BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap seluruh struktur jaringan *wireless Mesh.* Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 komputer, yaitu untuk *Server* dan *Client*, dan 6 Mikrotik *Routerboard* yang terdiri atas 1 *Master* AP dan 5 *Slave* AP. Pengukuran dimulai ketika antara computer *server* dan *client* sudah terhubung dengan salah satu AP yang membentuk jaringan *Wireless Mesh.* Pengujian ini dilakukan pada sisi *client* dengan menjalankan aplikasi wireshark pada saat *server* sudah mengatur komposisi *bandwidth* pada *Routerboard* untuk memperoleh nilai parameter berupa, *delay, packet loss* dan *throughput.*

4.1 Pengujian perangkat Root & Client Access point Mesh

4.1.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat jaringan yang digunakan dapat berjalan dengan baik, sehingga bisa menyediakan data lalu lintas jaringan yang bisa di*capture* oleh aplikasi wireshark. Indikator berfungsinya adalah *Master* AP dan *Slave* AP bisa saling berkomunikasi membentuk jaringan *wireless Mesh* dan terhubung dengan internet sebagai sarana untuk mengakses layanan *web*.

Tipe Aplikasi	Ukuran Data	Bandwidth	Protokol
VOIP	25 MB	256 Kbps	HWMP+
НТТР	5 MB	512 Kbps	HWMP+
FTP	75 MB	1 Mbps	HWMP+
Video streaming	110 MB	2 Mbps	HWMP+

Tabel 4.1 Tabel data dan *bandwidth* yang akan diujikan

Pengujian ini meliputi :

- Video streaming dengan ukuran data 110 MB untuk memproses dan menganalisa unjuk kerja *Traffic* jaringan streaming pada jaringan wireless Mesh yang dialokasi bandwidth sebanyak empat kali perubahan dengan aplikasi VLC.
- 2. File Transfer dengan ukuran data 75 MB untuk memproses dan menganalisa unjuk kerja jaringan proses transfer data pada jaringan *wireless Mesh* yang dialokasi *bandwidth* sebanyak empat kali perubahan dengan aplikasi File Zilla dan FTP-*Server*.
- 3. Voice Call dengan ukuran data 25 MB untuk memproses dan menganalisa unjuk kerja *Traffic* jaringan VOIP pada jaringan *wireless Mesh* yang dialokasi *bandwidth* sebanyak empat kali perubahan dengan aplikasi 3CX antar *device*.
- 4. Web Browsing dengan ukuran data 5 MB untuk memproses dan menganalisa unjuk kerja HTTP pada jaringan wireless Mesh yang

dialokasi *bandwidth* sebanyak empat kali perubahan dengan aplikasi Google Chrome pada sisi *client* dengan aplikasi monitoring Wireshark.

4.1.2 Alat yang Digunakan

Untuk melakukan pengujian ini maka diperlukan beberapa alat. Alat yang digunakan sebagai berikut :

- a. *Laptop* atau Komputer
- b. Routerboard Mikrotik RB951 sebagai Root AP
- c. Routerboard Mikrotik RB941 sebagai Slave AP
- d. Aplikasi Winbox

4.1.3 Prosedur Pengujian Jaringan mode Normal

a. Aktifkan semua *switch power* pada perangkat Routerboeard RB941
& 951

b. Sambungkan *laptop* sisi *server* dan *client* secara *wireless* ke salah satu *master* AP dan *slave* AP dan pastikan user mendapatkan akses internet

		WinBox v3.4	(Addresses)		- 🗆	×
File Tools						
Connect To: 1921	168 1 6				Keep Passwo	rd
	00.110				Onen le New	Window
Login: admir	1				• Open in New	WINDOW
Password:						
Add	/Set		Connect To RoMON	Connect		
Aud	/ Jel		Connect To Homony	connect		
	1					
Managed Neighbors						
-						
- Refreeb				Г	Circl .	-
Refresh					Find	Ŧ
Refresh MAC Address ∓ in	.				Find all	∓ Filter
	↓ IP Address /	Identity	A	Version	Find all	Filter
Refresh MAC Address ▼ in MAC Address 40:5E:00:66:90:50 €	∓ IP Address 192.168.1.6	Identity Root AP Alpha	/	Version 6.32.3	Find all + - Board RB951Ui-2HnD	Filter Ty T
Refresh MAC Address • in MAC Address • (in) MAC Contract • •	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha	1	Version 6.32.3 6.32.3	Find all + - Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD	Filter
Refresh MAC Address ▼ MAC Address 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:61 4C:5E:0C:66:9C:61	F	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo	1	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st	Find all board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD	Filter Ty IP
Refresh MAC Address in MAC Address in MAC Address 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:61 4C:5E:0C:62:72:108 E4:80:8C:CE:FA:4C	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.4	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty • IP • IP
Refresh MAC Address ▼ in MAC Address 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:0B:F2:D8 E4:80:8C:CE:FA:4C E4:80:8C:CE:FA:4C E4:80:8C:CF:84:21 CE:78:42	IP Address / 192.168.1.6 1 192.168.10.1 1 192.168.10.3 1 192.168.10.4 1 192.168.10.5 1	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie AP Delta	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty IP IP IP
Refresh MAC Address ▼ MAC Address ▼ MAC Address ▼ 4C:5E:0C:66:9C:61 4C:5E:0C:06:72:08 4C:5E:0C:06:72:08 E4:80:8C:CE:FA:4C E4:80:8C:C2:784:31 E4:80:28:03:1AA	IP Address / 192.168.1.6 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.4 192.168.10.4 192.168.10.5 192.168.10.6	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie AP Delta AP Echo	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty T IP I IP
▼ Refresh MAC Address ▼ In MAC Address ↓ In C5:E10C 66:92:61 4C:5E:0C 66:92:61 4C:5E:0C 66:92:61 44:30:82C E7:84:31 E4:80:82:E7:84:31 E4:80:82:40:31:AA E4:80:82:61:47:21 E4:80:82:40:31:AA E4:80:82:40:31:AA	IP Address / 192.168.1.6 192.168.1.0 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.4 192.168.10.4 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.7	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie AP Delta AP Echo AP Echo	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st	Find all Board RB951U-2HnD RB951U-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty T IP IP IP IP IP
Refresh MAC Address ▼ MAC Address 4C:5E0:C6:69:C5:C 4C:5E0:C6:05:C1 4C:5E1:C0:06:7E:1 4C:5E1:C0:08:C2:134:31 E4:8D:8C:CE:784:31 E4:8D:8C:C0:08:F1:F7 4C:5E1:C0:08:F1:F7 4C:5E0:C0:08:F1:F7 F1:F7	▼ IP Address // 192.168.16 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.3 192.168.10.3 192.168.10.5 192.168.10.5 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.7	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie AP Detta AP Echo AP Foxtrot AP Foxtrot	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st) 6.34.4 (st.	Find all Board RB951U-2HnD RB951U-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty T IP I IP IP IP IP IP
Refresh MAC Address ▼ MAC Address √ 4C.5EU.C.66.9C.5C 4C.5EU.C.66.9C.5L 4C.5EU.C.66.9C.5L 4C.5EU.C.6B.7L2D8 54.8D.8C.ET.94.31 54.8D.8C.ET.94.31 4C.5EU.C.0B.F1.F7 4C.5EU.C.0B.F1.F7 4C.5EU.C.0B.F1.F7 4C.5EU.C.0B.F1.F7 4C.5EU.C.0B.F1.F7 4C.5EU.C.0B.F1.F7	F ////////////////////////////////////	Identity Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie AP Deta AP Echo AP Foxtrot AP Foxtrot AP Foxtrot AP Foxtrot	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st) 6.34.4 (st	Find all Board R8551U-2HnD R8951U-2HnD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD R8941-2hD	Filter Ty T IP IP IP IP IP IP IP
Refresh MAC Address ▼ MAC Address 4C.5E:0C.66.9C.5C 4C.5E:0C.06.9C.5C 4C.5E:0C.08.F2:D8 E4.8D.8C.CF7.42 E4.8D.8C.CF7.43 E4.8D.8C.CF7.43:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:31 E4.8D.8C.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:31 E4.8D.82.CF7.84:	P Address / 192.168.1.6 1 192.168.10.1 1 192.168.10.3 1 192.168.10.3 1 192.168.10.5 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.6 1 192.168.10.7 1 192.168.10.8 1 192.168.10.1 1 192.168.10.1 1 192.168.10.1 1	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie AP Delta AP Delta AP Echo AP Foxtrot AP Foxtrot AP Foxtrot AP Echo	/	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st 6.34.4 (st	Find all Board RB951U-2HnD RB951U-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty IP IP IP IP IP IP IP

Gambar 4.1 Tampilan Winbox untuk *login* ke *interface root* AP *alpha*

c. Buka aplikasi winbox dan pilih mac address atau ip addressdengan

de	entity r	oot AP a	<i>lpha</i> untuk	login			
			.p				
nterfa	ace List				ORA	AT	
Inter	face Ethernet	EoIP Tunnel IP Tur	nnel GRE Tunnel VLA	N VRRP Bonding LTE			
+ -							
	Name	∠ Type	L2 MTU Tx	Rx	Tx Pa	acket (p/s) Rx Pag	cket (p/s)
R	Mesh Leker	Mesh		0 bps	0 bps	0	0
R	ether1	Ethernet	1598	186.5 kbps	12.6 kbps	21	19
	ether2	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	ether3	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	ether4	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	ether5	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
RS	 ♦ wlan1	Wireless (Atheros	AR9 1600	0 bps	0 bps	0	0
RSA	<a>wds1	WDS	1600	0 bps	0 bps	0	0
RSA	&->wds2	WDS	1600	0 bps	0 bps	0	0
RSA	«->wds3	WDS	1600	0 bps	0 bps	0	0
Х	<-⊳wds4	WDS		0 bps	0 bps	0	0
Х	<->wds5	WDS		8.2 kbps	1176 bps	14	2

Gambar 4.2 Tampilan interface list root AP alpha

d. Buka *interface Mesh* Leker > tab *Traffic* untuk mengecek trafik

Wireless Mesh yang sedang berjalan

Interface <mesh leke<="" th=""><th>r ></th><th></th><th></th></mesh>	r >						
General HWMP	Status Traffic		ОК				
Tx/Rx Rate:	116.6 kbps	/ 10.4 kbps	Cancel				
Tx/Rx Packet Rate:	14 p/s	/ 19 p/s	Apply				
Tx/Rx Bytes:	9.8 GiB	/ 763.3 MiB	Disable				
Tx/Rx Packets:	9 243 670	/ 7 025 357	Comment				
Tx/Rx Drops:	0	/0	Сору				
Tx/Rx Errors:	0	/0	Remove				
			Torch				
Tx: 116.6 kbps Rx: 10.4 kbps			Mesh Traceroute				
Tx Packet: 14 p/s Rx Packet: 19 p/s							
enabled	running	slave					

Gambar 4.3 Tampilan interface Mesh denga tab Traffic

e. Buka *interface Wireless* > tab Registration untuk mengecek Tabel

Registration	yang	sedang	berjalan

Wireless Tables		0 1 1				
Interfaces Nstr	eme Dual Access List	Registration	Connect Li	st Security	Profiles Char	nels
- 7 00	Reset					
Radio Name 🔺	MAC Address	Interface	Uptime	AP W.	. Last Activit	. Tx/Rx Signal
AP Bravo	4C:5E:0C:0B:F2:D8	wlan1	00:08:45	yes yes	1.270	-53/-64
AP Charlie	E4:8D:8C:CE:FA:4C	wlan1	00:08:45	yes yes	3.280	-55/-67
AP Delta	E4:8D:8C:E7:84:31	wlan1	00:08:45	yes yes	0.000	-46/-60

Gambar 4.4 Tampilan *interface* wireless denga tab registration

f. Pilih Radio *Name* yang ada > tab signal untuk mengecek signal

strength yang sedang berjalan pada router client

AP Client <4C:5E:0C:0B:F2:D8>								
General	802.1x	Signal	Nstreme	NV2	Statistics		. [ОК
	Las	t Activity	: 0.410 s				[Remove
Tx/Rx	: Signal	Strength	-52/-64	dBm				Reset
Tx/Rx Sigr	nal Strei	ngth Ch0	: -59/-69	dBm				Copy to Access List
Tx/Rx Sigr	nal Strei	ngth Ch1	: -53/-65	dBm				Copy to Connect List
Tx/Rx Sigr	nal Strei	ngth Ch2	:					Ping
	Signal	To Noise	: 36 dB				ן ו	MAC Ping
	Tx.	/Rx CCQ	: 29/38 %	د				Telnet
- Signal St	P Th	roughput	: 24065 k	tbps			ן ו	MAC Telnet
Bate	Strend	πth		Last Me	easured	-	ן ו	Torch
6Mbps	-66			00:	11:21.18	•	'	
54Mbps	-66			00:	00:35.40			
12Mbps	-65			00:	11:19.01			
1Mbps	-64			00:	00:00.12			
11Mbps	-64			00:	11:18.10			
9Mbpe	-64			00:	11:19.77			
Jinopa	00			00:	11:19.32			
5.5Mb	-63			00.	11.07.42			
5.5Mb 18Mbps	-63			00:	11.07.42			
5.5Mb 18Mbps 24Mbps	-63 -63 -63			00:	00:18.83			
5.5Mb 18Mbps 24Mbps 48Mbps	-63 -63 -63 -63			00:	00:18.83 00:00.42	*		

Gambar 4.5 Tampilan *interface* Radio *Name* dengan tab Signal pada AP Bravo

g. Pilih Mac Ping untuk mengecek koneksi ke AP client yang tertera

di tabel registrasi yang sedang berjalan

Ping (Run	ning)					
General	Advanced					Start
Pin	ng To: 4C:5E:0C:0B:F2:0	08				Stop
Inte	face:]•	Close
	ARP Ping					New Window
Packet (Count:				-	
Tin	neout: 1000				ms	
Seq # 🛆	Host	Time	Reply Size	TTL	Status	8
Seq #∧ 6	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms	Reply Size 64	TTL	Status	s •
Seq # ∠ 6 7	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms	Reply Size 64 64	TTL	Status	3
Seq # ∧ 6 7 8	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64	TTL	Status	5 4
Seq # / 6 7 8 9	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64	TTL	Status	3
Seq # ∧ 6 7 8 9 10	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5
Seq # ∧ 6 7 8 9 10 11	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	S 4
Seq # A 6 7 8 9 10 11 12	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	\$ 1
Seq # A 6 7 8 9 10 11 12 12	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms 1ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5 4
Seq # ∧ 6 7 8 9 10 11 12 13 14	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	<u>s</u> 1
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	8 4
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 13 14 15 16	Host 4C:5E:0C:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:08 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:F2:F2 4C:5E:00:08:F2:F2 4C:5E:00:08:F2:F2 4C:5E:00:08:F	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	s 4
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 15 16 17	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	S 1
Seq # ∧ 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 16 17	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	ş 4
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0D:0D:F2:D8 4C:5E:0	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5 4

Gambar 4.6 Tampilan *interface* ping untuk ping antar router

 h. Prosedur point G bisa diulangi untuk AP *client* lainnya untuk mengecek status koneksi antara AP *Alpha* dengan AP *Bravo*, *Charlie*, *Delta* sebagai *client* AP

 Buka *interface Mesh* > tab FDB untuk mengecek status *Mesh* pada jaringan *Mesh* yang ada

Me	esh							
Μ	lesh Ports FDB							
٦	7							
	Mesh	∆ Туре	MAC Address	On Interface	Lifetime	Age	Metric	Seq. N
A	Mesh Leker	mesh	8C:BF:A6:5E:2C:D2	wds2		00:18:35	172	0
A	Mesh Leker	neighbor	E4:8D:8C:CE:FA:4C	wds1		00:31:36	50	1
A	Mesh Leker	mesh	00:21:5D:2F:41:CC	wds3		00:30:45	93	0
A	Mesh Leker	neighbor	E4:8D:8C:E7:84:31	wds3		00:31:36	88	1
Α	Mesh Leker	local	4C:5E:0C:66:9C:61			00:31:36	0	216
Α	Mesh Leker	neighbor	4C:5E:0C:0B:F2:D8	wds2		00:31:36	90	1
Α	Mesh Leker	mesh	E4:8D:8C:40:31:AA	wds2		00:00:02	184	925
Α	Mesh Leker	mesh	30:AA:BD:1B:0D:EF	wds2		00:00:44	187	0
	Mesh Leker	unknown	48:13:7E:44:AE:C9			00:05:01	0	0
Α	Mesh Leker	mesh	4C:5E:0C:0B:F1:F7	wds1		00:00:02	100	389
Α	Mesh Leker	mesh	44:91:DB:8A:FD:C0	wds1		00:00:11	110	0
A	Mesh Leker	mesh	00:08:22:BE:85:33	wds1		00:05:09	110	0
	Mesh Leker	unknown	A8:BB:CF:B6:04:2F			00:00:10	0	0

Gambar 4.7 Tampilan *interface* Forwarding Database untuk menampilkan seluruh data jaringan koneksi WMN yang saling terhubung.

 j. komputer sisi server mengkonfigurasi RB951 sebagai Master AP dan RB941 sebagai Slave AP dan mengkonfigurasi besar bandwidth yang digunakan untuk mengakses layanan web sebesar 512kb

Queu	ie List									
Simp	ple Queues	Interface G	lueues Q	ueue Tree	Qu	eue Ty	pes			
÷	- 🖉	× 🖻	7	0 Reset Co	unte	ers	oo R	leset All (Counters	
#	Name	Targ	et		\mathbb{Z}	Upload	d Max	k Limit 🕖	Download	d Max Limit
0	🚊 quei	ue1 Mes	n Leker			512k			512k	

Gambar 4.8 Tampilan interface Queue untuk bandwith limiter

4.1.4 Hasil Pengujian Jaringan mode Normal

Hasil pengujian diatas bisa dikatakan berhasil jika antar router yang saling terhubung membentuk jaringan *Mesh* bisa saling berkomunikasi dan *device client* bisa mengakses internet dengan *bandwidth* yang sudah dikonfigurasi dengan fitur Simple Queue. Pengujian *bandwidth limiter* bisa menggunakan *tools bandwidth* test untuk mengetahui besar trafik antar router yang sedang berjalan.

Queu	ie List			50	K	AC	5 Α Υ	A	8
Simp	ole Queues	Interface Queues	Queue Tree	Queue 7	Types				
+	- 🖉	× 6 7	00 Reset Co	ounters	oo Re	eset All C	Counters	[Find
#	Name	Target		🛆 Uplo	ad Max	Limit 🛆	Download	Max Limit	Packet I
0	🚊 que	ue1 Mesh Leker		512	c		512k		

Gambar 4.9 Tampilan *interface* Queue untuk *bandwith limiter* dengan pemakain *bandwidth* penuh

Bandwidth Test (Running)		
Test To:	192.168.10.3	Start	
Protocol:		Stop	
Local UDP Tx Size:	1500	Close	
Remote UDP Tx Size:	1500		
Direction:	both =		
TCP Connection Count:	20		
Local Tx Speed:	▼ bps		
Remote Tx Speed:	▼ bps		
	Random Data		
User:	•		
Password:			
Lost Packets:	30		
Tx/Rx Current:	443.5 kbps/503.7 kbps		
Tx/Rx 10s Average:	395.8 kbps/416.8 kbps		
Tx/Rx Total Average:	395.8 kbps/416.8 kbps	UT B	
Tx: 443.5 kbps	A INF) K M A	
Rx: 503.7 kbps		100	
running			

Gambar 4.10 Tampilan *interface* Bandiwth Test untuk mengecek bandwith yang sedang digunakan dalam lalu lintas data jaringan Mesh antar router Root & Client AP

4.1.5 Prosedur Pengujian Jaringan mode Error

- a. Aktifkan semua *switch power* pada perangkat Routerboeard RB941
 & RB951
- b. Sambungkan *laptop* sisi *server* dan *client* secara *wireless* ke salah satu *master* AP dan *slave* AP dan pastikan user mendapatkan akses internet

File Tools					
Connect To: 19	2.168.1.6			Keep Passw	ord w Windov
Login: ad	min				
Password:]	
				_	
A	dd/Set	Connec	t To RoMON Connect		
				_	
Managed Neighbor	3				
					-
W Betresp					
y Refresh				Find	+
MAC Address ∓ i	n Ŧ				Filter
MAC Address	in 🗣	Identity	Version	Find all	Filter
MAC Address 4C:5E:0C:66:9C:5C	in 🗣	Identity Root AP Alpha	Version 6.32.3	Find all	Filter
Image: Ware of the second s	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha	Version 6.32.3 6.32.3	Find all	Filter Ty ▼ IP ●
¥ refresh MAC Address ▼ MAC Address 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:5C	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st.	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD	Filter Ty V IP
MAC Address 4C:5E:0C:66:9C:5C 4C:5E:0C:66:9C:61 4C:5E:0C:06:F2:D8 E4:8D:8C:CE:FA:4C	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.4	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charlie	Version 6.32.3 6.32.4 (st. 6.34.4 (st.	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD	+ Filter Ty ▼ IP + IP
U Herresh MAC Address Image: Constraint of the constraint of th	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.4 192.168.10.5	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charle AP Detta	Version 6 32.3 6 32.4 (st. 6 34.4 (st. 6 34.4 (st.	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	+ Filter Ty ▼ IP + IP IP
W refresh MAC Address # MAC Address 4 4C:5E:00:66:90:50 4 4C:5E:00:06:70:08:72:08 1 4C:5E:00:08:72:08 1 4:80:80:02:F7:43:1 1 5:49:80:80:40:31:AA 1	IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.3 192.168.10.5 192.168.10.5	Identity Root AP Alpha AP Bravo AP Charle AP Deta AP Echo	Version 6.32.3 6.32.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st.	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty ▼ IP IP IP IP IP
Image: Transmission of the state o	P Address / 192.168.1.6 192.168.1.0.1 192.168.10.3 192.168.10.3 192.168.10.4 192.168.10.5 192.168.10.5 192.168.10.5	Identity Root AP Alpha AP Bravo AP Charle AP Deta AP Echo AP Echo	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st.	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty ▼ IP ● IP IP IP
W refresh MAC Address Image: Color of Book of Color of Book of Color of Book of Color of C	n ♥ IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.4 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Bravo AP Charle AP Deta AP Echo AP Fontont AP Fontont	Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.34.4 (st.	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty ▼ IP ● IP IP IP IP
W refresh MAC Address \$\vec{\vec{\vec{\vec{\vec{\vec{\vec{	P Address / 192.168.1.6 192.168.1.0.1 192.168.10.1 192.168.10.4 192.168.10.4 192.168.10.5 192.168.10.6 192.168.10.7 192.068.10.7 192	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Chafie AP Delta AP Echo AP Foxtrot AP Foxtrot AP Foxtrot	 Version 6.32.3 6.32.3 6.34.4 (st. <	Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD B8941-2nD B8941-2nD	Fiter Ty ▼ IP ● IP IP IP
W Herrein MAC Address • MAC Address • 4C5E 0C 66 90:50 40:56 0C 66 90:50 4C5E 0C 66 90:50 40:56 0C 66 70:40 E480 8C CE FA 4C E480 8C CE FA 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C E480 8C CE FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C E480 8C CE FR 4C FR 4C FR 4C FR 4C FR 4C	n ¥ IP Address / 192.168.1.6 192.168.10.1 192.168.10.3 192.168.10.5 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.0 192.168.0	Identity Root AP Alpha Root AP Alpha AP Bravo AP Charle AP Deta AP Echo AP Fontont AP Fontont AP Fortont	Version 6.32.3 6.32.3 6.32.4 (st. 6.34.4 (Find all Board RB951Ui-2HnD RB951Ui-2HnD RB941-2nD RB941-2nD RB941-2nD	Filter Ty ▼ IP P IP IP IP IP IP
V refresh MAC Address Image: Comparison of the comparison of th	IP Address // 192.168.1.6 192.168.1.6 192.168.1.0.3 192.168.10.4 192.168.10.5 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.6 192.168.10.7 Fe00:4e5e.cff.Fe0D.160.b 117 Fe00:4e5e.cff.Fe0D.160.b Fe00:4e5e.c	Identity Root AP Alpha AP Bravo AP Charle AP Deta AP Echo AP Foxtrot AP Foxtrot AP Foxtrot AP Foxtrot AP Echo	Version 6.32.3 6.34.4 (st. 6.34.4 (st. 6.3	Find all Board R8951U-2HnD R8951U-2HnD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD R8941-2nD	Filter Ty ▼ IP P IP IP IP IP IP

Gambar 4.11 Tampilan Winbox untuk *login* ke *interface root* AP *alpha*

c. Buka aplikasi winbox dan pilih *mac address* atau *ip address*dengan identity *root* AP *alpha* untuk *login* dan non aktifkan salah satu *link* WDS yang terdapat di *interface root* AP

Interfa	ace List						
Inter	face Ethernet	EoIP Tunnel IP Tunnel G	RE Tunne	VLAN VRRP Bond	ing LTE		
+-	- ~ ×	- 7					
	Name	∠ Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)
R	Mesh Leker	Mesh		0 bps	0 bps	0	0
R	ether1	Ethemet	1598	186.5 kbps	12.6 kbps	21	19
	♦ether2	Ethemet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	ether3	Ethemet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	ether4	Ethemet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	ether5	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
RS	 ♦♦wlan1	Wireless (Atheros AR9	1600	0 bps	0 bps	0	0
RSA	&-≫wds1	WDS	1600	0 bps	0 bps	0	0
RSA	«-»wds2	WDS	1600	0 bps	0 bps	0	0
RSA	&->wds3	WDS	1600	0 bps	0 bps	0	0
Х	<->wds4	WDS		0 bps	0 bps	0	0
Х	<->wds5	WDS		8.2 kbps	1176 bps	14	2

Gambar 4.12 Tampilan *interface* list *root* AP *alpha* dengan

beberapa link WDS yang dinonaktfkan sebagai indikator jaringan

terputus

d. Buka *interface Mesh* Leker > tab *Traffic* untuk mengecek trafik

Wireless Mesh yang sedang berjalan Interface <Mesh Leker : General HWMP Status Traffic ОК / 10.4 kbps Tx/Rx Rate: 116.6 kbps Cancel Tx/Rx Packet Rate: 14 p/s / 19 p/s Apply Tx/Rx Bytes: 9.8 GiB 763.3 MiB Disable Tx/Rx Packets: 9 243 670 / 7 025 357 Comment Tx/Rx Drops: 0 / 0 Сору Tx/Rx Errors: 0 /0 Remove Torch Mesh Traceroute Tx: 116.6 kbps Rx: 10.4 kbps Tx Packet: 14 p/s Rx Packet: 19 p/s enabled running

Gambar 4.13 Tampilan interface Mesh denga tab Traffic

Buka *interface Wireless* > tab Registration untuk mengecek Tabel
 Registration yang sedang berjalan

Wireless Tables										
Interfaces	Nstr	eme Dual	Access List	Registration	Connect Li	ist Secu	irity P	rofiles	Chan	nels
- T OO Reset										
Radio Nam	e 🛆	MAC Addr	ess	Interface	Uptime	AP	W	Last A	ctivit	Tx/Rx Signal
AP Brav	/0	4C:5E:0C:	0B:F2:D8	wlan1	00:08:45	yes	yes		1.270	-53/-64
AP Char	rlie	E4:8D:8C:	CE:FA:4C	wlan1	00:08:45	yes	yes		3.280	-55/-67
AP Delta	а	E4:8D:8C	E7:84:31	wlan1	00:08:45	yes	yes		0.000	-46/-60

Gambar 4.14 Tampilan *interface* wireless dengan tab registration

f. Pilih Radio Name yang ada > tab signal untuk mengecek signal

General	802.1x Signa	Nstreme	NV2 S	Statistics		ОК
	Last Activi	ty: 0.410 s				Remove
Tx/R	x Signal Streng	th: -52/-64	dBm			Reset
Tx/Rx Sic	nal Strength Ch	n0: -59/-69	dBm			
T.D.C		1 52/05	ID.			Copy to Access Lis
TX/HX Sig	inal Strength Cr	11: -53/-65	abm			Copy to Connect Lis
Tx/Rx Sig	inal Strength Ch	12:				Pipe
	Signal To Nois	se: 36 dB				r ing
	TUDUCC	0. 20/20 %	NS.	TH		MAC Ping
	IX/NX CC	Q. 23/30 %		_		Telnet
	P Throughp	ut: 24065 k	bps	NE		P BACALT
- Signal S	trengths —					MAC Teinet
Rate	Strength		Last Mea	sured		Torch
6Mbps	- 6 6		00:11	:21.18	•	
54Mbp	s -66		00:00):35.40		
12Mbps	s -65		00:11	:19.01		
1Mbps	-64		00:00):00.12		
11Mbp	s -64		00:11	:18.10		
9Mbps	-64		00:11	:19.77		
5.5Mb.	63		00:11	:19.32		
18Mbps	s -63		00:11	:07.42	14	
24Mbp	s -63		00:00	:18.83		
48Mbp	s -63		00:00):00.42	+	

strength yang sedang berjalan pada router client

Gambar 4.15 Tampilan *interface* Radio *Name* dengan tab Signal pada AP Bravo

g. Pilih Mac Ping untuk mengecek koneksi ke AP client yang tertera

di tabel registrasi yang sedang berjalan

Ping (Run	ning)					
General	Advanced					Start
Pin	ng To: 4C:5E:0C:0B:F2:0	08				Stop
Interface:						Close
	ARP Ping		New Window			
Packet (Count:				-	
Tin	neout: 1000				ms	
Seq # 🛆	Host	Time	Reply Size	TTL	Status	8
Seq #∧ 6	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms	Reply Size 64	TTL	Status	s •
Seq # ∧ 6 7	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms	Reply Size 64 64	TTL	Status	3
Seq # ∧ 6 7 8	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64	TTL	Status	5 4
Seq # / 6 7 8 9	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64	TTL	Status	3
Seq # ∧ 6 7 8 9 10	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5
Seq # ∧ 6 7 8 9 10 11	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	S 4
Seq # A 6 7 8 9 10 11 12	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	\$ 1
Seq # A 6 7 8 9 10 11 12 12	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time 1ms 1ms 1ms 1ms 12ms 1ms 1ms 1ms	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5 4
Seq # ∧ 6 7 8 9 10 11 12 13 14	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5 1 1
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	8 4
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 13 14 15 16	Host 4C:5E:0C:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:08 4C:5E:00:08:F2:D8 4C:5E:08 4C:	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	s 4
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 15 16 17	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	S 1
Seq # ∧ 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 16 17	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	ş 4
Seq # / 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	Host 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0C:0B:F2:D8 4C:5E:0D:0D:F2:D8 4C:5E:0	Time Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims Ims	Reply Size 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64	TTL	Status	5 4

Gambar 4.16 Tampilan *interface* ping untuk ping antar router

 h. Prosedur point G bisa diulangi untuk AP *client* lainnya untuk mengecek status koneksi antara AP *Alpha* dengan AP *Bravo*, *Charlie*, *Delta* sebagai *client* AP

 Buka *interface Mesh* > tab FDB untuk mengecek status *Mesh* pada jaringan *Mesh* yang ada

Me	esh								
Μ	lesh Ports FD	в							
٦	7								
	Mesh	Z.	Туре	MAC Address	On Interface	Lifetime	Age	Metric	Seq. N
A	Mesh Leker		mesh	8C:BF:A6:5E:2C:D2	wds2		00:18:35	172	0
A	Mesh Leker		neighbor	E4:8D:8C:CE:FA:4C	wds1		00:31:36	50	1
Α	Mesh Leker		mesh	00:21:5D:2F:41:CC	wds3		00:30:45	93	0
Α	Mesh Leker		neighbor	E4:8D:8C:E7:84:31	wds3		00:31:36	88	1
Α	Mesh Leker		local	4C:5E:0C:66:9C:61			00:31:36	0	216
A	Mesh Leker		neighbor	4C:5E:0C:0B:F2:D8	wds2		00:31:36	90	1
Α	Mesh Leker		mesh	E4:8D:8C:40:31:AA	wds2		00:00:02	184	925
A	Mesh Leker		mesh	30:AA:BD:1B:0D:EF	wds2		00:00:44	187	0
	Mesh Leker		unknown	48:13:7E:44:AE:C9			00:05:01	0	0
Α	Mesh Leker		mesh	4C:5E:0C:0B:F1:F7	wds1		00:00:02	100	389
Α	Mesh Leker		mesh	44:91:DB:8A:FD:C0	wds1		00:00:11	110	0
Α	Mesh Leker		mesh	00:08:22:BE:85:33	wds1		00:05:09	110	0
	Mesh Leker		unknown	A8:BB:CF:B6:04:2F			00:00:10	0	0

Gambar 4.17 Tampilan *interface* Forwarding Database untuk menampilkan seluruh data jaringan koneksi WMN yang saling terhubung.

 j. komputer sisi server mengkonfigurasi RB951 sebagai Master AP dan RB941 sebagai Slave AP dan mengkonfigurasi besar bandwidth yang digunakan untuk mengakses layanan web sebesar 512kb

Queu	ie List							
Simp	ole Queues	Interface Queu	ues Queue Tree	Queue	Types			
÷	- 🖉	× 🖻	00 Reset Co	ounters	00 Reset	t All C	Counters	
#	Name	Target		 Uple 	oad Max Lin	nit 🛆	Download M	Aax Limit
0	🚊 quei	ue 1 Mesh Le	eker	512	k		512k	

Gambar 4.18 Tampilan interface Queue untuk bandwith limiter

4.1.6 Hasil Pengujian Jaringan mode Error

Hasil pengujian diatas bisa dikatakan berhasil jika antar router yang saling terhubung membentuk jaringan *Mesh* bisa saling berkomunikasi meskipun terdapat *link WDS* yang terputus dan *device client* bisa mengakses internet dengan *bandwidth* yang sudah dikonfigurasi dengan fitur Simple Queue. Pengujian *bandwidth limiter* bisa menggunakan *tools bandwidth* test untuk mengetahui besar trafik antar router yang sedang berjalan.

Vireless Tables											
Interfaces	Nstr	eme Dual	Access List	Registration	Connect Li	ist Secu	irity P	rofiles	Chanr	nels	
📼 🍸 oo Reset											
Radio Nam	e 🛆	MAC Addr	ess	Interface	Uptime	AP	W	Last A	ctivit	Tx/Rx	Signal
AP Brav	/0	4C:5E:0C:	0B:F2:D8	wlan1	00:08:45	yes	yes		1.270	-53/-6	4
AP Char	rlie	E4:8D:8C:	CE:FA:4C	wlan1	00:08:45	yes	yes		3.280	-55/-6	7
AP Delt	а	E4:8D:8C:	E7:84:31	wlan1	00:08:45	yes	yes		0.000	-46/-6	0

Gambar 4.19 Tampilan *interface* registration setelah beberapa *link* WDS terputus sehingga *root* AP tidak tersambung dengan semua *client* AP yang ada.

4.2 Flowchart Pengujian

Pengukuran dimulai dengan cara computer *client* menangkap transmisi data dari *Master* AP ke seluruh *Slave* AP dengan menggunakan software Wireshark. Transmisi data yang ditangkap berupa jenis HTTP, FTP, VOIP dan *Video streaming* dengan perubahan *bandwidth* sebesar 256 Kbps, 512 Kbps, 1024 Kbps, dan 2048 Kbps. Diagram alur kerja analisis unjuk kerja jaringan *wireless Mesh* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.20 Flowchart pengujian

4.3 Analisis Unjuk Kerja HTTP pada Jaringan Wireless Mesh Network

4.3.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat jaringan yang digunakan dapat berjalan dengan baik, sehingga bisa menyediakan data lalu lintas jaringan yang bisa di*capture* oleh aplikasi wireshark. Indikator berfungsinya adalah *Master* AP dan *Slave* AP bisa saling berkomunikasi membentuk jaringan *wireless Mesh* dan terhubung dengan internet sebagai sarana untuk mengakses layanan *web*.

4.3.2 Alat yang Digunakan

Untuk melakukan pengujian ini maka diperlukan beberapa alat. Alat yang digunakan sebagai berikut :

- a. Laptop atau Komputer
- b. Routerboard Mikrotik RB951
- c. Routerboard Mikrotik RB941
- d. Aplikasi Winbox
- e. Aplikasi Wireshark

4.3.3 Prosedur Pengujian Jaringan

- a. Aktifkan semua *switch power* pada perangkat *Routerboard* RB941
 & RB951
- b. Sambungkan *laptop* sisi *server* dan *client* secara *wireless* ke salah satu *master* AP dan *slave* AP dan pastikan user mendapatkan akses internet
- c. User komputer sisi server mengkonfigurasi RB951 sebagai Master
 AP dan RB941 sebagai Slave AP dan mengkonfigurasi besar
 bandwidth yang digunakan untuk mengakses layanan web
- d. User Komputer sisi *client* membuka aplikasi browser dan aplikasi wireshark untuk *capture* data sebesar 5MB untuk HTTP
- e. Setelah proses *browsing* dan *capture* data selesai, *streaming* data yang tertangkap di wireshark difilter dengan tipe data TCP dan HTTP dan disimpan dalam bentuk CSV.

4.3.4 Hasil Pengujian *Throughput* HTTP Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth(%)	Jumlah Paket (Byte)	<i>Throughput</i> Rata Rata (bps)
256 Kbps	2.789 %	4579093 byte	7142.28 bps
512 Kbps	3.739 %	4624412 byte	19148.71 bps
1024 Kbps	3.648 %	4633238 byte	37364.83 bps
2048 Kbps	4.641 %	4658147 byte	95064.2 bps

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Throughput HTTP

Tabel 4.2 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada kondisi jaringan *wireless Mesh network* ideal yang diimplementasikan pada tipe aplikasi HTTP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* meningkat seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar 2,8%, *throughput* 7143bps dan meningkat sampai 4,7% pada *bandwidth* sebesar 2 Mbps. Utilisasi bandwidth mengalami peningkatan sebesar 1% dari seluruh bandwidth yang diujikan karena setiap pengujian bandwidth terkecil sampai terbesar mengalami perubahan beban data. Mula mula penguji menambahkan 15 halaman web pada uji bandwidth sebesar 256 Kbps, 5 halaman web ditambahkan setiap kali uji peningkatan jumlah alokasi *bandwidth*, semakin tinggi *banwidth* yang diuji, semakin banyak halaman web yang dibuka. Sehingga pada uji *bandwidth* 2048 Kbps total halaman web yang dibuka mencapai 30 halaman web.

4.3.5 H	asil Penguj	ian <i>Delay</i>	HTTP	Kondisi	Jaringan	Ideal
---------	-------------	------------------	------	---------	----------	-------

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256	222.82 s	0.017920835 s
512	137.62 s	0.012378405 s
1024	123.62 s	0.011391943 s
2048	48.54 s	0.004815196 s

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Delay HTTP

Pada tabel 4.3, seiring bertambahnya jumlah *bandwidth delay* pengiriman paket antar AP pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal atau ideal mengalami penurunan secara signifikan. *Bandwidth* sebesar 256Kbps dengan lama waktu pengamatan sebsar 223 detik memiliki *delay* 0.018 detik untuk proses transmisi data.

4.3.6 Hasil Pengujian Packet loss HTTP Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256 Kbps	0	12434 frame	0 %
512 Kbps	0	11118 frame	0 %
1024 Kbps	0	10852 frame	0 %
2048 Kbps	0	10081 frame	0 %

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Packet loss HTTP

Data tabel 4.4 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi ideal yang implementasinya pada tipe data HTTP. Kualitas terbaik pada jaringan LAN/WAN didapat jika jumlah kehilangan paket data kecil (Jusak, 2014). Pengujian pertama mengalokasikan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 12434 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps

4.3.7 Hasil Pengujian Throughput HTTP Kondisi Jaringan Error

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth(%)	Jumlah Paket (Byte)	<i>Throughput</i> Rata Rata (bps)
256 Kbps	3.174 %	4266424 byte	8126.53 bps
512 Kbps	11.758 %	4575630 byte	60205.66 bps
1024 Kbps	<mark>4.6</mark> 72 %	4628779 byte	47842.68 bps
2048 Kbps	22.026 %	4567370 byte	451098.28 bps

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Throughput HTTP

Tabel 4.5 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada kondisi jaringan *wireless Mesh network Error* yang diimplementasikan pada tipe aplikasi HTTP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* mengalami pasang surut seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar3,2% dengan *throughput* 8126.6bps dan meningkat sampai 23% pada *bandwidth* sebesar 2 Mbps dengan *throughput* sebesar 451099 bps, WDS memberi peran berkurangnya utilisasi *bandwidth* sampai 50% pada jaringan *wireless Mesh* ditambah beban kerja browser yang membuka banyak halaman *web*.

4.3.8 Hasil Pengujian Delay HTTP Kondisi Jaringan Error

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256	209.20 s	0.016117653 s
512	75.69 s	0.006032105 s
1024	85.63 s	0.00781232 s
2048	26.58 s	0.002081371 s

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Delay HTTP

Pada tabel 4.6, seiring bertambahnya jumlah *bandwidth delay* pengiriman paket antar AP pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* mengalami naik turun lama waktu pengamatan. *Bandwidth* sebesar 256Kbps dengan lama waktu pengamatan sebesar 209 detik memiliki *delay* 0.017 detik untuk proses transmisi data mengalami penurunan pada *bandwidth* 512Kbps dengan *delay* sebesar 0.061 detik. Pada pengujian berikutnya mengalami sedikit kenaikan pada lama waktu pengamatan sebesar 85 detik dengan peningkatan *delay* sebesar 0.079 detik

4.3.9 Hasil Pengujian *Packet loss* HTTP Kondisi Jaringan *Error*

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (frame)	Paket Loss (%)
256 kbps	0	12980 frame	0 %
512 kbps	0	12549 frame	0 %
1024 kbps	0	10962 frame	0 %
2048 kbps	0	12772 frame	0 %

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Packet loss HTTP

Data tabel 4.7 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang implementasinya pada tipe data HTTP. Pengujian pertama mengalokasikan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 12980 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps mengingat protokol HWMP+ memiliki sifat self-healing jika terdapat jalur koneksi putus maka jalur yang tersedia lain menjadi backup *link* dengan melakukan re-routing sehingga data bisa tercapai ke tujuan dengan optimal.

4.4 Analisis Unjuk Kerja FTP pada Jaringan Wireless Mesh Network

4.4.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat jaringan yang digunakan dapat berjalan dengan baik, sehingga bisa menyediakan data lalu lintas jaringan yang bisa di*capture* oleh aplikasi wireshark. Indikator berfungsinya adalah *Master* AP dan *Slave* AP bisa saling berkomunikasi membentuk jaringan *wireless Mesh* dan terhubung dengan internet sebagai sarana untuk mengakses layanan *web* dan bisa melakukan proses download dan upload file.

4.4.2 Alat yang Digunakan

Untuk melakukan pengujian ini maka diperlukan beberapa alat. Alat yang digunakan sebagai berikut :

a. *Laptop* atau Komputer

- b. Routerboard Mikrotik RB951
- c. Routerboard Mikrotik RB941
- d. Aplikasi Winbox
- e. Aplikasi Wireshark
- f. Aplikasi Filezilla
- g. Aplikasi FTP-Server Android

4.4.3 Prosedur Pengujian

- a. Aktifkan semua *switch power* pada perangkat *Routerboard* RB941
 & RB951
- b. Sambungkan *laptop* sisi *server* dan *client* secara *wireless* ke salah satu *master* AP dan *slave* AP dan pastikan user mendapatkan akses internet
- c. User komputer sisi server mengkonfigurasi RB951 sebagai Master
 AP dan RB941 sebagai Slave AP dan mengkonfigurasi besar
 bandwidth yang digunakan untuk mengakses layanan web
- d. User Komputer sisi *client* membuka aplikasi Filezilla dan aplikasi wireshark untuk *capture* data sebesar 75MB untuk FTP
- e. User Smartphone sisi *server* membuka aplikasi FTP-*Server* untuk menjadi media *server* ftp agar bisa diakses oleh sisi *client*
- f. User sisi *client* mencoba untuk download data dari ftp *server* yang ada pada smarthphone
- g. Setelah proses download dan *capture* data selesai, proses transfer data yang tertangkap di wireshark difilter dengan tipe data FTP disimpan dalam bentuk CSV.

4.4.4 Hasil Pengujian *Throughput* FTP Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth (%)	Jumlah Paket (Byte)	Throughput (bps)
256 Kbps	17.723 %	53903109 byte	45372.99 bps
512 Kbps	35.539 %	68439662 byte	181959.89 bps
1024 Kbps	12.204 %	72515805 byte	124973.39 bps
2048 Kbps	5.372 %	72438993 byte	110026.95 bps

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Throughput FTP

Tabel 4.8 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada kondisi jaringan *wireless Mesh network* ideal yang diimplementasikan pada tipe aplikasi FTP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* meningkat seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar 17,8%, *throughput* 45372bps dan meningkat sampai 35,6% pada *bandwidth* sebesar 512Kbps mengalami penurunan bertahap pada pengujian *bandwidth* berikutnya.

4.4.5 Hasil Pengujian *Delay* FTP Kondisi Jaringan Ideal

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Delay FTP

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256 Kbps	351.92 s	0.006641058 s
512 Kbps	176.06 s	0.002340672 s
1024 Kbps	210.29 s	0.002875623 s
2048 Kbps	228.98 s	0.003165528 s

Pada table 4.9, seiring bertambahnya jumlah *bandwidth delay* pengiriman paket antar AP pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal atau ideal mengalami kenaikan secara signifikan meski awalnya mengalami penurunan. *Bandwidth* sebesar 256Kbps dengan lama waktu pengamatan sebsar 352 detik memiliki *delay* 0.067 detik mengalami penurunan setahap dan peningkatan *delay* secara bertingkat dengan bertambahnya *bandwidth* untuk transmisi data ftp pada jaringan WMN normal

4.4.6 Hasil Pengujian Packet loss FTP Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256 Kbps	0	101895 frame	0 %
512 Kbps	0	75618 frame	0 %
1024 Kbps	0	73131 frame	0 %
2048 Kbps	0	72864 frame	0 %

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Packet loss FTP

Data tabel 4.10 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi ideal yang implementasinya pada tipe data FTP. Kualitas Pengujian pertama dengan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 101895 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps mengalami penurunan jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil dikirim sebesar 72864 *frame*

4.4.7 Hasil Pengujian *Throughput* FTP Kondisi Jaringan *Error*

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth (%)	Jumlah Paket (Byte)	Throughput (bps)
256 Kbps	38.96 %	82024283 byte	99755.90 bps
512 Kbps	21.05 %	72514348 byte	107787.96 bps
1024 Kbps	9.96 %	72528245 byte	102008.79 bps
2048 Kbps	4.98 %	72547900 byte	102036.43 bps

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Throughput FTP

Tabel 4.11 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang diimplementasikan pada tipe aplikasi FTP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* menurun seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar 38,96%, dan *throughput* 99755 bps menurun sampai 4,98% pada *bandwidth* sebesar 2 Mbps mengalami peningkatan *throughput* sebesar 102036 bps.

SURABAYA

4.4.8 Hasil Pengujian Delay FTP Kondisi Jaringan Error

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256 Kbps	252.99 s	0.003408811 s
512 Kbps	233.95 s	0.003197776 s
1024 Kbps	236.56 s	0.003253467 s
2048 Kbps	236.33 s	0.003247384 s

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Delay FTP

Pada tabel 4.12, seiring bertambahnya jumlah *bandwidth delay* pengiriman paket antar AP pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* mengalami penurunan secara signifikan meski awalnya mengalami kenaikan. *Bandwidth* sebesar 256Kbps dengan lama waktu pengamatan sebsar 252 detik memiliki *delay* 0.035 detik mengalami penurunan setahap dan peningkatan *delay* secara bertingkat dengan bertambahnya *bandwidth* untuk transmisi data ftp pada jaringan WMN *Error*.

4.4.9 Hasil Pengujian Packet loss FTP Kondisi Jaringan Error

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Packet loss FTP

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256 Kbps	0	74217 frame	0 %
512 Kbps	0	73162 frame	0 %
1024 Kbps	0	72712 frame	0 %
2048 Kbps	0	72778 frame	0 %

Data tabel 4.13 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang implementasinya pada tipe data FTP. Kualitas Pengujian pertama dengan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 74217 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps mengalami penurunan jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil dikirim sebesar 72778 *frame*

4.5 Analisis Unjuk Kerja VOIP pada Jaringan *Wireless Mesh Network*

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat jaringan yang digunakan dapat berjalan dengan baik, sehingga bisa menyediakan data lalu lintas jaringan yang bisa di*capture* oleh aplikasi wireshark. Indikator berfungsinya adalah *Master* AP dan *Slave* AP bisa saling berkomunikasi membentuk jaringan *wireless Mesh* dan terhubung dengan internet sebagai sarana untuk mengakses layanan *web* dan bisa melakukan proses download dan upload file.

4.5.2 Alat yang Digunakan

Untuk melakukan pengujian ini maka diperlukan beberapa alat. Alat yang digunakan sebagai berikut :

- a. Laptop atau Komputer
- b. Routerboard Mikrotik RB951
- c. Routerboard Mikrotik RB941
- d. Aplikasi Winbox

- e. Aplikasi Wireshark
- f. Aplikasi 3CX Phone

4.5.3 Prosedur Pengujian

- a. Aktifkan semua *switch power* pada perangkat *Routerboard* RB941
 & RB951
- b. Sambungkan *laptop* sisi *server* dan *client* secara *wireless* ke salah satu *master* AP dan *slave* AP dan pastikan user mendapatkan akses internet
- c. User komputer sisi server mengkonfigurasi RB951 sebagai Master
 AP dan RB941 sebagai Slave AP dan mengkonfigurasi besar
 bandwidth yang digunakan untuk mengakses layanan VOIP
- d. User Komputer sisi *client* membuka aplikasi 3CX Phone dan aplikasi wireshark untuk *capture* data sebesar 25MB untuk VOIP
 e. User sisi *server* membuka aplikasi 3cx phone untuk menjadi media dial agar bisa melakukan panggilan
- f. User sisi *server* mencoba untuk dial dari aplikasi 3CX dan membuka aplikasi wireshark untuk melihat transmisi data VOIP
- g. Setelah proses dial dan user sisi *client* menerima panggilam, proses transfer data VOIP yang tertangkap di wireshark difilter dengan tipe data RTP atau UDP dan disimpan dalam bentuk CSV.

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth (%)	Jumlah Paket (Byte)	Throughput (bps)
256 Kbps	4.307 %	22054511 byte	11027.26 bps
512 Kbps	0.976 %	22039971 byte	4997.45 bps
1024 Kbps	0.480 %	21409978 byte	4920.43 bps
2048 Kbps	0.212 %	19355665 byte	4352.04 bps

4.5.4 Hasil Pengujian *Throughput* VOIP Kondisi Jaringan Ideal

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Throughput VOIP

Tabel 4.14 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal yang diimplementasikan pada tipe aplikasi VOIP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* menurun seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar 4,4%, dan *throughput* 11027 bps menurun sampai 0,212 % pada *bandwidth* sebesar 2 Mbps mengalami penurunan *throughput* sebesar 4352 bps.

4.5.5 Hasil Pengujian Delay VOIP Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256 Kbps	399.40 s	0.004618705 s
512 Kbps	597.59 s	0.005558266 s
1024 Kbps	589.09 s	0.005597956 s
2048 Kbps	592.50 s	0.00609813 s

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Delay VOIP

Pada table 4.15, seiring bertambahnya jumlah *bandwidth delay* pengiriman paket antar AP pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal atau ideal mengalami naik turun secara signifikan meski awalnya mengalami penurunan. *Bandwidth* sebesar 256Kbps dengan lama waktu pengamatan sebsar 400 detik memiliki *delay* 0.046 detik mengalami peningkatan *delay* secara bertambahnya dengan bertambahnya *bandwidth* untuk transmisi data VOIP pada jaringan WMN normal.

4.5.6 Hasil Pengujian *Packet loss* VOIP Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256 Kbps	0	86475 frame	0 %
512 Kbps	0	107515 frame	0 %
1024 Kbps	0	105234 frame	0 %
2048 Kbps	0	105761 frame	0 %

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Packet loss VOIP

Data tabel 4.16 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi ideal yang implementasinya pada tipe data VOIP. Kualitas Pengujian pertama dengan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 86475 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps mengalami peningkatan jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil dikirim sebesar 105761 *frame* dengan *bandwidth* sebesar 2 Mbps.

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth (%)	Jumlah Paket (Byte)	Throughput (bps)
256 Kbps	4.307 %	22055542 byte	11027.78 bps
512 Kbps	1.347 %	21735062 byte	6900.02 bps
1024 Kbps	0.886 %	21909639 byte	9074.20 bps
2048 Kbps	0.254 %	16270551 byte	5217.011 bps

4.5.7 Hasil Pengujian Throughput VOIP Kondisi Jaringan Error

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Throughput VOIP

Tabel 4.17 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang diimplementasikan pada tipe aplikasi VOIP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data dengan skenario *link* WDS yang terputus, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* mengalami naik turun seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar 4,4%, dan *throughput* 11027 bps menurun sampai 0,212 % pada *bandwidth* sebesar 2 Mbps mengalami penurunan *throughput* sebesar 4352 bps.

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256	399.40 s	0.004618705 s
512	503.40 s	0.00526445 s
1024	438.13 s	0.004839439 s
2048	498.13 s	0.006001681 s

4.5.8 Hasil Pengujian Delay VOIP Kondisi Jaringan Error

Tabel 4.18 Hasil Pengujian DelayVOIP

Tabel 4.18 adalah hasil dari pengujian *delay* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang diimplementasikan pada tipe aplikasi VOIP. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil rata rata *delay* mengalami naik turun seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki *delay* sebesar 0,0047 detik, mengalami peningkatan sebesar 0.0053 detik pada *bandwidth* 512Kb dan seterusnya.

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256	0	86475	0 %
512	0	95624	0 %
1024	0	90534	0 %
2048	0	97248	0 %

4.5.9 Hasil Pengujian Packet loss VOIP Kondisi Jaringan Error

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Packet loss FTP

Data tabel 4.19 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang implementasinya pada tipe data VOIP. Kualitas pengujian pertama dengan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 86475 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps mengalami peningkatan jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil dikirim sebesar 105761 *frame* dengan *bandwidth* sebesar 2 Mbps.

4.6 Analisis Unjuk Kerja Video streaming pada Wireless Mesh Network

4.6.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat jaringan yang digunakan dapat berjalan dengan baik, sehingga bisa menyediakan data lalu lintas jaringan yang bisa di*capture* oleh aplikasi wireshark. Indikator berfungsinya adalah *Master* AP dan *Slave* AP bisa saling berkomunikasi membentuk jaringan

wireless Mesh dan terhubung dengan internet sebagai sarana untuk mengakses layanan *web* dan bisa melakukan proses download dan upload file.

4.6.2 Alat yang Digunakan

Untuk melakukan pengujian ini maka diperlukan beberapa alat. Alat yang digunakan sebagai berikut :

- a. Laptop atau Komputer
- b. Routerboard Mikrotik RB951
- c. Routerboard Mikrotik RB941
- d. Aplikasi Winbox
- e. Aplikasi Wireshark
- f. Aplikasi VLC

4.6.3 Prosedur Pengujian

- a. Aktifkan semua *switch power* pada perangkat *Routerboard* RB941
 & RB951
- b. Sambungkan *laptop* sisi *server* dan *client* secara *wireless* ke salah satu *master* AP dan *slave* AP dan pastikan user mendapatkan akses internet
- c. User komputer sisi server mengkonfigurasi RB951 sebagai Master
 AP dan RB941 sebagai Slave AP dan mengkonfigurasi besar
 bandwidth yang digunakan untuk mengakses layanan VOIP
- d. User Komputer sisi *Server* membuka aplikasi VLC dan aplikasi wireshark untuk *capture* data sebesar 110MB untuk *Video streaming*

- e. User sisi *Client* membuka VLC untuk menjadi media *Streaming* agar bisa memutar *video streaming*
- f. User sisi *server* mencoba untuk *streaming* video dari aplikasi VLC dan membuka aplikasi wireshark untuk melihat transmisi data UDP
- g. Setelah proses *streaming* dan user sisi *client* bisa *streaming* video dari sisi *client*, proses transfer data UDP yang tertangkap di wireshark difilter dengan tipe data MPEG-TS dan disimpan dalam bentuk CSV.

4.6.4 Hasil Pengujian *Throughput Video streaming* Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Utilisasi Bandwidth (%)	Jumlah Paket (Byte)	Throughput (bps)
256 Kbps	9.871 %	154347123 byte	25271.74 bps
512 Kbps	19.864 %	97534727 byte	101704.6 bps
1024 Kbps	10.033 %	97447686 byte	102738.74 bps
2048 Kbps	0.0102 %	109719279 byte	210.65 bps

 Tabel 4.20 Hasil Pengujian Throughput Video streaming

SURABAY

Data 4.20 menunjukkan uji *throughput* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal yang implementasinya pada tipe data Video *streaming*. Kualitas pengujian pertama dengan *bandwidth* sebesar 256Kb menghasilkan utilisasi *bandwidth* sebesar 9.9% dengan rata rata *throughput* sebesar 25272 bps mengalami peningkatan seiring bertambahnya *bandwidth* sebesar 512Kb dengan utilisasi *bandwidth* sebesar 19.9% dan *throughput* rata rata sebesar 101704 Bps. Pada *bandwidth* 1024Kb mengalami penurunan utilisasi *bandwidth* sebesar 10.033 % dan peningkatan jumlah *throughput* sebesar 102738 bps

4.6.5 Hasil Pengujian Delay Video streaming Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256	697.78 s	0.010578402 s
512	273.61 s	0.003574759 s
1024	271.12 s	0.00360833 s
2048	280.87 s	0.003887597 s

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Delay Video streaming

Tabel 4.21 adalah hasil dari pengujian *delay* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal yang diimplementasikan pada tipe aplikasi *video streaming*. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil rata rata *delay* mengalami naik turun seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki *delay* sebesar 0,0105 detik, mengalami penurunan sebesar 0.0036 detik pada *bandwidth* 512Kb dan seterusnya.

4.6.6 Hasil Pengujian *Packet lossVideo streaming* Kondisi Jaringan Ideal

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256 Kbps	0	65963 frame	0 %
512 Kbps	0	76542 frame	0 %
1024 Kbps	0	75139 frame	0 %
2048 Kbps	0	72248 frame	0 %

 Tabel 4.22 Hasil Pengujian Packet lossVideo streaming

Data tabel 4.22 menunjukkan uji paket loss pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi normal yang implementasinya pada tipe data *video streaming*. Kualitas pengujian pertama dengan *bandwidth* sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 65963 *frame* berhasil di transfer ke tujuan dengan *Packet drop* sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran *bandwidth* 2 Mbps mengalami penurunan jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil dikirim sebesar 72248 *frame* meski sebelumnya mengalami peningkatan sebesar 75139 *frame*.

4.6.7 Hasil Pengujian Throughput Streaming Kondisi Jaringan Error

Bandwidth	Utilisasi	Jumlah Paket	
(Kbps)	Bandwidth (%)	(Byte)	Throughput (bps)
256 Kbps	30.205 %	97122347 byte	77326.71 bps
512 Kbps	21.309 %	97214313 byte	109106.98 bps
1024 Kbps	9.950 %	97361957 byte	101896.35 bps
2048 Kbps	6.156 %	97319777 byte	126082.31 bps

 Tabel 4.23 Hasil Pengujian Throughput Video streaming

Tabel 4.23 adalah hasil dari pengujian *throughput* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang diimplementasikan pada tipe aplikasi *video streaming*. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data dengan skenario *link* WDS yang terputus, pada tabel pengujian di atas, hasil *throughput* rata rata dan utilisasi *bandwidth* mengalami penurunan. jumlah *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki utilisasi *bandwidth* sebesar 30,21%, dan *throughput* 77327bps menurun sampai 6,16% pada *bandwidth* sebesar 2 Mbps mengalami sedikit kenaikan *throughput* sebesar 126082bps.

4.6.8 Hasil Pengujian Delay Streaming Kondisi Jaringan Error

Bandwidth	Lama Waktu Pengamatan (s)	Delay (s)
256	314.17 s	0.003673089 s
512	263.72 s	0.003213736 s
1024	272.99 s	0.003515848 s
2048	246.51 s	0.00312523 s

 Tabel 4.24 Hasil Pengujian Delay Video streaming

Tabel 4.24 adalah hasil dari pengujian *delay* pada jaringan *wireless Mesh network* dengan kondisi *Error* yang diimplementasikan pada tipe aplikasi *video streaming*. Terdapat empat perubahan besaran *bandwidth* untuk menguji unjuk kerja setiap tipe data, pada tabel pengujian di atas, hasil rata rata *delay* mengalami naik turun seiring bertambahnya jumlah *bandwidth* yang digunakan, pada *bandwidth* sebesar 256Kb memiliki *delay* sebesar 0,037 detik, mengalami penurunan sebesar 0.0032 detik pada *bandwidth* 512Kb dan mengalami

4.6.9 Hasil Pengujian Packet loss Streaming Kondisi Jaringan Error

Bandwidth (Kbps)	Jumlah Paket Gagal	Jumlah Paket dikirim (<i>frame</i>)	Paket Loss (%)
256 Kbps	0	85534 frame	0 %
512 Kbps	0	82063 frame	0 %
1024 Kbps	0	77647 frame	0 %
2048 Kbps	0	78878 frame	0 %

Tabel 4.25 Hasil Pengujian Packet loss Video streaming

Data tabel 4.25 menunjukkan uji paket loss pada jaringan wireless Mesh network dengan kondisi Error yang implementasinya pada tipe data video streaming. Kualitas pengujian pertama dengan bandwidth sebesar 256Kb dengan jumlah paket yang sebesar 85534 frame berhasil di transfer ke tujuan dengan Packet drop sebesar 0 sehingga keberhasilan transmisi data mencapai 100% sampai pada pengujian terakhir dengan besaran bandwidth 2 Mbps mengalami penurunan jumlah paket yang dikirim dengan jumlah paket yang berhasil dikirim sebesar 72248 frame meski sebelumnya mengalami peningkatan sebesar 75139 frame.

4.7. Analisis Parameter QoS

Berikut ini adalah hasil pengujian dari unjuk kerja dari keseluruhan tipe data dengan kondisi jaringan normal dan *Error*. aplikasi *Wireshark* digunakan untuk monitoring trafik data yang sedang berlangsung.



Gambar 4.21 Grafik hasil pengujian rata rata throughput

Gambar 4.21 memberikan keterangan lebih lanjut mengenai perbandingan *throughput* yang sudah teruji dengan kondisi jaringan yang berbeda, hasil yang berbeda cukup signifikan terdapat pada tipe data HTTP yang dalam kondisi *Error* pada *bandwidth* 2 Mbps mengalami lonjakan *throughput* yang cukup tinggi dibandingkan dengan kondisi normal yang secara eksponensial dari *bandwidth*

rendah ke tinggi mengalami peningkatan. Efek lonjakan *throughput* pada tipe data HTTP dengan kondisi *Error* disebabkan adanya *link* yang terputus sehingga data flow yang ada mengalami antrian di salah satu *link* WDS yang tersisa



Gambar 4.22 Grafik hasil pengujian rata rata Delay

Pada gambar 4.22 di atas perbandingan *delay* antar tipe data memiliki variasi yang beragam seperti pada tipe data HTTP dengan kondisi jaringan ideal yang menunjukkan penurunan *delay* secara konsisten dengan menambahnya *bandwidth*. Lain halnya hasil uji dengan tipe data HTTP dengan kondisi jaringan *Error* yang mengalami penurunan *delay* namun tidak bertahap.

```
V STREAMING ERROR 🐇
V STREAMING IDEAL 🐇
VOIP KONDISI ERROR 🐇
VOIP KONDISI IDEAL
 FTP KONDISI ERROR
 FTP KONDISI IDEAL
HTTP KONDISI ERROR
HTTP KONDISI IDEAL
                  %0
                 0%
                      10%
                           20%
                                30%
                                    40% 50%
                                               60%
                                                    70% 80% 90% 100%
                         ■ 256 ■ 512 ■ 1024 ■ 2048
```

Gambar 4.23 Grafik hasil pengujian rata rata Packet loss

Pada grafik 4.23 menunjukkan hasil uji *packet loss*pada seluruh tipe data yang menunjukkan tidak adanya *packet drop* selama proses transmisi data sedang berlangsung meskipun terdapat kondisi *link* WDS yang terputus karena ada *back up link* yang menjadi media cadangan transmisi data dalam ruang lingkup jaringan *Wireless Mesh Network* sehingga transfer data masih *reliable* untuk sampai di tempat tujuan.



Gambar 4.24 Grafik hasil pengujian rata rata Utilisasi Bandwidth

Grafik 4.24 menunjukkan hasil rata rata utilisasi *bandwidth* yang telah diujikan ke seluruh tipe data dengan kondisi jaringan *Wireless Mesh Network* yang berbeda saat menerapkan protokol HWMP. Perbedaan sangat signifikan terlihat pada tipe data FTP dengan kondisi *Error* dengan rata rata 38,97% sumber daya yang dihabiskan dengan *bandwidth* kisaran 256Kbps saat menerapkan protokol HWMP+ dibandingkan dengan kondisi normal atau ideal dengan *bandwidth* sebesar 256Kbps dengan rata rata 17,8% sehingga dapat disimpulkan jaringan WMN dengan penerapan protokol HWMP+ dalam kondisi normal lebih hemat sumber daya.