



# Manajemen Bandwidth Menggunakan Mikrotik Hotspot Pada SMA Negeri 1 Kambera

*Bandwidth Management Using MikroTik Hotspot at SMA Negeri 1 Kambera*

**Senoria Pahlawani Rambu Dawi Ngana<sup>1</sup>, Fajar Hariadi<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

*Corresponding author: ngananoni405@gmail.com*

## ABSTRACT

*The network quality is crucial for every school, including SMA Negeri 1 Kambera. Therefore, there is a need for a network that supports the school's requirements, where the existing network needs to implement bandwidth management using MikroTik Hotspot. SMA Negeri 1 Kambera conducted this implementation, and the throughput measurement results showed that before the implementation, the average internet speed was 150 kbps, while after the implementation, it increased to 166 kbps, marking a 77% improvement. Furthermore, the packet loss parameter also experienced improvement, decreasing from 0.3% before the implementation to 0.2% after the implementation. Another measured parameter was Delay, which exhibited a significant enhancement from 19 ms before the implementation to 14 ms after the implementation. These results serve as a reference for schools in managing their networks more efficiently.*

**Keywords:** *Bandwidth Management, MikroTik Hotspot, SMA Negeri 1 Kambera.*

## ABSTRAK

Kualitas jaringan sangat penting untuk setiap sekolah, begitupun SMA Negeri 1 Kambera, sehingga perlu adanya jaringan yang mendukung kebutuhan sekolah itu sendiri, dimana jaringan yang ada perlu menerapkan manajemen bandwidth menggunakan MikroTik Hotspot, dimana hal itu di lakukan SMA Negeri 1 Kambera dengan hasil pengukuran throughput menunjukkan bahwa sebelum implementasi, kecepatan internet rata-rata adalah 293 kbps, sedangkan setelah implementasi meningkat menjadi 166 kbps, mencatatkan peningkatan sebesar 77%. Selain itu, parameter packet loss juga mengalami perbaikan, menurun dari 0,3% sebelum implementasi menjadi 0,2% setelah implementasi. Parameter lain yang diukur adalah Delay, yang menunjukkan peningkatan signifikan dari 19 ms sebelum implementasi menjadi 14 ms setelah implementasi. Untuk itu menjadi acuan untuk bagi sekolah dalam memajemen jaringan yang lebih baik.

**Kata kunci:** Manajemen bandwidth, MikroTik Hotspot, SMA Negeri 1 Kambera.



## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan akses internet saat ini sangat tinggi, baik untuk mencari informasi, artikel maupun pengetahuan terbaru. Banyak sekolah yang mengintegrasikan jaringan internet ke dalam proses belajar-mengajar, salah satunya adalah SMA Negeri 1 Kampera Sumba Timur. Itu diharapkan agar siswa dapat dengan mudah mencari materi dan memahami pelajaran. Dalam era digital yang semakin maju, penggunaan internet semakin meningkat, termasuk di lingkungan sekolah. SMA Negeri 1 Kampera sebagai salah satu lembaga pendidikan di wilayah Sumatra Timur juga mengalami hal serupa. Guru dan siswa/siswi membutuhkan akses internet untuk mendukung kegiatan akademik seperti pembelajaran, penelitian, dan pengolahan data. Namun, meningkatnya penggunaan internet di SMA Negeri 1 Kampera juga menimbulkan tantangan dalam mengelola jaringan internet agar dapat berjalan dengan optimal. Keterbatasan bandwidth dapat menyebabkan lambatnya akses internet, bahkan terjadinya putus koneksi. Selain itu, penggunaan internet yang tidak terkelola dengan baik juga dapat menimbulkan masalah seperti akses terhadap konten yang tidak sesuai dan penggunaan bandwidth yang berlebihan. Oleh karena itu, perlu dilakukan manajemen bandwidth yang baik menggunakan Mikrotik Hotspot. Manajemen bandwidth ini dapat dilakukan dengan mengatur prioritas penggunaan internet berdasarkan tingkat kepentingan. Sebagai contoh, prioritas bandwidth dapat diberikan untuk kegiatan pembelajaran online seperti pengaksesan e-book, video pembelajaran, dan ujian online. Sedangkan penggunaan internet untuk kegiatan lain seperti browsing atau media sosial dapat diberikan bandwidth yang lebih rendah. Dalam hal ini, SMA Negeri 1 Kampera memilih menggunakan Mikrotik Hotspot sebagai solusi manajemen bandwidth. Mikrotik Hotspot memungkinkan pengaturan akses internet yang terintegrasi dengan sistem otentikasi, sehingga pengguna internet di SMA Negeri 1 Kampera dapat terpantau dan diatur aksesnya sesuai dengan kebutuhan. Namun, penggunaan internet di SMA Negeri 1 Kampera tidak hanya terbatas pada kegiatan akademik. Internet juga digunakan untuk kepentingan lain seperti komunikasi internal antara staf pengajar dan karyawan sekolah, dan pengaksesan informasi terbaru dari lembaga pemerintah atau organisasi pendidikan lain. Oleh karena itu, kecepatan dan stabilitas jaringan internet di SMA Negeri 1 Kampera sangatlah penting. Jika terjadi gangguan pada jaringan internet, maka akan berdampak pada kualitas proses belajar mengajar dan pekerjaan di SMA Negeri 1 Kampera. Guru dan siswa/siswi akan kesulitan mengakses sumber belajar yang terdapat di internet, dan pekerjaan administratif akan terhambat karena ketergantungan pada koneksi internet. Mengingat kondisi tersebut, perlu dilakukan pengajuan penelitian untuk mengevaluasi dan meningkatkan infrastruktur jaringan internet di SMA Negeri 1 Kampera agar dapat memenuhi kebutuhan yang semakin berkembang dalam era digital ini. Untuk itu meningkatkan kualitas jaringan di SMA Negeri 1 Kampera dengan menguji QOS dan manajemen bandwidth dengan 3 (tiga) bagian pengguna akan menjadi tujuan yang akan dilakukan.

## MATERI DAN METODE

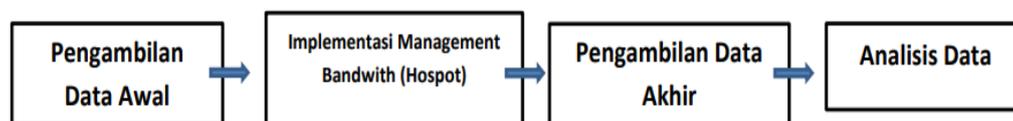
Jaringan adalah kumpulan dari dua atau lebih perangkat atau komputer yang terhubung satu sama lain dengan tujuan untuk berbagi data atau sumber daya. Dalam jaringan, ada beberapa jenis perangkat seperti komputer, *router*, *switch*, dan *modem* yang terhubung dengan kabel atau *nirkabel*. Jaringan memungkinkan pengguna untuk mengakses sumber daya seperti *printer*, *file*, aplikasi, atau bahkan koneksi *internet* dari komputer lain yang terhubung ke jaringan yang sama. Pengguna juga dapat berkomunikasi dengan satu sama lain melalui



jaringan. Jaringan memiliki beberapa jenis *topologi* seperti *topologibus*, *topologi* bintang, *topologimesh*, dan *topologi* cincin. Setiap jenis *topologi* memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri tergantung pada kebutuhan dan situasi yang berbeda-beda. Dalam jaringan, terdapat dua jenis arsitektur jaringan yaitu *peer-to-peer* dan *client-server*. Pada *arsitektur peer-to-peer*, setiap komputer memiliki hak yang sama dalam jaringan dan saling berbagi sumber daya, sedangkan pada *arsitektur client-server*, terdapat *komputer* khusus yang berfungsi sebagai *server* yang menyediakan sumber daya dan komputer lainnya berperan sebagai *klien* yang mengakses sumber daya dari *server*. selain itu, jaringan juga memiliki protokol komunikasi yang berbeda-beda seperti TCP/IP, HTTP, FTP, dan banyak lagi. *Protokol* ini membantu dalam mentransfer data dan memastikan bahwa data yang dikirimkan tetap aman dan terenkripsi (Aprianto Budiman et al., 2020) [1]. *Internet* adalah jaringan global yang terdiri dari jaringan komputer yang terhubung satu sama lain di seluruh dunia melalui teknologi *nirkabel* dan kabel. *Internet* menghubungkan jutaan komputer, perangkat seluler, dan perangkat lainnya di seluruh dunia, memungkinkan mereka untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi dalam waktu nyata. *Internet* menyediakan berbagai layanan seperti *email*, *webbrowsing*, media sosial, panggilan video, permainan *online*, dan banyak lagi. Layanan-layanan tersebut dapat diakses melalui aplikasi atau *website* yang tersedia di *internet*. *Internet* juga memungkinkan pengguna untuk mengakses sumber daya dan informasi dari jutaan situs web yang tersedia di seluruh dunia. Situs web ini dapat berisi informasi tentang berbagai topik seperti berita, pendidikan, bisnis, hiburan, dan banyak lagi. Untuk terhubung ke *internet*, kita memerlukan perangkat seperti komputer, *smartphone*, atau tablet yang terhubung ke jaringan *internet* melalui penyedia layanan *internet* (ISP). ISP dapat memberikan koneksi *internet* melalui berbagai *teknologi* seperti kabel, DSL, serat optik, atau *nirkabel* (Zakaria et al., 2019) [2]. *Bandwidth* mengacu pada jumlah data yang dapat ditransfer dalam suatu jaringan dalam jangka waktu tertentu. Istilah ini sering digunakan dalam konteks jaringan komputer dan *internet*. *Bandwidth* dapat diukur dalam beberapa satuan seperti *bitspersecond* (bps), *kilobitspersecond* (kbps), *megabitspersecond* (Mbps), dan *gigabitspersecond* (Gbps). Semakin besar *bandwidth*, semakin banyak data yang dapat ditransfer dalam satu waktu. *Bandwidth* juga dapat dibagi menjadi dua jenis: *bandwidthupstream* dan *downstream*. *Bandwidthupstream* mengacu pada jumlah data yang dapat dikirimkan dari pengguna ke jaringan, sedangkan *bandwidthdownstream* mengacu pada jumlah data yang dapat diterima oleh pengguna dari jaringan. *Bandwidth* dapat memengaruhi kecepatan dan kualitas koneksi *internet*. Jika *bandwidth* terbatas atau terlalu banyak pengguna menggunakan *bandwidth* yang sama secara bersamaan, maka kecepatan *internet* dapat melambat. Sebaliknya, jika *bandwidth* cukup besar dan pengguna sedikit, maka koneksi *internet* dapat lebih cepat dan stabil. *Bandwidth* juga dapat memengaruhi biaya layanan *internet*. Semakin besar *bandwidth* yang disediakan oleh penyedia layanan *internet*, semakin mahal biaya langganan *internet* tersebut [3]. *Hotspot* adalah sebuah titik akses *nirkabel* atau *wirelessaccesspoint* (WAP) yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan *internet* melalui koneksi *nirkabel*. *Hotspot* biasanya digunakan sebagai sarana untuk memberikan akses *internet* pada suatu tempat tertentu seperti ruang publik, kafe, bandara, hotel, dan tempat-tempat lainnya. *Hotspot* dapat menyediakan akses *internet nirkabel* bagi pengguna dengan berbagai perangkat seperti *smartphone*, *laptop*, *tablet*, dan perangkat *nirkabel* lainnya. *Hotspot* biasanya menggunakan teknologi *Wi-Fi* (*WirelessFidelity*) yang merupakan *teknologinirkabel* yang paling umum digunakan. *Hotspot* juga dapat diaktifkan pada perangkat seluler seperti *smartphone* atau tablet. Dengan mengaktifkan fitur *hotspot* pada perangkat seluler, pengguna dapat berbagi koneksi *internet* yang ada di perangkatnya dengan perangkat lain yang terhubung ke jaringan



*hotspot*. *Hotspot* dapat digunakan untuk mengakses internet dengan mudah dan nyaman di tempat-tempat tertentu yang menyediakan layanan *hotspot*. Namun, pengguna juga harus berhati-hati dalam menggunakan *hotspot* karena informasi pribadi dan data sensitif dapat terancam keamanannya jika terjadi penyalahgunaan atau penggunaan *hotspot* yang tidak aman (Putra & Bugis, 2019) [4]. *Router* adalah perangkat jaringan yang digunakan untuk menghubungkan beberapa jaringan dan mengarahkan lalu lintas data antara jaringan-jaringan tersebut. *Router* berfungsi sebagai *gateway* atau pintu gerbang antara jaringan yang berbeda dan memastikan data yang dikirimkan dari satu jaringan sampai ke jaringan lainnya dengan *efisien* dan aman (Kurnia, 2020) [5]. *Router* memiliki berbagai fitur dan konfigurasi yang dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sebagai pengguna, penting untuk memahami dasar-dasar konfigurasi *router* dan cara mengamankan *router* agar jaringan yang digunakan aman dan terlindungi dari ancaman keamanan [6]. Menurut Antoni Musril, (2021) *Quality of Service (QoS)* adalah kapasitas jaringan untuk menyediakan layanan yang andal ke jaringan tertentu lalu lintas dengan berbagi *bandwidth* dan mengelola parameternya yaitu  *jitter, delay, packet loss, dan throughput*. *QoS* sangat ditentukan oleh kualitas jaringan digunakan dapat mengurangi nilainya. Tujuan dari desain *QoS* adalah untuk membantu klien menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa mereka memperoleh kinerja yang stabil dari jaringan berbasis aplikasi (Antoni, 2021). Parameter *QoS* dapat dijelaskan sebagai berikut.[7]. SMA Negeri 1 Kambera juga menawarkan kegiatan ekstrakurikuler yang sangat beragam dan menarik, seperti kegiatan tari untuk siswa laki-laki dan perempuan, serta pameran dan *fashionshow*. Kegiatan-kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan bakat dan minat siswa di bidang seni dan budaya, tetapi juga memberikan pengalaman berharga dalam berorganisasi dan berkolaborasi dengan teman-teman sebaya. Selain itu, SMA Negeri 1 Kambera juga menawarkan kegiatan-kegiatan lain seperti olahraga, debat, dan kesenian tradisional yang diadakan di luar jam pelajaran. Melalui kegiatan-kegiatan tersebut, siswa di SMA Negeri 1 Kambera diberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan non-akademik seperti kepemimpinan, kerja sama tim, komunikasi, dan kemampuan untuk bekerja dalam situasi yang berbeda-beda. Selain itu, kegiatan ekstrakurikuler juga membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan teknis di bidang tertentu dan memperluas jaringan sosial mereka. Diharapkan, dengan adanya kegiatan ekstrakurikuler dan kegiatan lain yang disediakan, siswa di SMA Negeri 1 Kambera dapat mengembangkan karakter yang dibutuhkan untuk masa depan yang lebih cerah dan sukses dalam kehidupan. Hal ini sesuai dengan misi sekolah untuk menciptakan siswa yang memiliki keunggulan akademik dan non-akademik serta siap menghadapi tantangan di masa depan. [8]. Dalam implementasi Manajemen *Bandwidth* Menggunakan *MikrotikHotspot* Pada SMA Negeri 1 Kambera, penerapan Manajemennya akan dilakukan dalam beberapa tahapan seperti gambar di bawah.



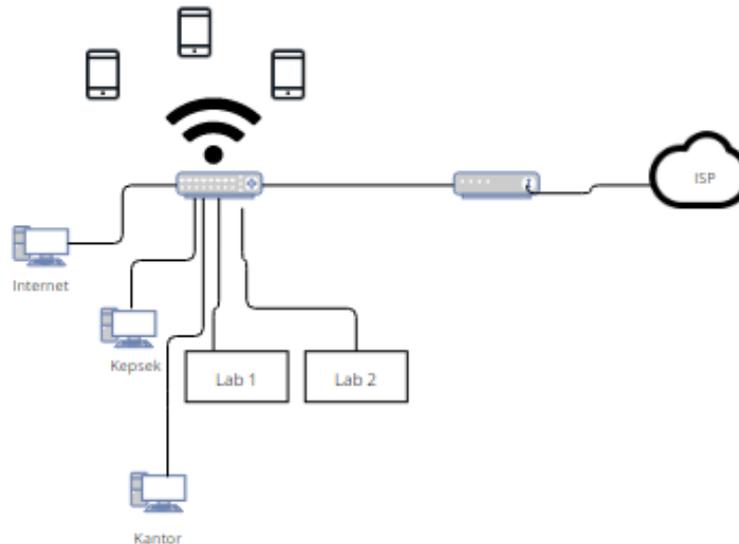
Gambar 1 Alur Penelitian

Pada gambar di atas dijelaskan beberapa tahap alur penelitian seperti tahap pengukuran *QoS* pada jaringan SMA Negeri 1 Kambera pada tahap akan dilakukan pengukuran *QoS*, selanjutnya melakukan penerapan *Hotspot*, setelah penerapan *hotspot* maka akan dilakukan pengukuran *QoS* untuk mengetahui kinerja dan berikutnya analisis hasil *QoS* sebelum penerapan *hotspot* dan sesudah penerapan *hotspot* untuk melihat perbandingannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konfigurasi Hotspot pada Mikrotik

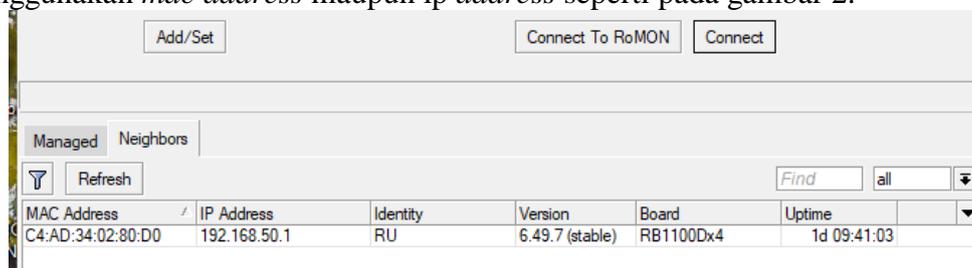
Implementasi *hotspot* dilakukan untuk manajemen jaringan yang ada di SMA Negeri 1 Kambera dengan kecepatan 20 Mbps. Menggunakan *router* rb 951 series, dengan topologi yang akan digunakan untuk melakukan konfigurasi seperti gambar 1.



Gambar 1. Topologi Penerapan Hotspot

Pada gambar 1. Konfigurasi *hotspot* berada pada *router mikrotik* rb 951 series dengan pengguna LAN yang disediakan untuk guru dan pegawai, internet di dapatkan dari penyedia atau ISP Telkom, dengan adanya *internet* maka dikonfigurasi dengan menggunakan *mikrotik* rb 951 series untuk menerapkan *Hotspot* pada SMA Negeri 1 Kambera, juga beberapa LAN untuk kebutuhan *Internet* seperti Kepsek, Kator, Lab1 dan Lab2.

Konfigurasi *hotspot* di *mikrotik* menggunakan *tools winbox* yang memungkinkan untuk mengkonfigurasi *hotspot* SMA Negeri 1 Kambera, dalam mengkonfigurasi perlu untuk *Login* baik menggunakan *mac address* maupun *ip address* seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Login Winbox

*Router* rb 951 series pada SMA Negeri 1 Kambera yang digunakan untuk mengkonfigurasi *hotspot*, memiliki *IP Address* 192.168.50.1 dan *MAC Address* C4:AD:02:80:D0. Untuk mengkonfigurasi maka gunakan *IP Address* karena sudah menggunakan *ip* yang sama dapat dilihat pada gambar 3.

### Konfigurasi IP Address

Ip address perlu dipetakan terlebih dahulu untuk diberikan pada setiap *interfaces* yang akan digunakan, dimana setiap *interfaces* perlu *network* yang berbeda dengan ip address yang unik untuk menghindari terjadinya kesalahan atau pendobelan ip address seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

Address	Network	Interface
192.168.50.66/24	192.168.50.0	INTERNET
192.168.72.1/24	192.168.72.0	SMA N 1 Kember...
192.168.73.1/24	192.168.73.0	KANTOR
192.168.74.1/24	192.168.74.0	KEPSEK
192.168.75.1/24	192.168.75.0	LAB 1
192.168.76.1/24	192.168.76.0	LAB 2

Gambar 3. Address List

Dari gambar 3 terlihat bahwa IP Address dari internet memiliki IP 192.168.50.66 /24 yang ada pada LAN 1 dengan menggunakan dhcp *client*, sedangkan konfigurasi IP Address lainnya digunakan untuk membagi jaringan local (LAN) lainnya. Jaringan dengan nama SMA N 1 Kambera digunakan untuk siswa-siswa dan guru di SMA Negeri 1 Kambera dengan ip address 192.168.72.1/24 dijadikan sebagai *Hotspot*. Jaringan LAN 2 digunakan untuk para guru dan pegawai di KANTOR dengan ip address 192.168.73.1/24. Jaringan LAN 3 digunakan oleh KEPSEK dengan ip address 192.168.75.1/24, sedangkan jaringan LAN 4 dengan ip address 192.168.75.1/24 digunakan untuk lab 1 dan LAN 5 digunakan untuk ruang LAB 2 dengan ip address 192.168.76.1/24.

### Konfigurasi Interfaces

*Interfaces* mempermudah kita untuk mengenali, setiap *interfaces* yang ada, dimana hal ini perlu dilakukan konfigurasi agar kita dapat di ingat setiap *interfaces* yang ada seperti pada gambar 4.

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)
INTERNET	Ethernet	1500	1598	0 bps	544 bps	0
KANTOR	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0
KEPSEK	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0
LAB 1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0
LAB 2	Ethernet	1500	1598	66.2 kbps	4.6 kbps	7
SMA N 1 Kembera	Wireless (Atheros AR9...	1500	1600	0 bps	0 bps	0

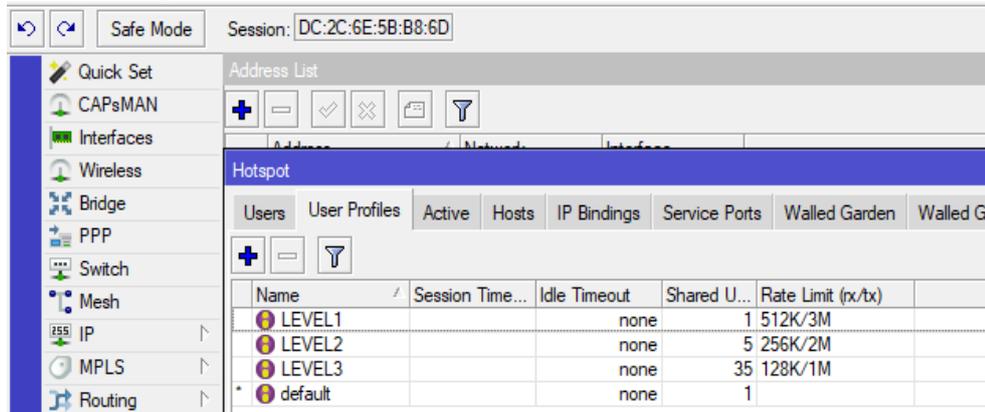
Gambar 4. Interfaces List

*Interfaces* yang ada dalam gambar 4 terdapat 6 *interfaces*, yaitu eth1 sebagai INTERNET, eth2 sebagai KANTOR, eth3 sebagai KEPSEK, eth4 sebagai LAB1, eth5 sebagai LAB2 dan interfaces wlan1 sebagai SMA N 1 Kambera berguna untuk mempermudah dalam identifikasi dan dalam *interfaces* dapat dihidupkan *interfaces wifi* dan pemberian nama.

### Konfigurasi user profile

Tujuan konfigurasi *User Profile* untuk memperjelas cara pembagian *level hotspot*, terdapat 3 *level hotspot* yaitu *level 1*, *level 2* dan *level 3* dengan pembagian *rate limit* sesuai dengan *level* yaitu *level 1* adalah 512 K/3M, *level 2* yaitu 256 K/2M dan *level 3* 128 K/1M

sedangkan jumlah pengguna juga di bagi sesuai *level* yaitu *level 1* adalah 1 pengguna untuk 1 perangkat, *level 2* dengan 5 pengguna untuk 5 perangkat sedangkan *level 3* untuk 35 pengguna, seperti yang di tunjukkan gambar 5.

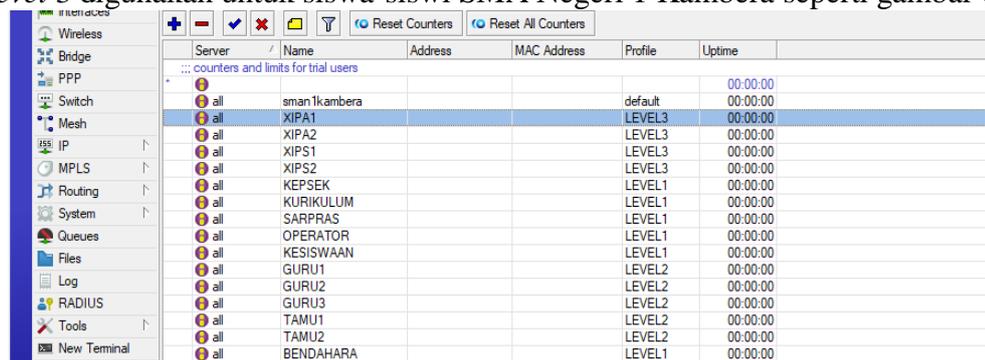


Gambar 5. Konfigurasi User Profile

Dilakukan konfigurasi *User Profile* untuk manajemen pengguna sesuai *level* yang sudah dibuat dan *rate limit* yang sudah di tentukan juga dengan *level 1 shared user 1* dan *rate limit 512K/3M* menunjukkan bahwa *Level* hanya akan digunakan 1 perangkat dengan Uploadnya 512k dan downloadnya 3M, *level 2* dengan *shared usernya 5* menunjukkan bahwa *user* ini dapat login sampai 5 perangkat dengan Uploadnya 256k dan downloadnya 2 M dan *level 3* dengan *shared user* mencapai 35 pengguna pada perangkat dengan Upload 128k dan Download 1M.

### Konfigurasi User

Dengan dilakukannya konfigurasi *user* maka akan dapat memperjelas pemetaan pengguna yang akan memakai *hotspot* yang disediakan disekolah, dimana setiap pengguna akan menggunakan *level* yang ada, yang sudah ditentukan, terdapat 3 *level* yang setiap pengguna hanya bisa menggunakan sesuai yang ditentukan pada *user profile*, *level 1* akan digunakan oleh Kepsek, Wakil Kepala Sekolah, Operator, *Level 2* digunakan oleh Guru dan Tamu, *level 3* digunakan untuk siswa-siswi SMA Negeri 1 Kambera seperti gambar 6.

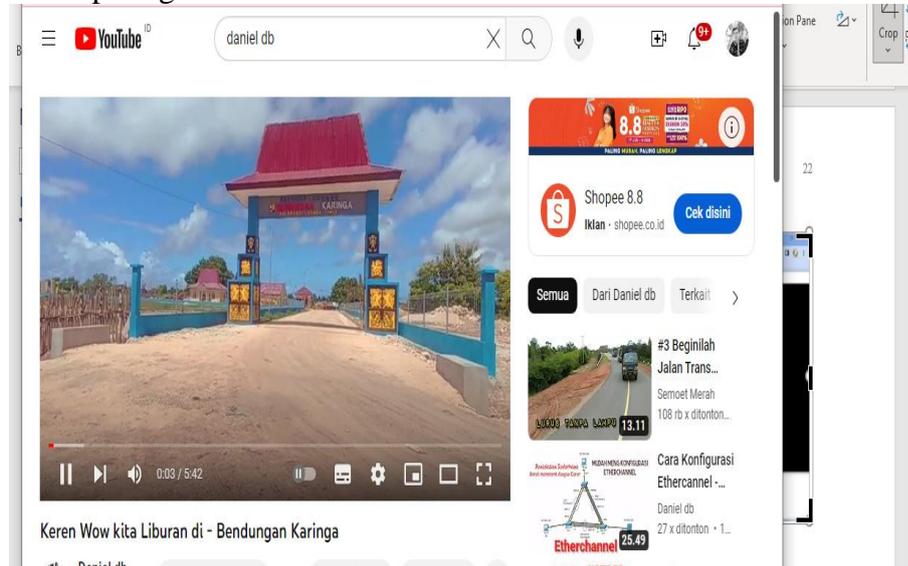


Gambar 6. Konfigurasi User

Setiap *user* punya *level* masing-masing dengan *rate limit* yang berbeda sesuai konfigurasi *user profile*, sehingga dalam pemetaan *User* terdapat 1 untuk Kepsek, Kurikulum, Sarspras, Operator, Kesiswaan dan Bendahara, untuk *level 2* digunakan dengan *user* Guru1, Guru2, Guru3, Tamu1 dan Tamu2 dan *level 3* digunakan untuk *user* XIPA1, XIPA2, XIPS1 dan XIPS2. Dengan adanya pembagian ini akan mempermudah dalam menganalisa pengguna dan manajemen penggunaan *bandwidth*.

### Pengujian Penggunaan Internet

Pengujian dilakukan dengan menggunakan salah satu *client* dalam mengakses *internet* sebelum melakukan *implementasi hotspot* dan sesudah *implementasi hotspot* dengan mengakses *youtube* seperti gambar 7.



Gambar 7. Client Dalam Mengakses Youtube

Mengakses *youtube* dapat memberikan data parameter QoS untuk dibandingkan nilai *throughput*, *delay* dan *packet loss*.

### Pengujian QoS sebelum *implementasi hotspot* dan sesudah

Pengujian QoS dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark* dari sebelum *implementasi hotspot* dan sesudah *implementasi hotspot* dalam pengujiannya meliputi *Throughput*, *packet loss* dan *delay*.

### Pengujian *Throughput*

Pengujian parameter *Throughput* dilakukan untuk mengetahui perbandingan sebelum dan sesudah *implementasi hotspot* dengan mengumpulkan *data traffic* dari penggunaan aplikasi *wireshark* ditunjukkan oleh gambar 8, gambar 9 juga pengumpulan data *statistic* dari sebelum *implementasi* dan sesudah *implementasi hotspot* ditunjukkan gambar 10 dan gambar 11.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	164	08:55:31:44:cc:8a > a8:1e:84:46:b5:18 Direction: Server->Client Type: Data
2	0.000794	192.168.74.4	192.168.74.255	MAC-Te...	64	a8:1e:84:46:b5:18 > 08:55:31:44:cc:8a Direction: Client->Server Type: Acknowledge
3	0.124667	172.253.118.95	192.168.50.12	UDP	76	443 → 62225 Len=34
4	0.124830	192.168.50.12	172.253.118.95	ICMP	164	Destination unreachable (Port unreachable)
5	0.195923	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	292	08:55:31:44:cc:8a > a8:1e:84:46:b5:18 Direction: Server->Client Type: Data
6	0.197947	192.168.74.4	192.168.74.255	MAC-Te...	64	a8:1e:84:46:b5:18 > 08:55:31:44:cc:8a Direction: Client->Server Type: Acknowledge
7	0.199425	142.250.179.202	192.168.50.12	UDP	71	443 → 63981 Len=29
8	0.199555	192.168.50.12	142.250.179.202	ICMP	99	Destination unreachable (Port unreachable)
9	0.200972	142.250.179.202	192.168.50.12	UDP	1292	443 → 58139 Len=1250
10	0.201092	192.168.50.12	142.250.179.202	ICMP	590	Destination unreachable (Port unreachable)
11	0.214670	172.253.118.95	192.168.50.12	UDP	75	443 → 62225 Len=34
12	0.214790	192.168.50.12	172.253.118.95	ICMP	164	Destination unreachable (Port unreachable)
13	0.289992	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	590	08:55:31:44:cc:8a > a8:1e:84:46:b5:18 Direction: Server->Client Type: Data
14	0.290394	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	590	08:55:31:44:cc:8a > a8:1e:84:46:b5:18 Direction: Server->Client Type: Data
15	0.291408	192.168.74.4	192.168.74.255	MAC-Te...	64	a8:1e:84:46:b5:18 > 08:55:31:44:cc:8a Direction: Client->Server Type: Acknowledge
16	0.291954	192.168.74.4	192.168.74.255	MAC-Te...	64	a8:1e:84:46:b5:18 > 08:55:31:44:cc:8a Direction: Client->Server Type: Acknowledge
17	0.303012	172.253.118.95	192.168.50.12	UDP	75	443 → 62225 Len=34
18	0.303151	192.168.50.12	172.253.118.95	ICMP	164	Destination unreachable (Port unreachable)
19	0.513850	142.250.179.202	192.168.50.12	UDP	88	443 → 63981 Len=46
20	0.513984	192.168.50.12	142.250.179.202	ICMP	116	Destination unreachable (Port unreachable)
21	0.539250	142.250.179.202	192.168.50.12	UDP	72	443 → 63981 Len=30
22	0.539373	192.168.50.12	142.250.179.202	ICMP	180	Destination unreachable (Port unreachable)
23	0.749761	172.253.118.95	192.168.50.12	UDP	76	443 → 62225 Len=34
24	0.749892	192.168.50.12	172.253.118.95	ICMP	164	Destination unreachable (Port unreachable)
25	0.749951	172.253.118.95	192.168.50.12	UDP	76	443 → 62225 Len=34
26	1.085260	142.250.179.202	192.168.50.12	UDP	88	443 → 63981 Len=46

Gambar 8. Traffic data sebelum *implementasi hotspot*

Traffic data yang di tampilkan akan dijadikan acuan untuk mengukur parameter *throughput* dengan melihat aktivitas pengiriman dan penerimaan paket dari *client*.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	164	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
2	0.000727	192.168.50.13	255.255.255.255	MAC-Te...	64	1c:69:7a:30:13:8d > c4:ad:34:02:80:d0 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
3	0.039858	192.168.1.51	192.168.30.2	NBNS	96	Name query NBSTAT * <00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00>
4	0.039866	192.168.1.51	192.168.30.2	NBNS	92	Name query NBSTAT * <00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00>
5	0.039887	192.168.1.51	192.168.30.2	NBNS	92	Name query NBSTAT * <00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00:<00>
6	0.056516	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	550	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
7	0.056600	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	550	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
8	0.057543	192.168.50.13	255.255.255.255	MAC-Te...	64	1c:69:7a:30:13:8d > c4:ad:34:02:80:d0 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
9	0.057718	192.168.50.13	255.255.255.255	MAC-Te...	64	1c:69:7a:30:13:8d > c4:ad:34:02:80:d0 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
10	0.158023	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	292	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
11	0.159221	192.168.50.13	255.255.255.255	MAC-Te...	64	1c:69:7a:30:13:8d > c4:ad:34:02:80:d0 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
12	0.385762	Routerbo_2e:5a:f0	Broadcast	ARP	60	Who has 10.10.50.2? Tell 10.10.50.1
13	0.456183	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	260	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
14	0.456867	192.168.50.13	255.255.255.255	MAC-Te...	64	1c:69:7a:30:13:8d > c4:ad:34:02:80:d0 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
15	0.901904	192.168.50.13	255.255.255.255	MAC-Te...	164	1c:69:7a:30:13:8d > c4:ad:34:02:80:d0 Direction: Client->Server Type: Data
16	0.901943	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Acknowledge
17	0.906179	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
18	0.906179	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
19	0.906196	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
20	0.906212	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
21	0.906233	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
22	0.906249	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
23	0.906264	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
24	0.906280	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
25	0.906296	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data
26	0.906313	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	1514	c4:ad:34:02:80:d0 > 1c:69:7a:30:13:8d Direction: Server->Client Type: Data

Gambar 9. Traffic data sesudah implementasi hotspot

Traffic data yang ditampilkan merupakan aktifitas permintaan paket dan penerimaan paket yang dilakukan client yang menjadi acuan.

File	Time	Capture	Interfaces	Statistics																																										
Name: B:\hitam diatas puth\lanarang\kripes\ecmpps\view folder\ECPM_M1 Length: 2048 kb Hash (SHA-256): 3e60e3294712e081c6c69b0fd4c2c76977f4c56f3a3c5045609302831dc37 Hash (RIPEMD160): c94ca7d3f96e57278a680f6e17f1c18ef32d3148 Hash (SHA-1): 2f89a7a16ef77f139089b6f3c765df5240769d0 Format: Wireshark/tcpdump/... - pcap Encapsulation: Ethernet Snapshot length: 65535	First packet: 2023-01-04 14:22:13 Last packet: 2023-01-04 14:23:48 Elapsed: 00:01:34	Hardware: Unknown OS: Unknown Application: Unknown	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Interface</th> <th>Dropped packets</th> <th>Capture filter</th> <th>Link type</th> <th>Packet size limit (snaplen)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Unknown</td> <td>Unknown</td> <td>Unknown</td> <td>Ethernet</td> <td>65535 bytes</td> </tr> </tbody> </table>	Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (snaplen)	Unknown	Unknown	Unknown	Ethernet	65535 bytes	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Measurement</th> <th>Captured</th> <th>Displayed</th> <th>Marked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Packets</td> <td>4824</td> <td>4824 (100.0%)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Time span, s</td> <td>94.650</td> <td>94.650</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Average pps</td> <td>51.0</td> <td>51.0</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Average packet size, B</td> <td>409</td> <td>409</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Bytes</td> <td>1970836</td> <td>1970836 (100.0%)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Average bytes/s</td> <td>20 k</td> <td>20 k</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Average bits/s</td> <td>166 k</td> <td>166 k</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	Measurement	Captured	Displayed	Marked	Packets	4824	4824 (100.0%)	—	Time span, s	94.650	94.650	—	Average pps	51.0	51.0	—	Average packet size, B	409	409	—	Bytes	1970836	1970836 (100.0%)	0	Average bytes/s	20 k	20 k	—	Average bits/s	166 k	166 k	—
Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (snaplen)																																										
Unknown	Unknown	Unknown	Ethernet	65535 bytes																																										
Measurement	Captured	Displayed	Marked																																											
Packets	4824	4824 (100.0%)	—																																											
Time span, s	94.650	94.650	—																																											
Average pps	51.0	51.0	—																																											
Average packet size, B	409	409	—																																											
Bytes	1970836	1970836 (100.0%)	0																																											
Average bytes/s	20 k	20 k	—																																											
Average bits/s	166 k	166 k	—																																											

Gambar 10. Data Statistic Sebelum Implementasi Hotspot

Data statistic diatas menunjukkan jumlah paket permintaan dan paket penerimaan pada client yang dilakukan dengan mengakses youtube.

File	Time	Capture	Interfaces	Statistics																																										
Name: B:\hitam diatas puth\lanarang\PCC_MS Length: 2048 kb Hash (SHA-256): ad78aa356d1c3d2453b0179e2c367365549b30e9eab986fcd3e0164104000 Hash (RIPEMD160): c52f51e7b2d0be3a336a33ab5e3a4f46378349 Hash (SHA-1): 3ed1889418a8884e6af8a7a5097d4c032e9943cb Format: Wireshark/tcpdump/... - pcap Encapsulation: Ethernet Snapshot length: 65535	First packet: 2023-01-06 20:20:05 Last packet: 2023-01-06 20:20:59 Elapsed: 00:00:54	Hardware: Unknown OS: Unknown Application: Unknown	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Interface</th> <th>Dropped packets</th> <th>Capture filter</th> <th>Link type</th> <th>Packet size limit (snaplen)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Unknown</td> <td>Unknown</td> <td>Unknown</td> <td>Ethernet</td> <td>65535 bytes</td> </tr> </tbody> </table>	Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (snaplen)	Unknown	Unknown	Unknown	Ethernet	65535 bytes	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Measurement</th> <th>Captured</th> <th>Displayed</th> <th>Marked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Packets</td> <td>3734</td> <td>3734 (100.0%)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Time span, s</td> <td>54.882</td> <td>54.882</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Average pps</td> <td>68.3</td> <td>68.3</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Average packet size, B</td> <td>533</td> <td>533</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Bytes</td> <td>1989155</td> <td>1989155 (100.0%)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Average bytes/s</td> <td>36 k</td> <td>36 k</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Average bits/s</td> <td>293 k</td> <td>293 k</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	Measurement	Captured	Displayed	Marked	Packets	3734	3734 (100.0%)	—	Time span, s	54.882	54.882	—	Average pps	68.3	68.3	—	Average packet size, B	533	533	—	Bytes	1989155	1989155 (100.0%)	0	Average bytes/s	36 k	36 k	—	Average bits/s	293 k	293 k	—
Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (snaplen)																																										
Unknown	Unknown	Unknown	Ethernet	65535 bytes																																										
Measurement	Captured	Displayed	Marked																																											
Packets	3734	3734 (100.0%)	—																																											
Time span, s	54.882	54.882	—																																											
Average pps	68.3	68.3	—																																											
Average packet size, B	533	533	—																																											
Bytes	1989155	1989155 (100.0%)	0																																											
Average bytes/s	36 k	36 k	—																																											
Average bits/s	293 k	293 k	—																																											

Gambar 11. Data *Statistic* Sesudah *Implementasi Hotspot*

Data *statistic* setelah implementasi *hotspot* berbeda dengan data sebelum implementasi *hotspot* dimana terlihat nilai dari data permintaan dan penerimaan paket yang dilakukan *client* itu berbeda.

Berdasarkan kedua data hasil *capture* dilakukan perhitungan *throughput* sebagai berikut:

**Perhitungan *Throughput* Sebelum *Implementasi hotspot***

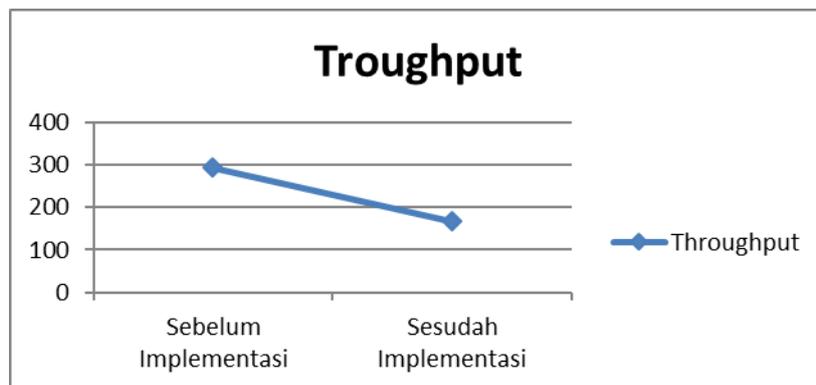
$$\begin{aligned}
 \textit{Throughput} &= \frac{\textit{Jumlah data yang dikirim}}{\textit{waktu pengiriman data}} \\
 &= (1970836/94,650)\text{s} \\
 &= 20.822,35604860011 \text{ bytes} \times 8 \\
 &= 166.578,8483888008 \text{ kbps} \\
 &= 166 \text{ kbps}
 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas dihasilkan nilai *throughput* adalah 166 *kbps* sebelum *implementasi hotspot*.

**Perhitungan *Throughput* sesudah *Implementasi hotspot***

$$\begin{aligned}
 \textit{Throughput} &= \frac{\textit{Jumlah data yang dikirim}}{\textit{waktu pengiriman data}} \\
 &= (1.989.155/54,182) \text{ s} \\
 &= 36.712,46908567421 \text{ bytes} \times 8 \\
 &= 293.699,7526853937\text{bps} \\
 &= 293 \text{ kbps}
 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas dihasilkan nilai *throughput* adalah 293 *Kbps*, dimana nilai ini lebih besar dari nilai *throughput* sebelumnya.



Gambar 12. Perbandingan *Throughput* Sebelum dan Sesudah *Implementasi*

Dari perbandingan diatas ada peningkatan yang signifikan dalam *throughput* setelah perubahan dilakukan peningkatan yang terjadi adalah sebesar  $(293 - 166) / 166 = 77\%$  ini menunjukkan adanya perbaikan kualitas jaringan di sisi *throughput* sebelum dan sesudah implementasi *hotspot*.

**Pengujian *PacketLoss* Sebelum dan Sesudah *Implementasi***

Untuk pengujian *packet loss* sebelum dan sesudah implementasi dilakukan dengan mengumpulkan data yang ada dalam expert *information* yang dituntukan sebelum implementasi dan sesudah *impelemntasi hotspot* pada gambar 13 dan gambar 14.



Severity	Summary	Group	Protocol	Count
> Warning	This frame is a (suspected) out-of-order segment	Sequence	TCP	146
> Warning	Ignored Unknown Record	Protocol	TLS	54
> Warning	Failed to decrypt handshake	Decryption	QUIC	906
> Warning	DNS query retransmission	Protocol	mDNS	4
> Warning	Previous segment(s) not captured (common at capture sta...	Sequence	TCP	117
> Warning	Response not found	Sequence	ICMP	5
> Warning	DNS query retransmission	Protocol	DNS	27
> Warning	ACKed segment that wasn't captured (common at capture...	Sequence	TCP	5
> Warning	Connection reset (RST)	Sequence	TCP	150
> Warning	D-SACK Sequence	Sequence	TCP	63
> Note	This session reuses previously negotiated keys (Session res...	Sequence	TLS	32
> Note	Coalesced Padding Data	Protocol	QUIC	4
> Note	This frame undergoes the connection closing	Sequence	TCP	24
> Note	This frame initiates the connection closing	Sequence	TCP	34
> Note	This frame is a (suspected) fast retransmission	Sequence	TCP	6
> Note	This frame is a (suspected) spurious retransmission	Sequence	TCP	22
> Note	This QUIC frame has a reused stream offset (retransmission?)	Sequence	QUIC	75
> Note	Time To Live	Sequence	IPv4	3
> Note	A new tcp session is started with the same ports as an earl...	Sequence	TCP	20
> Note	This frame is a (suspected) retransmission	Sequence	TCP	97
> Note	Duplicate ACK	Sequence	TCP	188
> Chat	TCP window update	Sequence	TCP	12
> Chat	Connection finish (FIN)	Sequence	TCP	58
> Chat	Formatted text	Sequence	SSDP	4

Gambar 13. Expert Information Pada Packet Loss Sebelum

Informasi data yang hilang pada *expertinformation* sebelum implementasi *hotspot* menjadi acuan untuk menghitung berapa nilai dari parameter *packet loss*.

Severity	Summary	Group	Protocol	Count
> Warning	Ignored Unknown Record	Protocol	TLS	2
> Warning	DNS query retransmission	Protocol	LLMNR	42
> Warning	Connection reset (RST)	Sequence	TCP	15
> Warning	D-SACK Sequence	Sequence	TCP	22
> Note	This frame initiates the connection closing	Sequence	TCP	2
> Note	Time To Live	Sequence	IPv4	4
> Note	A new tcp session is started with the same ports as an earl...	Sequence	TCP	26
> Note	ACK to a TCP keep-alive segment	Sequence	TCP	14
> Note	TCP keep-alive segment	Sequence	TCP	14
> Note	Duplicate ACK	Sequence	TCP	12
> Note	This frame is a (suspected) retransmission	Sequence	TCP	49
> Chat	Connection finish (FIN)	Sequence	TCP	2
> Chat	Formatted text	Sequence	HTTP	12
> Chat	Connection establish acknowledge (SYN+ACK)	Sequence	TCP	2
> Chat	Connection establish request (SYN)	Sequence	TCP	35
> Chat	Formatted text	Sequence	SSDP	20

Gambar 14. Expert Information Pada Packet Loss Sesudah Implementasi

*Packet loss* merupakan packet yang hilang saat *client* melakukan atau mengakses *youtube*, ditandai dengan warna kuning untuk menjadi acuan setelah implementasi *hotspot*.

### Pengukuran Packet Loss Sebelum Implementasi

Paket Dikirim - Paket Diterima

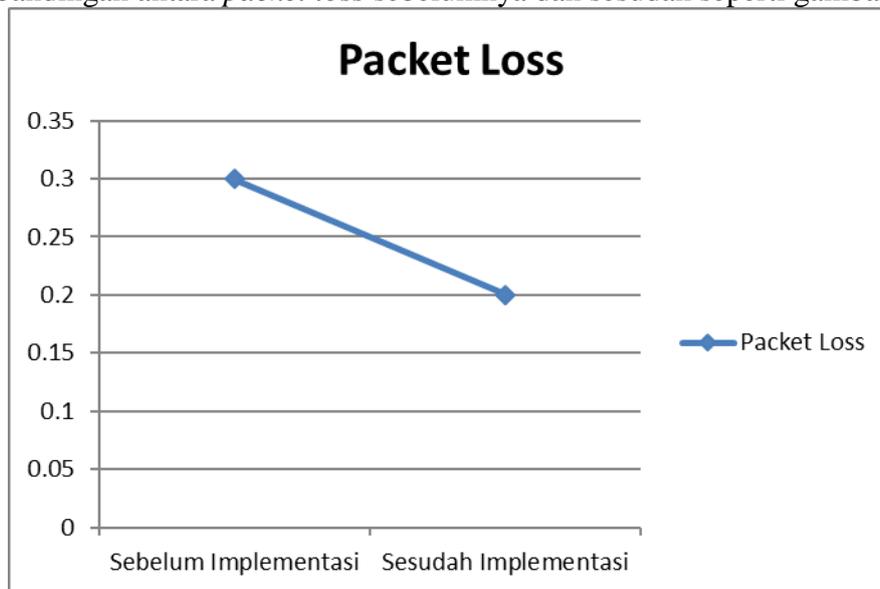
$$\begin{aligned}
 \text{Packet Loss} &= \frac{\text{paket Diterima}}{\text{paket Dikirim}} \times 100\% \\
 &= \frac{(4824 - 3347)}{4824} \times 100\% \\
 &= 0,3061774461028192 \times 100\% = 0,3\%
 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas dihasilkan *packet loss* adalah 0,3 % sebagai hasil sebelum **implementasi hotspot**.

Pengukuran *Packet Loss* Sesudah Implementasi

$$\begin{aligned}
 \text{Packet Loss} &= \frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}} \times 100\% \\
 &= \frac{(3734 - 3653)}{3734} \times 100\% \\
 &= 0,0216925549 \times 100\% = 0,2\%
 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas dihasilkan nilai *PacketLoss* adalah 0,2% sesudah **implementasi hotspot**, perbandingan antara *packet loss* sebelumnya dan sesudah seperti gambar 15.



Gambar 15. Perbandingan *Packet Loss*

Perbandingan nilai *packet loss* sebelumnya sebesar 0,3% dan sesudahnya sebesar 0,2% menunjukkan bahwa kualitas jaringan telah meningkat. Ini berarti bahwa lebih sedikit paket data yang hilang selama *transmisi*, yang berarti kualitas komunikasi atau *streaming* media mungkin lebih baik.

### Pengujian *Delay* sebelum dan Sesudah **Implementasi hotspot**

Untuk pengujian *Delay* sebelum dan sesudah **implementasi hotspot** dilakukan dengan perhitungan seperti berikut :

#### Pengukuran *Delay* Sebelum **Implementasi Hotspot**

$$\begin{aligned}
 \text{delay rata - rata} &= \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket}} \\
 &= \frac{125.361 \text{ s}}{4824} \\
 &= 0,019620745 \text{ s} \\
 &= 0,019620745 \text{ s} \times 1000 \\
 &= 19,620745 \text{ ms} = 19 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

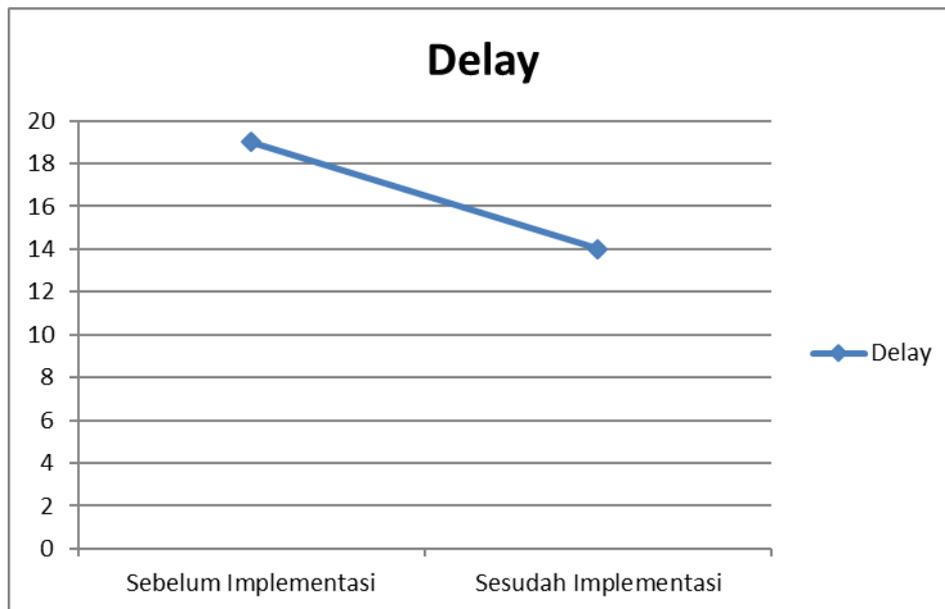
Dari persamaan di atas didapatkan nilai rata-rata *delay* sebelum implementasi **hotspot** adalah 19 ms.

#### Pengukuran *Delay* Sesudah **Implementasi Hotspot**

$$\text{delay rata - rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{54,18242 \text{ s}}{3734} \\
 &= 0,014511 \text{ s} \\
 &= 0,014511 \text{ s} \times 1000 \\
 &= 14,511 \text{ ms} \\
 &= 14 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas didapatkan rata-rata *delay* setelah penerapan hotspot adalah 14 ms. Berikut adalah perbandingan rata-rata *delay* sebelum dan sesudah *implementasi hotspot* yang ditunjukkan dalam gambar 16.



Gambar 16. Perbandingan *Delay* Sebelum dan Sesudah Implementasi

Dari gambar di atas adalah perbandingan antara *delay* sebelum implementasi *hotspot* dan sesudah implementasi *hotspot* dimana nilai *delay* sebelumnya sebesar 19 ms dan sesudahnya sebesar 14 ms menunjukkan bahwa kualitas jaringan telah meningkat. dengan menunjukkan bahwa waktu yang di perlukan untuk paket data untuk pergi dari sumber ke tujuan telah berkurang, sehingga dapat meningkatkan kualitas.

## KESIMPULAN

Implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan *hotspot* pada jaringan SMA Negeri 1 Kampera, menghasilkan peningkatan kualitas jaringan. Indikator yang digunakan untuk menentukan peningkatannya adalah *throughput* sebelum implementasi sebesar 150 kbps sedangkan setelah implementasi menjadi 166 kbps sehingga mengalami peningkatan sebesar 77%. Sedangkan parameter *packet loss* menjadi lebih baik dari sebelumnya 0,3% menjadi 0,2%. Parameter berikutnya adalah *Delay*, sebelum implementasi sebesar 19 ms sedangkan setelah implementasi sebesar 14 ms.



## DAFTAR PUSTAKA

- Antoni Musril, H., Sri Artika, F., Derta, S., Darmawati, G., & Okra, R. (2021). Quality of Service EIGRP Routing Protocol on Campus Area Network. *Journal of Physics: Conference Series*, 1779(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1779/1/012005>
- Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, & Hamidillah Ajie. (2020). Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet SMK Negeri 7 Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 4(2), 32–36. <https://doi.org/10.21009/pinter.4.2.6>
- Hendrawan, A. H., Kom, S., & Kom, M. (2016). Analisis Serangan Flooding Data Pada Router Mikrotik. *Krea-TIF*, 12–20.
- Kurnia, D. (2020). Analisis Serangan DHCP Starvation Attack pada Router OS Mikrotik. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 8(5), 12–17.
- Kurnia, D., Nuraini, R., Daniarti, Y., Irwansyah, I. P., Sinlae, A. A. J., Setiawansyah, S., Nurfidah, N., Dali Purwanto, T., Setiawan, B., Djunaedi, T., Aprianto Budiman, M. Ficky Duskarnaen, Hamidillah Ajie, Nurrobi, I., Kusnadi, K., Adam, R., Riadi, I., Hendrawan, A. H., Kom, S., ... Nathasia, N. D. (2020). Analisis Serangan DHCP Starvation Attack pada Router OS Mikrotik. *EduTik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 1(1), 89–97. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i1.702>
- Putra, E., & Bugis, R. A. (2019). Implementasi Hotspot Dengan User Manager Untuk Internet Wireless Menggunakan Mikrotik Rb-951ui Di Smk Swasta Al-Washliyah Pasar Senen 2 Medan. *Jurnal Teknologi Informasi*, 3(1), 58. <https://doi.org/10.36294/jurti.v3i1.689>
- Sidqi, T. O., Fitri, I., & Nathasia, N. D. (2021). Implementasi Manajemen Bandwith Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) Pada Jaringan Mikrotik. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 6(1), 132–138. <https://doi.org/10.29100/jupi.v6i1.1927>
- Wanto, J. (2018). *Membangun Proxy Server Dan Manajemen Bandwidth Pada Jaringan Komputer Dengan Winbox Menggunakan Router Mikrotik*. 25, 75123.
- Wijoyo, A., Kholil, A., Trimahardika, Z., Alfarisi, M., Santoso, G. A., Yudistyra, A., Sari, T. M., Prasetyo, R., Ar-rasyid, A., Informatika, T., Pamulang, U., & Selatan, T. (2022). *Pengenalan Dan Pelatihan Dasar Mikrotik Bagi Siswa Sekolah Mengengah Kejuruan Al-Ma ' Arif*. 1(2), 164–168.
- Zakaria, A., Prihantara, A., & Hartono, A. A. (2019). Integrasi Application Progamring Interface, PHP, dan MySQL untuk Otomatisasi Verifikasi dan Aktifasi Pengguna Layanan Hotspot MikroTik. *JUITA: Jurnal Informatika*, 7(2), 63. <https://doi.org/10.30595/juita.v7i2.4361>