ANALISIS PERFORMANSI OSPF dan IS-IS PADA JARINGAN Ipv4 MENGGUNAKAN *FREE RANGE ROUTING*

1st Frantino Senegal
Direktorat Kampus Purwokerto
Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
frantinosenegal@student.telkomuniversity.ac.id

2st Iqsyahiro Kresna A.,S.T, M.T.
Direktorat Kampus Purwokerto
Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
hiroka@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Di era globalisasi saat ini, hampir semua orang menggunakan komputer untuk berkomunikasi, dan jaringan komputer semakin luas, menyebabkan lalu lintas yang kacau. Protokol routing memiliki kemampuan untuk mengatur lalu lintas agar lebih terarah. Protocol OSPF dan IS-IS termasuk dalam jenis routing dinamis, dan GNS3 (Graphical Network Simulator 3) digunakan untuk membuat dan mengkonfigurasi routing ini menggunakan IPv4. Penelitian ini menganalisis kinerja dua protokol routing utama dalam lingkungan jaringan IPv4 dengan menggunakan platform Free Range Routing. Untuk menemukan rute pengiriman data terbaik di jaringan komputer, protokol seperti OSPF (Open Shortest Path First) dan IS-IS digunakan. Metode untuk mengevaluasi kualitas layanan jaringan dikenal sebagai Quality of Service (QoS). Dalam studi ini, enam router Free Range Routing terhubung satu sama lain. Alpine Linux digunakan sebagai server dan client, dan sudah terinstall iPerf3. iPerf3 digunakan untuk menguji pengiriman paket data; data yang dikirim berupa paket TCP dan UDP dengan besaran 512Mb, 1024Mb dan 1536Mb dengan pengiriman data dilakukan sepuluh kali untuk setiap beban data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa routing OSPF secara keseluruhan memiliki nilai QoS yang baik dibandingkan dengan routing IS-IS.**

Kata Kunci *: IPv4, IS-IS, OSPF, Routing, Qos.*

I. PENDAHULUAN

Jaringan komputer telah berkembang dengan cepat di era globalisasi. Perkantoran, lembaga pemerintah memiliki jaringan ini untuk meningkatkan kegiatan operasional. Jika lebih banyak pengguna komputer menggunakan jaringan internet, data dapat berjalan lebih lambat [1]. Mengatur lalu lintas jalur jaringan komputer dapat menyelesaikan masalah ini. Routing protokol adalah protokol dalam jaringan komputer yang berfungsi untuk menentukan jalur terbaik bagi pengiriman data antar perangkat dalam jaringan. Perangkat di jaringan yang terhubung ke internet dapat diidentifikasi dengan bantuan protokol jaringan IPv4.[2]

Protokol routing statis dan dinamis adalah dua dari berbagai jenis protokol routing. Protokol routing statis adalah paling dasar dan diatur secara manual, jadi tidak dapat berfungsi jika ada perubahan jaringan. Sebaliknya, protokol routing dinamis lebih rumit dan menggunakan data router lain untuk menentukan rute pengiriman paket secara otomatis. Jenis protokol routing yang dipilih tergantung pada spesifikasi jaringan, Protokol routing statis mungkin cukup untuk jaringan kecil, tetapi routing protokol dinamis lebih sulit dan membutuhkan lebih banyak sumber daya. [3]

Proses penentuan jalur dari host asal ke host tujuan dikenal sebagai routing. Routing merupakan mekanisme pengiriman data dari satu jaringan ke jaringan lain dengan memanfaatkan gateway sebagai perantara untuk meneruskan paket data ke tujuan akhirnya. Konfigurasi *routing* digunakan dalam jaringan komputer untuk memungkinkan komputer satu sama lain terhubung satu sama lain. Proses mencari dan menentukan jalur

pengiriman data terbaik di jaringan komputer dengan menggunakan perangkat yang disebut router dikenal sebagai routing. Beberapa protokol routing dinamis umumnya digunakan dalam jaringan internal perusahaan atau organisasi, termasuk IS-IS (Intermediate System to Intermediate System), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol), RIP (Routing Information Protocol), dan OSPF (Open Shortest Path First). Protokol ini membantu router memilih dan memperbarui rute secara otomatis sesuai dengan kondisi jaringan saat ini.[3]

OSPF adalah protokol routing berbasis Link State terbuka yang dapat diterapkan oleh berbagai perangkat jaringan. Link State sendiri merupakan metode routing dimana setiap router membangun peta lengkap dari seluruh jaringan dan menghitung jalur terbaik ke tujuan berdasarkan informasi tersebut. OSPF routing protocol termasuk dalam kategori Interior Gateway Protocol (IGP) karena digunakan untuk menghubungkan antar-router dalam satu Autonomous System (AS), yaitu sekumpulan jaringan yang dikelola oleh satu organisasi atau otoritas yang sama. Beberapa periset, termasuk Bolt, Beranek, dan Newmans, menurunkan OSPF. Protokol ini dapat diadopsi oleh siapa saja karena bersifat terbuka. [4]

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) mengirimkan informasi menggunakan protokol routing link-state, di mana tiap node atau router akan saling berbagi data. Digital Equiment Corporation (DEC) mengembangkan IS-IS sebagai protokol routing intra domain pada 1980-an, dan kemudian distandarisasikan oleh Organisasi Standar Internasional (ISO) pada ISO/IEC 10589. [5]

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet Protocol Version 4 (IPv4)*

Protokol Internet versi 4 (IPv4) telah digunakan secara luas sejak peluncuran internet secara internasional. Protokol ini menggunakan sistem pengalamatan 32-bit, yang memungkinkan penyediaan sekitar 4,3 miliar alamat IP. Selama lebih dari tiga puluh tahun, protokol ini telah memberikan dukungan untuk koneksi internet. Namun, jumlah ini dianggap tidak lagi mencukupi untuk memenuhi permintaan alamat yang terus meningkat. Alamat IPv4 ditulis dalam format notasi desimal bertitik. Panjang 32-bit alamat IP terdiri dari empat oktet, dengan masing-masing 8-bit. Dengan demikian, jumlah total alamat IP yang tersedia adalah 2/32, atau sekitar 4 miliar alamat IP.[6]

B. *Routing*

Penentukan rute yang akan digunakan untuk mengangkut data dari host awal ke host tujuan merupakan bagian dari proses pemindahan data dari satu jaringan ke jaringan lain[7], Untuk memulai proses routing, router perlu memiliki data berikut:

1. Lokasi pengiriman dataMemahami sumber informasi.
2. Informasi yang digunakan untuk mengarahkan pengiriman data
3. Identifikasi jalur yang dapat digunakan untuk pengiriman data.
4. Determinasi rute yang paling efektif untuk digunakan
5. Pemeliharaan dan pembaruan informasi yang tersedia terkait rute.

Setelah router memperoleh informasi mengenai sumber dan tujuan data, router akan menyusun tabel routing. Kemudian, router akan memilih port yang sesuai untuk meneruskan paket data menuju alamat tujuan.

C. *Open Shortest Path First (OSPF)*

Algoritma Shortest Path First (SPF), yang merupakan turunan dari algoritma Dijkstra, menjadi dasar dari protokol OSPF. Interior Gateway Protocol (IGP), yang juga dikenal sebagai protokol routing internal, dirancang untuk memungkinkan administrator jaringan mengelola router dengan lebih efektif. OSPF menggunakan protokol routing berbasis link-state, yang sangat efisien dalam menyebarkan pembaruan rute. OSPF adalah salah satu jenis routing dinamis yang mengirimkan informasi routing ke semua router dalam suatu Autonomous System (AS). Keunggulan utama dari OSPF adalah kemampuannya untuk mendeteksi perubahan jaringan dan mengembalikan proses routing ke kondisi konvergen dalam waktu yang singkat. Metode routing OSPF juga memastikan bahwa jaringan yang terhubung tidak mengalami looping, karena jalur utama yang terbaik telah dipilih, sementara jalur cadangan tersedia. Jika jalur utama mengalami gangguan, jalur cadangan akan otomatis

mengambil alih fungsi jalur utama.

D. *Intermemediate System to Intermediate System (IS-IS)*

IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) adalah protokol routing yang digunakan untuk mengevaluasi perubahan topologi jaringan dan menentukan apakah perhitungan shortest path first (SPF) harus dilakukan secara keseluruhan atau hanya sebagian. Untuk menjalankan prosesnya, protokol ini menggunakan algoritma link-state. IS-IS awalnya dibuat untuk routing paket pada ISOCLNP dan hello packet, yang memungkinkan konvergensi jaringan yang cepat saat perubahan topologi terjadi. Metode ini dapat digunakan pada jaringan yang berbasis IPv4 dan IPv6. Jaringan IS-IS terdiri dari berbagai sistem otonom (AS) yang terhubung satu sama lain. Sistem akhir bertanggung jawab untuk mengirim dan menerima paket, sedangkan sistem intermedier bertanggung jawab untuk mengirim, menerima, dan meneruskan paket. Dalam penelitian ini, routing IS-IS dikonfigurasi menggunakan mode Level-2, karena hanya digunakan satu area untuk semua router. Hal ini bertujuan untuk menyederhanakan konfigurasi dan menguji kemampuan IS-IS dalam jaringan flat (non-hierarkis), serta agar sebanding dengan OSPF yang juga menggunakan satu area (area 0).

E. *Free Range Routing (FRR)*

Free Range Routing adalah routing open source yang dikembangkan pada tahun 2017 oleh Quangga dan Zebra. Free Range Routing menyediakan layanan perutean konvensional seperti BGP (Border Gateway Protocol), RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), dan IS-IS (Intermediate System to Intermediate System), yang dapat digunakan secara gratis dan dikembangkan sendiri dan memberikan keuntungan kepada pengguna tanpa bergantung pada perangkat lunak dan perangkat keras yang mahal. Free Range Routing tersedia untuk instalasi di berbagai sistem operasi, seperti Distro Linux, FreeBSD, OpenBSD, dan macOS, membuatnya lebih mudah digunakan dan lebih fleksibel. Selain itu, Free Range Routing merupakan bagian dari Linux Foundation, sehingga memiliki potensi jalur untuk pengujian dan penerapan perubahan yang lebih luas.

F. *Graphical Network Simulator-3 (GNS3)*

GNS3 (Graphical Network Simulator 3) merupakan software simulasi jaringan opensource yang dapat mensimulasikan jaringan yang kompleks. GNS3 menggunakan tiga prinsip yaitu simulasi, emulasi dan virtualisasi. Kelebihan GNS3 adalah dapat diintegrasikan ke dalam jaringan fisik yang ada. Dimana GNS3 dapat mengimplementasikan interface, router dan perangkat jaringan yang ada. GNS3 juga dapat didukung oleh software emulator lain seperti VMware, Virtualbox. Program ini dapat digunakanuntuk berbagai jenis sistem operasi untuk kemudahan penggunaan.

G. *Quality of Service (Qos)*

Salah satu cara untuk menilai kualitas layanan dalam suatu jaringan adalah Quality of Service (QoS). Dengan QoS, administrator jaringan dapat menganalisis dan mengatasi masalah aliran paket data dan memberikan prioritas pada jenis lalu lintas tertentu untuk meningkatkan kinerja jaringan. Parameter kualitas layanan (QoS) terdiri dari throughput, delay, dan jitter, yang digunakan untuk mengukur kinerja routing.

1. *Throughput*

Throughput, yang biasanya dikaitkan dengan bandwidth, adalah kemampuan jaringan yang sebenarnya untuk mengirimkan data. Sementara throughput bergantung pada trafik yang sedang terjadi. Nilai throughput yang lebih tinggi menunjukkan bahwa jaringan lebih mampu mentransmisikan file[8]. Karena terjadi penghambatan dalam pengiriman data saat lalu lintas jaringan yang tinggi meningkat, nilai throughput jaringan akan menurun. Anda dapat menghitung nilai throughput dengan menggunakan persamaan 2.1 berikut ini:

$$Throughput = \frac{Jumlah\ data\ yang\ diterima}{Waktu\ pengiriman\ data}$$

Persamaan 2. 1

2. *Delay*

Keterlambatan adalah waktu yang dibutuhkan oleh seluruh pesan untuk mencapai tujuan. Ini dihitung mulai dari saat bit pertama dikirimkan dari sumber[8][9]. Seperti yang dijelaskan dalam persamaan 2.2 berikut ini, kualitas nilai keterlambatan dapat diukur dengan menggunakan standar TIPHON:

$$Delay = Waktu\ penerimaan\ paket - waktu\ pengiriman\ paket$$

Persamaan 2. 2

3. *Jitter*

Keterlambatan antrian pada router dan switch jaringan dapat menyebabkan variasi dalam waktu pengiriman data, yang dikenal sebagai jitter, atau "variabilitas keterlambatan". Jitter ini disebabkan oleh perbedaan dalam panjang antrian, waktu pemrosesan data, serta waktu pengumpulan paket di akhir perjalanan[10]. Untuk menghitung dan mendapatkan nilai *jitter* bisa menggunakan persamaan 2.3 ini:

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ delay}{Total\ paket\ yang\ diterima}$$

Persamaan 2. 3

4. *Packet Loss*

Paket kehilangan adalah jumlah paket yang hilang selama transmisi. Antrian yang melebihi kapasitas buffer setiap node adalah penyebab utama kehilangan paket, yang berdampak langsung pada kinerja jaringan dan menunjukkan adanya kepadatan atau kelebihan beban pada jaringan. Tingkat kehilangan paket dapat dihitung dengan menggunakan persamaan2.4berikut.

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ dikirim - Paket\ diterima}{paket\ dikirim} x100\%$$

Persamaan 2. 4

5. *Transmission Control Protocol (TCP)*

Protokol TCP adalah protokol yang dapat diandalkan yang digunakan untuk mengirimkan aliran data melalui jaringan Internet, yang secara umum dikenal sebagai tidak dapat diandalkan. Protokol ini dibuat untuk memperbaiki peralatan jaringan untuk mengatasi berbagai masalah. Untuk membuat protokol ini dapat diandalkan, TCP berorientasi pada koneksi saat mengirim data. Dengan menggunakan ARQ, yang berarti permintaan ulang otomatis, TCP memastikan bahwa data yang dikirim adalah andal [11][12]

6. *User Diagram Protocol (UDP)*

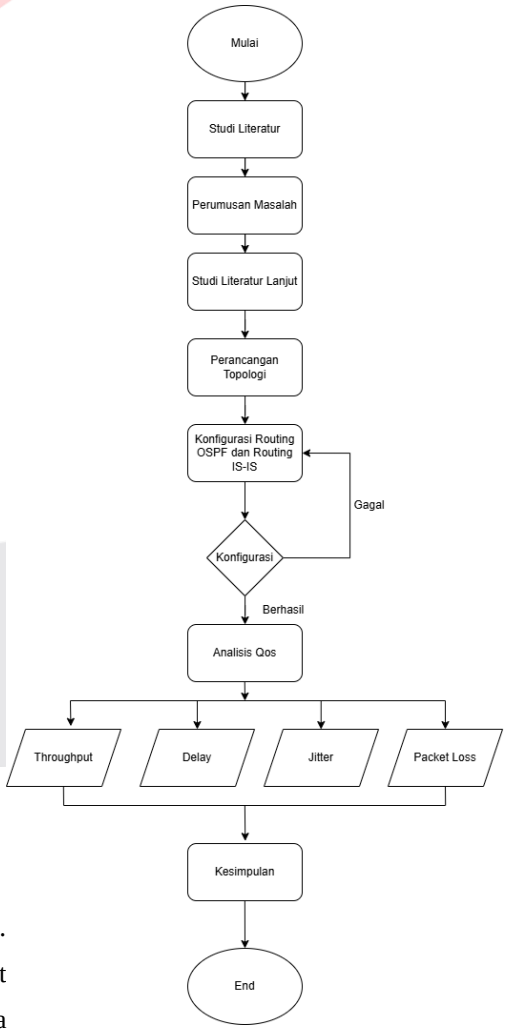
Konsep jaringan berbasis IP didukung oleh protokol ini. Protokol internet (IP) atau protokol jaringan internet memungkinkan dua titik jaringan berkomunikasi, serta semua aplikasi dan layanan yang terpengaruh oleh port tersebut. Namun, kondisi jaringan IP tidak memberikan jaminan. Ini adalah jaminan bahwa
data akan dikirim dengan benar dan ke tujuan yang benar.

7. *Wireshark*

Wireshark adalah alat analisis penangkapan paket yang digunakan untuk menganalisis paket data pada suatu jaringan. Wireshark dapat memonitor lalu lintas jaringan untuk jaringan kabel dan nirkabel. Wireshark juga mampu merekam paket data yang lewat, yang dimaksudkan untuk menyelesaikan atau memeriksa lalu lintas sebenarnya .

III. METODE

Studi ini menggunakan FRR untuk mengsimulasikan protokol routing OSPF dan IS-IS. Pendekatan pengiriman data melibatkan pengirim atau klien yang mengirim paket data ke server atau penerima menggunakan protokol TCP dan UDP. Gambar 1 menunjukkan proses tahapan penelitian.

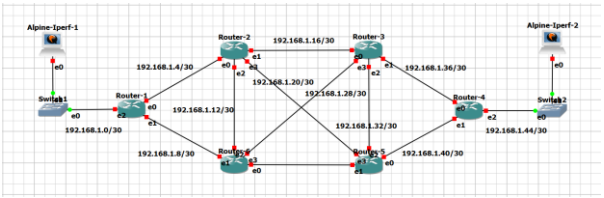


Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir penelitian, yang menunjukkan langkah-langkah sistematis yang dilakukan selama proses penelitian. Penelitian dimulai dengan membaca literatur untuk mendapatkan teori dan referensi tentang protokol routing OSPF dan IS-IS serta parameter Quality of Service (QoS). Kemudian, berdasarkan temuan tersebut, dibuat perumusan masalah. Untuk memperdalam pemahaman materi, studi literatur lanjutan dilakukan. Selanjutnya, topologi jaringan yang akan digunakan sebagai simulasi dirancang. Setelah topologi selesai, protokol routing OSPF dan IS-IS dikonfigurasi dan dilakukan perbaikan jika konfigurasi gagal.Setelah konfigurasi berhasil, analisis QoS dilakukan untuk mengukur performa masing-masing protokol. Analisis ini mengukur throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasilnya digunakan untuk menentukan protokol mana yang memiliki kinerja lebih baik. Penelitian mencapai tahap akhir atau selesai.

2.1 Merancang Topologi Jaringan

Topologi mesh adalah jenis topologi jaringan di mana tidak ada hierarki antar node, sehingga setiap node memiliki tingkat kepentingan yang sama. Dalam topologi ini, setiap node terhubung langsung ke node lainnya, yang memungkinkan penambahan atau penghapusan node dari jaringan tanpa mengubah konfigurasi jaringan secara keseluruhan. Dengan demikian, jika satu node mengalami gangue, topologi mesh tidak akan memberi tahu node lainnya tentang hal itu. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, topologi mesh ini terdiri dari dua jalur cadangan dan enam jalur bebas. Semua enam router menggunakan jaringan 192.168.1.0 hingga 192.168.1.45 dengan prefix 30, sedangkan klien dan server menggunakan jaringan 192.168.1.0 dengan prefix 24.



Gambar 2. 1 Topologi Mesh

2.2 Konfigurasi Perangkat

Protokol OSPF dan IS-IS diterapkan pada topologi, perangkat, dan simulator jaringan yang serupa. Konfigurasi dapat dilakukan dengan mengklik kanan pada perangkat dan memilih opsi "console".Perangkat seperti dua Alpine juga dapat dikonfigurasi. Gambar 2.2 menunjukkan konfigurasi OPSF.

```
Hello, this is FRRouting (version 8.5.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

FRR1# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.5.2
frr defaults traditional
hostname localhost
no ipv6 forwarding
hostname FRR1
!
interface eth0
 ip address 192.168.1.5/30
exit
!
interface eth1
 ip address 192.168.1.9/30
exit
!
interface eth2
 ip address 192.168.1.1/30
exit
!
router ospf
 ospf router-id 1.1.1.1
 network 192.168.1.0/30 area 1
 network 192.168.1.4/30 area 0
 network 192.168.1.8/30 area 0
exit
!
end
FRR1#
```

Gambar 2. 2 Konfigurasi OSPF

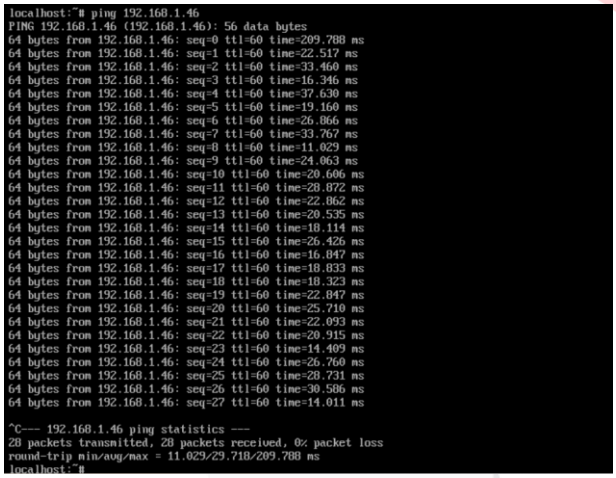
Konfigurasi OSPF dimulai dengan perintah router ospf, diikuti oleh ID router, dan diikuti dengan penetapan alamat IP dan prefix router untuk menghubungkan interface ke kabel yang terpasang. Konfigurasi router kelima berikutnya serupa dengan konfigurasi router pertama, tetapi dengan prefix dan jaringan yang ditambahkan sesuai dengan alamat IP yang telah ditetapkan. Gambar 2.3 menunjukkan pengaturan ISIS.

```
Hello, this is FRRouting (version 8.5.2).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

FRR1# show running-config
Building configuration...

Current configuration:
!
frr version 8.5.2
frr defaults traditional
hostname localhost
no ipv6 forwarding
hostname FRR1
!
interface eth0
 ip address 192.168.1.5/30
exit
!
interface eth1
 ip address 192.168.1.9/30
exit
!
interface eth2
 ip address 192.168.1.1/30
exit
!
router ospf
 ospf router-id 1.1.1.1
 network 192.168.1.0/30 area 1
 network 192.168.1.4/30 area 0
 network 192.168.1.8/30 area 0
exit
!
end
FRR1#
```

Gambar 2. 3 Konfigurasi IS-IS

2.3 Pengujian QoS

Setelah konfigurasi selesai, gunakan Wireshark untuk menguji parameter seperti kehilangan paket, keterlambatan, throughput, dan jitter pada protokol TCP dan UDP. Klik kanan pada kabel yang menghubungkan server Alpine dengan switch, serta pada kabel yang menghubungkan client Alpine dengan switch, untuk menghubungkan topologi ke Wireshark.Setelah klik kanan, akan ada pilihan untuk memulai pengambilan gambar, dan harus klik pada pilihan tersebut. Jika tampilan tidak muncul, Anda dapat menampilkannya secara manual dengan mengklik kanan pada ikon kaca pembesar dan memilih opsi "Start Wireshark". Proses ping dari client ke server dapat dilihat pada Gambar 2.4.

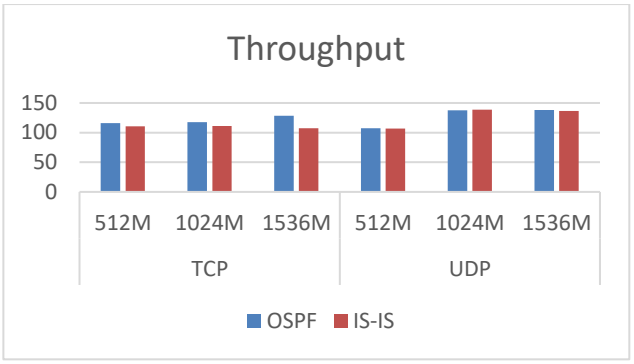


Gambar 2. 4 ping client to server

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis *Throughput*

Berikut ini adalah persamaan throughput, yang dihitung dengan membagi jumlahdata yang dikirimkan dengan waktu pengiriman. Grafik yang menunjukkan perbandingan throughput OSPF dan IS-IS dengan protokol TCP yang telah diuji dapat ditemukan di Gambar3.1.

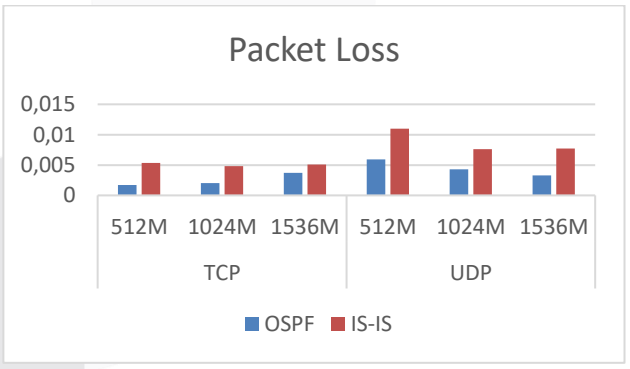


Gambar 3. 1 Grafik Throughput

Hasil data menunjukkan bahwa, dengan menggunakan alamat IPv4 pada enam router FRR, throughput pengujian TCP dan UDP pada protokol routing OSPF dan IS-IS cukup baik. Nilai throughput protokol OSPF lebih tinggi daripada protokol routing ISIS, tetapi pada pengujian protokol UDP, kedua protokol routing OSPF dan IS-IS memiliki hasil yang sama.

3.2 Analisis *Packet Loss*

Untuk mengetahui berapa banyak paket data yang hilang, kurangi jumlah paket data yang diterima dari jumlah paket data yang dikirim, bagi hasilnya dengan jumlah paket data yang dikirim, lalu kalikan dengan seratus persen.. Dari hasil pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.2 yaitu grafik rata-rata *packet loss* TCP dan UDP pada kedua protokol *routing* OSPF dan IS-IS.



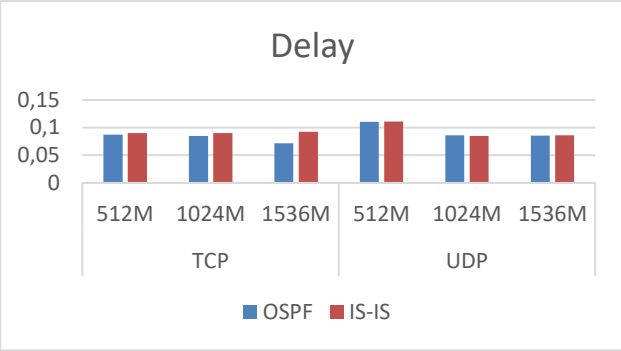
Dari hasil data rata-rata *packet loss* pengujian TCP dan UDP pada pengujian dengan protokol *routing* OSPF dan IS-IS dengan menerapkan penggunakan alamat Ipv4 pada enam *router* FRR. Protokol *routing* OSPF memiliki kinerja yang lebih baik dalam *packet loss* TCP dan UDP, dimana protokol OSPF memiliki nilai yang lebih rendah dengan protokol IS-IS.

Pengujian *packet loss* UDP pada protokol *routing* IS-IS terjadi peningkatan yang cukup signifikan, namun dalam standarisasi nilai tersebut masih cukup aman untuk sebuah

protokol *routing* dengan pengiriman paket data UDP.

3.3 Analaisis *Delay*

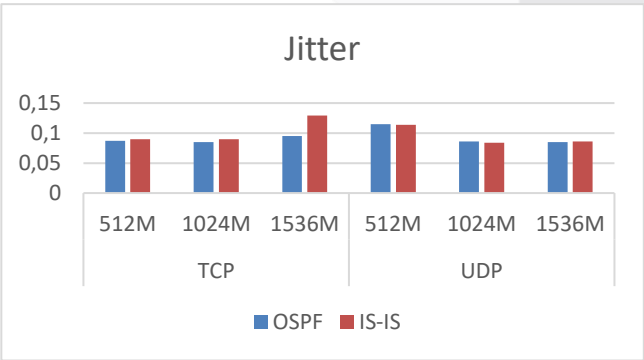
Gambar 3.3 dapat digunakan untuk melihat grafik perbandingan keterlambatan OPSF dan IS-IS dengan protokol TCP & UDP yang telah diuji.



Hasil pengujian delay rata-rata untuk protokol TCP dan UDP menunjukkan bahwa, ketika protokol routing OSPF dan IS-IS diterapkan dengan alamat IPv4 pada enam router FRR, protokol routing OSPF dan IS-IS menghasilkan nilai delay TCP yang lebih rendah daripada nilai delay UDP.Kemudian untuk *delay* UDP memiliki sedikit peningkatan nilai *delay* pada kedua protokol *routing*.

3.4 Analisis *Jitter*

Persamaan Persamaan jitter, yang dihitung dengan membagi total variasi waktu tunggu dengan jumlah paket yang diterima, dapat dijelaskan sebagai berikut. Gambar 3.4 menunjukkan grafik perbandingan jitter antara OSPF dan IS-IS dengan protokol UDP yang telah diuji.



Dari hasil data rata-rata *jitter* pengujian TCP dan UDP pada pengujian dengan protokol *routing* OSPF dan IS-IS dengan menerapkan penggunakan alamat Ipv4 pada enam *router* FRR. Protokol *routing* OSPF memiliki nilai rata-rata *jitter* yang cukup stabil dibandingkan dengan protokol *routing* IS-IS. Dimana pada protokol OSPF nilai rata-rata *jitter* terjadi kenaikan pada *jitter* UDP dengan nilai tertinggi yaitu 0,115ms.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis perhitungan QoS berupa *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dalam konteks pengiriman paket data dengan besaran 512M, 1024M, dan 1536M, protokol *routing* OSPF memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan IS-IS namun pada beberapa pengujian OSPF mengalami penurunan performansi terutama dalam pengiriman paket data UDP dimana persentase *throughput* OSPF lebih besar dibandingkan dengan IS-IS. Dimana persentase *throughput* OSPF terjadi peningkatan sebesar 1,6%. Kemudian untuk *delay* dan *jitter* performansi OSPF lebih baik dibandingkan dengan IS-IS. Sehingga protokol *routing* OSPF lebih baik digunakan dalam lingkungan jaringan yang membutuhkan kinerja dan keandalan yang tinggi.

REFERENSI

[1] M. N. Perdana and M. Pranata, “Analisis performansi routing protocol RIPv2 dan EIGRP menggunakan FRRouting,” *INFOTECH J. Inform. Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 168–178, 2023.

[2] S. Amuda, M. F. Mulya, and F. I. Kurniadi, “Analisis dan Perancangan Simulasi Perbandingan Kinerja Jaringan Komputer Menggunakan Metode Protokol Routing Statis, Open Shortest Path First (OSPF) dan Border Gateway Protocol (BGP) (Studi Kasus Tanri Abeng University),” *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 4, no. 2, pp. 53–63, 2021.

[3] K. Kurniawan and A. Prihanto, “Analisis Quality Of Service (QoS) Pada Routing Protocol Routing OSPF (Open Short Path First),” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 3, no. 03, pp. 358–365, 2022.

[4] Supriyatno, Jupriyadi, S. Ahdan, and S. Dadi Riskiono, “Perbandingan Kinerja Rip Dan Ospf Pada Topologi Mesh Menggunakan Cisco Packet Tracer,” *TELEFORTECH J. Telemat. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2020.

[5] P. Muhammad, P. H. Trisnawan, and K. Amron, “Analisis Perbandingan Kinerja Protokol Routing OSPF, RIP, EIGRP, dan IS-IS,” *It J. Res. Dev.*, vol. 3, no. 2, pp. 10780–10787, 2019.

[6] D. Mualfah, G. M. Putra, and R. Firdaus, “ANALISIS PERBANDINGAN IPv4 DENGAN IPv6 PENGGUNAAN CCTV BERBASIS AREA TRAFFICT CONTROL SECURITY (ATCS),” *J. Softw. Eng. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 124–128, 2021.

[7] W. S. Jati, H. Nurwasito, and M. Data, “Perbandingan Kinerja Protocol Routing Open Shortest Path First (OSPF) dan Routing Information Protocol (RIP)

Menggunakan Simulator Cisco Packet Tracer," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 8, pp. 2442–2448, 2018.
[8] Mardianto, "Analisis Quality Of Service (QoS) pada Jaringan VPN dan MPLS VPN Menggunakan GNS3," *J. Sains dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 98–107, 2019.
[9] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
[10] A. Turmudi and F. Abdul Majid, "Analisis QoS (Quality Of Service) Dengan Metode Traffi Shaping Pada jaringan Interent (Studi Kasus : PT Toyonaga Indonesia)," *Sigma*, vol. 9, no. 4, pp. 2407–3903, 2019.
[11] F. T. Al-Dhief *et al.*, "Performance comparison between TCP and udp protocols in different simulation scenarios," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 4.36 Special Issue 36, pp. 172–176, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i4.36.23739.
[12] L. Lukman and W. A. Pratomo, "Implementasi Jaringan Ipv6 Pada Infrastruktur Jaringan Ipv4 Dengan Menggunakan Tunnel Broker," *Respati*, vol. 15, no. 1, p. 1, 2020.