

BAB IV

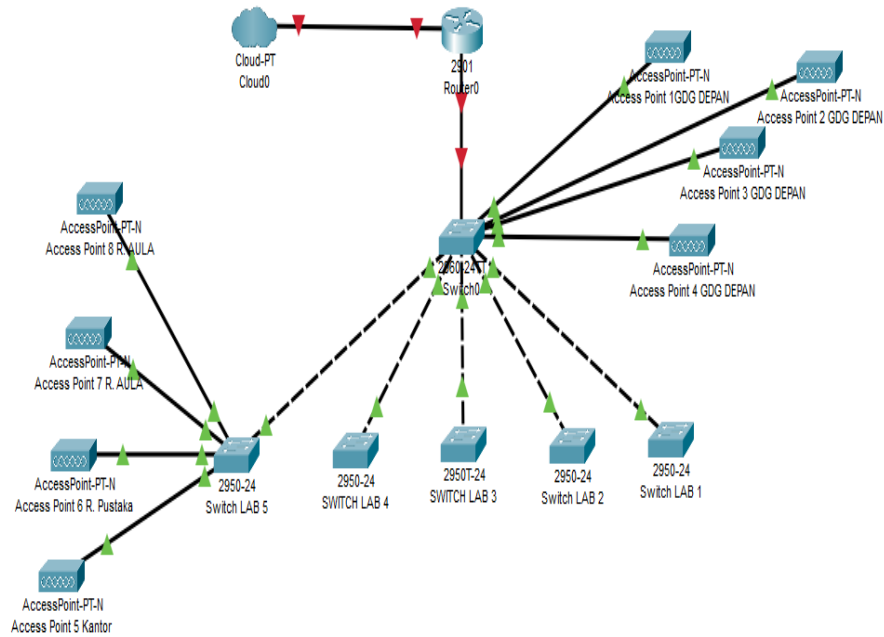
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

Analisis ini perlu dikerjakan untuk mengetahui seberapa baik penerapan service QoS pada sebuah jaringan *wireless lan* dan *wired lan* pada SMK Muhammadiyah 2 Metro. Hasil dan pembahasan dari penelitian ini akan dilakukan pengukuran dengan menetapkan 5 parameter Quality Of Service (QoS) yaitu : *Bandwidth, Troughput, Jitter, Packet Loss dan Latency*. Sedangkan *software* yang digunakan untuk melakukan pengukuran tersebut menggunakan *software wireshark*, serta untuk mengukur kualitas *signal wireless* peneliti menggunakan *software wifi analyzer/vistumbler* dan *inSSIDer*, yang mana *software* tersebut akan digunakan untuk mendapatkan informasi SSID, *frekuensi, channel, signal strength, mac address, band, channel width*, dll.

4.2 Topology Jaringan

Topologi jaringan merupakan metode atau cara menghubungkan peralatan telekomunikasi, periperal dan komputer agar bisa saling terhubung satu sama lain. Struktur atau jaringan yang digunakan untuk menghubungkan perangkat jaringan tersebut dapat menggunakan media *wired* (Kabel) maupun nirkabel (*wireless*). Topologi jaringan yang digunakan pada SMK Muhammadiyah 2 Metro adalah topologi *star*. Berikut adalah topologi jaringan yang ada di SMK Muhammadiyah 2 Metro.



Gambar 4.1 Topologi Jaringan Pada SMK Muhammadiyah 2 Metro

Desain topology jaringan tersebut, setiap perangkat end device terhubung ke router melalui switch, access point yang masing-masing dihubungkan ke jaringan internet dengan menggunakan media kabel. Kelas alamat IP dari suatu jaringan komputer berkaitan dengan banyaknya komputer atau perangkat end user yang dapat dialamati atau diletakkan dalam jaringan tersebut. Alamat IP yang digunakan adalah alamat IP kelas C yang disegmentasi dengan metode VLSM. Kelas C digunakan untuk jaringan komputer berskala kecil misalnya LAN. Alamat IP seperti yang tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Alamat IP Jaringan Berjalan

No	Segmentasi jaringan	Alamat IP
1	VLAN 18 AP HOTSPOT	10.10.2.0/23
2	VLAN 20 LAB1	192.168.2.0/24
3	VLAN 30 LAB2	192.168.3.0/26
4	VLAN 40 LAB3	192.168.3.64/26
5	VLAN 50 LAB4	192.168.3.128/26
6	VLAN 60 LAB5	192.168.3.192/26

4.3 Manajemen Hotspot User

Hotspot system pada perangkat mikrotik routerboard terdapat fitur “plug n play” dalam aksesnya, serta mudah dalam melakukan konfigurasi. Pada SMK Muhammadiyah 2 Metro konsep manajemen hotspot telah dikonfigurasi dengan rancangan kebijakan yang berbeda pada setiap user nya. Berikut adalah rancangan manajemen user yang ditetapkan di user profile hotspot :

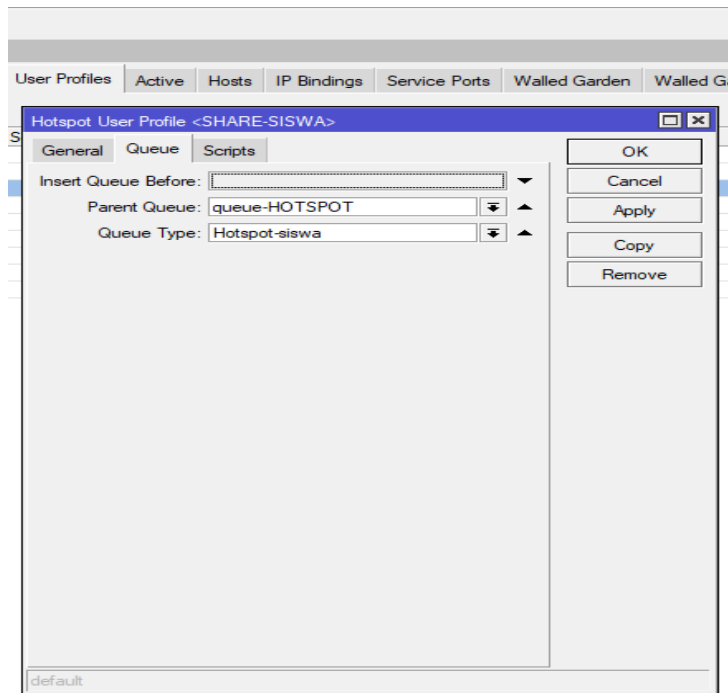
Username= Guru dengan limit-at 6Mbps max-limit=100Mbps

Username=Siswa dengan limit-at 2Mbps max-limit=100Mbps

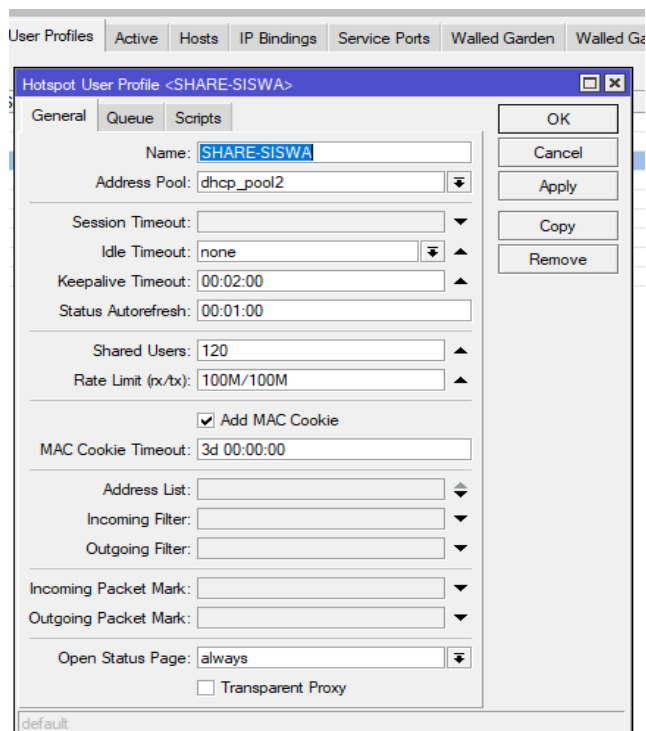
Username=Manajemen dengan limit-at 10Mbps max-limit=100Mbps

Share user siswa= 120, share user guru=40, share user staf manajemen=10

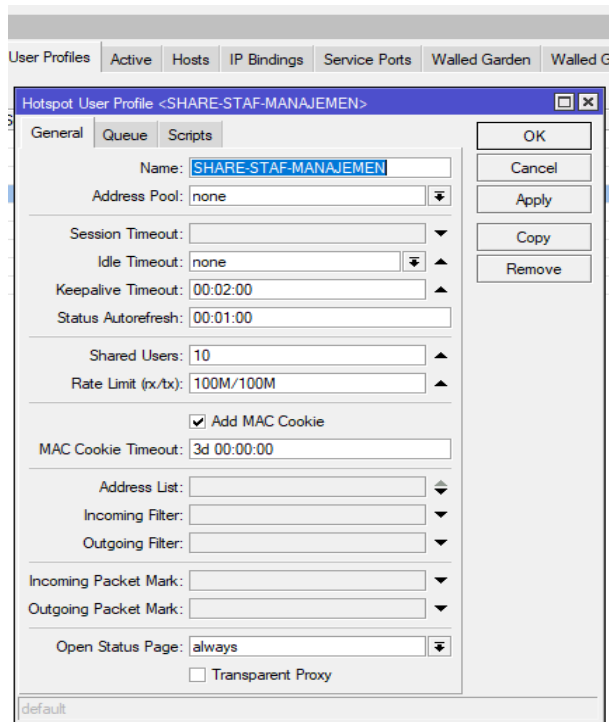
Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menentukan kebijakan *Hotspot Client* dan dikombinasikan dengan fitur yang lainnya.



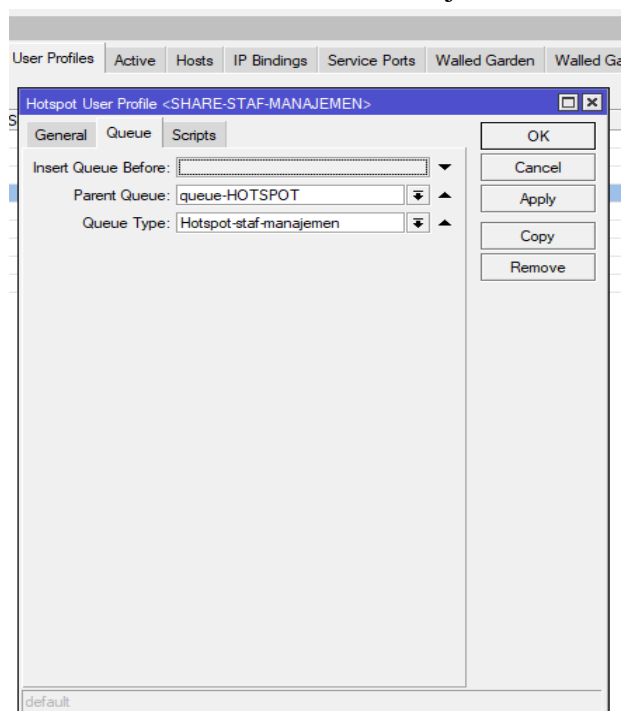
Gambar 4.2 Queue siswa



Gambar 4.3 Profile siswa



Gambar 4 4 Profile staf manajemen



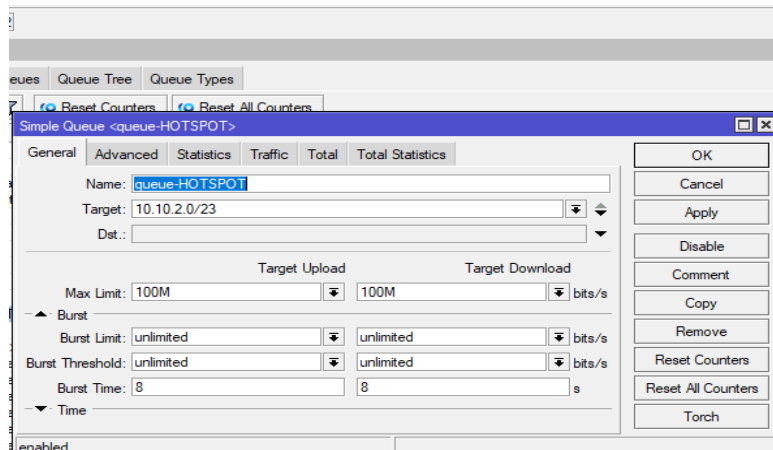
Gambar 4.5 Queue staf manajemen

4.4 Manajemen Bandwidth

Pada jaringan SMK Muhammadiyah 2 Metro terdapat banyak user/client yang terhubung seperti user siswa, user staf dan guru. Pada sebuah jaringan yang memiliki banyak user diperlukan mekanisme pengaturan *bandwidth* dengan tujuan mencegah terjadinya monopoli pemakaian bandwidth sehingga client mendapatkan jatah bandwidth masing-masing. QoS (Quality of Service) dikenal dengan bandwidth manajemen merupakan metode yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Manajemen bandwidth yang diterapkan pada SMK Muhammadiyah 2 Metro menggunakan metode *share up to* yaitu mekanisme *limit bandwidth* bertingkat. Konsep seperti ini memberikan beberapa kelebihan diantaranya :

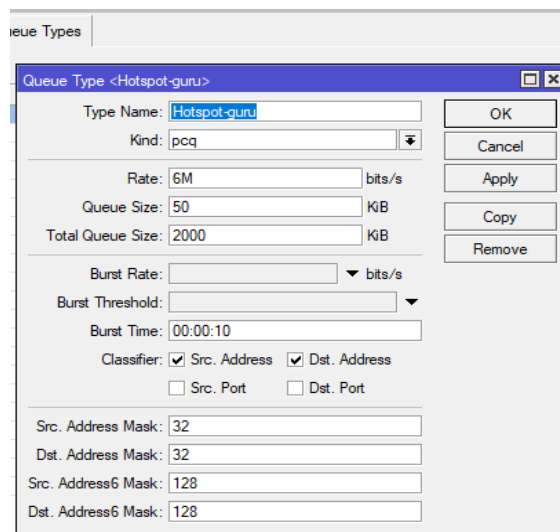
1. Dalam keadaan semua user melakukan akses, maka masing-masing user akan mendapatkan bandwidth minimal yang telah ditetapkan.
2. Apabila hanya 1 user yang melakukan akses, maka user tersebut bisa mendapatkan bandwidth hingga 100Mbps.
3. Apabila terdapat beberapa user (tidak semua) melakukan akses, maka bandwidth yang tersedia akan dibagi rata kesejumlah user yang aktif.

Berikut adalah paramater konfigurasi *simple queue*



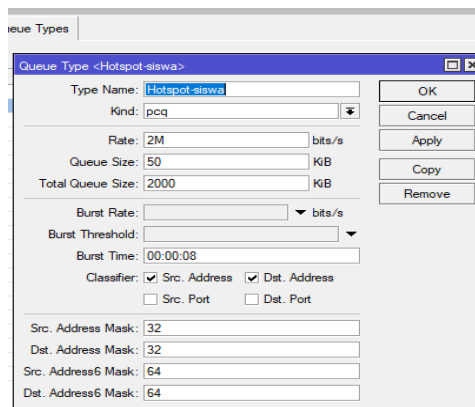
Gambar 4.6 Menentukan parent bandwidth

Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa manajemen bandwidth menggunakan simple queue dengan target address pada hotspot 10.10.2.0/23 dengan target Upload 100M dan Download 100M



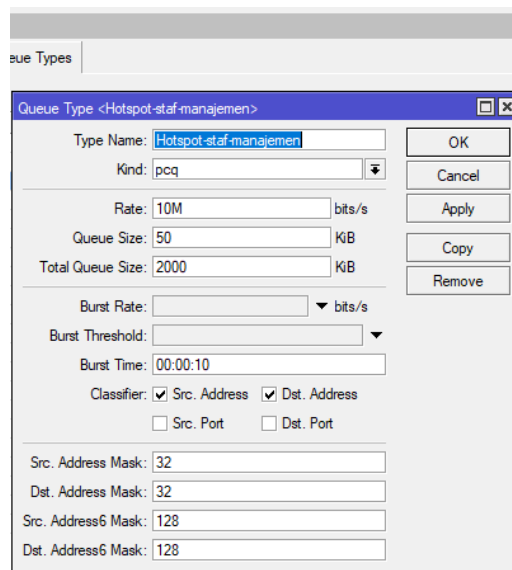
Gambar 4.7 Menentukan queue type guru

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa type akses guru diberikan layanan bandwidth sebesar 6M untuk upload dan download.



Gambar 4.8 Menentukan queue type siswa

Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa type akses siswa diberikan layanan bandwidth sebesar 2M untuk upload dan download.



Gambar 4.9 Menentukan queue type staf manajemen

Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa type akses staf manajemen diberikan layanan bandwidth sebesar 10M untuk upload dan download.

4.5 Standar Kategori Kualitas Sinyal Wireless

Kualitas kekuatan sinyal perangkat wireless yang ada pada SMK Muhammadiyah 2 Metro distandarkan dengan pengukuran RSSI (Receive Signal Strength Indikator) yaitu

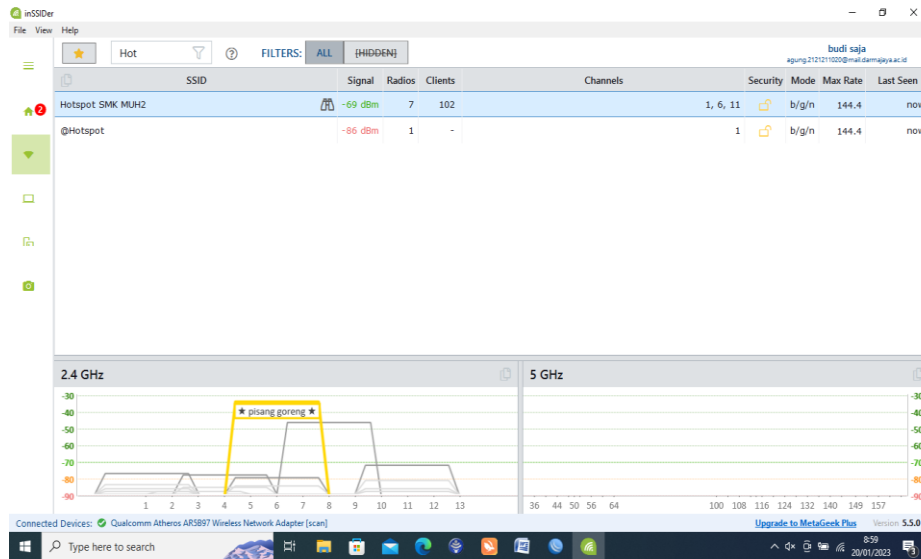
teknologi yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diperoleh pada perangkat wireless. Selain pada standar pengukuran RSSI perangkat wireless yang ada di SMK Muhammadiyah 2 Metro juga distandarkan menggunakan perangkat wireless ubiquity unifi UAP. Berikut adalah tabel standar kategori sinyal strenght :

Tabel 4.2 Kategori Kualitas Sinyal Wreless

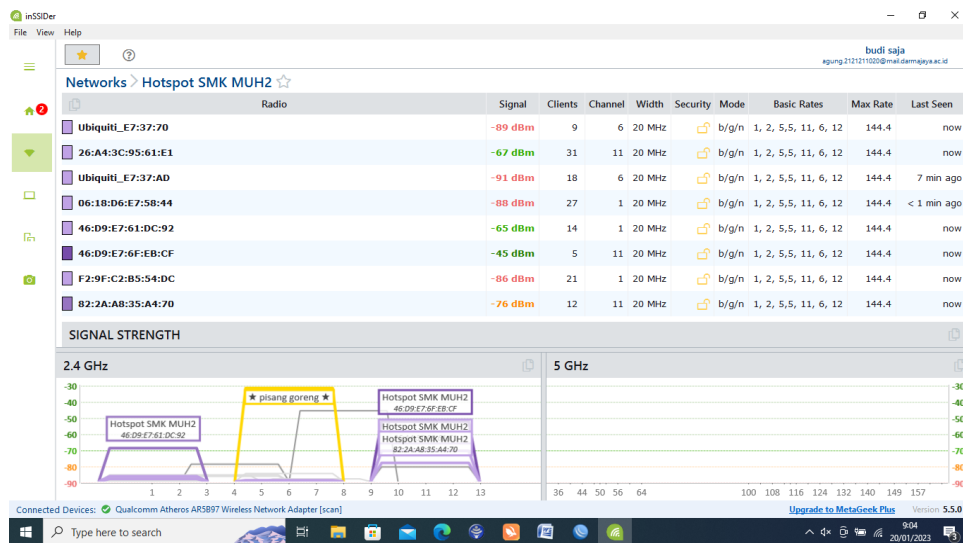
Kategori	Signal Strenght
Sangat Baik	-57 to -10 (75-100%)
Baik	-75 to -58 (40-74%)
Cukup	-85 to -76 (20-39%)
Jelek	-95 to -86 (0-19%)

4.6 Analisa Pengukuran QoS

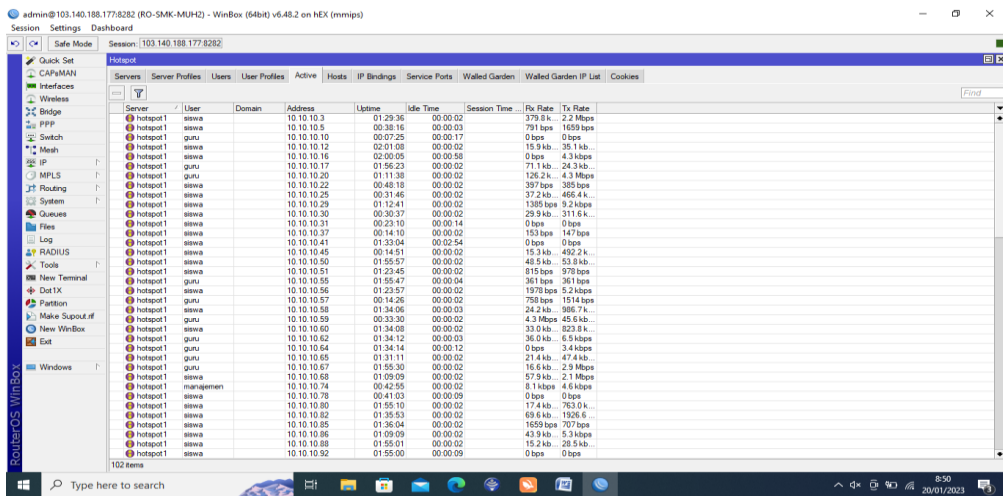
Sebelum melakukan pengukuran kualitas penggunaan wireless LAN, peneliti melakukan analisa penggunaan layanan hotspot area pada jam padat yakni pukul 08:00-13:30 yaitu dengan memperhatikan berapa banyak jumlah perangkat end user yang terhubung ke *access point* pada jam tersebut. Pada gambar berikut ditampilkan sejumlah informasi mulai dari *SSID*, *signal*, *channel*, *width*, *mac address* dan jumlah perangkat yang terhubung ke *access point* . Berikut adalah hasil *capture*/penangkapan gambar yang diambil melalui aplikasi *inSSIDer* dan *winbox mikrotik*. Dari penangkapan gambar tersebut akan dijadikan sebagai dasar analisa pengukuran QoS jaringan SMK Muhammadiyah 2 Metro guna mendapatkan informasi performa jaringan yang ada.



Gambar 4.10 Informasi jumlah perangkat dan client terhubung



Gambar 4.11 Informasi client yang terhubung pada masing-masing perangkat access point



Gambar 4.12 Informasi pengguna hotspot

1. Gedung Depan

Berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan peneliti dari *spot*/titik pada ruang kantor/guru melalui aplikasi inSSIDer diperoleh informasi sebagai berikut :

Tabel 4.3 Informasi kuat signal wireless

Nama SSID	Signal (dBm)	Channel	Frekuensi	Jumlah perangkat terhubung	Kategori Pengukuran Wireless (RSSI)
Hotspot SMK MUH2	-45, -65, -67, -76	1,6,11	2.4GHz	62	Bagus

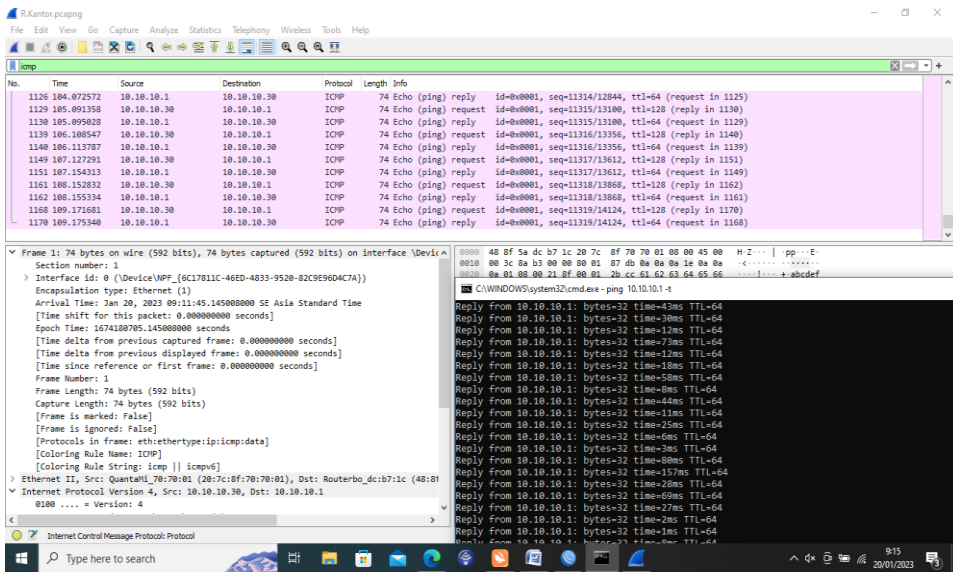
2. Gedung Belakang

Berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan peneliti, melalui aplikasi inSSIDer diperoleh informasi sebagai berikut :

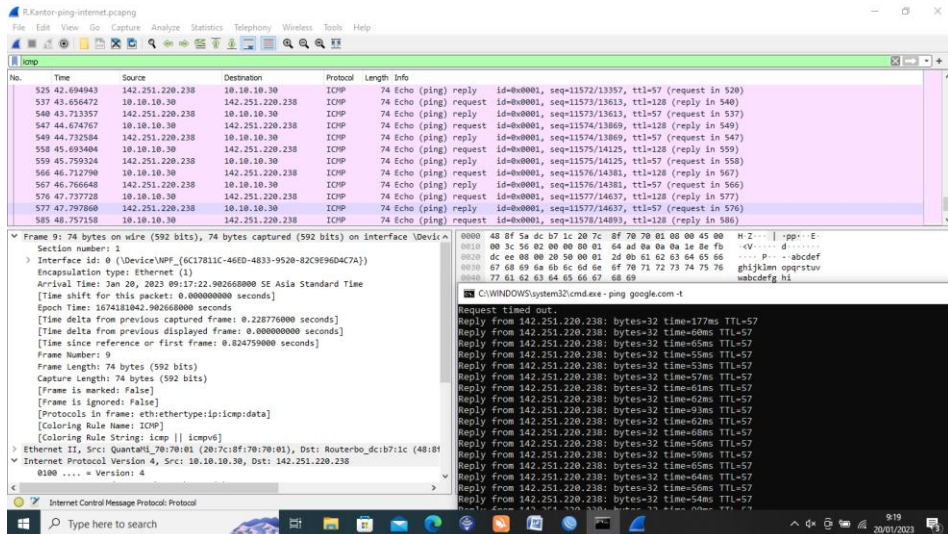
Tabel 4.4 Informasi kuat signal wireless

Nama SSID	Signal (dBm)	Channel	Frekuensi	Jumlah perangkat terhubung	Kategori Pengukuran Wireless (RSSI)
Hotspot SMK MUH2	-45, -50, -67, -76	1,6,11	2.4GHz	75	Bagus

Pada monitoring tersebut juga telah dilakukan pengujian 4 parameter QoS yang dapat dilihat pada penangkapan gambar wireshark dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.1 Analisa protocol icmp ping ke router main

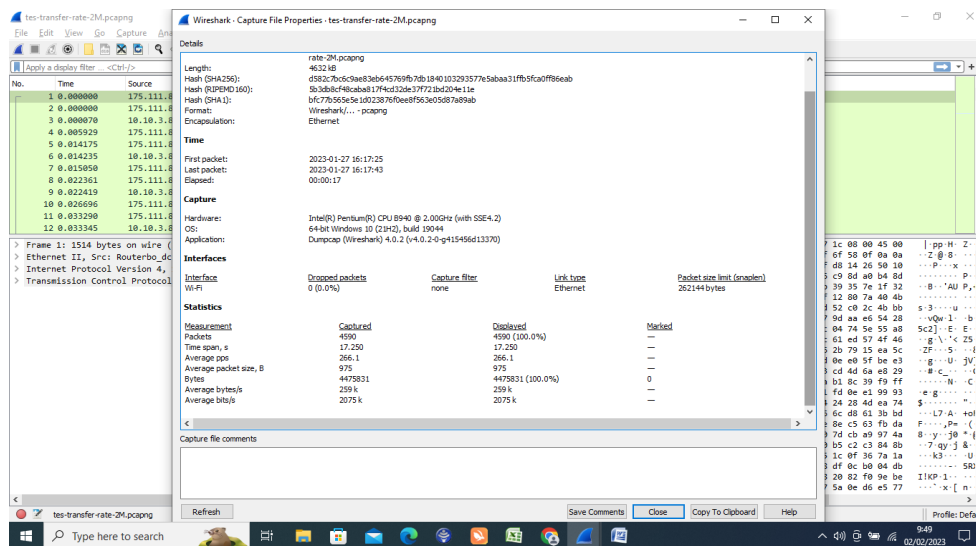


Gambar 4.13 Analisa protocol icmp ping ke internet

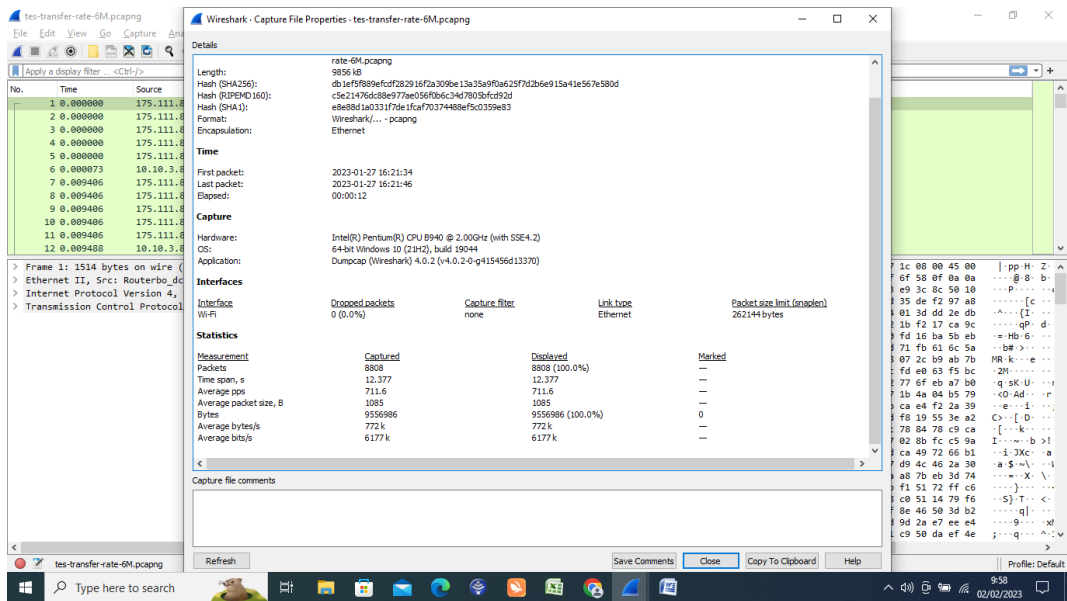
Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (snaplen)
Wi-Fi	0 (0.0%)	none	Ethernet	262144 bytes

Statistics				
Measurement	Captured	Displayed	Marked	
Packets	589	589 (100.0%)	—	
Time span, s	49.235	49.235	—	
Average pps	12.0	12.0	—	
Average packet size, B	162	162	—	
Bytes	95255	95255 (100.0%)	0	
Average bytes/s	1934	1934	—	
Average bits/s	15 k	15 k	—	

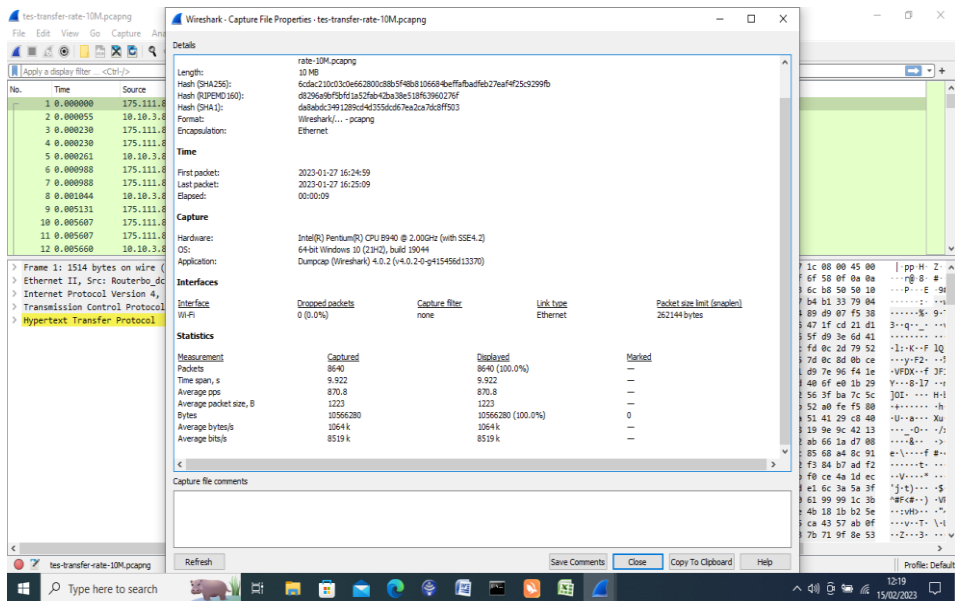
Gambar 4.15 Detail analisa protocol icmp



Gambar 4.14 Analisa dengan penggunaan bandwidth 2Mbps



Gambar 4.16 Analisa dengan penggunaan bandwidth 6Mbps



Gambar 4.17 Analisa dengan penggunaan bandwidth 10Mbps

Dari analisa pada gambar yang ditangkap peneliti mulai menganalisa 4 parameter QoS. Berikut adalah hasil analisa QoS yang dilakukan :

1.1. Packet Loss

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{Packet transmitted} - \text{Packet received})}{\text{Packet transmitted}} \times 100\%$$

Berikut ini merupakan pengujian *Packet Loss* pada jam padat dengan tanpa pemberian beban penggunaan *bandwidth* dan melakukan ping ke *router main* dan ping ke *internet google* serta memperhatikan sumber perhitungan pada gambar 4.15 dan gambar 4.16.

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{0,00 - 0,14}{0,00} \right) \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan analisa perhitungan *packet loss* didapatkan nilai sebesar 0% yang artinya dalam keadaan tanpa beban penggunaan *bandwidth* masih dalam kondisi *perfect* atau sangat baik. Hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *Packet Loss* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 2Mbps untuk download file dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan. Pada proses ini protokol yang dianalisa menggunakan protokol TCP.

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{4590 - 4590}{4590} \right) \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan analisa perhitungan *packet loss* didapatkan nilai sebesar 0% yang artinya dalam keadaan penggunaan *bandwidth* 2Mbps pada saat download masih dalam kondisi *perfect* atau sangat baik hal ini berdasarkan standar indeks 4. Hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON. Pada tahap

berikutnya peneliti melakukan pengujian *Packet Loss* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 6Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator. Pada proses ini protokol yang dianalisa menggunakan protokol TCP yang dapat dilihat pada gambar 4.18.

$$Packet\ loss = \left(\frac{8808 - 8808}{8808} \right) \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan analisa perhitungan *packet loss* didapatkan nilai sebesar 0% yang artinya dalam keadaan dengan beban penggunaan bandwidth 6Mbps pada saat download masih dalam kondisi *perfect* atau sangat baik. Hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *Packet Loss* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 10Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator. Pada proses ini protokol yang dianalisa menggunakan protokol TCP yang dapat dilihat pada gambar 4.19.

$$Packet\ loss = \left(\frac{8640 - 8640}{8640} \right) \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan analisa perhitungan *packet loss* didapatkan nilai sebesar 0% yang artinya dalam keadaan dengan beban penggunaan bandwidth 10Mbps pada saat download masih dalam kondisi *perfect* atau sangat baik. Hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON.

1.2.Delay

Berikut ini merupakan pengujian *delay* pada jam padat dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 2Mbps dan melakukan ping ke *router main* dan ping ke *internet* google serta memperhatikan hasil penangkapan trafik data pada gambar 4.7.

$$\begin{aligned} \text{Delay rata-rata} &= \left(\frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \right) \\ &= \frac{17,2450 \text{ sec}}{4590} \times 1000 = 3,75\text{ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *delay* didapatkan nilai sebesar 3,75ms yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu <150 ms dengan indeks 4. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *delay* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 6Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan dan dapat dilihat pada gambar 4.14.

$$\begin{aligned} \text{Delay rata-rata} &= \left(\frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \right) \\ &= \frac{12,37 \text{ sec}}{8808} \times 1000 = 1,40\text{ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *delay* didapatkan nilai sebesar 1,40ms yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu <150 ms dengan indeks 4. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *delay* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 10Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan dan dapat dilihat pada gambar 4.19.

$$\begin{aligned} \text{Delay rata-rata} &= \left(\frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \right) \\ &= \frac{9,92 \text{ sec}}{8640} \times 1000 = 1,14 \text{ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *delay* didapatkan nilai sebesar 1,14ms yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu <150 ms dengan indeks 4.

1.3.Jitter

Berikut ini merupakan pengujian *jitter* pada jam padat dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* sebesar 2Mbps dan melakukan ping ke *router main* dan ping ke *internet google* serta memperhatikan perhitungan pada gambar 4.13.

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \text{Total vairasi delay/ total paket data diterima} \\ &= \frac{0,00150100000000104}{4590} \times 1000 = 0,00032701525054489 \text{ms} \\ &= 0 \text{ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *jitter* didapatkan nilai sebesar 0ms yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu 0 ms dengan indeks 4. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *jitter* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 6Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan dan dapat dilihat pada gambar 4.18

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \text{Total variasi delay/ total paket data diterima} \\ &= \frac{0,01028900000000008}{8803} \times 1000 = 0,00116814259763861 \text{ms} \\ &= 0 \text{ms} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *jitter* didapatkan nilai sebesar 0ms yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu 0 ms dengan indeks 4. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *jitter* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 10Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan dan dapat dilihat pada gambar 4.19

$$\begin{aligned}
 \text{Jitter} &= \text{Total variasi delay/ total paket data diterima} \\
 &= \frac{0,0171840000000013}{8640} \times 1000 = 0,00198888888888904\text{ms} \\
 &= 0\text{ms}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *jitter* didapatkan nilai sebesar 0ms yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu 0 ms dengan indeks 4.

1.4. Throughput

Berikut ini merupakan pengujian *Throughput* pada jam padat dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 2Mbps dengan memperhatikan hasil pengamatan menggunakan aplikasi wireshark yang dapat dilihat pada gambar 4.17.

$$\begin{aligned}
 &\frac{\text{Paket yang diterima}}{\text{Lama waktu pengamatan}} \times 8 = \\
 \frac{4475831}{17.250} &= 259.468,46376811594202898550724638 \text{ b} \times 8 \\
 &= 2075\text{k}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *Throughput* didapatkan nilai sebesar 2075k yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar

perhitungan TIPHON yaitu > 2M dengan indeks 4. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *Throughput* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 6Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan dan dapat dilihat pada gambar

$$4.8. \frac{\text{Paket yang diterima}}{\text{Lama waktu pengamatan}} \times 8 =$$

$$\frac{9556986}{12.377} = 772.156,9039347176213945220974388 \text{ b x8}$$

$$= 6177\text{k}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *Throughput* didapatkan nilai sebesar 6177k yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu > 2M dengan indeks 4. Pada tahap berikutnya peneliti melakukan pengujian *Throughput* dengan pemberian beban penggunaan *bandwidth* 10Mbps dari layanan yang disediakan oleh administrator jaringan dan dapat dilihat pada gambar

$$4.15. \frac{\text{Paket yang diterima}}{\text{Lama waktu pengamatan}} \times 8 =$$

$$\frac{10566280}{9.922} = 772.156,9039347176213945220974388 \text{ b x8}$$

$$= 8519\text{k}$$

Berdasarkan analisa perhitungan *Throughput* didapatkan nilai sebesar 8519k yang artinya hasil tersebut telah sesuai dengan standar perhitungan TIPHON yaitu > 2M dengan indeks 4.

4.7 Alokasi Bandwidth dan Metode Penerapan Manajemen Bandwidth

Berikut ini menjelaskan kondisi jaringan yang ada di SMK Muhammadiyah 2 Metro berdasar kebutuhan pada setiap ruang yakni :

1. Ruang administrator jaringan ditetapkan besar *bandwidth* 40Mbps

Pada ruang ini memiliki aktifitas yang banyak membutuhkan koneksi internet dimana aktifitas data digital seperti synchronisasi data pokok pendidikan ke server pusat dikerjakan pada ruang ini dan keperluan server web ditempatkan pada ruang ini sehingga diberikan kebutuhan bandwidth sebesar 40Mbps.

2. Ruang tata usaha ditetapkan besar *bandwidth* 10Mbps

Untuk mendukung keperluan ketenaga kependidikan dengan pekerjaan pelaporan pajak, penginputan data takola SMK pada ruang ini diberikan bandwidth sebesar 10Mbps

3. Laboratorium Teknik Komputer Jaringan ditetapkan besar *bandwidth* 40Mbps

Untuk mendukung kegiatan belajar mengajar peserta didik SMK ditetapkan *bandwidth* sebesar 40Mbps yang mana digunakan untuk kebutuhan praktik kejuruan Administrasi Server, akses konten digital internet dan pembelajaran menggunakan sistem *E-learning*.

4. Ruang ICT /IPM ditetapkan besar bandwidth 10Mbps

Pada ruang ini digunakan untuk kegiatan keorganisasian peserta didik yang menggunakan akses internet untuk browsing

5. Jaringan Hotspot Ditetapkan alokasi bandwidth berdasarkan user profile Up To

Diperuntukan untuk akses staf manajemen, guru dan peserta didik yang mana pada setiap profile diberikan kebutuhan *bandwidth* yang berbeda.

Tabel 4.5 Alokasi Pembagian Bandwidth

No	Nama Ruang	Alokasi Bandwidth	Metode Pembagian Bandwidth
1	Ruang Admin	40Mbps	<i>Simple Queue</i>
2	Ruang Tata Usaha	10Mbps	<i>Simple Queue</i>
3	Laboratorium Teknik Komputer dan Jaringan,	40Mbps	<i>Simple Queue</i>
4	Laboratorium ICT/IPM	10Mbps	<i>Simple Queue</i>
5	Jaringan Hotspot	50Mbps	<i>Simple Queue</i>

4.8 Tabel Analisa Pengukuran QoS

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan peneliti menghasilkan analisa yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil pengukuran QoS

No	Penggunaan Banwidth	<i>Packet Loss</i>	<i>Delay</i>	<i>Jitter</i>	<i>Throughput</i>	<i>Indeks Pengukuran</i>
1	2Mbps	0%	3,75ms	0ms	2075k	Sangat Baik
2	6Mbps	0%	1,40ms	0ms	6177k	Sangat Baik
3	10Mbps	0%	1,14ms	0ms	8519k	Sangat Baik

Tabel 4.7 Standar pengukuran QoS Packet Loss

Parameter	<i>Kategori Pengukuran</i>	<i>Nilai Pengukuran</i>	<i>Indeks Pengukuran</i>
<i>Packet Loss</i>	<i>Poor</i>	>25%	1
	<i>Medium</i>	12-24%	2
	<i>Good</i>	3-14%	3
	<i>Perfect</i>	0-2%	4

Parameter	Kategori Pengukuran	Nilai Pengukuran	Indeks Pengukuran
Jitter	<i>Poor</i>	125-225 ms	1
	<i>Medium</i>	75-125 ms	2
	<i>Good</i>	0-75 ms	3
	<i>Perfect</i>	0 ms	4
Delay/Latency	<i>Poor</i>	> 450s	1
	<i>Medium</i>	300-450s	2
	<i>Good</i>	150-300s	3
	<i>Perfect</i>	<150s	4
Throughput	<i>Poor</i>	0-338 kbps	0
	<i>Medium</i>	338-700 kbps	1
	<i>Good</i>	700-1200 kbps	2
	<i>Perfect</i>	1200kbps-2,1 Mbps	3
	<i>Excelent</i>	>2,1 Mbps	4

Dari tabel pengukuran tersebut menjelaskan bahwa packet loss, delay, jitter dan throughput pada jaringan SMK Muhammadiyah 2 Metro telah memenuhi standar TIPHON dengan indeks rata-rata 4 (Sangat Baik).

4.9 Rekomendasi pengembangan Wifi SMK

1. Dari sisi delay dapat dianalisis bahwa pada skala 2Mbps tingkat delay masih perlu diturunkan lagi, hal ini disebabkan karena skala 2 Mbps untuk

download file besar dalam hal ini peneliti menguji download file dengan kapasitas 200Mb yang berdampak nilai delay menjadi tinggi. Dari hasil pengamatan yang didapatkan peneliti memberikan rekomendasi kepada lembaga sekolah yaitu untuk standar alokasi bandwidth manajemen pada setiap ruang minimal 6Mbps karena pada skala tersebut penggunaan download file besar yang diatas 100Mb tingkat delay akan menjadi lebih optimal.