Optimalisasi Manajemen Jaringan pada Laboratorium Komputer Melalui Implementasi *Remote Installation Services*

Ronald David Marcus[1], Asri Samsiar Ilmananda[2], Luthfi Indana[3], Hamas Afif Aswari[4]
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Merdeka Malang
[1]ronald.mangero@unmer.ac.id
[2]asri.ilmananda@unmer.ac.id
[3]luthfi.indana@unmer.ac.id
[4]hamas.aswari@student.unmer.ac.id

Abstrak – Pengelolaan laboratorium seringkali membutuhkan proses lama dikarenakan jumlah *personal computer* yang banyak di dalamnya. Beberapa masalah yang sering terjadi adalah proses *maintenance* yang dikerjakan secara manual sehingga bisa memperpanjang waktu pengerjaan dan tentu saja biaya manajemen jaringan meningkat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan cara untuk meningkatkan efisiensi proses *maintenance* pada laboratorium. Penelitian ini berlokasi di laboratorium komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Merdeka Malang. Metode yang digunakan adalah penelitian tindakan (*action research*) dimana nantinya akan dideskripsikan, diinterpretasikan dan dijelaskan suatu situasi pada waktu yang sama dengan melakukan perubahan atau intervensi. Adapun hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah penggunaan penggunaan teknologi PXE (*Preboot Execution Environment*) yang didukung oleh aplikasi SERVA untuk menjalankan RIS (*Remote Instalation Services*) terbukti membantu proses efisiensi pengelolaan laboratorium. Hal ini terbukti dari beberapa keuntungan yang didapat yaitu membantu administrator, mempersingkat waktu, menyediakan opsi, meningkatkan keamanan, menghemat biaya, dan mengurangi kesalahan.

Kata Kunci: Laboratorium, *Preboot Execution Environment*, aplikasi SERVA, *Remote Instalation Services*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer telah banyak memberikan perubahan dalam membuat aktivitas dan pekerjaan manusia menjadi lebih mudah dan cepat [1], [2]. Pemanfaatan komputer yang pada awalnya merupakan alat bantu dalam perhitungan dan pengolahan data, menjadi salah satu faktor utama baik di bidang kesehatan, pemerintahan, hingga pendidikan [3]. Di dunia pendidikan, komputer berperan penting dalam kegiatan belajar mengajar dan digunakan sebagai alat penunjang praktikum untuk meningkatkan keterampilan siswa [1], [3]. Aktivitas pembelajaran praktikum dilakukan di dalam laboratorium komputer yang umumnya sudah dilengkapi dengan teknologi jaringan dan internet [2], [4]. Dijelaskan dalam [5], [6], bahwa jaringan komputer memungkinkan terjadinya komunikasi dan pertukaran data di antara komputer-komputer yang saling terhubung. Sehingga dengan adanya jaringan komputer dapat membantu mempermudah proses *maintenance* pada laboratorium komputer [7].

Di dalam sebuah laboratorium komputer umumnya terdapat sejumlah *Personal Computer* (PC) yang dibekali dengan sistem operasi dan berbagai aplikasi sesuai kebutuhan [4]. Setiap PC digunakan secara bergantian untuk melaksanakan kegiatan praktikum yang berbeda-beda [2], [8], sehingga proses pemeliharaan dan perawatan perlu dilakukan secara berkala seperti penambahan aplikasi, pembersihan virus, penghapusan data, serta perbaikan dan pembaruan sistem operasi. Hal ini untuk memastikan agar fasilitas-fasilitas yang ada di dalam laboratorium komputer dapat berjalan dengan normal demi menjaga kelancaran proses belajar mengajar [8]. Akan tetapi, terdapat kendala yang dihadapi dimana proses *maintenance* harus dikerjakan satu per satu pada setiap PC [1], [9]. Jika jumlah PC sangat banyak, maka akan membutuhkan waktu yang lama dan upaya yang besar [3], [10]. Selain itu, pengelolaan laboratorium komputer yang masih manual dapat mempersulit kerja administrator [9], serta meningkatkan biaya manajemen jaringan [5].

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan sebuah sistem yang dapat mengelola komputer-komputer di dalam laboratorium melalui otomatisasi tugas. Dalam [11] disebutkan bahwa otomatisasi tugas dapat menggantikan metode administrasi laboratorium secara manual yang rawan terjadi kesalahan, memakan waktu dan biaya, serta melibatkan lebih banyak sumber daya. Otomatisasi dapat mengurangi rutinitas dan kompleksitas kegiatan *maintenance*, khususnya dalam hal instalasi sistem operasi dan perangkat lunak aplikasi. Hal ini mungkin dilakukan dengan memanfaatkan jaringan komputer yang tersentralisasi. Sistem layanan terpusat dapat menghadirkan kemudahan dalam mengelola komputer dan melakukan pengaturan sistem dari jarak jauh [12]. Sentralisasi jaringan terdapat pada arsitektur *client-server*, dimana *server* sebagai penyedia *resource* sementara *client-client* yang terhubung dengan *server* dapat saling berbagi *resource* tersebut [13]. Dengan demikian, maka proses manajemen jaringan pada laboratorium komputer dapat dioptimalkan menjadi lebih efektif dan efisien.

Sistem pengelolaan komputer secara terpusat dapat dilakukan melalui jaringan *diskless*, yaitu teknologi dimana komputer *client* dapat menjalankan sistem operasi dan mengakses data yang disediakan *server* tanpa adanya dukungan dari media penyimpanan atau *storage* [9], [14]. Keuntungan dari teknologi *diskless* adalah hemat sumber

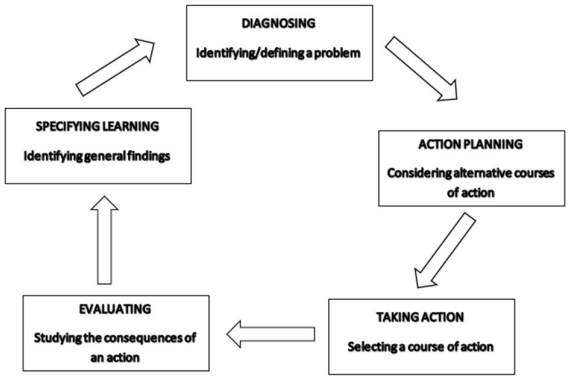
daya, tempat, dan biaya [7], sehingga sangat cocok untuk mendayagunakan PC dengan spesifikasi rendah [6], [15]. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk membangun jaringan *diskless*, antara lain dengan menggunakan metode *Diskless Remote Boot in Linux* (DRBL) [5], [9] dan *Linux Terminal Server Project* (LTSP) [14]–[16] untuk sistem operasi Linux, serta *Windows Terminal Server Project* (WTSP) untuk sistem operasi Windows [4]. Penelitian lainnya juga membahas mengenai otomatisasi manajemen laboratorium agar sistem operasi yang dikerjakan dari sisi *server* dapat berjalan pada PC *client*, diantaranya dengan melakukan *harddisk cloning* [2], *network booting* [10], dan *remote installation* [3], [12]. Dalam implementasinya, seluruh perangkat keras yang terhubung ke jaringan harus mendukung teknologi *Preboot Execution Environment* (PXE) [12]. PXE merupakan sebuah standar yang memungkinkan proses instalasi, *booting*, hingga *loading* sistem operasi terjadi melalui jaringan [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi proses *maintenance* yang dilakukan pada laboratorium komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Merdeka Malang. Dalam penelitian ini, metode PXE digunakan untuk mengimplementasikan layanan instalasi jarak jauh atau *Remote Instalation Services* (RIS) melalui jaringan. Rancangan sistem memberikan solusi untuk mempersingkat waktu instalasi sistem operasi Windows yang awalnya dilakukan satu per satu secara manual menjadi otomatis dimana proses instalasi PC *client* dapat dikendalikan melalui *server* pada jaringan lokal. Dalam hal ini, perangkat lunak SERVA digunakan untuk mendukung konfigurasi PXE pada *server* dengan sistem operasi Windows. Sehingga diharapkan dapat membantu dan mempermudah pengelolaan komputer-komputer di dalam laboratorium . Selain itu, mengacu pada teknologi *diskless* maka penyediaan sumber daya jaringan yang terpusat dapat menghemat penggunaan *storage* baik internal maupun eksternal. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi biaya operasional serta pengadaan barang di laboratorium komputer.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian tindakan (*action research*) dimana nantinya akan dideskripsikan, diinterpretasikan dan dijelaskan suatu situasi pada waktu yang sama dengan melakukan perubahan atau intervensi dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik atau partisipasi. Alur *action research* ditunjukkan pada Gambar 1.

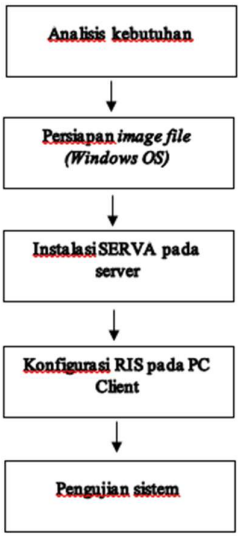
Penelitian tindakan merupakan penelitian yang dibangun dari asumsi bahwa teori dan praktek bisa secara tertutup digabungkan dengan pembelajaran dari hasil intervensi yang direncanakan setelah melakukan analisis dengan rinci terhadap permasalahan.



Gambar 1. Alur *action research*

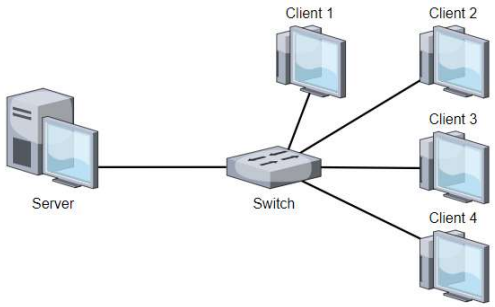
Lokasi penelitian ini adalah di laboratorium Fakultas Teknologi Informasi Universitas Merdeka Malang. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, studi literatur, dan wawancara. Observasi digunakan untuk mengetahui keadaan sebelum menggunakan layanan *remote installation* atau RIS. Studi literatur digunakan untuk melengkapi dan mendukung data secara teori.

Metode pelaksanaan penelitian ini adalah dengan menggunakan teknologi PXE yang didukung oleh aplikasi SERVA untuk menjalankan RIS. Adapun untuk desain rancangan pelaksanaan metode tersebut adalah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode pelaksanaan

Desain jaringan yang akan digunakan nantinya adalah menggunakan topologi jaringan *star* dengan *switch* sebanyak 1 unit, *server* 1 unit, dan 4 unit PC sebagai *client*. Untuk gambaran rancangan dari jaringan diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain jaringan

Spesifikasi perangkat untuk PC *client* dan *server* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tertera pada Tabel 1. Komputer yang digunakan sebagai *client* adalah sebanyak 4 komputer dengan spesifikasi yang lebih rendah dari komputer *server*.

Tabel 1. Spesifikasi perangkat yg digunakan

No	Spesifikasi		Status Komputer
	Hardware	Software	
1	Processor : Intel Core i7-8700 CPU @ 3.20GHz Ram : 8GB NIC (PXE Support)	Sistem Operasi : Windows 10 Pro	Server
2	Processor : Intel Core i3-3200 CPU @ 3.20GHz Ram : 2GB NIC (PXE Support)	Sistem Operasi : Windows 8.1 Pro	Client

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif. Data dikumpulkan dari hasil pengujian komputer setelah dilakukan *setting* menggunakan RIS. Data yang akan dibandingkan nantinya adalah data pengujian performa dan pengujian waktu. Setelah semua data dikumpulkan selanjutnya akan dianalisis perbedaan sebelum menggunakan RIS dan sesudah menggunakannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fokus dari penelitian ini adalah mengoptimalkan fungsi jaringan pada laboratorium komputer, dimana tugas pengelolaan instalasi sistem operasi dilakukan secara terpusat. Melalui implementasi RIS memungkinkan otomatisasi tugas manajemen jaringan, sehingga instalasi sistem operasi tidak perlu dilakukan pada PC satu per satu. Penelitian dilakukan pada jaringan laboratorium komputer yang berada dalam cakupan *Local Area Network* (LAN). Topologi yang digunakan yaitu topologi *star* karena sifat transmisinya yang tertutup dan komunikasi antar *node* terjadi secara langsung, dimana setiap *host* langsung terhubung dengan *server* melalui *hub* atau *switch* [14].

Jaringan komputer yang digunakan merupakan jaringan *client-server* yang tersentralisasi dengan *server* sebagai penyedia layanan. Sedangkan transportasi data antara *server* dengan *client-client* yang terhubung di jaringan terjadi dengan melewati *switch*. Pada desain jaringan yang digunakan, komputer *server* berperan penting dalam mengirimkan *resource* berupa sistem operasi yang nantinya akan dijalankan di PC *client*. Dalam hal ini, dibutuhkan instalasi perangkat lunak SERVA sebagai solusi *server* PXE untuk mengaktifkan semua layanan dan protokol yang diperlukan [11]. Selain itu, komputer *server* harus memiliki spesifikasi yang cukup agar dapat menangani permintaan dari sejumlah *client* tanpa adanya hambatan atau kendala.

Komputer *host* yang berperan untuk mengakses *server* adalah PC *client* nomor 1 s/d 4. Dalam menjalankan instalasi sistem operasi, proses *booting* akan dilakukan oleh *client* melalui jaringan lokal dengan menggunakan program *network boot loader*. Metode *booting* yang digunakan pada penelitian ini yaitu PXE. Untuk memungkinkan proses tersebut, pada seluruh PC *client* harus tertanam perangkat jaringan berupa *Network Interface Card* (NIC) yang telah mendukung teknologi PXE. PXE dikembangkan oleh Intel Corporation dengan menggunakan standar TCP/IP [1], dan diimplementasikan dalam ekstensi *Basic Input/Output System* (BIOS).

Sistem kerja yang akan diterapkan yaitu ketika PC *client* dijalankan, BIOS melalui NIC akan mengirimkan permintaan alamat IP secara dinamis melalui layanan DHCP yang disediakan *server*. Kemudian *server* akan memberikan respon dengan mengirimkan alamat IP beserta konfigurasi jaringan lainnya agar *client* dapat berkomunikasi dengan *server*. *Client* juga akan mengirimkan permintaan *file boot* kepada *server*, yang merupakan *virtual image* hasil kloning sistem operasi. *Server* selanjutnya akan mengirimkan *file image* kepada *client* dan proses *booting* akan berlangsung.

Setelah berhasil masuk ke dalam sistem operasi, maka setiap *client* dapat menjalankan aplikasi atau aktivitasnya lainnya masing-masing. Seluruh proses yang berjalan serta *resource* yang digunakan oleh *client* akan disimpan sementara pada memori komputer atau RAM dan akan berakhir di *server*. Sementara *server* akan menyediakan *resource* yang dibutuhkan oleh *client* kapan pun permintaan diterima. Mekanisme instalasi ini tidak memerlukan *harddisk* (*diskless*), ataupun tidak mempengaruhi sistem operasi yang telah terinstal di dalam *harddisk*.

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Analisis Kebutuhan

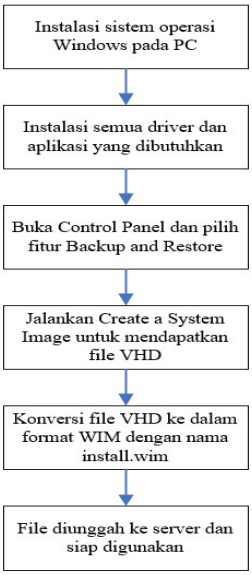
Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pengelolaan jaringan pada laboratorium komputer dapat dioptimalkan melalui penerapan RIS untuk meningkatkan efisiensi proses instalasi sistem operasi pada PC. Metode PXE digunakan untuk menjalankan layanan instalasi jarak jauh berbasis jaringan yang terpusat melalui *server*. Pada penelitian ini dipersiapkan jaringan komputer dengan 1 unit *server* dan 4 unit PC *client* yang terhubung dalam topologi *star* melalui sebuah *switch*. Seluruh perangkat jaringan dipastikan telah memiliki dukungan terhadap teknologi PXE.

Pada Gambar 4 ditunjukkan perangkat komputer yang dipersiapkan untuk unit *server*.

Gambar 4. Perangkat komputer untuk unit *server*

2. Persiapan *Image File*

Tahap ini dilakukan untuk membuat *file image* dari sistem operasi Windows yang akan dibagikan oleh *server* untuk dijalankan pada *client*. Langkah-langkah dalam persiapan *image file* ditunjukkan pada Gambar 5. Pertama-tama instalasi sistem operasi dijalankan pada sebuah komputer, lengkap dengan *driver* dan aplikasi-aplikasi yang diperlukan. Kemudian dilakukan kloning sistem operasi dalam format *Virtual Hard Disk* (VHD) melalui fitur *Backup and Restore* pada Windows. Selanjutnya, file yang dihasilkan dikonversi ke dalam format *Windows Imaging* (WIM). *File image* tersebut kemudian disimpan dengan nama *install.wim* dan diunggah ke komputer *server*.



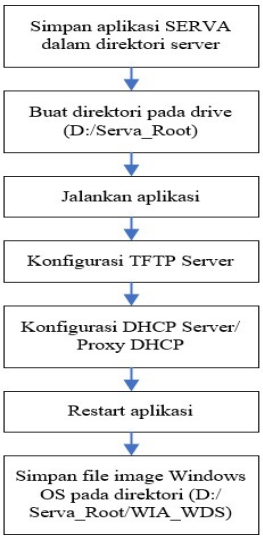
Gambar 5. Langkah-langkah dalam persiapan *image file*

3. Instalasi SERVA pada *Server*

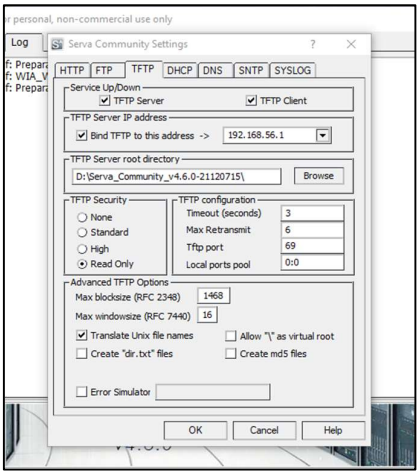
Aplikasi SERVA berperan untuk mengaktifkan layanan yang diberikan kepada *client*, antara lain DHCP *server* dan TFTP *server*. DHCP atau *Dynamic Host Configuration Protocol* digunakan untuk menetapkan alamat IP yang akan didistribusikan kepada *client*. Sementara itu, TFTP atau *Trivial File Transfer Protocol* digunakan untuk mentransfer *file* atau paket data lainnya ke memori penyimpanan komputer *client* untuk dieksekusi.

Langkah-langkah instalasi dan konfigurasi SERVA pada sisi *server* ditunjukkan pada Gambar 6. Aplikasi SERVA bersifat portabel, artinya proses instalasi tidak perlu dilakukan. *File* instalasi SERVA hanya perlu disimpan di dalam direktori *server* dan aplikasi siap untuk dijalankan. Sebelum menjalakan SERVA, sebuah direktori perlu dibuat untuk *root directory* dari TFTP *server* dengan lokasi D:\Serva_Root. Kemudian SERVA dijalankan dan dilanjutkan dengan konfigurasi pada TFTP *server* dengan memilih menu *Settings*.

Pada TFTP *server*, konfigurasi dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Layanan yang dipilih adalah TFTP Server dengan alamat IP 192.168.56.1. Sedangkan lokasi *root directory* sesuai dengan direktori yang telah dibuat sebelumnya. Konfigurasi lainnya diatur pada kondisi *default*.

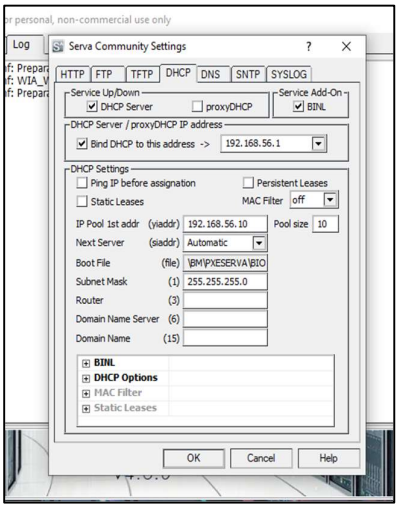


Gambar 6. Langkah-langkah instalasi dan konfigurasi SERVA



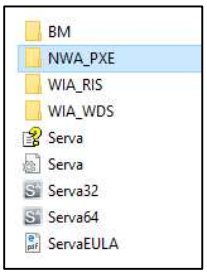
Gambar 7. Konfigurasi TFTP Server pada SERVA

Selanjutnya adalah konfigurasi pada DHCP *server* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Layanan yang dipilih adalah DHCP Server. Layanan proxyDHCP dapat dipilih jika sudah terdapat *server* DHCP pada jaringan, sehingga *server* PXE tidak perlu memberikan alamat IP kepada *client*. Layanan lainnya yaitu BINL atau *Boot Information Negotiation Layer* yang digunakan untuk mengelola *request* instalasi sistem operasi sekaligus memeriksa kredensial dari *client*. Alamat IP yang digunakan sama dengan alamat IP pada TFTP *server*. Kemudian alamat IP DHCP pertama pada *pool* diatur pada 192.168.56.10 dengan subnet mask 255.255.255.0 dan ukuran pool 10.



Gambar 8. Konfigurasi DHCP Server pada SERVA

Hasil konfigurasi SERVA dapat dilihat setelah dilakukan *restart* pada aplikasi. Ketika aplikasi kembali berjalan, maka struktur *file* akan dibuat secara otomatis pada *root directory* dari TFTP *server* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 9. Langkah terakhir yaitu menyalin *file image* dari sistem operasi Windows yang telah dibuat ke dalam direktori D:\Serva_Root\WIA_WDS. Izin akses direktori WIA_WDS diubah menjadi *read-only*, dan kemudian SERVA telah siap untuk digunakan.



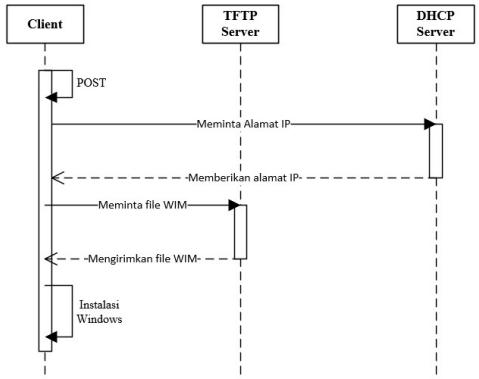
Gambar 9. Struktur *file* hasil konfigurasi SERVA

4. Konfigurasi RIS pada PC *Client*

Pada sisi *client*, dilakukan konfigurasi BIOS dimana opsi *boot up from the network* diaktifkan dan ditempatkan pada urutan pertama dari *boot order*. Ketika PC *client* dijalankan, maka *booting* akan terjadi melalui jaringan dengan menampilkan menu instalasi dari aplikasi SERVA.

5. Pengujian Sistem

Instalasi sistem operasi melalui jaringan dengan metode PXE berlangsung dimana ketika PC *client* dinyalakan, maka komputer akan menjalankan POST atau *Power-on Self Test*. POST dilakukan untuk pemeriksaan komponen-komponen komputer serta perangkat lainnya yang terhubung. Selanjutnya *client* akan meminta sebuah alamat IP dengan mengirimkan *request* kepada DHCP *server*. Kemudian *client* mengunduh *file image* sistem operasi Windows melalui TFTP *server*. Setelah itu, *client* akan mengeksekusi *file* tersebut untuk menjalankan *load* sistem operasi. Alur kerja proses yang terjadi pada *client* dan *server* diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Alur kerja proses

Pengujian dilakukan dengan menjalankan PC *client* satu per satu. Proses instalasi akan diamati dari segi keberhasilannya. Kemudian diukur durasi waktu yang dibutuhkan *client* untuk *booting* sistem operasi. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 2. Pengukuran durasi *booting* dilakukan menggunakan aplikasi *stopwatch* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 11.

Tabel 2. Hasil pengujian

No	Client	Status	Durasi
1	Client 1	Berhasil	6 menit 20 detik
2	Client 2	Berhasil	5 menit 59 detik
3	Client 3	Berhasil	6 menit 11 detik
4	Client 4	Berhasil	6 menit 3 detik

Gambar 11. Pengukuran durasi *booting* menggunakan *stopwatch*

Secara keseluruhan, proses instalasi sistem operasi pada PC *client* yang dilakukan pada penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem jaringan yang dibangun dapat meningkatkan kinerja administrator, karena instalasi sistem operasi dapat dilakukan secara *remote*. Instalasi pada komputer yang dilakukan secara paralel juga dapat mengurangi penggunaan waktu untuk manajemen jaringan. Selain itu,

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh sejumlah keuntungan dari penerapan RIS pada laboratorium komputer antara lain:

1. Membantu administrator
   Ketika komputer memerlukan pembaharuan sistem operasi ataupun menghadapi masalah lainnya, administrator dapat dengan mudah melakukan instalasi ulang melalui *server*. Hal ini sangat efektif terutama ketika proses instalasi harus dilakukan pada saat praktikum sedang berlangsung, dimana komputer tidak perlu dilepas pasang yang dapat mengganggu proses belajar mengajar.
2. Mempersingkat waktu
   Instalasi sistem operasi, *driver* serta aplikasi yang dilakukan satu per satu pada PC sangat memakan waktu. Terlebih apabila terdapat beberapa ruangan laboratorium dengan jumlah komputer yang cukup banyak. Melalui metode RIS, instalasi dapat dilakukan dalam satu paket dan dapat berjalan pada beberapa komputer secara bersamaan sehingga pengelolaan komputer menjadi lebih efisien.
3. Menyediakan opsi
   Sistem jaringan membentuk lingkungan *multi-boot*, dimana di dalam *server* dapat ditempatkan lebih dari satu *file image* untuk instalasi Windows dengan kebutuhan yang berbeda-beda. Administrator dapat memilih untuk menginstal sistem operasi Windows sesuai dengan kebutuhan, misalnya untuk arsitektur 32-bit atau 64-bit, maupun untuk tujuan pengembangan program atau desain grafis.
4. Meningkatkan keamanan
   Sistem operasi, *driver* dan aplikasi-aplikasi yang dibutuhkan tergabung dalam sebuah paket *file image*. Seluruh *resource* berada di *server* pusat, dimana *file-file driver* atau aplikasi tidak perlu disediakan secara terpisah. Hal ini mengeliminasi penggunaan media penyimpanan eksternal yang perlu dipasangkan ke komputer ketika proses instalasi, sehingga mengurangi risiko penyebaran virus atau *malware*.
5. Menghemat biaya
   Karena metode RIS dibangun pada jaringan *diskless*, proses instalasi dapat dilakukan pada PC *client* yang tidak memiliki *harddisk*. Bahkan, metode ini memungkinkan komputer dengan spesifikasi rendah untuk dapat dioperasikan kembali. Sehingga dapat mengurangi biaya pengadaan untuk *harddisk*, media penyimpanan eksternal, hingga PC baru.
6. Mengurangi kesalahan
   Seluruh proses instalasi terjadi melalui mesin secara otomatis sehingga dapat meminimalkan kesalahan yang dilakukan oleh manusia. Hal ini dapat mengurangi beban kerja administrator sehingga dapat fokus pada pekerjaan-pekerjaan lain yang lebih vital.

Meskipun demikian, beberapa hal perlu diperhatikan dalam implementasi RIS yaitu:

1. Server
   Server sangat berperan penting di dalam sistem, karena penyimpanan dan pemrosesan data terjadi secara terpusat pada *server*. Ketika *server* tidak aktif atau mengalami gangguan, maka aktivitas-aktivitas yang dilakukan *client* akan terhambat. Oleh karena itu, perlu dipastikan bahwa komputer *server* memiliki spesifikasi yang tinggi.
2. Jaringan
   Jaringan merupakan jalur komunikasi yang menjadi kunci untuk menghubungkan *client* dan *server*. Semakin banyak *client* yang terhubung ke jaringan dan meminta layanan dari server, maka semakin padat *traffic* jaringan untuk transfer data. Dalam hal ini, kecepatan jaringan yang digunakan di dalam sistem perlu diperhatikan.
3. Client
   Komputer *client* pada dasarnya tidak membutuhkan spesifikasi yang tinggi. Meskipun demikian, perlu dipersiapkan dari sisi perangkat jaringan terutama dukungan terhadap teknologi PXE pada NIC.
4. File image
   File image merupakan *resource* utama yang dibutuhkan dalam proses instalasi. Waktu instalasi dapat dipengaruhi oleh ukuran *file* WIM. Pada pembuatannya, perlu dipastikan bahwa sistem operasi beserta aplikasi yang akan dikloning telah bebas dari virus atau *malware*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kendala dalam pengelolaan laboratorium adalah proses *maintenance* dilakukan manual, memerlukan waktu yang lama, upaya yang besar sehingga bisa meningkatkan biaya manajemen jaringan. Hal ini tentu saja mempersulit administrator. Oleh karena itu harus ditingkatkan *efisiensi* dari laboratorium itu sendiri dengan cara mengoptimalkan fungsi jaringan pada laboratorium komputer, dimana tugas pengelolaan instalasi sistem operasi dilakukan secara terpusat menggunakan RIS. Penggunaan RIS ini terbukti bisa memberikan keuntungan yaitu membantu administrator, mempersingkat waktu, menyediakan opsi, meningkatkan keamanan, menghemat biaya, dan mengurangi kesalahan. Hasil temuan ini diharapkan bisa memberikan pengetahuan baru dalam bidang pengelolaan jaringan.

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian performa dari sisi *server* antara lain penggunaan CPU, *memory*, dan *harddisk*. Selain itu, pengujian juga dapat dilakukan dengan menambah opsi *file image* dengan spesifikasi OS yang berbeda,

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. Julianto, K. T. Nugroho, dan D. Febryan, “Analisis dan Perancangan Jaringan Komputer Tanpa Harddisk

(Diskless) pada Laboratorium Jaringan AKN Pacitan Menggunakan Metode Preboot Execution Environtment (PXE)," *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 8, no. 1, Art. no. 1, Apr 2021, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.2224.

[2] F. Fatoni, "IMPLEMENTASI CLONING HARD DISK BERBASIS JARINGAN STUDI KASUS : LABORATORIUM CISCO UNIVERSITAS BINA DARMA," *Bina Darma e-Journal*, Jan 2022, Diakses: 13 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://www.binadarma.ac.id

[3] C. Mukmin, *Efisiensi Maintenance Laboratorium Komputer Berbasis Jaringan*. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer PalComTech: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer PalComTech, 2017. Diakses: 13 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: http://www.news.palcomtech.com/jurnal-ilmiah-online-2/

[4] I. K. S. Satwika, I. P. S. Handika, dan M. H. Prami Swari, "IMPLEMENTASI JARINGAN KOMPUTER DISKLESS MENGGUNAKAN WINDOWS TERMINAL SERVER (WTSP) (Studi Kasus STMIK STIKOM Indonesia)," *Scan : Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 16, no. 3, Art. no. 3, Okt 2021, doi: 10.33005/scan.v16i3.2662.

[5] M. M. Wijdani, "ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SERVER DISKLESS REMOTE BOOT IN LINUX (DRBL) DAN LINUX TERMINAL SERVER PROJECT(LTSP) (STUDI KASUS: LABORATORIUM TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS TANJUNGPURA)," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Mar 2014.

[6] R. Fajariyadi, "PERANCANGAN JARINGAN DISKLESS BERBASIS LTSP (LINUX TERMINAL SERVER PROJECT) DENGAN METODE WIRELESS BRIDGE," *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Mei 2015.

[7] R. Muzawi dan R. Hardianto, "Perancangan Server Dan Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Diskless PXE Linux Pada Laboratorium Komputer STMIK-Amik-Riau," *Jurnal Inovtek Polbeng Seri Informatika*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Jun 2016, doi: 10.35314/isi.v1i1.125.

[8] B. Julianto, K. Nugroho, dan D. F. N. M. Saifullah, "Optimalisasi Jaringan Komputer Tanpa Harddisk (Diskless) Pada Laboratorium Jaringan AKN Pacitan," *Journal of Electrical, Electronic, Mechanical, Informatic and Social Applied Science*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Okt 2022, doi: 10.58991/eemisas.v1i1.3.

[9] R. G. Dharmawan, P. D. Kusuma, dan A. S. R. AnsoriI, "Optimasi Dan Manajemen Cluster Linux Menggunakan Custom Linux Dan DRBL," *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Agu 2019, Diakses: 13 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/10589

[10] C. A. Widjaja, H. N. Palit, dan A. Noertjahyana, "Penggunaan PXE (Preboot Execution Environment) untuk Mengontrol Pemilihan Operating System Saat Booting," *Jurnal Infra*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, Jul 2016.

[11] M. H. R. Saeed, B. A. Hassan, dan S. M. Qader, "An Optimized Framework to Adopt Computer Laboratory Administrations for Operating System and Application Installations," *Kurdistan Journal of Applied Research*, vol. 2, no. 3, Art. no. 3, Agu 2017, doi: 10.24017/science.2017.3.8.

[12] K. M. Habibi dan A. Q. Rasooli, "Installing Linux Os Over Network in Area of Itcgh(Using," Kickstart")." Rochester, NY, 21 April 2022. doi: 10.2139/ssrn.4089437.

[13] A. W. Firmansyah, R. D. Marcus, A. S. Ilmananda, dan F. Y. Pamuji, "Manajemen Akun Pengguna Berbasis Roaming Profile untuk Memperkuat Perlindungan Data di Laboratorium Komputer," *SMATIKA JURNAL : STIKI Informatika Jurnal*, vol. 12, no. 02, Art. no. 02, Des 2022, doi: 10.32664/smatika.v12i02.688.

[14] Z. Uswa, I. Isnawaty, dan L. F. Aksara, "RANCANG BANGUN JARINGAN DISKLESS CLUSTER UNTUK OPTIMALISASI KOMPUTER LOW SPECIFICATION BERBASIS LINUX TERMINAL SERVER PROJECT (LTSP)," *semanTIK : Teknik Informasi*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Des 2020, doi: 10.55679/semantik.v6i2.10590.

[15] H. E. Wahanani, C. A. Putra, dan I. W. Yudha Asmara, "ANALISA KINERJA JARINGAN DISKLESS CLUSTER," *Scan : Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 13, no. 2, Art. no. 2, Jan 2018, doi: 10.33005/scan.v13i2.1160.

[16] H. Rakhmat, Y. Purwanto, dan I. Dyah, "PERANCANGAN JARINGAN KOMPUTER DISKLESS BERBASIS LINUX TERMINAL SERVER PROJECT PADA SISTEM OPERASI UBUNTU 8.04," *1*, vol. 1, no. 1, hlm. 15–23, 2014, doi: 10.25124/jett.v1i1.80.