

OPTIMASI PROTOCOL OPEN SHORTEST PATH FIRST PADA DISASTER RECOVERY DATA CENTER

Rijal Fadilah, Djumhadi

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Balikpapan
Jl. K.P. Tendean No. 2A, Gunung Pasir, Balikpapan. Telp/Fax. 0542-424545
e-mail : rijal@stmikbpn.ac.id / rijalf@gmail.com

Abstrak

Data center pada infrastruktur jaringan komputer dan komunikasi data yang diterapkan di bidang industri baik jasa maupun barang memiliki peran vital sekaligus strategis untuk menentukan keberlanjutan proses produksi. Salah satu bentuk ancaman yang mungkin saja terjadi dan mengganggu keberlanjutan proses produksi tersebut bisa disebabkan oleh bencana alam. Sehingga untuk menjamin keberlanjutan proses produksi tersebut perlu upaya penanganan yang komprehensif terhadap data center baik sebelum, sedang maupun setelah terjadi bencana alam.

Pembentukan peta jaringan menggunakan routing protocol open shortest path first dilakukan dengan tiga tahapan yakni, setiap router mengenali seluruh tetangganya, router saling bertukar informasi serta router menghitung jarak terpendek ke setiap tujuan.

Dengan menggunakan protocol open shortest path first yang disimulasikan pada proses routing jalur komunikasi data center sebagai tulang punggung penyimpanan, pemeliharaan, dan membuat kumpulan data tersedia untuk kegunaan yang diharapkan berkelanjutan dan atau untuk aktifitas masa datang, semestinya dapat menjamin tiga pilar utama dalam ciri khas manajemen teknologi informasi yakni : terkoneksi, serba cepat, terintegrasi.

Kata kunci : data center, disaster recovery, protocol routing, ospf, jaringan komputer

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, berada pada pertemuan tiga lempeng utama dunia yakni lempeng Indo Australia, Eurasia dan Pasifik. Kondisi ini membuat negara ini sangat berpotensi dilanda gempa bumi dan berujung tsunami. Indonesia juga mempunyai 129 gunung api aktif, 80 diantaranya berbahaya dan merentang sepanjang 700 KM mulai dari Sumatera, Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara dan Maluku dengan luas daerah yang terancam terkena dampak letusan sekitar 16.670 Km². Penyebaran gunung berapi merata membentuk suatu sabuk gunung berapi yang penyebarannya terdapat : 30 buah di pulau Sumatera, 35 buah terdapat di pulau Jawa, 30 buah di Bali dan Nusa Tenggara, 16 buah di Maluku dan 18 buah di Sulawesi. Bencana alam lainnya yang seringkali melanda Indonesia adalah tsunami, angin topan (puting beliung), banjir.



Gambar 1. Major Volcanoes in Indonesia
Sumber : <http://publik.geopangea.or.id>

Dari gambar di atas kita dapat melihat bahwa pola penyebaran gunung api menunjukkan jalur yang hampir mirip dengan pola penyebaran fokus gempa dan tipe aktivitas kegunungapiannya tergantung pada batas lempengnya. Hubungan ini menunjukkan bahwa volkanisme merupakan salah satu produk penting sistem tektonik.

Sejalan dengan itu pula dunia telah berubah dalam era digital, perubahan besar dapat dilihat pada bidang

perekonomian. Transaksi ekonomi yang dilakukan saat ini telah berubah dari transaksi fisik menjadi transaksi elektronik. Penerapan *eCommerce* atau *eBusiness* dalam bidang perekonomian merupakan gambaran nyata perubahan perekonomian lama menjadi perekonomian baru atau perekonomian digital. Demikian juga pada bidang lain seperti pendidikan dengan *eLearning*, pemerintahan dengan *eGovernment* dan lain sebagainya.

Perubahan ke era digital mengubah bentuk data dan media penyimpanan selama ini, data-data yang tersimpan tidak lagi dalam bentuk kertas. Data-data elektronik tersimpan dalam media seperti harddisk, cd, dvd, flash memori dan lainnya. Seiring berjalannya waktu data-data akan bertambah besar sehingga dibutuhkan media penyimpanan dengan kapasitas yang besar. Mengolah dan manajemen data dalam jumlah yang banyak tentulah tidak mudah. Sehingga pada sebuah organisasi yang besar untuk manajemen data, mereka memusatkan data pada sebuah data center. Data center menyimpan semua data yang dibutuhkan oleh organisasi. Data tersebut diambil, diolah dan disimpan kembali pada data center. Agar data center dapat memberikan dukungan yang baik terhadap operasional organisasi, maka perlu manajemen data yang baik.

Manajemen data semestinya mencakup beberapa aspek yaitu : aspek pertama, penciptaan (*create*) data terkait dengan elemen : *make, receive, replicate*. Kedua definisi data terkait dengan elemen : klasifikasi dan *appraise*. Ketiga pemeliharaan data terkait dengan elemen : *audibility, authenticity, media maintenance, performance, dan reliability*. Keempat penyimpanan data terkait dengan elemen : format, media, dan sistem penyimpanan. Kelima pengaksesan data terkait dengan elemen : *authorization dan usability*. Serta keenam, disposisi data terkait dengan elemen : *destroy dan retain*. Dalam rangka meningkatkan kehandalan sistem teknologi informasi saat terjadi bencana alam, pengrusakan, terjadinya kebakaran dan lain-lain yang dapat menghancurkan sistem teknologi informasi maka perlu dibangun sistem disaster recovery data center yang handal dan aman.

Dengan terjadinya beberapa kali bencana alam di Indonesia (gempa bumi, letusan gunung api, banjir, tsunami, kegagalan pembangkit / jaringan listrik) terutama di wilayah Jawa dan Sumatera maka perlu dilakukan evaluasi data center yang sudah ada dengan "double / triple disaster" yang ditunjang oleh lokasi yang relatif aman dari bencana alam. Selain studi terhadap lokasi yang relatif aman dari bencana alam tersebut, salah satu evaluasi terhadap data center yakni tentang *routing network* yang diimplementasikan.

Pada penelitian ini penulis mencoba mengangkat topik tentang algoritma routing OSPF yang diimplementasikan untuk *routing network* pada data center, serta mengambil contoh kasus pada konfigurasi network salah satu perbankan swasta yang bertempat disekitar domisili penulis.

2. TINJAUAN PUSTAKA



Gambar 2. Data Center
Sumber : Panduit Data Center Solutions

Beberapa definisi umum tentang data center diantaranya :

1. Suatu struktur fisik, biasanya berupa bangunan khusus atau tersendiri, yang dirancang sebagai rumah untuk berbagai macam komputer. Data center dapat berupa privat, melayani sebuah perusahaan atau biasanya bersifat publik yang melayani banyak perusahaan.
2. (1) Suatu cara institusional yang didukung fasilitas penyediaan akses data yang mudah untuk, manipulasi, dan/atau pendistribusian kumpulan data (termasuk mendukung informasi dan keahlian) untuk sebuah komunitas yang luas dari pemakai. Sebuah Data Center dapat menciptakan Data Khusus Produk ketika

- diperlukan. (2) Suatu fasilitas penyimpanan, pemeliharaan, dan membuat kumpulan data tersedia untuk kegunaan yang diharapkan berkelanjutan dan/atau untuk aktifitas masa datang.
3. Sebuah lokasi yang aman untuk hosting web server. Data Center dirancang untuk menjamin bahwa server dan data yang dirumahkan pada lokasi tersebut terlindungi dari resiko lingkungan dan pelanggaran keamanan.
 4. Suatu istilah umum untuk internet hotel, carrier hotel, server farm, colocation facility, dan lainnya. Sebuah fasilitas yang menyediakan penyimpanan dan pengolahan server, jaringan dan peralatan computer.
 5. Bagian dari bangunan komputer yang 'merumahkan' DHS komputer, masukan data, pengendali produksi, format penyimpanan, mail unit, dan bagian pengendali jaringan. Data center dipisahkan dari bangunan komputer dengan pintu keamanan.
 6. Data center adalah sebuah fasilitas yang digunakan untuk merumahkan peralatan elektronik dalam jumlah besar, biasanya komputer dan peralatan komunikasi. Dari namanya menyiratkan, sebuah data center biasanya diolah oleh sebuah organisasi untuk tujuan menangani data-data penting untuk operasi. Sebuah bank contohnya mungkin memiliki data center, dimana semua informasi nomor nasabah dirawat dan termasuk transaksi yang menyertakan data dilaksanakan
 7. Sebuah data center adalah penyimpanan sentral, baik fisik maupun virtual untuk media penyimpanan, manajemen, dan penghamburan dari data dan informasi diorganisir sekitar badan pengetahuan tertentu atau menyinggung pada bisnis tertentu. Sebagai contoh National Climatic Data Center (NCDC) adalah sebuah data center umum yang merawat arsip dunia terbesar mengenai informasi cuaca.

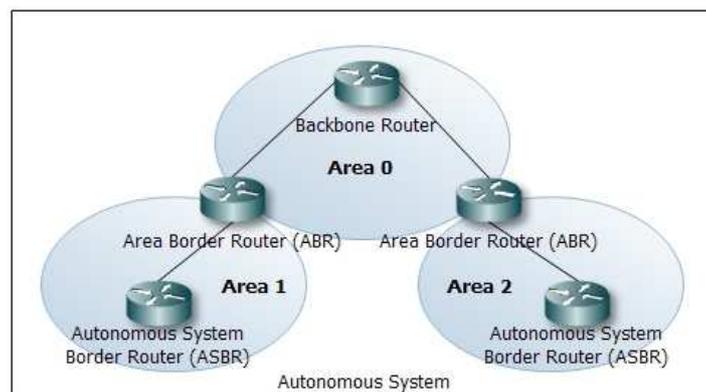
Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan data center adalah sebuah tempat yang aman untuk peralatan komputer, media penyimpanan dan peralatan komunikasi serta jaringan yang digunakan untuk menyimpan, mendistribusikan dan memelihara data dalam sebuah organisasi.

OSPF bekerja dengan sebuah algoritma yang disebut algoritma Dijkstra. Pertama, sebuah pohon jalur terpendek (*shortest path tree*) akan dibangun, dan kemudian routing tabel akan diisi dengan jalur-jalur terbaik yang dihasilkan dari pohon tersebut. OSPF melakukan konvergensi dengan cepat. OSPF mendukung multiple route dengan biaya (*cost*) yang sama, ke tujuan yang sama. OSPF hanya mendukung routing IP. OSPF merupakan routing protocol jenis link-state pertama yang diperkenalkan pada khalayak.

Rancangan terbaik untuk OSPF yakni secara hierarkis, yang pada dasarnya berarti bahwa dapat dilakukan pemisahan internetwork yang lebih besar menjadi internetwork-internetwork yang lebih kecil yang disebut area. Alasan untuk menciptakan OSPF dalam rancangan hierarkis, antara lain:

1. Untuk mengurangi overhead (waktu pemrosesan) routing
2. Untuk mempercepat proses convergence
3. Untuk membatasi ketidakstabilan network di sebuah area network saja

Rancangan sederhana OSPF dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Contoh Sederhana Rancangan OSPF

Gambar tersebut menunjukkan bahwa setiap router terhubung ke backbone yang disebut area 0, atau area backbone. OSPF harus memiliki sebuah area 0, dan semua router harus terhubung ke area ini jika memungkinkan, tetapi router-router yang menghubungkan area-area lain ke backbone di dalam sebuah Autonomous System (AS) disebut *Area Border Router (ABR)*. Meskipun demikian, paling sedikit satu interface harus berada di area 0.

Autonomous System adalah sekumpulan network (internetwork) yang berada pada satu sistem administrasi tunggal. Misalnya, sebuah internetwork yang dibuat dan didanai oleh sebuah perusahaan kemungkinan besar berada dalam satu *Autonomous System*. OSPF bekerja di dalam sebuah autonomous system, tetapi dapat juga menghubungkan banyak autonomous system bersama. Router yang menghubungkan beberapa AS bersama disebut sebuah *Autonomous System Boundary Router (ASBR)*. Idealnya, harus dibuat area-area

network lain untuk membantu mengurangi update route hingga minimum dan menjaga masalah-masalah untuk tidak menyebar ke seluruh network.

Proses dasar routing OSPF adalah menghidupkan adjacency, proses flooding, dan perhitungan table routing. Router-router mengirimkan paket hello ke seluruh jaringan yang terhubung secara periodic, jika paket tidak terdengar maka jaringan dianggap down, secara default router akan mengirimkan 4 (empat) kali paket hello. Routing ini membentuk peta jaringan dalam tiga tahap :

1. Setiap router mengenali seluruh tetangganya
2. Router saling bertukar informasi
3. Router menghitung jarak terpendek ke setiap tujuan

Peta jaringannya akan disimpan dalam basis data sebagai hasil dari pertukaran informasi antar router. OSPF dapat menangani routing jaringan TCP/IP yang besar dan membuat hirarki routing dengan membagi jaringan menjadi beberapa area. Setiap paket yang dikirim dapat dibungkus dengan autentikasi, namun protocol ini membutuhkan kemampuan CPU dan memori yang besar.

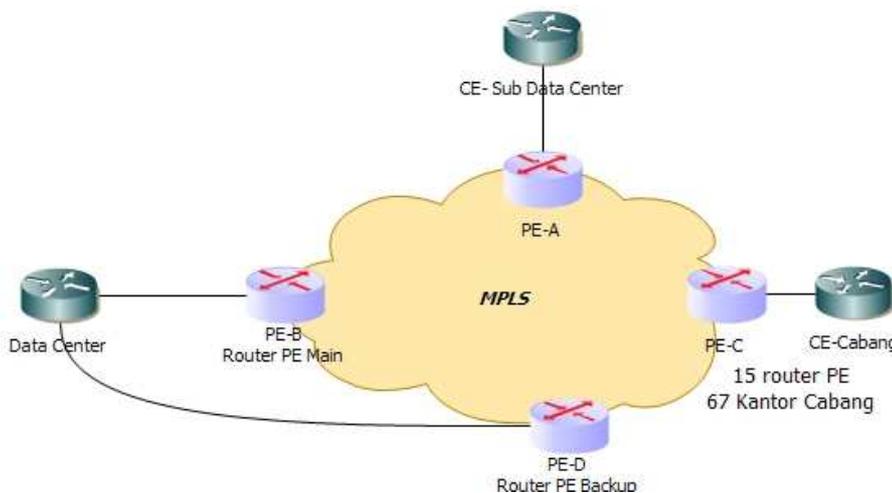
3. METODE PENELITIAN

Secara umum metode penelitian yang ditempuh adalah studi lapangan terkait dengan konfigurasi network yang saat ini berjalan, data-data teknis juga diperoleh melalui administrator dan teknisi jaringan tersebut. Lalu melakukan studi pustaka terhadap algoritma routing OSPF dengan melihat kemungkinan yang dapat diterapkan untuk konfigurasi yang baru. Lebih rinci tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisa konfigurasi yang saat ini berjalan
2. Mendesain konfigurasi yang sesuai dengan subjek penelitian
3. Mendesain cara kerja / tahapan kerja yang merupakan penterjemahan dari desain konfigurasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Konfigurasi Berjalan



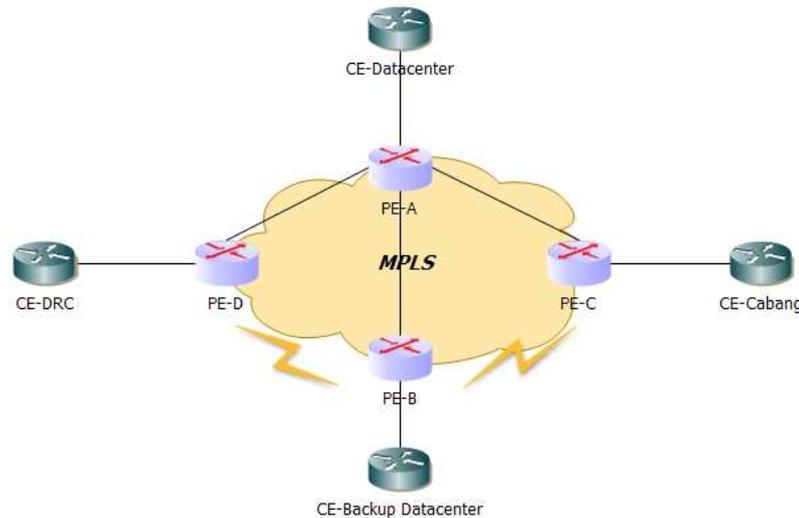
Gambar 3. Konfigurasi Jaringan

Dari gambar 3 di atas dapat dijelaskan konfigurasi jaringan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Data center terletak pada Kota B (PE-B), tidak memiliki backup namun dicatu dari 2 router PE yang berbeda.
2. Terdapat 1 buah Sub data center pada Kota A (PE-A) yang melayani leased channel dari area sekitar.
3. Terdapat 15 router PE yang melayani 67 kantor cabang, dalam gambar konfigurasi di atas untuk menyederhanakan hanya digambarkan 1 router PE dan 1 cabang.
4. Seluruh traffic dari cabang akan langsung menuju data center di Kota B melalui PE-B, jika terjadi gangguan routing pada PE-B maka traffic akan dilewatkan PE-D, disamping itu jika ada cabang yang menggunakan VSAT maka traffic akan langsung diarahkan melalui router PE-D.
5. Peran CE-Sub Data center hanya sebagai media transit untuk transaksi-transaksi kecil yang selanjutnya diroutingkan menuju data center.
6. Routing yang digunakan adalah menggunakan routing statis. Yakni setiap IP ditanamkan pada masing-masing routing baik router PE Cabang, router PE Backup, router PE Sub Data center juga router PE Data center, sehingga setiap terjadi penambahan cabang, harus pula menambahkan atau mengadvertise IP LAN yang digunakan supaya dikenali di masing-masing data center, sub data center, maupun router backup. Hal ini menyebabkan terjadi unjuk kerja yang tinggi pada CPU router.

7. Data center tidak memiliki backup data center maupun disaster recovery data center, sehingga apabila terjadi gangguan pada data center dapat dipastikan seluruh aktivitas akan lumpuh.

Desain Konfigurasi Routing OSPF



Gambar 4. Desain Konfigurasi Routing OSPF

Dari gambar 4 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Router PE-A berfungsi sebagai router yang mencatu seluruh traffic ke data center, memiliki backup yakni router PE-B di kota yang berbeda dengan konfigurasi simetris sehingga seluruh traffic data yang terjadi pada data center akan terbaca pula pada backup data center disamping itu terdapat pula disaster recovery data center yang di catu oleh router PE-D.
2. Router PE-C yang mencatu layanan dari cabang sebenarnya sama dengan konfigurasi sebelumnya yakni terdiri dari 15 PE dan 67 kantor cabang.
3. Jika terjadi gangguan layanan data yang mengakibatkan terputusnya koneksi ke router PE-A, maka seluruh cabang dapat berkomunikasi melalui router PE-B yang mencatu backup data center.
4. Antara PE-C dan PE-D melalui PE-B terdapat komunikasi backup melalui VSAT untuk mengatasi terjadinya gangguan pada komunikasi yang melauai router PE-A.
5. OSPF ditanamkan pada masing-masing router PE sedangkan untuk pada masing-masing router CE dilakukan redistributed routing IP yang ditanam static lalu ditunnelkan melalui router PE yang merupaka router OSPF.

Cara Kerja Routing OSPF

Konfigurasi yang dibuat sesuai dengan gambar di atas terangkum dalam penjelasan berikut :

1. Data center terletak di Kota A (router PE-A), backup data center Kota B (router PE-B), kemudian sekumpulan kantor cabang diumpamakan di Kota C (router PE-C), sedangkan Disaster Recovery Center (DRC) terletak pada kota D (router PE-D)
2. Router PE-A merupakan router area 0 atau dikenal dengan router backbone, router PE-B merupakan router area 1, router PE-D router area 2, router PE-C sebagai router area 3
3. Desain konfigurasi router OSPF ini bekerja pada media broadcast multiaccess. Dalam kondisi media seperti ini, OSPF akan mengirimkan traffic multicast dalam pencarian router-router neighbour-nya. Namun ada yang unik dalam proses pada media ini, yaitu akan terpilih dua buah router yang berfungsi sebagai Designated Router (DR) dan Backup Designated Router (BDR). Pada jaringan broadcast multiaccess terjadi sebuah proses pemilihan router yang menjabat sebagai "juru bicara" bagi router-router lainnya. Router juru bicara inilah yang disebut dengan istilah Designated Router. Selain router juru bicara, disediakan juga back-up untuk router juru bicara ini. Router ini disebut dengan istilah Backup Designated Router. Dalam penelitian ini yang bertindak sebagai designated router adalah router PE-A dan sebagai backup designated router adalah router PE-B.
4. Langkah pertama dalam proses pembentukan OSPF ini adalah membentuk adjacency router. Adjacency router yaitu router yang bersebelahan atau router yang berdekatan. Pada tahap ini router PE-A yang berperan sebagai DR akan menghubungkan diri dan saling berkomunikasi dengan router-router PE-B, PE-C dan PE-D yang bertindak sebagai neighbour router dengan area masing-masing dan akan dikenal dengan neighbour ID. Adjacency router ini terbentuk melalui mekanisme hello protocol yakni sebuah mekanisme untuk dapat menemukan router tetangganya dan dapat membuka hubungan. Yakni suatu mekanisme

pengiriman sebuah paket berukuran kecil secara periodik ke dalam jaringan atau ke sebuah perangkat yang terhubung langsung dengannya. Pada kondisi standar, dalam media broadcast multiaccess hello packet dikirimkan berkala setiap 10 detik.

5. Peran router PE-A sebagai DR dan router PE-B sebagai BDR sangatlah diperlukan. Router PE-A dan PE-B akan menjadi pusat komunikasi seputar informasi OSPF dalam jaringan tersebut. Semua paket pesan yang ada dalam proses OSPF akan disebar oleh router PE-A dan PE-B. Oleh karena itu, pemilihan router A sebagai DR dan PE-B sebagai BDR menjadi proses yang sangat kritis. Sesuai dengan namanya, Backup Designated Router merupakan "shadow" dari Designated Router. Artinya BDR tidak akan digunakan sampai masalah terjadi pada router DR. Ketika router DR bermasalah, maka posisi juru bicara akan langsung diambil oleh router BDR. Sehingga perpindahan posisi juru bicara akan berlangsung dengan smooth.
6. Setelah terbentuk hubungan antar router OSPF, tahap berikutnya adalah bertukar informasi mengenai state-state dan jalur-jalur yang ada dalam jaringan. Pada jaringan ini router PE-A yang menjadi DR-lah yang akan melayani setiap router yang ingin bertukar informasi OSPF dengannya. DR akan memulai lebih dulu proses pengiriman ini.
7. Fase berikutnya adalah router akan saling mengirimkan Database Description Packet. Isi paket ini adalah ringkasan status untuk seluruh media yang ada dalam jaringan. Jika router penerimanya belum memiliki informasi yang ada dalam paket Database Description, maka router pengirim akan masuk dalam fase loading state. Fase loading state merupakan fase di mana sebuah router mulai mengirimkan informasi state secara lengkap ke router tetangganya.
8. Setelah loading state selesai, maka router-router yang tergabung dalam OSPF akan memiliki informasi state yang lengkap dan penuh dalam database statenya. Fase ini disebut dengan istilah Full state. Sampai fase ini proses awal OSPF sudah selesai, namun database state tidak bisa digunakan untuk proses forwarding data. Selanjutnya, router akan memasuki langkah untuk memilih rute-rute terbaik menuju ke suatu lokasi yang ada dalam database state tersebut.
9. Setelah informasi seluruh jaringan berada dalam database, maka kini saatnya untuk memilih rute terbaik untuk dimasukkan ke dalam routing table. Jika sebuah rute telah masuk ke dalam routing table, maka rute tersebut akan terus digunakan. Untuk memilih rute-rute terbaik, parameter yang digunakan oleh OSPF adalah Cost. Metrik Cost biasanya akan menggambarkan seberapa dekat dan cepatnya sebuah rute. Nilai Cost didapat dari perhitungan dengan rumus:
$$\text{Cost of the link} = 108 / \text{Bandwidth}$$
Router OSPF akan menghitung semua cost yang ada dan akan menjalankan algoritma Shortest Path First untuk memilih rute terbaiknya. Setelah selesai, maka rute tersebut langsung dimasukkan dalam routing table dan siap digunakan untuk forwarding data.
10. Ketika sebuah rute sudah masuk ke dalam routing table, router tersebut harus juga me-maintain state databasenya. Hal ini bertujuan kalau ada sebuah rute yang sudah tidak valid, maka router harus tahu dan tidak boleh lagi menggunakannya. Ketika ada perubahan link-state dalam jaringan, OSPF router akan melakukan flooding terhadap perubahan ini. Tujuannya adalah agar seluruh router dalam jaringan mengetahui perubahan tersebut. Sampai di sini semua proses OSPF akan terus berulang-ulang. Mekanisme seperti ini membuat informasi rute-rute yang ada dalam jaringan terdistribusi dengan baik, terpilih dengan baik dan dapat digunakan dengan baik pula.

5. KESIMPULAN

1. Indonesia terletak pada 'ring of fire' yang merupakan pertemuan tiga lempeng utama bumi, sehingga sangat rawan terjadi bencana gempa bumi dan tsunami yang diakibatkan oleh aktivitas vulkanik.
2. Sebagian besar data center yang terletak di Indonesia justru berada di Pulau Jawa yang merupakan titik rawan bencana, sehingga perlu dilakukan relokasi data center ke tempat yang lebih aman di luar Pulau Jawa.
3. Data center sebagai tulang punggung penyedia data mengambil peran penting dalam teknologi berbasis internet seperti *eCommerce*, *eBusiness*, *eGovernment* dan juga *eLearning*.
4. Selain studi terhadap lokasi yang relatif aman dari bencana alam tersebut, salah satu evaluasi terhadap data center yakni tentang *routing network* yang diimplementasikan.
5. Faktor utama dari routing OSPF adalah sistem hirarki yang diterapkan dalam area router. Penyebaran informasi routing menjadi lebih teratur dan juga mudah untuk di *troubleshooting*.
6. Routing OSPF memiliki sistem update informasi routing yang teratur dan rapi. Teknologi yang digunakan yakni menentukan jalur terpendek dengan algoritma Shortest Path First (SPF). OSPF dapat menentukan jalan yang paling baik dengan sangat tepat. Sehingga komunikasi data menjadi lancar dan efisien
7. Algoritma routing OSPF dapat diterapkan dalam routing network untuk data center.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ----, *Data Center*, <http://podaac.jpl.nasa.gov/glossary/>, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [2] ----, *Data Center*, http://www.mixonline.com/education/articles/audio_pedant_big_box/, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [3] ----, *Data Center*, www.verio.com/support/files/glossary.cfm, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [4] ----, *Data Center*, www.eei.org/industry_issues/retail_services_and_delivery/Internet_Hotels/definitions, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [5] ----, *Data Center*, www.dads.state.tx.us/handbooks/amh/B/16000/16100.htm, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [6] ----, *Data Center*, http://en.wikipedia.org/wiki/Data_center, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [7] ----, *Konfigurasi OSPF*, <http://emulanetwork.wordpress.com/2011/01/11/konfigurasi-ospf>, diunduh tanggal 15 Mei 2011
- [8] ----, *OSPF*, <http://www.cisco.com/en/US/tech/tk365/technologies>, 1 Juni 2011
- [9] Lammle, Tod., *CCNA : Cisco Certified Network Associate*, Elex Media Komputindo, Jakarta. 2005.
- [10] Teguh, Eko, *Mekanisme Gunung Api*, <http://publik.geopangea.or.id/ekoteguh/articles/16.shtml>, diunduh tanggal 10 Mei 2011
- [11] Unit Enterprise 6 Kalimantan, *Rencana DRC Departemen Keuangan di Balikpapan*, PT. Telkom Indonesia, Tbk., Desember 2010