

DESAIN DAN IMPLEMENTASI *MANAGEMENT BANDWIDTH* PADA *HOTSPOT* MIKROTIK DI SMK MUTIARA 17 AGUSTUS BEKASI

Achmad Fauzi¹, M. Ficky Duskarnaen², Hamidillah Ajie³

¹ Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Teknik Elektro, FT – UNJ

^{2,3} Dosen Prodi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Teknik Elektro, FT – UNJ

¹ AchmadFauzi_5235141938@mhs.unj.ac.id, ² duskarnaen@unj.ac.id, ³ hamidillahajie@unj.ac.id

Abstrak

Desain Dan Implementasi Management Bandwidth Pada Hotspot Mikrotik Di SMK Mutiara 17 Agustus Bekasi. Pembimbing M. Ficky Duskarnaen, ST., M.Sc dan Hamidillah Ajie, S.Si., M.T. Pengelolaan pada SMK Mutiara 17 Agustus saat ini masih belum maksimal. Permasalahan yang sering terjadi yakni guru maupun murid mendapatkan koneksi internet yang sangat lambat meskipun yang dimiliki SMK Mutiara 17 Agustus yakni 50 Mbps. Adanya router Mikrotik dan beberapa perangkat jaringan lainnya tidak dimanfaatkan dengan baik untuk menunjang kebutuhan internet guru serta murid dalam mengakses bahan ajar. Oleh sebab itu, dibuatlah desain dan implementasi sistem manajemen agar dapat menunjang kebutuhan guru dan murid di SMK Mutiara 17 Agustus. Proses desain dimulai dari tahap perancangan sampai dengan pengujian. Konfigurasi manajemen menggunakan router Mikrotik. Sedangkan metode yang digunakan adalah metode simple queue. Proses pengujian hasil desain menggunakan metode blackbox testing dengan teknik feature test. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa desain manajemen menggunakan hotspot Mikrotik dapat bekerja dengan baik dan dapat dijadikan acuan dalam implementasi kebutuhan koneksi guru dan murid pada SMK Mutiara 17 Agustus.

Kata kunci : Desain dan Implementasi, *Management Bandwidth*, Mikrotik, Metode Simple Queue

1. Pendahuluan

Internet kini menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat, hampir seluruh masyarakat di seluruh dunia menggunakan internet setiap hari, oleh berbagai kalangan baik dari usia muda hingga usia tua sekalipun. Dengan internet, seluruh pengetahuan terbuka luas dari berbagai belahan bumi mulai dari dunia bisnis, ekonomi, hukum, agama hingga pendidikan. Sehingga masyarakat saat ini dengan mudah bisa mengakses internet kapan saja dan dari mana saja.

Dalam dunia pendidikan internet dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar. Jika pada awalnya seorang siswa belajar hanya dengan menggunakan media buku dan majalah, maka saat ini siswa dapat mengakses materi pembelajaran dari internet dengan mudah. Melalui internet siswa mencari materi pelajaran dari berbagai sumber sehingga pengetahuan siswa akan lebih kaya. Internet juga diakses dimanapun sehingga memiliki sifat praktis serta melalui berbagai perangkat elektronik sehingga tidak terpaku pada satu perangkat saja.

Dengan keberadaan internet dalam dunia pendidikan, pembelajaran akan lebih bervariasi dan tidak menjenuhkan. Jika selama ini guru hanya menggunakan metode ceramah dengan sumber buku atau alat cetak, maka saat ini guru memaparkan teori berupa gambar dan video yang diakses langsung dari Google dan Youtube. Sehingga siswa tidak akan merasa jenuh dengan metode yang itu-itu saja.

SMK Mutiara 17 Agustus merupakan SMK yang berada di wilayah Bekasi Kota, Provinsi Jawa Barat. Terdiri dari 2 lantai dan jumlah ruangan 28 dengan total luas lahan 5000 m². Saat ini sekolah memiliki koneksi internet sebesar 50 Mbps dengan 2 buah *router* dan 6 buah *access point* yang tersebar di 2 lantai bangunan untuk digunakan oleh 364 siswa serta 24 guru yang ada di sana.

Koneksi yang ada tersebut diharapkan cukup untuk menyediakan kebutuhan internet untuk seluruh guru dan murid. Namun berdasarkan fakta yang ada seringkali guru mengeluh lambatnya koneksi internet saat melaksanakan proses belajar mengajar, bahkan hingga guru ataupun murid tidak mendapatkan akses internet sama sekali. Hal tersebut dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti belum diterapkannya *management bandwidth*, pengelolaan *user*, sampai pengelolaan terhadap sejumlah situs-situs yang tidak berkaitan dengan proses belajar mengajar.

Berdasarkan wawancara dengan Ibu Nia yang menjabat sebagai kaprodi jurusan TKJ, dengan kondisi internet yang cukup besar dan jumlah *access point* yang cukup, seharusnya cukup untuk memenuhi akses

internet ke seluruh guru dan murid. Namun dalam hal ini kurangnya *management* pada internet yang ada menjadi salah satu penyebabnya, tersedia hanya terbagi untuk beberapa *user* saja, sementara *user* yang lain tidak mendapatkan akses. Penyebab lainnya adalah tidak adanya skala prioritas dalam penggunaan internet.

Salah satu cara agar seluruh *user* mendapatkan koneksi internet yang sesuai adalah dengan melakukan *management bandwidth*. *Management bandwidth* dilakukan agar guru dan murid mendapatkan koneksi internet yang optimal. Untuk menunjang *management bandwidth* tersebut, dibutuhkan perangkat yang dapat menjembatani pengguna dengan internet, yakni *router*. *Router* merupakan gerbang pengguna untuk menjelajahi dunia internet.

SMK Mutiara 17 Agustus merupakan salah satu SMK yang menggunakan *router* Mikrotik untuk menunjang kebutuhan koneksi internet guru dan murid. Namun dengan tidak memanfaatkan fitur yang tersedia pada *router* tersebut menyebabkan aliran data menjadi berantakan. Oleh karena itu salah satu alternatif dalam meminimalisir lambatnya koneksi dan proses pemantauan koneksi internet adalah dengan menggunakan fitur *hotspot* dan *manage bandwidth* tiap *user* yang terhubung serta menggunakan pengalokasian IP *address* otomatis agar dapat memudahkan pemakai. Dalam penggunaan *hotspot* Mikrotik juga dapat diatur konten apa saja yang boleh ataupun tidak boleh diakses oleh *user* dan juga dapat membatasi maksimum *download* per *user*-nya.

Dengan menggunakan fitur ini, baik guru dan murid dapat dengan nyaman menjelajah internet karena telah sesuai dengan kebutuhan. Karenanya penulis terdorong untuk mengambil skripsi yang berjudul “Desain dan Implementasi *Management Bandwidth* Pada *Hotspot* Mikrotik di SMK Mutiara 17 Agustus” untuk membantu sekolah dalam mengelola jaringan internet.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut; 1. Masih lambatnya koneksi internet SMK Mutiara 17 Agustus. 2. Belum adanya pengelolaan *user* yang menyebabkan sulitnya mendeteksi siapa saja yang terhubung dengan jaringan internet di SMK Mutiara 17 Agustus. 3. Belum adanya *management bandwidth* internet. 4. Perlu pembatasan konten yang diakses agar dapat dengan mudah memonitor penggunaan internet *user*. Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut,, maka peneliti membatasi masalah;

1. *Management bandwidth* yang dibuat hanya untuk guru dan murid.
2. *Router* yang digunakan adalah Mikrotik seri *Routerboard RB951Ui – 2HND*.

Berdasarkan batasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah; Bagaimana mendesain dan mengimplementasikan *management bandwidth* untuk *user* guru dan murid pada *hotspot* Mikrotik di SMK Mutiara 17 Agustus?

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas maka tujuan penelitian ini adalah;

1. Mendesain dan mengimplementasikan *management bandwidth* untuk guru dan murid dengan menggunakan *router* Mikrotik di Sekolah SMK Mutiara 17 Agustus.
2. Terciptanya akses internet di SMK Mutiara 17 Agustus, yang merata bagi setiap guru dan murid.
3. Untuk memenuhi sarana dan prasarana dalam proses belajar dan mengajar.

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan manfaat yakni hanya menghasilkan sistem yang dapat dijadikan acuan dalam menentukan kebutuhan koneksi internet guru dan murid di Sekolah SMK 17 Agustus.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kerangka Teoritik

2.1.1. Gambaran Umum SMK Mutiara 17 Agustus

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Mutiara 17 Agustus pertama kali dibentuk pada Juli 2009 dengan 4 (empat) kejuruan yang ada, yakni Akuntansi, Multimedia, Analisis Kesehatan, dan Farmasi. Kemudian pada Juli 2010 SMK Mutiara 17 Agustus membentuk jurusan Teknik Komputer Jaringan untuk menggantikan jurusan Akuntansi.

2.1.2. Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan sekumpulan komputer yang saling berhubungan melakukan pertukaran data dan informasi melalui media kabel atau media nirkabel/*wireless*.

2.1.3. Internet

Internet (*Inter-Network*) adalah sebutan untuk sekumpulan jaringan komputer yang menghubungkan situs akademik, pemerintahan, komersial, organisasi, maupun perorangan. Internet menyediakan akses untuk layanan telekomunikasi dan sumber daya informasi untuk jutaan pemakaiannya yang tersebar di seluruh dunia. Adapun layanan internet yang tersedia saat ini seperti komunikasi langsung (*email, chat*), diskusi (*Usenet News, email, milis*), sumber daya informasi yang terdistribusi (*World Wide Web, Gopher*), *remote login* dan lalu lintas *file* (*Telnet, FTP*), dan aneka layanan lainnya.

2.1.4. Management Bandwidth

Management bandwidth adalah implementasi antrian, sehingga fungsi ini dikenal dengan nama *queue*. Hampir sama seperti *firewall*, posisi *management* ada diantara internet dan jaringan LAN yang dapat bersifat *bridges* maupun *routing*. Router Mikrotik memiliki fitur *queue* yang dapat melakukan pengaturan manajemen alokasi bagi setiap komputer *user*. *Queue* atau *quality of service* adalah cara yang digunakan untuk mengatur penggunaan yang ada secara rasional. *Quality of service* bisa digunakan juga untuk mengatur prioritas berdasarkan parameter yang diberikan dan menghindari terjadinya trafik yang memonopoli seluruh yang tersedia. Menurut Leonardi dkk., (2020) untuk mengelola *bandwidth* jaringan secara efektif, dapat diterapkan pendekatan reservasi *bandwidth* yang disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi. Metode ini memungkinkan alokasi *bandwidth* yang tepat untuk setiap aplikasi, memastikan penggunaan sumber daya jaringan yang efisien dan mengurangi risiko kemacetan.

2.1.5. Perangkat Jaringan

Jaringan merupakan sebuah sistem yang terdiri atas komputer, perangkat komputer tambahan dan perangkat jaringan lainnya yang saling terhubung dengan menggunakan media tertentu dengan aturan yang sudah ditetapkan. Berikut merupakan perangkat yang digunakan dalam jaringan komputer; *Router*, *switch*, dan *access point*.

2.1.6. Router Mikrotik

2.1.6.1. Pengertian Mikrotik

Mikrotik adalah sebuah merek dari sebuah perangkat jaringan, pada awalnya Mikrotik hanyalah sebuah perangkat lunak atau *software* yang di-*install* komputer yang digunakan untuk mengontrol jaringan, tetapi dalam perkembangannya saat ini telah menjadi sebuah *device* atau perangkat jaringan yang handal dan harga yang terjangkau, serta banyak digunakan pada *level* perusahaan penyedia jasa internet (ISP).

2.1.6.2. Jenis-jenis Router Mikrotik

Mikrotik terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu Mikrotik *RouterOS* (*software*) dan Mikrotik *RouterBoard* (*Hardware*).

2.1.6.3. Fitur-fitur Mikrotik

Adapun fitur-fitur dari Mikrotik *RouterOS* menurut Athailah (2013:19) adalah sebagai berikut; 1. *Address List*, 2. *Asynchronous*, 3. *Bridge*, 4. *Data Rate Management*, 5. *DHCP*, 6. *Firewall*, 7. *Hotspot*, 8. *IPec*, 9. *ISDN*, 10. *M3P*, 11. *MDNP*, 12. *Monitoring/Accounting*, 13. *NTP*, 14. *Point to Point Tunneling Protocol*, 15. *Proxy*, 16. *Routing*, 17. *SDSL*, 18. *Simple Tunnel*, 19. *SNMP*, 20. *Synchronous*, 21. *Tool*, 22. *UPnP*, 23. *VLAN*, 24. *VoIP*, 25. *VRRP*, 26. *WinBox*.

2.1.7. WinBox Aplikasi

2.1.7.1. Pengertian WinBox

WinBox adalah sebuah *software* jaringan yang berfungsi sebagai konektivitas dan konfigurasi Mikrotik dengan menggunakan *MAC address* atau *protocol IP*.

2.1.7.2. Menu dan Sub Menu pada WinBox

Berikut adalah menu-menu Mikrotik *WinBox* menurut Syarif (2017:31) yang ada di *WinBox*; 1. *Quick Set*, 2. *Interface*, 3. *Bridge*, 4. *Point to Point Protocol (PPP)*, 5. *Switch*, 6. *Internet Protocol (IP)*, 7. *Routing*, 8. *System*, 9. *Queues*, 10. *Files*, 11. *Log*, 12. *Radius*, 13. *Tools*, 14. *New Terminal*, 15. *Partitions*, 16. *Manual*, 17. *Exit*.

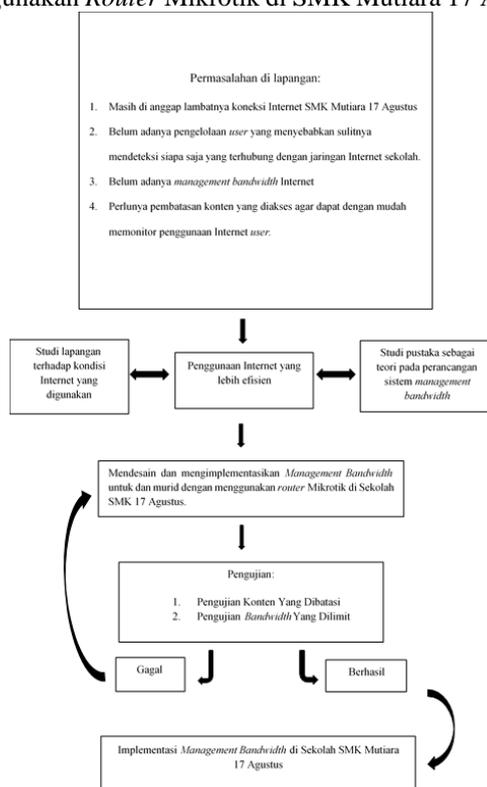
2.2. Penelitian Relevan

Rujukan pustaka dalam pembahasan ditandai nama belakang penulis disertai tahun penerbitan dalam kurung. Contoh: Attia & Horacek, P.(2001); Martinez, *et al* (2001); Sampat, *et al* (2004). Ada 5 penelitian relevan pada skripsi yaitu; 1. Penelitian oleh Galesh Fatma Eko Ardiansa, jurnal di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya pada tahun 2017 yang berjudul "Manajemen dan manajemen Pengguna pada Jaringan Wireless Mesh Network dengan Mikrotik". 2. Penelitian oleh Reza Oktaviani, jurnal di program studi Teknik Informatika STMIK Amikom Purwokerto pada tahun 2015 yang berjudul "Manajemen *User* Dan *Bandwidth* Pada *Hotspot* Di Kantor BUMD Provinsi Bangka Belitung Menggunakan *Router* Mikrotik". 3. Penelitian oleh I Dewa Made Widia dan Pramudy Atma Pradipta, jurnal di program Pendidikan vokasi Universitas Brawijaya pada tahun 2017 yang berjudul "Manajemen Dengan *Router* Mikrotik Di PT. Laser Jaya Sakti". 4. Penelitian oleh Hendra Supendar Martua dan Hami Siregar, jurnal di Program Studi Teknik Informatika STMIK Nusamandiri Jakarta pada tahun 2018 yang berjudul "Metode *Queue Tree* Dalam Membangun Manajemen Berbasis Mikrotik". 5. Penelitian oleh Hendry Gunawan, Holder Simorangkir, dan Muftada Ghiffari, jurnal di

program studi Teknik Informatika Universitas Esa Unggul pada tahun 2018 yang berjudul “Pengelolaan Jaringan Dengan Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Efektifitas Penggunaan *Bandwidth* internet (Studi Kasus Smk Ki Hajar Dewantoro Kota Tangerang)”.

2.3. Kerangka Berpikir

Berikut ini merupakan kerangka berpikir dalam penelitian ini yang berjudul “Desain dan Implementasi *Management Bandwidth* Menggunakan Router Mikrotik di SMK Mutiara 17 Agustus”:



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

3. Metodologi Penelitian

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di SMK Mutiara 17 Agustus yang beralamat di Jl. Perjuangan KAV M 1 Bekasi, Jawa Barat. Objek penelitian adalah layanan komunikasi data dengan menggunakan router Mikrotik dan sistem *quality of service management* dengan waktu penelitian selama tiga bulan terhitung dari bulan Desember 2019 sampai dengan bulan Maret 2020.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1. Perangkat Keras

No.	Perangkat	Spesifikasi	Jumlah
1.	RouterBoard RB951Ui - 2HND	<ul style="list-style-type: none"> CPU AR9344 600Ghz RAM 128 MB Hardisk 128 MB 5 LAN Ports POE out 24V License Level 4 	2
2.	Laptop Acer Aspire E14	<ul style="list-style-type: none"> CPU Core i5-4210U 1.7Ghz up to 2.7Ghz with NVIDIA GeForce 820 2GB RAM 4 GB Hardisk 500 GB Optical Drive DVD/RW Baterai Li-tion 	1
3.	Handphone Oppo F9	<ul style="list-style-type: none"> Mediatek Helio P60 835 Octa-core (4x2.0 GHz Cortex-A73 & 4x2.0 GHz Cortex-A53) RAM 4 GB Penyimpanan Internal 64 GB 	1
4.	Access point TL-WA901ND	<ul style="list-style-type: none"> Antena type 3*5dBi Detachable Omni Directional (RP-SMA) Data Transfer Rate 300 Mbps 	6

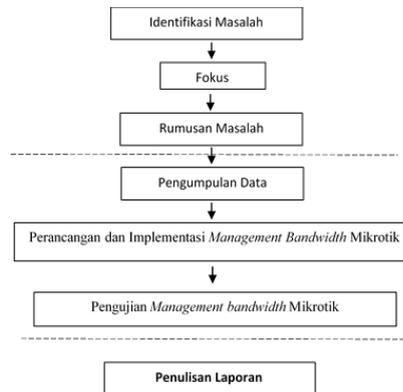
- Frekuensi 2.4 GHz
- Power Consumption 5.8W

Tabel 3.2. Perangkat Lunak

No.	Jenis	Nama
1.	Sistem Operasi	Windows 10 Pro 64-bit
2.	Konfigurasi Mikrotik	WinBox v2.2.16
3.	Tes Kekuatan Sinyal Akses Internet	Speed test

3.3. Diagram Alir Penelitian

Ada 7 tahapan pada diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian ini adalah sistem yang dapat dijadikan acuan dalam menentukan kebutuhan koneksi internet guru dan murid di Sekolah SMK 17 Agustus. Pengujian hasil menggunakan metode *black box testing* dengan Teknik *feature test*. Pengujian dilakukan untuk beberapa fungsi pada *router* Mikrotik dan juga pada komputer pengguna, *gadget* yang digunakan oleh pengguna, serta pengujian pada ketahanan Mikrotik dan sistem jaringan yang digunakan.

4.2. Pembahasan

Nomor urut gambar ditulis di bagian bawah gambar dan disertai judul atau nama gambar, contoh: Gambar 1. Diagram alir sistem, Gambar 2(a) Penampang tengah bidang A, dll. Gambar yang cukup besar dapat ditampilkan melebihi satu kolom dengan posisi *centered* diletakkan di bagian akhir makalah dengan tetap diberi nomor urut yang sesuai.

4.2.1. Analisis Lingkungan Kerja

Analisis lingkungan kerja dilaksanakan dengan tujuan untuk mendeskripsikan kebutuhan lingkungan kerja dimana sistem dapat dijalankan. Dalam penelitian ini, agar sistem dapat berjalan dengan baik diperlukan sebuah spesifikasi minimum; 1. *Router* Mikrotik, yang digunakan sebagai media untuk *management bandwidth* menggunakan metode *simple queue*. 2. Laptop admin, yang digunakan sebagai konfigurasi *router* Mikrotik. 3. Laptop *client*, yang digunakan sebagai *testing management bandwidth* yang telah terkonfigurasi. 4. *Access point* (Wi-Fi), yang digunakan sebagai media agar tertampungnya jumlah *user* yang diharapkan. 5. Jumlah *bandwidth* yang digunakan 50 Mbps. Jumlah *client* yang terlibat adalah 50 orang. 6. Sistem jaringan yang saling berkomunikasi/berhubungan. 7. Ter-*install software* pendukung seperti Google Chrome / Mozilla Firefox.

4.2.2. Analisis Hasil Uji Fungsional

Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional *management bandwidth* yaitu pada Admin dan *User* menggunakan teknik *feature test*.

4.2.2.1. Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Pada pengujian fungsional *management bandwidth*, terdapat 10 skenario pengujian pada admin dan 6 skenario pengujian pada *client*. Sistem dapat dikategorikan dapat diimplementasikan jika tahapan setiap proses

berhasil.

4.2.2.2. Hasil Pengujian Sistem Jaringan

Pada pengujian fungsional jaringan *management bandwidth*, terdapat 7 skenario proses. Sistem dapat dikategorikan dapat diimplementasikan. Berdasarkan pada hasil skenario proses pengujian pada tabel yang telah diisi oleh peneliti dapat dipastikan bahwa pengujian fungsional sistem *management bandwidth* sudah sepenuhnya bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan layak digunakan pengguna.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Desain dan Implementasi *Management Bandwidth* Pada *Hotspot* Mikrotik Di SMK Mutiara 17 Agustus Bekasi dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu: mengidentifikasi masalah, merancang dan mengimplementasikan *management bandwidth*, dan melakukan pengujian. Metode yang digunakan untuk *management bandwidth* adalah metode *simple queue*. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Black Box* untuk setiap *test* pengujian, implementasi *management bandwidth* yang dilakukan dalam penelitian ini sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan pada skenario pengujian.

5.2. Saran

Untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut, disarankan melakukan poin-poin sebagai berikut; 1. Pengembangan *router* perlu dilakukan apabila jumlah *user* yang mengakses internet tersebut bertambah. Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi *router* yang mengalami *down* jika terlalu banyak *user* yang mengakses. Semakin beratnya aplikasi yang diakses akan mempengaruhi kinerja dari *router* tersebut karena *traffic upload* dan *download* yang tidak dapat terkendali. 2. Rutin melakukan monitoring pada Mikrotik agar tidak terjadinya *hacking* sistem/konfigurasi yang diubah oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. 3. Melakukan *backup* konfigurasi, apabila terjadi perubahan konfigurasi.

Daftar Pustaka:

- Athailah. (2013). *Mikrotik Untuk Pemula*. Jakarta: mediakita.
- Chris, Novan. 2017. *Bandwidth Management Simple Queue vs Queue Tree*. Indonesia: Citra Nusa Infomedia.
- [FT] Fakultas Teknik. 2019. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Galeh Fatma Eko Ardiansa, Rakhmadhany Primananda, Mochammad Hannats Hanafi. 2017. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 1: 1226-1235.
- Hendra Supendar dan Martua Hami Siregar. 2018. *Metode Queue Tree Dalam Membangun Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik*. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting, and Research*. 2:2.
- Hendry Gunawan, Holder Simorangkir, Muftada Ghiffari. 2017. *Pengelolaan Jaringan Dengan Router Mikrotik Untuk Meningkatkan Efektifitas*.
- I Dewa Made sWidia dan Pramudy Atma Pradipta. 2017. *Manajemen Bandwidth Dengan Router Mikrotik Di PT. Laser Jaya Sakti*. 1:28-41.
- Leonardi, L., Lo Bello, L., & Aglianò, S. (2020). *Priority-Based Bandwidth Management in Virtualized Software-Defined Networks*. *Electronics*, 9(6), 1009. <https://doi.org/10.3390/electronics9061009>.
- Maryono, Y.& Patmi Istiana, B. (2008). *Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Edisi ke-3. Quadra. Micro.
- Andi. 2012. *Dasar-dasar Jaringan Komputer*. Banjarbaru: ClearOS Indonesia.
- Mikrotik Indonesia. *Dasar Jaringan*. <http://www.Mikrotik.co.id>. Diakses 17 Mei 2020.
- Mujiono. 2012. *Pengertian dan Jenis Bandwidth dalam Jaringan*. <https://www.teorikomputer.com/2012/12/pengertian-bandwidth.html>. Diakses 17 Mei 2020.
- Prabawati, Arie. 2010. *Tip Jitu Optimasi Jaringan Wifi*. Semarang: ANDI.
- Reza Oktaviani dan Dian Novianto. 2015. *Manajemen User Dan Bandwidth Pada Hotspot Di Kantor BUMD Provinsi Bangka Belitung Menggunakan Router Mikrotik*. *Jurnal SISFOKOM*. 4:47-53.
- Sofana, Iwan. 2017. *Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik*. Bandung: INFORMATIKA.
- Sora, N. *Pengertian Bandwidth dan Fungsinya Secara Jelas*. <http://www.pengertianku.net/2015/05/pengertian-bandwidth-dan-fungsinya.html>. Diakses 17 Mei 2020.
- Sudarma, S. 2010. *Cara Mudah Membangun Jaringan Komputer Dan Internet*. Jakarta: ANDI.
- Syarif, Muhammad. 2017. *Optimalisasi Manajemen Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Metode QUEUE TREE Dan PCQ*.
- Syafrizal, Melwin. 2005. *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: ANDI.
- Towidjojo, Rendra. 2016. *Mikrotik Kungfu Kitab 1*. Jakarta: Jasakom.
- Yuhefizar. (2008). *10 Jam Menguasai Internet Teknologi dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.