

ANALISIS KINERJA ARSITEKTUR *SPINE AND LEAF* DATA CENTER MENGUNAKAN SDN KONTROLLER ONOS

ANALYSIS OF *SPINE AND LEAF* DATA CENTER ARCHITECTURE USING ONOS SDN CONTROLLER

Rizky Fadhlurrohman Putra¹, Anton Siswo Raharjo Ansori², Aliwarman Tarihoran³

^{1, 2, 3} Universitas Telkom, Bandung

rizkyfputra@student.telkomuniversity.ac.id¹, raharjo@telkomuniversity.ac.id²,

³aliwarmantarihoran@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Penggunaan arsitektur *Software-defined Network* pada sumber daya sangat berguna ketimbang penggunaan arsitektur konvensional. Pada arsitektur *Software-defined Network* diharapkan mampu memberi hasil QoS yang lebih baik dari arsitektur sebelumnya. Arsitektur *Spine and Leaf Data Center* di aplikasikan pada sebuah SDN Kontroller ONOS. Hasil QoS yang lebih baik diharapkan dapat terjadi pada arsitektur *Spine and Leaf*.

Pengujian menggunakan parameter *Latency, Throughput, Packet Loss*, dll. Dari hasil pengujian yang dilakukan, penggunaan arsitektur *Software-defined Network* lebih unggul dibandingkan arsitektur konvensional. Pengujian arsitektur dilihat dari hasil *Quality of Service* dari masing-masing arsitektur.

Kata kunci : Internet, *Spine and Leaf*, Data Center, SDN Kontroller, ONOS, *Quality of Service*.

Abstract

The use of *Software-defined Network* architecture on resources is very useful than the use of conventional architectures. The *Software-defined Network* architecture is expected to be able to provide better QoS results than the previous architecture. The *Spine and Leaf Data Center* architecture is applied to an ONOS SDN Controller. Better QoS results are expected to occur in the *Spine and Leaf* architecture. Testing using parameters *Latency, Throughput, Packet Loss*, etc.

From the results of the tests carried out, the use of *Software-defined Network* architecture is superior to conventional architecture. Architecture testing is seen from the *Quality of Service* results from each architecture.

Keywords: Internet, *Spine and Leaf*, Data Center, SDN Controller, ONOS, *Quality of Service*.

1. Pendahuluan

Seiring berjalannya waktu jumlah pengguna internet semakin bertambah, begitu pula perangkat yang terkoneksi ke jaringan internet pun semakin bertambah. Aplikasi dan layanan yang sedang berjalan pada jaringan meningkat pesat. Menurut data Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), penggunaan internet di Indonesia telah mencapai 196,7 juta atau setara dengan 73,7% penduduk Indonesia [1].

Butuhnya daya tampung yang besar serta dibarengi oleh layanan optimal, *Data Center* harus mempersiapkan agar semua yang dibutuhkan dapat bekerja dengan maksimal dan efisien. Penerapan *Spine and Leaf* menggunakan SDN merupakan upaya dalam membantu menyelesaikan permasalahan diatas. *Spine and Leaf* menggunakan SDN merupakan *next level* dari arsitektur konvensional, dimana SDN memisahkan antara *control plane* dengan *data plane* [2].

Terdapat beberapa kontroller dari SDN itu sendiri seperti ONOS, RYU, POX, dll. Untuk penelitian kali ini penulis menggunakan SDN Kontroller ONOS pada *Data Center Spine and Leaf*. Dalam proyek tugas akhir ini akan dilakukan analisis arsitektur SDN dengan arsitektur konvensional, mencari arsitektur mana yang lebih baik. Parameter analisis dengan melihat *Quality of Service* dari masing-masing arsitektur. Hasil akhir dari tugas akhir ini melihat arsitektur mana yang lebih unggul dalam performansi jaringan.

2. Dasar Teori

2.1 Software Define Network (SDN)

SDN merupakan teknologi yang memisahkan antara *control plane* dengan *data plane*, dimana *control plane* merupakan pengatur atau pengontrol dari perangkat jaringan sedangkan *data plane* merupakan fungsi dari penyedia pengiriman paket-paket informasi jaringan [2]. SDN diciptakan guna mempermudah dalam mengatur proses-proses yang ada pada jaringan komputer. Sebelum adanya SDN proses konfigurasi dilakukan secara langsung, dimana konfigurasi dapat dilakukan dengan mengunjungi perangkat secara langsung.

2.2 OpenFlow

OpenFlow adalah protokol baru yang dirancang dan diimplementasikan di Stanford University pada tahun 2008. OpenFlow berkembang semenjak dimulainya proses standarisasi oleh Open Network Foundation (ONF).

OpenFlow merupakan salah satu jenis dari APIs (*Application Protocol Interfaces*) dalam jaringan SDN yang digunakan untuk mengatur *traffic flows* pada *switch* dalam sebuah jaringan atau bisa disebut *control plane* [2], yang berkomunikasi dengan *data plane* melalui OpenFlow. OpenFlow dapat bekerja pada *switch* dari berbagai vendor. OpenFlow adalah *southbound interface*, dimana *interface* yang memungkinkan terjadinya komunikasi antara *layer* *kontroller* dan *data plane* pada arsitektur SDN [3].

2.3 ONOS Kontroller

ONOS (*Open Network Operating System*) adalah sistem operasi jaringan sumber terbuka dengan teknologi SDN yg berorientasi pada jaringan operator (*carrier-grade service provider*). ONOS didisain dengan filosofi HA (*High Availability*), kinerja tinggi (HP - *High Performance*) dan kemampuan *scale-out* yg baik [4].

2.4 Virtual LAN (VLAN)

VLAN merupakan protokol yang memungkinkan pembuatan jaringan lebih dari satu didalam satu segmen jaringan yang sama. Standar Protokol Vlan yaitu, IEEE 802.1q atau Dot1q. Vlan hanya terdapat pada *Managabl switch*. Vlan digunakan pada *layer 2 model OSI* yaitu, *Data-Link Layer*. Konsep dari vlan sendiri adalah meneruskan paket yang berasal dari *interface* Vlan ke *interface* Vlan lain yang Vlan ID nya sama [5].

2.5 Mininet

Mininet merupakan aplikasi *network emulator* untuk mengembangkan teknologi jaringan SDN [2]. Perangkat yang tersedia di Mininet merupakan perangkat asli yang ada pada dunia nyata yang artinya mininet men-emulasi sebuah perangkat jaringan.

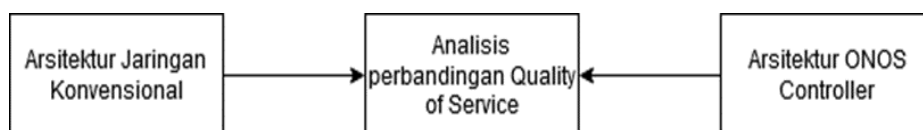
2.6 Quality of Service (QoS)

Quality of Service atau biasa disingkat QoS merupakan metode pengukuran untuk melihat kemampuan dari jaringan yang telah dibangun seperti aplikasi jaringan dan *router*. Tujuan dari QoS sendiri agar *network service* yang diberikan lebih baik serta memenuhi kebutuhan dari suatu layanan. QoS memiliki parameter [6], yaitu: *Throughput*, *Delay*, *Jitter*, dan *Packet Loss*.

3. Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Desain Sistem

Proses analisis pada penelitian dilakukan secara *virtual*, dimana secara umum memiliki tahapan seperti Gambar 5.

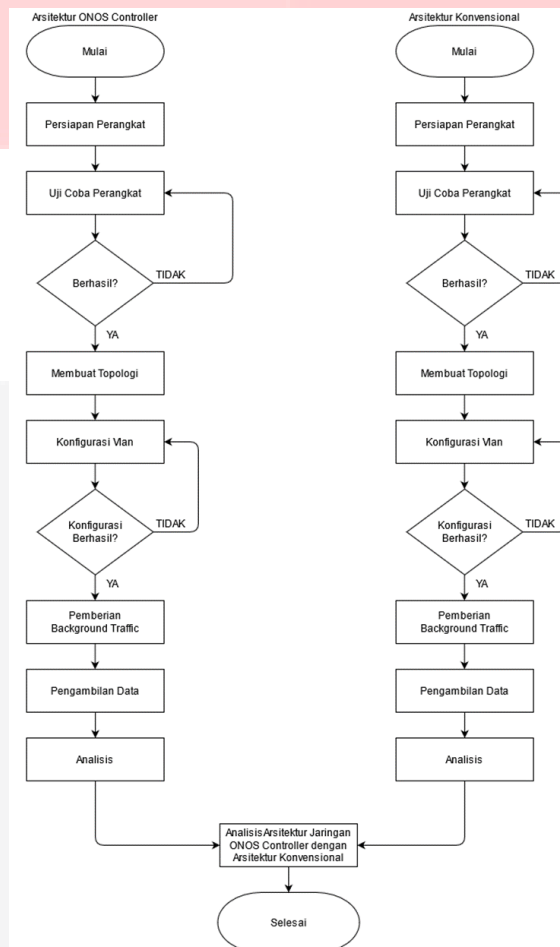


Gambar 5. Gambaran Umum

3.1.1 Arsitektur Sistem

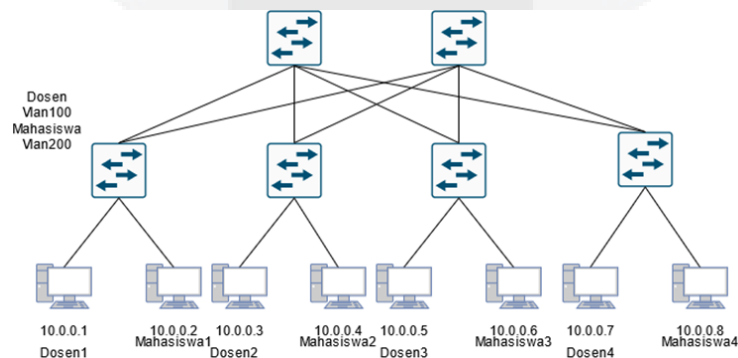
Proses penelitian “Analisis Kinerja Arsitektur *Spine and Leaf Data Center* Menggunakan SDN Kontroller ONOS” menggunakan dua tahapan yang dijadikan perbandingan, perbandingan tersebut antara Arsitektur *Spine and Leaf* menggunakan SDN Kontroller ONOS dan Arsitektur Tradisional (konvensional). Perbandingan tersebut dilakukan untuk mencari nilai hasil QoS agar mengetahui arsitektur mana yang lebih baik dan lebih handal.

Adapun gambaran umum masing-masing arsitektur untuk dijadikan analisis pada penelitian dalam diagram alir seperti berikut:



Gambar 6. Diagram Alir

3.1.2 Rancangan Topologi



Gambar 7. Rancangan Topologi *Spine and Leaf*

3.2 Perancangan Perangkat Pendukung

Pada penelitian tugas akhir ini dibutuhkan perangkat pendukung. Perangkat pendukung tersebut dibagi menjadi dua, yaitu perangkat lunak dan perangkat keras.

3.2.1 Perangkat Keras

Dalam penelitian tugas akhir ini menggunakan perangkat keras berupa laptop dengan spesifikasi seperti berikut:

Tabel 1. Perangkat Keras

Komponen	Spesifikasi
Processor	Intel Core i5-5200
Memory	8 GB
HDD	500 GB

3.2.2 Perangkat Lunak

Berikut merupakan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

Tabel 2. Perangkat Lunak

Perangkat Lunak	Keterangan
Ubuntu 16.04	Virtual Sistem Operasi
Mininet	<i>Emulator Jaringan</i>
Virtual Box	<i>Virtual Machine</i>
GNS3	<i>Emulator Jaringan</i>
ONOS Controller	<i>SDN Controller</i>
D-ITG	Pengambilan Data
Iperf3	Pemberian <i>Background Traffic</i>

4. Skenario Pengujian

4.1 Pengujian Konektivitas VLAN SDN Kontroller

Pengujian konektivitas vlan dilakukan untuk mengetahui masing-masing vlan sudah saling terhubung. Terdapat dua vlan_id dalam proyek ini, yaitu vlan100 dan vlan200, dimana vlan100 berisikan dosen1, dosen2, dosen3, dan dosen4 sedangkan vlan200 berisikan mahasiswa1, mahasiswa2, mahasiswa3 dan mahasiswa4.

Pengujian konektivitas melakukan pengujian pengiriman paket data menggunakan “PING” dimana dosen2 meng-ping dosen1, dosen3 dan dosen4.

```
mininet> dosen2 ping dosen1
PING 10.0.0.1 (10.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.513 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.132 ms
^C
--- 10.0.0.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.132/0.322/0.513/0.191 ms
mininet> dosen2 ping dosen3
PING 10.0.0.5 (10.0.0.5) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.48 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.111 ms
^C
--- 10.0.0.5 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.111/1.299/2.487/1.188 ms
mininet> dosen2 ping dosen4
PING 10.0.0.7 (10.0.0.7) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.7: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.492 ms
64 bytes from 10.0.0.7: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.173 ms
^C
```

Gambar 8. Pengujian Vlan100 SDN Kontroller

Pada pengujian ini juga mencoba ping antara mahasiswa1 dan mahasiswa2, dimana host tersebut memiliki vlan_id 200.

```

mininet> mahasiswa1 ping mahasiswa2
PING 10.0.0.4 (10.0.0.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.539 ms
64 bytes from 10.0.0.4: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.165 ms
^C
--- 10.0.0.4 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1010ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.165/0.352/0.539/0.187 ms
mininet> mahasiswa1 ping mahasiswa3
PING 10.0.0.6 (10.0.0.6) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.6: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.488 ms
64 bytes from 10.0.0.6: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.069 ms
^C
--- 10.0.0.6 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.069/0.278/0.488/0.210 ms
mininet> mahasiswa1 ping mahasiswa4
PING 10.0.0.8 (10.0.0.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.422 ms
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.134 ms
^C

```

Gambar 9. Pengujian Vlan200 SDN Kontroller

4.2 Pengujian Konektivitas VLAN Arsitektur Konvensional

Pengujian konektivitas vlan arsitektur konvensional dilakukan untuk mengetahui masing-masing vlan sudah saling terhubung. Terdapat dua vlan_id dalam tugas akhir ini, yaitu vlan100 dan vlan200, dimana vlan100 berisikan dosen1, dosen2, dosen3 dan dosen4 sedangkan vlan200 berisikan mahasiswa1, mahasiswa2, mahasiswa3 dan mahasiswa4. Pengujian konektivitas melakukan pengujian pengiriman paket data menggunakan “PING” dimana dosen1 meng-ping dosen2, dosen3 dan dosen4.

```

mininet> dosen1 ping dosen2
PING 10.0.0.3 (10.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.00 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.070 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.064 ms
^C
--- 10.0.0.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2018ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.064/0.380/1.008/0.444 ms
mininet> dosen1 ping dosen3
PING 10.0.0.5 (10.0.0.5) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.542 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.073 ms
^C
--- 10.0.0.5 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1013ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.073/0.307/0.542/0.235 ms
mininet> dosen1 ping dosen4
PING 10.0.0.7 (10.0.0.7) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.7: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.393 ms
64 bytes from 10.0.0.7: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.070 ms
^C
--- 10.0.0.7 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1031ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.070/0.231/0.393/0.162 ms

```

Gambar 10. Pengujian Vlan100 Konvensional

Pada pengujian ini juga mencoba menguji dosen1 dengan “PING” mahasiswa1 dan mahasiswa2 yang berbeda vlan_id.

```

mininet> dosen1 ping mahasiswa2
PING 10.0.0.4 (10.0.0.4) 56(84) bytes of data.
From 10.0.0.1 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
^C
--- 10.0.0.4 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, +3 errors, 100% packet loss, time 3070ms
pipe 4
mininet> dosen1 ping mahasiswa3
PING 10.0.0.6 (10.0.0.6) 56(84) bytes of data.
From 10.0.0.1 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
From 10.0.0.1 icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
^C
--- 10.0.0.6 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, +3 errors, 100% packet loss, time 3072ms
pipe 4

```

Gambar 11. Pengujian Vlan100 dan Vlan200 Konvensional

4.3 Pengujian Quality of Service

Skenario dilakukan menggunakan D-ITG dan memberikan background traffic menggunakan iperf3. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali menggunakan port UDP, dimana setiap pengujian dibedakan bandwidth pada sisi pengirim yaitu, 100mb, 200mb, 300mb, dan

400mb. Setiap pengujian diberikan waktu yang sama yaitu, 15 detik. Background traffic menggunakan bandwidth sebesar 100mb pada semua pengujian.

4.3.1 Pengujian 100mb

Untuk pengujian 100mb mendapatkan nilai rata-rata QoS sesuai parameter masing-masing, nilai rata-rata pengujian 100mb dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Pengujian 100mb

Parameter	100mb	
	Konvensional	SDN
Throughput	25,605.56	48,940.23
Delay	1.22	0.69
Jitter	1.36	0.20

4.3.2 Pengujian 200mb

Untuk pengujian 200mb mendapatkan nilai rata-rata QoS sesuai parameter masing-masing, nilai rata-rata pengujian 200mb dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Pengujian 200mb

Parameter	200mb	
	Konvensional	SDN
Throughput	73,431.40	94,133.00
Delay	1.13	0.57
Jitter	0.66	0.12

4.3.3 Pengujian 300mb

Untuk pengujian 300mb mendapatkan nilai rata-rata QoS sesuai parameter masing-masing, nilai rata-rata pengujian 300mb dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Pengujian 300mb

Parameter	300mb	
	Konvensional	SDN
Throughput	113,561.56	137,001.61
Delay	0.85	0.54
Jitter	0.28	0.09

4.3.4 Pengujian 400mb

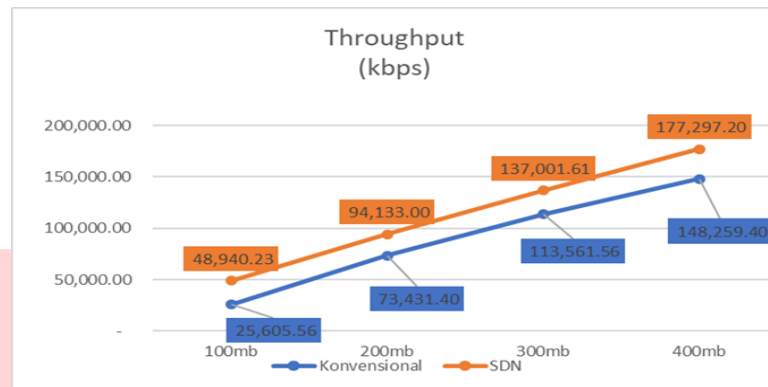
Untuk pengujian 400mb mendapatkan nilai rata-rata QoS sesuai parameter masing-masing, nilai rata-rata pengujian 400mb dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Pengujian 400mb

Parameter	400mb	
	Konvensional	SDN
Throughput	148,259.40	177,297.20
Delay	0.98	0.52
Jitter	0.40	0.08

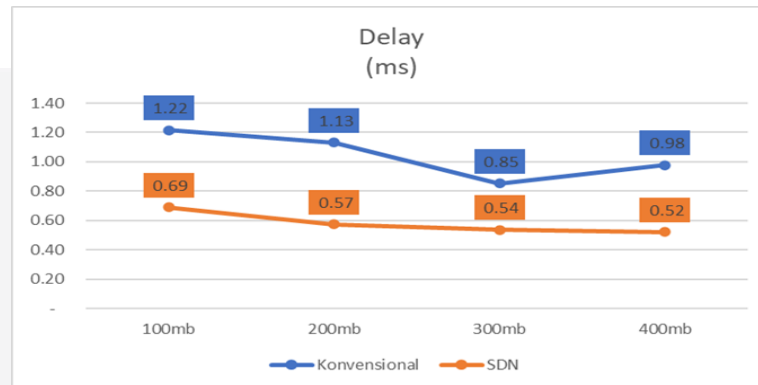
4.4 Analisis Arsitektur Konvensional dengan Arsitektur SDN Kontroller

Dari hasil pengujian sebanyak 30 kali pengambilan data dengan *bandwidth* 100mb, 200mb, 300mb, dan 400mb didapatkan nilai rata-rata *throughput*, *delay*, dan *jitter* seperti berikut:



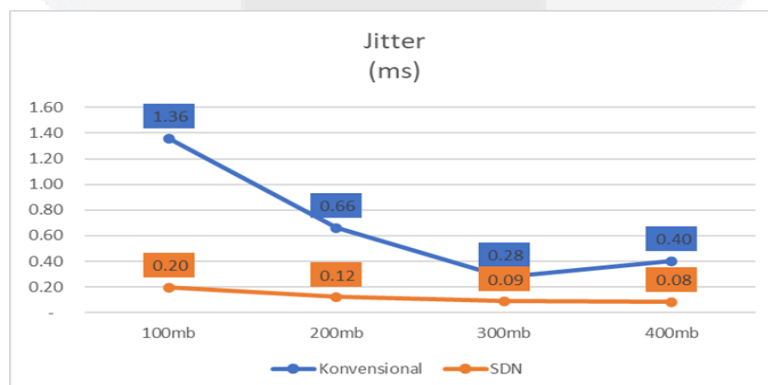
Gambar 12. Rata-Rata Throughput

Pada diagram rata-rata throughput, nilai rata-rata throughput mendapatkan nilai rata-rata untuk *bandwidth* 100mb 25.605,56kbps untuk konvensional dan 48.940,23 untuk SDN. Untuk *bandwidth* 200mb rata-rata konvensional 73.431,40kbps dan SDN 94.133,00kbps. Dapat dilihat saat *bandwidth* diatur semakin besar nilai *throughput* akan selalu naik. Untuk *bandwidth* 300mb nilai *throughput* bertambah besar menjadi 113.561,56kbps untuk konvensional dan 137.001,61kbps untuk SDN. *Bandwidth* 400mb pun semakin bertambah besar juga untuk nilai rata-rata *throughput* yaitu, 148.259,40kbps untuk konvensional dan 177.297,20kbps untuk SDN.



Gambar 13. Rata-Rata Delay

Untuk rata-rata nilai *delay*, *bandwidth* 100mb arsitektur konvensional mendapatkan nilai 1,22ms dan arsitektur SDN 0,69ms. *Bandwidth* 200mb mendapatkan nilai 1,13ms untuk konvensional dan 0,57ms untuk SDN. Dapat dilihat semakin besar nilai *bandwidth*, maka nilai *delay* pada masing-masing arsitektur akan semakin berkurang. Pada *bandwidth* 300mb nilai *delay* konvensional adalah 0,85ms dan SDN *controller* 0,54ms, sedangkan untuk *bandwidth* 400mb mendapatkan 0,98ms untuk arsitektur konvensional dan 0,52ms untuk arsitektur SDN.



Gambar 14. Rata-Rata Jitter

Untuk rata-rata nilai *jitter* pada Gambar 14., nilai *jitter* pada arsitektur konvensional terjadi proses menurunnya nilai rata-rata *jitter* pada *bandwidth* 100mb menuju 200mb dan 300mb, namun terjadi kenaikan pada *bandwidth* 400mb. Jika dilihat untuk nilai rata-rata *jitter* konvensional, penurunan sangat signifikan terjadi pada 100mb mendapatkan nilai 1,36ms, untuk 200mb mendapatkan 0,66ms dan 300mb mendapatkan nilai *jitter* 0,28ms. Untuk *bandwidth* 400mb konvensional mendapatkan 0,40ms.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari pengujian terhadap performansi jaringan arsitektur konvensional dengan arsitektur SDN maka mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Arsitektur SDN jika dibandingkan dengan arsitektur konvensional nilai rata-rata QoS throughput yang didapatkan lebih besar dengan mengatur bandwidth yang sama. Dapat dikatakan arsitektur SDN memiliki kapasitas jaringan yang lebih unggul dibandingkan arsitektur konvensional.
- b. Nilai delay pun jika dibandingkan dengan arsitektur konvensional, arsitektur SDN lebih bagus karena mendapatkan nilai rata-rata delay yang relatif kecil. Tetap kedua arsitektur jika dilihat dari standarisasi QoS menurut TIPHON mendapatkan indeks “perfect”, karena mendapatkan nilai lebih kecil dari 150ms.
- c. Nilai *jitter* pada arsitektur SDN relatif lebih kecil, jika dibandingkan dengan arsitektur konvensional, arsitektur SDN lebih unggul, karena nilai *jitter* pada arsitektur SDN kontroller jika dilihat dari nilai rata-rata relatif konstan di angka 0,08ms-0,20ms sedangkan pada arsitektur konvensional terdapat satu pengujian mendapatkan nilai rata-rata 1,36ms.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya, yaitu:

- a. Menggunakan kontroller dan emulator yang berbeda dengan protokol yang sama.
- b. Menggunakan kontroller dan emulator yang sama dengan protokol yang berbeda.
- c. Menggunakan topologi lebih dari empat switch dan empat host..

REFERENSI

- [1] APJII: 196,7 Juta Warga Indonesia Sudah Melek Internet. Diakses 23 Nov 2020 dari: <https://teknologi.bisnis.com/read/20201110/101/1315765/apjii-1967-juta-warga-indonesia-sudah-melek-internet>
- [2] Safida Reynita Sari1, Dr. Ir Rendy Munadi, M.T., Danu Dwi Sanjoyo, S.T.,M.T., “Analisis Performansi Segment Routing Pada Software Defined Network Menggunakan Kontroller ONOS” e-Prosidings Teknik : Vol.6, No.2 Agustus 2019.
- [3] Melissa, Susmini Indriani Lestariningsati. “Analisis Kinerja Arsitektur Software-Defined Network Berbasis OpenDaylight Kontroller”. Jurnal Teknik Komputer Unikom – komp utika – Volume 7, No.1 – 2018.
- [4] ONOS. Diakses 11 Juli 2021 dari: <https://www.telematika.org/post/onos/>
- [5] Yosefina Pantu, Catur Iswahyudi, Rr Yuliana Rachmawati K, “Analisis dan Perancangan VLAN Pada DISHUBKOMINFO Kabupaten Manggarai Menggunakan Cisco Packet Tracer”. Jurnal JARKOM : Vol. 3 No. 1 Juni 2015.
- [6] Pengertian, Layanan dan Parameter *Quality of Service* (QoS). Diakses 25 Nov 2020 dari: <https://www.kajianpustaka.com/2019/05/pengertian-layanan-dan-parameter-quality-of-service-qos.html>