

Penerapan Pohon Merentang Minimum Pada Spanning Tree Protocol

Eric Jonathan/13516117

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

13516117@std.stei.itb.ac.id

Abstract—This Paper explains about the use of Spanning tree protocol using spanning tree algorithm. Besides there will be some problems that usually happen in internet protocol and the benefits of Spanning Tree Protocol in building a good physique network infrastructure. The purpose of this paper is to increase the reader's knowledge about the use of spanning tree algorithm and how the spanning tree protocol build a good network.

Keyword—spanning tree, spanning tree protocol, bridge, loop

I. PENDAHULUAN

Pada era sekarang ini, tentunya komputer dan internet menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting. Hampir seluruh kegiatan dapat kita lakukan dengan komputer dan akses internet. Bahkan tidak hanya di bidang informatika saja, komputer juga sudah diterapkan hampir di setiap bidang keilmuan dan tentunya perlu hal untuk menghubungkan komputer yang satu dengan yang lainnya untuk mempermudah jalur komunikasi. Hal inilah yang mendasari diciptakannya topologi jaringan yang merupakan pola interkoneksi dari beberapa terminal komputer. Tentunya diperlukan standar untuk mengatur komunikasi dan perpindahan data antar komputer ini.

Protokol adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengizinkan terjadinya hubungan komunikasi maupun perpindahan data antar dua atau lebih komputer. Terdapat banyak jenis-jenis protokol yang memiliki keunggulan dan kelemahannya tersendiri dan disini akan dibahas salah satu protokol yang biasa digunakan pada Local Area Network. Desain dari LAN memerlukan beberapa switch yang bertujuan agar koneksi masih dapat berjalan walaupun ada kendala-kendala dari switch tertentu. Disinilah peran dari STP dibutuhkan.

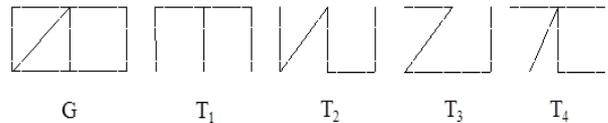
II. POHON

Pohon (tree) telah digunakan sejak tahun 1857 oleh matematikawan Inggris yang bernama Arthur Cayley untuk menghitung jumlah senyawa kimia. Silsilah keluarga biasanya juga digambarkan pisa bentuk pohon.

Pohon (tree) adalah merupakan graf yang tak berarah terhubung yang tidak memuat sirkuit sederhana. Diagram pohon dapat digunakan sebagai alat untuk memecahkan masalah dengan menggambarkan semua alternatif pemecahan.

A. Pohon Merentang

Spanning Tree atau Pohon Merentang adalah subgraph G merupakan pohon dan mencakup semua titik dari G . Pohon merentang di peroleh dengan cara menghilangkan sirkuit didalam graf tersebut.



T₁, T₂, T₃, T₄ adalah pohon merentang dari G .

B. Pohon Merentang Minimum

Jika G adalah graf berbobot, maka bobot dari pohon merentang T dari G didefinisikan sebagai jumlah bobot pada semua sisi di T . Pohon merentang yang berbeda memiliki bobot yang berbeda pula. Di antara pohon merentang di G , pohon yang memiliki bobot paling minimum dinamakan pohon merentang minimum. Pohon ini merupakan pohon merentang yang paling penting. Pohon merentang minimum memiliki terapan yang sangat luas dalam dunia nyata. Misalnya, pembangunan rel kereta api yang menghubungkan sejumlah kota. Pembangunan jalur kreta ini tidak perlu menghubungkan langsung dua buah kota; tetapi cukup membangun jalur kereta seperti pohon merentang. Karena di dalam graf mungkin terdapat beberapa pohon merentang, maka harus dicari pohon merentang minimum.

Terdapat dua buah algoritma untuk membangun pohon merentang minimum. Yaitu algoritma Prim dan algoritma Kruskal.

a. Algoritma Prim

Algoritma Prim membentuk pohon merentang minimum dengan langkah per langkah. Pada setiap langkah kita mengambil sisi graf G yang memiliki bobot minimum namun yang terhubung dengan pohon merentang T yang telah terbentuk. Algoritma Prim

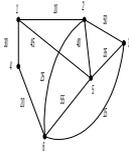
1. Ambil sisi dari graf G yang berbobot minimum, masukan ke dalam T .
2. Pilih sisi (u, v) yang memiliki bobot minimum dan bersisian dengan dengan simpul di T . Tetapi (u, v) tidak membentuk sirkuit di T . Tambahkan (u, v) ke dalam T .
3. Ulangi langkah 2 sebanyak $(n-2)$ kali. Jumlah seluruh

langkah pada algoritma Prim ini adalah $1+(n-2) = n-1$, yaitu sama dengan jumlah sisi pada pohon merentang dengan n buah simpul.

```

procedure Prim(input G : graf, output T : pohon)
{ Membentuk pohon merentang minimum T dari graf terhubung-berbobot G.
Masukan: graf-berbobot terhubung G = (V, E), dengan |V|= n
Keluaran: pohon rentang minimum T = (V, E')
}
Deklarasi
i, p, q, u, v : integer
Algoritma
Cari sisi (p,q) dari E yang berbobot terkecil
T ← {(p,q)}
for i ← 1 to n-2 do
  Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya terkecil namun
  bersisian dengan simpul di T
  T ← T ∪ {(u,v)}
endfor
  
```

Graf



Langkah	Sisi	Bobot	Pohon rentang
1	(1,2)	10	
2	(2,3)	6	
3	(3,4)	6	
4	(4,5)	20	
5	(5,6)	25	

b. Algoritma Kruskal (Kruskal's Algorithm)

Algoritma Kruskal adalah juga tergolong algoritma greedy dalam teori graf yang digunakan untuk mencari pohon merentang minimum. Algoritma ini pertama kali muncul pada tahun 1956 dalam sebuah tulisan yang ditulis oleh Joseph Kruskal. Algoritmanya:

1. Himpunan sisi dari G diurutkan membesar sesuai bobot sisi tersebut.
2. Buat T dengan memasukkan 1 sisi terpendek dari G

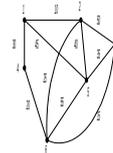
tersebut.

3. Ulang (banyak sisi T = (banyak simpul G) -1) a. Ambil sisi selanjutnya dari G. b. Jika sisi itu tidak membuat sirkuit di T - Masukkan sisi itu ke T. - Masukkan simpul-simpul sisi itu ke T.

```

procedure Kruskal(input G : graf, output T : pohon)
{ Membentuk pohon merentang minimum T dari graf terhubung-berbobot G.
Masukan: graf-berbobot terhubung G = (V, E), dengan |V|= n
Keluaran: pohon rentang minimum T = (V, E')
}
Deklarasi
i, p, q, u, v : integer
Algoritma
( Asumsi: sisi-sisi dari graf sudah diurut menaik
berdasarkan bobotnya - dari bobot kecil ke bobot
besar)
T ← {}
while jumlah sisi T < n-1 do
  Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya terkecil
  if (u,v) tidak membentuk siklus di T then
    T ← T ∪ {(u,v)}
  endif
endfor
  
```

Graf



Sisi-sisi diurutkan menaik:

Sisi	(1,2)	(3,4)	(4,5)	(2,3)	(1,4)	(2,5)	(3,5)	(1,3)	(2,4)	(1,5)	(4,6)
Bobot	10	6	6	25	20	25	25	40	25	45	25

Langkah	Sisi	Bobot	Pohon merentang
0			
1	(1,2)	10	
2	(3,4)	6	
3	(4,5)	20	
4	(2,3)	25	

III. SPANNING TREE PROTOCOL

A. Bridge

Switch adalah salah satu perangkat jaringan yang paling banyak dipakai. Switch dibuat dengan konsep bridge. Bridge merupakan asal usul dari Switch LAN.

Ada 3 jenis Bridge:

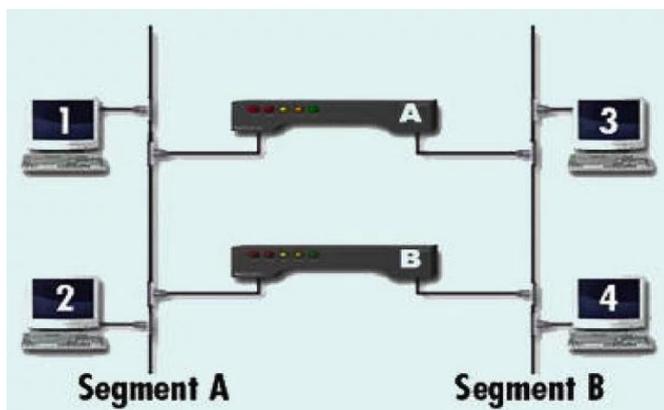
1. Transparent bridge (Ethernet dan Token Ring)
2. Source-routing bridge (Token Ring)
3. Source-routing transparent bridge (Token Ring)

Disini kita hanya akan membahas Transparent Bridge saja. Cara kerja transparent bridge:

- transparent bridge membangun database dengan memeriksa sumber alamat dari paket yang datang. Bridge yang baru dipasang akan memiliki database yang kosong begitu juga dengan jaringan yang baru dikoneksikan ke bridge.
- Aturan penerusan paket transparent bridge :
 1. Jika alamat tujuan tidak diketahui maka bridge akan meneruskannya ke semua segmen.
 2. Jika alamat tujuan diketahui dan berada di segmen yang sama maka bridge membuang paket data tersebut.
 3. jika alamat tujuan diketahui dan berada di segmen lain maka paket akan diteruskan ke segmen yang tepat.
- Transparent bridge meneruskan paket hanya jika kondisi berikut dipenuhi :
 1. Frame berisi data pada layer atas
 2. Integritas Frame valid
 3. Tidak dialamatkan ke bridge

B. Bridging loops dan Spanning Tree Algorithm

Salah satu jenis Bridge untuk jaringan ethernet yaitu transparent bridge. Transparent Bridge adalah bridge yang tidak disadar oleh pengirim dan penerima dalam suatu komunikasi.



Bridge menghubungkan dua segmen LAN untuk membentuk satu jaringan. Jadi Bridge ini merupakan ‘jembatan’ penghubung antara dua segmen jaringan dan bisa juga disebut sebagai titik pertemuan. Jika terjadi kerusakan ada Bridge harus ada cadangan untuk menggantikan bridge tersebut. Maka setidaknya harus ada dua bridge untuk menghubungkan dua

jaringan.

Pada gambar tersebut kedua jaringan dihubungkan oleh dua bridge yang saling fault tolerance yaitu jika bridge yang sedang beroperasi tiba-tiba gagal fungsi maka bridge yang satu akan menggantikan fungsi bridge yang gagal. Walau terdapat dua bridge hanya satu saja yang akan berfungsi.

Kenapa hanya satu saja yang berfungsi? Jika kedua bridge berfungsi secara bersamaan akan terjadi redundansi jalur pada dua segmen jaringan tersebut, hal ini akan mengakibatkan paket data antar dua jaringan akan berputar-putar melewati kedua bridge terus menerus sampai akhirnya mati. Ini biasa disebut dengan Bridging Loops atau Broadcast Storm.

Salah satu cara untuk mencegah terjadinya Bridging Loop atau Broadcast Storm ini maka komisi standard 802.1d mendefinisikan suatu protokol standar yang disebut Spanning Tree Algorithm (STA) atau disebut juga Spanning Tree Protocol (STP). Algoritma ini ditemukan oleh Radia Perlman. Spanning Tree ini memperbolehkan sistem redundansi link yang membuat jalur cadangan secara otomatis sambil mencegah terjadinya bahaya dari Bridging Loop atau Broadcast Storm. Prinsip utamanya adalah membentuk Spanning Tree dalam jaringan, jika ada link yang ganda maka akan menonaktifkan salah satunya sehingga antar jaringan hanya akan terjadi sebuah link. Spanning Tree Algorithm secara otomatis menemukan topologi jaringan dan membentuk sebuah jalur yang paling optimal.

C. Cara Kerja Spanning Tree Protocol

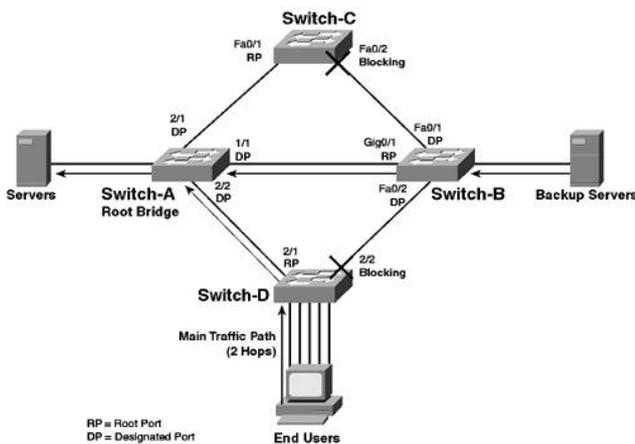
Spanning Tree Protocol dapat mengatasi masalah Bridging Loop dan Broadcast Storm yang menyebabkan banyak broadcast pada loop yang ada di jaringan secara terus menerus. Untuk memecahkan loop dengan tetap menjaga akses ke semua segmen LAN, akan dibuat sebuah pohon merentang minimum untuk jalur yang paling optimal. Secara garis besar, cara kerja Spanning Tree Protocol adalah sebagai berikut:

- **Root Bridge**
Root Bridge dari spanning tree adalah bridge dengan ID terkecil. Di protokol ini semua bridge mempunyai unique Identifier (ID) yang berbeda-beda dan sebuah priority number. Pertama kali yang dibandingkan adalah priority number baru MAC addresses. Apabila kedua priority number sama barulah dipilih yang MAC addressnya lebih kecil. Contoh jika switch A mempunyai MAC 0000.0000.0011 dan B mempunyai MAC 0000.0000.0022 maka yang A akan dipilih menjadi root bridge.
- **Menentukan jalur dengan biaya terendah ke root bridge**
Spanning tree yang sudah dihitung mempunyai properti pesan dari semua alat yang terkoneksi dengan root bridge yang memiliki biaya pengunjungan terendah. Cost of traversing atau biaya pengunjungan sebuah jalur adalah jumlah dari biaya dari segmen-segmen yang ada pada jalur. Biaya setiap segmen jaringan berbeda-beda tergantung dari teknolog yang digunakan. Disinilah peran pohon merentang minimum digunakan yaitu jalur dengan biaya terendah saja yang akan diambil sehingga dapat

diambil jalur yang paling optimal dengan biaya yang sedikit. Administrator juga dapat memodifikasi biaya yang ada untuk segmen-segmen jaringan yang dibutuhkan untuk dikunjungi sehingga pemilihan spanning tree dapat berubah-ubah sesuai pengaturan administrator.

- **Menon-aktifkan jalur lain**

Setelah dicari biaya terendah dari setiap jalur ke root bridge, maka semua port yang aktif dan bukan merupakan port yang terhubung ke root akan diblok dan ditutup. Tentunya hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya Bridging Loop dan Broadcast Storm yang sudah dijabarkan sebelumnya. Tetapi port atau switch yang sudah diblok tadi dapat sewaktu-waktu diaktifkan kembali sebagai antisipasi (fault tolerance) apabila jalur switch yang sudah dipilih di spanning tree tidak bekerja dengan baik. Spanning tree protocol ini akan dengan otomatis membentuk topologi jaringan dan membentuk jalur yang paling optimal dan memberi label pada setiap bridge dengan fungsi yang berbeda-beda. Setiap bridge akan ditandai dan ditentukan bagaimana keterkaitan dan hubungannya dengan bridge lain.



Fungsi-fungsi bridge yang terdapat di Spanning Tree Protocol :

1. Root Bridge

Root Bridge adalah bridge yang menjadi master dan merupakan pusat kendali untuk bridge yang lain. Root bridge secara teratur akan membroadcast pesan-pesan konfigurasi. Sama seperti titik awal ada Pohon Merentang minimum. Akar dari bridge ini digunakan untuk memilih rute selanjutnya dan mengatur ulang fungsi dari bridge lain sesuai keperluan. Hanya ada satu root bridge di setiap jaringan dan root bridge ini ditentukan oleh administrator. Root bridge biasanya merupakan bridge yang paling dekat ke pusat jaringan.

2. Designated Bridge

Ini adalah bridge yang digunakan untuk meneruskan paket di jaringan. Ini dipilih secara otomatis dengan saling mengirimkan konfigurasi tiap bridge. Bridge ini ditentukan dengan algoritma pohon merentang

sehingga hanya akan ada satu designated bridge untuk tiap segmen jaringan.

3. Backup Bridge

Sesuai namanya bridge ini merupakan bridge yang digunakan sebagai cadangan. Bridge ini tetap melakukan listen atau mendengar setiap hal yang dilakukan di jaringan dan membangun database. Tetapi bridge jenis ini tidak meneruskan paket dan mereka hanya akan berfungsi apabila terdapat root bridge atau salah satu designated bridge yang tidak berfungsi.

Tiap bridge akan mengirimkan Bridge Protocol Data Units (BPDU) dari setiap port. BPDU ini dikirim dan diterima oleh bridge lain untuk melakukan verifikasi dan pengecekan antar bridge sehingga dapat membentuk topologi jaringan yang baru secara otomatis apabila terjadi kerusakan.

D. Status Port Pada STP

- **Blocking**

Pada status ini port tidak akan meneruskan data tetapi tetap mendengar BPDU dari bridge lain. Status ini bertujuan untuk mencegah Broadcast Storm atau Bridging Loop. Semua port akan berada dalam status blocking ketika baru dinyalakan.

- **Listening**

pada status ini port akan memproses BPDU dan menunggu sebelum mengirimkan data. Port akan menerima BPDU dari setiap bridge pada jaringan dan memastikan tidak ada loop yang terjadi.

- **Learning**

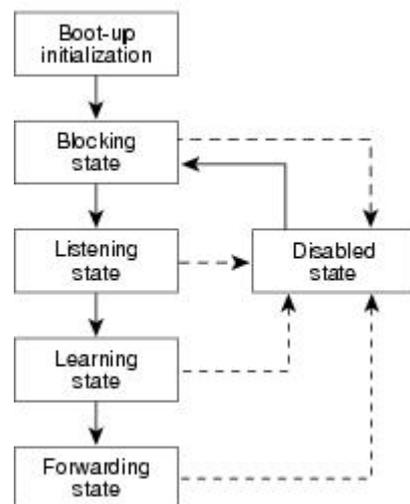
Sebelum mengirimkan pesan, port akan mempelajari jalur yang sudah dibentuk oleh spanning tree di jaringan dan mengisi tabel alamat.

- **Forwarding**

Port yang tetap menjadi designated atau root setelah learning akan masuk status forwarding dan mengirim serta menerima semua data dari bridge melalui jalur yang sudah dibuat.

- **Disabled**

Port pada status ini berarti tidak aktif dan tidak bekerja dalam sebuah STP.



E. Rapid Spanning Tree Protocol

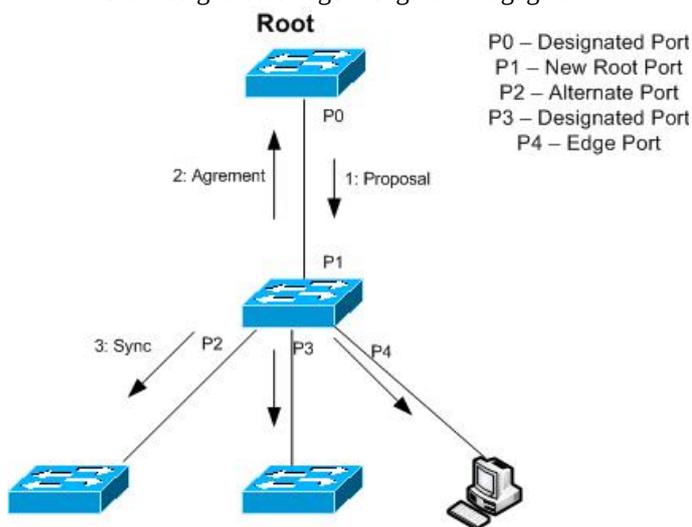
Rapid Spanning Tree Protocol atau RSTP adalah evolusi dari STP yang tentunya lebih cepat dan bisa melakukan konvergensi Spanning tree. STP dapat mengambil waktu 30 sampai 50 detik untuk merespon perubahan topologi sedangkan RSTP mampu menanggapi dalam 3 x Hello time (6 detik).

Berikut beberapa peran port di RSTP:

- Root – Port terbaik untuk root bridge
- Designated – port forwarding untuk setiap segmen
- Alternate – Jalur alternatif ke root bridge. Jalur ini berbeda daripada menggunakan root port.
- Backup – jalur cadangan ke segmen lain
- Disabled – Port yang dinonaktifkan oleh administrator

RSTP merupakan penyempurnaan dari STP sebelumnya sehingga cukup banyak hal yang sama di antara keduanya. Ini adalah beberapa perbedaan antara STP dan RSTP:

- Waktu untuk mendeteksi kegagalan root dan membentuk topologi baru hanya 6 detik
- Port-nya dapat dikonfigurasi sebagai port tepi jika port-port tersebut terpasang ke LAN yang tidak memiliki bridge lain yang terpasang. Transisi port tepi ini langsung ke forwarding state. RSTP masih terus memantau port untuk BPDU jika bridge tersambung. RSTP juga dapat dikonfigurasi untuk secara otomatis mendeteksi port tepi. Segera setelah bridge mendeteksi BPDU datang ke tepi port, port tersebut menjadi port non-tepi.
- Sistem respon BPDU yang berbeda dengan STP karena BPDU dikirim dari arah root bridge.
- RSTP mempertahankan rincian tentang status port yang sudah dibuang sehingga tidak ada waktu jeda saat designated bridge mengalami kegagalan.



1. Proposal - Proposal bit is set in the BPDUs.
2. Agreement – Agreement message to reply to the root
3. Sync - Ports are in sync

IV. KEUNGGULAN SPANNING TREE PROTOCOL

- i. Mencegah terjadinya Bridging Loops atau Broadcast Storm
- ii. Menyediakan jalur cadangan dengan bridge yang fault tolerance
- iii. Dapat mengganti atau merubah topologi dari jaringan secara otomatis ketika mendeteksi kegagalan atau kerusakan dari suatu bridge
- iv. Dengan pohon merentang minimum maka jalur koneksi yang dihasilkan merupakan jalur paling optimal dengan biaya terminimum

V. ISTILAH DALAM STP

- STP – Spanning Tree Protocol adalah sebuah protokol bridge yang menggunakan STA untuk menemukan link redundant (cadangan) secara dinamis dan menciptakan sebuah topologi database spanning-tree. Bridge bertukar pesan BPDU (bridge protocol data unit) dengan bridge lain untuk mendeteksi loop-loop dan kemudian menghilangkan loop-loop itu dengan cara mematikan interface-interface bridge yang dipilihnya.
- Root Bridge adalah bridge dengan bridge ID terbaik. Dengan STP, kuncinya adalah agar semua switch di network memilih sebuah root bridge yang akan menjadi titik fokus di dalam network tersebut. Semua keputusan lain di network seperti port mana yang akan di blok dan port mana yang akan di tempatkan dalam mode forwarding.
- BPDU semua switch bertukar informasi yang digunakan dalam pemilihan root switch, seperti halnya dalam konfigurasi selanjutnya dari network. Setiap switch membandingkan parameter-parameter dalam Bridge Protocol Data Unit (BPDU) yang mereka kirim ke satu tetangga dengan yang mereka peroleh dari tetangga lain.
- Bridge ID adalah bagaimana STP mengidentifikasi semua switch dalam network. ID ini ditentukan oleh sebuah kombinasi dari apa yang disebut bridge priority (yang bernilai 32.768 secara default pada semua switchj Cisco) dan alamat MAC dasar. Bridge dengan bridge ID terendah akan menjadi root bridge dalam network.
- Nonroot bridge adalah semua bridge yang bukan root bridge. Nonroot bridge bertukar BPDU dengan semua bridge dan mengupdate topologi database STP pada semua switch, mencegah loop-loop dan menyediakan sebuah cara bertahan terhadap kegagalan link.
- Root port selalu merupakan link yang terhubung secara langsung ke root bridge atau jalur terpendek ke root bridge. Jika lebih dari satu link terhubung ke root bridge maka sebuah cost dari port ditentukan dengan mengecek bandwidth dari setiap link. Port dengan cost paling rendah menjadi root port. Jika banyak link memiliki cost yang sama maka bridge dengan bridge ID diumumkan yang lebih rendah akan di gunakan. Karena berbagai link dapat berasal dari alat yang sama, maka nomor port yang terendahlah yang akan digunakan.

- Designated bridge/port adalah sebuah port yang telah ditentukan sebagai cost yang terbaik (cost lebih rendah) daripada port yang lain. Sebuah designated port akan ditandai sebagai sebuah forwarding port (port yang akan mem forward frame).
- Port Cost menentukan kapan sebuah link dari beberapa link yang tersedia digunakan di antara dua switch dimana kedua port ini bukan root port. Cost dari sebuah link ditentukan oleh bandwidth dari link.
- Nondesigned port adalah port dengan sebuah cost yang lebih tinggi daripada designated port, yang akan ditempatkan di mode blocking. Sebuah nondesignated port bukan sebuah forwarding port.
- Forwarding port meneruskan atau memforward frame.
- Blocked port adalah port yang tidak meneruskan frame-frame, untuk menghindari loop-loop. Namun sebuah blocked port akan selalu mendengarkan frame.

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam pembahasan makalah penerapan pohon merentang minimum pada spanning tree protocol adalah sebagai berikut:

- Pohon Merentang Minimum dapat digunakan pada Sistem Protokol Jaringan.
- Spanning Tree Protocol dibentuk menggunakan algoritma Pohon Merentang.
- Spanning Tree Protocol dapat membentuk topologi jaringan yang paling optimal secara otomatis dengan menggunakan algoritma pohon merentang minimum dengan memperoleh properti dari setiap bridge dengan mempertimbangkan biaya tiap jalur.
- Tiap bridge pada STP memiliki fungsi yang berbeda-beda dan memiliki beberapa state sesuai kondisi dari bridge lainnya.
- Spanning Tree Protocol dapat mencegah Loop pada bridge dan broadcast storm dengan tetap mempertahankan sistem redudansi jalur.
- Spanning Tree Protocol dapat dikembangkan lagi menjadi Rapid Spanning Tree Protocol yang jauh lebih cepat dengan mengubah sedikit cara kerjanya.

REFERENSI

- [1] Perlman, Radia (2000). Interconnections, Second Edition. USA: Addison-Wesley.
- [2] <https://pekoktenan.wordpress.com/2009/03/24/konsep-spanning-tree-protocol/>. Diakses pada 1 Desember 2017 pukul 13.52
- [3] <https://firmantkjgrafika.wordpress.com/2013/09/08/pengertian-topologi-jaringan-protokol-jaringan/>. Diakses pada 1 Desember 2017 pukul 13.55
- [4] <http://rizaxxi.blogspot.co.id/2015/07/pohon-pada-matematika-diskrit.html>. Diakses pada 1 Desember 2017 pukul 14.03
- [5] Munir, Rinaldi.(2005).Bahan Kuliah IF2151 Matematika Diskri. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- [6] <http://mayorpelangi.blogspot.co.id/2011/03/spanning-tree-dan-penerapannya.html>. Diakses pada 2 Desember 2017 pukul 00.46
- [7] <http://reni761993.blogspot.co.id/2010/10/spanning-tree-protocol-stp.html>. Diakses pada 2 Desember 2017 pukul 00.50

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 3 Desember 2017



Eric Jonathan - 13516117