

BAB III

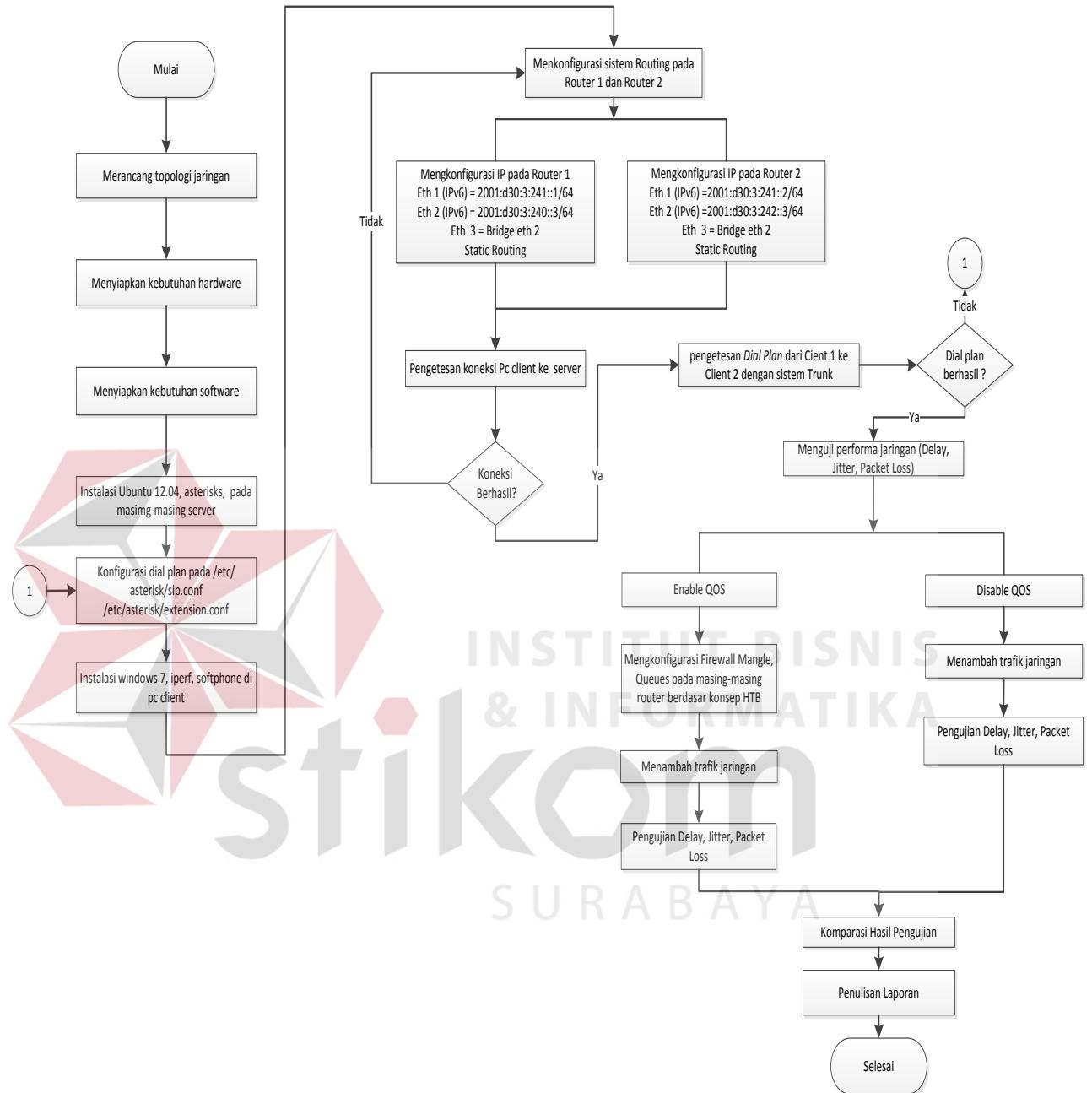
METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Metode Penelitian

Demi menyiasati keterbatasan *Public Switch Telephoned Network (PSTN)* dalam memberikan layanan *voice* dengan layanan berbasis paket, masyarakat saat ini sedang membicarakan perkembangan teknologi yang mengarah pada *Next Network Generation (NGN)* yaitu layanan *voice* yang berbasis *Internet Protokol (IP)* atau yang biasa disebut dan *Voice Internet Protokol (VoIP)*. *VoIP* saat ini banyak digunakan pada jaringan internet berbasis IPv4, namun pada kenyataanya berdasarkan data yang dihimpun oleh *Internet Assigned Numbers Authority (IANA)* bulan Februari 2012 IPv4 dipastikan akan segera habis. Beberapa negara sudah menyadari situasi sejak awal dekade dan telah memilih untuk beralih menggunakan protokol jaringan IPv6, IPv6 didesain sedemikian rupa melebihi kemampuan IPv4 yang digunakan saat ini.

Dari permasalahan diatas maka diperlukan pengujian VoIP yang menggunakan jaringan IPv6 dan penerapan *Bandwidth Management (QoS)*. Sehingga menghasilkan layanan dengan kualitas suara yang baik dan *end-to-delay* yang rendah.

Dalam metode penelitian ini menjelaskan tentang langkah-langkah yang akan dilakukan, seperti pada diagram alir dibawah ini:



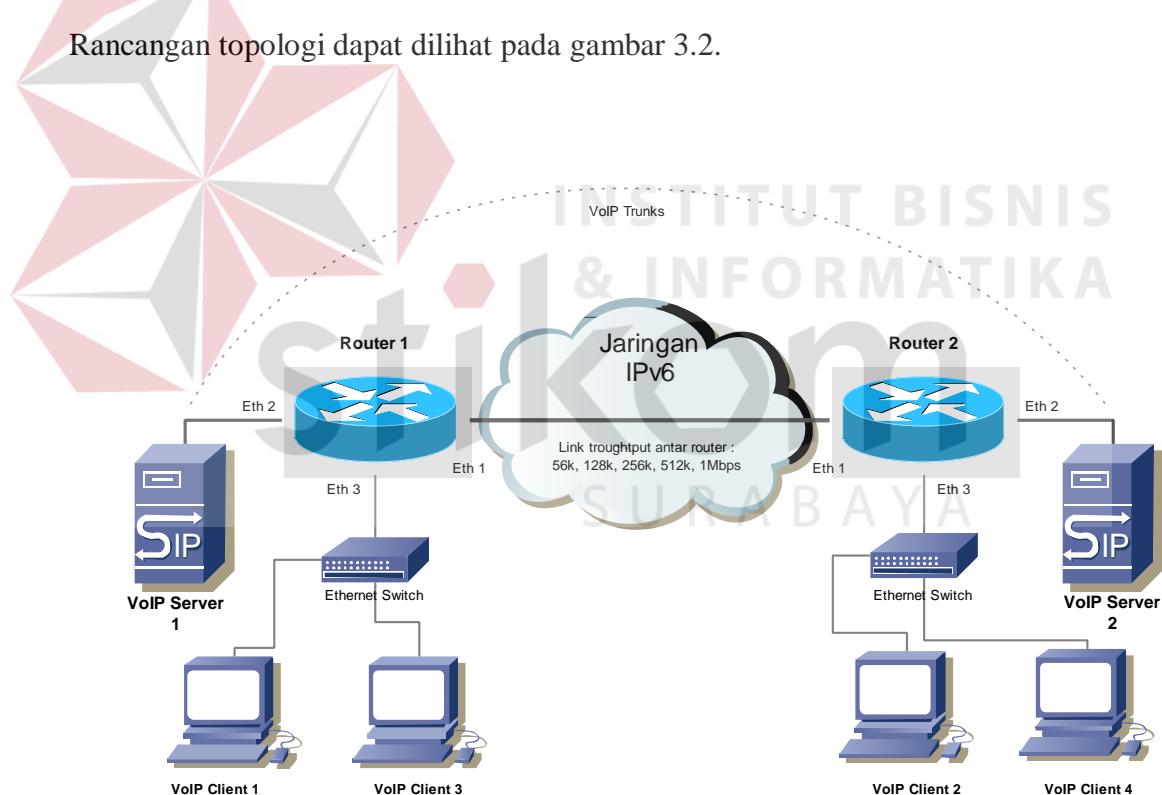
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pelaksanaan Tugas Akhir.

Dari diagram alir Gambar 3.1 menggambarkan tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini. Pengumpulan referensi adalah hal pertama yang harus dilakukan untuk memperoleh informasi yang lebih

jelas tentang permasalah yang akan diangkat untuk Tugas Akhir ini. Selanjutnya melakukan suatu perancangan Sistem VoIP yang akan digunakan.

3.2 Merancang Topologi Jaringan

Rancangan topologi yang akan digunakan terdiri dari VoIP Server 1 (*Server*), VoIP Server 2 (*Server*), VoIP Client 1 (*Client*), VoIP Client 2 (*Client*), VoIP Client 3 (*Client*), VoIP Client 4 (*Client*), Router 1 dan Router 2, Kabel UTP jenis *Straight* 4 buah, dan jenis *Cross* 1 buah. Hubungan antara VoIP *server* 1 dengan VoIP *server* 2 pada sistem ini menggunakan *mode trunks*, yang nantinya *client* pada masing-masing server memiliki nomor *extension* yang berbeda. Rancangan topologi dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rancangan topologi dasar jaringan.

1. VoIP Server 1 (*Server*)

Pada VoIP Server 1 (*Server*) terhubung ke *interface* Ether 2 dari *Router1* menggunakan kabel UTP jenis *Straight*.

2. *VoIP Server 2 (Server)*

Pada *VoIP Server 2 (Server)* terhubung ke *interface Ether 2* dari *Router2* menggunakan kabel UTP jenis *Straight*.

3. *Ethernet Switch*

Pada *Ethernet Switch* terhubung ke *interface Ether 2* dari *Router* menggunakan kabel UTP jenis *Cross*.

4. *VoIP Client 1 (Client)*

Pada *VoIP Client 1 (Client)* terhubung ke *Switch* menggunakan kabel UTP jenis *Straight*.

5. *VoIP Client 2 (Client)*

Pada *VoIP Client 2 (Client)* terhubung ke *Switch* menggunakan kabel UTP jenis *Straight*.

6. *VoIP Client 3 (Client)*

Pada *VoIP Client 2 (Client)* terhubung ke *Switch* menggunakan kabel UTP jenis *Straight*.

7. *VoIP Client 4 (Client)*

Pada *VoIP Client 2 (Client)* terhubung ke *Switch* menggunakan kabel UTP jenis *Straight*.

8. *Router 1*

Ether1 pada *Router1* terhubung ke *Ether1* pada *Router2* menggunakan kabel UTP jenis *Cross*.

9. *Router 2*

Ether1 pada *Router2* terhubung ke *Ether1* pada *Router1* menggunakan kabel UTP jenis *Cross*.

3.3 Menyiapkan Kebutuhan *Hardware*

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam pengujian VoIP menggunakan jaringan IPv6 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel Kebutuhan hardware

No	Nama Perangkat	Jenis	Keterangan
1	Mikrotik RB 750	Routerboard	Architecture MIPS-BE, CPU AR7241 400MHz, Main Storage/NAND 64MB, RAM 32MB, LAN Ports 5 10/100.
2	Mikrotik RB 450G	Routerboard	Architecture MIPS-BE, CPU AR7161 680MHz, Main Storage/NAND 512MB, RAM 256MB, LAN Ports 5 10/100/1000
3	VoIP Server 1	PC	Processor Intel(R) Core(TM) i3 2350M CPU @ 2.30GHz Memory 2.00GB RAM, WiFi Intel(R) WiFi Link 5100 AGN
4	VoIP Server 2	PC	Processor AMD E1-1200 APU with Radeon (tm) HD graphics @ 1,4GHz (2CPUs), Memory 2.00GB RAM.
5	VoIP Client 1	PC	Processor AMD E1-1200 APU with Radeon (tm) HD graphics @ 1,4GHz (2CPUs), Memory 2.00GB RAM
6	VoIP Client 2	PC	Processor Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU T5870 @ 2.00GHz (2CPUs), Memory 1.00GB RAM, WiFi Intel(R) WiFi Link 5100 AGN
7	VoIP Client 3	PC	Processor Intel(R) Core(TM) i3 2350M CPU @ 2.30GHz Memory 2.00GB RAM, WiFi Intel(R) WiFi Link 5100 AGN
8	VoIP Client 4	PC	Processor Intel(R) Core(TM) i5 @ 3.00GHz (Memory 4.00GB RAM, WiFi Intel(R) WiFi Link 5100 AGN
9.	Ethernet Switch	Switch	10/100 Fast Ethernet Switch

3.4 Menyiapkan Kebutuhan *Software*

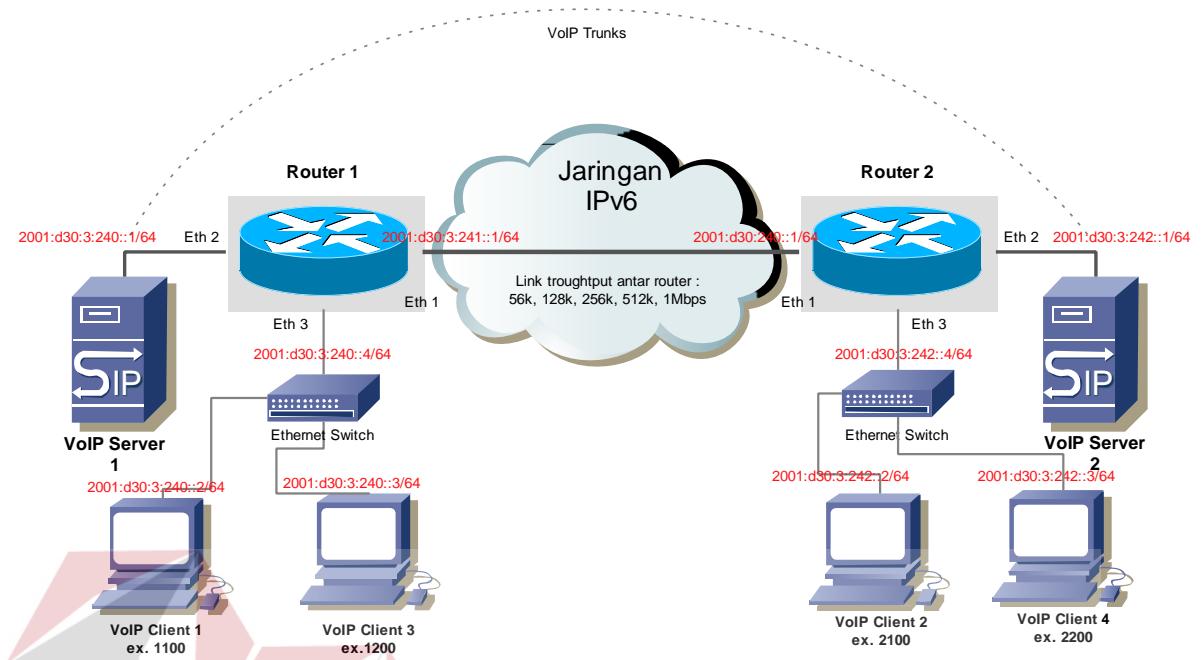
Software/perangkat lunak yang dibutuhkan dalam pengujian VoIP menggunakan jaringan IPv6 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Tabel Kebutuhan software

No	Nama Software	Jenis	Keterangan
1	Ubuntu 12.04	Sistem Operasi	Linux
2	Windows7 Professional	Sistem Operasi	Windows
3	Mikrotik OS	Sistem Operasi	Router OS
4	Asterisk 1.8	SIP Software	Opensource
5	Linephone	Softswitch	Opensource
6	Jperf	<i>Tcp/Udp bandwith Measurement Tool</i>	Opensource

3.5 Konfigurasi *Routing*

Konfigurasi sistem yang akan diterapkan pada VoIP IPv6 berbasis *Quality of Service (QoS)*. QoS yang dipakai pada tugas akhir ini adalah *Bandwidth Management* dengan metode *Hierarchical Token Bucket (HTB)*. *Bandwidth Management* dikonfigurasikan pada *router*. Gambar 3.3 merupakan gambaran topologi dasar jaringan yang akan digunakan.



Gambar 3.3 Topologi dasar jaringan yang akan digunakan

3.5.1 Konfigurasi Router 1

a. Alokasi IPv6

Konfigurasi alokasi IPv6 yang dilakukan pada *router 1* adalah seperti berikut ini:

- Router 1 pada ethernet 1 : 2001:d30:3:241::1/64

```
/IPv6 address add address= 2001:d30:3:241::1/64 interface=ether1
```

- Router 1 pada ethernet 2 :2001:d30:3:240::3/64

```
/IPv6 address add address= 2001:d30:3:240::3/64 interface=ether2
```

- Ethernet 2 dengan ethernet 3 diberlakukan mode *Bridge*

```
/interface bridge add l2mtu=1598 name=bridge1
```

```
/interface bridge portadd bridge=bridge1 interface=ether2-master-local
```

```
/interface bridge portadd bridge=bridge1 interface=ether3
```

Konfigurasi router 1 ethernet 2 dan ethernet 3 menggunakan mode bridge, tujuannya adalah agar komputer VoIP server dan VoIP client berada pada satu jaringan. Dengan metode ini akan memudahkan konfigurasi routing antara Router 1 dan Router 2.

```
[admin@Router 1] > ipv6
[admin@Router 1] /ipv6> add print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
# ADDRESS FROM-... INTERFACE ADV
0 G 2001:d30:3:240::3/64 ether2-master... yes
1 G 2001:d30:3:241::1/64 ether1-gateway yes
[admin@Router 1] /ipv6>
```

Gambar 3.4 IPv6 address Print pada Router 1

b. Konfigurasi Static Routing

Konfigurasi *routing* yang digunakan pada sistem ini menggunakan *static routing* karena pada mikrotik *router os* saat ini hanya terdapat metode *static routing* dan belum ada metode lain. Konfigurasi *static routing* dapat dilihat pada gambar 3.5.

/ipv6 route

```
add distance=1 dst-address=2001:d30:3:242::/64 gateway=2001:d30:3:241::2
```

```
[admin@Router 1] > ipv6
[admin@Router 1] /ipv6> rout print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, o - ospf, b - bgp, U - unreachable
# DST-ADDRESS GATEWAY DISTANCE
0 ADC 2001:d30:3:240::/64 bridge1 0
1 ADC 2001:d30:3:241::/64 ether1-gateway 0
2 A S 2001:d30:3:242::/64 2001:d30:3:241::2 1
[admin@Router 1] /ipv6>
```

Gambar 3.5 IPv6 Route Print pada Router 1

3.5.2 Konfigurasi Router 2

a. Alokasi IPv6

Konfigurasi alokasi IPv6 yang dilakukan pada *router 2* adalah seperti berikut ini:

- Router 2 pada ethernet 1 : 2001:d30:3:241::1/64

```
/IPv6 address add address= 2001:d30:3:241::2/64 interface=ether1
```

- Router 2 pada ethernet 2 :2001:d30:3:240::3/64

```
/IPv6 address add address= 2001:d30:3:242::3/64 interface=ether2
```

- Ethernet 2 dengan ethernet 3 diberlakukan mode *Bridge*

```
/interface bridge add l2mtu=1598 name=bridge1
```

```
/interface bridge portadd bridge=bridge1 interface=ether2-master-local
```

```
/interface bridge portadd bridge=bridge1 interface=ether3
```

Konfigurasi *router 1* *ethernet 2* dan *ethernet 3* menggunakan *mode bridge*, tujuannya adalah agar komputer VoIP *server* dan VoIP *client* berada pada satu jaringan. Dengan metode ini akan memudahkan konfigurasi *routing* antara *router 1* dan *router 2*.

```
[admin@Router ~ 2] > ipv6 add print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
# ADDRESS
0 G 2001:d30:3:241::2/64
1 G 2001:d30:3:242::3/64
2 DL fe80::d6ca:6dff:fe54:2888/64
3 DL fe80::d6ca:6dff:fe54:2889/64
[admin@Router ~ 2] >
```

FROM...	INTERFACE	ADV
	ether1-gateway	yes
	ether2-master...	yes
	ether1-gateway	no
	ether2-master...	no

Gambar 3.6 IPv6 address Print pada Router 2

b. Konfigurasi *Static Routing*

Konfiguasi routing yang digunakan pada sistem ini menggunakan *static routing* karena pada mikrotik router os saat ini hanya terdapat metode *static routing* dan belum ada metode lain. Konfigurasi *static routing* dapat dilihat pada gambar 3.7.

```
/ipv6 route
```

```
add distance=1 dst-address=2001:d30:3:240::/64 gateway=2001:d30:3:241::1
```

```
[admin@Router - 2] > ipv6 rout print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, o - ospf, b - bgp, U - unreachable
# DST-ADDRESS GATEWAY DISTANCE
0 A S 2001:d30:3:240::/64 2001:d30:3:241::1 1
1 ADC 2001:d30:3:241::/64 ether1-gateway 0
2 ADC 2001:d30:3:242::/64 bridge1 0
[admin@Router - 2] >
```

Gambar 3.7 IPv6 Route *print* pada Router 2

3.5.3 Alokasi IP VoIP Server 1

Untuk mengkonfigurasi *network interfaces* terletak pada *file* (*/etc/network/interfaces*). Perintah konfigurasinya sebagai berikut :

Tabel 3.3 Tabel konfigurasi interface VoIP server 1

/etc/network/interfaces	
➤ IPv6 address : 2001:d30:3:240::1	
➤ Subnet Prefix : 64	
➤ Default Gateway : 2001:d30:3:240::3	
- auto lo	
- iface lo inet loopback	
- auto eth0	
- iface eth0 inet6 static	
- address 2001:d30:3:240::1	
- Gateway 2001:d30:3:240::3	
- netmask 64	

3.5.4 Alokasi IP VoIP Server 2

Untuk mengkonfigurasi *network interfaces* terletak pada *file* (*/etc/network/interfaces*). Perintah konfigurasinya sebagai berikut :

Tabel 3.4 Tabel konfigurasi interface VoIP server 2

/etc/network/interfaces
<ul style="list-style-type: none"> ➤ IPv6 address : 2001:d30:3:242::1 ➤ Subnet Prefix : 64 ➤ Default Gateway : 2001:d30:3:242::3 - auto lo <ul style="list-style-type: none"> iface lo inet loopback - auto eth0 <ul style="list-style-type: none"> iface eth0 inet6 static address 2001:d30:3:242::1 Gateway 2001:d30:3:242::3 netmask 64

3.5.5 Alokasi IP VoIP Client 1

Klik tombol *Start*, pilih *Control Panel*, kemudian pilih *Network And Internet*, pilih *Network and Sharing Center*, kemudian pilih *Change Adapter Settings*, lalu pilih *Local Area Connection (LAN Card)*, pilih *Internet Protocol*

Version 6 (TCP/IPv6), pilih properties, lalu pilih pilihan Use the following IPv6 address, kemudian isi kotak IPv6 address dengan 2001:d30:3:240::2, isi kotak Subnet prefix lenght dengan 64 dan isi kotak Default gateway dengan 2001:d30:3:240::4

IPv6 address : 2001:d30:3:240::2

Subnet Prefix : 64

Default Gateway : 2001:d30:3:240::4

3.5.6 Alokasi IP VoIP Client 2

Klik tombol Start, pilih Control Panel, kemudian pilih Network And Internet, pilih Network and Sharing Center, kemudian pilih Change Adapter Settings, lalu pilih Local Area Connection (LAN Card), pilih Internet Protocol Version 6 (TCP/IPv6), pilih properties, lalu pilih pilihan Use the following IPv6 address, kemudian isi kotak IPv6 address dengan 2001:d30:3:242::2, isi kotak Subnet prefix lenght dengan 64 dan isi kotak Default gateway dengan 2001:d30:3:242::4

IPv6 address : 2001:d30:3:242::2

Subnet Prefix : 64

Default Gateway : 2001:d30:3:242::4

3.5.7 Alokasi IP VoIP Client 3

Klik tombol Start, pilih Control Panel, kemudian pilih Network And Internet, pilih Network and Sharing Center, kemudian pilih Change Adapter Settings, lalu pilih Local Area Connection (LAN Card), pilih Internet Protocol Version 6 (TCP/IPv6), pilih properties, lalu pilih pilihan Use the following IPv6 address, kemudian isi kotak IPv6 address dengan 2001:d30:3:242::3, isi kotak

Subnet prefix lenght dengan 64 dan isi kotak Default gateway dengan 2001:d30:3:242::4

IPv6 address : 2001:d30:3:242::3

Subnet Prefix : 64

Default Gateway : 2001:d30:3:242::4

3.5.8 Alokasi IP VoIP Client 4

Klik tombol *Start*, pilih *Control Panel*, kemudian pilih *Network And Internet*, pilih *Network and Sharing Center*, kemudian pilih *Change Adapter Settings*, lalu pilih *Local Area Connection (LAN Card)*, pilih *Internet Protocol Version 6 (TCP/IPv6)*, pilih *properties*, lalu pilih pilihan *Use the following IPv6 address*, kemudian isi kotak *IPv6 address* dengan **2001:d30:3:242::3**, isi kotak *Subnet prefix lenght* dengan **64** dan isi kotak *Default gateway* dengan **2001:d30:3:242::4**

IPv6 address : 2001:d30:3:242::3

Subnet Prefix : 64

Default Gateway : 2001:d30:3:242::4

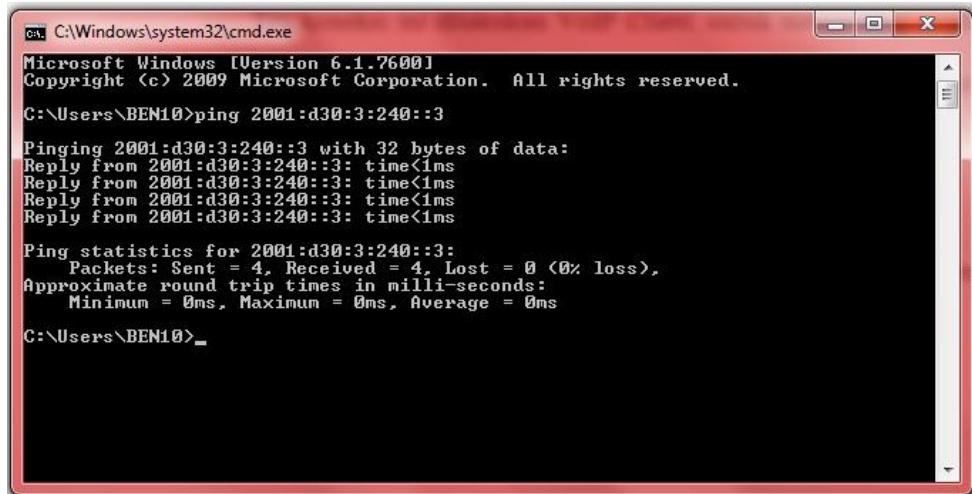
3.6 Pengujian Koneksi Jaringan

Tes koneksi ini dilakukan *VoIP Client*, untuk mengetahui apakah koneksi antar perangkat sudah terhubung dengan melakukan *PING* ke beberapa perangkat antara lain: *Router1*, *Router2*, dan *VoIP Server*

3.6.1 Tes koneksi antara VoIP Client 1 dengan Router 1

Pilih tombol *Start*, pilih *all program*, kemudian pilih *Accesories*, lalu pilih *Command Prompt*, lalu ketikkan perintah sebagai berikut :

C:\Users\SERVER> *Ping* 2001:d30:3:240::3



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright <c> 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\BEN10>ping 2001:d30:3:240::3

Pinging 2001:d30:3:240::3 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:d30:3:240::3: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:240::3: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:240::3: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:240::3: time<1ms

Ping statistics for 2001:d30:3:240::3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\BEN10>

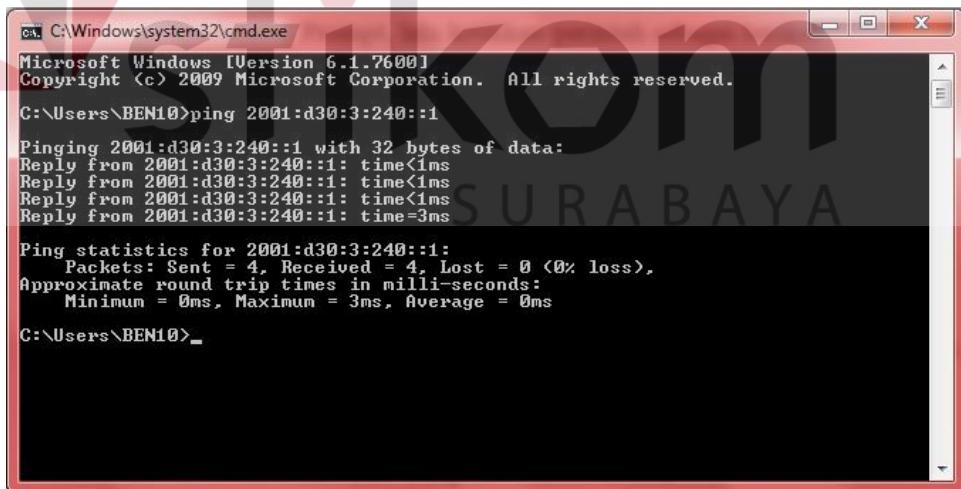
```

Gambar 3.8 Hasil Uji dari VoIP *Client1* ke Router 1

3.6.2 Tes koneksi antara VoIP Client 1 dengan VoIP Server 1

Pilih tombol *Start*, pilih *all program*, kemudian pilih *Accessories*, lalu pilih *Command Prompt*, lalu ketikkan perintah sebagai berikut :

C:\Users\SERVER> *Ping* 2001:d30:3:240::1



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright <c> 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\BEN10>ping 2001:d30:3:240::1

Pinging 2001:d30:3:240::1 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:d30:3:240::1: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:240::1: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:240::1: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:240::1: time=3ms

Ping statistics for 2001:d30:3:240::1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 3ms, Average = 0ms

C:\Users\BEN10>

```

Gambar 3.9. Hasil Uji Koneksi dari VoIP *Client1* ke VoIP *Server 1*

3.6.3 Tes koneksi antara VoIP Client 1 dengan VoIP Client 2

Pilih tombol *Start*, pilih *all program*, kemudian pilih *Accessories*, lalu

pilih *Command Prompt*, lalu ketikkan perintah sebagai berikut :

```
C:\Users\SERVER> Ping 2001:d30:3:243::2
```

Hasil yang di dapatkan dapat dilihat pada gambar Gambar 3.10 :

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\BEN10>ping 2001:d30:3:242::2
Pinging 2001:d30:3:242::2 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:d30:3:242::2: time=1ms
Reply from 2001:d30:3:242::2: time=1ms
Reply from 2001:d30:3:242::2: time<1ms
Reply from 2001:d30:3:242::2: time=1ms

Ping statistics for 2001:d30:3:242::2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 <0% loss>,
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Users\BEN10>
```

Gambar 3.10. Hasil Uji Koneksi dari VoIP Client1 ke VoIP Client2.

Setelah konfigurasi sistem antar semua perangkat selesai, kemudian dilakukan uji koneksi antara VoIP Client1 ke VoIP Client2 dengan program *Ping* seperti tampak pada Gambar 3.10 untuk menguji apakah sudah terhubung antar perangkat komputer dan hasilnya konfigurasi sistem *routing* yang dilakukan berhasil.

3.6.4 Pengujian Routing Jaringan

Setelah konfigurasi sistem *routing* antar semua perangkat selesai, kemudian dilakukan uji koneksi antara VoIP Client1 ke VoIP Client2 dengan program *Tracert* seperti tampak pada Gambar 3.12 untuk mengetahui informasi *routing* yang dibuat tadi. Hasil dari konfigurasi sistem *routing* yang dilakukan berhasil melewati jalur paket IP *Gateway* yaitu 2001:d30:3:241::2.

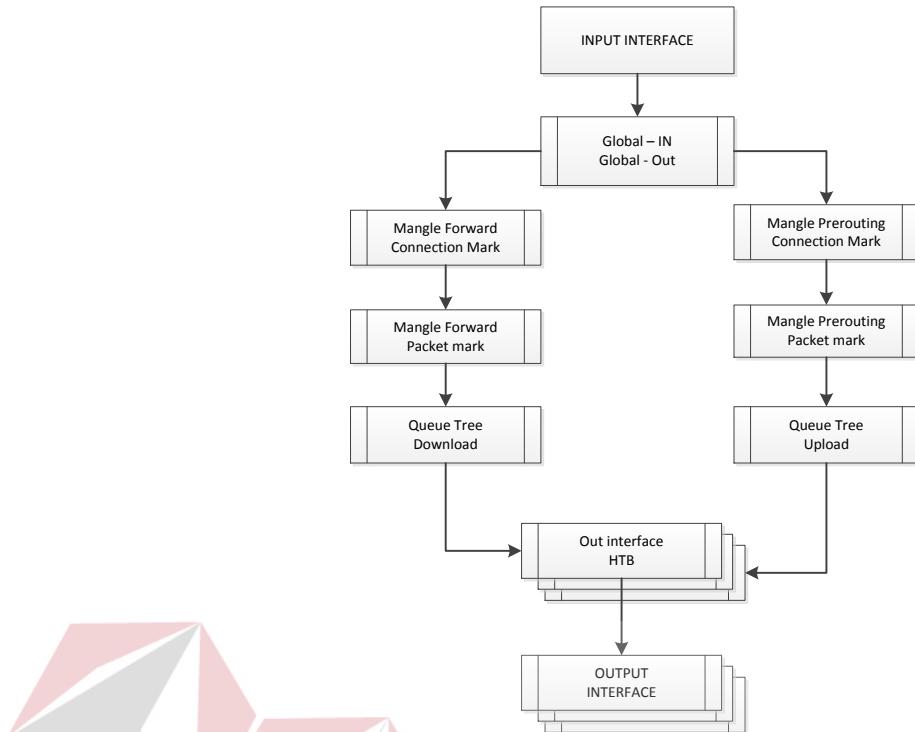
```
C:\Users\BEN10>tracert 2001:d30:3:242::2
Tracing route to 2001:d30:3:242::2 over a maximum of 30 hops
 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms  2001:d30:3:240::3
 2  <1 ms    <1 ms    <1 ms  2001:d30:3:241::2
 3  1 ms     <1 ms    <1 ms  2001:d30:3:242::2
Trace complete.

C:\Users\BEN10>
```

Gambar 3.11. Hasil Uji *Tracert* dari *VoIP Server1* ke *VoIP Server2*.

3.7 Konfigurasi *Bandwidth Management*

Quality of Service pada sebuah jaringan merupakan suatu keharusan, karena perkembangan aplikasi semakin pesat dan konsumsi *bandwidth* yang digunakan juga semakin tinggi. Pengalokasian *Bandwidth* yang tepat dapat menjadi salah satu metode dalam memberikan jaminan kualitas suatu layanan jaringan (*QoS=Quality of Service*).



Gambar 3.12 Diagram alir *Hierarchical Tokken Bucket* (HTB)

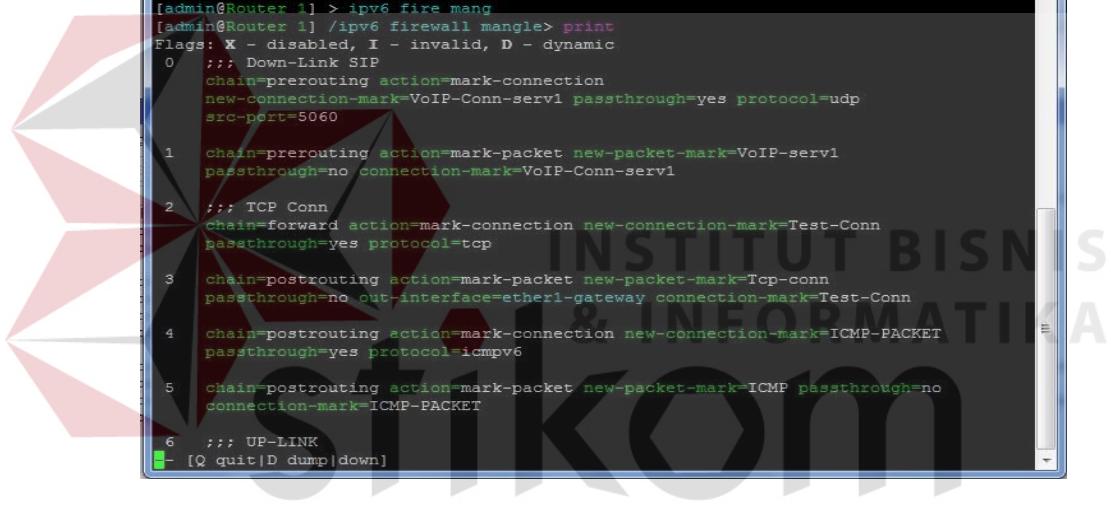
Bandwidth Management pada tugas akhir ini menggunakan metode *Hierarchical Token Bucket* (HTB). Tampak pada gambar 3.12 implementasi HTB dapat diterapkan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Menandai paket-paket untuk tiap koneksi client melalui konfigurasi Mangle.
- Menginput CIR, MIR, Parent dan prioritas dari tiap paket melalui konfigurasi Queue.

Artinya, setiap ada permintaan *bandwidth* dari *Client* apakah itu *upload* ataupun *download*, nantinya akan tertandai secara otomatis oleh *Mangle* lalu akan mendapatkan batasan *bandwidth* (baik batas atas maupun batas bawah) secara otomatis oleh *Queue*. Siklus penandaan dan pembatasan ini akan berjalan terus menerus selama permintaan akan *bandwidth* terus dilakukan *client*. *Mangle* befungsi Menandai paket dan koneksi, sehingga paket-paket dan koneksi-koneksi

tersebut nantinya dapat diteruskan dan dijabarkan sebagai koneksi paket dari SIP, ICMP ataupun TCP.

Packet mark untuk VoIP ditandai dengan protokol yang digunakan yaitu SIP. Dimana port SIP adalah 5060, karena tipe protokol SIP sendiri tidak tersedia pada *mangle* Mikrotik maka yang digunakan adalah protokol UDP pada port 5060. Mangle dibagi menjadi 3 jenis *packet mark* yaitu *SIP conn*, *Non Sip*, dan Icmp seperti tampak pada Gambar 3.13.



```
2001:d30:3:240::3 - PuTTY
/command      Use command at the base level
[admin@Router_1] > ipv6_fire_mang
[admin@Router_1] /ipv6 firewall mangle> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
0    ;;; Down-Link SIP
      chain=prerouting action=mark-connection
      new-connection-mark=VoIP-Conn-serv1 passthrough=yes protocol=udp
      src-port=5060

1    chain=prerouting action=mark-packet new-packet-mark=VoIP-serv1
      passthrough=no connection-mark=VoIP-Conn-serv1

2    ;;; TCP Conn
      chain=forward action=mark-connection new-connection-mark=Test-Conn
      passthrough=yes protocol=tcp

3    chain=postrouting action=mark-packet new-packet-mark= Tcp-conn
      passthrough=no out-interface=ether1-gateway connection-mark=Test-Conn

4    chain=postrouting action=mark-connection new-connection-mark=ICMP-PACKET
      passthrough=yes protocol=icmpv6

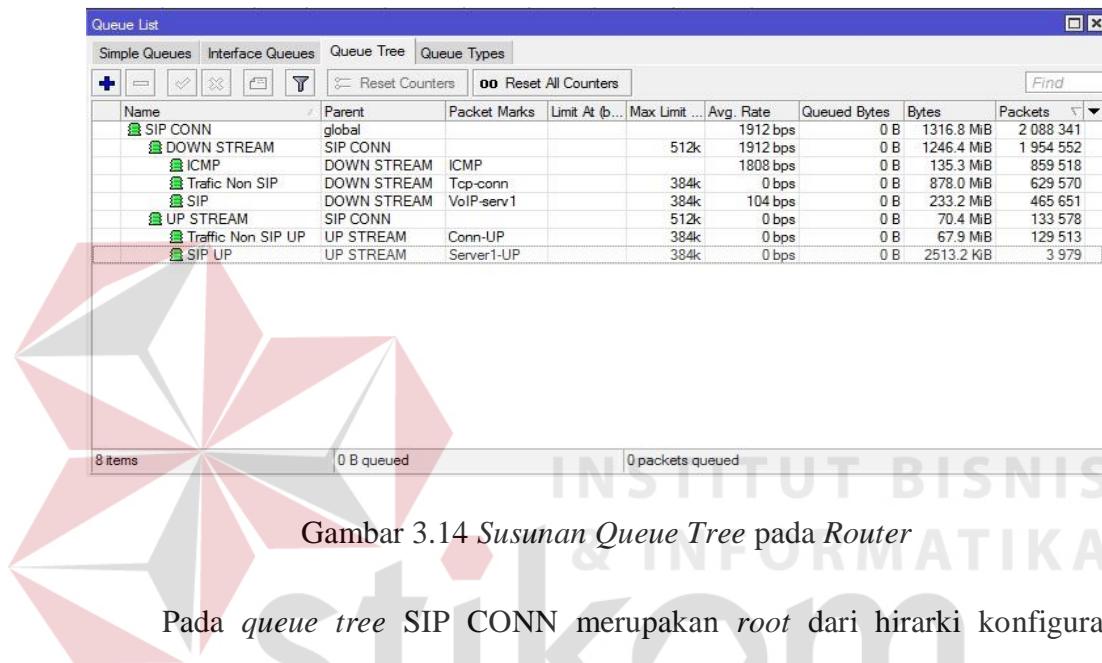
5    chain=postrouting action=mark-packet new-packet-mark=ICMP passthrough=no
      connection-mark=ICMP-PACKET

6    ;;; UP-LINK
[- [Q quit|D dump|down]
```

3.13 *Mark packet Queue* pada *mangle IPv6 Mikrotik*

Queue dapat diterapkan setelah mangle menandai seluruh packet pada tiap koneksi (baik download maupun upload) pada tiap paket. *Hierarchiecal Tokken Bucket* (HTB) mengatur bandwidth dengan parameter parent (interface utama untuk menentukan *bandwidth download* ataupun *upload*), *packet-mark* (*mark-packet* yang ditentukan pada konfigurasi *mangle*) dan max-limit (yang merupakan batas kecepatan maksimum) atau dikenal juga dengan MIR (Maximum Information Rate). Pada *Queue Tree* kita dapat menambahkan priority 1-8 pada setiap *parent*, dimana *priority* semakin kecil maka *packet* yang

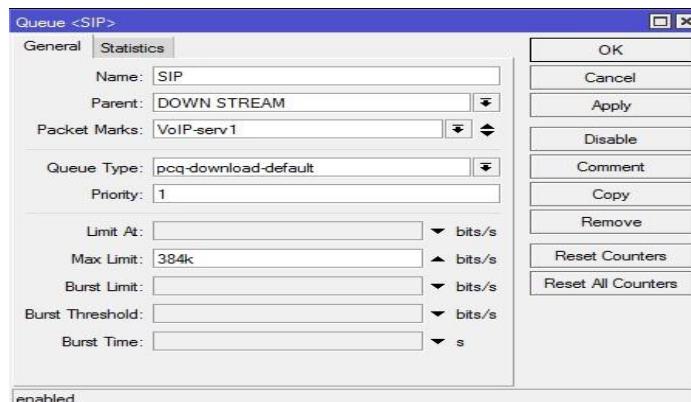
masuk akan diproses lebih awal sesuai dengan algoritma *Hierarchical Token Bucket*. *Hierarchical Token Bucket* (HTB) melakukan pembagian bandwith dilakukan secara hirarki yang dibagi-bagi kedalam kelas sehingga mempermudah pengaturan *bandwidth*. Secara keseluruhan hasil dari *Queue* yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.14 .



Gambar 3.14 Susunan Queue Tree pada Router

Pada *queue tree* SIP CONN merupakan *root* dari hirarki konfigurasi *bandwidth*. *Downstream* merupakan parent dari SIP CONN, *downstream* memiliki *parent SIP* yang merupakan *packet mark* dari *voip-server*.

Gambar 3.15 menjelaskan bahwa *queue* dari *packet SIP* diberikan *priority* 1.



Gambar 3.15 Pemberian *priority* 1 pada *queue* dari paket SIP