

PEMANTAUAN DAN PENGATURAN PROXY SERVER DALAM PENGAKSESAN INTERNET DENGAN OTENTIKASI BERBASIS WEB

Januar Santoso; Normandito Wijaya; Khowi Siswandi

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Bina Nusantara University
Jln. K.H. Syahdan No 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
januarsnt@binus.edu

ABSTRACT

The quick expanding user of World Wide Web (WWW) has been made a development in proxy server in limited access to the users. Therefore, it needs the limit with designing and implementing proxy server configuration system and authentication in internet web-based usage so it will ease in supervising and using internet facility. The method used is analysis and web-based system design. The expected result is the easier in supervising and controlling internet facility using proxy server and reducing the leaking of internet facility usage through authentication (security).

Keywords: proxy server, authentication, web.

ABSTRAK

Perkembangan yang sangat cepat dari pengguna World Wide Web (WWW) telah membuat perkembangan juga pada proxy server dalam memberikan batasan akses pada penggunanya. Maka dari itu perlu adanya pembatasan dengan perancangan dan implementasi sistem konfigurasi proxy server dan otentikasi penggunaan internet berbasis web sehingga mempermudah dalam pengawasan dan penggunaan fasilitas internet. Metode yang digunakan ialah analisa dan perancangan sistem berbasis web. Hasil yang ingin dicapai adalah kemudahan dalam pengawasan dan pengontrolan penggunaan fasilitas internet menggunakan proxy server dan pengurangan kebocoran penggunaan fasilitas internet melalui otentikasi (keamanan).

Kata kunci : proxy server, otentikasi, web.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang informasi telah memberikan pengaruh dalam segala aspek kehidupan. Perilaku masyarakat pun mengalami perubahan yang luar biasa. Hal itupun berkembang dengan seiringnya bertambahnya jumlah pengguna internet. Internet dapat diakses dimana dan kapan pun juga. Hal ini menjadi pemicu hal-hal yang terjadi saat ini dengan penyalahgunaan fasilitas internet. Jumlah perkembangan pengguna fasilitas internet tidak dapat kita batasin tetapi kita dapat membatasi penggunaanya di mana pun dan kapan pun kita dapat batasi.

Pada saat ini kita dapat melihat banyak sekali perusahaan dan usaha bisnis lainnya menggunakan fasilitas internet untuk membantu proses bisnisnya agar tetap berjalan. Demikian juga di dalam pengelolaan tempat usaha seperti kafe sebagai sebuah tempat yang sering digunakan orang-orang sebagai tempat makan dan biasa digunakan untuk menghabiskan waktu bersama kerabat. Pada umumnya fasilitas kafe yang ada tidak lain berupa tempat dengan suasana nyaman, santai dan hiburan yang menarik. Fasilitas-fasilitas yang diberikan pada umumnya sudah terbilang cukup, akan tetapi jika dilihat dari semakin berkembangnya teknologi, kemajuan informasi dan kebutuhan akan informasi, maka kebutuhan customer masih belum terpenuhi. Pada jaman sekarang ini, *customer* menginginkan agar mereka dapat mengakses informasi yang cepat dan mudah. Salah satu cara mengakses informasi yang cepat dan mudah adalah melalui internet. Indonesia saat ini mulai menjamur kafe yang menyediakan fasilitas akan penggunaan akses internet yang menggunakan teknologi jaringan nirkabel (*wireless* / WiFi).

Tuntutan akan kebutuhan informasi membuat pengelola kafe menyediakan fasilitas tambahan berupa layanan akses internet yang mudah dan cepat. Pada umumnya, layanan internet yang diberikan oleh pengelola kafe adalah menggunakan jaringan *wireless* atau yang lebih dikenal dengan hotspot. Kendala yang ditemukan saat ini penggunaan fasilitas internet masih belum adanya pengaturan dalam penggunaan hak aksesnya. Kendala dalam pengaturan penggunaan hak akses tersebut diantaranya seperti masih belum adanya pengaturan jumlah *bandwith* yang dipakai, pembatasan dalam mengakses halaman-halaman web yang tidak diinginkan.

Penggunaan **MikroTik** yang terbilang cukup mahal merupakan salah satu kendala di beberapa kafe atau *small business* untuk menyediakan fasilitas internet. Harga sebuah **MikroTik** yang berkisar 1.7 juta – 5 juta tergantung jenisnya dan termasuk harga lisensi yang harus dibayar untuk penggunaan **MikroTik** merupakan suatu hal yang harus diperhitungkan kembali untuk para pengelola kafe atau *small business* jika ingin memasangnya. Dewasa ini banyak sekali pengelola yang menginginkan biaya yang murah dengan tidak perlunya lisensi dan aplikasi yang *freeware* dan juga bersifat *open source*.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penulisan ini berhubungan dengan adanya proyek pengembangan aplikasi yang meliputi: merancang sistem otentikasi untuk membatasi banyaknya pengguna yang bebas mengakses, Mengetahui penggunaan *bandwith* yang terpakai agar dapat digunakan sebagai acuan pengambilan keputusan atas kebijakan penggunaan fasilitas internet, dan merancang *user interface* yang sederhana untuk memudahkan pengelola fasilitas internet / *network administrator*.

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan ini diantaranya: mempermudah dalam mengatur konfigurasi SQUID melalui *user interface* yang disediakan, mencegah terjadinya penyalahgunaan fasilitas internet, dan mencegah kebocoran penggunaan fasilitas internet dengan menggunakan sistem otentikasi.

Tinjauan Pustaka

Jaringan Nirkabel

Jaringan Nirkabel (*wireless*) adalah suatu jaringan yang menggunakan frekuensi radio untuk komunikasi antara perangkat komputer dan akhirnya titik akses yang merupakan dasar dari komunikasi radio dua arah yang tipikalnya bekerja di *bandwidth* 2,4 GHz (802.11 b/g) atau 5 GHz (802.11 a). Kebanyakan peralatan mempunyai kualifikasi *Wi-Fi*, IEEE 802.11 b atau akomodasi IEEE 802.11 g dan menambahkan beberapa tingkat keamanan seperti WEP dan/atau WPA. Tulang punggung jaringan biasanya menggunakan kabel, dengan satu atau lebih titik akses jaringan menyambungkan pengguna nirkabel ke jaringan berkabel. Jaringan nirkabel memungkinkan orang melakukan komunikasi dan mengakses aplikasi dan informasi tanpa kabel.

Hotspot

Berdasarkan Gaier (2005) *Hotspot* adalah lokasi LAN nirkabel publik. Hotspot berada di tempat-tempat umum yang ramai dikunjungi termasuk bandara, hotel, *convention center*, dan kafe. Di lokasi ini terdapat *wireless access point* yang menghubungkan perangkat mobile (seperti *laptop*, dan *smart phone*) ke internet dengan menggunakan standar teknologi WLAN (*Wi-Fi*).

Berdasarkan pendapat Vladimirov et al (2004,p 550) *access point* adalah sebuah perangkat jaringan pada layer 2 yang menghubungkan kabel dan nirkabel dan mengontrol parameter jaringan di jaringan LAN nirkabel.

Fitur yang ditawarkan pada hotspot secara komersil dapat berupa: (1) Sebuah portal dimana user diarahkan untuk otentikasi dan pembayaran; (2) Pilihan pembayaran menggunakan kartu kredit dan lain-lain; dan (3) Mengijinkan akses situs tertentu dengan gratis (*walled garden*).

Meskipun demikian, banyak hotspot terbuka dan digunakan dengan gratis, baik yang dibuat oleh perusahaan pemerintah atau swasta untuk menarik perhatian pelanggan. Saat ini pun banyak universitas maupun sekolah yang telah memiliki hotspot.

Proxy Server

Proxy server merupakan komponen penengah antar *user agent*, bertindak sebagai *server* dan *client* yang menerima *request message* dari *user agent* dan menyampaikan pada *user agent* lainnya.

Request yang diterima dapat dilayani sendiri atau disampaikan (*forward*) pada *proxy* lain atau *server* lain. *Proxy server* menterjemahkan dan/atau menulis ulang *request message* sebelum menyampaikan pada user agent tujuan atau *proxy* lain.

Proxy server merupakan pusat komunikasi yang dapat dicapai oleh *user agent* secara langsung dan juga bertugas menyimpan data hasil sesi komunikasi yang terjadi antara UAC dan UAS. (Raharja, 2004, VoIP Rakyat).

Squid Cache

Squid adalah sebuah *proxy server* dan *web cache daemon*. *Squid* dirancang dan dijalankan di UNIX System tetapi bisa dijalankan di Windows dengan menggunakan *software* Cywin yang merupakan *software* yang *free* dan dikembangkan oleh *Cygnus Solutions* untuk digunakan di Windows. Dengan menggunakan *Squid* kecepatan *web server* dapat dipercepat dengan adanya penyimpanan *web cache*, DNS dan *resource* dari jaringan, *Squid* juga berlisensi GNU General Public License.

Squid dikatakan sebagai *server proxy cache* yang mempunyai performansi yang tinggi dan mendukung operasional FTP, Gopher, dan HTTP. Dalam memenuhi permintaan *client*, *Squid*

menangani dalam satu proses I/O dan tidak bersifat *blocking*. *Squid* hampir bersifat monolitik (seperti *Sendmail*) dimana seluruh pekerjaan mulai dari menangani permintaan *client*, mengambil, mencari, dan menyimpan objek serta pengaturan memori, seluruhnya itu hampir dilakukan oleh satu proses. Hampir tidak ada proses lain, kecuali untuk versi terbaru, untuk proses I/O *squid* menyerahkan operasionalnya pada aplikasi lain yaitu diskd.

Squid dibuat oleh sebuah komunitas internet dan dipimpin oleh Duane Wessel dari *National Laboratory for Applied Network Research* yang dibiayai oleh *National Science Fondation*. List dari kontributor dapat kita lihat di <http://www.squid-cache.org/CONTRIBUTORS>.

Jenis varian UNIX yang sampai saat ini diketahui telah berhasil menjalankan *Squid* diantaranya : Linux (semua distro), FreeBSD, NetBSD, BSDI, OSF and Digital UNIX, IRIX, SunOS/Solaris, NeXTStep, SCO UNIX, AIX, dan HP-UX.

Selain varian UNIX, ternyata *squid* juga bisa dijalankan di atas OS/2 dan WinNT. (Maryanto, Dodi, 2001 , Optimasi Akses Internet dengan SQUID).

MRTG

Multi Router Traffic Grapher (MRTG) adalah aplikasi yang digunakan untuk memantau beban trafik pada link jaringan. MRTG akan membuat report dalam bentuk harian, mingguan, bulanan dan tahunan berdasarkan *interface router* yang ada. MRTG akan membentuk dokumen dalam bentuk HTML, MRTG itu sendiri terdiri dari *script perl* yang menggunakan *Simple Network Management Protocol* (SNMP) untuk memantau trafik pada *router*.

MRTG merupakan software yang berlisensi GNU *General Public License*. MRTG tidak hanya untuk melihat trafik jaringan, tetapi dapat juga digunakan untuk melihat trafik CPU *load*, memori *load*. Ada banyak tool seperti MRTG, seperti *cacti*, *ntop*, *nagios*, *iptraff*. Agar MRTG dapat berjalan baik dibutuhkan software penunjang lainnya antara lain SNMP, Web Server (apache 2.0).

WPA

Singkatan *Wi-Fi Protected Access*, standar *Wi-Fi* untuk meningkatkan fitur keamanan WEP. Teknologi ini di desain untuk bekerja pada produk *Wi-Fi* eksisting yang telah memiliki WEP (semacam *software upgrade*). Teknologi WPA menawarkan dua macam peningkatan kemampuan WEP :

1. Meningkatkan enkripsi data dengan teknik *Temporal Key Integrity Protocol* (TKIP). TKIP mengacak kata kunci menggunakan algoritma hashing dan menambah *Integrity Checking Feature*, untuk memastikan kunci belum pernah digunakan secara tidak sah.
2. Otentikasi user, yang tidak tersedia di WEP. Melalui *Extensible Authentication Protocol* (EAP) maka wireless client harus melakukan otentikasi terlebih dahulu sebelum memasuki jaringan. WEP dapat membatasi akses ke jaringan berdasarkan MAC address yang spesifik untuk setiap perangkat. Tapi MAC address adalah sebuah kode yang mudah dideteksi melalui akses tidak sah dan dapat dengan mudah dipalsukan atau digandakan. EAP memberikan solusi yang lebih aman dengan menerapkan *Public Key Encryption System* untuk memastikan hanya pengguna sah dapat memasuki jaringan.

METODE

PT Sistem integral Perkasa (SiP) merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang distribusi alat-alat jaringan, dimana berencana selain menjual alat perusahaan bermaksud menyediakan jasa pemasangan *hotspot*. Kendala juga ditemukan yaitu *hotspot* yang dibangun belum mempunyai fasilitas pengaturan jaringan jika hanya menggunakan peralatan berupa *Modem ADSL* dan sebuah *Wireless LAN* atau sebuah *Access Point* , sehingga belum adanya konfigurasi jaringan karena tidak adanya *router*. Jika ingin mengkonfigurasi jaringan, maka perlu ditambah lagi sebuah *router* yang memerlukan teknisi jaringan untuk mengkonfigurasi *router* tersebut, sehingga akan terjadi pemborosan dalam biaya operasional dan pemeliharaan. Perlunya bantuan teknisi dikarenakan sulitnya instalasi dan konfigurasi *proxy server*.

Dikarenakan permasalahan diatas maka penulis mencoba untuk memberikan solusi berupa rancangan perangkat keras yang akan digunakan, sistem yang akan dijalankan, rancangan sistem berupa struktur menu dan *State Transtition Diagram* (STD) serta rancangan layar *user interface* yang akan dibuat.

Rancangan Perangkat Keras

Untuk membangun suatu jaringan awal, peralatan atau device yang dibutuhkan meliputi :

- 1 unit CPU yang digunakan sebagai *proxy server Squid*, *web server*, dan *PC Router*.
- *Modem ADSL* jika belum terdapat fasilitas internet.
- 1 buah *Wireless LAN* yang dapat dijadikan sebagai *Access Point* maupun *Repeater*.
- Kabel UTP untuk menghubungkan *Modem ADSL - PC Server - Access Point*.

Dalam implementasinya client dapat menggunakan laptop/notebook yang dapat menggunakan koneksi wireless atau komputer desktop yang terhubung dengan *Wireless LAN*.

Kebutuhan Hardware untuk CPU Server

Kebutuhan hardware untuk *Squid* memang besar. Untuk menghasilkan *troughput* yang maksimal diperlukan komponen hardware yang cukup besar. Kebutuhan ini berbanding lurus dengan beban, beberapa komponen harus dibutuhkan untuk membuat sebuah PC sebagai *proxy server* diantaranya :

1. Prossessor

Squid tidak memerlukan sebuah *prossessor* yang cepat. Untuk beban 1000 permintaan / menit, *Squid* sudah berjalan dengan baik pada jenis *Pentium II 500*. Untuk permintaan jauh dibawah itu, kebutuhan *prossessor* bisa di level *Pentium 166*.

2. Memori

Memori adalah kebutuhan pokok dari *Squid*. Semakin besar kapasitas *harddisk* yang dipilih, maka memori juga bertambah kebutuhannya. Setiap objek yang disimpan dalam *harddisk*, mempunyai metadata yang sebagian darinya akan tertinggal dalam memori, bernilai 72 byte. Dalam hitungan di bawah dipakai kapasitas rata-rata 1 objek sebesar 9 Kb. Angka ini didapatkan dari *cachemgr.cgi*

$\text{Jumlah Objek} = \frac{\text{Kapasitas harddisk untuk keperluan cache}}{\text{Kapasitas rata-rata 1 Objek (9Kb)}}$
--

1. Kapasitas Penyimpanan

Kapasitas *harddisk* yang digunakan tergantung dengan rumus perhitungan di atas, tergantung dari berapa besar memori yang kita punya baru kita dapat menentukan berapa besar kapsitas *harddisk*.

Kebutuhan Software untuk CPU Server

Kebutuhan software juga merupakan faktor terpenting berjalan atau tidaknya aplikasi konfigurasi *Squid* ini. Berikut kebutuhan *software* yang dibutuhkan untuk menunjang aplikasi web yang akan nantinya ditanam, diantaranya :

1. OS Linux Red Hat 9.
2. SQUID 2.6 STABLE 16.
3. Apache.HTTP Server versi 2.2.6.
4. PHP 5.2.5.
5. MRTG2 versi 15.2

Perancangan User Interface

Aplikasi *web* ini merupakan tampilan antarmuka yang ditujukan untuk administrasi *Squid server*. Hal ini memberikan kemudahan administrasi dan pengaturan dalam men-*setting* konfigurasi file "*squid.conf*". Detail perancangan dari *user interface web* yang akan digunakan diantaranya :

- Perancangan Modul Aplikasi.
- Perancangan Struktur Menu.

Modul Aplikasi

1. Network Configuration

Network Configuration berfungsi sebagai modul untuk mengeset nilai HTTP Port, ICP Port yang akan digunakan oleh user , men-set nilai alamat untuk paket UDP yang masuk dan keluar dari *squid*, pengaturan untuk me-non-aktifkan *query ICMP* dan tes *Reachability* . Selain itu juga pengaturan untuk menghubungkan server dengan *proxy server* lainnya.

2. Cache Memory and Disk Configuration

Cache Memory digunakan untuk menyimpan sejumlah objek yang dapat disimpan dalam memori *cache*. Objek yang disimpan ada 2 yakni transit objek dan hot objek. Dimana transit objek adalah objek yang dalam masa transisi antara waktu *cache* men-download objek disampaikan kepada client. Sedangkan hot objek merupakan objek yang sering diakses – *negative-cached-object URL* yang ternyata tidak menghasilkan objek. Selain itu pengaturan memori *cache*, user admin dapat mengatur penggunaan disk untuk menyimpan *cache* dalam harddisk termasuk batas minimum dan maksimum suatu objek disimpan dalam harddisk. Serta pengaturan kapan objek tersebut akan dihapus dari harddisk.

3. DNS Configuration

DNS atau kepanjangan dari *Domain Name System* (atau *Service/Server*), adalah layanan dalam internet yang berfungsi menerjemahkan nama domain tertentu ke dalam format numerik *Internet Protocol* (IP) *address*, misalnya nama domain *www.example.com* akan diterjemahkan ke dalam IP address 198.105.232.4. Nama domain terdiri atas deretan alfabetis sehingga mudah diingat. Namun, sesungguhnya internet bersandar pada prinsip numerik IP address tersebut.

DNS bekerja dalam modus *client-server*. Artinya adalah komputer client mencari nama domain atau IP address, kemudian server yang akan memberikan informasi di mana lokasi nama domain atau IP address tersebut bisa diakses. Pada browser, apabila kita mencari sebuah nama domain, misalnya *binusmaya.binus.ac.id*, maka browser akan melihat file *resolv.conf* untuk mencari name server dari domain yang dimaksud. Pada modul konfigurasi ini user admin dapat melakukan penge-set-an alamat DNS yang ada. Serta waktu *timeout* jika DNS tidak memberikan sinyal jawaban pada client.

4. Restrict Site

Restrict site berfungsi sebagai modul yang memblok akses terhadap website tertentu. *Restrict site* membantu dalam pem-filter-an website yang dianggap terlarang. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk memblok sebuah website yaitu :

- Memblok website berdasarkan domain name, yang dimaksudkan adalah memblok semua website yang berasal dari satu domain name.

- Memblok website berdasarkan sebagian kata yang ada pada URL-nya.
- Memblok website berdasarkan IP dari website tersebut.

5. Restrict IP

Restrict IP berfungsi sebagai modul yang membatasi IP tertentu mengakses sebuah internet. Hal ini berguna jika disuatu instansi menginginkan salah satu karyawannya tidak dapat mengakses internet tetapi masih dapat menggunakan *Local Area Network* (LAN).

6. Monitoring

Network monitoring adalah sebuah bentuk sistem yang secara konstan me-monitor kegiatan jaringan komputer. Monitoring yang dimaksud di sini lebih banyak tentang *monitoring* besarnya *bandwith* dari user dengan menanamkan aplikasi MRTG.

7. Administrative Configuration

Administrative disini bertujuan untuk memberitahukan kepada *client* jika mengalami masalah pada *cache* di *squid* . Selain itu juga mengatur akan kepemilikan objek yang digunakan atas nama *user* dan *group* yang menggunakannya.

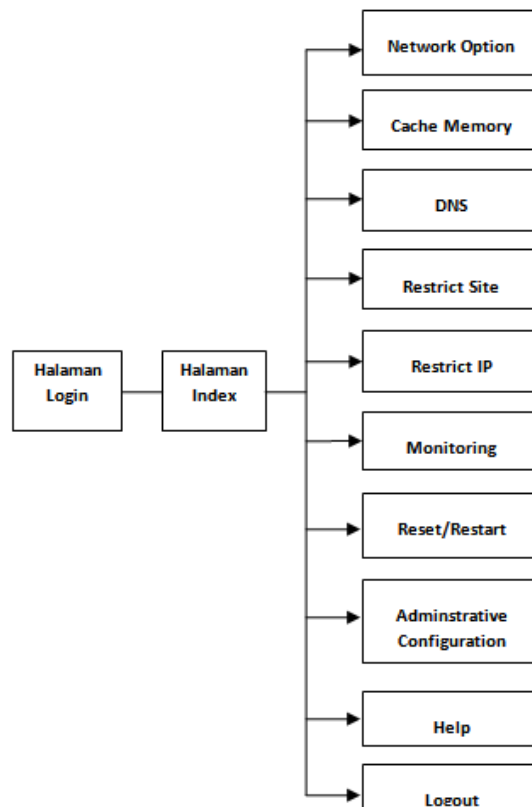
8. Reset/restart

Reset adalah modul yang digunakan untuk mengembalikan konfigurasi squid pada kondisi asli atau *setting-an* default.

Restart digunakan untuk me-restart kembali *proxy squid* dari hasil reconfigure file “*squid.conf*”.

Perancangan Struktur Menu

Rancangan struktur menu dari aplikasi terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur Menu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat keras yang digunakan adalah berupa *access point* dan sebuah *PC* yang digunakan sebagai *PC*. Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini adalah: (1) Sistem operasi Linux Red Hat versi 9, (2) Proxy server yaitu Squid-2.6 STABLE 16; (3) Web server yaitu Apache.HTTP Server versi 2.2.6, PHP 5.2.5; dan (4) Monitoring yaitu MRTG versi 2.15.2.

Prosedur Instalasi Sistem

Prosedur instalasi yang dilakukan ialah pertama kali instalasi OS –nya terlebih dahulu (Red Hat) dengan tipe instalasi sebagai server. Pada saat instalasi Red Hat jangan lupa untuk memilih option pada package *dhcp*, *dhcp-level*, *net-snmp*, *net-snmp-devel*, dan *net-snmp-utils*. Kedua lakukan instalasi sistem dengan login sebagai “root” lalu instal *Proxy Server Squid*, *MRTG* dan aplikasi web-nya dimana peneliti sudah menyiapkan sebuah file yang hanya dijalankan 1 kali saja untuk ditanamkan pada *PC Server* tersebut.

Prosedur Instalasi Sistem

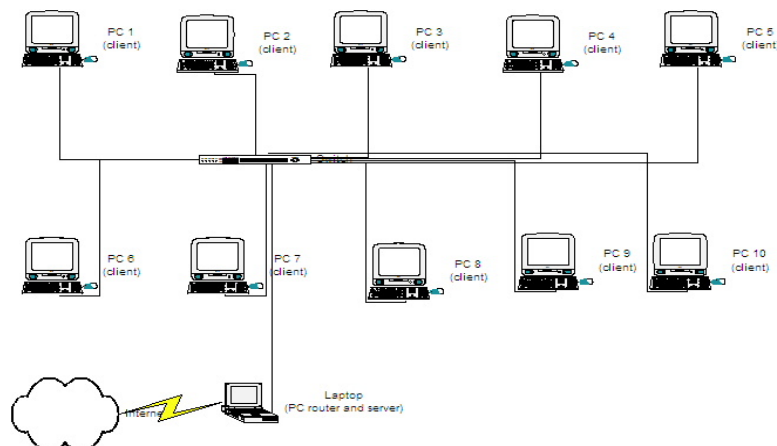
Aplikasi siap dipakai dan terbagi menjadi 2 yakni aplikasi untuk *admin* dan aplikasi untuk *end user*. Dimana aplikasi untuk *admin* memuat tentang halaman-halaman konfigurasi dalam mengakses jaringan internet yang melalui *proxy server* tersebut. Aplikasi untuk *end user* hanya digunakan untuk mencatat *log* aktifitas yang dilakukan oleh *user*, *user* diwajibkan untuk *login* terlebih dahulu.

Pengujian Sistem

Sistem dapat diimplementasikan pada jaringan *LAN* maupun jaringan *wireless*. Penulis melakukan pengujian sistem melalui jaringan LAN dengan menggunakan *laptop* sebagai *PC router* maupun sebagai *server*.

Skema Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan: (1) 1 buah *laptop* sebagai *PC router* dan *server*; (2) 1 buah *switch*; dan (3) 10 buah *PC* yang terhubung pada *switch* sebagai LAN. Skema pengujian sistem ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema Pengujian

Evaluasi

Setelah dilakukan pengujian melalui 10 PC mengakses internet secara bersamaan, *proxy server* berjalan dengan baik dan cepat. Selain itu *bandwidth* yang digunakan menjadi lebih kecil jika 10 PC mengakses halaman yang sama, hal ini dikarenakan *cache* menyimpan objek dari halaman yang sudah pernah diakses sehingga cukup 1 kali men-*download* objek dari halaman tersebut. Untuk pertama kali mengakses halaman *web* memerlukan waktu cukup lama karena harus menyimpan objek ke dalam *cache* memori.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang didapat dari evaluasi sistem web ini adalah: (1) Penggunaan *user interface* berbasis web mempermudah *administrator* untuk mengatur penggunaan hak akses internet; (2) Instalasi penanaman sistem *proxy server* yang mendukung sistem web ini sudah dipermudah dengan file instalasi yang diberikan; dan (3) Penggunaan sistem pengaturan, pemantauan dan otentikasi berbasis web sudah praktis dan efisien karena user tidak perlu lagi secara langsung mengubah sistem *proxy server* yang ada.

Saran

Saran yang didapat dari hasil evaluasi sistem web ini adalah: (1) Pengembangan fitur-fitur pengaturan penggunaan internet lainnya; (2) Penambahan fitur-fitur pengaturan *bandwidth* jaringan; (3) Pengembangan terhadap sistem untuk memberikan pelayanan dalam skala yang jauh lebih besar, misalkan jumlah pengguna atau user lebih dari 255, karena yang ada pada saat ini dibatasi untuk 100 pengguna; dan (4) Penerapan *billing system* pada sistem ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Smith, L. D., Case, T. L. (1995). *Managing Local Area Networks*. New York: McGraw-Hill.
- Fisher, C. (2000). *Redhat Linux Administration Tools*. New York: McGraw-Hill.
- Lusignan, R., Steudler, O., & Allison, J. (2000). *Managing Cisco Network Security*, Syngress.
- Maiwald, E. (2004). *Fundamentals of Network Security*. McGraw-Hill Technology Education.
- Maryanto, D. (2001). *Buku Pintar Internet Optimasi Akses Internet dengan Squid*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Vacca, J. R.. (2002). *Wireless Data Demystified* . McGraw-Hill Networking.
- Subramanian, M. (2000). *Network Management : Principles and Practise*. Addison-Wesley.
- Wessels, D. (2004). *Squid: The Definitive Guide*. O'Reilly