

BAB 3

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, di mana data kuantitatif diukur dan dianalisis menggunakan teknik statistik yang obyektif dan terstandarisasi. Metode penelitian yang digunakan melibatkan eksperimen dan serangkaian uji coba untuk memperoleh hasil akhir yang dapat dipercaya dari penelitian tersebut

3.1 PERANGKAT YANG DIGUNAKAN

3.1.1 PERANGKAT KERAS (*HARDWARE*)

Pada penelitian ini menggunakan 1 (satu) perangkat keras yaitu komputer, dengan spesifikasi perangkat computer tercantum dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi perangkat komputer

Sistem Operasi	Windows 10 Pro 64-bit
Processor	11 th Gen Intel® Core™ i7-11700F @ 2,50GHz
RAM	16384 MB

3.1.2 PERANGKAT LUNAK (*SOFTWARE*)

3.1.2.1 PERANGKAT

Perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan secara virtual dan untuk menghitung data statistik atau kuantitatif dalam memperoleh hasil data penelitian. Penelitian dengan skenario yang telah dibuat menggunakan perangkat yang berjalan diatas VMWARE *virtualization* menggunakan EVE-NG VM yang terdapat pada Tabel 3.2 dan menggunakan empat buah router vyos, dua buah switch dan dua buah komputer yang dilampirkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Spesifikasi *server*

Sistem Operasi	EVE-NG VM
Processor	8 CPU
RAM	8192 MB
Harddisk	50 GB

Tabel 3.3 Spesifikasi perangkat

<i>Router-Master</i>	Sistem Operasi	VyOS
	RAM	2048 MB
	CPU	2
<i>Router-Backup1</i>	Sistem Operasi	VyOS
	RAM	2048 MB
	CPU	2
<i>Router-Backup2</i>	Sistem Operasi	VyOS
	RAM	2048 MB
	CPU	2
<i>Router-A</i>	Sistem Operasi	VyOS
	RAM	2048 MB
	CPU	2
<i>Client</i>	Sistem Operasi	Lubuntu 18.04
	RAM	4096 MB
	CPU	2
<i>Server</i>	Sistem Operasi	Lubuntu 18.04
	RAM	4096 MB
	CPU	2

3.1.2.2 SOFTWARE TOOLS

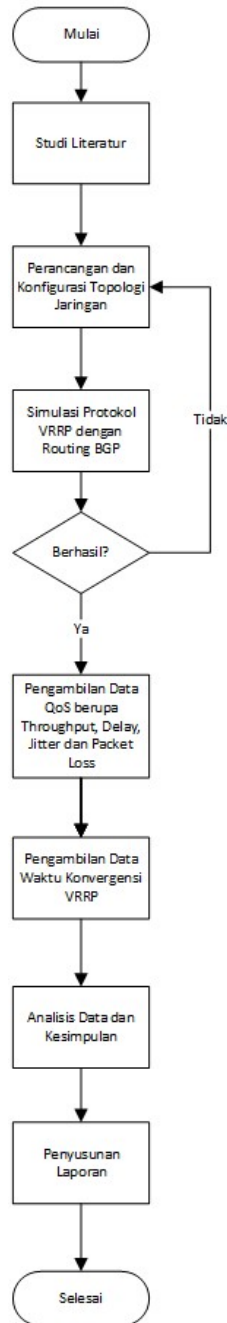
Software pada penelitian ini sebagai *tool* yang digunakan dilampirkan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 *Software tools* yang dipakai

No	<i>Software</i>	Fungsi
1	VyOS	<i>Router OS</i>
2	EVE-NG	<i>Simulator Network</i>
3	VMware	<i>Server</i>
4	Wireshark	<i>Packet Capture</i>
5	D-ITG	Membangun <i>traffic</i> jaringan saat pengujian

3.2 ALUR PENELITIAN

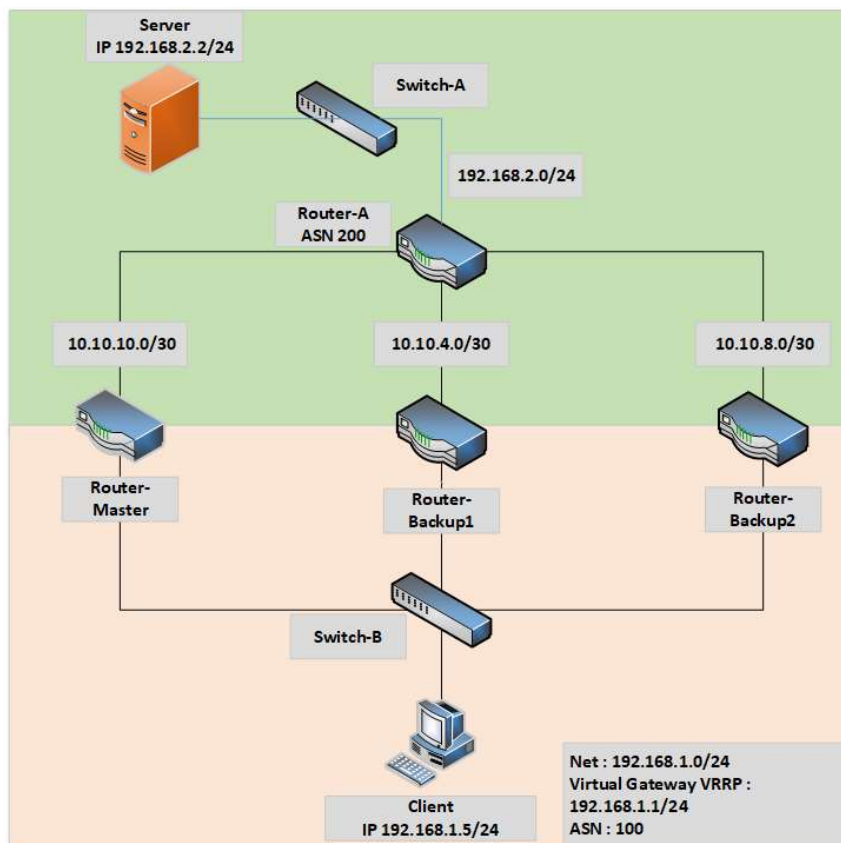
Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap dimulai dari menentukan topik dan judul, perumusan masalah dan solusi, merancang dan membuat topologi jaringan, perancangan sistem BGP dan VRRP, uji coba sistem BGP dan VRRP, pengambilan data QoS, Pengambilan perhitungan waktu konvergensi, analisis data dan kesimpulan penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan diagram alur penelitian yang akan dilakukan. Pertama dengan merancang dan membuat topologi jaringan yang dapat menjalankan VRRP dalam jaringan. Selanjutnya melakukan konfigurasi BGP pada *router* diikuti dengan konfigurasi VRRP. Jika konfigurasi kedua sistem ini berhasil maka dilanjutkan dengan pengujian sistem VRRP dan BGP. Jika pengujian sistem berhasil dilakukan maka dilanjutkan dengan pengambilan data parameter QoS berupa *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Kemudian diambil data berupa waktu konvergensi dari jaringan tersebut. Terakhir adalah melakukan analisis terhadap pengujian yang telah dilakukan dan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

3.3 TOPOLOGI JARINGAN



Gambar 3.2 Topologi jaringan

Topologi jaringan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2. Pada topologi ini digunakan 2 PC sebagai *server* dan *client* untuk

melakukan pengujian dikarenakan D-ITG sebagai *software network analyzer* yang menguji secara *point to point* yang membutuhkan salah satu *client* menjadi *server*. Kemudian 4 buah *router*, 3 *router* tengah digunakan untuk terjadinya proses *backup* dan 1 *router* yang terhubung dengan *switch* disisi *server* digunakan untuk menghubungkan jaringan yang berbeda. Penjelasan uraian lebih detail dapat dilihat seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Topologi jaringan

No	Perangkat	Interfaces	IP Address
1	<i>Router-Master</i>	Ethernet0	192.168.1.2/24
		Ethernet1	10.10.10.2/30
2	<i>Router-Backup1</i>	Ethernet0	192.168.1.3/24
		Ethernet1	10.10.10.6/30
3	<i>Router-Backup2</i>	Ethernet0	192.168.1.4/24
		Ethernet1	10.10.10.10/30
4	<i>Router-A</i>	Ethernet0	192.168.2.1/24
		Ethernet1	10.10.10.1/30
		Ethernet2	10.10.10.5/30
		Ethernet3	10.10.10.9/30
5	<i>Switch-A</i>	Ethernet0	N/A
		Ethernet1	N/A
6	<i>Switch-B</i>	Ethernet0	N/A
		Ethernet1	N/A
		Ethernet2	N/A
		Ethernet3	N/A
7	<i>Client</i>	GigaEthernet0	192.168.1.5/24
8	<i>Server</i>	GigaEthernet0	192.168.2.2/24
9	N/A	<i>Virtual Gateway</i>	192.168.1.1/24

3.4 KONFIGURASI ROUTER

Pada penelitian ini *router* VyOS yang dipakai dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan untuk melakukan penelitian berupa konfigurasi ip *address* pada

masing-masing *interfaces router*, kemudian konfigurasi *routing BGP*, dan terakhir dilakukan konfigurasi *vrrp* dan *virtual gateway* pada *router*.

3.4.1 KONFIGURASI IP ADDRESS

Pada penelitian ini konfigurasi pertama kali yang dilakukan adalah *ip address* pada masing-masing *router* serta *client* dan *server*, pada *router-master* dilakukan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth0* dengan *ip address* 192.168.1.2/24 dan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth1* dengan *ip address* 10.10.10.2/30 seperti pada Gambar 3.3. pada *router-backup1* dilakukan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth0* dengan *ip address* 192.168.1.3/24 dan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth1* dengan *ip address* 10.10.10.6/30 seperti pada Gambar 3.4. pada *router-backup2* dilakukan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth0* dengan *ip address* 192.168.1.5/24 dan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth1* dengan *ip address* 10.10.10.10/30 seperti pada Gambar 3.5. pada *router-a* dilakukan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth0* dengan *ip address* 10.10.10.1/30, konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth1* dengan *ip address* 10.10.10.5/30, konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth2* dengan *ip address* 10.10.10.9/30, dan konfigurasi *ip address* pada *interfaces eth3* dengan *ip address* 192.168.2.1/30 seperti pada Gambar 3.6.

```
interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 192.168.1.2/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:04:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
    vrrp {
      vrrp-group 10 {
        advertise-interval 1
        preempt true
        priority 200
        virtual-address 192.168.1.1/24
      }
    }
  }
  ethernet eth1 {
    address 10.10.10.2/30
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:04:00:01
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
}
```

Gambar 3.3 Konfigurasi Ip Address Router-Master

```

interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 192.168.1.3/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:03:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
    vrrp {
      vrrp-group 10 {
        advertise-interval 1
        preempt true
        priority 150
        virtual-address 192.168.1.1/24
      }
    }
  }
  ethernet eth1 {
    address 10.10.10.6/30
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:03:00:01
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
}

```

Gambar 3.4 Konfigurasi Ip Address Router-Backup1

```

interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 192.168.1.4/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:02:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
    vrrp {
      vrrp-group 10 {
        advertise-interval 1
        preempt true
        priority 100
        virtual-address 192.168.1.1/24
      }
    }
  }
  ethernet eth1 {
    address 10.10.10.10/30
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:02:00:01
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
}

```

Gambar 3.5 Konfigurasi Ip Address Router-Backup2

```

interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 10.10.10.1/30
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:01:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
  ethernet eth1 {
    address 10.10.10.5/30
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:01:00:01
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
  ethernet eth2 {
    address 10.10.10.9/30
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:01:00:02
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
  ethernet eth3 {
    address 192.168.2.1/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:01:00:03
    smp_affinity auto
    speed auto
  }
}

```

Gambar 3.6 Konfigurasi Ip Address Router-A

Hal yang sama juga dilakukan pada *client* dan *server*, pada *client* dilakukan konfigurasi ip *address* dengan ip 192.168.1.5/24 dan pada *server* juga dilakukan konfigurasi ip *address* dengan ip 192.168.2.2/24.

Ip *address* sendiri berfungsi sebagai alamat yang memungkinkan perangkat untuk saling berkomunikasi dan bertukar data, sedangkan untuk /24 dan /30 adalah *prefix* dari subnetmask, masing-masing *prefix* memiliki nilai *subnetmask* 255.255.255.0 yang menyediakan 256 host ip dan 255.255.255.252 yang menyediakan 4 *host* ip.

3.4.2 KONFIGURASI *ROUTING* BGP

Routing merupakan hal yang penting didalam *layer network* atau *layer 3* dalam osi *layer*, *routing* ini berperan penting dirouter dalam penentuan jalur yang akan dilewati suatu data atau paket menuju tujuannya. *Routing* yang dipakai pada penelitian ini berupa BGP dengan *autonomous system number* 100 dan 200, konfigurasi BGP dilakukan di semua *router* yang ada.

Konfigurasi *routing* BGP pada *router-master* menggunakan *autonomous system number* 100 dengan *neighbor* 10.10.10.1 *remote-as* 200 serta *network* 10.10.10.0/30 dan *network* 192.168.1.0/24 seperti Gambar 3.7. *Neighbor* dan *remote-as* merujuk pada *router* tetangga yang terhubung dengan *router* VyOS melalui jaringan BGP yang disertai *autonomous system number* *router* tetangga tersebut. *Network* merujuk pada menentukan jaringan mana yang akan diadvertise ke dalam jaringan BGP dan diatur untuk ditransmisikan ke *router* lain dalam jaringan.

```
protocols {
  bgp 100 {
    neighbor 10.10.10.1 {
      remote-as 200
    }
    network 10.10.10.0/30 {
    }
    network 192.168.1.0/24 {
    }
  }
}
```

Gambar 3.7 *Routing* BGP ASN 100 pada *Router-Master*

Konfigurasi *routing* BGP pada *router-backup1* menggunakan *autonomous system number* 100 dengan *neighbor* 10.10.10.5 *remote-as* 200 serta *network* 10.10.10.4/30 dan *network* 192.168.1.0/24 seperti Gambar 3.8. *Neighbor* dan *remote-as* merujuk pada *router* tetangga yang terhubung dengan *router* VyOS melalui jaringan BGP yang disertai *autonomous system number* *router* tetangga tersebut. *Network* merujuk pada menentukan jaringan mana yang akan di *advertise* ke dalam jaringan BGP dan diatur untuk ditransmisikan ke *router* lain dalam jaringan.

```
protocols {
  bgp 100 {
    neighbor 10.10.10.5 {
      remote-as 200
    }
    network 10.10.10.4/30 {
    }
    network 192.168.1.0/24 {
    }
  }
}
```

Gambar 3.8 Konfigurasi *Routing* BGP ASN 100 pada *Router-Backup1*

Konfigurasi *routing* BGP pada *router-backup2* menggunakan *autonomous system number* 100 dengan *neighbor* 10.10.10.9 *remote-as* 200 serta *network*

10.10.10.8/30 dan *network* 192.168.1.0/24 seperti Gambar 3.9. *Neighbor* dan *remote-as* merujuk pada *router* tetangga yang terhubung dengan *router* VyOS melalui jaringan BGP yang disertai *autonomous system number* *router* tetangga tersebut. *Network* merujuk pada menentukan jaringan mana yang akan di *advertise* ke dalam jaringan BGP dan diatur untuk ditransmisikan ke *router* lain dalam jaringan.

```
protocols {
  bgp 100 {
    neighbor 10.10.10.9 {
      remote-as 200
    }
    network 10.10.10.8/30 {
    }
    network 192.168.1.0/24 {
    }
  }
}
```

Gambar 3. 9 Konfigurasi *Routing* BGP ASN 100 pada *Router-Backup2*.

```
protocols {
  bgp 200 {
    neighbor 10.10.10.2 {
      remote-as 100
    }
    neighbor 10.10.10.6 {
      remote-as 100
    }
    neighbor 10.10.10.10 {
      remote-as 100
    }
    network 10.10.10.0/30 {
    }
    network 10.10.10.4/30 {
    }
    network 10.10.10.8/30 {
    }
    network 192.168.2.0/24 {
    }
  }
}
```

Gambar 3.10 Konfigurasi *Routing* BGP ASN 200 pada *Router-A*

Konfigurasi *routing* BGP pada *router-a* menggunakan *autonomous system number* 200 dengan *neighbor* 10.10.10.2 *remote-as* 100, *neighbor* 10.10.10.6 *remote-as* 100 dan *neighbor* 10.10.10.10 *remote-as* 100 serta *network* 10.10.10.0/30, *network* 10.10.10.4/30, *network* 10.10.10.8/30, dan *network* 192.168.2.0/24 seperti Gambar 3.10. *Neighbor* dan *remote-as* merujuk pada *router* tetangga yang terhubung dengan *router* VyOS melalui jaringan BGP yang disertai *autonomous system number* *router* tetangga tersebut. *Network* merujuk pada menentukan jaringan mana yang akan di *advertise* ke dalam jaringan BGP dan diatur untuk ditransmisikan ke *router* lain dalam jaringan.

3.4.3 KONFIGURASI VRRP

Pada penelitian ini menggunakan *router backup* untuk mendukung ketersediaan dalam suatu jaringan dengan menggunakan protokol vrrp.

Pada *router-master interfaces eth0* dilakukan konfigurasi vrrp dengan vrrp-group 10, *priority* 200 serta *virtual-address* 192.168.1.1/24 seperti terlihat pada Gambar 3.11. Pada vrrp-group ini merujuk pada pengelompokkan beberapa antarmuka fisik atau *virtual* pada *router* dan membuat mereka menjadi anggota dari suatu *group* VRRP yang mana pada penelitian ini *group* vrrp memiliki nilai 10. *Priority* pada konfigurasi berguna untuk menentukan prioritas *router* dalam sebuah vrrp-group, nilai prioritas yang lebih tinggi menunjukkan bahwa *router* tersebut lebih diutamakan untuk menjadi *virtual router*, maka dari itu *router* ini menjadi *router master* atau *router* utama seperti terlihat pada Gambar 3.11. *Virtual-address* digunakan untuk menentukan alamat IP *virtual* yang digunakan oleh *router virtual* dalam sebuah vrrp-group. Alamat IP *virtual* adalah alamat IP yang digunakan oleh *router virtual* sebagai alamat default *gateway* oleh *client* di jaringan.

```
interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 192.168.1.2/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:04:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
    vrrp {
      vrrp-group 10 {
        advertise-interval 1
        preempt true
        priority 200
        virtual-address 192.168.1.1/24
      }
    }
  }
}
```

Gambar 3.11 Protokol VRRP pada *Router-Master*

Pada *router-backup1 interfaces eth0* dilakukan konfigurasi vrrp dengan vrrp-group 10, *priority* 150 serta *virtual-address* 192.168.1.1/24 seperti terlihat pada Gambar 3.12. Pada vrrp-group ini merujuk pada pengelompokkan beberapa antarmuka fisik atau *virtual* pada *router* dan membuat mereka menjadi anggota dari suatu *group* vrrp yang mana pada penelitian ini *group* vrrp memiliki nilai 10.

Priority pada konfigurasi berguna untuk menentukan prioritas *router* dalam sebuah *vrrp-group*, nilai prioritas yang lebih tinggi menunjukkan bahwa *router* tersebut lebih diutamakan untuk menjadi *virtual router*, maka dari itu *router* ini menjadi *router backup* seperti terlihat pada Gambar 3.12. *Virtual-address* digunakan untuk menentukan alamat IP *virtual* yang digunakan oleh *router virtual* dalam sebuah *vrrp-group*. Alamat IP *virtual* adalah alamat IP yang digunakan oleh *router virtual* sebagai alamat *default gateway* oleh *client* di jaringan.

```
interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 192.168.1.3/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:03:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
    vrrp {
      vrrp-group 10 {
        advertise-interval 1
        preempt true
        priority 150
        virtual-address 192.168.1.1/24
      }
    }
  }
}
```

Gambar 3.12 Protokol VRRP pada *Router-Backup1*

Pada *router-backup2 interfaces eth0* dilakukan konfigurasi *vrrp* dengan *vrrp-group 10*, *priority 100* serta *virtual-address 192.168.1.1/24* seperti terlihat pada Gambar 3.13. Pada *vrrp-group* ini merujuk pada pengelompokkan beberapa antarmuka fisik atau *virtual* pada *router* dan membuat mereka menjadi anggota dari suatu *group* VRRP yang mana pada penelitian ini *group vrrp* memiliki nilai 10. *Priority* pada konfigurasi berguna untuk menentukan prioritas *router* dalam sebuah *vrrp-group*, nilai prioritas yang lebih tinggi menunjukkan bahwa *router* tersebut lebih diutamakan untuk menjadi *virtual router*, maka dari itu *router* ini menjadi *router backup* seperti terlihat pada Gambar 3.13. *Virtual-address* digunakan untuk menentukan alamat IP *virtual* yang digunakan oleh *router virtual* dalam sebuah *vrrp-group*. Alamat IP *virtual* adalah alamat IP yang digunakan oleh *router virtual* sebagai alamat *default gateway* oleh *client* di jaringan.

```

interfaces {
  ethernet eth0 {
    address 192.168.1.4/24
    duplex auto
    hw-id 50:00:00:02:00:00
    smp_affinity auto
    speed auto
    vrrp {
      vrrp-group 10 {
        advertise-interval 1
        preempt true
        priority 100
        virtual-address 192.168.1.1/24
      }
    }
  }
}

```

Gambar 3.13 Protokol VRRP pada *Router-Backup2*

3.5 SKENARIO PENGUJIAN

Skenario pengujian pada penelitian yang dibuat menggunakan *simulator network* berupa EVE-NG yang dirancang dengan 4 *router*, 2 *switch*, dan 1 *client* dan *server*. *Client* dan *server* berfungsi sebagai pengujian perfomansi QoS pada jaringan berupa *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* dengan menggunakan *software* D-ITG dan *wireshark*. Pada topologi terdapat 3 *router* yaitu *router-master*, *router-backup1* dan *router-backup2*. *router-a* juga terhubung dengan *router-master*, *router-backup1* dan *router-backup2*. 3 *router* yaitu *router-master*, *router-backup1* dan *router-backup2* akan berfungsi sebagai pengujian sistem *link off* yang mana *router-master* berfungsi sebagai jalur utama dalam meneruskan paket sedangkan *router-backup1* dan *router-backup2* berfungsi sebagai jalur *backup* dalam meneruskan paket. Sistem VRRP diuji dengan cara menghitung waktu konvergensi ketika *router-master* mengalami *down*. Rute pada topologi ini dibuat untuk jalur pengiriman paket antara *client* dan *server* agar tetap bisa saling bertukar paket.

Tahap pengujian pertama pada penelitian ini dengan 3 (tiga) skenario yaitu, skenario pengujian QoS tanpa *failover* yang mana jalur utama yang akan dilewatkan data atau paket adalah *router-master*, simulasi tanpa *failover* berupa *router-master on*, *router backup1 on* dan *router backup2 on* seperti pada, skenario selanjutnya berupa skenario pengujian qos dengan *failover1* yang mana jalur utama yang akan dilewatkan data atau paket adalah *router-backup1*, simulasi *failover1* berupa *router-master off*, *router-backup1 on* dan *router-backup2 on* dan

terakhir adalah skenario pengujian QoS dengan *failover2* yang mana jalur utama yang akan dilewatkan data atau paket adalah *router-backup2*, simulasi *failover2* berupa *router-master off*, *router-backup1 off* dan *router-backup2 on*, semua skenario tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.6 Skenario pengujian QoS tanpa *failover*, *failover1* dan *failover2*

Protokol Data	Time Sending	Banyak Pengujian	Besar Data	Parameter QoS			
TCP	25	20	5 MB	<i>Throughput</i>	<i>Delay</i>	<i>Jitter</i>	<i>Packet Loss</i>
			10 MB				
			15 MB				
			20 MB				
			25 MB				
UDP	25	20	5 MB				
			10 MB				
			15 MB				
			20 MB				
			25 MB				

Langkah pengujian berikutnya dilakukan dengan memutuskan koneksi (*link off*) ketika *host* mengirimkan paket ICMP. Untuk menciptakan skenario *link off*, salah satu *router* yang mengaktifkan protokol VRRP dinonaktifkan. Proses waktu konvergensi diuji sebanyak 20 kali dengan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konvergensi ketika *link off* terjadi, dapat dilihat berdasarkan informasi skenario pengujian dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Skenario pengujian *link off*

Skenario	<i>Router-Master</i>	<i>Router-Backup1</i>	<i>Router-Backup2</i>	Banyak Pengujian
	<i>Priority 200</i>	<i>Priority 150</i>	<i>Priority 100</i>	
1	<i>Off</i>	On (<i>Link Utama</i>)	<i>On</i>	20
2	<i>Off</i>	<i>Off</i>	On (<i>Link Utama</i>)	20