

OTENTIKASI USER PADA JARINGAN WLAN BERBASIS MIKROTIK OS DI SMP NEGERI 3 PURWOKERTO

Oleh :
Eko Rujianto Saputro
Teknik informatika, STMIK AMIKOM Purwokerto

ABSTRAKS

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk untuk menerapkan MikroTik Os sebagai router untuk otentikasi dan pengaturan bandwidth pada MikroTik Os dalam membangun jaringan wireless. Metode yang digunakan menggunakan metode eksperimental. Studi kasus pada SMP Negeri 3 Purwokerto. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penerapan fasilitas hotspot pada Mikrotik Router dapat membatasi akses user yang terkoneksi dengan jaringan SMP Negeri 3 Purwokerto sehingga user yang tidak memiliki hak akses tidak dapat masuk ke dalam jaringan. Dengan melakukan manajemen bandwidth pada jaringan SMP Negeri 3 Purwokerto maka tidak lagi terjadi kasus pemakaian bandwidth secara berlebihan oleh single user. Sehingga semua user mendapat jatah bandwidth yang sama dengan prioritas jam sibuk di lab komputer.

Kata kunci : Mikrotik, reuter, otentifikasi, bandwith.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Jaringan lokal menjadi sesuatu yang sangat penting dalam proses transfer data dan komunikasi antar PC (*Personal Computer*) dalam suatu area tertentu. Pemanfaatannya dapat mempermudah menyelesaikan setiap pekerjaan yang berhubungan dengan komputerisasi. Dengan adanya jaringan, kebutuhan informasi dari tiap PC dapat diakses secara cepat dan lebih *up to date*. Dewasa ini, penggunaan komputer lebih maksimal lagi dengan adanya jaringan komputer, yaitu beberapa komputer yang saling berhubungan sehingga memungkinkan setiap komputer bisa berkomunikasi. Contoh

komunikasi antar komputer antara lain adalah *file sharing* atau yang disebut dengan pertukaran data antar komputer, *chatting*, forum komunitas, dan lain sebagainya. Dengan adanya jaringan komputer ini menjadikan pekerjaan lebih mudah dan cepat terselesaikan.

Begitu pula seperti halnya penerapan jaringan lokal di SMP Negeri 3 Purwokerto. Sebagai Sekolah Standar Nasional (SSN) pemanfaatan jaringan secara optimal selalu diupayakan. Terbukti dengan telah dibangun infrastruktur jaringan berbasis LAN (*Local Area Network*) pada Lab komputer, Lab IPA, Ruang Kepala Sekolah, Ruang Guru, Ruang Perpustakaan, Ruang BK, dan Ruang TU. Selain itu, upaya pemerataan sinyal *wifi* (*Coverage Area*) agar bisa menjangkau semua ruangan guna mendukung proses pembelajaran juga akan dilakukan. Dengan luas total lahan 4.620 m² penggunaan kabel jaringan untuk menjangkau 20 ruang kelas dengan sebagian kelas berlantai 3 dirasa kurang efektif. Oleh karena itu dibutuhkan media transmisi yang lebih mudah dalam penerapannya yaitu dengan menggunakan WLAN (*Wireless Local Area Network*).

WLAN adalah system komunikasi data yang flexibel yang diimplementasikan seperti ekstensi sebagai alternatif untuk *Wired LAN*/jaringan kabel. Dengan menggunakan teknologi *radio frequency*, *wireless LAN* mengirim dan menerima data lewat udara.

Gelombang radio yang dipancarkan sebuah *Wi-Fi adapter* seperti *Access point* (AP) dapat diterima oleh semua Wi-Fi yang ada di sekitarnya (ataupun ruangan dan gedung di sekitarnya) sehingga informasi dapat "ditangkap" dengan mudah oleh orang lain.

Apabila konsep WLAN diterapkan tanpa adanya proses otentikasi untuk masing-masing pengguna/*user* dapat menyebabkan terjadinya akses masuk ke jaringan secara bebas oleh pihak lain/penyusup yang dapat menyebabkan beban *bandwidth* semakin berat. Beberapa tujuan penyusup antara lain :

1. Pada dasarnya hanya ingin tahu sistem dan data yang ada pada suatu jaringan komputer yang dijadikan sasaran. Penyusup yang bertujuan seperti ini sering disebut dengan *The Curious*.
 2. Membuat sistem jaringan menjadi down, penyusup yang mempunyai tujuan seperti ini sering disebut sebagai *The Malicious*.
 3. Berusaha untuk menggunakan sumber daya di dalam sistem jaringan tersebut. Penyusup seperti ini sering disebut sebagai *The High-Profile Intruder*.
 4. Ingin tahu data apa saja yang ada di dalam jaringan tersebut untuk selanjutnya dimanfaatkan untuk mendapatkan uang. Penyusup seperti ini sering disebut sebagai *The Competition*. Tujuan dari penelitian ini untuk menerapkan MikroTik Os sebagai router untuk otentikasi dan pengaturan *bandwidth* pada MikroTik Os dalam membangun jaringan *wireless*.
2. Otentikasi

Otentifikasi adalah proses dalam rangka validasi *user* pada saat memasuki sistem. Nama dan *password* dari *user* dicek melalui proses yang mengecek langsung ke daftar mereka yang diberikan hak untuk memasuki sistem tersebut. Sifat mengetahui bahwa data yang diterima adalah sama dengan data yang dikirim dan bahwa pengirim yang mengklaim adalah benar-benar pengirim sebenarnya (<http://www.total.or.id/info.php?kk=Authentication>, 10 Februari 2009).

Autorisasi ini disetup oleh administrator (pemegang hak tertinggi atau mereka yang ditunjuk di sistem tersebut). Untuk proses ini, masing-masing *user* akan dicek dari data yang diberikannya, seperti nama, *password*, serta beberapa hal lainnya yang tidak tertutup kemungkinannya seperti jam penggunaan, lama waktu penggunaan, besar *bandwidth* yang digunakan dan sebagainya.

3. Jaringan komputer

Jaringan computer adalah sekelompok komputer otonom yang saling menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat berbagi data, informasi, program aplikasi, dan perangkat keras seperti *printer*,

scanner, *CD-DRIVE* ataupun *hardisk*, serta memungkinkan untuk saling berkomunikasi secara elektronik (Sutedjo, 2003).

4. WLAN

WLAN atau *Wireless Area Network* merupakan salah satu jaringan computer bersifat lokal yang memanfaatkan gelombang radio sebagai media transmisi data (Sofana, 2008). WLAN juga dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem komunikasi data fleksibel yang dapat digunakan untuk menggantikan atau menambah jaringan LAN yang sudah ada untuk memberikan tambahan fungsi dalam konsep jaringan komputer pada umumnya (Hantoro, 2009). Prinsip dasar pada jaringan *wireless* LAN pada dasarnya sama saja dengan jaringan yang menggunakan *ethernet card*, perbedaan yang utama adalah pada media transmisinya yaitu melalui udara. Sedangkan pada jaringan *ethernet card* menggunakan media transmisi melalui kabel. Di dalam Konfigurasi *wireless* LAN pada umumnya, alat *transmitter/receiver (transceiver)* disebut *access point*, terhubung pada *wired network* dari lokasi yang tetap menggunakan pengkabelan yang standar. Minimum, *Access point* menerima, *buffer*, dan mentransmisikan data antara *wireless* LAN dan *wired network*. *Single access point* dapat *mensupport* group pemakai yang kecil dan dapat berfungsi dalam radius lebih kecil seratus atau beberapa ratus *feet*. Antena *access point* biasanya ditempatkan pada tempat yang tinggi atau dimana saja selama dapat meng *cover* sinyal radio. *User* mengakses *wireless* LAN melalui *wireless* LAN *adapters*, seperti PC Card didalam notebook atau palmtop, atau *card* di komputer desktop atau *integrated* di dalam *hand-held computer*. *Wireless* LAN *adapter* menyediakan *interface* antara *Client Network Operating System* (NOS) dan *airwave* melalui antena.

5. Router

Router adalah peralatan jaringan yang dapat menghubungkan satu jaringan dengan jaringan yang lain (Sofana, 2008). *Router* merupakan *hardware* yang berfungsi untuk menghubungkan dua *network* atau lebih yang berbeda *network id* atau arsitekturnya (Saputro, 2008). Sepintas lalu *router*

mirip dengan *bridge*, namun *router* lebih “cerdas” dibandingkan *bridge*. *Router* bekerja menggunakan *routing table* yang disimpan di *memory*-nya untuk membuat keputusan rute terbaik yang akan ditempuh oleh paket data. *Router* akan memutuskan media fisik jaringan yang “disukai” dan yang “tidak disukai”. Protokol *routing* dapat mengantisipasi berbagai kondisi yang tidak dimiliki oleh peralatan *bridge*. *Router* bekerja pada *layer network*. Prinsip kerja router antara lain :

- a. Menggunakan alamat *network* yang berbeda pada semua *port*
- b. Membuat tabel berdasarkan alamat *layer network*
- c. Memfilter lalu lintas *network* berdasarkan informasi *network*
- d. Memblokir lalu lintas ke alamat yang tidak diketahui.

6. MikroTik Os

MikroTik Os adalah merupakan sistem operasi Linux *base* yang diperuntukkan sebagai *network router*. Didesain untuk memberikan kemudahan bagi penggunanya. Administrasinya bisa dilakukan melalui *Windows Application* (Winbox). Selain itu instalasi dapat dilakukan pada *Standard computer PC (Personal Computer)*. PC yang akan dijadikan *router* mikrotik pun tidak memerlukan *resource* yang cukup besar untuk penggunaan standar, misalnya hanya sebagai *gateway*. Untuk keperluan beban yang besar (jaringan yang kompleks, routing yang rumit) disarankan untuk mempertimbangkan pemilihan *resource* PC yang memadai.

METODE PENELITIAN

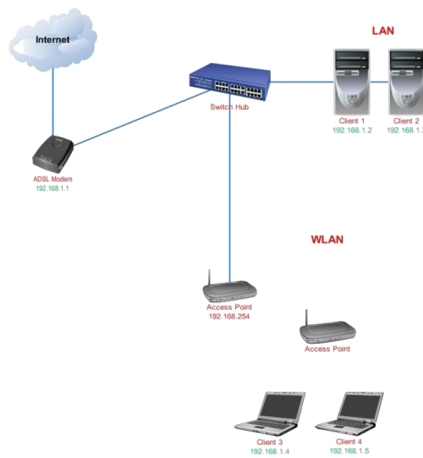
1. Tahapan Pengembangan

Tahapan pengembangan yang dilakukan dalam penelitian meliputi :

a. Desain topologi jaringan WLAN

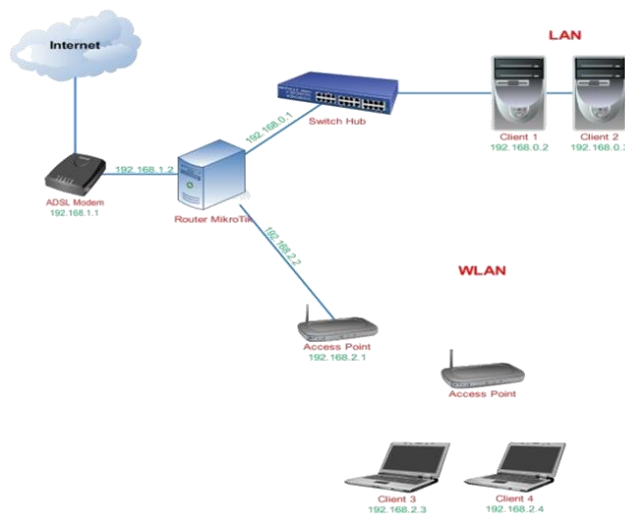
Topologi jaringan yang digunakan pada jaringan Lokal di SMP Negeri 3 Purwokerto menggunakan topologi *star*, karena setiap *node* terhubung dengan *switch*. Manakala ada kabel atau segmen yang terputus tidak akan menyebabkan jaringan lumpuh. Untuk penerapan jaringan WLAN pada jaringan LAN yang sudah ada maka menggunakan konfigurasi

infrastruktur. Infrastruktur WLAN adalah sebuah konfigurasi jaringan dimana jaringan *wireless* tidak hanya berhubungan dengan sesama jaringan *wireless* saja, akan tetapi terhubung dengan jaringan *wired* atau kabel. Tipe jaringan internet di SMP Negeri 3 Purwokerto berbentuk *Peer to Peer*, yang artinya tidak menggunakan *server* sebagai pusat pengontrol, tetapi semua koneksi terpusat pada *switch* yang terhubung dengan *modem*. Hal ini dapat di lihat pada topologi jaringan Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Konfigurasi Infrastruktur sebelum menggunakan *router*

Dengan penambahan *router* pada jaringan LAN yang digunakan sebagai pusat pengontrol jaringan, maka bisa digambarkan sebuah topologi jaringan pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Konfigurasi Infrastruktur setelah menggunakan *router*

b. Menentukan kebutuhan *hardware* dan *software* yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun spesifikasi minimal perangkat komputer yang bisa digunakan sebagai *router* MikroTik adalah sebagai berikut :

a. Perangkat keras (*Hardware*)

- 1) Mainboard : Intel, Cyrix 6x 86, Amd K5 atau sekelasnya, MikroTik Os tidak mendukung multi prosesor.
- 2) RAM : 32 Mb (Jika menggunakan proxy dianjurkan minimal 1 Gb)
- 3) VGA : *Onboard*
- 4) Hardisk : IDE dengan ruang kosong minimal 46 Mb, tidak mendukung USB, SCSI, RAID sedangkan *hardisk* SATA hanya pada *legacy access mode*. Mendukung flash dan *microdrive* dengan syarat terkoneksi dengan menggunakan antarmuka ATA

b. Media instalasi

Media instalasi yang bisa digunakan untuk MikroTik adalah :

- 1) *Floppy based instalation*
- 2) *Cd based instalation*
- 3) *Floppy based network instalation*
- 4) *Full based network instalation*

c. Melakukan praktek langsung memasang *Wi-Fi adapter*, menginstal MikroTik Os dan menerapkannya sebagai manajemen *user* menggunakan aplikasi WINBOX dalam hal:

- a. Otentikasi *user* dengan memasang *username* dan *password* dalam proses akses masuk ke jaringan dengan maksud untuk membatasi jumlah *user* sehingga hanya *user* yang memiliki hak akses yang bisa terkoneksi dengan jaringan menggunakan RADIUS MikroTik.
- b. Mengizinkan *user* dengan IP tertentu untuk mem *bypass*/melewati proses otentikasi (*ip binding*). Dalam hal ini, *user* yang akan

dilewatkan tanpa harus melakukan proses otentikasi adalah *IP Address* admin.

- c. Melakukan *monitoring* dan manajemen *bandwidth*, dalam hal ini proses yang akan dilakukan adalah :
 - 1) Menganalisa penggunaan *bandwidth* secara keseluruhan pada *interface* jaringan secara periodik (per hari, minggu, bulan dan tahun) sehingga dapat mengetahui kapan saat beban *bandwidth* meningkat. Analisa berdasarkan dari grafik yang dihasilkan oleh aplikasi *Multi Router Traffic Grapher*. Proses analisa akan dilakukan dalam kurun waktu 2 minggu untuk mendapatkan data pembandingan penggunaan *bandwidth*.
 - 2) Dari hasil analisa maka akan dibuat aturan pembagian *bandwidth* bagi *user* agar mendapat kecepatan akses yang sama dalam melakukan koneksi internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Otentikasi user berbasis MikroTik OS

Dalam fungsinya untuk mengenali *user/client*, khususnya dalam usaha untuk membatasi akses *user* sehingga hanya *user* yang terotentikasi atau memiliki hak akses yang bisa masuk ke dalam jaringan, *monitoring* beban *bandwidth* untuk mengetahui penggunaan *bandwidth* secara global dan penganalisaan *bandwidth* untuk menghasilkan penjadwalan akses bagi *user* pada jaringan WLAN di SMP Negeri 3 Purwokerto, maka hal yang perlu diterapkan pada MikroTik *Router* adalah menerapkan MikroTik *Router* sebagai alat untuk mengotentikasi *user* dengan memberikan *username* dan *password* dalam proses akses masuk ke jaringan SMP Negeri 3 Purwokerto dengan maksud untuk membatasi jumlah *user* sehingga hanya *user* yang memiliki hak akses yang bisa terkoneksi dengan jaringan. Untuk menerapkan aturan tersebut, perlu dibuat *Server Hotspot* pada MikroTik *router*. *Hotspot* digunakan untuk melakukan otentikasi pada jaringan LAN ataupun WLAN. Otentikasi yang digunakan berdasarkan pada HTTP atau HTTPS *protocol* dan

dapat diakses dengan menggunakan *Web Browser*. *Hotspot* sendiri adalah sebuah system yang mengkombinasikan beberapa macam fitur dari MikroTik *Router* yang mudah dikonfigurasi. Beberapa hal yang dapat dilakukan dalam mekanisme *hotspot system* adalah :

1 Cara Kerja Sistem *Hotspot*

Ketika *user* mencoba membuka sebuah *web page* maka *router* akan mengecek apakah *user* sudah diotentikasi pada sistem *hotspot* tersebut. Jika belum melakukan otentikasi, maka *user* akan diarahkan pada *hotspot login page* dan harus mengisikan *username* dan *password*. Jika informasi *login* yang dimasukkan sudah benar, maka *router* akan memasukkan *user* tersebut ke dalam *hotspot system* dan *user* sudah bisa mengakses halaman *web*. Selain itu akan muncul *popup windows* berisi status *ip Address*, *byte rate* dan *time live*. Dari urutan proses di atas, maka *user* sudah bisa mengakses halaman internet melalui *hotspot gateway*.

2 Keunggulan Sistem *Hotspot*

Hotspot system digunakan untuk autentikasi *user*, penggunaan akses internet dapat dihitung berdasarkan waktu dan data yang di *download/upload*. Selain itu dapat juga dilakukan limitasi *bandwidth* berdasarkan *data rate*, total data *upload/download* atau bisa juga di *limit* berdasarkan lama pemakaian. *Hotspot system* juga mendukung sistem RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*).

3 Mekanisme Sistem *Hotspot*

Untuk mengkonfigurasi jaringan *hotspot* cara yang biasa digunakan adalah dengan menggunakan *wizard*, yang secara otomatis akan mengkonfigurasi paket sistem berikut :

a *Hotspot Server Profile*

Hotspot Server Profile adalah *setting server* yang akan sering digunakan untuk semua *user* seperti metode otentikasi. Ada 6 metode autentikasi yang berbeda dalam *profile setting*, jenis otentikasi tersebut adalah :

1) *MAC Address*

Apabila *check box* "MAC" dipilih maka otentikasi pada *user* ditentukan dengan *MAC Address user*.

2) HTTP CHAP

Merupakan metode standar yang biasa digunakan dalam MikroTik *HotSpot system* untuk melakukan otentikasi dengan menggunakan halaman *login*. HTTP CHAP menggunakan algoritma *Message Digest 5 Algorithm* (MD5). MD5 adalah salah satu metode untuk memberi garansi bahwa pesan yang dikirim akan sama dengan pesan yang diterima. Pada MikroTik *Hotspot system* MD5 berguna untuk menyimpan *password* pada system dalam bentuk *hash*. Ketika pengguna memasukkan *password* maka *password* tersebut akan dihitung nilai hashnya dan disimpan pada sistem. Nilai hash dari *password* yang dimasukkan pengguna ketika *login* akan dibandingkan dengan nilai *hash* yang tersimpan pada sistem. Apabila cocok, maka otentikasi dianggap sukses.

MD5 adalah algoritma message digest 128 bit yang dibuat oleh Professor Ronald L. Rivest dari Massachusetts Institute of Technology (MIT) dan dipublikasikan pada bulan April 1992. Professor Ronald Rivest menyatakan bahwa algoritma MD5 akan menghasilkan tanda tangan digital 128 bit dari suatu input, tidak peduli berapapun panjangnya. Secara sederhana bisa dinyatakan algoritma MD5 melakukan "kompresi" terhadap suatu input, baik panjang maupun pendek, yang hasilnya adalah tanda tangan digital sepanjang 32 (tiga puluh dua) karakter.

MD5 merupakan bantahan atas teori yang menyatakan, untuk menghasilkan tanda tangan digital yang baik maka panjang tanda tangan digital harus sama dengan panjang masukannya.

Berikut ini adalah contoh tanda tangan digital dengan menggunakan algoritma MD5.

1. md5 ("B") = 0947f85161b05919d96940f3de14852e

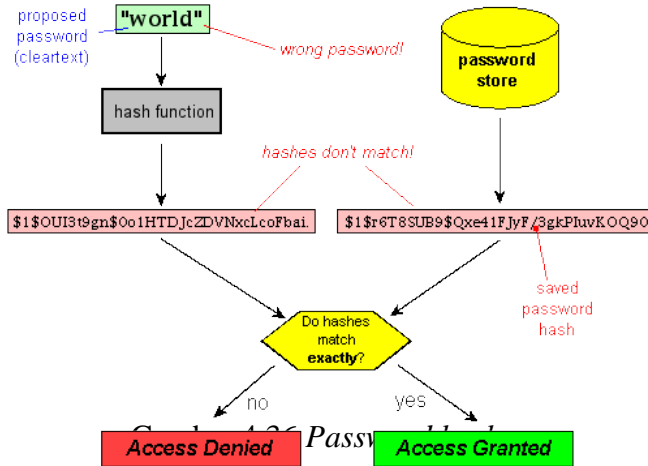
2. md5 ("b") = 92eb5ffee6ae2fec3ad71c777531578f
3. md5 ("a") = 0cc175b9c0f1b6a831c399e269772661
4. md5 ("a.") = 9fbcccf456ef61f9ea007c417297911d
5. md5 ("a ") = 99020cb24bd13238d907c65cc2b57c03
6. md5 ("a ") = d4ac0334c4130de05b4a37a87590ccc4
7. md5 ("a,") = 3ded2184a3e467984dba5788f82cc430

Contoh pertama menunjukkan hasil output karakter "B". Contoh kedua adalah output karakter "b". Ternyata dari hasil perbandingan terlihat bahwa walaupun terlihat hampir sama, tetapi jenisnya berbeda maka fungsi MD5 akan mengeluarkan hasil yang tidak identik. Lima contoh terakhir menunjukkan bahwa walaupun huruf yang diinputkan sama, tetapi penambahan karakter atau spasi sebanyak satu atau dua spasi serta perubahan apapun terhadap input akan memberikan output berbeda. Dari contoh di atas dapat disimpulkan bahwa algoritma MD5 selalu menghasilkan tanda tangan digital sepanjang 32 karakter, tanpa tergantung panjang input. Selain itu hasil output tidak akan sama untuk input yang berbeda.

Seringkali orang menganggap MD5 sebagai enkripsi. Memang MD5 dipakai dalam kriptografi, namun MD5 bukanlah algoritma enkripsi. Enkripsi mengubah *plain-text* menjadi *ciphertext* yang ukurannya berbanding lurus dengan ukuran *file* aslinya. Semakin panjang *plain-text* maka hasil enkripsinya juga semakin panjang. Hasil enkripsi bisa dikembalikan ke *plain-text* semula dengan proses dekripsi. Jadi enkripsi adalah fungsi dua arah dan *reversible*. Selain itu dalam enkripsi dibutuhkan kunci, tanpa kunci itu namanya bukan enkripsi, melainkan hanya *encoding/decoding*.

Berbeda dengan enkripsi, fungsi *hash* tidak butuh kunci dan sifatnya hanya satu arah, yaitu dari teks masukan menjadi nilai *hash* yang panjangnya selalu sama. Setelah menjadi nilai *hash*,

tidak ada fungsi yang bisa mengembalikan nilai *hash* itu menjadi teks semula.



3) HTTP PAP

Merupakan metode sederhana yang menggunakan halaman *login* untuk mendapatkan otentikasi dari *user* (yaitu *username* dan *password*) tetapi dalam bentuk *plain text*. *Password* tidak dienkripsi ketika ditransfer melalui jaringan.

4) HTTP *cookie*

Dengan menggunakan HTTP *Cookies* maka sehingga setiap kali *user* berhasil *login* masuk kedalam jaringan, *cookies* akan disimpan pada *web browser* dan apabila *user* akan melakukan *login* kembali maka *user* tanpa harus memasukkan *user name* dan *password* lagi dalam kurun waktu yang diatur oleh *admin*.

5) HTTPS

Sama seperti HTTP PAP, tetapi menggunakan protokol SSL untuk mengenkripsi transmisi.

6) *Trial*

Apabila *check box* "*Trial*" dipilih maka otentikasi tidak berlaku pada kurun waktu tertentu sesuai dengan "*Trial Uptime Limit*" yang diberikan oleh *admin*.

b Hotspot User Profile

Hotspot user profile adalah tempat menyimpan profil sekelompok *user* yang akan dibuatkan *rule profile*-nya. Dimana didalamnya bisa dilakukan *setting firewall filter chain* untuk *traffic* yang keluar/masuk, kita juga bisa men-*setting* limitasi *data rate* dan selain itu dapat juga dilakukan paket *marking* untuk setiap *user* yang masuk kedalam *profile* tersebut secara otomatis.

c *Hotspot User*

Hotspot user adalah nama-nama *user* yang akan akan diotentikasi pada sistem *hotspot*. Mengizinkan *user* untuk koneksi ke *hotspot system* dari *MAC Address* tertentu

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa :

- a. MikroTik merupakan salah satu *router* yang handal dengan semua fitur yang dimilikinya
- b. Penerapan fasilitas *hotspot* pada Mikrotik *Router* dapat membatasi akses *user* yang terkoneksi dengan jaringan SMP Negeri 3 Purwokerto sehingga *user* yang tidak memiliki hak akses tidak dapat masuk ke dalam jaringan.
- c. Dengan melakukan manajemen *bandwidth* pada jaringan SMP Negeri 3 Purwokerto maka tidak lagi terjadi kasus pemakaian *bandwidth* secara berlebihan oleh *single user*. Sehingga semua *user* mendapat jatah *bandwidth* yang sama dengan prioritas jam sibuk di lab komputer.
- d. Pengamatan trafik *bandwidth* pada *user* membantu admin untuk menganalisa pemakaian *bandwidth* setiap 5 menit, per hari, per bulan dan pertahun baik pada masing-masing *user* maupun total pemakaian *bandwidth*, sehingga dapat mempermudah analisa kebutuhan *bandwidth* pada pengembangan jaringan ke depan khususnya jaringan internet di SMP Negeri 3 Purwokerto.

2. Saran

- a. Perluasan *coverage area* di SMP Negeri 3 Purwokerto bisa segera di laksanakan.
- b. Perlu menambah *quota bandwidth* agar kebutuhan internet per *user* dapat tercukupi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Hantoro, Gunardi. 2009. Wifi (Wireless Lan) Jaringan Komputer Tanpa Kabel : INFORMATIKA : Bandung
- Herlambang, Moch. Linto, Catur L, Azis. 2008. Panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan Menggunakan MIKROTIK Os RouterOS™ .ANDI Publisher : Yogyakarta
- Purbo, W.O. (1998). TCP/IP Standar, Desain, dan Implementasi. Jakarta: PT Elek Media Komputindo.
- Saputro, Daniel T, Kustanto. 2008. Membangun Server Internet dengan MIKROTIK Os OS. Gava Media: Yogyakarta
- Sofana, Iwan.2008. Membangun Jaringan Komputer. INFORMATIKA : Bandung
- Sopandi, Dede. 2006. Instalasi dan Konfigurasi Jaringan Komputer. INFORMATIKA : Bandung
- Sutedjo Dharma Oetomo, Budi. 2003. Kamus++ Jaringan Komputer. ANDI Publisher : Yogyakarta.
- Sutedjo Dharma Oetomo, Budi dkk. 2006. Konsep dan Aplikasi Pemrograman Client Server dan Sistem Terdistribusi. ANDI PUBLISHER : Yogyakarta
- Yani, Akhmad. 2008. Panduan Membangun Jaringan Komputer. PT Kawan Pustaka : Jakarta