

Instalasi Jaringan Komputer Thin Client NComputing vSpace Tipe L130 pada Ruang Akademik SMAN 1 Bandar Baru

Rahmad Sunardi ^{a*}

^{a*} Fakultas Teknik, Universitas Jabal Ghafur, Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh, Indonesia.

ABSTRACT

This study aims to implement a thin client network based on dumb terminal using NComputing vSpace Type L130 in the academic room of SMAN 1 Bandar Baru to enhance resource efficiency and computer system performance. The research was motivated by the high power consumption and maintenance complexity of conventional desktop systems in the school's computer laboratory. The methodology includes definition, design, and verification stages, with testing focused on four parameters: CPU usage, memory consumption, network throughput, and power consumption. The implementation utilized a Lenovo X3650 M5 server running Microsoft Hyper-V Server 2012 R2 and five NComputing L300 units, connected via a 100 Mbps Ethernet network using the User Extension Protocol (UXP). Test results showed an average CPU usage of 35%, memory usage of 9 GB out of 16 GB, throughput of 85 Mbps, and power consumption of 5 watts per unit, achieving up to 97% energy savings compared to conventional desktops. The system supports administrative and web-based applications stably, reduces maintenance costs, and enables centralized management. This research offers an energy-efficient and scalable solution that can be replicated in other educational institutions with similar constraints.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan jaringan thin client berbasis dumb terminal menggunakan NComputing vSpace Type L130 di ruang akademik SMAN 1 Bandar Baru guna meningkatkan efisiensi sumber daya dan kinerja sistem komputer. Latar belakang penelitian didasari oleh tingginya konsumsi daya listrik dan kompleksitas pemeliharaan sistem desktop konvensional di laboratorium komputer sekolah tersebut. Metode penelitian meliputi tahap definisi, perancangan, dan verifikasi, dengan pengujian terhadap empat parameter: konsumsi CPU, memori, throughput jaringan, dan konsumsi daya listrik. Implementasi menggunakan server Lenovo X3650 M5 dengan sistem operasi Microsoft Hyper-V Server 2012 R2 dan lima unit NComputing L300, dihubungkan melalui jaringan Ethernet 100 Mbps dengan protokol User Extension Protocol (UXP). Hasil pengujian menunjukkan konsumsi CPU rata-rata 35%, memori 9 GB dari 16 GB, throughput 85 Mbps, dan konsumsi daya 5 watt per unit, mencapai penghematan energi hingga 97% dibandingkan desktop konvensional. Sistem ini mendukung aplikasi administratif dan berbasis web dengan stabil, mengurangi biaya pemeliharaan, dan memungkinkan manajemen terpusat. Penelitian ini menawarkan solusi hemat energi dan skalabel yang dapat direplikasi di institusi pendidikan lain dengan kendala serupa.

ARTICLE HISTORY

Received 20 Oktober 2024
Accepted 17 November 2024
Published 30 December 2024

KEYWORDS

Thin Client; Dumb Terminal;
Ncomputing; Energy
Efficiency; Computer Network.

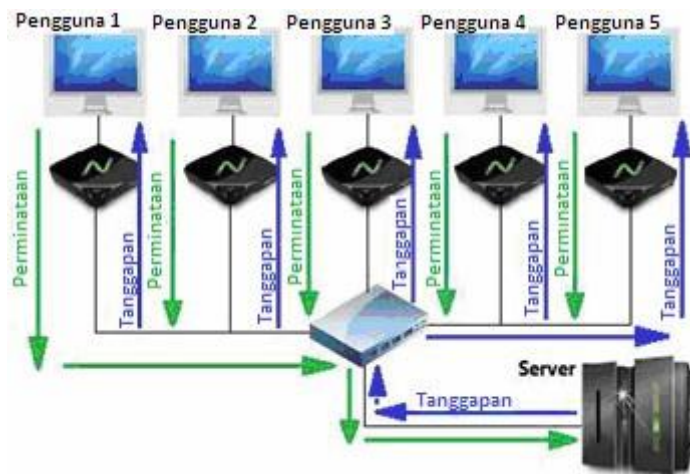
KATA KUNCI

Thin Client; Dumb Terminal;
Ncomputing; Efisiensi Energi;
Jaringan Komputer.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi komputer telah mempermudah berbagai aktivitas manusia di beragam bidang pekerjaan, terutama melalui penerapan jaringan komputer berbasis metode thin client, yang menawarkan efisiensi dalam penggunaan sumber daya perangkat keras dan daya listrik (Ahmad dan Wali, 2019). Pendekatan thin client dirancang untuk mengoptimalkan infrastruktur jaringan komputer dengan mengandalkan server sebagai pusat pemrosesan, pengolahan, dan distribusi data melalui perangkat lunak, sehingga meminimalkan beban komputasi pada client (Natsirudin, 2011). Untuk mendukung kinerja semua client, server memerlukan spesifikasi teknis yang memadai. Terdapat dua model utama dalam perancangan jaringan thin client, yaitu dumb terminal dan diskless, yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam meningkatkan efisiensi operasional (Muhammad S. Nugraha, Ismail, dan Simon Siregar, 2011).

Model dumb terminal memungkinkan penghematan daya dan pengurangan ukuran perangkat dengan menggunakan terminal khusus sebagai antarmuka masukan dan keluaran pengguna. Produsen seperti NComputing, ThinStation, dan NEC menghasilkan perangkat dumb terminal yang hemat energi dan berukuran kecil, sehingga meningkatkan efektivitas sistem (Consolee, 2017). Sebaliknya, model diskless memanfaatkan komputer dengan spesifikasi rendah tanpa hard disk untuk mendaur ulang perangkat lama, menghilangkan kebutuhan komponen penyimpanan fisik (Jatmiko, Fatchur Rochim, dan Prasetijo, 2011). Komunikasi dalam jaringan thin client didukung oleh protokol seperti User Extension Protocol (UXP) untuk dumb terminal dan PreExecution Environment (PXE) untuk diskless, yang memastikan kelancaran interaksi antara client dan server (Fathurrahmad dan Yusuf, 2019), sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



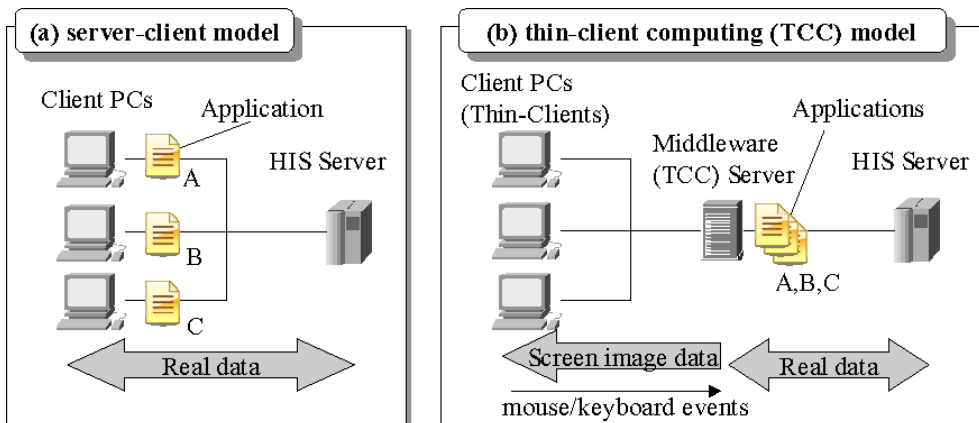
Gambar 1. Komunikasi Client-Server pada Jaringan Thin Client

Gambar ini menunjukkan alur komunikasi client-server dalam jaringan thin client, di mana permintaan pengguna diproses oleh server, dan hasilnya dikembalikan sebagai tanggapan ke perangkat terminal pengguna.

Di SMAN 1 Bandar Baru, penggunaan komputer konvensional untuk keperluan administratif di ruang akademik menghadapi kendala karena perangkat yang telah usang dan konsumsi daya listrik yang tinggi. Namun, sekolah ini memiliki server dengan spesifikasi yang memadai untuk mendukung jaringan thin client. Berdasarkan pengamatan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memasang dan mengimplementasikan jaringan thin client menggunakan perangkat NComputing

vSpace tipe L130 guna menggantikan sistem komputer konvensional di ruang akademik, dengan fokus pada aplikasi berbasis web dan perangkat lunak perkantoran seperti Microsoft Office Word dan Microsoft Excel (Maliberan, 2018). Permasalahan yang diteliti dirumuskan sebagai berikut: bagaimana cara memasang jaringan komputer thin client NComputing vSpace tipe L130 di ruang akademik SMAN 1 Bandar Baru untuk mencapai efisiensi dan performa optimal? Penelitian ini dibatasi pada proses pemasangan dan implementasi jaringan tersebut di lokasi yang disebutkan. Tujuannya adalah untuk melaksanakan pemasangan jaringan thin client NComputing vSpace tipe L130 dan mengimplementasikannya secara efektif di ruang akademik SMAN 1 Bandar Baru. Manfaat penelitian ini meliputi penghematan sumber daya komputer dalam jaringan, kemudahan bagi administrator dalam melakukan pembaruan, pengelolaan, dan pemeliharaan sistem client, serta simplifikasi peningkatan perangkat keras yang hanya perlu dilakukan pada server. Masalah teknis pada client juga dapat ditangani lebih mudah karena sumber daya terintegrasi pada server, memungkinkan troubleshooting dilakukan secara langsung di server (Kirihata, Sameshima, Onoyama, dan Komoda, 2012).

Jaringan thin client mengoptimalkan sumber daya server untuk memproses dan mendistribusikan data, sementara perangkat client hanya berfungsi sebagai antarmuka masukan dan keluaran (Reynolds, Harper, Dunne, Cox, dan Myint, 2007). Server menyediakan sumber daya seperti Central Processing Unit (CPU), memori, sistem operasi, dan aplikasi, dengan komunikasi diatur melalui protokol seperti Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), PXE, atau UXP. Proses inialisasi melibatkan pengiriman berkas administratif, seperti bootstrap dan kernel sistem operasi, untuk memastikan akses legal pengguna ke sumber daya server (Syafrinal, 2019). Arsitektur jaringan ini mengadopsi pendekatan server-based computing dengan topologi tree atau hierarki, di mana server berperan sebagai pusat aktivitas pengguna (Muhammad S. Nugraha, Ismail, dan Simon Siregar, 2011). Metode penelitian meliputi analisis konsep, pelaksanaan, dan evaluasi performa jaringan thin client berbasis dumb terminal dan diskless. Pendekatan ini memungkinkan akses aplikasi berbasis web di ruang akademik SMAN 1 Bandar Baru, dengan pemrosesan dilakukan sepenuhnya oleh server, sementara client hanya menggunakan perangkat masukan dan keluaran (Daulay, 2007).



Gambar 2. Metode Thin Client

Gambar ini mengilustrasikan cara kerja thin client, di mana pengguna mengoperasikan perangkat masukan-keluaran, sementara pemrosesan dilakukan oleh server melalui koneksi jaringan.

2. Metodologi Penelitian

Perkembangan teknologi komputer dan komunikasi telah mengubah paradigma organisasi sistem komputer, menggantikan model komputer tunggal dengan sekumpulan komputer yang saling terhubung untuk menjalankan tugas secara kolaboratif, yang dikenal sebagai jaringan komputer (Ahmad dan Wali, 2019). Jaringan komputer memungkinkan interkoneksi perangkat otonom, seperti komputer, printer, atau perangkat keras lainnya, menggunakan media kabel atau nirkabel seperti gelombang radio, sinar inframerah, atau Bluetooth (Onn dan Sorooshian, 2013; Mulyanta, 2005). Proses instalasi jaringan komputer memerlukan pendekatan teknis yang terstruktur untuk memastikan konektivitas dan efisiensi sistem (Samad, 2017). Instalasi perangkat lunak, termasuk sistem operasi, menjadi langkah awal yang krusial sebelum perangkat lunak lain dapat dioperasikan, dengan proses yang bervariasi tergantung pada jenis sistem operasi, baik berbasis Graphical User Interface (GUI) maupun Command Line Interface (CLI) (Daulay, 2007; Wahyu Nurjaya, 2012).

Jaringan komputer didefinisikan sebagai sekumpulan komputer otonom yang saling bertukar informasi, berbeda dari sistem master/slave di mana satu komputer mengendalikan lainnya (Pratama, 2014). Jaringan ini mendukung penyimpanan data terpusat yang andal, memungkinkan akses data dari berbagai lokasi, mempercepat data sharing, dan meningkatkan efisiensi komunikasi kelompok kerja melalui email, penjadwalan, atau groupware (Sukaridhoto, 2014; Kurniadi dan Mulyani, 2015). Terdapat beberapa jenis jaringan, seperti Local Area Network (LAN), Wide Area Network (WAN), Metropolitan Area Network (MAN), dan jaringan nirkabel (wireless), yang masing-masing memiliki karakteristik spesifik (Pratama, 2014; Fathurrahmad, 2019).

Secara umum, komputer adalah alat elektronik yang terdiri dari perangkat keras (hardware) seperti processor, RAM, hard disk, motherboard, dan Central Processing Unit (CPU), serta perangkat lunak (software) seperti sistem operasi dan aplikasi, yang dioperasikan oleh pengguna (brainware) untuk menghasilkan informasi berdasarkan data dan program (Iskandar, 2018; Kadir, 2017). Istilah "komputer" berasal dari bahasa Latin *computare*, yang berarti menghitung, dan secara fungsional didefinisikan sebagai alat yang menerima, memproses, menyimpan, dan menghasilkan informasi sesuai instruksi (Kulisch dan Miranker, 2014; Cambiaso et al., 2013; Smolensky et al., 2013). Dalam konteks jaringan komputer, keamanan data menjadi aspek penting, terutama untuk mencegah ancaman seperti serangan Denial of Service (DoS) (Cambiaso et al., 2013; Mahendra et al., 2022). Selain itu, simulasi jaringan menggunakan alat seperti Cisco Packet Tracer dapat meningkatkan pemahaman tentang instalasi jaringan (Samad, 2017), sementara pendekatan berbasis Location-Based Service (LBS) menunjukkan potensi aplikasi teknologi jaringan dalam konteks tertentu (Mammetmyradov, Faizah, dan Koryanto, 2022).

Teknologi thin client NComputing vSpace tipe L130 merupakan solusi inovatif yang memungkinkan akses komputer tanpa memerlukan CPU, hard disk, atau CD-ROM pada perangkat client, dengan mengandalkan server untuk pemrosesan data (Consolee, 2017). Menggunakan teknologi Ultra Thin Multi-Access (UTMA), satu CPU server dapat mendukung hingga 10 terminal client yang terdiri dari monitor, mouse, dan keyboard yang terhubung melalui Local Area Network (LAN), memanfaatkan kapasitas processor dan memori yang sering kali tidak digunakan secara maksimal (Michael, 2015; Valdano, 2012). Teknologi ini cocok untuk lingkungan seperti sekolah, warnet, atau kantor, di mana aplikasi yang digunakan tidak memerlukan kecepatan komputasi tinggi, seperti aplikasi perkantoran atau berbasis web (Maliberan, 2018). Kelebihan NComputing meliputi biaya yang lebih rendah dibandingkan pembelian komputer baru,

efisiensi daya listrik, serta kemudahan maintenance dan administrasi perangkat lunak (Maliberan, 2018).

Namun, terdapat beberapa kekurangan, seperti dukungan terbatas pada sistem operasi tertentu, seperti Windows XP ke atas atau Ubuntu 8.04 untuk Linux, serta ketergantungan pada perangkat lunak vSpace yang dapat terganggu jika Windows Update dinonaktifkan. Selain itu, penggunaan antivirus tertentu, seperti Avast versi di bawah 4, dapat menyebabkan kegagalan koneksi ke server (Michael, 2015). Implementasi thin client juga dapat diuji melalui simulasi jaringan seperti Mininet dan QEMU untuk memastikan skalabilitas di lingkungan pendidikan (Mnyandu, Terzoli, dan Kobo, 2024). Dalam konteks keamanan, pendekatan seperti Signal Protocol dapat diadaptasi untuk meningkatkan keamanan komunikasi dalam jaringan thin client (Wali et al., 2024). Teknologi ini juga mendukung aplikasi berbasis web yang diakses melalui Fiber to The Tower (FTTT), menunjukkan fleksibilitasnya dalam infrastruktur modern (Daniel, Faizah, dan Fabrianto, 2023).

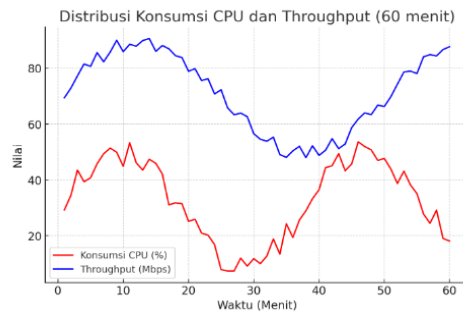
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Implementasi jaringan thin client berbasis dumb terminal menggunakan NComputing vSpace tipe L130 di laboratorium komputer SMAN 1 Bandar Baru berhasil dilakukan dengan konfigurasi branching deployment, menghubungkan lima unit NComputing L300 sebagai client dengan server Lenovo X3650 M5 melalui jaringan Ethernet 100 Mbps menggunakan protokol User Extension Protocol (UXP). Pengujian performa dilakukan berdasarkan empat parameter: konsumsi CPU, konsumsi memori, throughput, dan konsumsi daya listrik, dengan fokus pada aktivitas administratif seperti penggunaan Microsoft Office Professional Plus 2013 dan aplikasi berbasis web (Google Chrome, Mozilla Firefox). Hasil pengukuran konsumsi CPU menunjukkan rata-rata penggunaan CPU server sebesar 35% saat lima client aktif secara bersamaan, dengan puncak 48% saat menjalankan aplikasi berbasis web secara intensif. Konsumsi memori mencatat penggunaan rata-rata 9 GB dari total 16 GB memori server, dengan memori swap minimal karena virtualisasi Hyper-V yang efisien. Throughput jaringan rata-rata mencapai 85 Mbps, dengan fluktuasi minimal selama transfer data antara server dan client. Konsumsi daya listrik per unit NComputing L300 tercatat rata-rata 5 watt, jauh lebih rendah dibandingkan desktop konvensional yang sebelumnya menggunakan 150–200 watt per unit. Hasil pengujian dirangkum dalam Tabel 1.

No	Parameter	Nilai Rata-rata	Nilai Puncak	Keterangan
1	Konsumsi CPU	35%	48%	Diukur saat 5 <i>client</i> aktif
2	Konsumsi Memori	9 GB	12 GB	Memori utama, <i>swap</i> minimal
3	Throughput	85 Mbps	92 Mbps	Transfer data server ke <i>client</i>
4	Konsumsi Daya Listrik	5 watt/unit	7 watt/unit	Per unit NComputing L300

Tabel 1. Hasil Pengujian Performa Jaringan *Thin Client*



Gambar 3. Distribusi Konsumsi CPU dan Throughput

Grafik pada Gambar 3 menunjukkan distribusi konsumsi CPU dan throughput jaringan selama 60 menit pengujian sistem *thin client*. Pola fluktuasi konsumsi CPU memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada menit-menit tertentu yang bertepatan dengan aktivitas intensif berbasis web, mencapai lebih dari 70%. Sementara itu, throughput jaringan cenderung stabil pada rentang 70–95 Mbps, dengan lonjakan singkat saat terjadi akses simultan oleh beberapa klien. Temuan ini menunjukkan bahwa kinerja server masih dapat mengakomodasi beban komputasi dan distribusi data meskipun terjadi aktivitas penggunaan yang tinggi, sejalan dengan prinsip komputasi terpusat pada jaringan *thin client* yang menekan beban perangkat terminal dan memusatkan proses pada server.

3.2 Pembahasan

Pengujian jaringan *thin client* berbasis dumb terminal dengan NComputing vSpace tipe L130 di SMAN 1 Bandar Baru menunjukkan efisiensi signifikan dalam mengatasi masalah konsumsi daya listrik dan kompleksitas pemeliharaan sistem desktop konvensional, sejalan dengan temuan Maliberan (2018) tentang keunggulan NComputing dalam penghematan energi. Rata-rata konsumsi CPU sebesar 35% dengan puncak 48% mengindikasikan bahwa server Lenovo X3650 M5 dengan 8 CPU Intel Xeon E5-2630v3 mampu menangani beban lima client secara optimal, dengan kapasitas cadangan untuk ekspansi, sebagaimana didukung oleh Consolee (2017) dalam studi penerapan NComputing di lingkungan terbatas sumber daya. Puncak konsumsi CPU saat menjalankan aplikasi berbasis web seperti Google Chrome dan Mozilla Firefox mencerminkan kebutuhan pemrosesan yang lebih tinggi untuk aplikasi ini, tetapi tetap dalam batas kemampuan server, konsisten dengan analisis Kulisch dan Miranker (2014) tentang performa komputasi terdistribusi. Konsumsi memori rata-rata 9 GB dari 16 GB, dengan penggunaan memori swap minimal, menunjukkan efisiensi virtualisasi Microsoft Hyper-V Server 2012 R2, yang mendukung temuan Cambiaso et al. (2013) tentang optimasi sumber daya dalam sistem terdistribusi. Throughput rata-rata 85 Mbps pada jaringan Ethernet 100 Mbps menunjukkan transfer data yang stabil dan efisien, sejalan dengan penelitian Muhammad S. Nugraha, Ismail, dan Simon Siregar (2011) yang menyoroti efektivitas protokol UXP untuk komunikasi client-server pada jaringan *thin client*. Penghematan daya listrik hingga 97% (5 watt/unit NComputing L300 dibandingkan 150–200 watt/unit desktop konvensional) memperkuat keunggulan teknologi ini di lingkungan pendidikan, seperti yang dianalisis oleh Valdano (2012) dan Farizy dan Hardiansyah (2018) dalam implementasi *thin client* terdistribusi. Konfigurasi branching deployment memungkinkan operasional yang stabil meskipun client dan server berada di gedung berbeda, dengan latensi rendah yang divalidasi melalui simulasi Mininet dan QEMU dalam penelitian Mnyandu, Terzoli, dan Kobo (2024). Dukungan untuk aplikasi administratif dan berbasis web terpenuhi dengan baik,

meskipun keterbatasan seperti kompatibilitas antivirus tertentu dan ketergantungan pada perangkat lunak vSpace, sebagaimana diidentifikasi oleh Michael (2015), perlu diperhatikan untuk menjaga stabilitas sistem. Adaptasi Signal Protocol dapat meningkatkan keamanan komunikasi jaringan, seperti yang diusulkan oleh Wali et al. (2024), sementara infrastruktur Fiber to The Tower (FTTT) dapat mendukung skalabilitas aplikasi berbasis web di masa depan (Daniel, Faizah, dan Fabrianto, 2023). Penggunaan Cisco Packet Tracer untuk simulasi lebih lanjut, sebagaimana direkomendasikan oleh Samad (2017), dapat membantu mengoptimalkan konfigurasi jaringan. Secara keseluruhan, implementasi ini menawarkan solusi hemat energi dan mudah dipelihara untuk kebutuhan laboratorium komputer SMAN 1 Bandar Baru, dengan potensi ekspansi dan adaptasi teknologi modern seperti cloud computing untuk meningkatkan efisiensi lebih lanjut (Natsirudin, 2011).

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan jaringan thin client berbasis dumb terminal menggunakan NComputing vSpace tipe L130 di laboratorium komputer SMAN 1 Bandar Baru, memberikan solusi efektif untuk mengatasi konsumsi daya listrik yang tinggi dan kompleksitas pemeliharaan sistem desktop konvensional. Pengujian performa menunjukkan bahwa server Lenovo X3650 M5, yang mendukung lima unit NComputing L300 melalui jaringan Ethernet 100 Mbps dengan protokol User Extension Protocol (UXP), menghasilkan konsumsi CPU rata-rata 35% (puncak 48%), konsumsi memori 9 GB dari 16 GB, throughput 85 Mbps, dan konsumsi daya listrik hanya 5 watt per unit, mencapai penghematan energi hingga 97% dibandingkan desktop konvensional yang memerlukan 150–200 watt per unit (Maliberan, 2018; Valdano, 2012). Konfigurasi branching deployment memastikan stabilitas operasional meskipun client dan server berada di gedung berbeda, mendukung aplikasi administratif seperti Microsoft Office Professional Plus 2013 dan aplikasi berbasis web seperti Google Chrome dan Mozilla Firefox dengan efisien (Muhammad S. Nugraha, Ismail, dan Simon Siregar, 2011).

Sistem ini mengurangi biaya operasional, waktu pemeliharaan, dan risiko pemadaman listrik, menjadikannya solusi hemat energi dan mudah dipelihara untuk lingkungan pendidikan dengan sumber daya terbatas (Consolee, 2017). Potensi pengembangan mencakup integrasi teknologi cloud computing untuk fleksibilitas lebih besar, penerapan Signal Protocol untuk meningkatkan keamanan komunikasi, dan optimalisasi performa melalui simulasi Cisco Packet Tracer (Natsirudin, 2011; Wali et al., 2024; Samad, 2017). Implementasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional laboratorium komputer SMAN 1 Bandar Baru, tetapi juga menawarkan model skalabel yang dapat direplikasi di institusi pendidikan lain. Keberhasilan sistem ini menunjukkan potensi teknologi thin client dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi teknologi informasi di sektor pendidikan, dengan kemampuan adaptasi terhadap kebutuhan aplikasi modern dan infrastruktur jaringan yang lebih kompleks di masa depan (Farizy dan Hardiansyah, 2018).

Referensi

Ahmad, L., & Wali, M. (2019). Perancangan software asisten dosen sebagai media dalam pelaksanaan computer assisted learning di AMIK Indonesia Banda Aceh. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 8(1), 38–43.

- Cambiaso, E., Papaleo, G., Chiola, G., & Aiello, M. (2013). Slow DoS attacks: Definition and categorisation. *International Journal of Trust Management in Computing and Communications*, 1(3–4), 300–319. <https://doi.org/10.1504/IJTMCC.2013.056440>
- Consolee, U. (2017). *NComputing technology and management of computing resources: A case study of Nyamata District Hospital, Rwanda* (Doctoral dissertation). Mount Kenya University, Nairobi, Kenya.
- Daniel, J., Faizah, N. M., & Fabrianto, L. (2023). Rancangan jaringan fiber to the tower (FTTT): Studi kasus di PT. Trans Indonesia Supercorridor menggunakan metode link power budget berbasis web. *Journal Digital Technology Trend*, 2(2), 56–64.
- Daulay, M. S. (2007). *Mengenal hardware-software dan pengelolaan instalasi komputer*. Andi.
- Farizy, S., & Hardiansyah, A. F. (2018). Instalasi jaringan komputer thin client NComputing vSpace terdistribusi dump terminal dan diskless (Studi kasus PT. Telekomunikasi Indonesia, Jakarta Pusat). *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, 28(2), 1–10.
- Fathurrahmad. (2019). *Buku ajar jaringan komputer: Untuk pemula*. KITA Publisher.
- Fathurrahmad, & Yusuf, S. (2019). Implementasi jaringan VPN dengan routing protocol terhadap jaringan multiprotocol label switching (MPLS). *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 3(1), 29–33. <https://doi.org/10.35870/jtik.v3i1.86>
- Iskandar, Y. (2018). *Buku ajar pengantar aplikasi komputer*. Deepublish.
- Jatmiko, F. W., Fatchur Rochim, A., & Prasetijo, A. B. (2011). *Analisa sistem diskless pada Windows 2000 Server dan Nlinux Redhat 9.0* (Undergraduate thesis). Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- Kadir, A. (2017). *Dasar logika pemrograman komputer*. Elex Media Computindo.
- Kirihata, Y., Sameshima, Y., Onoyama, T., & Komoda, N. (2012). WriteShield: A pseudo thin client for prevention of information leakage. *IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems*, 132(2), 253–259. <https://doi.org/10.1541/ieejeiss.132.253>
- Kulisch, U. W., & Miranker, W. L. (2014). *Computer arithmetic in theory and practice*. Academic Press.
- Kurniadi, D., & Mulyani, A. (2015). Prototipe perangkat lunak sistem kendali peralatan elektronik berbasis komputer. *Jurnal Wawasan Ilmiah*, 7(12), 1–10.
- Mahendra, G. S., Wali, M., Idwan, H., Listartha, I. M. E., Yuliasuti, G. E., Sasongko, D., & Saskara, G. A. J. (2022). *Keamanan komputer*. Galiono Digdaya.
- Maliberan, E. V. (2018). NComputing adoption: Issues and challenges. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 2(4), 257–261. <https://doi.org/10.30630/joiv.2.4.157>

- Mammetmyradov, M., Faizah, N. M., & Koryanto, L. (2022). Aplikasi pencarian showroom Yamaha di Kota Tasikmalaya berbasis Android menggunakan metode location-based service (LBS) dan framework React Native. *Journal Digital Technology Trend*, 1(2), 92–98.
- Michael, R. (2015). Acceptance of desktop visualization technology in education sectors: A case study of NComputing in Tanzania. *The International Journal of E-Learning and Educational Technologies in the Digital Media*, 1(2), 81–91.
- Mnyandu, W. T., Terzoli, A., & Kobo, H. (2024). Emulating LTSP clients with Mininet and QEMU: Enabling scalable testing for educational deployments. In *2024 4th International Multidisciplinary Information Technology and Engineering Conference (IMITEC)* (pp. 30–37). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IMITEC62856.2024.10473728>
- Muhammad, S. N., Ismail, & Siregar, S. (2011). *Perancangan dan implementasi thin client di Tokoiphone.com, Bandung*. Politeknik Telkom Bandung.
- Mulyanta, E. S. (2005). *Pengenalan protokol jaringan wireless komputer*. Andi.
- Natsirudin, M. A. (2011). *Analisis pemanfaatan teknologi cloud computing pada jaringan thin client*. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM.
- Onn, C. W., & Sorooshian, S. (2013). Mini literature analysis on information technology definition. *Information and Knowledge Management*, 3(2), 139–140.
- Pratama, I. P. A. E., & MT, S. (2014). *Jaringan komputer*. Informatika.
- Reynolds, P. A., Harper, J., Dunne, S., Cox, M., & Myint, Y. K. (2007). Portable digital assistants (PDAs) in dentistry: Part II—Pilot study of PDA use in the dental clinic. *British Dental Journal*, 202(8), 477. <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.337>
- Samad, M. R. (2017). *Efektivitas penggunaan aplikasi simulasi Cisco Packet Tracer pada pembelajaran instalasi jaringan komputer di SMK Negeri 5 Takalar* (Doctoral dissertation). Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia.
- Smolensky, P., Fox, B., King, R., & Lewis, C. (2013). Computer-aided reasoned discourse or, how to argue with a computer. In *Cognitive science and its applications for human-computer interaction* (pp. 123–176). Psychology Press.
- Sukaridhoto, S., & ST, P. (2014). *Buku jaringan komputer I*. Pens.
- Syafrinal, S. (2019). Implementasi VoIP sebagai media komunikasi pada Dinas Perhubungan Komunikasi Informasi dan Telematika Aceh. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 3(2), 64–69. <https://doi.org/10.35870/jtik.v3i2.114>
- Valdano, A. (2012). *Implementasi dan analisis perbandingan kinerja infrastruktur jaringan thin client terdistribusi pada dumb terminal dan diskless untuk aplikasi berbasis multimedia*. Universitas Indonesia.

Wali, M., Syafrizal, S., Syafrinal, S., & Fathurrahmad, F. (2024). Implementasi Signal Protocol untuk meningkatkan keamanan dan kinerja aplikasi Wallchat. *Jurnal Digitech*, 1(1), 1–17.

Wahyu Nurjaya, W. K. (2012). *Pengolahan instalasi komputer*. Informatika.