

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI CONTROLLER ACCESS POINT SYSTEM MANAGER (CAPSMAN) MIKROTIK MENGGUNAKAN APLIKASI WINBOX

Arie Mei Candra¹⁾, Jupriyadi²⁾ S. Samsugi³⁾

¹Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

²Teknologi Informasi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

³Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

Email: 106051994arifmeicandra@gmail.com, jupriyadi@teknokrat.ac.id, s.samsugi@teknokrat.ac.id

Abstrak

Untuk memudahkan di dalam pengaturan jaringan dan user, perangkat yang sering digunakan adalah mikrotik. Karena mikrotik lebih mudah dalam pengoperasiannya bila dibandingkan dengan router jenis lain, didalam mikrotik terdapat beberapa fasilitas termaksud diantaranya adalah CAPsMAN, Dimana dalam CAPsMAN (Controller Access Point system Manager) merupakan sebuah fitur wireless controller yang memudahkan kita untuk mengatur semua perangkat wireless akses point yang ada di jaringan kita secara terpusat. Mikrotik memperkaya lagi fitur yang sudah ada dengan menambahkan sebuah fitur yang dinamakan CAPsMAN. Fitur ini banyak ditunggu oleh para pengguna Mikrotik, khususnya bagi yang memiliki jaringan wireless skala besar. CAPsMAN (Controller Access Point system Manager) merupakan sebuah fitur wireless controller yang memudahkan untuk mengatur semua perangkat wireless akses point yang ada di jaringan secara terpusat. Dalam penggunaan layanan pada mikrotik, nanti perangkat-perangkat yang akan kita gunakan memiliki dua istilah CAP (Controlled Access Point). Mengatur jaringan secara terpusat Wireless AP MikroTik akan memudahkan admin dalam mengatur jaringan, sehingga konfigurasi hanya berada pada server dan melihat traffic kecepatan jaringan berdasarkan jarak dengan membatasi jarak pengguna dengan menggunakan fasilitas CAPsMAN, melakukan monitoring dengan lebih mudah menggunakan mikrotik agar dapat meminimalisir bandwidth yang tidak terpakai sehingga admin dapat memberikan bandwidth yang tidak terpakai digunakan ke ruangan yang aktif digunakan dalam jaringan internet.

Kata Kunci: CAPsMAN, Mikrotik, Traffic, Controller Access Point, wireless

1. Pendahuluan

SMK Taman Siswa merupakan pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah, di SMK Taman Siswa terdapat beberapa program keahlian yang disediakan Administrasi

Perkantoran, Akuntansi, Teknik Komputer dan Jaringan, Teknik Mesin, setiap jurusan memiliki laboratorium dan ruangan belajar, saat ini membutuhkan suatu jaringan internet yang dapat menghubungkan semua ruangan yang ada di SMK Taman Siswa, pada saat ini tidak adanya fasilitas sekolah untuk wifi (jaringan internet) jaringan internet hanya terdapat pada lab komputer saja sehingga jaringan internet bisa digunakan pada saat praktikum komputer.

Untuk memudahkan di dalam pengaturan jaringan dan user, perangkat yang sering digunakan adalah mikrotik. Karena mikrotik lebih mudah dalam pengoperasiannya bila dibandingkan dengan router jenis lain, didalam mikrotik terdapat beberapa fasilitas termaksud diantaranya adalah CAPsMAN, didalam terdapat fasilitas yang merupakan sebuah fitur wireless controller yang memudahkan untuk mengatur semua perangkat wireless akses point yang ada di jaringan secara terpusat. Mikrotik memperkaya lagi fitur yang sudah ada dengan menambahkan sebuah fitur yang dinamakan CAPsMAN. Fitur ini banyak ditunggu oleh para pengguna Mikrotik, khususnya bagi yang memiliki jaringan wireless skala besar. fasilitas ini merupakan sebuah fitur wireless controller yang memudahkan untuk mengatur semua perangkat wireless akses point yang ada di jaringan secara terpusat. Dalam penggunaan layanan pada mikrotik, nanti perangkat-perangkat yang akan digunakan memiliki dua istilah CAP (Controlled Access Point), yaitu perangkat wireless yang akan konfigurasi System Manager (CAPsMAN), yaitu perangkat yang digunakan untuk mengatur CAP.

Masalah saat ini dilingkungan sekolah adalah jaringan internet yang terpasang hanya pada laboratorium komputer, jaringan internet digunakan pada saat ada mata pelajaran praktikum, sehingga tidak merata jaringan internet yang terhubung kesetiap ruangan disekolah. Perancangan dan implementasi jaringan internet yang dibangun yaitu menggunakan tiga buah router, salah satu router dijadikan CAP Manager yang berfungsi untuk melakukan konfigurasi dan pengaturan bandwidth untuk semua ruangan yang ada fasilitas internetnya. Konfigurasi, autentikasi dan sebagainya bisa diatur dari perangkat ini yang tentunya dapat memudahkan administrator melakukan monitoring.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Network Development Life Cycle

Menurut Goldman dan Rawles (2014) Network Development Life Cycle (NDLC) adalah metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan suatu jaringan komputer. Adapun tahapan yang terdapat dalam metode NDLC adalah sebagai berikut

1. Analysis

Tahap awal ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan user, dan analisa topologi / jaringan yang sudah ada saat ini. Metode yang biasa digunakan pada tahap ini adalah.

- a. Wawancara, dilakukan dengan pihak terkait melibatkan dari struktur manajemen atas sampai ke level bawah / operator agar mendapatkan data yang konkrit dan lengkap.
- b. Observasi, pada tahap analisis juga biasanya dilakukan survei langsung kelapangan untuk mendapatkan hasil sesungguhnya dan gambaran seutuhnya sebelum masuk ke tahap design.
- c. Membaca manual atau blueprint dokumentasi, pada analisis awal ini juga dilakukan dengan mencari informasi dari manual-manual atau blueprint dokumentasi yang mungkin pernah dibuat sebelumnya.

2. Design

Design dapat berupa design struktur topologi jaringan, design akses data, design tata layout perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang project yang akan dibangun. Biasanya hasil dari design berupa.

- a. Gambar-gambar topologi (server farm, firewall, datacenter, storages, lastmiles, perkabelan, titik akses)
- b. Gambar-gambar detil estimasi kebutuhan yang ada.

3. Simulation / Prototype

Pada tahap ini beberapa pengembang jaringan akan membuat rancangan dalam bentuk simulasi dengan bantuan tools khusus di bidang network seperti Visio, Boson, Packet Tracert, Netsim. Hal ini dimaksudkan untuk melihat kinerja awal dari network yang akan dibangun dan sebagai bahan presentasi dan sharing dengan team work lainnya.

4. Implementation

Dalam fase implementasi, pengembang jaringan akan menerapkan semua yang telah direncanakan pada tahap design. Implementasi merupakan tahapan yang sangat menentukan berhasil / gagalnya suatu project yang akan dibangun.

5. Monitoring

Monitoring merupakan tahapan yang penting, agar jaringan komputer dan komunikasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan dan tujuan awal dari user pada tahap awal analisis, maka perlu dilakukan kegiatan monitoring.

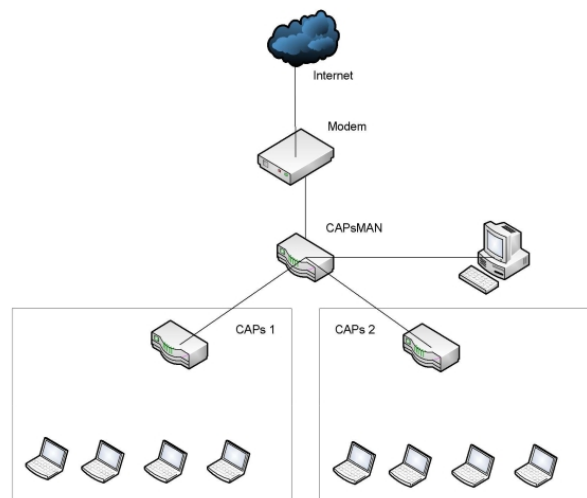
6. Management

Manajemen atau pengaturan menaruh perhatian khusus pada policy. Policy perlu dibuat untuk membuat /

mengatur agar sistem yang telah dibangun dan berjalan dengan baik dapat berlangsung lama dan unsur reliability terjaga. Policy akan sangat tergantung dengan kebijakan level management dan strategi bisnis perusahaan tersebut

2.2. Topologi Jaringan

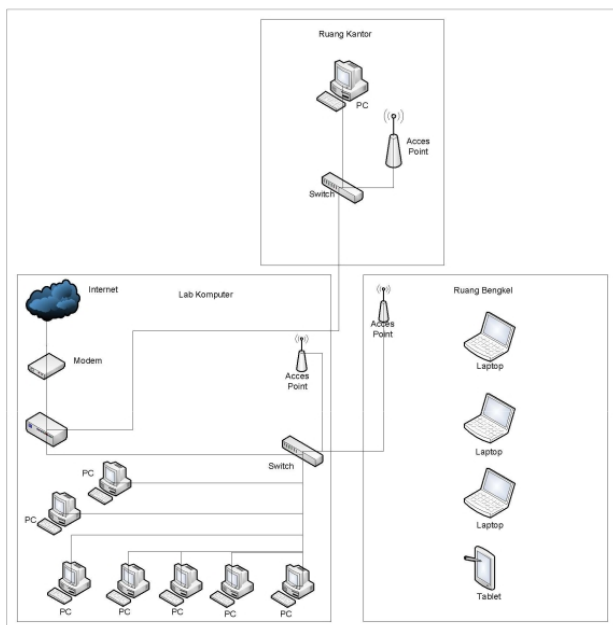
Topologi star atau disebut juga topologi bintang adalah topologi jaringan yang berbentuk konvergensi dari node tengah ke setiap node atau pengguna. Pada topologi star pemakaian biaya bisa dikatakan menengah. Pada topologi star setiap komputer dihubungkan dengan memakai perangkat yang disebut dengan Hub/Switch. Pada jaringan yang akan dikembangkan tidak menggunakan hub, hanya terdiri dari router, modem dan kabel lan. Topologi ini fungsinya untuk menerima dan meneruskan sinyal-sinyal yang dikirim dari komputer satu ke komputer lain. Media transmisi yang dipakai pada topologi bintang adalah kabel UTP yang telah dilengkapi dengan konektor RJ 45. Untuk rancangan topologi yang digunakan yaitu topologi star seperti gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1 Topologi Jaringan

2.3. Perancangan Jaringan Diusulkan

Design bisa berupa design struktur topologi, design akses data, design tata layout perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang project yang akan dibangun, dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2 Topologi jaringan yang diusulkan

Jaringan diusulkan dengan menggunakan mikrotik dengan fasilitas yang digunakan yaitu menggunakan CAPsMAN, CAPsMAN merupakan sebuah fitur yang akan sangat membantu dalam implemmentasi jaringan wireless yang sudah cukup besar seperti sekolah Net atau bahkan pada Wireless ISP. Dengan menerapkan CAPsMAN, dengan melakukan setting beberapa perangkat akses point pada satu perangkat controller. Hal ini memberikan kemudahan sehingga admin jaringan tidak perlu repot login dan setting satu per satu AP. Pada penelitian ini nanti lebih di titik beratkan pada pengaplikasian fitur tersebut pada kondisi jaringan nyata serta beberapa kondisi / konsep jaringan dengan kombinasi penggunaan CAPsMAN Selanjutnya akan melakukan studi kasus untuk penerapan jaringan wireless pada kantor. Biasanya untuk bangunan kantor yang sudah besar dibutuhkan juga coverage wireless yang besar. Kebutuhan tersebut bisa dipenuhi dengan memasang lebih dari satu akses point terutama jika kondisi bangunan berbeda lantai atau terdapat sekat-sekat yang bisa menjadi penghalang penyebaran sinyal wireless. Dengan pemasangan banyak AP tersebut, konsep jaringan yang biasa diterapkan adalah dengan menggunakan sebuah Router Utama untuk manajemen jaringan terpusat. Semua AP dihubungkan ke Router Utama dan diset bridge, sehingga Client mendapatkan service langsung dari Router Utama. Akan tetapi kemudian muncul kendala, untuk setting masing-masing AP harus dilakukan manual, artinya admin jaringan harus log in ke system AP tersebut satu per satu, baik pada pemasangan awal ataupun maintenance saat jaringan sudah running. Di sinilah fitur CAPsMAN akan sangat membantu.

2.4. Perancangan IP

IP Address adalah metode pengalamatan pada jaringan komputer dengan memberikan sederetan angka pada komputer (host), router atau peralatan jaringan

lainya. IP Address sebenarnya bukan diberikan kepada komputer (host) atau router, melainkan pada interface jaringan dari host atau router tersebut. Baik sebuah host dan router yang berada dalam jaringan harus menggunakan IP Address yang unik. Unik artinya tidak boleh ada dua host yang memiliki IP Address yang sama dalam satu broadcast domain. Perhitungan IP Address yang digunakan untuk menghubungkan antara komputer dengan Router MikroTik adalah IP kelas C dengan menggunakan Variable Length Subnet Mask (VLSM), untuk lebih detail perhatikan gambar-gambar dari client_1 sampai client_4, untuk perancangan IP dapat dilihat pada table 1:

Tabel 1 IP Address Jaringan CAPsMAN Manager

IP Awal	: 192.168.10.1
Jumlah Host	: 10
Perhitungan	: $2^4 = 16$
Subnet Mask	: 11111111. 11111111. 00001000.00000001 255.255.255.240
Ranger IP	: 192.168.10.1 – 192.162.10.255
Network ID	: 192.168.10.1
Broadcast	: 192.168.10.255
IP yang digunakan	: 192.168.10.2 – 192.168.10.254

Client Router_2 digunakan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Perhitungan IP Address Jaringan CAP

IP Awal	: 192.168.20.1
Jumlah Host	: 10
Perhitungan	: $2^4 = 16$
Subnet Mask	: 11111111. 11111111. 00000011. 00000001 255.255.255.240
Ranger IP	: 192.168.20.1 – 192.162.20.255
Network ID	: 192.168.20.0
Broadcast	: 192.168.20.255
IP yang digunakan	: 192.168.20.2 – 192.168.20.254

Tabel 3 Perhitungan IP Address jaringan LAN Kepala Sekolah

IP Awal	: 192.168.30.1
Jumlah Host	: 5
Perhitungan	: $2^3 = 8$
Subnet Mask	: 11111111. 11111111. 11111111.11111000 255.255.255.248
Ranger IP	: 192.168.30.1 – 192.162.30.255
Network ID	: 192.168.30.0
Broadcast	: 192.168.30.7
IP yang digunakan	: 192.168.30.2 – 192.168.30.6

Pada Client Router_3 yaitu menggunakan IP sebagai

berikut:

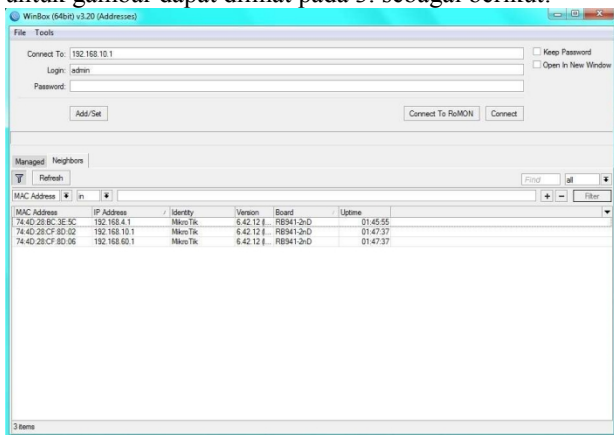
Tabel 4 Perhitungan IP Address jaringan LAN Tata Usaha

IP Awal	: 192.168.40.1
Jumlah Host	: 20
Perhitungan	: $2^5 = 32$
Subnet Mask	: 11111111. 11111111. 11111111.11100000 255.255.255.224
Ranger IP	: 192.168.40.1 – 192.162.40.31
Network ID	: 192.168.40.0
Broadcast	: 192.168.40.31
IP yang digunakan	: 192.168.40.2 – 192.168.40.30

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tampilan Winbox

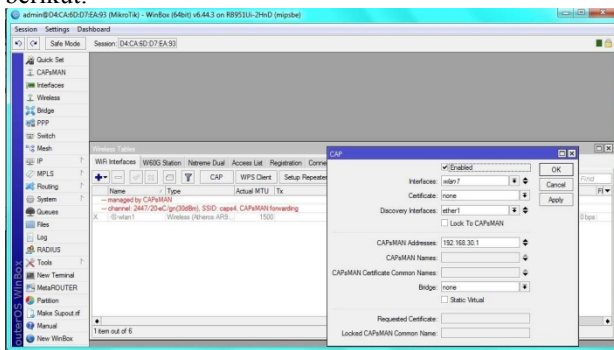
Winbox yang digunakan untuk melakukan konfigurasi CAPsMAN yaitu menggunakan versi 3.20 untuk gambar dapat dilihat pada 3. sebagai berikut:



Gambar 2. Aplikasi winbox

3.2. Konfigurasi Router CAP

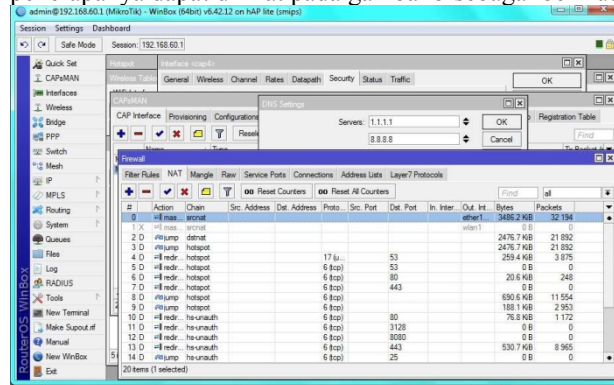
Untuk konfigurasi mikrotik yang dilakukan pengaturan Router CAP menggunakan winbox, selanjutnya menambahkan IP address interface ether2 menjadi 192.168.10.1/24, network 192.168.10.0 (router CAP), untuk konfigurasinya pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 3. Konfigurasi mikrotik CAP

3.3. Pengaturan Firewall

Dengan fitur ini bisa melakukan kebijakan-kebijakan pada jaringan, khususnya dalam segi pengelolaan koneksi, baik koneksi segment lokal maupun public. Guna mendukung kebutuhan tersebut mikrotik sendiri telah menambahkan berbagai parameter pada fitur firewall. Pada topik pembahasan kali ini akan mencoba untuk menjelaskan tentang fungsi dan beberpa contoh implementasi penggunaan dari parameter firewall untuk penerapannya dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut:




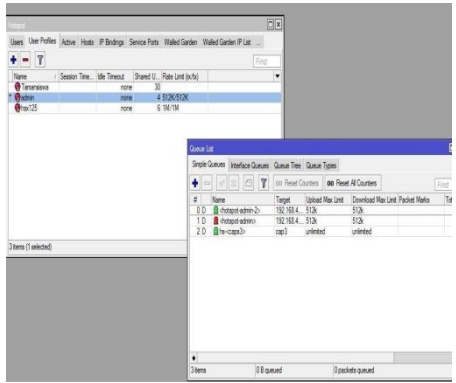

Gambar 4. Pengaturan firewall

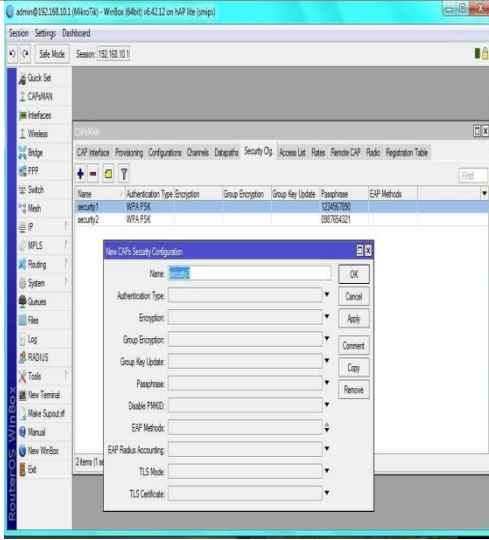
3.4. Pengujian

Tahap pengujian ini dilakukan scanning sinyal CAP didapat dari hasil konfigurasi Controller Access Point System Management (CAPsMAN) dengan menggunakan sebanyak 1 Access Point yang digunakan untuk melihat berapa banyak client yang terkoneksi pada jaringan wireless yang menggunakan Controller Access Point System Management (CAPsMAN), dapat menggunakan registration table dan IP Hotspot Active untuk dapat melihat berapa banyak user yang terkoneksi Hotspot server yang dibuat, adapun beberapa komponen untuk melakukan pengujian signal CAP, hasil pengujian dari beberapa responden untuk pengguna jaringan yaitu berjumlah 10 diantaranya 3 guru pengguna jaringan, 1 teknisi dan 6 siswa pengguna jaringan. Hasil dari pengujian selanjutnya digunakan untuk acuan sekolah dalam memonitoring jaringan sekolah. Berikut ini adalah

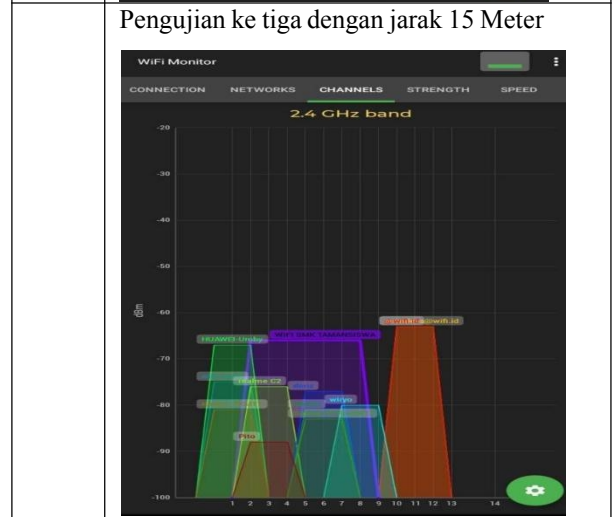
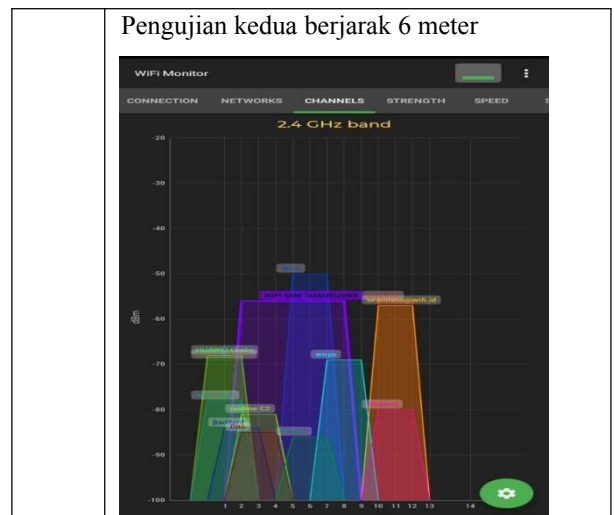
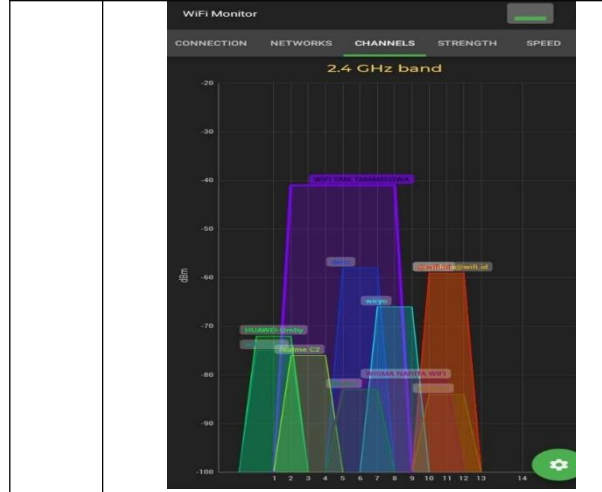
No	Data yang diujikan
1	Melakukan pengujian alat dan fungsi jaringan diantaranya fungsi router, fungsi kabel LAN dan jaringan terhubung, wifi sudah terpasang
Hasil Pengujian Router 1	
No	Data yang diujikan

	<p>Keterangan</p> <p>Fasilitas DHCP (<i>dynamic host configuration protocol</i>) untuk Membagikan IP, adanya Nat (Network Adrees translator) Yang dapat memungkinkan suatu ip address atau koneksi internet ke ip address lainnya. Secara umum, router, terdapat dua jenis yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Static router (<i>router statis</i>) adalah sebuah router yang memiliki table routing statis yang diset secara Manual oleh para administrator jaringan 2 Dynamic router (<i>router dinamis</i>) adalah sebuah router yang memiliki dan membuat table router dinamis, dengan mendengarkan lalu lintas jaringan dan juga dengan saling berhubungan dengan router lainnya. <p>Kedua router yang digunakan memiliki fasilitas DHCP dan CAPsMAN sehingga dapat digunakan untuk melakukan konfigurasi jaringan sekolah</p> <p>Fungsi Kabel LAN diuji dengan LAN tester</p> 
No	Data yang diujikan
2	<p>Kabel LAN yang digunakan yaitu tipe stright, dan pengujian dilakukan dengan melakukan pengecekan terlebih dahulu dengan menggunakan LAN tester, jika lampu yang hidup sesuai dan berurutan maka kabel LAN berfungsi dengan baik.</p> <p>Konfigurasi capsman menggunakan aplikasi winbox, dan melakukan setting untuk wifi jaringan sekolah</p> <p>Pengujian dilakukan dengan melihat pengaturan bandwith agar sekolah dapat menghemat kuota yang tidak perlu digunakan</p>
	Hasil pengujian

	
	<p>Router tidak dapat mengetahui total bandwidth real yang miliki untuk itu harus mendefinisikan jumlah bandwidth yang akan digunakan tiap router, pendefinisian ini bisa dilakukan dengan melakukan setting pada pengaturan bandwidth. Besar bandwidth yang bisa diisi pada <i>parameter target upload max-limit</i> dan <i>target download max-limit</i>.</p>
No	Data yang diujikan
3	<p>Pengujian dilakukan dengan melakukan pembatasan pengguna dengan cara menggunakan hak akses setiap user yang akan menggunakan jaringan sekolah</p>
	Hasil Pengujian
	 <p>CAP yang dibuat sebanyak 3 CAP yang semuanya menggunakan hak akses dan pengaturan masing – masing, CAP terpasang pada ruangan yang diberikan hak akses sesuai dengan konfigurasi dan pengaturan dari CAP Manager sehingga setiap user yang akan menggunakan jaringan haru melakukan login terlebih dahulu.</p>
4	Keamanan manager CAP, sehingga admin dapat meminimalisir konfigurasi dan yang berhak melakukan konfigurasi jaringan
No	Data yang diujikan

5	 <p>Metode ini merupakan salah satu metode keamanan yang mencegah serta meminimalisir terjadinya pengambilan bandwidth secara ilegal (jaringan wireless yang dibobol)</p> <p>Melakukan pengujian signal CAP dengan memperhatikan jarak antara CAP yang ditentukan</p> <p>Pengujian signal CAP dilakukan dengan memperhatikan jarak, jarak yang digunakan untuk pengujian pertama dengan menggunakan jarak 1 Meter</p>
---	--

No	Data yang diujikan
----	--------------------



Berdasarkan hasil pengujian signal CAP dengan jarak yang berbeda beda, maka dapat disimpulkan bahwa jarak sangatlah mempengaruhi kualitas jaringan yang mengakibatkan semakin dekat dengan pusat wifi atau router maka jaringan semakin cepat dan sinyalnya semakin tinggi, berbanding terbalik ketika pengguna menjauhi router atau wifi maka akan jaringan akan melemah bahkan tidak ada konektivitas dengan jaringan wifi.

Hasil penelitian ini berupa pengaturan jaringan internet dilakukan dengan terpusat yaitu dilakukan pada salah satu router yang dijadikan manager, dengan menggunakan aplikasi winbox, pengaturan IP dan konfigurasi dilakukan pada satu router, konfigurasi pada router yang lain hanya dilakukan untuk memberi IP router, untuk konfigurasi pengguna dan konfigurasi bandwidth dilakukan pada router manager, sehingga dalam melakukan monitoring dapat dilakukan pengawasan hanya pada satu router manager, pada saat jam-jam tertentu jaringan internet sangat dibutuhkan pada ruangan kantor maka pada ruangan lain yang tidak ada pengguna dapat dialihkan bandwidthnya pada ruangan yang membutuhkan jaringan sehingga dapat memudahkan konfigurasi.

Berdasarkan hasil pengujian jarak wifi dengan pengguna, jarak sangat berpengaruh terhadap kualitas jaringan karena wifi di setiap ruangan mempunyai jarak tertentu, pada saat pengujian dilakukan dengan beberapa jarak yang dilakukan yaitu pada jarak 1 meter, 6 meter, 15 meter dan 20 meter masing masing jarak memiliki kekuatan jaringan yang berbeda semakin mendekati titik wifi maka sinyal atau jaringan akan maksimal didapat oleh pengguna, akan tetapi jika pengguna menjauhi titik wifi maka jaringan wifi terganggu yang akan mengakibatkan jaringan tidak stabil bahkan tidak terkoneksi, untuk sinyal sesuai jarak dapat dilihat pada tabel 4.1 point 5, untuk mengatasi pengguna agar tetap terhubung dengan jaringan internet maka yang akan dilakukan yaitu:

- 1 Pengguna harus berada diantara jarak 1-20 meter dari titik wifi, karena jaringan dikonfigurasi jarak maksimal pada 20 meter
- 2 Pengguna dapat menggunakan penguat sinyal jika menggunakan laptop.
- 3 Jika pengguna banyak yang menggunakan wifi pada titik yang jauh dari jaringan maka harus menambah router pada bagian yang banyak pengguna.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan dari penelitian jaringan mikrotik CAPsMAN dapat disimpulkan bahwa:

1. Mengatur jaringan secara terpusat pada router manager akan memudahkan admin dalam mengatur jaringan, sehingga konfigurasi hanya berada pada router manager dan melihat traffic kecepatan jaringan berdasarkan jarak dengan membatasi jarak pengguna dengan menggunakan fasilitas CAPsMAN, hasil pengujian signal CAP dengan jarak yang berbeda beda, maka dapat disimpulkan bahwa jarak sangatlah mempengaruhi kualitas jaringan yang mengakibatkan semakin dekat dengan pusat wifi atau router maka jaringan semakin cepat dan sinyalnya semakin tinggi, berbanding terbalik ketika pengguna menjauhi router atau wifi maka akan jaringan akan melemah bahkan tidak ada konektivitas dengan jaringan wifi
2. Melakukan monitoring dengan menggunakan mikrotik dan menggunakan aplikasi winbox untuk konfigurasinya sehingga admin dapat membatasi pengguna dan melakukan pembagian bandwidth, agar ruangan yang lebih mementingkan jaringan internet diberikan bandwidth yang cukup besar.

Daftar Pustaka

- [1] Al Fatta, Hanif. 2015. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi (Untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern). Yogyakarta: Andi
- [2] Andi. 2016. Enterprise Edition Windows Server 2003. Yogyakarta: Andi Offset
- [3] Andrew S Tanenbaum, David J Wetherall. 2017. Computer Networks, Edisi ke-5, Prentice Hall.
- [4] Bakhtiar Rifai, Aji Sudib. 2018. dari Teknik Informatika STMIK Nusa Mandiri Jakarta dengan judul Manajemen Wireless Access Point Pada Hotspot Server Menggunakan Controller Access Point System Management
- [5] Goldman, James E. dan Rawles, P. T. 2014. Applied Data Communications A Bussines Oriented Approach, 3th Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Gumelar, Harry Rachmat. 2015. "Analisis Hotspot Berbasis Mikrotik". Jurnal. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [7] Handriyanto, Dwi Febrian. 2019. "Kajian Penggunaan Mikrotik Router OS™ sebagai Router pada Jaringan Komputer". Sumatra Selatan: Universitas Sriwijaya.
- [8] Indra Warman, Nofrizal. 2016. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang dengan judul penelitian Analisa Perbandingan Kinerja Fitur Mikrotik CAPsMAN Dengan Konfigurasi Tunnel Dan Tanpa Menggunakan Tunnel Pada Router Mikrotik RB951-2N
- [9] Januar Al Amien, Cuncun Wibowo. 2015. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Riau dengan judul Implementasi Wireless Mesh Network Menggunakan Controller Access Point System Manager Di Lingkungan Kampus Universitas Muhammadiyah Riau
- [10] Pressman, Roger S. 2017. "Software Engineering: A Practitioner's Approach Fourth Edition", McGraw Hill.
- [11] Rizky Agni Maulana. 2018. Teknik Informatika STMIK DCI, judul penelitian Perancangan Jaringan Hotspot Server Berbasis Mikrotik Didedung Kuliah STMIK DCI Tasikmalaya
- [12] Santi Dwi Ratnasari, Ani Farida, Nasrul Firdaus. 2017. jurusan Sistem Informasi, STMIK Pradnya Paramita Malang dengan judul Implementasi Controller Access Point System Manager (CAPsMAN) Dan Wireless Distribution System (WDS) Jaringan Wireless Di Smk Terpadu Al Ishlahiyah Singosari Malang Yogyakarta: And.