsep Green Networks Berbasis Virtualisasi pada Sistem Jaringan Komputer Berskala Kecil, Depok, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [2] K. Salah, R. Al-Shaikh, dan M. Sindi. (2010, Juni). Towards Green Computing using Diskless High Performance Clusters, King Fahd University of Petroleum & Minerals. <http://www.techrepublic.com/whitepapers/towards-green-computing-using-diskless-high-performance-clusters/2390201>.
- [3] Fakultas Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana. (2005). Chapter 1 - Pengantar Multimedia. lecturer.ukdw.ac.id/anton/download/multimedia1.pdf.
- [4] Natsirudin, Muhammad Aviv. (2011). Analisis Pemanfaatan Teknologi Cloud Computing pada Jaringan Thin Client, Yogyakarta, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM. http://repository.amikom.ac.id/files/Publikasi_07.11.1389.pdf.
- [5] Becta Research. (2007). Thin Client Technology in Schools, Coventry, <http://www.getech.co.uk/download/thinclient/ThinClientTechnologyInSchools.pdf>.
- [6] Muhammad S. Nugraha, Ismail dan Simon Siregar. (2011). Perancangan dan Implementasi Thin Client di Tokoiphone.com, Bandung, Politeknik Telkom Bandung. <http://courseware.politekniktelkom.ac.id/Jurnal%20Proyek%20Akhir/TK/Jurnal%20Muhammad.pdf>.
- [7] Yasuhiro Kirihata, Yoshiki Sameshima dan Takashi Onoyama. (2012). WriteShield: A Pseudo Thin Client for Prevention of Information Leakage, *IEEE Transactions on Electronics, Information and Systems*, Volume 132, Issue 2, (pp. 253-259).
- [8] Kelly, Sean. (2012). FreeBSD Handbook”, edisi 8.3, http://www.freebsd.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/handbook/term.html.

- [9] Lowe, Scott D. (2011, Juli). Introduction of the nComputing L300 access device (Part 1). <http://www.virtualizationadmin.com/articles/general/introduction-ncomputing-l300-access-device-Part1.html>.
- [10] ARM Holdings. (2012). ARM926 Processor, Cambridge, [http://www.arm.com/products/processors/classic/arm9/ARM926 Processor - ARM.php](http://www.arm.com/products/processors/classic/arm9/ARM926_Processor_ARM.php).
- [11] NComputing. (2010). NComputing L300 Virtual Desktop Evaluation Guide, California. http://www.ncomputing.com/docs/guides/en/L300_eval_guide.pdf.
- [12] Retnawati, Fia. (2011). Pengembangan dan Pengukuran Performa Model Jaringan Infrastruktur *Secured Network* dengan Pendekatan Teknologi Ramah Lingkungan yang Berbasis Virtualisasi, Depok.
- [13] Fajar Wahyu Jatmiko, Adian Fathur Rochim dan Agung Budi Prasetijo. (2011, Januari). Analisa Sistem Diskless pada Windows 2000 Server dan Linux Redhat 9.0, Semarang, eprints.undip.ac.id/25415/.
- [14] Batto, Amos Becker. (2007, Agustus). Thin Client Computing : Installation Manual, La Paz. [www.reciclemos.net/docs/pdf%20ingles/thinclientpaperen6 .pdf](http://www.reciclemos.net/docs/pdf%20ingles/thinclientpaperen6.pdf).
- [15] Emulex. (2010). Boot Manual for Emulex Adapters, California, http://www.dl.emulex.com/support/utilities/elxflash/documentation/519/offline_utilities_manual.pdf.
- [16] Hidayatulloh, Wahyu, dkk. (2011). Implementasi Linux Terminal Server Project (LTSP) Server dan Client dengan Sharing Internet, Bandung, Institut Teknologi Telkom.
- [17] Balneaves, Scott, dkk. (2009, Juni). Linux Terminal Server Project Administrator's Reference, Edisi 0.99. <http://nchc.dl.sourceforge.net/project/ltsp/Docs-Admin-Guide/LTSPManual.pdf>.
- [18] F/X Communications, (2007). DHCP Server 4.0 Configuration Guide, www.fx.dk/download/docs/dhcp.pdf.
- [19] Allied Telesyn International Corp. (2003). SwitchBlade 4000 Software Reference, Washington. Edisi 2.6.2. <http://www.alliedtelesyn.co.nz/documentation/atX900/291/pdf/dhcp.pdf>.

- [20] Sevenstax GmbH. (2008). Sevenstax Trivial File Transfer Protocol Specification and User Manual, Edisi 2.1 [http://typo3.sevenstax.yourweb.de/fileadmin/stxDownload/Manuals/sevenstax TFTP UserManual v21.pdf](http://typo3.sevenstax.yourweb.de/fileadmin/stxDownload/Manuals/sevenstax_TFTP_UserManual_v21.pdf).
- [21] Intel Corp. (2005, April). Intel Switch Module IXM5414E TFTP Server Setup Application Note, Revisi 1.0. http://download.intel.com/support/motherboards/server/ixm5414e/sb/tftp_setup_app_note.pdf.
- [22] Cendio ThinLinc. (2008). Cendio ThinLinc Whitepaper, Wallenbergs, Edisi 1, versi 2.1.0. <http://www.cendio.com/resources/docs/whitepapers/tlwhitepaper.pdf>.
- [23] Gokul Soundararajan, Madalin Mihailescu dan Christiana Amza. (2008). Context-Aware at the Storage Server, Toronto, *USENIX '08: 2008 USENIX Annual Technical Conference*.