

MEMBANGUN JARINGAN WIRELESS LOCAL AREA NETWORK (WLAN) PADA CV.BIQ BENGKULU

Desmon Sharon, Sapri, Reno Supardi

Program Studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu
Jl. Meranti Raya No. 32 Kota Bengkulu 38228 Telp. (0736) 22027, 26957 Fax. (0736) 341139

ABSTRACT

The purpose of this research is to build a wireless local area network (wlan) at CV.BIQ Bengkulu. So that it can solved network problems at CV. BIQ Bengkulu. Research method used is Network Development Method. Existing LAN will be developed into WLAN that is more flexible, effective and efficient. WLAN are built using Mikrotik RB750GL as a central server. or as central network settings. A WLAN network spreads to clients using single acces point. A WLAN solved problems at existing LAN such as geographical issues and network development. Bandwidth management and firewall used as usage policys. This network has been tested and the result are in accordance with the plan even though there are still some problems that must be overcome at the future. Advice from the author is necessary to routine maintenance so the network performance will remain well.

Keywords: WLAN, Mikrotik, Bandwidth Management, Firewall

INTISARI

Penelitian ini menghasilkan jaringan WLAN (*Wireless Local Area Network*) atau disebut juga hotspot yang bertujuan untuk mengatasi masalah-masalah jaringan LAN sederhana yang ada pada CV.BIQ. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan jaringan. Jaringan LAN yang ada akan dikembangkan menjadi jaringan WLAN yang lebih fleksibel, efektif dan efisien. Jaringan WLAN yang dibangun menggunakan Mikrotik RB750GL sebagai server atau pusat pengaturan jaringan. Jaringan WLAN disebar dengan menggunakan acces point tunggal yang akan membagi jaringan ke client-client. Jaringan WLAN ini mengatasi masalah – masalah jaringan LAN pada CV.BIQ seperti pengembangan jaringan dan masalah geografis gedung. Bandwidth manajemen dan firewall sebagai pengatur kebijakan pemakaian jaringan. Jaringan ini telah diuji coba dan hasilnya sesuai dengan yang direncanakan walau masih ada beberapa kendala yang harus diatasi kedepannya. Saran dari penulis adalah perlu dilakukan *maintenance* / perawatan lanjutan secara rutin supaya kinerja jaringan WLAN yang dibuat akan tetap maksimal.

Kata kunci : WLAN, Mikrotik, Bandwidth Management, Firewall

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi pada saat ini terus berkembang seiring dengan kebutuhan manusia yang menginginkan kemudahan, kecepatan dan keakuratan dalam memperoleh informasi. Oleh karena itu kemajuan teknologi informasi harus terus diupayakan dan ditingkatkan kualitas dan kuantitasnya. Salah satu kemajuan teknologi informasi di bidang transmisi data pada saat ini adalah penggunaan *wireless LAN*. Perangkat *wireless LAN* memungkinkan adanya hubungan para pengguna informasi. *Wireless LAN* pada dasarnya sama dengan jaringan LAN dengan menggunakan kabel, hanya saja *wireless LAN* tidak menggunakan kabel dan memungkinkan para pengguna saling berhubungan sekalipun dalam kondisi yang *mobile* (bergerak) sehingga diharapkan *wireless LAN* memberikan kemudahan para pengguna. Salah satu contoh aplikasi *wireless* yang sering kita jumpai adalah penggunaan antena televisi yang menggunakan antena untuk menangkap gelombang siaran.

Kebutuhan akan *wireless LAN* pada CV.BIQ sangatlah penting, sebab dalam proses perpindahan data harus dapat dilakukan dengan waktu yang cepat

(efisiensi waktu). Misalnya pada proses desain, desainer dituntut untuk secepat mungkin mencari bahan desain, mengatur desain dan membagi hasil desain. Normalnya desainer menggunakan alat bantu USB (*flashdisk*) dalam mendistribusikan hasil desain yang dibuatnya. Kemudian pada proses pencetakan, operator mesin menggunakan media USB untuk memasukkan data desain ke mesin. Resiko masuknya virus ke sistem operasi mesin, tidak dapat dipungkiri menjadi problema yang harus selalu dihadapi. Cara ini terkesan sangat lambat, ketinggalan zaman, beresiko tinggi dan membutuhkan alat tambahan yaitu USB (*flashdisk*).

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis merasa perlu untuk mengembangkan *wireless LAN* dengan menggunakan *acces point* untuk membangun *hotspot* area pada lingkungan kantor CV.BIQ Bengkulu. Dengan adanya *hotspot* ini dapat memudahkan para pekerja saling bertukar data dan juga untuk mengakses internet, sehingga para pekerja dapat melakukan pekerjaannya dengan lebih cepat, tepat dan mudah, maka penulis mengambil judul penelitian tentang “Membangun Jaringan *Wireless Local Area Network (WLAN)* pada CV.BIQ Bengkulu.

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalahnya adalah bagaimana mengkonfigurasi peralatan jaringan agar dapat menjadi *wireless Local Area Network* yang baik dan bagaimana penggunaannya.

Agar pembahasan tidak terlalu luas namun dapat mencapai hasil yang optimal, maka penulis membatasi ruang lingkup pembahasan meliputi konfigurasi Sistem Operasi Router Mikrotik sebagai server, topologi BSS (*Basic Service Set*), tampilan login hotspot, pembuatan firewall dan manajemen bandwidth pada WLAN CV.BIQ.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A) Jaringan Komputer

Menurut Turban *et al.*, (2005:477) jaringan adalah sistem yang terdiri dari media komunikasi, perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk menghubungkan antara dua atau lebih sistem komputer dan peralatan. Jaringan menjadi sangat penting karena pada dasarnya digunakan untuk berbagai alasan. Pertama, jaringan komputer memungkinkan organisasi untuk lebih fleksibel dan dapat disesuaikan secara cepat dalam kondisi bisnis. Kedua jaringan memungkinkan perusahaan membagi *hardware*, aplikasi komputer dan *database* dari suatu komputer ke komputer lain dalam suatu organisasi. Ketiga jaringan komputer memungkinkan pekerja dan timnya yang secara geografis berjauhan untuk membagi dokumen, ide, pendapat, kreativitas, mendukung tim kerja, inovasi, dan interaksi yang lebih efisien dan efektif. Dan yang terakhir, jaringan komputer dapat menghubungkan antar pebisnis maupun antara pebisnis dan pelanggannya, sehingga banyak hal dapat dilakukan tanpa harus mengadakan pertemuan.

B) Jenis Jaringan Komputer

Menurut Wahyono, (2007:2) Berdasarkan letak geografisnya, secara umum jaringan komputer dibagi atas tiga jenis yaitu :

1) *Local Area Network* (LAN): merupakan jaringan milik pribadi didalam sebuah gedung atau kampus yang berukuran kecil. LAN sering kali digunakan untuk menghubungkan komputer – komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor suatu perusahaan atau pabrik – pabrik untuk memakai bersama sumber daya (misalnya *sharing printer*) dan saling bertukar informasi.

2) *Metropolitan Area Network* (MAN): *Metropolitan Area Network* (MAN) pada dasarnya merupakan LAN yang berukuran lebih besar dan biasanya menggunakan teknologi yang sama dengan LAN. MAN dapat mencakup kantor – kantor perusahaan yang letaknya berdekatan atau juga sebuah kota dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan

pribadi (swasta) atau umum. MAN mampu menunjang data dan suara, bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel.

3) *Wide Area Network: Wide Area Network* (WAN), jangkauannya mencakup daerah geografis yang luas, seringkali mencakup sebuah negara bahkan benua. WAN terdiri dari kumpulan mesin-mesin yang bertujuan untuk menjalankan program (aplikasi) pemakai.

C) Topologi Jaringan Komputer

Turban *et al.*, (2005:471) mengatakan Topologi jaringan adalah tata letak atau susunan fisik dan konektivitas pada sebuah ruang lingkup jaringan. Topologi jaringan komputer menggambarkan struktur dari suatu jaringan atau bagaimana sebuah jaringan didesain. Dalam definisi topologi terbagi menjadi dua, yaitu topologi fisik (*physical topology*) yang menunjukkan posisi pemasangan kabel secara fisik dan topologi logic (*logical topology*) yang menunjukkan bagaimana suatu media diakses oleh *host*.

Adapun topologi fisik yang umumnya digunakan dalam membangun sebuah jaringan adalah:

- 1) Topologi Bus (*Bus Topology*)
- 2) Topologi lingkaran (*Ring Topology*)
- 3) Topologi Bintang (*Star Topology*)
- 4) Topologi bintang besar (*Extended Star Topology*)
- 5) Topologi Mesh (*Mesh Topology*)
- 6) Topologi Hirarki (*Hierarchical Topology*)

D) WLAN atau Wi-Fi

Menurut Sofana, (2012:428) pada dasarnya jaringan *wireless local area network* sama dengan jaringan LAN biasa, hanya saja proses transmisinya tidak memakai kabel tetapi memakai gelombang elektromagnetik atau infrared. Tetapi belakangan ini gelombang elektromagnetik lebih dominan digunakan.

Jaringan *wireless* menggunakan *electromagnetic airwaves* untuk bertukar data ataupun informasi yang dibutuhkan. Gelombang radio biasa digunakan sebagai pembawa karena dapat dengan mudah mengirimkan daya ke penerima. Data ditransmisikan dengan cara ditumpangkan pada gelombang pembawa sehingga bisa diekstrak pada ujung penerima. Data ini umumnya digunakan sebagai pemodulasi dari pembawa oleh sinyal informasi yang sedang ditransmisikan.

Dalam konfigurasi biasa, pemancar dengan antena, yang disebut titik akses nirkabel atau *access point* (AP), terhubung ke LAN kabel dari lokasi tetap atau piring satelit yang menyediakan koneksi internet (ISP). AP menyediakan layanan internet untuk sejumlah *client* pada ruang lingkup geografis kecil (kisaran ratusan kaki / meter) itulah yang kita kenal dengan “*Hotspot Zone*” atau Hotspot. (untuk

memperluas jangkauan perlu menambah jumlah AP yang ada).

Sebagian besar WLAN saat ini berjalan pada standar yang dikenal sebagai 802.11b. standar ini juga dikenal sebagai Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). WLAN menggunakan standar ini untuk melakukan komunikasi dengan kecepatan 11 Mbps. Sementara jaringan berkabel mempunyai kecepatan 100 Mbps. Tetapi standar baru dari Wi-Fi seperti 802.11a dan 802.11g, sudah mampu mentransmisi data dengan kecepatan 54Mbps. (Turban *et al.*, 2005 :173)

E) Topologi Jaringan Wireless - Indoor

Menurut Wahyono (2007:3) topologi jaringan *wireless – indoor* terbagi atas 3 macam, yaitu :

- 1) Topologi IBSS (*Independent Basic Service Set / Ad-Hoc*)
- 2) Topologi BSS atau Topologi Infrastruktur
- 3) Topologi EBSS (*Extendet Basic Service Set*).

F) Hardware

Menurut Athailah (2013:2) Hardware pada jaringan pada umumnya adalah *Personal Computer* (PC), Kabel, *Repeater*, *Hub*, *Bridge*, *Switch* dan *Router*.

G) Sistem Operasi Jaringan

Menurut Wahyono (2007:177) Sistem operasi diperlukan untuk mengorganisasi seluruh sumber daya yang terdapat dalam jaringan komputer. Beberapa sistem operasi jaringan meliputi Mikrotik OS, Microsoft Windows, Linux (Redhat, Mandrake, Debian, Suse, Ubuntu, Kali, dll.), UNIX, Free BSD, dan lain-lain

H) Klasifikasi Server

Wahyono (2007:1) mengatakan menurut fungsinya klasifikasi *server* terbagi atas 2 macam server, yaitu *Dedicated Server* dan *Non-dedicated server*.

a. *Dedicated Server*: adalah *server* yang terdapat pada jaringan model *client server network*. Server pada *client server network* ini dapat diberlakukan hak akses yang bertingkat pada setiap stasiunnya. Sistem ini menggunakan satu atau lebih komputer yang khusus digunakan sebagai *server* yang bertugas melayani kebutuhan komputer – komputer lain yang berperan sebagai *client / workstation*.

b. *Non-dedicated server*: adalah server yang terdaat pada jaringan komputer yang memiliki model *peer to peer network*. *Peer to peer network* merupakan salah satu model jaringan komputer lokal yang mana setiap stasiun atau terminal yang terdapat di dalam lingkungan jaringan tersebut bisa saling berbagi. Setiap PC dapat mengakses semua periferal

ang terhubung dengan LAN, seperti printer, disk driver, CD driver dan lain lain.

I) Pengertian Mikrotik OS™

Menurut Athailah (2013:18) Mikrotik adalah merek dari perangkat jaringan, pada awalnya Mikrotik hanyalah sebuah perangkat lunak atau software yang di-install dalam komputer yang digunakan untuk mengontrol jaringan, tetapi dalam perkembangannya saat ini telah menjadi sebuah device atau perangkat jaringan yang andal dan harganya relatif terjangkau, serta banyak digunakan pada level perusahaan penyedia jasa internet (ISP).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A) Alat dan Bahan Penelitian

Perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan terdiri dari :

- 1) Sistem Operasi Windows 7
- 2) Mikrotik WinBox Loader v2.2.18
- 3) Software Mikrotik Router
- 4) Data – data yang berhubungan dengan penelitian.

Hardware yang akan digunakan di CV. BIQ terdiri dari :

- 1) PC server, Intel Pentium Dual Core 2.1 Ghz, RAM 1GB.
- 2) Access Point portable merk Level-one.
- 3) Router Wireless LevelOne WAP-6002
- 4) Tang Crimping
- 5) Kabel UTP
- 6) Mikrotik RB750GL
- 7) USB *Wireless* Adapter TP Link TP-WN722N
- 8) Modem Router ADSL2+ TP-LINK TD-W8151N

B) Metode Pengumpulan Data

Penelitian pada hakikatnya adalah suatu kegiatan ilmiah untuk memperoleh pengetahuan yang benar tentang suatu masalah. Data yang diperoleh dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai beriku :

- 1) Observasi: yaitu teknik pengumpulan data dengan menggunakan komputer yang dilakukan di CV. BIQ yang berhubungan dengan judul yang diangkat dan memperhatikan kondisi dan bentuk bangunan untuk keperluan perancangan.
- 2) Kepustakaan: penulis melakukan pengumpulan data dengan cara membaca, *browsing* internet dan mencatat buku yang berhubungan dengan penelitian.

C) Metode Perancangan Jaringan

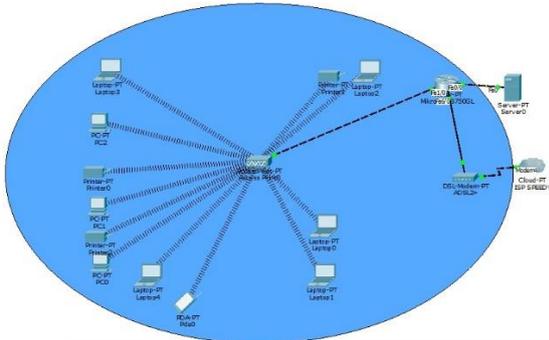
a. Analisis Jaringan Aktual: Jaringan LAN yang ada pada CV. BIQ selama ini adalah jaringan LAN standar dari PT. Telkom, yaitu dengan menggunakan modem ADSL sebagai hub / switch tunggal yang ada pada jaringan LAN. Jaringan menggunakan kabel

UTP sebagai *transmitter* data. Jaringan tidak memiliki PC server sebagai pengontrol jaringan LAN.

b. Analisis Jaringan Baru: Dengan semakin majunya teknologi dan persaingan usaha yang semakin ketat maka CV.BIQ harus berubah dan berkembang lebih maju. Salah satu perubahan yang dimaksud adalah dengan membangun jaringan *wireless local area network (WLAN)* di CV.BIQ.

D) Perancangan Jaringan

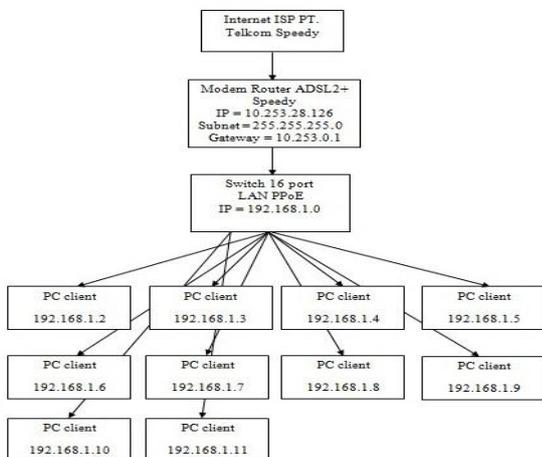
Pada jaringan sebelumnya hanya memakai switch sebagai peranti pembagi jaringan. Sedangkan pada rancangan jaringan ini ISP yang terhubung ke modem ADSL2+ diubah dari mode enkapsulasi PPOe ke mode bridge dan kemudian akan digabungkan dengan sebuah router agar jaringan dapat dikontrol dan diawasi. Pada rancangan jaringan ini akan menggunakan alat MikroTik RB750GL yang berlisensi level 4 sebagai pembagi sekaligus pengontrol jaringan. Dengan mengoptimalkan layanan *bandwidth* manajemen dan *firewall* yang terdapat pada MikroTik RB750GL maka diharapkan dapat mengatasi masalah jaringan lama. Untuk pembagiannya akan digunakan *Access Point* Portable TP-link sebagai *access point*nya. Gambaran rancangan jaringan yang akan dibangun ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Jaringan WLAN CV. BIQ

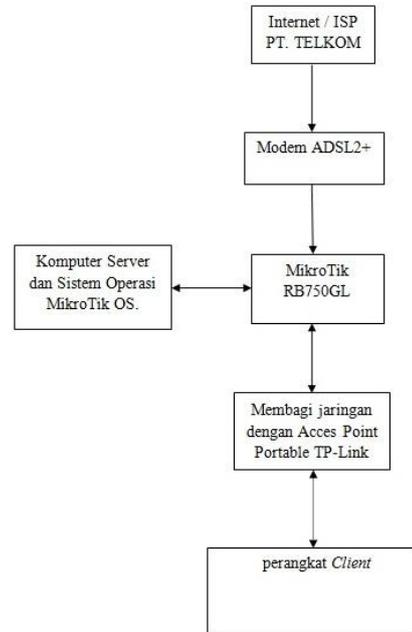
2) Blok Diagram Global

a. Blok Diagram Aktual:



Gambar 2. Blok Diagram Aktual

b. Blok Diagram Baru: Komputer server yang dilengkapi dengan sistem operasi mikrotik OS adalah pusat dari jaringan WLAN ini. Proses aktivasi dan kontrol router MikroTik RB750GL dilakukan pada komputer server dengan menggunakan aplikasi Winbox.



Gambar 3. Blok Diagram Baru

Pembagian jaringan menggunakan *access point*. Dengan ini diharapkan tidak ada lagi kendala ketika akan melakukan pengembangan jaringan atau penambahan *client*.

3) Sistem Kerja

Layanan internet dari ISP disalurkan melalui modem ADLS2+, modem ini diubah menjadi mode bridge yang berarti modem hanya bertindak sebagai pengirim IP yang disediakan ISP ke komputer server. Komputer server akan menjadi DHCP server jaringan dimana server akan bertindak sebagai pembagi IP ke jaringan yang akan dipasang. DHCP server akan menyediakan IP LAN dengan range IP 192.168. 0.2 – 192.168.0.64.

Pembagian jaringan akan dilakukan oleh *access point*, setiap *client* yang akan masuk kedalam jaringan maka harus *login* terlebih dahulu.

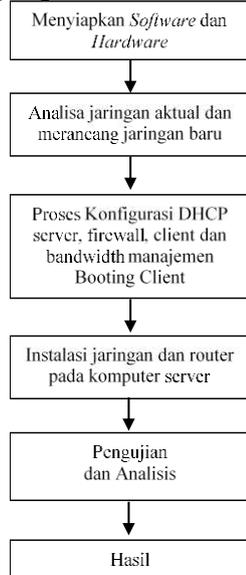
4) Rencana Kerja

Adapun rencana kerja dalam membangun jaringan WLAN pada CV.BIQ ditunjukkan pada Gambar 4.

5) Rencana Pengujian

Pengujian jaringan merupakan proses eksekusi jaringan yang akan dibuat dengan tujuan mencari kesalahan dan kelemahan dari jaringan yang telah dibangun. Pengujian juga memantau seberapa baik jaringan yang akan dibuat. Pengujian akan dilakukan

dengan pendekatan *Black Box*, yaitu pendekatan komplementer yang dilakukan sendiri oleh penulis.



Gambar 4. Rencana Kerja

Hal-hal yang diuji adalah berhasil atau tidaknya jaringan WLAN yang akan dibangun, *bandwidth* manajemen yang akan dibangun, *firewall* dan kekuatan sinyal yang ditangkap oleh client. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perancangan Pengujian Jaringan

No	Kriteria	Hasil	Keterangan
1	Instalasi Jaringan WLAN		
2	Kestabilan Koneksi / Kekuatan sinyal		
3	Bandwidth Manajemen		
4	Firewall		

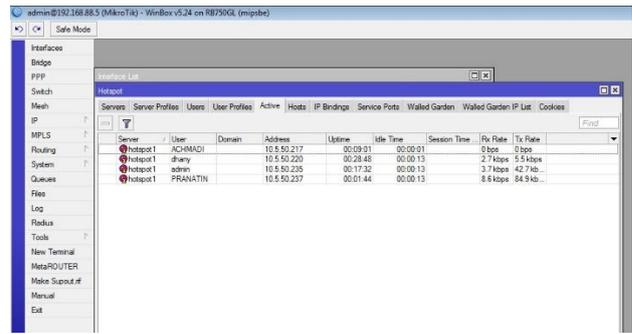
IV. PEMBAHASAN

A) Hasil Penelitian

WLAN pada CV.BIQ menggunakan Mikrotik RB750GL sebagai server pusat jaringan. Penelitian ini menghasilkan jaringan WLAN, login hotspot, *Bandwidth Management* dan *Firewall*.

1) Jaringan WLAN

Jaringan WLAN memungkinkan komputer-komputer yang ada di CV. BIQ terhubung dengan satu sama lain, juga terhubung ke jaringan yang lebih luas (internet). Mikrotik sebagai server, akan menampilkan setiap *users* yang sedang berada di dalam jaringan, seperti pada Gambar 5.



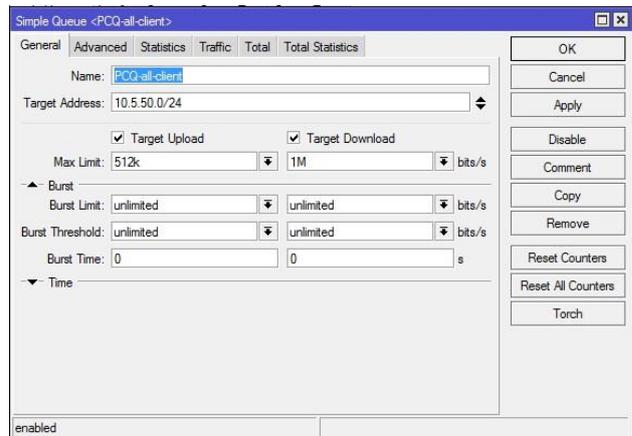
Gambar 5. Tampilan *Active Users* Pada Mikrotik

2) Tampilan Login



Gambar 6. Tampilan Login

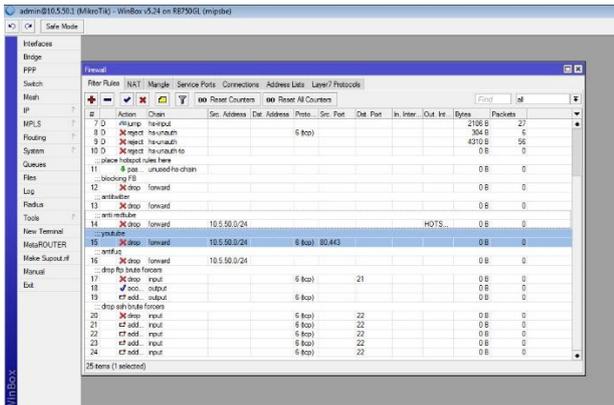
3) Tampilan *Bandwidth Management*



Gambar 7. Tampilan *Bandwidth Management*

4) Tampilan *Firewall*

Firewall pada CV.BIQ dibangun agar jaringan LAN dapat terlindungi dari serangan hacker dan jaringan dapat dipakai dengan semestinya. Hasil pengaturan *Firewall* adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Tampilan Firewall

B) Kekuatan Sinyal WLAN

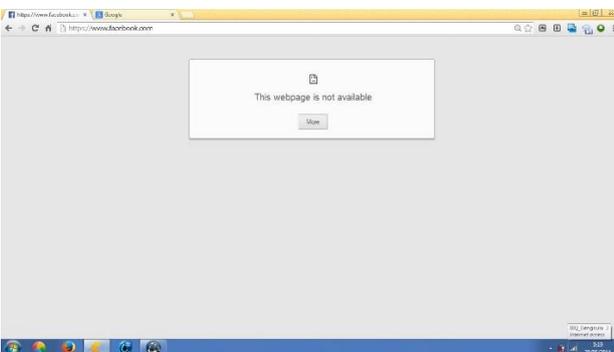
Pengujian kekuatan sinyal bertujuan untuk menguji seberapa baik daya tangkap terhadap sinyal yang diberikan *access point*. Ada beberapa bagian kantor yang dijadikan tempat pengujian, yaitu lobi, ruang sekretaris dan desainer, workshop, ruang mesin 1, ruang mesin 2 dan ruang direktur. Parameter yang dipakai adalah berapa banyak bar sinyal yang ditangkap oleh pc *client*. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sinyal

No.	Ruangan / Area	Kuat Sinyal	Keterangan
1	Lobi	5 bar	Sangat Baik
2	Ruang Sekretaris/ Desainer	5 bar	Sangat Baik
3	Workshop	4-5 bar	Baik
4	Ruang Mesin 1	4-5 bar	Baik
5	Ruang Mesin 2	4 bar	Baik
6	Ruang Direktur	3-4 bar	Cukup Baik

C) Firewall

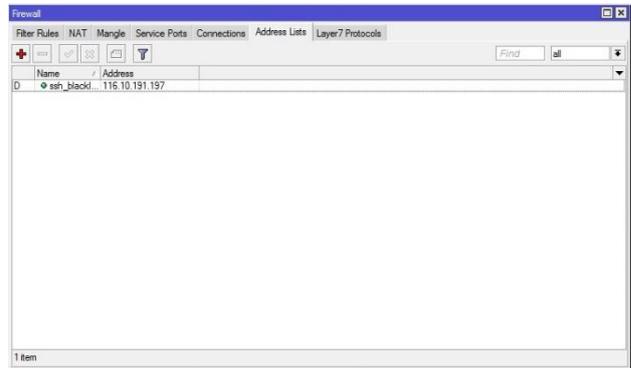
Pengujian dilakukan pada dua *firewall* yang telah dibuat, pengujian pertama adalah terhadap situs-situs yang dilarang. Pengujian dilakukan langsung pada browser di PC *client* yang sudah terhubung pada jaringan. Contoh hasil pengujian *firewall* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Ujicoba Firewall Facebook

Pengujian kedua dilakukan terhadap serangan brute force. Ketika ada IP yang mencoba berkali-kali login dan salah password, maka mikrotik secara otomatis menandai dan memasukkannya kedalam

daftar IP *blacklist*. Cara mengeceknya adalah dengan masuk menu IP > Firewall > Address List. Seperti pada Gambar 10.

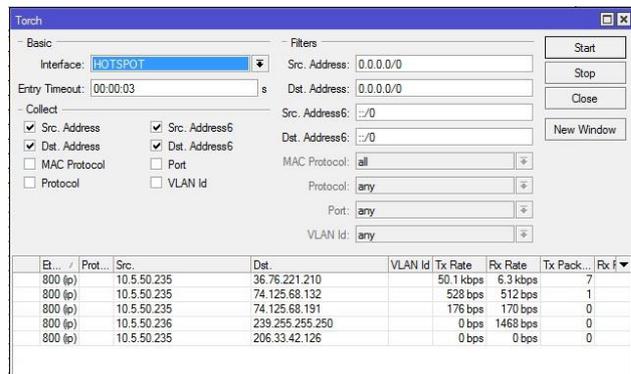


Gambar 10. Uji Coba Firewall Brute Force

Gambar 10 di atas menunjukkan IP 116.10.191.197 mencoba login ke admin via ssh dengan menggunakan teknik *brute force*.

D) Bandwidth Management

Pengujian dilakukan dengan menggunakan layanan *torch* yang terdapat pada mikrotik RB750GL. *Realtime traffic monitoring (torch)* digunakan untuk memonitor *traffic* yang melewati *interface* berdasarkan protocol, sumber, dan tujuan serta port. Seperti pada Gambar 11.



Gambar 7. Torch

V. PENUTUP

A) Kesimpulan

Berdasarkan hasil uraian yang telah dibahas mengenai membangun Jaringan WLAN pada CV. BIQ dengan menggunakan Mikrotik RB750GL, maka kesimpulan yang didapat adalah :

- 1) Teknologi jaringan WLAN pada Mikrotik RB750GL dapat digunakan untuk perluasan jaringan LAN yang ada.
- 2) Keunggulan utama dari jaringan WLAN adalah tingkat fleksibilitas yang jauh lebih baik dari pada jaringan LAN.
- 3) Kelemahan jaringan WLAN adalah adanya interferensi radio oleh tembok dan jarak *user* dari *Access Point*.

- 4) Penempatan posisi *Acces Point* turut menentukan kualitas WLAN.
- 5) Jaringan WLAN yang sudah dibangun memudahkan *users* dalam mengakses jaringan internet, meningkatkan efektifitas pemakaian jaringan dan memudahkan pengembangan atau penambahan *users*.

B) Saran

Berdasarkan hasil uraian yang telah dibahas mengenai membangun Jaringan WLAN pada CV. BIQ dengan menggunakan Mikrotik RB750GL, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut :

- 1) Jumlah *users* jangan melebihi 30 (maksimal 30) agar performa *Acces Point* dapat maksimal.
- 2) Akan lebih baik jika alat-alat yang digunakan adalah produk dari satu vendor, karena dalam beberapa kasus perbedaan vendor produk dapat menjadi kendala.
- 3) SSID, IP address, dan password default dari vendor sebaiknya dirubah agar keamanan jaringan lebih terjamin.
- 4) Jika diperlukan keamanan tambahan dapat diaktifkan pada *acces point*.

DAFTAR PUSTAKA

- Athailah, 2013. *Panduan Singkat Menguasai Router Mikrotik Untuk Pemula*. Mediakita. Halaman 7-47.
- Sofana, Iwan 2009. *Cisco CCNA & Jaringan Komputer*. Informatika Bandung. Halaman 29, 239-278.
- Sofana, Iwan 2012. *Cisco CCNP dan Jaringan Komputer (Materi Route, Switch & Troubleshooting)*. Informatika Bandung. Halaman 427-466.
- Wahyono, Teguh 2007. *Building & Maintenance PC Server*. Elex Media Komputindo. Halaman 3-13.