



Implementasi *Dynamic Multipoint Virtual Private Network Dual Hub*

Nanda Iryani, Dyas Dendi Andika *

*Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Teknik Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. DI Panjaitan No.128, Karang Reja, Purwokerto Kidul, Kec. Purwokerto Sel., Jawa Tengah*

*Email Penulis Koresponden: 18101046@ittelkom-pwt.ac.id.

Abstrak :

DMVPN menghadirkan sebuah solusi bagaimana menghubungkan beberapa perusahaan secara dinamis, fleksibel, cepat dan aman. Penelitian ini berusaha untuk menerapkan DMVPN *Dual Hub* yang menghasilkan ketersediaan jaringan yang tetap tinggi bahkan ketika salah satu perangkat pada DMVPN mengalami *down*. DMVPN *Dual Hub* menggunakan *routing IGP link state* dan *distance vector* dimana nantinya akan dicari nilai QoS terbaik diantara keduanya yang merujuk pada standar TIPHON ETSI. Penelitian menerapkan konsep *High Availability*. Hasil yang didapatkan ketika menerapkan DMVPN *dual hub* pada jaringan menunjukkan jika baik dari segi *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* nilai terbaiknya terjadi ketika skenario komunikasi antar *spoke* atau antar cabang dengan menggunakan EIGRP dengan nilai *throughput* yang dihasilkan 3.324,774 kbps, *delay* terbaik berada di angka 255,02 ms, untuk *jitter* yang diperoleh sebesar 2,16 ms dan untuk *packet loss* semuanya skenario berada di nilai 0,01%. Nilai parameter yang ada berdasarkan standar TIPHON tergolong kedalam kategori sangat bagus untuk *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*, sedangkan *delay* masuk ke kategori. Skenario pemodelan berikutnya mencoba hanya menggunakan satu buah hub saja, dari skenario tersebut diperoleh jika parameter yang dihasilkan *routing EIGRP* dan OSPF sama sama berimbang dengan *throughput* terbaik dimiliki oleh OSPF yaitu 3.114,231 kbps, kategori *delay* dimiliki oleh EIGRP kategori standar sedang berada dinilai 408,64 ms, *jitter* beserta *packet loss* kategori standar sangat bagus, keduanya dimiliki OSPF dan EIGRP dengan nilai berturut turut adalah 2,30 ms dan 0,01% dengan catatan model komunikasi terbaiknya sama-sama menggunakan komunikasi *hub spoke*. Hasil pengukuran QoS yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat kenaikan performa yang signifikan ketika menerapkan konsep *High Availability* pada DMVPN.

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license



Kata Kunci:

DMVPN;
Routing IGP;
High Availability;
Quality of Service;

Riwayat Artikel:

Diserahkan 30 Januari 2021
Direvisi 15 Juni 2021
Diterima 5 Juli 2021
Dipublikasi 21 Agustus 2021

DOI:

10.22441/incomtech.v11i2.10839

1. PENDAHULUAN

Internet merupakan kebutuhan mutlak yang wajib dipenuhi pada hampir seluruh elemen masyarakat. Penggunaan internet dipakai dari mulai kepentingan individu hingga keperluan dalam suatu perusahaan dengan ruang cakup kecil sampai perusahaan perusahaan besar. Internet ini tentunya digunakan untuk membantu dalam pelaksanaan aktivitas, pekerjaan dan kegiatan yang ada seperti komunikasi data, transaksi data, atau pemusatan suatu data. Suatu perusahaan perusahaan yang ada tentunya memerlukan suatu cara untuk menjalin hubungan koneksi komunikasi tersebut dengan cepat, aman dan tepat [1].

Terdapat suatu teknologi bernama *Dynamic Multipoint Virtual Private Network* (DMVPN) yang merupakan solusi yang cocok untuk menyediakan berbagai syarat-syarat tersebut. DMVPN merupakan salah satu jenis protokol *Virtual Private Network* (VPN), yang dikembangkan oleh Cisco yang menyediakan sebuah komunikasi data secara *real time* yang aman tentunya dengan fleksibilitas yang tinggi dan sifatnya yang dinamis [2].

Bagus atau buruknya suatu jaringan dalam menangani proses pengiriman data tersebut akan merujuk kepada nilai *Quality of Service* (QoS) ([1]. QoS dapat dikatakan sebagai standar pengukuran yang menentukan seberapa bagus kualitas suatu jaringan yang digunakan untuk mengecek dan mengetes parameter-parameter yang ada dalam jaringan seperti *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan *throughput* [3].

Peneliti [4] pernah melakukan simulasi implementasi dari DMVPN, dalam penelitian tersebut berfokus bagaimana membangun fase 2 DMVPN dengan perangkat *router* Cisco yang dijalankan menggunakan *software Network Emulator Graphical Network Simulator 3* (GNS3). Peneliti [4] mengamati bagaimana proses komunikasi yang terjadi pada DMVPN dan hasilnya dalam penelitian tersebut dikatakan apabila DMVPN menjadi sebuah solusi alternatif dari penggunaan tradisional VPN yang mampu mengurangi jumlah *hops* sehingga membantu mengurangi *delay* dalam jaringan. Kinerja dari DMVPN pernah dikaji oleh peneliti [5] sebelumnya. Penelitian tersebut membahas mengenai kinerja DMVPN setiap fase yang ada, dari fase 1 sampai fase 3. *Routing protocol* yang dijalankan pada penelitian tersebut hampir mencakup semua *routing protocol* diantaranya *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP), *Open Shortest Path First* (OSPF) yang dijalankan bersamaan dengan *routing Border Gateway Protocol* (BGP), dan *Routing Information Protocol Version 2* (RIPV2). Peneliti tersebut menggunakan perangkat Cisco untuk menjalankan simulasinya. Dalam penelitian tersebut, nilai *throughput* terbaik berada ketika DMVPN menggunakan fase 2 RIPV2-BGP. *Jitter* terkecil ketika menggunakan fase 2 EIGRP-BGP, untuk *packet loss* nilai terbaik jatuh pada fase 3 RIPV2-BGP, dan terakhir untuk *network convergence* nilai terbagus diperoleh ketika DMVPN menggunakan fase 1 EIGRP-BGP. Sejalan dengan peneliti [5], peneliti [6] secara garis besar mengkaji DMVPN dari sisi yang hampir sama. Peneliti [6] berupaya untuk mengevaluasi performansi dari fase 1 sampai fase 3 DMVPN dengan membandingkan dengan *routing protocol* RIP, OSPF dan EIGRP. Parameter yang diukur dalam penelitian tersebut terdiri dari *throughput*, *jitter* dan *packet loss*. Hasil yang didapatkan oleh peneliti [5] menyatakan apabila nilai *throughput* terbaik ketika menggunakan fase DMVPN 2 RIP, nilai terbaik *jitter* beserta

packet loss didapatkan ketika DMVPN dijalankan dengan fase 2 dan menggunakan EIGRP. Uji performansi dilakukan juga peneliti [7], dengan implementasi DMVPN yang ada diujikan dengan menggunakan *video conference*. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut menunjukan jika *routing protocol* EIGRP menjadi pilihan terbaik apabila ingin menjalankan DMVPN pada *video conference*.

Berbagai penelitian yang ada sebelumnya menerapkan dengan berbagai model dan skenario pengujian yang berbeda beda, tetapi terdapat beberapa kesamaan dari peneliti-peneliti tersebut. Kesamaan yang dapat dikutip dari penelitian yang sudah pernah dilakukan tersebut antara lain semua peneliti menggunakan perangkat *router* yang dimiliki vendor Cisco untuk menjalankan DMVPN, selain itu DMVPN yang dibangun hanya menerapkan *hub* tunggal sebagai sentral dari DMVPN. *Point* yang sama lainnya dari penelitian sebelumnya juga dipaparkan apabila nilai QoS terbaik cenderung didominasi ketika menggunakan *routing protocol* EIGRP. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan suatu jaringan DMVPN dengan merujuk seperti penelitian yang sudah ada [4,5,6], namun akan mencoba menerapkan konsep desain topologi yang berbeda dengan menambahkan sebuah *hub* atau sentral dari DMVPN sehingga menciptakan konsep *High Availability* (HA) pada DMVPN. Peneliti akan mencoba meninjau kembali performansi dari *routing protocol* EIGRP yang berbasis *distance vector* dengan *routing protocol* OSPF yang berbasis *link state* dengan mengukur kualitas QoS yang dihasilkan dimana kinerja parameter-parameter jaringan yang ada akan langsung mengacu pada standar TIPHON ETSI.

2. METODE

2.1 Alur Penelitian

Penelitian ini membangun DMVPN menggunakan perangkat lunak emulator jaringan bernama GNS3. Perangkat akan menggunakan *router* dan *switch* dari Cisco. Konfigurasi utama DMVPN akan berpusat pada perangkat *router* yang ada. Jaringan akan diberikan pengalamatan *internet protocol* (IP) terlebih dahulu pada setiap *interface* yang terpasang di *router*. Setiap *router* yang ada dalam DMVPN akan dihubungkan terlebih dahulu secara langsung dengan menggunakan *static default route* barulah setelahnya dapat dilakukan pembuatan jalur *interface tunnel* yaitu sebuah *logical interface* yang digunakan sebagai jalur komunikasi pada DMVPN. Pembuatan DMVPN tersebut akan dibarengi dengan konfigurasi utama DMVPN dan kemudian dilanjutkan pemasangan *routing interior link state* yaitu OSPF dan *routing interior distance vector*, EIGRP, konfigurasi *routing* tersebut diperlukan untuk menghubungkan *network* yang berada di dalam masing masing *router* yang ada. Kedua *routing protocol* tersebut akan dicoba diterapkan pada jaringan DMVPN secara bergantian, setelah dipastikan keduanya berjalan dengan sukses, baru yang dilakukan adalah mencari nilai parameter yang dihasilkan dari kedua *routing protocol* berbeda yang dijalankan tersebut.

2.2 Skenario Penelitian

DMVPN yang dibangun akan menerapkan konsep *dual hub*, hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan sebuah *single point of failure* sehingga

mendukung konsep HA, dengan adanya hal tersebut membuat jaringan DMVPN akan tetap bekerja apabila salah satu pusat komunikasi *router* mengalami *down*. Di sisi lain *dual hub* berfungsi sebagai *load balancing* untuk komunikasi untuk komunikasi antar *client* yang ada. Pengiriman paket dari *client* yang berada di kantor cabang menuju *client* yang berada di kantor pusat tidak hanya bertumpuk pada satu buah *link* saja, melainkan menggunakan beberapa *link* atau jalur yang ada untuk bertukar data. Skema komunikasi antar *client* yang ada nantinya memiliki dua kondisi. Kondisi pertama terjadi ketika kedua pusat DMVPN yaitu *hub router* menyala. Kondisi kedua adalah akan mematikan salah satu komponen pusat dari DMVPN. Pengujian DMVPN akan menggunakan perintah *traceroute* untuk dapat mengetahui jalur *interface* mana saja yang digunakan untuk mengirimkan data dari pengirim ke penerima, sedangkan skema pengujian pada DMVPN akan dilakukan dengan mengirimkan paket TCP sebanyak 30 kali menggunakan *traffic generator* untuk menemukan nilai parameter-parameter QoS seperti *throughput*, *jitter*, *delay* maupun *packet loss*.

2.3 DMVPN

DMVPN merupakan solusi yang dikeluarkan oleh Cisco terhadap pesatnya pertumbuhan kebutuhan akan internet terutama bagi perusahaan supaya dapat terhubung dengan cabang cabang yang ada. DMVPN menghubungkan kantor pusat dan kantor cabang dengan biaya penerapan, kompleksitas seminim mungkin akan tetapi memiliki fleksibilitas jaringan yang tinggi. DMVPN bukanlah sebuah protokol tunggal, didalamnya terdapat berbagai protokol penyusun dari jaringan DMVPN [8]. Komponen penyusun yang pertama *Next hop resolution Protocol* (NHRP) yang digunakan untuk memetakan *ip address underlay* (*ip address* yang digunakan sebagai sumber dan destinasi *tunnel*) ke dalam *overlay address* (*ip address* untuk komunikasi pada jalur *tunnel*). Protokol yang wajib kedua dalam penyusunan DMVPN adalah *Multipoint Generic Routing Encapsulation* (MGRE) yaitu protokol yang bertanggung jawab dalam pembuatan jalur *tunnel* secara *multipoint* dan dinamis [2]. Kedua protokol yang ada akan berjalan dengan menggunakan sebuah *routing* dinamis yang didalamnya mengandung *rule* yang menentukan jalur mana saja nantinya yang dilewati dalam sebuah jaringan [1]. DMVPN ini menggunakan konsep *client server*, dimana bagian *server* atau pusat yang menjalankan DMVPN disebut sebagai *hub*, dan bagian *client*-nya disebut *spoke* [1, 2, 8].

2.4. High Availability (HA)

HA merupakan sebuah konsep pada suatu infrastruktur yang akan mencegah suatu sistem yang berjalan pada infrastruktur tersebut mengalami kegagalan pengoperasian. Dalam istilah lain HA sering disebut sebagai *failover* yang berarti sebuah *mode backup* ketika suatu perangkat mengalami kegagalan sistem baik dari segi *power*, *service*, *database* ataupun jaringannya. HA ini umumnya bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan layanan ketika terdapat suatu *down* pada sistem [9,10].

2.5. Load Balancing

Load balancing dapat dikatakan sebagai salah satu model dari penerapan HA yang cara kerjanya akan menyeimbangkan trafik atau beban yang dikirim pada suatu

jaringan dengan biasanya terjadi jika ada lebih dari satu jalur koneksi. Tujuan utama dari *load balancing* tentunya selain sebagai penyeimbang trafik, berfungsi juga supaya trafik yang ada menjadi lebih optimal yang nanti berdampak kepada pemaksimalan *throughput* yang ada, mempersingkat waktu pengiriman dan juga menghindari beban yang bertumpuk pada satu jalur saja [11].

2.6. Open Shortest Path First

OSPF merupakan sebuah *routing protocol* dinamis yang bersifat terbuka dengan berbasis pada algoritma *Shortest Path First* (SPF). OSPF dapat mengetahui kondisi suatu jaringan yang didalamnya terdapat beberapa perubahan, contohnya salah satu *interface* mati atau *router* yang *down* dengan sesegera mungkin melakukan perhitungan guna penentuan jalur terbaik yang baru dimana tentunya menghindari adanya *loop*. OSPF termasuk dalam kategori *routing link state* yang berarti kinerjanya berdasarkan pada *bandwidth* dan mempunyai kebutuhan akan memori yang besar [12, 13].

2.7. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

EIGRP dapat dikatakan sebagai *routing protocol* yang bersifat tertutup dimana hanya dapat digunakan pada perangkat *router* Cisco atau dikenal dengan istilah Cisco *proprietary*. EIGRP ini sebagai sebuah dinamis *routing protocol* yang berjenis *hybrid distance vector* hal disebut didasari pada prinsip kerja dari EIGRP yang mirip dengan *link state protocol* dengan mengirimkan sebuah *hello packet* [14].

2.8. Quality of Service (QoS)

QoS disebut sebagai indikator yang menentukan bagus tidaknya kualitas dari suatu jaringan tertentu melalui topologi yang berbeda. Terdapat beberapa parameter yang biasa digunakan dalam QoS, diantaranya ada *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* [3].

a. Throughput

Nilai transfer data pada suatu jaringan atau biasa dikenal dengan *throughput* menunjukkan total paket yang masuk kedalam tujuan dibagi dengan durasi pengiriman paket tersebut. Rumus *throughput* dapat dilihat pada persamaan (1) sedangkan kategori standar *throughput* dapat dilihat pada Tabel 1.

$$throughput = \frac{total\ paket\ yang\ dikirim\ (bit)}{durasi\ pengiriman} bps \dots\dots(1)$$

Tabel 1. Kategori Standar *Throughput* [15]

Kategori <i>Throughput</i>	Nilai	Indeks
Sangat Bagus	100 %	4
Bagus	75 %	3
Sedang	50 %	2
Jelek	<25 %	1

b. Delay

Paket yang dikirimkan dalam suatu jaringan membutuhkan waktu untuk sampai ke tujuan. Lamanya waktu yang dibutuhkan paket untuk dikirim

dari penerima menuju tujuannya ini disebut sebagai *delay*. Rumus *delay* dapat diketahui menggunakan rumus pada persamaan (2). Kategori standar *delay* berdasarkan TIPHON ditunjukkan pada Tabel 2.

$$delay = \frac{jumlah\ delay\ (bit)}{jumlah\ paket\ yang\ diterima\ (bps)}\ second... (2)$$

Tabel 2. Kategori Standar *Delay* Berdasarkan TIPHON [15]

Kategori <i>Delay</i>	Nilai	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 – 300 ms	3
Sedang	300 – 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

c. *Jitter*

Paket-paket yang dikirimkan dalam jaringan akan memiliki suatu variasi *delay* atau biasa dikenal dengan *jitter*. Disebut variasi *delay* karena *jitter* ini mengandung variasi-variasi panjang antrian saat dalam waktu proses pengiriman paket. *Jitter* didapatkan sesuai rumus pada persamaan (3). Kategori standar *jitter* berdasarkan TIPHON dapat dilihat pada Tabel 3.

$$jitter = \frac{total\ variasi\ delay}{total\ paket\ yang\ diterima}\ second... (3)$$

Tabel 3. Kategori Standar *Jitter* Berdasarkan TIPHON [15]

Kategori <i>Jitter</i>	Nilai	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 - 75 ms	3
Sedang	75 -125 ms	2
Jelek	125 - 225 ms	1

d. *Packet Loss*

Packet loss digambarkan sebagai berapa jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman terjadi yang dapat disebabkan oleh *collision* ataupun *congestion*. Nilai *packet loss* dapat didapatkan dengan rumus persamaan (4) sedangkan kategori nilai *packet loss* berdasarkan standar TIPHON ditunjukkan pada Tabel 4.

$$packet\ loss = \frac{paket\ yang\ dikirim - paket\ yang\ diterima}{paket\ yang\ dikirim} \times 100\% \dots (4)$$

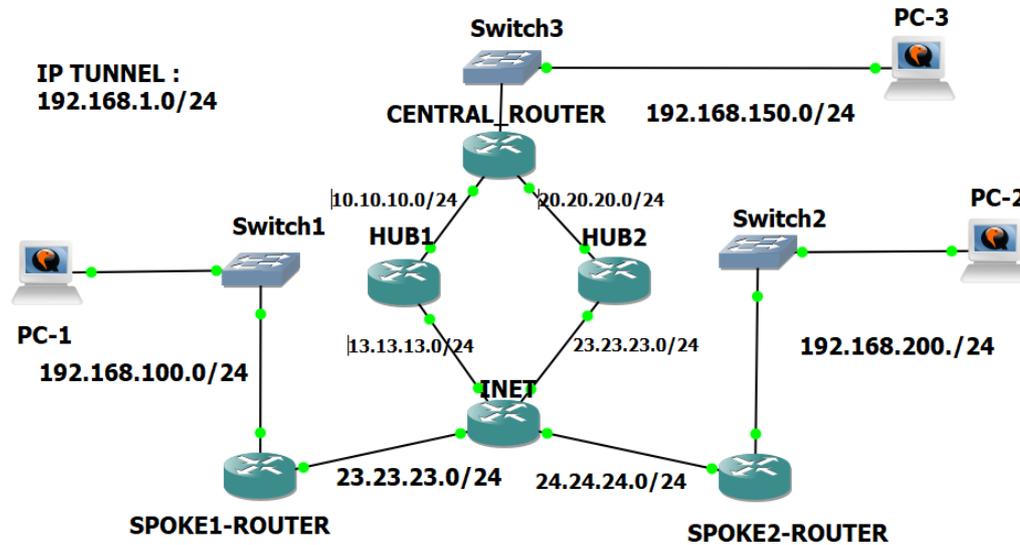
Tabel 4. Kategori Standar *Packet Loss* Berdasarkan TIPHON [15]

Kategori <i>Packet Loss</i>	Nilai	Indeks
Sangat Bagus	0 %	4
Bagus	3 %	3
Sedang	15 %	2
Jelek	25 %	1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Topologi DMVPN

Penelitian DMVPN menggunakan model topologi yang ditunjukkan pada pada Gambar 1.



Gambar 1. Topologi DMVPN

Mengacu pada topologi yang telah dirancang, penelitian ini menggunakan 3 buah PC sebagai *client*, 3 buah *switch*, dan 6 buah *router* Cisco. *Router* yang terdapat pada topologi memiliki peranan masing-masing, yang terbagi menjadi *CENTRAL_ROUTER* yang merupakan *router* pusat yang terhubung ke *client* utama. Dua buah *Router Hub* yang menjadi pusat komunikasi yang paling utama dalam jaringan DMVPN. *Router INET* akan difungsikan sebagai seolah olah jalur internet yang terhubung di antara *hub router* dan *spoke router*. *Spoke router* sendiri akan berperan sebagai kantor cabang dimana masing masing *spoke-router* memiliki *client* masing masing yang nantinya akan bertukar data.

3.2. Pengujian DMVPN

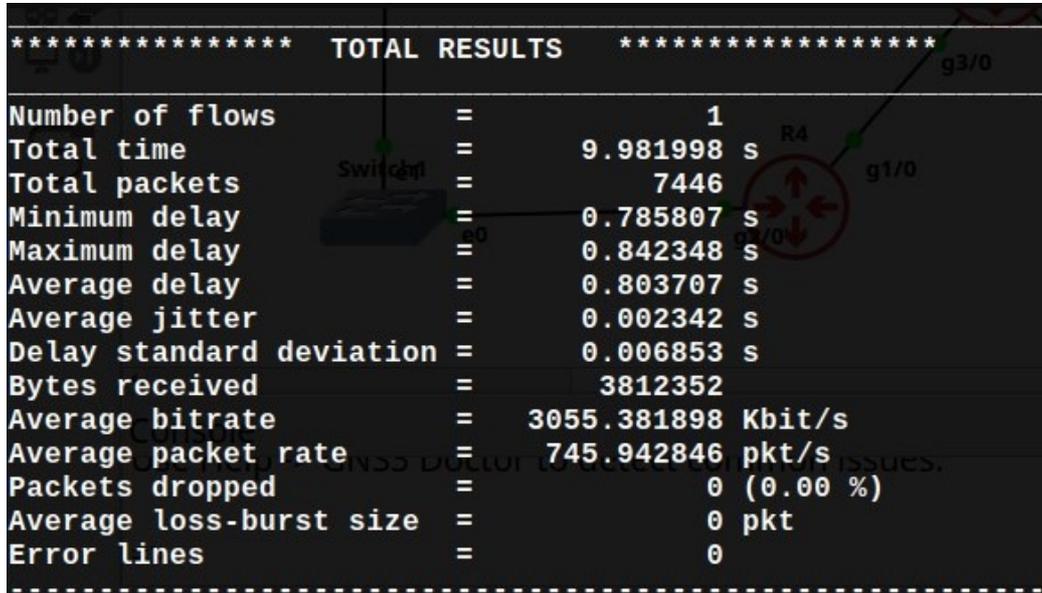
Setelah DMVPN sudah berhasil dijalankan kemudian dilakukan pengujian. Terlihat bahwa proses komunikasi yang ada akan langsung melewati *ip address* 192.168.1.1, dimana ip tersebut merupakan *tunnel*, seperti yang terlihat pada Gambar 2 yang merupakan hasil *traceroute* dari *client spoke* pertama dengan *spoke* kedua. Hasil didapatkan terlihat bahwa pada keduanya akan langsung saling dapat berkomunikasi tanpa melewati *hub router*. DMVPN yang sudah berjalan sesuai dengan skenario yang ada, dapat dicari beberapa nilai parameter QoS-nya.

```
R4#trace 192.168.200.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.200.2
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 192.168.1.5 16 msec 20 msec 28 msec
 2 192.168.200.2 56 msec 40 msec 40 msec
R4#
```

Gambar 2. Pengujian dengan Traceroute

3.3. Hasil Pengukuran DMVPN

Hasil pengujian QoS dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Tabel 5 diperlihatkan hasil pengukuran parameter QoS dalam kondisi kedua *hub* menyala.



Gambar 3. Pengujian *Quality of Service*

Tabel 5. Hasil pengukuran Parameter QoS Kondisi Kedua Hub Menyala

Parameter QoS	Spoke-spoke (EIGRP)	Hub-spoke (EIGRP)	Spoke-spoke (OSPF)	Hub-Spoke (OSPF)
Throughput (kbps)	3.324,774	3.106,015	3.0961,435	3.118,508
Delay (ms)	255,02	408,92	802,78	421,80
Jitter (ms)	2,16	2,29	2,30	2,42
Packet loss (%)	0.01	0,01	0,01	0,01

Skenario pertama dari pengujian jaringan yaitu dengan mengukur parameter QoS ketika semua *hub* yang berfungsi sebagai jantung dari DMVPN menyala semua. Nilai *throughput* yang didapatkan dari metode ini ada pada nilai 3 mbps yang berarti jika merujuk pada standar yang ada tergolong dalam kategori yang sangat baik, dengan nilai terbaik untuk EIGRP pada saat terjadi komunikasi antar *spoke* dengan nilainya sebesar 3.324,774 kbps atau 3,32 mbps. *Throughput* ketika menggunakan OSPF mengalami nilai tertinggi justru ketika komunikasi dari *hub* ke *spoke* dengan nilainya adalah 3.118,508 kbps atau 3.11 mbps. Secara keseluruhan nilai *throughput* paling besar ada pada model komunikasi antar *spoke* dengan EIGRP. Pada delaynya sendiri nilai yang ada lebih bervariasi, kualitas *delay* terbaik pada EIGRP terjadi ketika menggunakan model komunikasi antar *spoke* yaitu sebesar 255,02 ms, sedangkan pada OSPF terjadi ketika model komunikasi dari *hub* menuju *spoke* dengan nilai 421,80. Mengacu pada standar yang ada terlihat jika untuk model komunikasi antar *spoke* dengan EIGRP tergolong dalam kualitas *delay* yang bagus dan sedang untuk model *hub spoke*. Sedangkan pada OSPF kondisi terbaiknya hanya tergolong dalam kategori sedang saja yaitu yang terjadi pada model *hub spoke*. Justru ketika komunikasi antar

spoke dalam OSPF tergolong kedalam kategori yang jelek. Nilai *jitter* yang didapatkan untuk DMVPN semua model yang ada tercakup dalam kategori sangat baik, dimana nilai terbaiknya untuk EIGRP lagi-lagi terjadi ketika menggunakan model *spoke-spoke communication* yaitu berada di nilai 2,16 ms, sedangkan pada OSPF terjadi pada model *hub spoke* dengan nilai 2,42 ms. Pada parameter terakhir, yaitu *packet loss* didapatkan nilai yang sama semua yaitu 0,1% saja. Nilai ini mengacu pada standar yang ada tergolong dalam kondisi yang sangat bagus. Tabel 6 menunjukkan hasil pengukuran parameter QoS dalam kondisi kedua *hub* menyala.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Parameter QoS Kondisi Salah Satu Hub Mati

Parameter QoS	<i>Spoke-spoke</i> (EIGRP)	<i>Hub-spoke</i> (EIGRP)	<i>Spoke-spoke</i> (OSPF)	<i>Hub-Spoke</i> (OSPF)
<i>Throughput</i> (kbps)	3.107,827	3.112,223	3.048,966	3.114,231
<i>Delay</i> (ms)	803,41	408,64	802,663	408,963
<i>Jitter</i> (ms)	28,98	2,30	2,34	2,30
<i>Packet loss</i> (%)	0,01	0,01	0,01	0,01

Skenario disini adalah mengkondisikan ketika salah satu *hub* mengalami *down*, dan berangkat dari kondisi tersebut kemudian diukur nilai parameter QoS-nya. Nilai *throughput* yang ada pada kondisi ini tidak jauh berbeda ketika semua *hub* menyala semua model baik dari *routing* EIGRP maupun OSPF tergolong ke dalam kategori sangat baik dengan model terbaiknya untuk kedua *routing protocol* tersebut kali ini serempak, yaitu ketika kondisi komunikasi *hub spoke*. Nilai keseluruhan terbaik pada *throughput*-nya kali ini diperoleh oleh OSPF yang bernilai 3.114,231 kbps. Nilai *delay* kembali lagi yang menjadi perhatian utama, yang mana kali ini semua kategori model yang ada hanya tergolong kedalam standar sedang sampai buruk saja. Tidak ada model yang menghasilkan sebuah *delay* yang tergolong bagus atau bahkan sangat bagus. Nilai terbaiknya masih dimiliki oleh model *hub spoke* baik EIGRP atau OSPF yang kali ini secara keseluruhan EIGRP dengan *delay* yang bernilai 408,64 ms merupakan nilai yang paling bagus. Sama seperti nilai *throughput* yang mana tidak ada perbedaan kualitas baik menggunakan *dual hub* maupun *single hub*, pada *jitter* dan *packet loss* juga berlaku sifat yang sama. Nilai pada *jitter* termasuk dalam kategori sangat baik jika merujuk pada standar yang ada. Nilai terbaiknya jatuh pada dua skenario sekaligus yaitu model *hub spoke* dengan *routing* EIGRP dan OSPF. Kedua tersebut memiliki nilai yang sama terbaiknya yaitu 2,30 ms. Nilai *packet loss* yang dihasilkannya pun sama persis dengan skenario pertama, semua nilainya menunjukkan 0,01% total paket yang hilang selama proses pengiriman data.

3.4. Perbandingan Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti [5, 6] membahas kinerja DMVPN dengan beberapa *routing protocol* yang sudah ada. Parameter-parameter yang dibahas dalam penelitian tersebut hampir sama dengan parameter yang disinggung pada penelitian ini yaitu mencakup *throughput* dan *jitter* pada [5], sedangkan parameter yang digunakan peneliti [6] terdiri atas *throughput*, *jitter* dan *packet loss*. Nilai yang dihasil dari peneliti sebelumnya tersebut kami ambil yang menjadi nilai terbaik dan dibandingkan dengan nilai terbaik juga yang didapatkan

dari hasil pengukuran yang telah dilakukan. **Tabel 7** menunjukkan hasil perbandingan pengukuran parameter QoS dengan penelitian sebelumnya.

Tabel 7. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Penelitian Sebelumnya

Kategori QoS	Hasil Pengukuran	Hasil Peneliti [5]	Hasil Peneliti [6]
<i>Throughput</i> (bps)	3.324,774	795,8	1237.52
<i>Jitter</i> (ms)	2,16	45,32	11.2146
<i>Packet loss</i> (ms)	0,01	-	0

a. *Throughput*

Hasil *throughput* yang didapatkan oleh peneliti [5] menunjukkan apabila DMVPN berada pada nilai terbaik ketika menggunakan EIGRP-BGP fase 2 dengan nilainya adalah 795,8 Kpbs. Sedikit berbeda dengan [5], DMVPN dengan EIGRP, terutama ketika menggunakan fase 2 pada [6] masih sedikit lebih kecil nilainya dibandingkan dengan fase 2 DMVPN saat menggunakan RIP yaitu bernilai 1237.52 Kpbs. Akan tetapi perlu diketahui bahwa untuk EIGRP dan RIP keduanya merupakan *routing* yang berjenis sama, yaitu *distance vector*. Hasil penelitian tersebut [5, 6] menjelaskan apabila performa *throughput* yang dihasilkan *distance vector* lebih unggul dibandingkan dengan *link state*. Hal tersebut sebanding dengan hasil yang didapatkan pada penelitian kami, karena nilai *throughput* terbaik disini secara keseluruhan dihasilkan ketika menggunakan *routing distance vector* EIGRP akan tetapi pada penelitian kami nilai *throughput* yang dihasilkan dua kali lebih besar yaitu bernilai 332477 kpbs.

b. *Jitter*

Kedua penelitian yang telah dilakukan menghasilkan nilai terbaik untuk *jitter*-nya ketika DMVPN yang ada diterapkan dengan EIGRP, lebih tepatnya pada [5] adalah EIGRP-BGP fase 3 dengan nilainya 45,32 ms, dan DMVPN EIGRP fase 2 pada [6] senilai 11.2146 ms. Hasil yang diperoleh kedua peneliti tersebut juga sebanding dengan pengukuran yang telah dilakukan, dengan nilai terbaiknya ketika menerapkan *routing protocol* EIGRP di dalam DMVPN dengan catatan *jitter* terbaik yaitu hanya 2,16 ms secara keseluruhannya yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada .

c. *Packet loss*

Nilai *packet loss* terbaik pada [5] terjadi ketika DMVPN menggunakan *routing protocol* berjenis *distance vector*, lebih tepatnya adalah fase 1 DMVPN RIPV2-BGP. Saat peneliti [5] mengimplementasikan jenis tersebut tercatat tidak ada *packet loss* yang dihasilkan, sedangkan pada pengukuran *packet loss* yang telah dilakukan pada penelitian ini menunjukkan jika semua jenis DMVPN yang diujikan menghasilkan nilai yang sama yaitu 0,01%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan beberapa pengujian atas dua skenario yang ada untuk mencari nilai nilai parameter QoS. Kedua skenario yang ada tersebut menghasilkan nilai

yang hampir kontras berlawanan. Pada skenario pertama yang mana menggunakan *dual hub*, nilai terbaik dari keseluruhan parameter QoS didapatkan ketika menggunakan *routing* EIGRP dengan model komunikasi *spoke-spoke* atau antar *spoke*. Model tersebut jauh lebih unggul dibandingkan dengan semua model komunikasi, apalagi yang menggunakan OSPF. Semua parameter-parameter QoS dengan model tersebut termasuk kedalam kategori sangat bagus dengan nilai *throughput* sebesar 3.324,774 kbps, *jitter* sebesar 2,16 ms dan *packet loss* yaitu hanya 0,01% , kecuali untuk nilai *delay* yaitu 255,02 ms, masuk kedalam standar bagus saja. Pada skenario pengujian kedua, ketika DMVPN bekerja dengan satu buah *hub* baik EIGRP maupun OSPF keduanya hampir berimbang satu sama lain. Nilai terbaik jatuh pada saat kedua *routing protocol* tersebut dalam kondisi komunikasi pada *hub spoke*. Sayangnya nilai *delay* yang kembali menjadi perhatian. Nilai *delay* yang terbaik yaitu sebesar 408,64 ms diperoleh ketika menggunakan EIGRP. Nilai tersebut hanya tergolong kedalam kategori sedang saja, namun untuk nilai *throughput* yaitu 3.114,231 kbps, *jitter* sebesar 2,30 ms dan *packet loss* 0,01% tergolong dalam kategori sangat baik. Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada penelitian ini diperoleh bahwa nilai *throughput* dan *jitter* mengalami peningkatan dari penelitian yang sudah ada yang berarti menunjukkan bahwa konsep *High Availability* yang diterapkan mampu secara signifikan meningkatkan kinerja dan performa pada DMVPN.

REFERENSI

- [1] A. Firdausi and H. W. Wardani, "Simulasi dan Analisa QoS dalam Jaringan VPN Site To Site Berbasis IPsec dengan Routing Dynamic," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 10, no. 2, p. 49, 2020, doi: 10.22441/incomtech.v10i2.8131.
- [2] R. Khelf and N. Ghoulmi-Zine, "A survey on dynamic multipoint virtual private networks," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2379, no. 1, pp. 15–24, 2018.
- [3] S. Ahdan, O. Firmanto, and S. Ramadona, "Rancang Bangun dan Analisis QoS (Quality of Service) Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) pada RT/RW Net Perumahan Prasanti 2," *J. Teknoinfo*, vol. 12, no. 2, p. 49, 2018, doi: 10.33365/jti.v12i2.89.
- [4] N. Angelescu, D. C. Puchianu, G. Predusca, L. D. Circiumarescu and G. Movila, "DMVPN simulation in GNS3 network simulation software," *2017 9th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/ECAI.2017.8166444.
- [5] M. Rizal and S. U. Masruroh, "Evaluasi Kinerja Jaringan DMVPN Menggunakan Routing Protocol RIPV2, OSPF, EIGRP Dengan BGP," *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, vol. 2, no. 3, pp. 143–150, 2018, doi: 10.14421/jiska.2018.23-03.
- [6] S. U. Masruroh, K. H. P. Widya, A. Fiade, and I. R. Julia, "Performance Evaluation DMVPN Using Routing Protocol RIP, OSPF, And EIGRP," *2018 6th Int. Conf. Cyber IT Serv. Manag.*, no. Citsm, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/CITSM.2018.8674051.
- [7] A. Bahnasse, F. E. Louhab, A. Khiat, A. Badri, M. Talea, and A. Sahel, "Dynamic Multipoint Virtual Private Network influence on Video Conferencing Quality of Service," *2nd Int. Conf. Comput. Appl. Inf. Secur. ICCAIS 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/CAIS.2019.8769447.
- [8] A. K. Farota, "DMVPN (Dynamic Multipoint VPN): a solution for interconnection of sites IPv6 over an IPv4 transport network," *Journal of Telecommunications*, vol. 33, no. 2, 2016.
- [9] Sumarna, H. Nurdin, and F. Wuryo Handono, "Perancangan N-Clustering High Availability Web Server Dengan Load Balancing Dan Failover," *J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 149–154, 2019.
- [10] P. Pratama, "Implementasi High Availability Dan Load Balancing Pada Remote Desktop Gateway Di Pt . Mitra Akses," *Zenodo*, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1216060

- [11] A. Rahmatulloh and F. MSN, "Implementasi Load Balancing Web Server menggunakan Haproxy dan Sinkronisasi File pada Sistem Informasi Akademik Universitas Siliwangi," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 241–248, 2017, doi: 10.25077/teknosi.v3i2.2017.241-248.
- [12] I. Irwansyah, "Penerapan Dynamic Routing Ospf (Open Shortest Path Fisrt) Pada Jaringan Frame-Relay Map," *J. Ilm. Matrik*, vol. 20, no. 1, pp. 75–84, 2018.
- [13] M. Taruk, M. Wati, and E. Maria, "Model Optimasi Routing Protocol OSPF Pada Jaringan Wireless Mesh Dengan MPLS Traffic Engineering," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 1, p. 45, 2019, doi: 10.30872/jim.v14i1.1923.
- [14] Achmad, "Implementasi Routing EIGRP Pada Jaringan Komputer," *Fakt. Exacta*, vol. 9, no. 4, pp. 324–332, 2017, doi: 10.30998/faktorexacta.v9i4.1144.
- [15] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)", *ETSI TR 101 329 V2.1.1 (1999-06)*, 1999.