

DESAIN ARSITEKTUR JARINGAN MANAGEMENT ENVIRONMENT DENGAN SOFTWARE DEFINED NETWORK

Luthfi Setioutomo¹, Eka Purwa Laksana²

1. Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia

luthfi.setio@gmail.com

2. Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia

Eka.purwalaksana@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Software Defined Network (SDN) merupakan konsep baru dan semakin banyak digunakan karena desainnya yang fleksibel dan konfigurasinya tersentralisasi yang memudahkan administrator jaringan dalam melakukan konfigurasi pada jaringan komputer. Dengan keuntungan yang didapatkan dari teknologi SDN, penelitian ini fokus dalam desain arsitektur jaringan management environment menggunakan Software Defined Network. Desain baru merupakan bentuk ekspansi dari jaringan management environment lama, dimana management environment lama dan baru akan saling terhubung. Menggunakan QoS untuk dapat membandingkan kualitas dari masing-masing management environment. Ekspansi pada management environment memberikan penurunan penggunaan kapasitas management environment dari 98% menjadi 75%. Management environment lama dan management environment baru sudah saling terhubung dengan baik. Management environment baru memiliki nilai throughput dan jitter yang lebih baik dari pada management environment lama. Sedangkan nilai packet loss management environment baru lebih buruk dari management environment lama. Menggunakan teknologi SDN memberikan kemudahan pada administrator jaringan dengan hanya melakukan konfigurasi di 1 buah perangkat SDN controller (BCF controller).

Kata kunci: Software Defined Network (SDN), Ekspansi, Desain, Jaringan, QoS

ABSTRACT

Software Defined Network (SDN) is a new concept and is increasingly being used because of its flexible design and centralized configuration which makes it easy for network administrators in configuring a computer network. With the benefits gained from SDN technology, this research focuses on designing a network management environment architecture using Software Defined Network. The new design is a form of expansion of the old network management environment, where the old and new management environments will be interconnected. Using QoS to be able to compare the quality of each management environment. The expansion of the management environment has reduced the use of management environment capacity from 98% to 75%. The old management environment and the new management environment are well connected. The new management environment has better throughput and jitter values than the old management environment. Whereas the value of the packet loss management new environment is worse than the old management environment. Using SDN technology makes it easy for network administrators to only configure one SDN controller (BCF controller) device.

Keywords: Software Defined Network (SDN), Expansion, Design, Network, QoS

I. PENDAHULUAN

Pada penelitian sebelumnya [1] Software Defined Network mengubah desain jaringan dengan memperkenalkan kontrol yang tersentralisasi. Membawa fungsionalitas kontrol routing pada satu

tempat terpusat. Controller terpusat memberikan arsitektur jaringan yang sederhana, efisien dalam menangani pesan permintaan tetapi gagal dalam masalah skalabilitas. Di samping itu, controller terdistribusi dapat mengatasi masalah skalabilitas

dengan baik dan memberikan throughput maksimal dengan High availability tetapi butuh prosedur pertukaran pesan dalam sebuah cluster. Pada penelitian yang lain [2] survey tentang advance Software Defined Network menyebutkan forwarding plane pada SDN sudah menyelesaikan banyak masalah seperti biaya, manajemen, multi-tenansi, dan hambatan entri-level tinggi yang menghambat inovasi. Kemampuan untuk mengorkestrasi perangkat jaringan yang besar secara bersamaan membuat SDN aset yang kuat untuk masa depan operator jaringan.

Layanan yang dimiliki PT Biznet Gio Nusantara dikelola oleh sebuah sistem yang berada di dalam sebuah Management Environment. Seiring dengan bertambahnya pelanggan, infrastruktur layanan pun tumbuh semakin besar yang berarti membutuhkan kapasitas Management Environment yang besar pula. Desain arsitektur jaringan Management Environment lama yang sudah semakin rumit dan kapasitasnya yang sudah mencapai 98% menyebabkan sulit untuk dilakukan peningkatan dan penambahan perangkat. Untuk melakukan desain ulang Management Environment lama pun tidak mungkin karena ada layanan yang harus terus berjalan selama 24 jam terus menerus. Sehingga diputuskan untuk membuat Management Environment baru untuk dapat mengkompensasi penambahan pada infrastruktur layanan yang dimiliki Biznet Gio Nusantara.

Pada penelitian ini dirancang Desain Arsitektur Jaringan Management Environment Dengan Software Defined Network, yang dimana desain tersebut akan menambah kapasitas Management Environment lama dan menunjukkan fleksibilitas yang diberikan oleh Software Defined Network. Lalu menguji Quality of Service dari management environment lama dan baru seperti throughput, packet loss dan jitter sebagai parameter tambahan untuk membandingkan Management Environment lama dan baru.

II. DASAR TEORI

A. Jaringan Data center

Data center adalah kumpulan sumber daya (Server, storage, network) yang saling terhubung menggunakan jaringan komunikasi. Jaringan Data center memiliki peran yang sangat penting di dalam data center karena menghubungkan semua sumber daya yang ada.

Sebuah desain data center baru yang disebut dengan arsitektur Clos network-based spine-and-leaf dikembangkan untuk mengatasi limitasi pada desain jaringan data center tradisional. Arsitektur ini sudah terbukti memberikan bandwidth tinggi, latency rendah dan konektivitas server-to-server tanpa halangan.

Dalam arsitektur Clos dua tingkat ini, setiap switch tingkat bawah (lapisan leaf) terhubung dengan setiap switch tingkat atas (lapisan spine) dalam topologi full-mesh. Lapisan leaf terdiri dari

switch akses yang terhubung dengan perangkat seperti server. Lapisan spine adalah backbone dari jaringan dan bertanggung jawab atas keterhubungan dari semua switch leaf. Semua switch leaf terhubung ke semua switch spine di dalam cluster. Jalur dipilih secara acak hingga beban lalu lintas data terbagi rata di antara switch tingkat atas. Jika satu buah switch tingkat atas mengalami kegagalan, hal tersebut hanya menurunkan sedikit performansi dari keseluruhan data center.

Dengan arsitektur spine-and-leaf, tidak peduli switch leaf mana server terhubung, lalu lintas data akan selalu melewati jumlah perangkat yang sama untuk menuju server lain. Pendekatan ini menjaga latency pada level yang dapat diprediksi karena data hanya perlu lompat ke switch spine dan switch leaf lain untuk dapat mencapai tujuan.

B. Terminologi Dasar Packet Switching

Physical Layer adalah lapisan paling bawah dari tujuh lapisan model Open System Interconnection (OSI) jaringan komputer. Terdiri dari teknologi transmisi perangkat dasar untuk memindahkan bit data pada jaringan.

Data Link Layer atau Layer-2 (L2) adalah lapisan kedua paling rendah dari model OSI. Lapisan ini memiliki kemampuan untuk mengirimkan data dari satu perangkat ke perangkat lain dalam satu segmen jaringan. Memiliki fungsi yang disebut dengan logical link control (LLC) dan Media Access Control (MAC).

MAC layer adalah bagian dari data link layer yang mengatur kapan media yang dipakai bersama dapat diakses dan memberikan pengalamatan kepada tujuan saja.

Network Layer atau Layer-3 (L3) memberikan fungsi dan proses yang memberikan data dapat ditransmisikan dari pengirim ke penerima melewati banyak jaringan perantara. Untuk dapat transit di jaringan perantara melibatkan data link layer juga.

Port atau interface adalah koneksi untuk sebuah media komunikasi, termasuk data link layer dan physical layer yang dibutuhkan untuk dapat mentransmisikan dan menerima data melalui penghubung ini. Penghubung dapat berbentuk media transmisi apapun.

Frame adalah satuan data yang ditransmisikan di atas L2.

Packet adalah satuan data yang ditransmisikan di atas jaringan L3.

MAC address adalah nilai unik yang secara global mengidentifikasi sebuah perangkat jaringan. Alamat ini unik secara global dan berfungsi sebagai alamat jaringan L2.

IP Address adalah nilai unik yang diberikan kepada host yang berada di dalam jaringan komputer yang menggunakan Internet Protocol untuk pengalamatan L3.

Switch adalah perangkat yang menerima informasi pada salah satu port dan mentransmisikan informasi tersebut ke satu atau lebih port lain, mengarahkan informasi ini ke tujuan yang ditentukan.

Packet switch adalah switch yang dimana data-nya terdiri dari komunikasi antara dua atau lebih entitas yang diperlakukan sebagai paket individual yang masing-masing membuat jalan mereka sendiri melalui jaringan menuju tujuan.

Router adalah packet switch yang digunakan untuk memisahkan subnets. Subnet pada jaringan terdiri dari sekumpulan host yang memiliki network prefix yang sama. Network prefix terdiri dari bit paling signifikan dari IP address.

C. Prinsip Software Defined Network

SDN memiliki tiga prinsip arsitektur dan definisi dari open interfaces, yang dijelaskan di bawah ini.

1) Pemisahan traffic forwarding dan pemrosesan dari control

Tujuan dari prinsip ini adalah untuk mengizinkan penyebaran dari control dan traffic forwarding dan entitas pemrosesan secara independen. Prinsip ini bukanlah game changer sendiri. Perangkat transport, sebagai contoh, sudah lama memisahkan control dari forwarding dan pemrosesan traffic. Namun, pemisahan ini prasyarat penting dari control yang terpusat dan pengulangan, secara khusus pengulangan hirarkis. Pemisahan juga memberikan optimasi pada platform teknologi dan umur software secara terpisah.

Arsitektur ini menggambarkan prinsip pemisahan dalam bentuk entitas yang disebut dengan SDN controller, yang memiliki tanggung jawab sebagai management-control untuk beberapa set kelompok sumber daya. Kelompok sumber daya dipertimbangkan berada di dalam data plane, karena data plane secara langsung atau tidak langsung berhubungan dengan pemrosesan traffic klien.

2) Control terpusat secara logis

Istilah logis menunjukkan bahwa control berjalan sebagai entitas tunggal, independen dari kemungkinan implementasi dalam bentuk distribusi.

Pemisahan pada pemrosesan traffic dari control ada prasyarat dari control yang terpusat. Prinsip control terpusat menegaskan bahwa sumber daya dapat digunakan lebih efisien saat dilihat dari perspektif yang lebih luas. SDN controller terpusat dapat mengatur sumber daya yang menjangkau ke beberapa subordinat entitas, dan dengan demikian memberikan abstraksi yang lebih baik kepada klien daripada jika hanya bisa mengabstrak bagian dari individu subordinat entitas. Contoh plaign baik dari ini adalah pembukaan forwarding domain monolitik

tunggal yang dibuat diatas jaringan dasar yang besar dan rumit.

Prinsip dari control terpusat baik dimengerti sebagai rekomendasi untuk mempertimbangkan pertukaran keuntungan biaya dengan sentralisasi.

3) Programabilitas dari layanan jaringan

Prinsip ini mengizinkan pertukaran informasi dengan sebuah SDN controller, baik itu dengan penemuan atau negosiasi sebelum pembentukan layanan, atau selama masa pakai layanan sesuai dengan perubahan kebutuhan klien atau keadaan sumber daya virtual klien.

4) Open interfaces

Aspek ke-empat berhubungan dengan implementasi dan penyebaran SDN, bukan arsitektur fundamental. Aspek ini mengendalikan keterbukaan interfaces dan menentukan bahwa interface bersifat publik dan terbuka dengan definisi komunitas.

III. PERANCANGAN DESAIN

A. Diagram Blok

Pada Gambar 1 diperlihatkan diagram blok dari proses perancangan desain arsitektur yang dibuat.

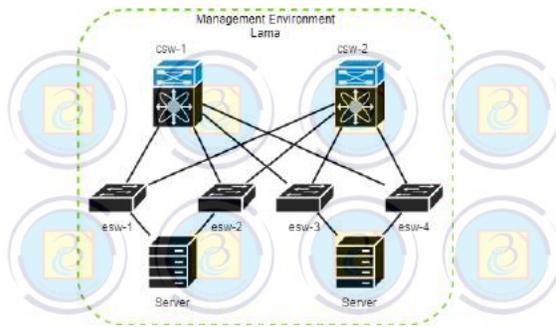


Gambar 1 Diagram perancangan desain arsitektur

Tahap pertama dilakukan tinjauan jaringan management environment lama. Selanjutnya adalah perancangan topologi. Setelah topologi selesai, tahapan selanjutnya adalah pemilihan perangkat yang cocok digunakan pada topologi yang dibuat dan sesuai dengan spesifikasi perangkat yang terhubung (*Server*). Setelah perangkat selesai dipilih, tahapan selanjutnya adalah konfigurasi yang dilakukan pada *controller*. Setelah konfigurasi diterapkan, tahapan selanjutnya adalah analisa dari desain yang sudah dibuat.

B. Kondisi Management Environment lama

Sebelum membuat perancangan desain arsitektur jaringan management environment yang baru perlu dilakukan tinjauan terhadap jaringan *management environment* yang lama. Pada Gambar 2 ditunjukkan topologi dari *management environment* lama.



Gambar 2 Topologi management environment lama

Penggunaan port switch di dalam management environment lama dimana esw-1 dan esw-2 terhubung dengan 28 server dan esw-3 dan esw-4 juga terhubung dengan 28 server. Dengan total 288 port switch, sudah digunakan sebanyak 284 port switch yaitu 98% dari kapasitas total. Dengan keadaan seperti ini management environment lama sudah tidak dapat menampung apabila ada penambahan perangkat server.

Perhitungan kapasitas Management environment lama:

$$\begin{aligned}
 &\text{Kapasitas management environment lama} = 288 \text{ port} \\
 &\text{Penggunaan management environment lama} = 284 \text{ port} \\
 &\text{Penggunaan kapasitas management environment lama} \\
 &= \frac{\text{Penggunaan management environment lama}}{\text{Kapasitas management environment lama}} \times 100\% \\
 &= \frac{284}{288} \times 100\% = 98\%
 \end{aligned}$$

Semua switch pada management environment lama memiliki 48 port dengan kecepatan akses 1 Gb/s. Merek yang digunakan adalah Cisco sehingga menggunakan sistem operasi Cisco IOS.

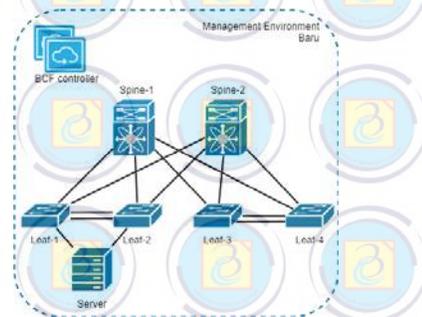
C. Perancangan Topologi

Untuk mendapatkan sebuah desain arsitektur jaringan yang baik harus dibuat perancangan yang matang dimulai dari topologi jaringan yang akan dibuat. *Software Defined Network* (SDN) merupakan sebuah teknologi yang menawarkan konsep baru dengan memisahkan *data plane* dan *control plane*. *Control plane* pada SDN dibuat terpusat pada sebuah perangkat yang disebut *SDN controller*. *SDN controller* memiliki *administrator role*, dimana pengelola jaringan bertanggung jawab untuk membuat *environment* yang dapat memberikan layanan, mengubah *environment* dari waktu ke waktu, untuk memantau *environment* agar dapat beroperasi dengan baik dan memiliki kemampuan yang melebihi *environment* untuk menyelesaikan secara internal [3].

Big Switch Network memiliki sebuah produk solusi *Big Cloud Fabric* (BCF) untuk perusahaan yang memberikan layanan *Cloud*. Menggunakan *BCF controller* sebagai *SDN controller* untuk

memberikan pengelolaan pengaturan yang terpusat. Setiap perubahan pengaturan pada *BCF controller* secara otomatis akan dipropagasi ke semua komponen *physical* dan *virtual switch* [4].

Topologi *management environment* baru ditunjukkan oleh Gambar 3. Leaf-1 dan leaf-2 berada dalam satu grup (grup server), saling terhubung satu sama lain juga terhubung dengan 15 perangkat server baru. Leaf-3 dan leaf-4 berada dalam satu grup (grup akses-luar), saling terhubung satu sama lain dan terhubung dengan router yang berada di *environment* akses-luar. Spine-1 dan spine-2 berperan sebagai *Spine* yang menghubungkan keempat leaf.



Gambar 3 Topologi management environment baru

D. Pemilihan Perangkat

Rancangan topologi pada Gambar 3 sudah menunjukkan komponen apa saja yang akan saling terhubung didalamnya. Komponen utama yang membentuk topologi ini adalah spine, leaf dan BCF controller. Komponen yang akan dihubungkan oleh komponen utama adalah server dan router, sehingga spesifikasi komponen utama harus cocok dengan spesifikasi server dan router.

Tipe perangkat server yang akan terhubung dengan topologi ini adalah HPE ProLiant DL380 Gen10 menggunakan HPE FlexFabric 10Gb 4-port 536FLR-T Adapter sebagai network adapter-nya. Menggunakan standar teknologi 10GBASE-T yang didefinisikan oleh IEEE 802.3-2018 - IEEE Standard for Ethernet dengan kecepatan akses sebesar 10 Gb/s. 15 server terhubung dengan leaf-1 dan leaf-2 di dalam grup server dimana server dikonfigurasi sebagai server virtualisasi.

Tipe perangkat yang digunakan sebagai router adalah Dell EMC Networking S4048T-ON Switch, sebuah layer-3 switch yang difungsikan sebagai router. Memiliki total 48 port ethernet dengan standar teknologi 10GBASE-T yang didefinisikan oleh IEEE 802.3-2018 - IEEE Standard for Ethernet dengan kecepatan akses sebesar 10 Gb/s. Router terhubung dengan leaf-3 dan leaf-4 di dalam grup akses-luar.

Konfigurasi leaf yang digunakan adalah 48x10G + 6x40G dan konfigurasi spine yang digunakan adalah 32x40G. Tipe switch dengan konfigurasi tersebut sangat bervariasi, namun tidak semua

switch tersebut dapat terhubung dengan BCF controller. Dalam datasheet BCF memberikan solusi untuk sistem operasi pada switch yang dapat terhubung dengan BCF controller yaitu Switch Light OS [5]. Dell EMC telah bekerjasama dengan Big Switch Network untuk menyediakan seri Open Networking Switch yang dapat menggunakan sistem operasi Switch Light OS. Maka dengan mempertimbangkan rekomendasi leaf, spine dan sistem operasi yang akan digunakan, perangkat leaf yang digunakan adalah Dell Networking S4048T-ON Switch dan perangkat spine yang digunakan adalah Dell Networking S6010-ON Switch. Tabel 1 menyimpulkan semua pilihan perangkat berdasarkan semua pertimbangan yang dijelaskan pada bagian ini.

Tabel 1 Pilihan perangkat

Perangkat	Fungsi	Jumlah
BCF controller HWD	SDN controller	2
Dell Networking S4048T-ON Switch	Leaf	4
Dell Networking S6010-ON Switch	Spine	2

Sebelum melakukan konfigurasi spesifik ke dalam jaringan, semua switch harus didaftarkan ke dalam BCF controller. Setiap switch didaftarkan berdasarkan MAC address masing-masing, diberikan nama Leaf-1, Leaf-2, Leaf-3, Leaf-4, Spine-1 dan Spine-2 sebagai penanda setiap switch menyesuaikan dengan fungsi masing-masing. Switch Leaf-1, Leaf-2, Leaf-3 dan Leaf-4 diberikan opsi fabric-role leaf untuk mendefinisikan peran switch tersebut adalah leaf. Untuk switch Spine-1 dan Spine-2 diberikan opsi fabric-role spine untuk mendefinisikan peran switch tersebut adalah spine. Opsi penting dalam konfigurasi switch ini adalah leaf-group. Switch Leaf-1 dan Leaf-2 masuk ke dalam leaf-group server dan switch Leaf-3 dan Leaf-4 masuk ke dalam leaf-group akses-luar.

Setelah semua switch terdaftar di dalam BCF controller, selanjutnya adalah mendefinisikan konfigurasi interface-group. Konfigurasi interface-group berisikan port interface pada switch yang akan terhubung dengan server atau router. Interface-group pertama diberikan nama server-1 untuk koneksi switch dengan server, beranggotakan Leaf-1 interface ethernet1 dan Leaf-2 interface ethernet1. Hal yang sama dilakukan untuk 14 server lain yang akan terhubung dengan leaf-1 dan leaf-2, konfigurasi interface-group keseluruhan dapat dilihat di lampiran. Interface-group kedua diberikan nama akses-luar untuk koneksi switch dengan router, beranggotakan Leaf-3 interface ethernet45, ethernet46, ethernet47 dan ethernet48 dan Leaf-3 interface ethernet45, ethernet46, ethernet47 dan ethernet48. Untuk interface-group akses-luar diberikan opsi mode lacp karena pada interface router diaktifkan mode yang sama.

Setelah mendefinisikan koneksi fisik pada switch, selanjutnya adalah mendefinisikan tenant di dalam konfigurasi, hal ini dibutuhkan untuk membuat batas administratif dan keamanan pada jaringan secara keseluruhan. Di dalam tenant, terdapat segment yang setara dengan Layer 2 collision domains, dan mendefinisikan port interface pada switch sebagai anggota segment. Pada konfigurasi tenant, tenant ini diberi nama Management, memiliki dua buah segment yaitu server dan akses-luar. Anggota dari server adalah interface-group server-1 menggunakan vlan 11. Anggota dari akses-luar adalah interface-group akses-luar menggunakan vlan 212. Pada tenant harus didefinisikan opsi logical-router untuk dapat menghubungkan semua segment yang terdaftar di dalam tenant tersebut. Hal pertama adalah mendefinisikan interface pada logical-router untuk masing-masing segment. Segment server diberikan interface logical-router dengan ip address 10.120.3.254. Segment akses-luar diberikan interface logical-router dengan ip address 10.120.13.1. Sebelum mendefinisikan jalur routing, perlu mendefinisikan opsi next-hop-group agar sebuah ip address dapat dimasukkan ke dalam jalur routing. Ip address 10.120.13.1 masuk ke dalam next-hop-group ke-luar, sehingga jalur routing dapat diarahkan ke next-hop ini. Setelah mendefinisikan next-hop, jalur routing dapat diarahkan menjadi semua ip address (0.0.0.0/0) yang masuk akan diarahkan ke next-hop-group ke-internet.

E. Skenario Pengujian

Setelah selesai dilakukan implementasi, untuk menguji desain yang dibuat sudah berfungsi sesuai dengan rencana yang dideskripsikan di dalam bab ini, desain ini perlu diuji. Berikut ini adalah skenario pengujian yang akan dilakukan.

1) Pengujian konektivitas

Salah satu tujuan dibuatnya *management environment* baru adalah bentuk ekspansi dari *management environment* yang lama. Pada topologi sudah digambarkan bahwa *management environment* lama dan baru dihubungkan oleh *environment* akses-luar, sehingga perlu diuji konektivitas antara *management environment* lama dengan yang baru. Pada *management environment* lama dibuat sebuah mesin virtual dengan alamat IP 10.110.1.140/23, di *management environment* baru juga dibuat mesin virtual dengan alamat IP 10.120.2.40/24. Pengujian konektivitas dilakukan menggunakan aplikasi *Ping* dan *Traceroute* untuk menguji konektivitas dari kedua mesin virtual yang berada di *management environment* yang berbeda. Dengan menggunakan aplikasi *ping* dikirimkan 5 buah paket data sebesar 64 bytes. Dengan aplikasi *traceroute* menguji konektivitas dengan memperlihatkan jalur yang dilewati paket untuk mencapai tujuan.

2) Pengujian Quality of Service (QoS)

QoS didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk memberikan layanan yang lebih baik untuk jaringan lalu lintas yang dipilih melalui berbagai teknologi yang berbeda-beda. Tujuan QoS adalah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. Pada jaringan berbasis IP, IP QoS mengacu pada performansi dari paket-paket IP yang lewat melalui satu atau lebih jaringan. Berikut ini merupakan Parameter QoS.

- Jitter, adalah variasi kedatangan paket, hal ini diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan.

Tabel 2 Standar Jitter TIPHON [6]

Kategori	Jitter
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 s.d 300 ms
Sedang	300 s.d 450 ms
Tidak dapat diterima	>450 ms

- Throughput, kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Throughput adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah paket diterima}}{\text{Waktu pengamatan}} \quad (1)$$

- Packet Loss, suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang.

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket hilang}}{\text{Paket diterima}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 3 Standar Packet Loss TIPHON [6]

Kategori	Packet Loss
Sangat Bagus	0%
Bagus	3%
Sedang	15%
Jelek	25%

Untuk dapat membandingkan QoS *management environment* lama dengan yang baru, pertama akan diukur tiga parameter QoS pada *management environment* lama. Setelah mendapatkan hasilnya, selanjutnya melakukan pengukuran di *management environment* yang baru. Pengukuran akan dilakukan menggunakan aplikasi *iperf* dengan opsi protokol UDP mengirimkan data *dummy* sebesar

2.5GB dari sebuah mesin virtual ke *router* yang berada di akses-luar. Data pengukuran diambil sebanyak 10 kali lalu diambil nilai rata-ratanya untuk memastikan data yang diambil konsisten. Setelah mendapatkan hasil pengukuran dari kedua *management environment*, hasil tersebut dibandingkan dan dianalisa.

IV. HASIL UJI DAN ANALISA

A. Analisa Ekspansi Management Environment

Hasil implementasi dari *management environment* baru adalah bertambahnya kapasitas *management environment* sehingga total 15 perangkat *server* baru dapat terhubung dengan *management environment*. 15 perangkat *server* baru tersebut terhubung dengan perangkat *switch* Leaf-1 dan Leaf-2. Leaf-3 dan Leaf-4 terhubung dengan *environment* luar dan Spine-1 dan Spine-2 menghubungkan semua *leaf* yang berada di dalam *management environment* baru.

Management environment lama memiliki kapasitas 288 *port*, dengan ekspansi dari *management environment* baru yang memiliki kapasitas 280 *port* maka kapasitas *management environment* saat ini menjadi 568 *port*. Dengan ekspansi ini total penggunaan kapasitas *management environment* menurun dari 98% menjadi 75% dengan 140 *port* yang masih bisa digunakan jika ada pertambahan perangkat baru lagi.

Perhitungan kapasitas *Management environment*:

Kapasitas *management environment*

■ Kapasitas *management environment* lama

+ Kapasitas *management environment* baru

$$= 288 + 280 = 568 \text{ port}$$

Penggunaan *management environment*

■ Penggunaan *management environment* lama

+ Penggunaan *management environment* baru

$$= 284 + 140 = 424 \text{ port}$$

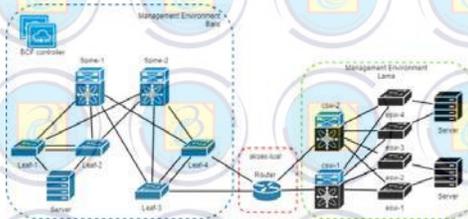
Penggunaan kapasitas *management environment*

■ $\frac{\text{Penggunaan } \textit{management environment}}{\text{Kapasitas } \textit{management environment}} \times 100\%$

$$= \frac{424}{568} \times 100\% = 74\%$$

Leaf-1 dan Leaf-2 masih memiliki 18 *port* yang tidak digunakan, dengan mempertimbangkan konfigurasi *port* yang sama dengan 15 *server* yang sudah terhubung dan cadangan untuk setiap *server* yang terhubung, Leaf-1 dan Leaf-2 masih dapat terhubung lagi dengan 9 buah *server* jika ada penambahan lagi. Leaf-3 dan Leaf-4 hanya digunakan untuk menghubungkan *management environment* baru dengan *environment* akses-luar

sehingga saat ini masih tersisa 36 port yang masih belum digunakan. Jika mengambil konfigurasi port yang sama dengan perangkat router yang sudah terhubung dan cadangannya, Leaf-3 dan Leaf-4 masih dapat terhubung lagi dengan 4 buah router jika *management environment* butuh untuk terhubung dengan perangkat lain di *environment* akses-luar. Pada Gambar 4 ditunjukkan topologi hasil ekspansi *management environment*.



Gambar 4 Topologi ekspansi *management environment*

B. Hasil Pengujian

Berikut ini adalah hasil pengujian berdasarkan skenario pengujian yang dijelaskan pada bagian III.

1) Konektivitas

Pengujian konektivitas pertama dilakukan dari *management environment* baru ke arah *management environment* lama. Pada Gambar 5 ditunjukkan 5 buah paket data yang dikirimkan menggunakan aplikasi *ping* dari *management environment* baru dapat diterima semua oleh *management environment* lama. Pada Gambar 6 ditunjukkan jalur yang ditempuh oleh paket data dari mesin virtual yang berada di dalam *management environment* baru untuk dapat sampai ke mesin virtual yang berada di dalam *management environment* lama.

Dari hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa *management environment* baru sudah benar terhubung dengan *management environment* lama. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dari arah sebaliknya, dari *management environment* lama ke *management environment* baru. Pada Gambar 7 ditunjukkan 5 buah paket data yang dikirimkan menggunakan aplikasi *ping* dari *management environment* baru dapat diterima semua oleh *management environment* lama. Pada Gambar 8 ditunjukkan jalur yang ditempuh oleh paket data dari mesin virtual yang berada di dalam *management environment* baru untuk dapat sampai ke mesin virtual yang berada di dalam *management environment* lama.

```
# ping -c 5 10.110.1.140
PING 10.110.1.140 (10.110.1.140) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.110.1.140: icmp_seq=1 ttl=61 time=0.202 ms
64 bytes from 10.110.1.140: icmp_seq=2 ttl=61 time=0.199 ms
64 bytes from 10.110.1.140: icmp_seq=3 ttl=61 time=0.619 ms
64 bytes from 10.110.1.140: icmp_seq=4 ttl=61 time=0.977 ms
64 bytes from 10.110.1.140: icmp_seq=5 ttl=61 time=0.218 ms

--- 10.110.1.140 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.199/0.443/0.977/0.311 ms
```

Gambar 5 Ping dari *management environment* baru ke *management environment* lama

```
# traceroute 10.110.1.140
traceroute to 10.110.1.140 (10.110.1.140), 30 hops max, 60 byte packets
 1 gateway (10.120.3.254) 0.410 ms 0.484 ms 0.554 ms
 2 10.120.3.202 (10.120.3.202) 0.243 ms 0.324 ms 0.209 ms
 3 10.10.6.33 (10.10.6.33) 0.753 ms 1.019 ms 1.243 ms
 4 10.10.4.193 (10.10.4.193) 0.743 ms 1.032 ms 1.329 ms
 5 10.110.1.140 (10.110.1.140) 0.154 ms !X 0.142 ms !X 0.156 ms
!X
```

Gambar 6 Traceroute dari *management environment* baru ke *management environment* lama

```
# ping -c 5 10.120.2.40
PING 10.120.2.40 (10.120.2.40) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.120.2.40: icmp_seq=1 ttl=60 time=0.475 ms
64 bytes from 10.120.2.40: icmp_seq=2 ttl=60 time=0.474 ms
64 bytes from 10.120.2.40: icmp_seq=3 ttl=60 time=0.334 ms
64 bytes from 10.120.2.40: icmp_seq=4 ttl=60 time=0.387 ms
64 bytes from 10.120.2.40: icmp_seq=5 ttl=60 time=0.463 ms

--- 10.120.2.40 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.334/0.426/0.475/0.061 ms
```

Gambar 7 Ping dari *management environment* lama ke *management environment* baru

```
# traceroute 10.120.2.40
traceroute to 10.120.2.40 (10.120.2.40), 30 hops max, 60 byte packets
 1 gateway (10.110.1.254) 0.594 ms 1.203 ms 1.471 ms
 2 10.10.4.194 (10.10.4.194) 1.730 ms 1.871 ms 1.922 ms
 3 10.10.6.37 (10.10.6.37) 0.324 ms 0.383 ms 0.299 ms
 4 10.120.2.40 (10.120.2.40) 0.211 ms 0.215 ms 0.439 ms
```

Gambar 8 Traceroute dari *management environment* lama ke *management environment* baru

Dari hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 7 dan 8 menunjukkan bahwa *management environment* lama sudah benar terhubung dengan *management environment* baru. Dapat diambil kesimpulan dari hasil uji konektivitas ini *management environment* baru dan *management environment* lama sudah saling terhubung.

2) Quality of Service

Untuk dapat mengetahui kualitas jaringan *management environment* lama dan baru dilakukan pengukuran nilai QoS di dalam kedua *management environment*. Pengukuran pertama dilakukan di *management environment* lama. Gambar 9 menunjukkan pengukuran pada *management environment* lama menggunakan aplikasi *iperf*.

```
iperf Done.

[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter
Lost/Total Datagrams
[  4] 0.00-23.17 sec 2.50 GBytes    863 Mbits/sec  0.012 ms
3554/1853837 (0.19%)
[  4] Sent 1853837 datagrams
      Sent 2.50 GByte / 2.50 GByte (100%) of dummy.file
```

Gambar 9 Pengukuran aplikasi *iperf* *management environment* lama

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Gambar 9 dapat dilakukan perhitungan nilai *throughput* menggunakan rumus (1).

$$\text{Besar data} = 2.5 \text{ Gbytes} \times 1024^3 \times 8$$

$$= 21.474.836.480 \text{ bits}$$

$$\text{Waktu pengamatan} = 28.17 \text{ detik}$$

$$\text{Throughput} = \frac{21.474.836.480}{28.17}$$

$$= 926.838.000.868 \text{ bits/detik}$$

$$= 926.8 \text{ Megabits/detik}$$

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Gambar 9 dapat dilakukan perhitungan nilai *packet loss* menggunakan rumus (2).

$$\text{Data hilang} = 8334$$

$$\text{Data terkirim} = 1853837$$

$$\text{Packet loss} = \frac{8334}{1853837} \times 100\% = 0.19171\%$$

Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran QoS yang dilakukan di dalam *management environment* lama. Nilai rata-rata *throughput* yang didapat adalah 852.5 Mb/s per detik dan rata-rata *jitter* sebesar 0.0114 mili detik. Berdasarkan kategori standar *jitter* pada Tabel 3.8 nilai *jitter* 0.0114 mili detik pada *management environment* lama masuk ke dalam kategori “Sangat Bagus”. Rata-rata datagram yang dikirim sebanyak 1853828.1 dengan rata-rata datagram yang hilang sebanyak 5579 sehingga nilai *packet loss* yang didapat adalah 0.33%. Berdasarkan kategori standar *packet loss* pada Tabel 3.9 nilai *packet loss* 0.33% pada *management environment* lama masuk ke dalam kategori “Sangat Bagus”. Pengukuran kedua dilakukan di *management environment* baru dengan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 10.

Tabel 4 Pengukuran QoS management environment lama

Pengukuran ke-	Throughput (Mb/s)	Jitter (ms)	Packet loss		
			Datagram yang hilang	Total datagram	Persen
1	863	0.012	3554	1853837	0.19%
2	868	0.012	8438	1853832	0.46%
3	862	0.012	5008	1853822	0.27%
4	864	0.008	3507	1853819	0.19%
5	879	0.012	4234	1853829	0.23%
6	874	0.009	12486	1853832	0.57%
7	825	0.014	3176	1853830	0.60%
8	821	0.013	5423	1853830	0.29%
9	842	0.009	7487	1853822	0.40%
10	827	0.013	2477	1853828	0.13%
Rata-rata	852.5	0.0114	5579	1853828.1	0.33%

ID	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter
Lost/Total Datagrams				

```
[ 4] 0.00-2.21 sec 2.50 GBytes 9018 Mb/s 0.010 ms
17187/1838599 (0.93%)
[ 4] Sent 1838599 datagrams
      Sent 2.50 GByte / 2.50 GByte (100%) of dummy.file
iperf Done.
```

Gambar 10 Pengukuran aplikasi iperf management environment baru

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Gambar 10 dapat dilakukan perhitungan nilai *throughput* menggunakan rumus (1).

$$\text{Besar data} = 2.5 \text{ Gbytes} \times 1024^3 \times 8$$

$$= 21.474.836.480 \text{ bits}$$

$$\text{Waktu pengamatan} = 2.21 \text{ detik}$$

$$\text{Throughput} = \frac{21.474.836.480}{2.21}$$

$$= 9.717.120.579.183 \text{ bits/detik}$$

$$= 9.717.0 \text{ Megabits/detik}$$

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Gambar 10 dapat dilakukan perhitungan nilai *packet loss* menggunakan rumus (2).

$$\text{Data hilang} = 17187$$

$$\text{Data terkirim} = 1838599$$

$$\text{Packet loss} = \frac{17187}{1838599} \times 100\% = 0.93479\%$$

Tabel 5 Pengukuran QoS management environment baru

Pengukuran ke-	Throughput (Mb/s)	Jitter (ms)	Packet loss		
			Datagram yang hilang	Total datagram	Persen
1	9018	0.004	17187	1838599	0.93%
2	9484	0.004	10957	1838600	0.60%
3	9558	0.004	19030	1838600	1.00%
4	9706	0.005	14314	1838600	0.78%
5	9217	0.004	18092	1838600	0.98%
6	8152	0.004	10805	1838600	0.59%
7	9036	0.003	14427	1838598	0.78%
8	7872	0.005	13894	1838598	0.76%
9	9719	0.004	18837	1838599	1%
10	8596	0.004	17854	1838600	0.97%
Rata-rata	9035.8	0.0041	15539.7	1838599.4	0.84%

Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran QoS yang dilakukan di dalam *management environment* baru. Nilai rata-rata *throughput* yang didapat adalah 9035.8 Mb/s per detik dan rata-rata *jitter* sebesar 0.0041 mili detik. Berdasarkan kategori standar *jitter* pada Tabel 3.8 nilai *jitter* 0.0041 mili

detik pada *management environment* baru masuk ke dalam kategori “Sangat Bagus”. Rata-rata datagram yang dikirim sebanyak 1838599.4 dengan rata-rata datagram yang hilang sebanyak 15539.7 sehingga nilai *packet loss* yang didapat adalah 0.84%. Berdasarkan kategori standar *packet loss* pada Tabel 3.9 nilai *packet loss* 0.84% pada *management environment* baru masuk kedalam kategori “Sangat Bagus”.

Tabel 6 Perbandingan QoS *management environment* lama dan baru

Paramter QoS	Management environment lama		
	Perhitungan	Pengukuran	Kategori
Throughput	863.2 Mbps	852.5 Mbps	-
Jitter	-	0.0114	Sangat Bagus
Packet loss	0.19171%	0.33%	Sangat Bagus
Paramter QoS	Management environment baru		
	Perhitungan	Pengukuran	Kategori
Throughput	9.049.8 Mbps	9035.8 Mbps	-
Jitter	-	0.0041	Sangat Bagus
Packet loss	0.93479%	0.84%	Sangat Bagus

Tabel 6 menunjukkan perbandingan nilai QoS dari *management environment* lama dengan *management environment* baru. Terlihat perbedaan nilai *throughput*, dimana *management environment* baru memiliki nilai *throughput* yang jauh lebih besar. Hal ini disebabkan oleh perangkat *switch* yang digunakan di *management environment* baru yang memiliki kecepatan akses lebih besar yaitu 10 Gb/s jika dibandingkan dengan kecepatan akses *switch* pada *management environment* lama yang hanya 1 Gb/s.

Kategori *jitter* pada kedua *management environment* masuk kedalam kategori “Sangat Bagus”. Jika dibandingkan, nilai *jitter* pada *management environment* baru lebih kecil dari *management environment* lama, yang berarti nilai *jitter* pada *management environment* baru lebih baik dari *management environment* lama. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh besarnya *throughput* dan kecepatan akses *switch*. Nilai *throughput* pada *management environment* baru yang lebih besar (9035.8 Mbps) dan kecepatan akses yang lebih besar dari *management environment* lama (10 Gb/s) memberikan kualitas *jitter* yang lebih baik pada *management environment* baru.

Kategori *packet loss* kedua *management environment* masuk kedalam kategori “Sangat Bagus”. Jika dibandingkan, nilai *packet loss* pada *management environment* baru lebih besar dari *management environment* lama, yang berarti nilai *packet loss* pada *management environment* baru

lebih buruk dari *management environment* lama. Hal tersebut dapat disebabkan oleh “ledakan” *throughput* pada proses pengiriman data. *Management environment* lama memiliki nilai *throughput* lebih kecil (852.5 Mbps) yang membuat “ledakan” lebih kecil. Jika dibandingkan dengan nilai *throughput management environment* baru yang jauh lebih besar (9035.8 Mbps), menyebabkan “ledakan” pada proses pengiriman data menjadi lebih besar.

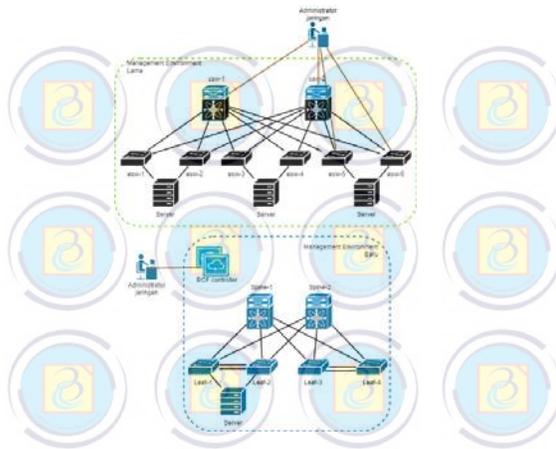
Dari hasil pengujian QoS ini dapat disimpulkan *management environment* baru memiliki nilai *throughput* dan *jitter* yang lebih baik dari pada *management environment* lama. Sedangkan nilai *packet loss management environment* baru lebih buruk dari *management environment* lama.

C. Analisa Administrasi Konfigurasi Jaringan

Teknologi penting yang digunakan dalam desain arsitektur jaringan *management environment* ini adalah *Software Defined Network* (SDN). Salah satu keuntungan yang diberikan dengan menggunakan teknologi SDN adalah kemudahan dalam melakukan administrasi konfigurasi jaringan. Konfigurasi pada *management environment* baru dilakukan hanya pada 1 buah perangkat saja, BCF *controller* sebagai SDN *controller*.

Untuk dapat membandingkannya dengan *management environment* lama, dilakukan sebuah simulasi jaringan *management environment* lama yang dapat diekspansi dan bisa menampung 15 *server* baru menggunakan aplikasi GNS3. Simulasi ini mengabaikan kapasitas *management environment* lama yang sudah mencapai 98%. Dari simulasi ini akan ditunjukkan konfigurasi jaringan yang dilakukan pada *management environment* lama.

Dari segi konfigurasi memang ada perbedaan, namun setiap konfigurasi di simulasi *management environment* lama maupun konfigurasi di *management environment* baru memiliki tujuan yang sama yaitu menghubungkan *server* ke dalam jaringan. Dengan teknologi SDN, administrator jaringan hanya perlu melakukan konfigurasi dari keseluruhan jaringan hanya dari sebuah SDN *controller* saja dan SDN *controller* secara otomatis menyebarkan konfigurasi ke semua perangkat yang terhubung. Gambar 12 menggambarkan bagaimana akses administrator jaringan untuk melakukan konfigurasi pada *management environment* lama dan *management environment* baru.



Gambar 11 Akses administrator jaringan

Tabel 7 Jumlah perangkat yang dikonfigurasi

Management environment	Teknologi	Perangkat	Jumlah
Lama	Legacy	Csw-1, csw-2, csw-5, csw-6	4
Baru	Software Defined Network	BCF controller	1

Tabel 7 menunjukkan jumlah perangkat yang perlu dikonfigurasi dari masing-masing *management environment*. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa menggunakan teknologi SDN memberikan kemudahan pada administrator jaringan dengan hanya melakukan konfigurasi di 1 buah perangkat SDN controller (BCF controller).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa ekspansi management environment memberikan penurunan penggunaan kapasitas management environment dari 98% menjadi 75% dengan 140 port yang masih bisa digunakan jika ada penambahan perangkat baru lagi.

Management environment lama dan management environment baru sudah saling terhubung dengan baik yang ditunjukkan oleh hasil pengujian menggunakan ping dan traceroute dimana pengiriman 5 buah paket data dapat diterima semua.

Management environment baru memiliki nilai throughput 9035.8 Mbps dan jitter 0,0041 ms, lebih baik dari pada management environment lama yang memiliki nilai throughput 852.5 Mbps dan jitter 0,0114 ms. Sedangkan nilai packet loss management environment baru 0.84%, lebih buruk dari management environment lama yang memiliki nilai packet loss 0.33%.

Menggunakan teknologi Legacy pada management environment lama membuat administrator jaringan harus mengakses 4 perangkat switch untuk melakukan konfigurasi. Menggunakan teknologi SDN memberikan kemudahan pada administrator jaringan dengan hanya melakukan konfigurasi di 1 buah perangkat SDN controller (BCF controller).

VI. SARAN

Adapun saran dari proses pengerjaan penelitian ini, pengiriman data menggunakan protokol UDP memungkinkan packet loss dalam prosesnya. Protokol TCP memiliki mekanisme pengiriman ulang paket yang dapat mengatasi packet loss dalam sebuah proses pengiriman data.

REFERENSI

- [1] M. PALIWAL, D. SHRIMANKAR, AND O. TEMBHURNE, "CONTROLLERS IN SDN: A REVIEW REPORT," IEEE ACCESS, VOL. 6, PP. 36256–36270, 2018.
- [2] J. H. COX ET AL., "ADVANCING SOFTWARE-DEFINED NETWORKS : A SURVEY," IEEE ACCESS, VOL. 5, PP. 25487–25526, 2017.
- [3] OPEN NETWORKING FOUNDATION, "SDN ARCHITECTURE 1.1," NO. 1, PP. 1–59, 2016.
- [4] J. POLLER, B. GARRETT, AND VP ESG LAB, "BIG SWITCH NETWORKS : NEXT-GENERATION DATA CENTER NETWORKING," 2017.
- [5] BIG SWITCH NETWORKS, "BIG CLOUD FABRIC — ENTERPRISE CLOUD." BIG SWITCH NETWORKS, PP. 1–12, 2017.
- [6] TELECOMMUNICATIONS AND INTERNET PROTOCOL HARMONIZATION OVER NETWORKS (TIPHON), "Tr 101 329," ETSI, VOL. 1, NO. GENERAL ASPECTS OF QUALITY OF SERVICE (QoS), PP. 1–37, 1999.