

Implementasi Algoritma *Routing* OSPF Pada *Software Defined Network* Berbasis P4

1st Agnesia Indryany Mangopo

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Jawa Barat

agnesindeani@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ridha Muldina Negara

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Jawa Barat

ridhanegara@telkomuniversity.ac.id

3rd Sofia Naning Hertiana

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Jawa Barat

sofiananing@telkomuniversity.ac.id

Saat ini, kebutuhan masyarakat yang harus terhubung dengan internet. Mulai dari masyarakat yang harus melakukan seluruh aktivitas yang biasanya berada diluar ruangan, sekarang harus melakukannya dirumah dengan menggunakan *virtual meeting*. Semua aktivitas masyarakat tersebut memberikan banyak permasalahan pada jaringan konvensional yang mengharuskan *network engineer* mengkonfigurasi secara individual pada setiap perangkat jaringan. Salah satu permasalahan yang ditemukan yaitu pada pembebanan trafik pada jaringan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan *routing* OSPF *Loop Free Alternate* pada P4. Dalam tugas akhir ini telah dilakukan simulasi dan analisis *routing* pada *programmable network infrastructure* yang berbasis P4 *language*. Pada *routing* OSPF LFA dan *routing* IP fast menggunakan P4, diperoleh nilai rata-rata dari QoS pada skenario 1 *Throughput routing* IP fast 2,93 Mbps dan *routing* OSPF LFA 3,07 Mbps, untuk *Delay routing* IP fast 0,42ms dan *routing* OSPF LFA 0,10ms, untuk *Jitter routing* IP fast 0,219ms dan *routing* OSPF LFA 0,0231ms dan untuk *Packet loss routing* IP fast dan *routing* OSPF LFA 0% dan pada skenario 2 *Throughput routing* IP fast 2,83 Mbps dan *routing* OSPF LFA 2,95 Mbps, untuk *Delay routing* IP fast 0,013ms dan *routing* OSPF LFA 0,011ms, untuk *Jitter routing* IP fast 0,237ms dan *routing* OSPF LFA 0,0228ms dan untuk *Packet loss routing* IP fast dan *routing* OSPF LFA 0%.

Kata kunci : P4, *open shortest path first*, *software defined network*

I. PENDAHULUAN

Teknologi jaringan sekarang ini sudah menjadi sebuah kebutuhan dan mengalami peningkatan di seluruh perusahaan. Semakin besarnya perusahaan, maka semakin kompleks dan besar konfigurasi jaringannya. *Software Defined Network* (SDN) merupakan konsep dengan pendekatan baru untuk merancang dan membangun sebuah jaringan komputer dengan cara memisahkan *dataplane* dan *control plane*. Namun, saat ini masih banyak permasalahan pada jaringan konvensional yang mengharuskan *network engineer* harus mengkonfigurasi secara individual pada setiap perangkat jaringan [1]. Dalam kasus trafik jaringan yang tidak dapat dijangkau, maka trafik jaringan akan

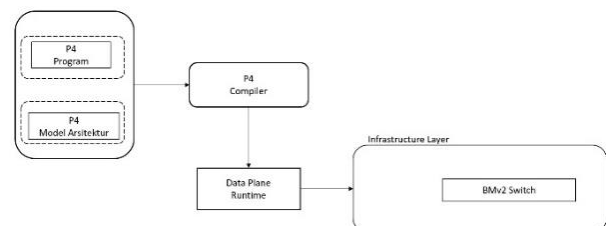
dihentikan sampai diperbaharui dan membutuhkan waktu yang signifikan. Oleh karena itu mekanisme *Loop Free Alternative* (LFA) yang memungkinkan OSPF untuk cepat beralih ke jalur cadangan ketika jalur utama gagal tanpa LFA. OSPF harus menjalankan ulang *Shortest Path First* (SPF) untuk menemukan jalur baru ketika jalur utama gagal [2].

II. KAJIAN TEORI

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "*Dynamic metric OSPF-based routing protocol for Software Defined Networks*" [3] sudah diterapkan pada jaringan *software defined network* namun untuk protokol yang digunakan adalah *openflow* yang dimana tidak bisa diterapkan *programmable dataplane* pada *pipeline openflow* untuk melakukan proses *routing* dengan manual. Pada penelitian yang berjudul "*Implementasi Routing Berbasis Algoritme Dijkstra Pada Software Defined Networking Menggunakan Kontroler Open Network Operating System*" [4] menerapkan protokol *openflow* namun tidak dapat dimodifikasi pada *pipeline* dan proses *routing* terjadi pada *controller* Open Network Operating System. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "*Analisis Performansi Routing OSPF menggunakan RYU Controller dan POX Controller pada Software Defined Networking*" [5] melakukan proses *routing* menggunakan *controller* namun *switch* tidak dapat diterapkan pada *programmable* disisi *dataplane*. Pada penelitian yang berjudul "*Analisis Kinerja RouteFlow pada Jaringan SDN (Software Defined Network) menggunakan Topologi Full-Mesh*" [6] melakukan proses *routing* dengan menggunakan *controller* *RouteFlow* namun tidak bisa melakukan proses *programmable* pada *dataplane* (*switch*).

III. METODE

A. Model Sistem

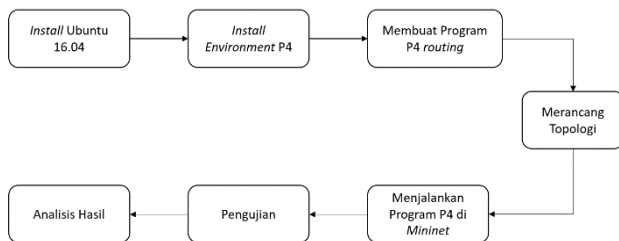


GAMBAR 3.1
MODEL SISTEM

Model sistem yang akan dirancang pada penelitian ini digunakan untuk menguji dan menganalisis IP fast reroute dan OSPF LFA dengan infrastruktur jaringan yang sudah terprogram berbasis P4 language. Pada gambar 3.1 merupakan gambar sistem penelitian yang secara umum mendukung infrastructure layer menggunakan data plane BMv2 switch untuk dapat mendukung P4 language.

B. Diagram Blok Implementasi

Pada penelitian ini sistem yang akan digunakan digambarkan pada diagram blok sistem seperti pada gambar 3.2



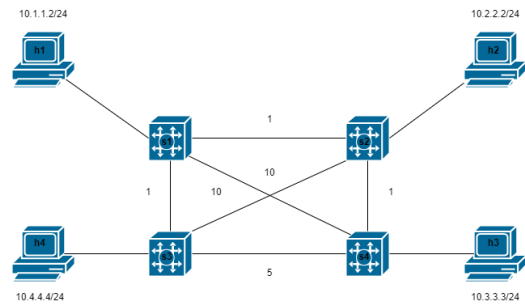
GAMBAR 3.2
DIAGRAM BLOK SISTEM

Pada gambar 3.2, langkah-langkah implementasi sistem dipaparkan sebagai berikut :

1. Instalasi virtual machine ubuntu 16.04 untuk penelitian ini dengan spesifikasi yang terdapat pada tabel.
2. Instalasi P4 environment dan dependency yang dibutuhkan seperti instalasi mininet dengan tambahan BMv2 sehingga switch support sebagai data plane programmable menggunakan P4 language.
3. Membuat code untuk P4 switch sehingga switch mendukung untuk menjalankan *packet processing*, *routing* dll.
4. Merancang topologi di mininet dengan entitas BMv2 switch dan host.
5. Menjalankan program P4 pada mininet.
6. Melakukan pengujian pada program yang telah dibuat.
7. Melakukan analisis dengan iperf.

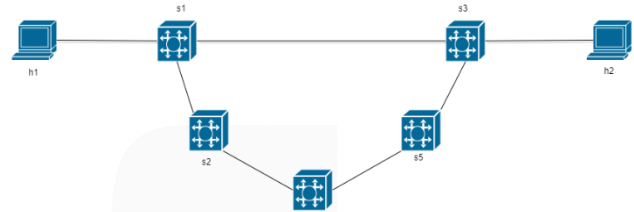
C. Implementasi Topologi Sistem

Pada penelitian Tugas Akhir ini, gterdapat topologi yang akan digunakan untuk melakukan pengujian routing menggunakan P4 language. Pada topologi berikut terdiri dari host yang akan melakukan "ping" yang dilewati router yang sudah support P4. Berikut gambar topologi yang tertera pada gambar 3.3 dan gambar 3.4.



GAMBAR 3.3
IMPLEMENTASI TOPOLOGI ROUTING P4 PADA SKENARIO 1

Pada gambar 3.3, merupakan implementasi dari P4 menggunakan *routing IP fast* dan *routing OSPF LFA*, pada sisi host 2 akan melakukan "ping" menuju host 4 dengan melewati *router*, "ping" yang sudah dikirim akan masuk ke BMv2 *switch* yang sudah diprogram P4 *routing* dengan IP *fast* dan OSPF LFA, kemudian akan dilakukan pemutusan salah satu link dan algoritma akan melakukan tugasnya.



GAMBAR 3.4
IMPLEMENTASI TOPOLOGI ROUTING P4 PADA SKENARIO 2

Pada gambar 3.4, merupakan implementasi dari P4 menggunakan *routing IP fast* dan *routing OSPF LFA*, pada sisi host 1 akan melakukan "ping" menuju host 2 dengan melewati *router*, "ping" yang sudah dikirim akan masuk ke BMv2 *switch* yang sudah diprogram P4 *routing* dengan IP *fast* dan OSPF LFA, kemudian akan dilakukan pemutusan salah satu link dan algoritma akan melakukan tugasnya.

D. Skenario Pengujian

Pada penelitian Tugas Akhir ini, akan dilakukan pengujian terhadap routing yang telah diprogram dengan P4 language pada jaringan SDN. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan parameter QoS (*throughput*, *jitter*, *packet loss*, dan *delay*). Pada skenario 1 dilakukan pengujian routing dengan menggunakan program P4 language pada routing IP *fast* dan *routing OSPF LFA* dengan menggunakan topologi yang sama, gambar topologi tertera pada gambar 3.3, pada skenario 2 dilakukan pengujian routing dengan menggunakan program P4 *language* pada routing IP *fast* dan *routing OSPF LFA* dengan menggunakan topologi yang sama, gambar topologi tertera pada gambar 3.4.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

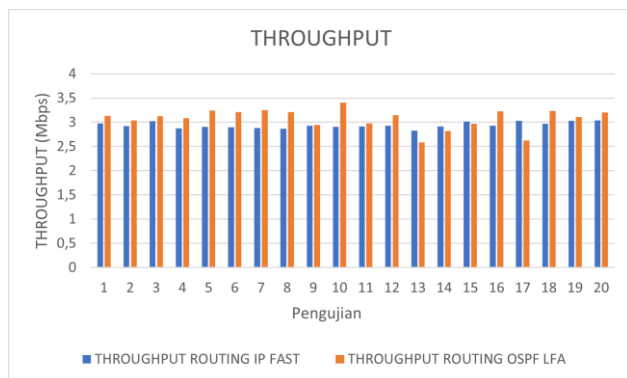
Pada pengujian P4 menggunakan *routing OSPF LFA* dan *routing IP fast* dengan menggunakan *tools* iperf pengujian D-ITG. Adapun yang diukur ada TCP pada *routing OSPF LFA* dan *routing IP fast* . Berikut parameter yang didapat dari pengujian:

A. Pengukuran Kinerja TCP pada P4 Routing Skenario 1

Pada skenario 1, dilakukan pengujian sebanyak 20 kali dengan durasi waktu pengujian selama 15 detik. TCP adalah singkatan dari *Transmission Control Protocol* adalah protokol yang memungkinkan kumpulan komputer untuk berkomunikasi dan bertukar data. Berikut parameter-parameter QoS yang diukur:

B. Throughput

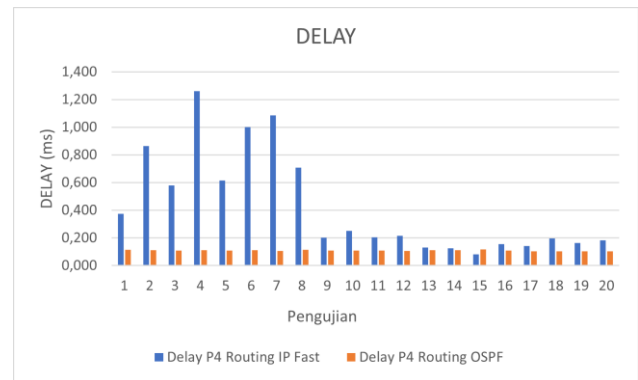
Pada penelitian tugas akhir ini throughput diukur untuk mengetahui kemampuan jaringan dalam mentransmisikan data. Pengujian dilakukan pada h2 ke h4 yang sudah terhubung. Pengujian dilakukan dalam waktu 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata *throughput* pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 2,93 Mbps dan P4 Routing OSPF LFA sebesar 3,07 Mbps. Dapat dikatakan bahwa pengujian P4 Routing OSPF LFA lebih unggul 4,70% daripada P4 Routing IP Fast. Hal ini dikarenakan OSPF memiliki cara kerja mengurangi kemacetan dan mencari jalur terpendek. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter *throughput*:



GAMBAR 4.1
GRAFIK THROUGHPUT DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 1

C. Delay

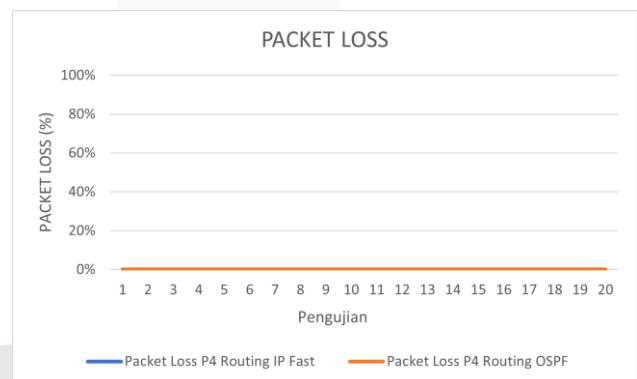
Pada penelitian tugas akhir pada pengujian 1 sampai pengujian 20 dan percobaan ini bertujuan untuk melihat performa jaringan melihat dari delay pada routing P4. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu pengiriman paket selama 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata delay pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 0.42ms dan P4 Routing OSPF sebesar 0.10ms. Dapat dikatakan bahwa pengujian P4 Routing OSPF mengalami perubahan lebih bagus 74,4% daripada P4 Routing IP Fast. Hal ini dikarenakan OSPF memanfaatkan keunggulannya yaitu mengurangi kemacetan dan mencari jalur terpendek. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter delay:



GAMBAR 4.2
GRAFIK DELAY DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 1

D. Packet Loss

Pada penelitian tugas akhir pada pengujian 1 sampai pengujian 20 dan percobaan ini bertujuan untuk melihat performa jaringan melihat dari packet loss pada routing P4. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu pengiriman paket selama 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata packet loss pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 0% dan P4 Routing OSPF sebesar 0%. Dapat dikatakan bahwa pengujian berikut tidak ada paket yang terbuang selama proses pengiriman data. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter packet loss:

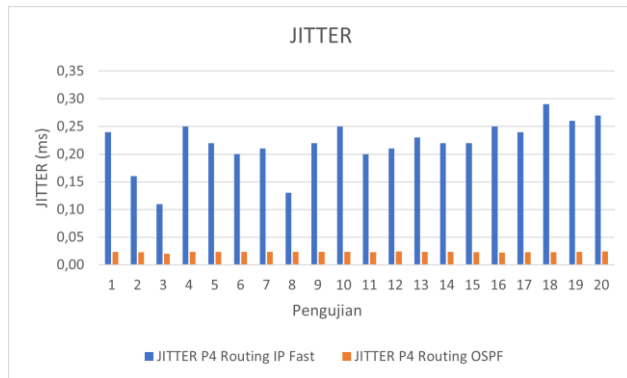


GAMBAR 4.3
GRAFIK PACKET LOSS DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 1

E. Jitter

Pada penelitian tugas akhir pada pengujian 1 sampai pengujian 20 dan percobaan ini bertujuan untuk melihat performa jaringan melihat dari jitter pada routing P4. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu pengiriman paket selama 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata jitter pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 0,219ms dan P4 Routing OSPF sebesar 0.0231ms. Dapat dikatakan bahwa pengujian P4 Routing OSPF mengalami perubahan lebih bagus 89,4% daripada P4 Routing IP Fast. Hal ini dikarenakan OSPF memanfaatkan keunggulannya yaitu mengurangi kemacetan dan mencari jalur terpendek. Dapat dikatakan bahwa pengujian berikut tidak ada paket yang terbuang selama proses pengiriman data. Berikut tabel

dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter jitter:



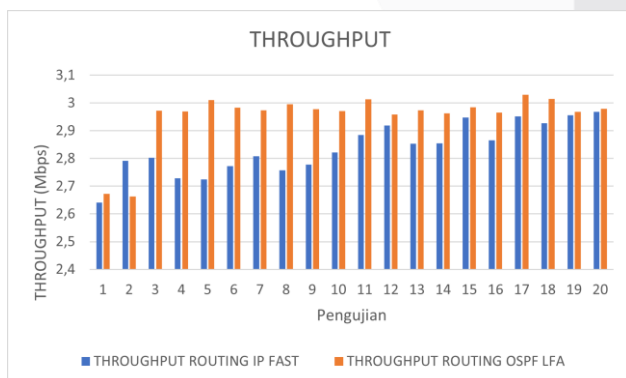
GAMBAR 4. 4
GRAFIK JITTER DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 1

F. Pengukuran Kinerja TCP pada P4 Routing Skenario 1

Pada skenario 1, dilakukan pengujian sebanyak 20 kali dengan durasi waktu pengujian selama 15 detik. TCP adalah singkatan dari Transmission Control Protocol adalah protokol yang memungkinkan kumpulan komputer untuk berkomunikasi dan bertukar data. Berikut parameter-parameter QoS yang diukur:

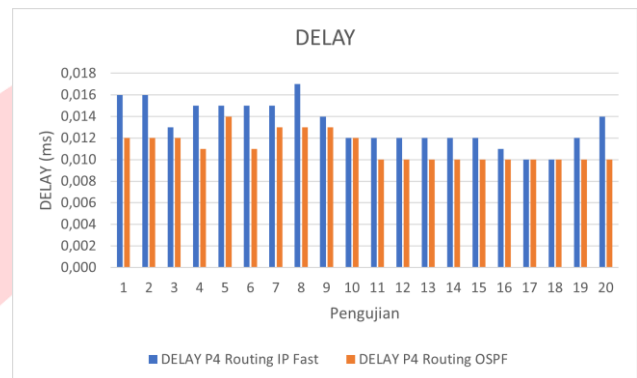
G. Throughput

Pada penelitian tugas akhir ini throughput diukur untuk mengetahui kemampuan jaringan dalam mentransmisikan data. Pengujian dilakukan pada h1 ke h2 yang sudah terhubung. Pengujian dilakukan dalam waktu 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata throughput pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 2,83 Mbps dan P4 Routing OSPF sebesar 2,95 Mbps. Dapat dikatakan bahwa pengujian P4 Routing OSPF lebih unggul 40,2% daripada P4 Routing IP Fast. Hal ini dikarenakan OSPF memiliki cara kerja mengurangi kemacetan dan mencari jalur terpendek. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter throughput:



H. Delay

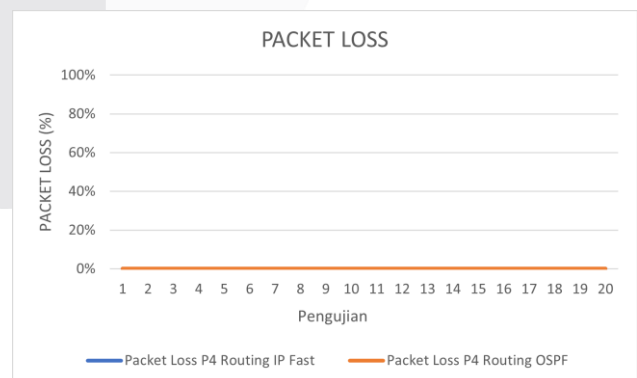
Pada penelitian tugas akhir pada pengujian 1 sampai pengujian 20 dan percobaan ini bertujuan untuk melihat performa jaringan melihat dari delay pada routing P4. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu pengiriman paket selama 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata delay pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 0,013ms dan P4 Routing OSPF sebesar 0,011ms. Dapat dikatakan bahwa pengujian P4 Routing OSPF mengalami perubahan lebih bagus 15,8% daripada P4 Routing IP Fast. Hal ini dikarenakan OSPF memanfaatkan keunggulannya yaitu mengurangi kemacetan dan mencari jalur terpendek. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter delay:



GAMBAR 4. 6
GRAFIK DELAY DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 2

I. Packet Loss

Pada penelitian tugas akhir pada pengujian 1 sampai pengujian 20 dan percobaan ini bertujuan untuk melihat performa jaringan melihat dari packet loss pada routing P4. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu pengiriman paket selama 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata packet loss pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 0% dan P4 Routing OSPF sebesar 0%. Dapat dikatakan bahwa pengujian berikut tidak ada paket yang terbangun selama proses pengiriman data. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter packet loss:

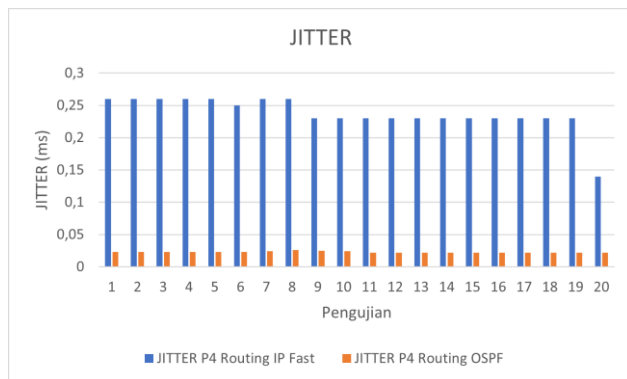


GAMBAR 4. 7
GRAFIK PACKET LOSS DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 2

J. Jitter

Pada penelitian tugas akhir pada pengujian 1 sampai pengujian 20 dan percobaan ini bertujuan untuk melihat

performa jaringan melihat dari jitter pada routing P4. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu pengiriman paket selama 15 detik. Diperoleh nilai rata-rata jitter pada pengujian 1 sampai 20 pada P4 Routing IP Fast sebesar 0,237ms dan P4 Routing OSPF sebesar 0,0228ms. Dapat dikatakan bahwa pengujian P4 Routing OSPF mengalami perubahan lebih bagus 90,3% daripada P4 Routing IP Fast. Hal ini dikarenakan OSPF memanfaatkan keunggulannya yaitu mengurangi kemacetan dan mencari jalur terpendek. Dapat dikatakan bahwa pengujian berikut tidak ada paket yang terbuang selama proses pengiriman data. Berikut tabel dan grafik dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk parameter jitter:



GAMBAR 4. 8

GRAFIK JITTER DARI HASIL PENGUJIAN PADA SKENARIO 2

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa

- A. Pada simulasi P4 routing dapat dilihat dari performa pengukuran protokol TCP pada skenario 1 dan skenario 2, P4 routing OSPF LFA memiliki performa yang bagus dibanding dengan P4 routing IP fast, karena routing OSPF LFA dapat mengurangi kemacetan, mencari rute tercepat dan dapat mencegah terjadinya loop pada hop cadangan yang akan dilalui pengiriman data.
- B. Pada simulasi skenario 1 routing OSPF LFA dan routing IP fast menggunakan P4, nilai rata-rata setiap parameter pengukuran TCP adalah throughput, delay, jitter dan packet Loss dan dibandingkan nilai QoS antara routing OSPF LFA dan routing IP fast menggunakan P4, diperoleh nilai rata-rata dari Qos TCP Throughput routing IP fast 2,93 Mbps dan routing OSPF LFA 3,07 Mbps, untuk Delay routing IP fast 0,42ms dan routing OSPF LFA 0,10ms, untuk Jitter routing IP fast 0,219ms dan

routing OSPF LFA 0,0231ms dan untuk Packet Loss routing IP fast dan routing OSPF LFA 0%.

- C. Pada simulasi skenario 2 routing OSPF LFA dan routing IP fast menggunakan P4, nilai rata-rata setiap parameter pengukuran TCP adalah throughput, delay, jitter dan packet Loss dan dibandingkan nilai QoS antara dan routing IP fast menggunakan P4, diperoleh nilai rata-rata dari Qos TCP Throughput routing IP fast 2,83 Mbps dan routing OSPF LFA 2,95 Mbps, untuk Delay routing IP fast 0,013ms dan routing OSPF LFA 0,011ms, untuk Jitter routing IP fast 0,237ms dan routing OSPF LFA 0,0228ms dan untuk Packet Loss routing IP fast dan routing OSPF LFA 0%

REFERENSI

- [1] D. N. Pratiwi, M. Faiqurahman, and D. R. Akbi, "Analisis distance vector protocol routing dan link state routing protocol pada jaringan software defined network," *Jurnal Repositor*, vol. 2, no. 3, pp. 311–320, 2020.
- [2] S. Bryant, C. Filsfils, S. Previdi et al., "Remote loop-free alternate (lfa) fast reroute (frr) rfc 7490," *Cisco Systems, M. Shand, N. So and Vinci. Systems*, 2015.
- [3] A. Rego, S. Sendra, J. M. Jimenez, and J. Lloret, "Dynamic metric ospf-based routing protocol for software defined networks," *Cluster Computing*, vol. 22, no. 3, pp. 705–720, 2019.
- [4] F. Ramadhan, R. Primananda, and W. Yahya, "Implementasi routing berbasis algoritme dijkstra pada software defined networking menggunakan kontroler open network operating system," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2018.
- [5] N. Iryani, A. D. Ramadhani, and M. K. Sari, "Analisis performansi routing ospf menggunakan ryu controller dan pox controller pada software defined ne41 42 tworking," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 73–84, 2021.
- [6] K. NUGROHO and D. P. SETYANUGROHO, "Analisis kinerja routeflow pada jaringan sdn (software defined network) menggunakan topologi full-mesh," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 7, no. 3, p. 585, 2019.