

Perbandingan Kinerja Topologi Canonical Dan Folded Clos Tree Pada Jaringan Data Center

Suryayusra, Edi Surya Negara, Maria Ulfa

Teknik Informatika

Universitas Bina Darma

email : suryayusra@binadarma.ac.id, e.s.negara@binadarma.ac.id,

mariaulfa@binadarma.ac.id

Jl. A. Yani No. 12, Palembang 30624, Indonesia

Abstract

A Data Center (DC) can be said to be of quality if it can provide optimal service. Optimal service means that the access provided must be free of distractions. Disturbances can originate from outside the system or from within the system itself. Both can only be overcome if a DC has a good architecture. There are two comparable topologies compared, namely canonical tree and folded cross tree topologies which aim to get better data transfer rates between the two and which one has better data transfer speeds between the two when interference occurs. In analyzing these comparisons, the authors compare using the ftp method in mathematically analyzing the data transfer rates of the two DC architectures above using the same comparator data on 3 trials so as to obtain an accurate result, which one has better data transfer speeds and the best data transfer when both are interrupted in case one of the best flow switches is interrupted.

Kata kunci: *Canonical Tree , Folded Closs Tree*

Abstrak

Data Center (DC) dapat dikatakan berkualitas jika dapat memberikan layanan yang optimal. Layanan yang optimal artinya akses yang diberikan harus bebas dari gangguan. Gangguan bisa berasal dari luar sistem ataupun dari dalam sistem itu sendiri. Keduanya hanya dapat diatasi jika suatu DC memiliki arsitektur yang baik. terdapat dua topologi perbandingan yang dibandingkan yaitu topologi canonical tree dan folded closs tree yang bertujuan untuk mendapatkan kecepatan transfer data yang lebih baik diantara keduanya dan manakah yang memiliki kecepatan transfer data yang lebih baik diantara keduanya ketika terjadi gangguan. Dalam menganalisa perbandingan tersebut, maka penulis membandingkan menggunakan metode ftp dalam menganalisa secara matematis tentang kecepatan transfer data dua arsitektur DC di atas menggunakan perbandingan data yang sama pada 3 kali percobaan sehingga mendapatkan sebuah hasil yang akurat yaitu mana yang mempunyai kecepatan transfer data yang lebih baik dan transfer data yang terbaik pada saat keduanya mengalami gangguan pada kasus salah satu switch aliran terbaiknya mengalami gangguan(terputus).

Kata kunci: *Canonical Tree , Folded Closs Tree*

1 PENDAHULUAN

Dalam penerapannya, teknologi Big Data tidak sekedar mengumpulkan berbagai macam data dari berbagai macam sumber. Big Data membutuhkan pusat data (DC, data center) yang tersusun dari sistem komputer dan komponen-komponen terkaitnya seperti jaringan komunikasi dan tentu saja media penyimpanan data. Suatu DC dapat dikatakan berkualitas jika dapat memberikan layanan yang optimal. Layanan yang optimal artinya akses yang diberikan harus bebas dari gangguan. Gangguan bisa berasal dari luar sistem ataupun dari dalam sistem itu sendiri. Keduanya hanya dapat diatasi jika suatu DC memiliki arsitektur yang baik.

Terdapat berbagai arsitektur DC, diantaranya Canonical Tree dan Folded Clos Tree. Beberapa permasalahan yang dibahas pada penelitian ini terkait kedua metode arsitektur tersebut adalah:

- Manakah yang memiliki kecepatan transfer data yang lebih baik diantara keduanya
- Manakah yang memiliki kecepatan transfer data yang lebih baik diantara keduanya ketika terjadi gangguan.

Adapun tujuan penelitian ini secara umum adalah ingin menganalisa secara matematis tentang kecepatan transfer data dua arsitektur DC di atas menggunakan perbandingan data yang sama pada 3 kali percobaan menggunakan Metode Ftp, sehingga mendapatkan sebuah hasil yang akurat yaitu mana yang mempunyai kecepatan transfer data yang lebih baik dan transfer data yang terbaik pada saat keduanya mengalami gangguan pada kasus salah satu switch aliran terbaiknya mengalami gangguan(terputus). Manfaat dari penelitian ini untuk mengefesienkan waktu dan memory data yang terpakai menjadi lebih optimal.

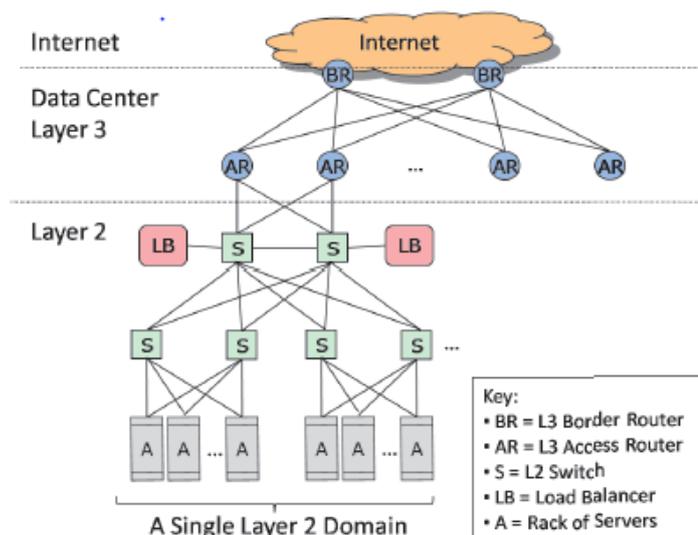
2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Data Center

Jaringan komputer (computer network) adalah kumpulan komputer, printer dan peralatan lainnya yang terhubung dalam satu kesatuan (Negara, E. S. 2019). Informasi dan data bergerak melalui kabel-kabel atau tanpa kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar dokumen dan data, mencetak pada printer yang sama dan bersama-sama menggunakan hardware/software yang terhubung dengan jaringan (Kopparapu, C., 2002). Sebuah LAN dapat diimplementasikan dengan berbagai macam topologi. Topologi yang dimaksud di sini merupakan struktur jaringan fisik yang digunakan untuk mengimplementasikan LAN tersebut (Kopparapu, C., 2002). Kumpulan sumber daya (computational, storage, network) yang saling berhubungan menggunakan jaringan komunikasi (Tso, F.P., Jouet, S. and Pezaros, D.P., 2016). Data Center Network (DCN) memegang peran penting di pusat data, karena menghubungkan semua sumber data center secara bersamaan. DCNs harus terukur dan efisien untuk menghubungkan puluhan atau bahkan ratusan ribu server untuk menangani tuntutan komputasi Cloud yang terus meningkat. Pusat data hari ini dibatasi oleh jaringan interkoneksi.

Beberapa aplikasi berjalan di dalam satu pusat data, biasanya dengan setiap aplikasi yang dihosting di perangkatnya sendiri (berpotensi virtual) mesin server Jaringan data center tunggal mendukung dua jenis lalu lintas: (a) lalu lintas yang mengalir antara sistem akhir eksternal dan internal server, dan (b) arus1 lalu lintas antar server internal. Sebuah diberikan Aplikasi biasanya melibatkan kedua jenis lalu lintas ini. Dalam pencarian aplikasi, misalnya, lalu lintas internal mendominasi - bangunan dan Menyinkronkan contoh indeks. Dalam aplikasi download Video, lalu lintas eksternal mendominasi Untuk mendukung permintaan eksternal dari Internet, sebuah aplikasi dikaitkan dengan satu atau lebih IP yang terlihat dan diutamakan publik alamat dimana klien di Internet mengirimkan permintaan mereka dan dari mana mereka menerima balasan. Di dalam pusat data, permintaan adalah tersebar di antara kumpulan server front-end yang memproses permintaan. Penyebaran ini biasanya dilakukan oleh perangkat keras khusus penyeimbang beban (Tso, F.P., Jouet, S. and Pezaros, D.P., 2016),(Generic J, Oklilas AF, Sistem J, 2014). Menggunakan terminator penyeimbang beban konvensional, alamat IP yang meminta permintaan dikirim disebut alamat IP virtual (VIP) dan alamat IP dari server yang meminta permintaan yang tersebar dikenal sebagai alamat IP langsung (DIP).

Gambar 1 menunjukkan arsitektur konvensional untuk pusat data, diambil dari sumber yang direkomendasikan (Cisco systems. 2004). Permintaan datang dari Internet adalah IP (layer 3) yang diarahkan melalui router perbatasan dan akseske domain layer 2 berdasarkan alamat VIP tujuan. Itu VIP dikonfigurasi ke dua balancers beban terhubung ke atas switch, dan mekanisme kompleks digunakan untuk memastikan bahwa jika ada penyeimbang beban gagal, yang lain memungut lalu lintas (E. R. Hinden. 2004). Untuk setiap VIP, balancers beban dikonfigurasi dengan daftar DIP, IP internal alamat tempat mereka menyebarkan permintaan masuk Seperti ditunjukkan pada gambar, semua server yang terhubung menjadi sepasang router akses terdiri dari satu lapisan 2 domain. Dengan konvensional arsitektur dan protokol jaringan, domain single layer-2 terbatas pada ukuran sekitar 4.000 server dalam praktik, didorong oleh kebutuhan untuk cepat reconvergence atas kegagalan. Karena overhead dari lalu lintas siaran (mis., ARP) membatasi ukuran subnet IP ke beberapa Seratus server, lapisan 2 domain dibagi menjadi subnet dengan menggunakan VLAN dikonfigurasi



Gambar 1: Arsitektur jaringan konvensional untuk pusat data (diadaptasi dari gambar oleh Cisco (Cisco systems. 2004)

pada switch Layer 2, satu subnet per VLAN.

2.2 Virtualisasi dan Virtual Private Network (VPN)

Saat ini, penggunaan virtualisasi diprediksi akan terus berkembang dengan cepat seiring dengan tuntutan global akan penghematan energi dan kebutuhan tertentu dari suatu organisasi. Salah satu faktor utama penggunaan virtualisasi saat ini adalah konsolidasi server. Dengan melakukan konsolidasi server, beberapa beban kerja dapat disatukan dalam sebuah komputer sehingga lebih menghemat penggunaan energi dan ruang (Sun Microsystems. 2018). Hal ini dikarenakan virtualisasi memungkinkan beberapa sistem operasi untuk berjalan secara bersamaan di dalam beberapa komputer atau mesin virtual pada satu komputer fisik (Kopparapu, C., 2002), sehingga pada akhirnya dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya komputer yang umumnya hanya terpakai antara 10-15% (Sun Microsystems. 2018), (VMware. 2018).

VPN banyak digunakan untuk meningkatkan keamanan data-data komunikasi yang bersifat rahasia. Pada prinsipnya, VPN merupakan sebuah sambungan komunikasi yang bersifat pribadi dan dilakukan secara virtual (Generic J, Oklilas AF, Sistem J, 2014).

2.3 Media Loss Rate Media Loss Rate (MLR)

Media Loss Rate Media Loss Rate (MLR) didefinisikan jumlah paket data yang hilang tiap detik. Setiap paket yang hilang dapat menyebabkan gangguan pada tampilan konten terkirim. Nilai maksimum MLR yang diharapkan adalah 0. Tabel 1 berikut adalah nilai rata-rata MLR yang dapat diterima Selanjutnya gabungan data tersebut dikenal dengan MDI dan dipisahkan (Generic J, Oklilas AF, Sistem J, 2014).

2.4 Quality of Service (QoS)

QoS merupakan kemampuan suatu jaringan IP untuk menyediakan suatu layanan tertentu pada trafik data tertentu pada berbagai jenis platform teknologi. QoS tidak diperoleh secara langsung dari infrastruktur yang dipakai, tetapi diperoleh dengan mengimplementasikannya pada jaringan yang bersangkutan.

2.5 Virtualisasi Memori

Sistem operasi tamu yang dijalankan secara virtual mesin mengharapkan alamat fisik berbasis nol ruang, seperti yang disediakan oleh perangkat keras nyata. ESX Server memberi Setiap VM ilusi ini, virtualizing memori fisik oleh menambahkan tingkat tambahan terjemahan alamat. Peminjaman terminologi dari Cisco, alamat mesin mengacu pada memori perangkat keras sebenarnya, sedangkan alamat fisiknya adalah a abstraksi perangkat lunak digunakan untuk memberikan ilusi perangkat keras memori ke mesin virtual Kita akan sering menggunakan "Fisik" dalam tanda kutip untuk menyoroti penyimpangan ini dari arti biasa.

2.6 File Transfer Protocol (FTP)

FTP sampai saat ini masih menjadi media favorit yang digunakan untuk melakukan transfer file melalui jaringan internet terutama file-file yang berukuran besar. Hal ini disebabkan media komunikasi seperti email memiliki keterbatasan untuk melewati ukuran file yang besar. FTP hanya menggunakan metode autentikasi standar, yakni menggunakan username dan password yang dikirim dalam bentuk tidak terenkripsi. Pengguna terdaftar dapat menggunakan username dan password-nya untuk mengakses, men-download, dan meng-upload berkas-berkas yang ia kehendaki. Umumnya, para pengguna terdaftar memiliki akses penuh terhadap beberapa direktori, sehingga mereka dapat membuat berkas, membuat direktori, dan bahkan menghapus berkas. Pengguna yang belum terdaftar dapat juga menggunakan metode anonymous login, yakni menggunakan nama pengguna anonymous dan password yang diisi dengan alamat e-mail. Oleh karena itu diperlukan penerapan transfer data dan autentikasi pada FTP server dengan menggunakan secure socket layer dan secure shell, sehingga proses autentikasi dan proses transfer data terlebih dahulu dienkripsi menjadi ciphertext. Apabila tidak ada batasan dalam melakukan upload file maka user yang berada dalam jaringan FTP server akan terus menyimpan data pada computer FTP server dan mengakibatkan penuhnya kapasitas hard disk yang ada. Untuk mengatasi setiap user dalam jaringan FTP server agar tidak menyimpan data melebihi kapasitas yang ada maka dipergunakanlah pembatasan disk quota pada setiap user, sehingga user pada jaringan FTP server tidak sembarangan menyimpan data atau file pada komputer FTP server. Penelitian ini berdasarkan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Mohammad Martin Ruswanda yang berjudul implementasi FTP server dengan secure socket layer dan secure shell untuk keamanan transfer data dan dengan sedikit pengembangan yang sebelumnya menggunakan Linux Ubuntu maka pada penilitan ini digunakan CentOS

2.7 Conventional DC

Conventional DC architecture dibangun seperti sebuah jaringan pohon sesuai dengan tingkat kepadatan dan harga hardware. Tiap rak server berisi 20-40 server yang terkoneksi ke switch Top of Rack (ToR) dengan kecepatan 1Gb/s. Kemudian tiap switch ToR terkoneksi

dengan dua aggregation switch. Selanjutnya tiap aggregation switch akan terkoneksi dengan dua switch/router utama yang mengatur trafik keluar masuk DC (Generic J, Oklilas AF, Sistem J, 2014).

Dengan topologi seperti ini berarti setiap lalu lintas yang menuju server yang berbeda rak harus melalui aggregation switch atau melalui switch utama. Oleh karena itu biasanya aggregation switch memiliki bufer yang lebih besar dan lebih mahal harganya dibanding switch ToR. Untuk meningkatkan kapasitas DC, operator jaringan harus menyelesaikannya (ekspansi) secara vertikal, yaitu dengan mengganti switch yang memiliki kelebihan permintaan dengan switch yang lebih tinggi kapasitasnya.

2.8 Cloud Computing

Untuk memudahkan pemahaman yang jelas tentang apa sebenarnya adalah komputasi awan, kita membandingkan komputasi awan dengan dua paradigma komputasi yang baru saja diadopsi atau dieksplorasi secara luas: Cluster Computing dan Grid Computing. Kami pertama kali memeriksa Menghormati definisi dari para ahli dalam bidang ini, berdampingan Karakteristik spesifik mereka, dan akhirnya menyaring email mereka yang bagus pada tren pencarian web (Generic J, Oklilas AF, Sistem J, 2014).

Sejumlah peneliti dan praktisi komputasi memilikinya mencoba metode penyusunan, Grids, dan Clouds (Generic J, Oklilas AF, Sistem J, 2014) dengan berbagai cara. Berikut adalah beberapa definisi yang menurut kami cukup umum tahan ujian waktu. Inti dari karya Pfister (G.F. Pfister. 1998) dan (R. Buyya (Ed.).1999) mendefinisikan Cluster sebagai berikut:

- Cluster adalah tipe sistem paralel dan terdistribusi, yang terdiri dari kumpulan interkoneksi yang berdiri sendiri komputer bekerja sama sebagai satu komputasi terpadu sumber.” Buyya mendefinisikan salah satu definisi populer untuk Grids di Konferensi Grid Planet 2002, San Jose, AS sebagai berikut:
 - Cluster adalah jenis sistem paralel dan terdistribusi yang memungkinkan sharing, seleksi, dan agregasi secara geografis mendistribusikan sumber daya 'otonom' secara dinamis saat runtime tergantung pada ketersediaan, kemampuan, kinerja, biaya, dan persyaratan layanan pengguna. ” Berdasarkan pengamatan kami tentang esensi dari apa itu Cloud Yang menjanjikan, kami mengusulkan definisi berikut:
 - Awan adalah jenis sistem paralel dan terdistribusi yang terdiri dari koleksi komputer yang saling terhubung dan virtual yang ditetapkan secara dinamis dan disajikan sebagai satu atau sumber daya komputasi yang lebih terpadu berdasarkan tingkat layanan kesepakatan yang dibuat melalui negosiasi antara penyedia layanan dan konsumen.

2.9 Clos/fat tree architecture

Arsitektur DC modern dibentuk untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kelebihan permintaan. Clos-tree dan fat-tree merupakan arsitektur DC modern yang menawarkan ekspansi secara horisontal, bukan vertikal seperti arsitektur conventional DC. Pada arsitektur ini hubungan antara core switch dengan aggregation switch tergantung pada jumlah port di switch.

Table 1: Daftar server dan ip address.

No.	Nama	IP Address
1	Server_1	192.168.1.2
2	Server_2	192.168.1.3
3	Server_3	192.168.1.4
4	Server_4	192.168.1.5
5	Server_5	192.168.1.6
6	Server_6	192.168.1.7
7	Server_7	192.168.1.8
8	Server_8	192.168.1.9
9	Server_9	192.168.1.10
10	Server_10	192.168.1.11
11	Server_11	192.168.1.12
12	Server_12	192.168.1.13
13	Server_13	192.168.1.14
14	Server_14	192.168.1.15
15	Server_15	192.168.1.16
16	Server_16	192.168.1.17

Clos/Fat-tree architecture ini semakin populer digunakan karena performanya yang tinggi dan kemampuannya dalam mengatur skala dan jalur yang lebih baik dibanding arsitektur conventional DC. Kekurangan arsitektur ini adalah memerlukan switch yang homogen dan memiliki jumlah link yang cukup banyak. Melakukan upgrade ke arsitektur ini membutuhkan lebih banyak switch dan kabel yang lebih banyak, serta tentu saja biaya yang mahal dan waktu yang tidak sedikit.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

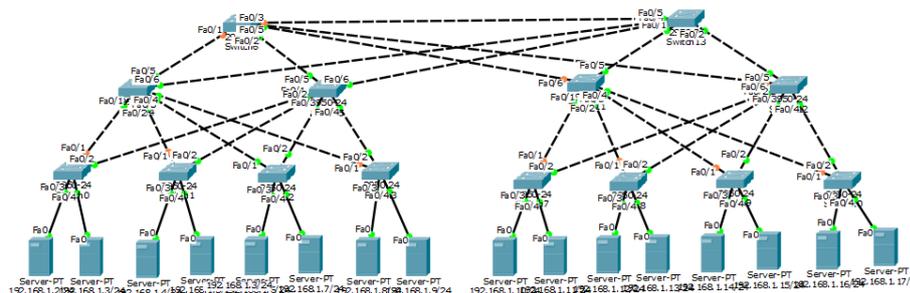
3.1 Tahap Instalasi

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menginstal software simulator jaringan, yaitu Cisco Packet Tracer 7.0.0. Adapun sistem operasi yang digunakan peneliti adalah Windows 8 (64 bit), dengan spesifikasi komputer: processor Intel ® Core™ i5-5200U 2CPU @2.20 GHz dan RAM 4 GB.

3.2 Tahap persiapan

Tahap selanjutnya adalah membuat 2 buah simulasi jaringan DC, yaitu DC dengan topologi Canonical Tree dan DC dengan topologi Folded Clos Tree. Agar berimbang, jumlah server yang dibangun pada keduanya masing-masing adalah sejumlah 16 server dengan ip-address 192.168.1.2-17 (Tabel 1). Sedangkan jumlah switch menyesuaikan topologi masing-masing, yaitu 14 switch untuk topologi canonical tree dan 20 switch untuk folded clos tree.

Hasil simulasi jaringan yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

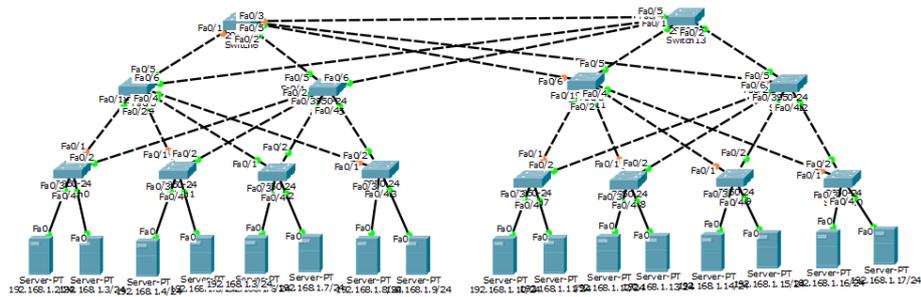


Gambar 2: TSimulasi canonical tree DC.

3.3 Tahap pengujian

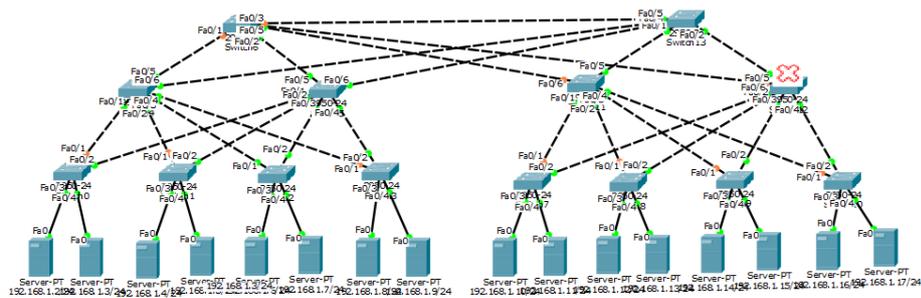
Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan skenario sebagai berikut:

- Mengupload 3 file pada Server_1 dengan ukuran file sebesar 1 Mb, 5 Mb, dan 10 Mb.
- Skenario kondisi normal. Melakukan download ke tiga file tersebut (melalui port ftp) dari server terjauh, yaitu Server_16. Karena kecepatan download file melalui ftp berubah-ubah, maka download dilakukan masing-masing sebanyak tiga kali untuk setiap file, kemudian dihitung rata-rata kecepatannya.

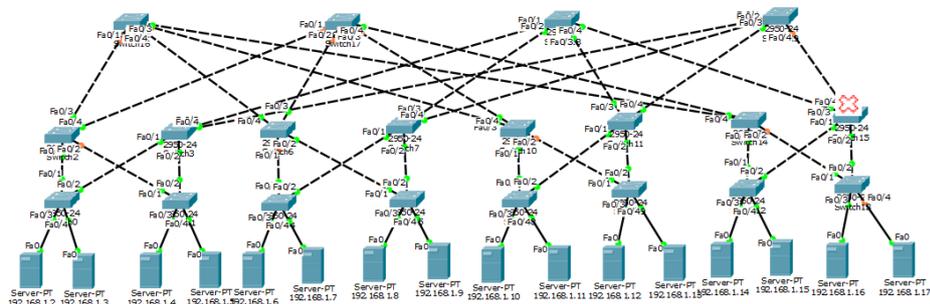


Gambar 3: Simulasi gangguan canonical tree DC

- Skenario kondisi terdapat gangguan. Gangguan diskenarioikan dengan cara memutus salah satu aggregation switch yang terdekat dengan server terjauh (Server_16) (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 4: Simulasi gangguan canonical tree DC.



Gambar 5: Simulasi gangguan folded clos tree DC.

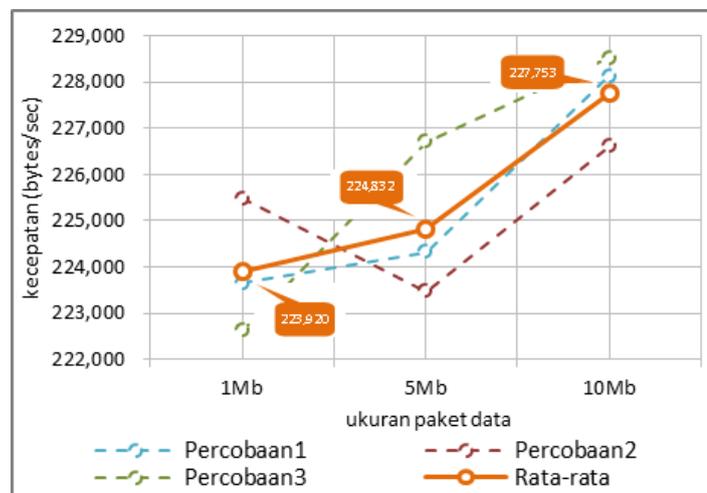
Setelah dilakukan pemutusan, kemudian dilakukan download ketiga file yang terdapat pada Server_1 ke Server_16. Sama seperti sebelumnya, download file dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap file, kemudian dihitung rata-rata kecepatan downloadnya.

3.4 Tahap analisis

Berdasar hasil pengujian pada simulasi jaringan DC yang dibangun, diperoleh hasil sebagai berikut:

3.4.1 Kondisi normal

Hasil pengujian pada kondisi normal ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



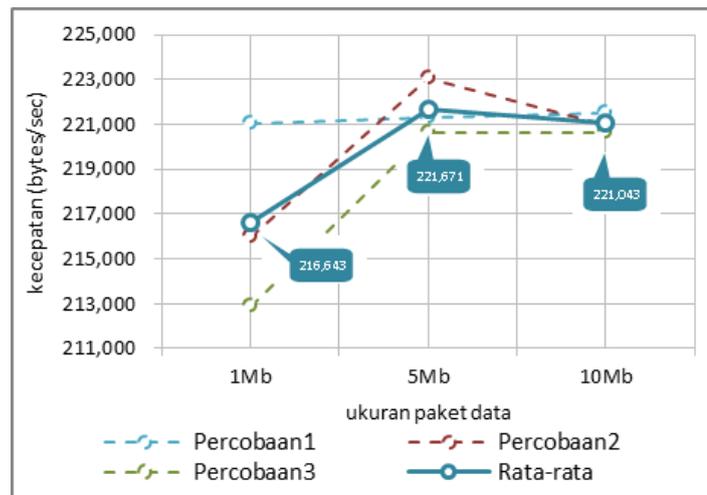
Gambar 6: Hasil uji kecepatan transfer data pada topologi Canonical Tree (kondisi normal).

Pada gambar di atas terlihat bahwa kecepatan transfer data pada topologi canonical tree lebih baik jika dibandingkan dengan topologi folded clos tree. Dari tiga file yang diuji coba, rata-rata kecepatan transfer data pada topologi canonical tree selalu lebih baik, yaitu dikisaran 223-227 Kb/sec. Meskipun tidak berbeda jauh, namun kecepatan transfer data pada folded clos tree masih di bawah canonical tree, yaitu dikisaran 216-221 Kb/sec.

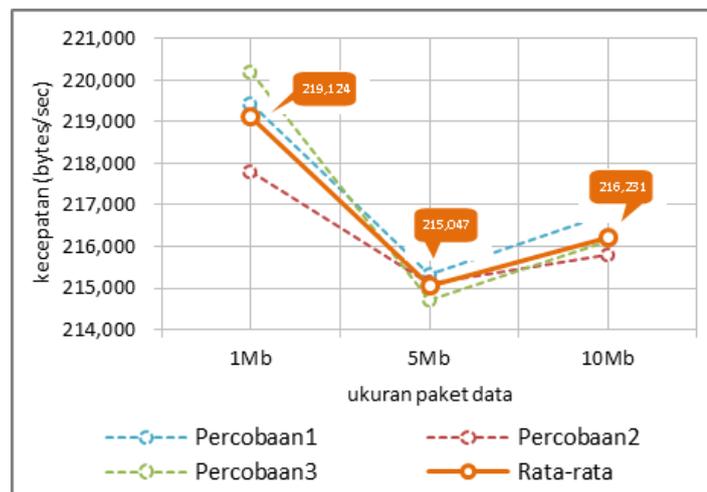
3.4.2 Kondisi terdapat gangguan

Seperti dijelaskan sebelumnya, peneliti juga melakukan pengujian kecepatan transfer data pada kondisi dimana terdapat gangguan pada jaringan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan kecepatan transfer data pada kedua topologi yang diteliti jika dibandingkan dengan saat kondisi normal. Kecepatan transfer data pada topologi canonical tree turun menjadi 215-219 Kb/sec. Sedangkan pada folded clos tree kecepatan transfer data turun menjadi 213-214 Kb/sec.



Gambar 7: Hasil uji kecepatan transfer data pada topologi Folded Clos Tree (kondisi normal).



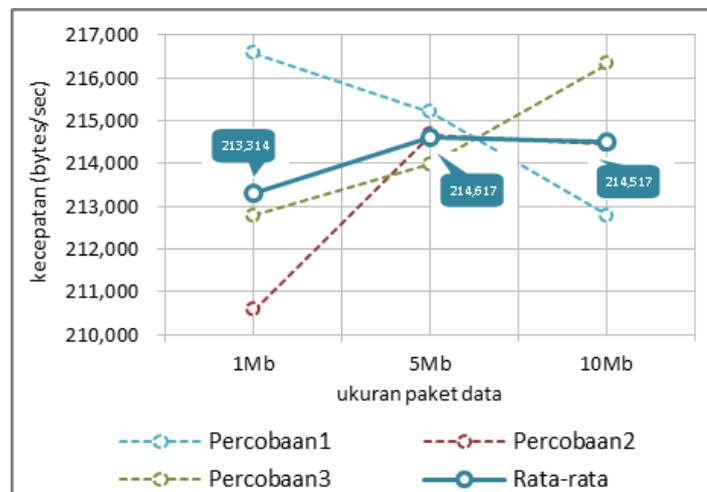
Gambar 8: Hasil uji kecepatan transfer data pada topologi Canonical Tree (kondisi terdapat gangguan).

Hal menarik terlihat jika dilakukan perbandingan antara kedua topologi. Meskipun keduanya sama-sama mengalami penurunan kecepatan transfer data, namun terdapat perbedaan di persentasenya.

Data di Tabel 2 memperlihatkan bahwa kecepatan transfer data sebesar 1Mb pada topologi canonical tree saat terjadi gangguan turun sebesar 2,14% (tanda minus menunjukkan penurunan) dari kecepatan kondisi normalnya. Sedangkan pada folded clos tree kecepatan turun sebesar 1,54%. Hal yang sama juga terjadi di ukuran paket data 5Mb dan 10Mb, penurunan kecepatan transfer data topologi canonical tree selalu lebih besar dibanding folded clos tree. Ini menandakan bahwa diantara keduanya, topologi folded clos tree lebih baik atau lebih

Table 2: Perbandingan penurunan kecepatan transfer data antara topologi Canonical Tree dan Folded Clos Tree saat kondisi normal dan ada gangguan.

Ukuran paket data			
	1Mb	5Mb	10Mb
Canonical tree			
Kecepatan1 (bytes/sec)	223,920	224,832	227,753
Kecepatan2 (bytes/sec)	219,124	215,047	216,231
Perubahan (%)	-2.14	-4.35	-5.06
Folded clos tree			
Kecepatan1 (bytes/sec)	216,643	221,671	221,043
Kecepatan2 (bytes/sec)	213,314	214,617	214,517
Perubahan (%)	-1.54	-3.18	-2.95
<i>Ket.:</i>			
	<i>Kecepatan1: kondisi normal</i>		
	<i>Kecepatan2: kondisi terdapat gangguan</i>		
	<i>Perubahan: $((Kecepatan2 - Kecepatan1) / Kecepatan1) * 100\%$</i>		



Gambar 9: Hasil uji kecepatan transfer data pada topologi Folded Clos Tree (kondisi terdapat gangguan).

tahan terhadap gangguan.

4 KESIMPULAN

Berdasar hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Pada kondisi normal, kecepatan transfer data di jaringan DC topologi canonical tree lebih baik dibandingkan topologi folded clos tree.
- Pada kondisi terdapat gangguan, kecepatan transfer data di kedua topologi sama-sama mengalami penurunan dibandingkan pada saat kondisi normal.
- Pada kondisi terdapat gangguan, ketahanan jaringan DC topologi folded clos tree lebih baik dibandingkan topologi canonical tree. Ini dibuktikan dengan penurunan kecepatannya yang lebih rendah dibanding topologi canonical tree.

Sebagai catatan, penelitian ini terbatas pada penggunaan 16 server dan 14 switch (topologi canonical tree) atau 20 switch (topologi folded clos tree). Masih diperlukan penelitian lebih lanjut apakah hasil penelitian ini tetap berlaku pada kondisi dimana terdapat lebih banyak server ataupun switch.

Referensi

- Arregoces, M. and Portolani, M., (2003). Data center fundamentals. Cisco Press.
- Cisco systems. (2004). Data center: Load balancing data center services.
- E. R. Hinden. (2004). Virtual router redundancy protocol (VRRP). RFC 3768.
- G.F. Pfister. (1998). In Search of Clusters, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, USA,1998
- Generic J, Oklilas AF, Sistem J, (2014). Implementasi FTP Server dengan Metode Transfer Layer Security untuk Keamanan Transfer Data Menggunakan CentOS 5.8. Jurnal Generic, 9(2), pp.348-355.
- Hinden, R., (2004). Virtual router redundancy protocol (VRRP). RFC 3768, April.
- Kopparapu, C., (2002). Load balancing servers, firewalls, and caches. John Wiley & Sons.
- Negara, E. S. (2019). Jaringan Komputer Routing dan Switching Essentials. UBD-Press. Palembang.
- Tso, F.P., Jouet, S. and Pezaros, D.P., (2016). Network and server resource management strategies for data centre infrastructures: A survey. Computer Networks, 106, pp.209-225.
- Tso, F.P., Jouet, S. and Pezaros, D.P., (2016). Network and server resource management strategies for data centre infrastructures: A survey. Computer Networks, 106, pp.209-225.
- R. Buyya (Ed.).(1999). High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems, vol.1,PrenticeHall,UpperSaddleRiver USA,1999

Sun Microsystem. (2018). Sun xVM VirtualizationPortfolio: Virtualizingthe Dynamic Data-center, http://www.sun.com/launch/2008-0910/Sun_xVMPortfolio_wp.pdf,2008 ,retrieved February 20.

Jung, J. and Kim, D., (2012), January. Dynamic connection and hybrid multicast screen protocol in virtualization system. In 2012 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE) (pp. 382-383). IEEE.

VMware.(2018). Virtualization The Most Impactful Solution to the Data Center Power Crisis.