

Perancangan dan Implementasi Sistem Diskless pada Laboratorium Komputer SMK Tamansiswa Padang

Gusti Randi¹, Ikhsan^{2*}, Raja Ayu Mahessya³

¹Sistem Komputer, STMIK Jayanusa Padang

^{2*}Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

³Teknik Informatika, Universitas Putra Indonesia 'YPTK' Padang

¹grandy1308@gmail.com, ²riksjp21@gmail.com, ³ayumahessya@gmail.com

Abstract

The development of Tamansiswa Padang Vocational School students' needs for information requires them to follow developments in accompanying information technology. In school computer network systems, diskless is still the best alternative compared to ordinary Local Area Networks (LAN) which tend to cost much more. Diskless makes it possible to build a network by reducing dependence on local storage and also reducing the costs of providing a large network. The research methods used are: field studies using observation and interviews, library studies, and laboratory research. In implementing this diskless system, CCBoot technology will be applied. This research resulted in a diskless system in the computer laboratory at the Tamansiswa Vocational School in Padang. So after implementing the diskless system in the computer laboratory at the Tamansiswa Vocational School in Padang, the result was a computer network with terminals without storage media connected and with a speed that seemed to be uniform. The results of the verification show that the implementation of a diskless-based computer network using CCboot technology in the Computer Laboratory of SMK Tamansiswa Padang can run well and save costs for PC upgrades. Apart from that, it is hoped that the implementation of this diskless system will spur further research on the application of this diskless system.

Keywords: diskless, CCBoot, PXE, RPL

Abstrak

Perkembangan kebutuhan pelajar SMK Tamansiswa Padang terhadap informasi menuntut mereka untuk mengikuti perkembangan teknologi informasi yang menyertainya. Pada sistem jaringan komputer sekolah, *diskless* masih menjadi alternatif terbaik bila dibandingkan jaringan *Lokal Area Network* (LAN) biasa yang cenderung memakan biaya jauh lebih besar. *Diskless* dimungkinkan membangun suatu jaringan dengan mengurangi ketergantungan terhadap *storage* lokal dan juga menekan biaya pengadaan suatu jaringan besar. Metode penelitian yang digunakan yakni: studi lapangan dengan cara observasi dan wawancara, studi perpustakaan dan penelitian laboratorium. Dalam implementasi sistem *diskless* ini akan diterapkan teknologi CCBoot. Penelitian ini menghasilkan Sistem *Diskless* pada Laboratorium Komputer Sekolah Menengah Kejuruan Tamansiswa Padang. Maka Setelah implementasi sistem *diskless* pada Laboratorium Komputer SMK Tamansiswa Padang ini didapatkan hasil suatu jaringan komputer dengan terminal-terminal tanpa media *storage* berhubungan satu sama lain dan dengan kecepatan yang seolah-olah seragam. Hasil dari verifikasi menunjukkan bahwa implementasi jaringan komputer berbasis *diskless* dengan menggunakan teknologi CCboot di Laboratorium Komputer SMK Tamansiswa Padang dapat berjalan dengan baik dan menghemat pengeluaran untuk upgrade PC. Selain itu dengan adanya penerapan sistem *diskless* ini diharapkan akan memacu adanya penelitian-penelitian lebih lanjut tentang penerapan sistem *diskless* ini.

Kata kunci: *diskless, CCBoot, PXE, RPL*

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan PC (*Personal Computer*) semakin hari meningkat, sehingga menuntut banyak hal untuk terus dikembangkan dengan berbagai teknologi yang handal dan canggih, pengguna PC juga bebas memilih spesifikasi PC sesuai dengan kebutuhannya [1]. Pengoprasian PC juga relatif mudah, dapat dipelajari dan digunakan untuk setiap kalangan masyarakat. Dengan populernya PC, saat ini PC digunakan sebagai alat maupun media sumber informasi, alat bantu mempermudah pekerjaan sehari-hari dan bahkan sebagai media hiburan. Saat ini PC tidak hanya digunakan oleh perseorangan secara pribadi di rumah-rumah tetapi juga digunakan secara bersamaan dalam sebuah tempat atau lingkungan tertentu, dengan adanya hal ini PC dapat kita jumpai secara umum seperti di dalam mall, perpustakaan, sekolah, universitas dan bahkan digunakan sebagai bisnis seperti warnet atau game center.

Penggunaan PC sekala besar atau banyak dalam sebuah tempat, di butuhkan server untuk mengelola dan melayani pengguna PC secara bersamaan dalam tempat tersebut [2]. Dalam pengelolaan penggunaan PC secara banyak dan bersamaan dalam sebuah tempat memunculkan berbagai masalah seperti informasi atau data yang terpecah pecah dari satu komputer dengan komputer yang lainnya dan perawatan data PC dalam skala banyak di sebuah tempat tertentu yang dapat menghabiskan banyak waktu. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah mekanisme untuk mengelola hal tersebut.

Seiring dengan dengan kemajuan teknologi dan implementasinya dalam dunia pendidikan, keberadaan laboratorium komputer sebagai media dan sarana pembelajaran memegang peranan yang sangat penting terhadap proses keberhasilan pembelajaran di institusi dan lembaga pendidikan, apalagi dengan kurikulum merdeka yang masih digunakan [3][4], sehingga dengan ketersediaan laboratorium komputer tersebut diharapkan guru dan siswa dapat menguasai teknologi dan informasi yang sangat penting di era globalisasi sekarang ini. Namun sayangnya, tidak semua instansi pendidikan menyediakan fasilitas yang dapat memenuhi kebutuhan teknologi informasi para pelajar. Keterbatasan dana ataupun anggaran pendidikan, menjadi salah satu kendala bagi instansi-instansi pendidikan dalam menyediakan fasilitas tersebut. Fasilitas yang dimaksud oleh penulis disini adalah seperangkat jaringan komputer yang cukup memadai bagi para pelajar untuk bisa mengikuti perkembangan teknologi informasi [5][6].

SMK (Sekolah Menengah Kejuruan) TAMANSISWA Padang adalah salah satu sekolah Swasta Unggul tingkat Kota Padang yang berencana mengembangkan jaringan komputer yang berada di laboratorium komputernya dengan menambahkan

beberapa jumlah komputer *client*, namun tetap memanfaatkan komputer lama supaya memungkinkan penghematan biaya, juga biaya administrasi sistem seperti *back-up*, *recovery*, yang terpusat di satu komputer utama (server). Untuk itulah penulis menerapkan sistem *diskless*, yang dianggap penulis dapat menjadi solusi yang terbaik dalam pengembangan jaringan yang berada di laboratorium komputer tersebut.

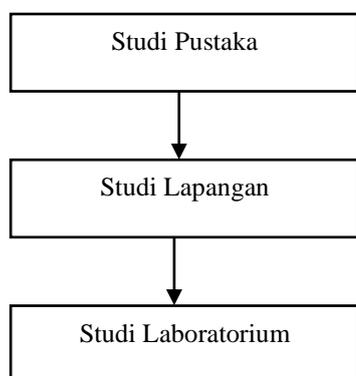
Diskless adalah suatu jaringan komputer atau mesin yang dapat beroperasi tanpa adanya dukungan media penyimpanan (*storage* atau *disk*) lokal. Semua data disimpan terpusat pada satu server jaringan komputer *diskless* [7]. Dengan *diskless* maka dimungkinkan membangun suatu jaringan dengan mengurangi ketergantungan terhadap *storage* lokal dan juga menekan biaya pengadaan suatu jaringan besar, maka sangat dimungkinkan untuk mengembangkan suatu jaringan dengan terminal-terminal tanpa media *storage* berhubungan satu sama lain dan dengan kecepatan yang seolah-olah seragam. Cara ini juga memungkinkan penghematan biaya "*software upgrade*", juga biaya administrasi sistem seperti *back-up*, *recovery*, yang terpusat di satu komputer utama (server). Dengan demikian sistem ini dapat mengoptimalkan kinerja *processor*, *memory*, *harddisk*, dan sebagainya di kedua sisi, baik *client* ataupun server. Jika pada kebanyakan sekolah-sekolah, kampus, pekantoran ataupun game center yang penulis jumpai, proses pembaharuan data dilakukan secara manual contoh *patching* atau pembaharuan data multimedia dan kebutuhan software lainnya dilakukan secara satu persatu pada setiap unit komputer apalagi jika harus melakukan *maintenance* atau perawatan PC tersebut, maka teknisi akan melakukannya dengan cek satu persatu setiap unit PC. Tentunya hal ini banyak menghabiskan waktu, *bandwith*, tenaga dan pikiran.

Apalagi masalah *bandwith*, dalam jaringan yang memiliki banyak client, tentu akan membuat kinerja jaringan menjadi tidak stabil [8]. Sehingga penelitian ini memiliki tujuan untuk mengimplementasikan jaringan *diskless* sebagai solusi untuk *manajemen pc client*. PXE adalah singkatan dari *Preboot Execution Enviroment*. PXE adalah salah satu cara menjalankan computer tanpa *hardisk* atau *CD-ROM*, artinya BIOS akan secara otomatis menjalankan perintah yang akan dikirim melalui jaringan. cara ini membutuhkan server yang bertindak sebagai penyedia layanan PXE dan komputer *client* harus memiliki kemampuan *booting* melalui jaringan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada tahapan penelitian. Tahapan penelitian merupakan Langkah-langkah atau tahapan-tahapan yang akan dilakukan saat melakukan penelitian [9]. Metode penelitian disusun

agar setiap kegiatan dapat dilakukan secara sistematis serta terlihat jelas [10]. Adapun tahapan penelitian dengan mengimplementasikan model *diskless* ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Implementasi *Diskless*

2.1. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan tahapan untuk memperoleh informasi dan referensi yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti [11]. Pada tahap studi *literatur* peneliti mencari referensi seperti buku atau jurnal yang berkaitan dengan penelitian terkait [12] terutama sistem *diskless*.

2.2. Studi Lapangan

Penelitian yang dilakukan secara langsung [13]. Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan: a) Wawancara (*interview*). wawancara merupakan metode pengumpulan data yang diperlukan dengan wawancara secara langsung dengan kepala sekolah SMK Tamansiswa. b) Pengamatan (*Observation*). Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap suatu permasalahan yang diteliti [14].

2.3. Studi Laboratorium

Penelitian yang dilakukan dengan melakukan uji coba langsung terhadap komponen-komponen yang dipakai dalam penelitian [15]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan Sistem

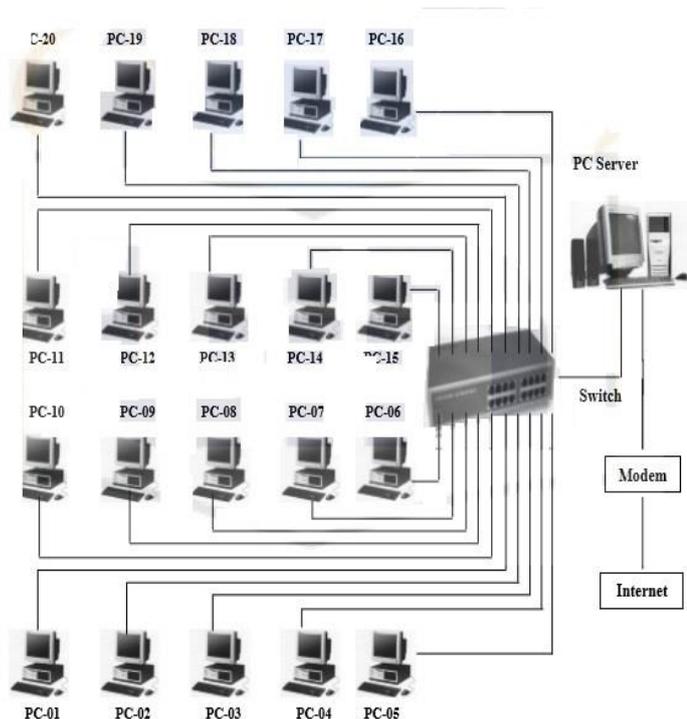
Perancangan jaringan komputer *diskless* ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu spesifikasi server, *thin client* dan *boot method*.

Penggunaan memori pada server mengacu pada formula $256 + (192 * users)$ MB, dimana dalam percobaan ini menggunakan 4 buah *client*, sehingga jumlah memori yang dibutuhkan adalah sebesar $256 + (192*4) = 1024$ MB

Processor, seberapa cepat *processor* yang dibutuhkan tergantung dari aplikasi apa yang akan dipergunakan, dalam percobaan penelitian ini akan digunakan aplikasi seperti openOffice, dan Firefox. Dan *processor* yang digunakan adalah *Processor AMD A4 3,7 GHz*

Spesifikasi *client* meliputi: (1). Pcessor yang digunakan di *client* minimal adalah diatas 533 MHz; (2). Memori yang digunakan minimal adalah 48 MB; (3). *Video Card* yang digunakan minimal 32 MB. *Boot method Client* pada jaringan komputer *diskless* melakukan proses booting melalui jaringan, menggunakan program yang disebut *network boot loader*. Dalam percobaan, metode *booting* yang digunakan adalah menggunakan PXE (*Pre-boot Execution Environment*). *Client* yang tidak memiliki *lan card on board* yang sudah mendukung PXE akan ditambahkan dengan *lan card external* yang sudah mendukung PXE Pada penelitian digunakan *lan card external* menggunakan Realtek RTL8139D.

Skema jaringan yang akan digunakan untuk membangun sistem *diskless* berbasis CCboot ini tidak banyak mengalami perubahan dibandingkan dengan penggunaan dekstop konvensional sebelumnya. Perubahan dari sisi hardware hanya meniadakan *harddisk* dari komputer *client* dan mengganti LAN card dengan LAN *card support bootrom* tipe 3com 3C905CX-TX-M yang mendukung sistem *diskless* ini. Sedangkan dari sisi software masih menggunakan sistem operasi yang sama, yaitu Windows 10 namun dengan tambahan CCboot Dan CCboot Client yang memungkinkan komputer client untuk menggunakan aplikasi-aplikasi yang terdapat pada server, dan meningkatkan resolusi warna pada layar. skema jaringan yang dirancang untuk laboratorium komputer Smk Tamansiswa dengan menerapkan sistem *diskless* seperti pada gambar 2.

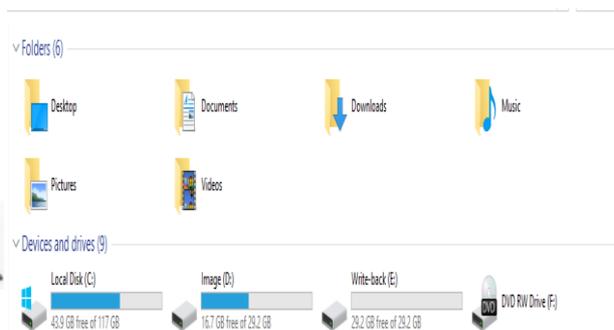


Gambar 2. Rancangan Jaringan Komputer Menggunakan Sistem *Diskless* Berbasis Cboot

3.2. Pembangunan Sistem

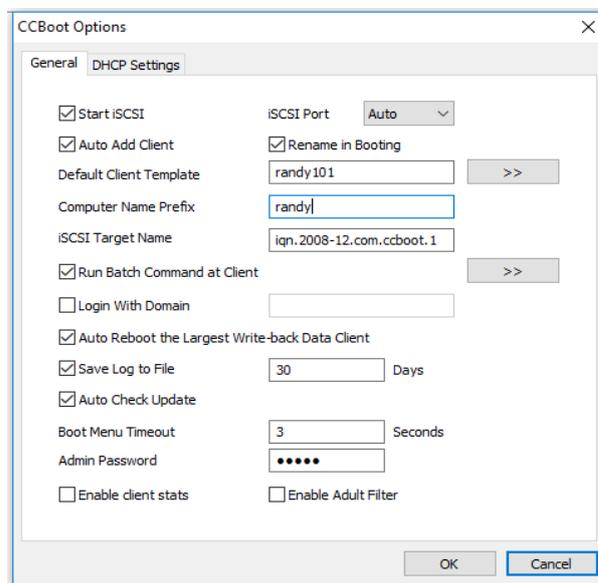
Konfigurasi *IP address* serta DHCP digunakan untuk pengalokasian *IP address* komputer target yang akan menjadi *client diskless*. Konfigurasi ini ditujukan untuk memberi alamat *IP* ke komputer *client*, pada saat akan mengupload *Image* pada komputer server. Untuk gambar 4.4 Pada DHCP server *IP* yakni 192.168.1.128 adalah *ip* yang telah dibuat sebelumnya di server seperti yang telah di atur pada gambar 4.2 maka akan muncul secara otomatis di *CCboot options* pada pengaturan DHCP Setting. Sedangkan *ip Alocated start*=192.168.1.101 dan *ip Alocated end*=192.168.1.254 adalah *ip* awal sampai akhir yang akan di dapatkan *client* secara dinamis nantinya. Kalau seandainya DHCP Server *IP* belum terdeteksi bisa menggunakan tombol Scan DHCP pada pojok sebelah kiri bawah untuk mendeteksi *ip* yang sudah di atur sebelumnya. Untuk Bahasa penulis menggunakan bahasa Inggris.

Konfigurasi umum pada *CCboot* digunakan untuk memberikan nama pada komputer *client* serta menentukan *drive* yang akan digunakan oleh komputer *client*. Pada gambar 3 terlihat bahwa untuk *Writeback Path* menggunakan *Drive D*: pada komputer server, *Upload Image* menggunakan *drive E*: pada komputer server, *Server and Client Disk Letter Mapping* digunakan untuk memberi nama *Drive D*: pada komputer *client* yang berasal dari *Drive F*: pada komputer server.



Gambar 3. Pembagian Partisi Client

Untuk konfigurasi pada *CCboot option* pada *tab general*, *Default client Template* adalah nama *default* yang akan diberikan ke *client* nantinya dan angka 101 dibelakang nama itu adalah *ip* yang di dapat pada *client* pertama, nanti pada awal *client* berhasil *booting* melui jaringan juga biasa diganti nama nya sesuai keinginan. Sedangkan *iSCSI Target name* telah terisi otomatis dari awal penginstalan *ccboot* karna *iSCSI* ditujukan untuk mengenali media penyimpanan pada suatu server seolah-olah media penyimpanan tersebut merupakan bagian dari media penyimpanan internal suatu computer. Centang *run batch comments* karena supaya perintah batch pada *client* dijalankan secara otomatis, Untuk admin *password* di isi supaya tidak ada tangan nakal yang iseng menyeting ulang pengaturan *ccboot* ini. Konfigurasinya seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi Umum pada *CCboot*

Dari beberapa komputer *client* yang ada pada Lab SMK Tamansiswa, ambil satu harddisk yang sudah terdapat sistem operasi Windows 7 SP1 yang dianggap paling sehat. Kemudian mengambil 3 tipe komputer *client* yang ada untuk di *install driver* LAN, VGA serta perangkat keras lain seperti

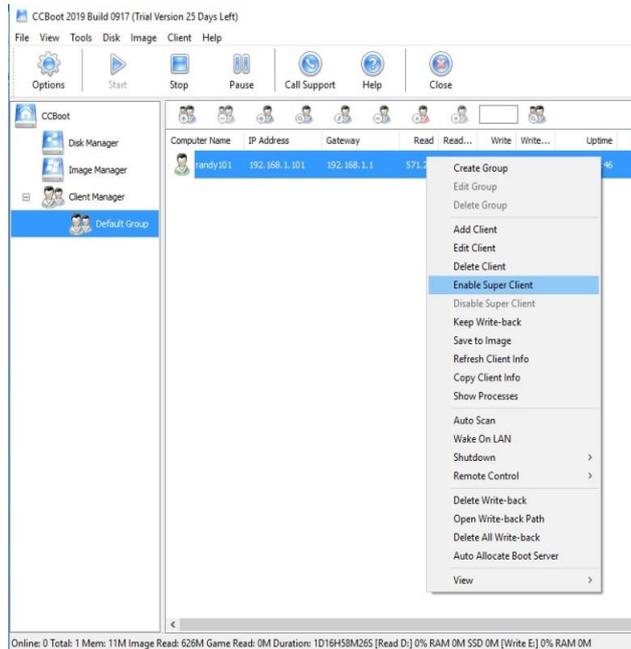
keyboard dan *mouse*. Sehingga dikenali oleh sistem operasi yang digunakan. *keyboard* dan *mouse*.

Install driver LAN, VGA dan perangkat keras lain digunakan untuk mengenali semua tipe *Ethernet*, kartu grafis dan perangkat keras lain pada komputer *client*. Hal ini ditunjukkan supaya satu *Image* sistem operasi dapat digunakan untuk seluruh tipe dan seri komputer yang ada pada Lab SMK Tamansiswa Padang.

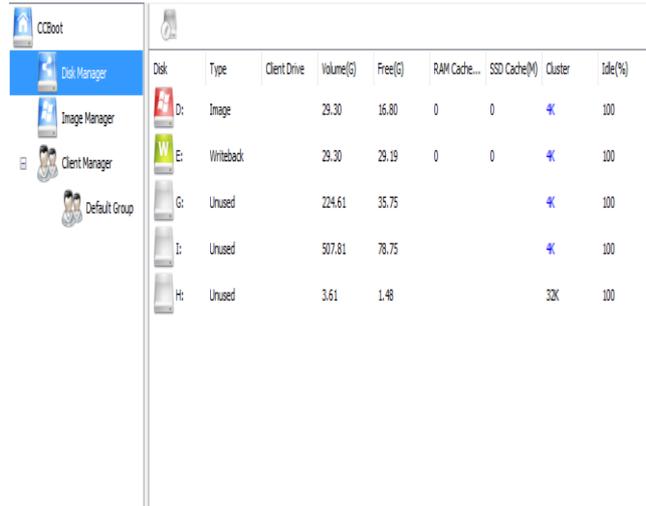
Untuk dapat mengunggah sistem operasi yang akan digunakan oleh komputer *client*. Sebelumnya harus menginstall aplikasi CCBboot Client. Setelah aplikasi CCBboot Client terinstall langkah berikutnya adalah melakukan *upload image*. Namun terlebih dulu menginstall service pada CCBboot Client.

Untuk *upload image* ke komputer server, sebelumnya pada komputer server aktifkan super client terlebih dahulu dengan membuka aplikasi cboot server klik kanan *client* yang sedang aktif di menu *client manage* seperti pada gambar 5.

Pembuatan *Disk Group* ditujukan untuk memberikan alokasi *disk*, yang berisi partisi *disk* untuk sistem operasi dan *game disk*. *Disk Group* juga dapat terlihat seakan-akan menjadi *disk* lokal pada komputer *client* saat beroperasi, seperti pada gambar 6.

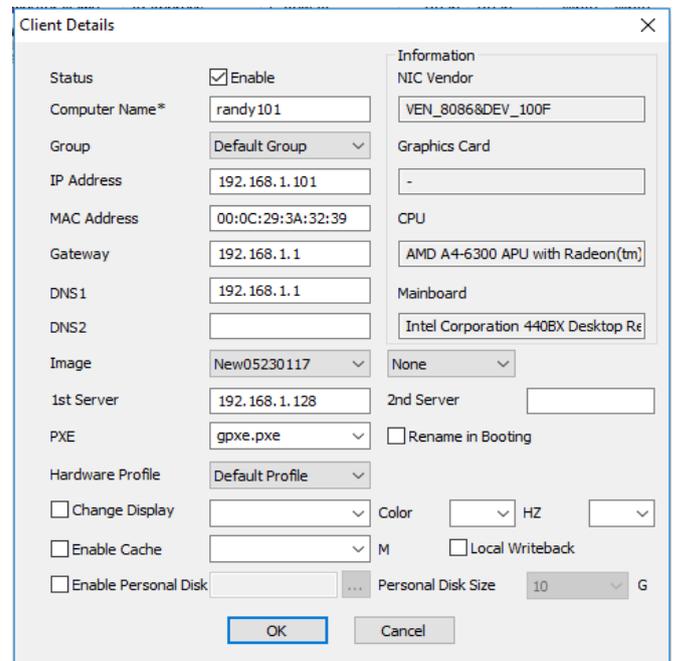


Gambar 5. Konfigurasi *Enable Super Client*



Gambar 6. Konfigurasi *Disk Group* untuk komputer *client*

Setting untuk memberikan *image* pada tiap komputer *client* pada program CCBboot Server. Sehingga komputer *client* dapat booting sistem operasi melalui LAN. Dengan kata lain, perancangan jaringan diskless menggunakan program CCBboot sudah berhasil berjalan. Gambar 7 adalah detail dari *client* yang telah berhasil *booting* melalui jaringan, *ip address*, MAC dan *gateway* telah terisi secara otomatis dan informasi spesifikasi *client*. Untuk *image* pastikan di *setting* ke *image* yang telah di *upload* sebelumnya karna kalau tidak *client* tidak akan bisa *booting* ke *image windows* yang di *upload* pada gambar 7. Pada PXE menyesuaikan *mainboard* atau *Lan card* yang dipakai.

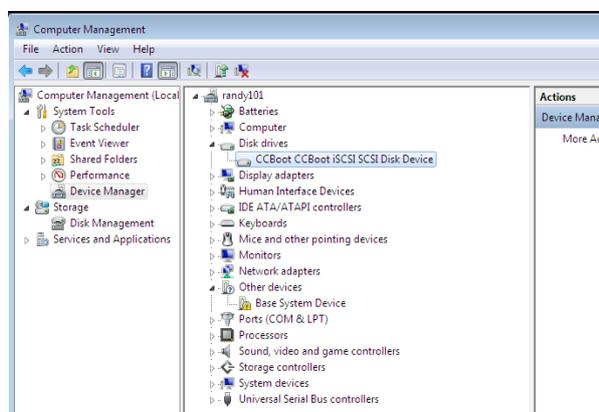


Gambar 7. Konfigurasi *IP, Image, PXE* untuk Komputer *Client*

3.3. Pengujian Sistem

Hasi pengujian dapat dibandingkan dengan sistem yang tidak menggunakan sistem *diskless* bahwa penggunaan *diskless* lebih optimal dalam performa dan juga biaya sehingga memudahkan operator untuk *maintenance*, *Software Update*, *backup*, dan *Recovery*.

Pengujian *booting diskless* merupakan parameter berhasilnya penelitian ini. Pengujian ini untuk membuktikan apakah komputer *client* dapat melakukan *booting* melalui jaringan *diskless*. Terlihat pada gambar 8 bahwa komputer *client* sudah terhubung dengan aplikasi CCBoot pada komputer server. Dengan kata lain komputer *client* telah mendapat image yang akan diproses dari komputer server.



Gambar 8. Komputer *management Windows 7* pada *Client* yang telah berhasil *booting* melalui Jaringan

Pengujian *Traffic* atau lalu lintas data dilakukan untuk memantau berapa proses pengiriman data pada saat komputer *client* beroperasi. Hal yang diuji adalah kestabilan komputer server melayani komputer *client* yang ada pada SMK Tamansiswa Padang dari *CPU Load* komputer server, penggunaan memori *RAM* komputer Server, dan *Performance* dari aplikasi CCBoot. Kestabilan komputer server. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa komputer server hanya menggunakan *CPU load* 2%, dan tabel 2 penggunaan memori *RAM* 1,5 Gb dari total 8 Gb untuk melayani 20 komputer yang telah beroperasi.

Tabel 1. Kinerja CPU Saat Client Dijalankan

Jumlah Client	Penggunaan CPU (%)
1	2%
2	2%
3	2%

Tabel 2 Kinerja RAM yang Digunakan

Jumlah Client	Penggunaan RAM
1	19%
2	21%
3	21%

4. Kesimpulan

Penerapan sistem *diskless* di SMK Tamansiswa Padang dapat mempermudah dalam *maintenance*, *Software Update*, *backup*, dan *Recovery*. Selain itu juga dapat menghemat biaya *maintenance*, *Software Update*, *backup*, dan *Recovery*. Serta dapat menghemat banyak waktu dan tenaga. Disarankan untuk penelitian lain dengan menguji Sharedisk, RichTech, OMB dan EMS358. Sehingga dapat menjadi acuan untuk digunakan sebagai perbandingan *diskless* dengan menggunakan program CCBoot

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada kepala sekolah SMK Tamansiswa Padang dan semua pihak yang terlibat serta supoortnya terhadap penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Ikhsan and H. Kurniawan, "IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI CAHAYA DAN SIRKULASI UDARA RUANGAN DENGAN MEMANFAATKAN PC DAN MIKROKONTROLER," *J. TEKNOIF*, vol. 3, no. 1, pp. 12–19, 2015, [Online]. Available: <http://ejournal.itp.ac.id>.
- [2] I. Ikhsan, "PENGENDALIAN KONTROL PC JARAK JAUH DENGAN MEMANFAATKAN MEDIA INTERNET BERBASIS CLIENT SERVER," *Teknoif*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [3] B. M. A. S. A. Bangkara, I. C. Maruf, A. Latif, H. Hashibah, and I. Ikhsan, "Improving the quality of counseling services for students based on digital applications in line with the implementation of the Merdeka Curriculum," *Int. J. Health Sci. (Qassim)*, vol. 6, no. May, pp. 2100–2114, 2022, doi: 10.53730/ijhs.v6ns9.12875.
- [4] I. Ismael, R. Rafid, B. Harto, M. Melinda, and I. Ikhsan, "Workshop Penyelarasan Kurikulum, Pengembangan PKL dan Komitmen Dunia Kerja untuk Ketersetapan Lulusan," *J. Pustaka Mitra (Pusat Akses Kaji. Mengabdi Terhadap Masyarakat)*, vol. 3, no. 2, pp. 96–100, 2023, doi: 10.55382/jurnalpustakamitra.v3i2.407.
- [5] G. Gufron, "Perancangan Laboratorium Komputer Menggunakan Jaringan Diskless Berbasis Linux Terminal Server Project dan Pemanfaatan Eoptes Sebagai Aplikasi Monitoring," *J. Ipteks Terap.*, vol. 8, no. 1, 2016, doi: 10.22216/jit.2014.v8i1.109.
- [6] Ikhsan, "Penentuan Titik Pemasangan Akses Point Pada Gedung Dengan Memanfaatkan Aplikasi Wireless Wizard Dalam Mendukung Aktivitas Dan Kinerja Jaringan Internet (Studi Kasus STMIK-AMIK Jayanusa Padang)," *J. TEKNOIF*, vol. 2, no. 2, pp. 21–26, 2014.

- [7] R. Safira, E. Asri, M. Azmi, and F. Rozi, "Perancangan dan Implementasi Sistem Operasi Terpusat Pada Server Berbasis Diskless di Laboratorium SMA DEK (Dedikasi Edukasi Kualiva) Kota Padang," *J. Abdimas Pengabd. dan Pengemb. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [8] Novinaldi, R. Nurbahri, and Ikhsan, "Perancangan dan Implementasi Virtual Local Area Network (Vlan) untuk Optimalisasi Bandwidth Jaringan: Studi Kasus Universitas Baiturrahmah," *J. Pustaka Data (Pusat Akses Kaji. Database, Anal. Teknol. dan Arsit. Komputer)*, vol. 1, no. 1 SE-Artikel, pp. 13–18, Dec. 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.pustakagalerimandiri.co.id/index.php/pustakadata/article/view/89>.
- [9] Y. E. B. Mawartika, A. SN, and A. Sihabuddin, "TOPSIS and SLR methods on the Decision Support System for Selection the Management Strategies of Funeral Land," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.)*, vol. 13, no. 2, p. 169, 2019, doi: 10.22146/ijccs.39788.
- [10] R. Mulyana and Ikhsan, "Pemanfaatan TCS2300 Dalam Media Pembelajaran Balita Pengenalan Warna Berbasis Arduino," *J. Process.*, vol. 12, no. 1, pp. 894–903, 2017.
- [11] A. Y. Setiawan, I. G. M. Darmawiguna, and G. A. Pradnyana, "Sentiment Summarization Evaluasi Pembelajaran Menggunakan Algoritma LSTM (long short term memory)," *Kumpul. Artik. Mhs. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 183–191, 2022.
- [12] I. Ikhsan and P. P. Sari, "Sistem Pendeteksi Nominal Dan Keaslian Uang Kertas Rupiah Untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino," *J. Ilm. Inform.*, vol. 6, no. 02, p. 10, 2018.
- [13] H. Ihsan, I. Ikhsan, and R. Asmara, "Smart Home Berbasis Internet Of Things dan Mobile Application pada Pustaka Galeri Mandiri Padang," vol. 1, no. 1, pp. 6–10, 2023.
- [14] R. Nofrialdi and I. Ikhsan, "Rancang Bangun Monitoring dan Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet Of Things (IoT) di Pustaplops PB BPBD Sumatera Barat," *J. Pustaka Robot Sister*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.pustakagalerimandiri.co.id/index.php/robotsister> terDOI:<https://doi.org/10.55382/jurnalpustakarobotsister.v1i1.322>.
- [15] I. Ikhsan, "IMPLEMENTASI ARDUINO DALAM RANCANG BANGUN ALAT UJI EMISI KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ANDROID," *J. Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2017, doi: 10.33060/JIK/2017/Vol6.Iss1.38.
