

APLIKASI GRAF DALAM JARINGAN INTERNET

Selly Yuvita (13508035)

Program Studi Teknik Informatika
Jl. Ganesha 10 Bandung
e-mail : if18035@students.if.itb.ac.id

ABSTRAK

Graf memiliki banyak sekali implementasi yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam distribusi jaringan listrik, distribusi jaringan telepon, struktur jaringan internet, dan lain-lain. Akan tetapi, makalah ini hanya akan membahas implementasi graf dalam jaringan internet. Internet adalah jaringan global komputer dunia yang besar dan luas, di mana setiap komputer saling terhubung satu sama lain, baik yang berada di negara atau kota atau tempat yang sama ataupun tidak, yang berisi berbagai macam informasi. Informasi yang dibawa internet dapat berupa teks, audio, gambar, video, dan lain-lain. Pada jaringan internet, sebuah halaman situs direpresentasikan sebagai sebuah simpul, sedangkan hipertaut akan direpresentasikan sebagai sisi. Seperti halnya simpul-simpul yang dihubungkan dengan sisi, halaman-halaman situs membutuhkan hipertaut untuk menghubungkannya dengan halaman situs lainnya. Tidak semua halaman situs dapat diakses dari suatu halaman situs lainnya. Hubungan-hubungan inilah yang akan membentuk jaringan raksasa yang biasa disebut jaringan internet. Dalam makalah ini akan dijelaskan dasar-dasar dari jaringan internet dan teori graf sehingga dapat terlihat hubungan erat antara teori graf dengan jaringan internet dan implementasi teori graf dalam jaringan internet.

Kata kunci : graf, jaringan, internet.

1. PENDAHULUAN

Dunia telekomunikasi berkembang dengan pesat seiring dengan perubahan zaman. Produk-produk telekomunikasi seperti telepon, telepon genggam, dan internet menjadi sebuah kebutuhan yang memegang peran cukup penting dalam kehidupan masyarakat. Padahal satu dekade yang lalu, telepon genggam masih menjadi sebuah barang mahal yang belum lazim digunakan masyarakat pada umumnya, tetapi sekarang siswa SD pun sudah mulai menggunakan telepon genggam.

Begitu pula dengan internet. Beberapa tahun yang lalu, masyarakat masih asing dengan internet. Hanya segelintir kalangan yang sudah bisa dan sudah biasa menggunakan internet sebagai salah satu sarana telekomunikasi. Akan tetapi, hanya dalam beberapa tahun, internet mengalami suatu perkembangan yang sangat pesat. Sekarang masyarakat pada umumnya mengenal internet. Meskipun sebagian besar masyarakat belum menggunakannya secara maksimal, tetapi internet cukup membantu dalam berbagai kegiatan sehari-hari masyarakat saat ini. Oleh karena itu, alangkah baiknya bila kita mengetahui prinsip kerja dari internet yang biasa kita gunakan sehari-hari.

2. METODE

Jaringan internet dapat direpresentasikan sebagai graf. Singkatnya, suatu halaman situs dapat direpresentasikan sebagai simpul, sedangkan hipertaut atau yang biasa disebut sebagai *hyperlink* dapat direpresentasikan sebagai sebuah sisi dalam graf, yang akan menghubungkan suatu halaman situs dengan halaman-halaman situs lainnya. Agar pengertian ini menjadi lebih jelas, berikut ini akan dijelaskan dasar-dasar dari internet dan teori graf.

2.1 Internet

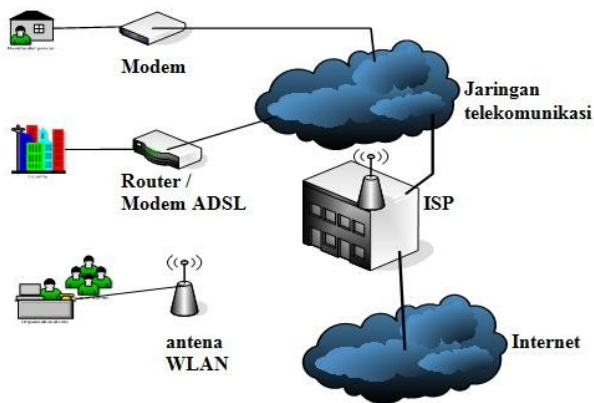
Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya, internet adalah jaringan global komputer dunia yang besar dan luas, di mana setiap komputer saling terhubung satu sama lain, baik yang berada di negara atau kota atau tempat yang sama ataupun tidak, yang berisi berbagai macam informasi. Jaringan internet bisa dikategorikan sebagai WAN (*Wide Area Network*). setiap orang yang memiliki komputer dapat bergabung ke dalam jaringan ini hanya dengan melakukan koneksi ke penyedia layanan internet (*Internet Service Provider / ISP*).

Topologi internet pada dasarnya adalah *mesh-topology*, menghubungkan banyak jenis jaringan melalui sistem *packet-switching*, walaupun bisa dikatakan yang menjadi pusat-nya adalah beberapa NAP (*Network Access Point*). *Internet Engineering Task Force (IETF)* menangani masalah-masalah teknis yang timbul di internet, seperti masalah pada protokol, arsitektur dan

pengoperasian internet. *Internet Research Task Force (IRTF)* menangani riset teknis, seperti sistem pengalamatan dan rekayasa lainnya, sedangkan *Internet Assigned Numbers Authority (IANA)* mengatur pembagian alamat IP (IP#) ke berbagai negara dan organisasi. *Internet Society (ISOC)* menangani masalah administrasi dan struktur organisasi internet.

Badan usaha komersil lalu akan menyediakan layanan akses dengan menyediakan koneksi dari komputer pelanggannya ke internet, dan badan ini disebut sebagai penyedia akses internet atau ISP. Beberapa ISP terkenal di dunia adalah America On Line (AOL), Australia OnLine, CompuServe, GENie, dan Prodigy, sedangkan ISP yang ada di Indonesia antara lain TelkomNet, IndosatNet, Wasantara Net, InterNux, dan sebagainya.

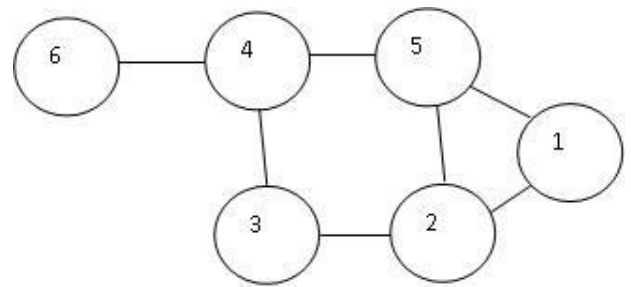
ISP menyediakan koneksi *dial-up* melalui modem-telepon, koneksi *wireless* melalui antena WLAN, atau koneksi ADSL melalui telepon. Protokol koneksi yang digunakan adalah SLIP (*Serial Line Interface Protocol*) atau PPP (*Point-to-Point Protocol*). Koneksi SLIP biasanya lebih lambat dari PPP.



Gambar 1. Koneksi Internet

2.2 Graf

Secara informal, suatu graf adalah himpunan benda-benda yang disebut verteks (*node*) yang terhubung oleh satu atau beberapa sisi atau *edge*. Biasanya graf digambarkan sebagai kumpulan titik (*verteks*) yang dihubungkan oleh satu atau beberapa garis (*edge*). Aplikasi teori graf antara lain pemodelan jaringan telepon, pemodelan jaringan listrik, pemodelan jaringan internet, dan pemodelan molekul di bidang ilmu kimia dan fisika.



Gambar 2. Contoh Graf

Suatu graph G dapat dinyatakan sebagai $G = (V,E)$. Graph G terdiri atas himpunan V yang berisikan verteks/node pada graph tersebut dan himpunan dari E yang berisi *edge* pada graph tersebut. Himpunan E dinyatakan sebagai pasangan dari verteks yang ada dalam V . Sebagai contoh definisi dari graf pada gambar diatas adalah : $V = \{1,2,3,4,5,6\}$ dan $E = \{(1,2),(1,5), (2,3),(3,4),(4,5),(5,2),(4,6)\}$.

Size dari graf adalah jumlah verteks yang dimilikinya, sedangkan Order adalah jumlah edge seperti pada gambar 2, size graf tersebut bernilai 6, sedangkan ordernya bernilai 7. Nilai order minimum adalah 0, bila tidak ada verteks yang terhubung, sedangkan order maksimum (untuk graf komplit), yaitu graf yang semua verteksnya terhubung adalah

$$\text{Nilai Order Maksimum} = n(n-1)/2 \quad (1)$$

dengan
 n : size

Density dari G adalah rasio jumlah *edge* di G terhadap jumlah maksimum *edge* yang mungkin (*complete graph*).

$$\text{density} = \frac{2l}{n(n-1)} \quad (2)$$

dengan
 l : order
 n : size

Degree d_a dari *vertex* a adalah jumlah *vertex* yang terhubung ke a melalui sebuah *edge*.

$$\text{Degree minimum} = 0 \quad (3)$$

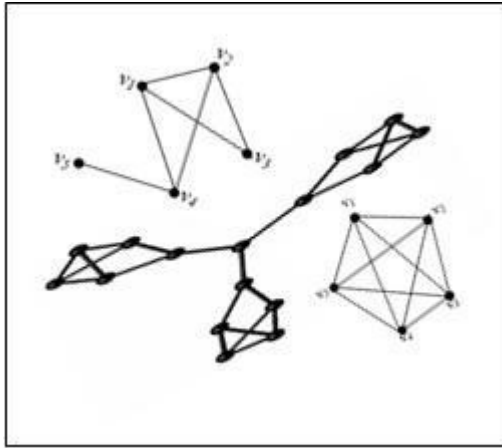
$$\text{Degree maksimum} = (n-1) \quad (4)$$

Degree sequence dari G adalah vektor (d_1, d_2, \dots, d_n) , sedangkan *degree distribution* dari G adalah $(k_0, k_1, \dots, k_{n-1})$, dimana k_j adalah jumlah *node* dengan *degree* j .

Sebuah subgraf G_s dari $G = G(V,E)$ terdiri dari W yang merupakan subset V , bersama dengan semua $edge$ yang menghubungkan $vertex-vertex$ di W . Sebuah graf G mempunyai $n(n-1)/2$ subgraf dengan $size$ 2. Setiap subgraf $size$ 2 terdiri dari sepasang $vertex$ dengan atau tanpa $edge$ yang menghubungkannya.

Sebuah $path$ dari $vertex$ a ke $vertex$ b adalah urutan $v_0(=a), v_1, \dots, v_m(=b)$ dari $vertex$ yang berbeda, dimana setiap pasang $vertex$ bersebelahan (v_{j-1}, v_j) dihubungkan oleh sebuah $edge$. Panjang ($length$) dari $path$ tersebut adalah m .

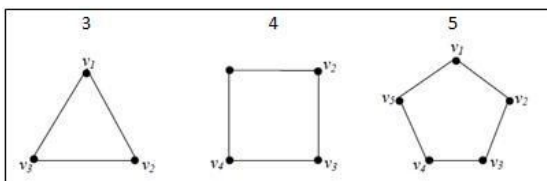
Jika ada sebuah $path$ dari a ke b , maka a dapat diakses dari b . Jika setiap $vertex$ di G dapat diakses dari $vertex$ lainnya, maka G terkoneksi ($connected$). Sebuah komponen dari G adalah sebuah subgraf terkoneksi (maksimal), subgraf terkoneksi dengan $vertex$ set W , dimana tidak ada $vertex$ set Z yang lebih besar (mengandung W) merupakan (sub)graf terkoneksi.



Gambar 3. Sebuah Graf dengan 3 komponen

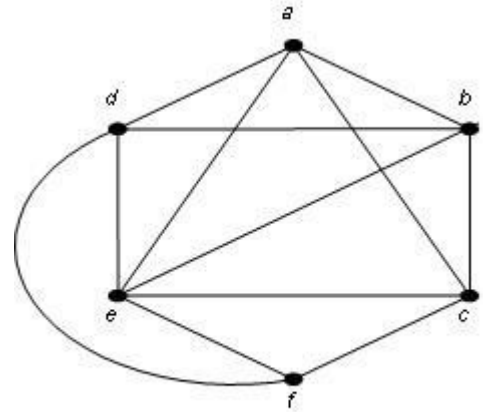
Sebuah $geodesic$ dari a ke b adalah sebuah $path$ dengan panjang minimum. $Geodesic$ distance d_{ab} adalah panjang $geodesic$. Jika tidak ada $path$ antara a dan b , maka $geodesic$ distance dari graf tersebut adalah tak terhingga ($infinite$).

Sebuah $cycle$ adalah urutan $v_0(=a), v_1, \dots, v_m(=a)$ dimana setiap pasang $vertex$ yang bersebelahan (v_{j-1}, v_j) dihubungkan oleh sebuah $edge$, $v_0(=a), v_1, \dots, v_{m-1}$ merupakan $vertex$ yang berbeda. Panjang ($length$) dari $cycle$ adalah m .



Gambar 4. Cycle Graf

Berikut ini akan dicontohkan sebuah graf yang mempunyai $order$ 12 dan $size$ 6. Akan dijabarkan karakteristik-karakteristik dari graf ini yang telah dijabarkan sebelumnya.



Gambar 5. Graf G dengan $order$ $l = 12$ dan $size$ $n = 6$

$density = 4/5$

$degree$ sequence = (4,4,4,4,5,3)

Subgraf G_s , $W = \{a,b,d\}$

Panjang $path$ $m = 1$ dari a ke c ,

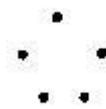
Panjang $path$ $m = 2$ dari a ke f ,

Panjang $path$ $m = 3$ dari a ke f , dll.

$Geodesic$: $d_{af} = 1$, $d_{af} = 2$, $d_{bc} = 1$, dan lain-lain

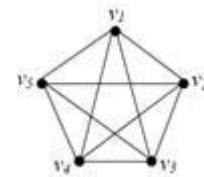
Graf mempunyai bermacam-macam bentuk, antara lain berupa :

- 1) $Empty$ graph dengan 5 vertex (Z_5), yaitu graf yang setiap titiknya tidak dihubungkan oleh sisi manapun



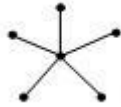
Gambar 6. Empty Graph

- 2) $Complete$ graph dengan 5 vertex (K_5), yaitu graf yang setiap dua titik berbedanya di G dihubungkan dengan sisi. Graf lengkap dengan n titik dinotasikan dengan K_n .



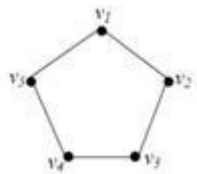
Gambar 7. Complete Graph

- 3) *Star graph*, yaitu graf yang salah satu titiknya terhubung dengan semua titik lain, dan titik-titik lainnya hanya terhubung pada titik pusat



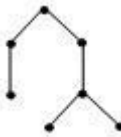
Gambar 8. *Star Graph*

- 4) *Cyclic graph*, yaitu graf yang mempunyai *cycle*.



Gambar 9. *Cyclic Graph*

- 5) *Tree (connected acyclic graph)*, yaitu graf yang memiliki komponen seperti pohon



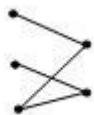
Gambar 10. *Tree Graph*

- 6) *Forest*, yaitu graf yang hanya mempunyai pohon sebagai komponen terhubung.



Gambar 11. *Forest Graph*

- 7) *Bipartite graph*, yaitu graf yang mempunyai set vertex yang bisa dipartisi ke dalam 2 subset dan tidak ada edge yang menghubungkan vertex dalam set yang sama



Gambar 12. *Bipartite Graph*

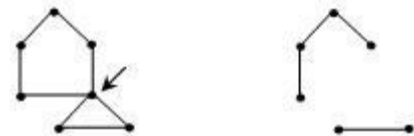
- 8) *Complete bipartite graph*, yaitu graf lengkap yang terbagi menjadi 2 bagian, misalnya kanan

dan kiri, dimana semua vertex dalam satu group adjacent ke semua vertex pada group lainnya.



Gambar 13. *Complete Bipartite Graph*

Sebuah *vertex* adalah *cutpoint* jika dan hanya jika, dengan menghilangkannya dapat menambah jumlah komponen dalam graf.



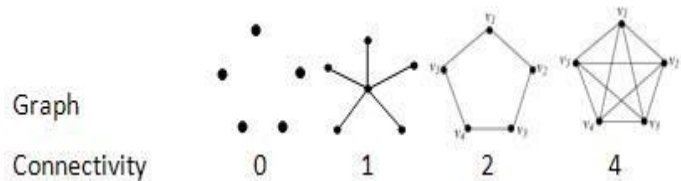
Gambar 14. *Cutpoint dalam Graf*

Sebuah *edge* adalah *bridge*, jika dan hanya jika dengan menghilangkannya akan menambah jumlah komponen dalam graf



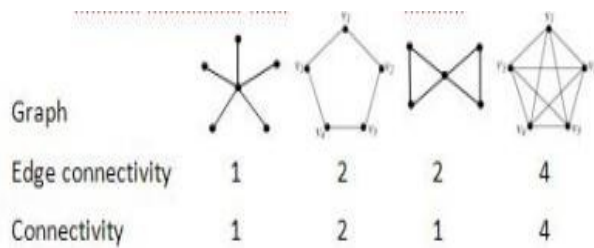
Gambar 15. *Bridge dalam Graf*

Connectivity $k(G)$ dari *connected graph* G , adalah jumlah *vertex* minimum untuk memisahkan (*disconnect*) G atau menjadikannya *empty*. Graf dengan komponen lebih dari 1 mempunyai *connectivity* 0. Graf dengan *connectivity* k , disebut *k-connected*.



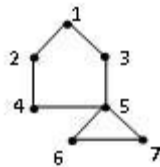
Gambar 16. *Connectivity dalam Graf*

Edge-Connectivity $\lambda(G)$ dari *connected graph* G , adalah jumlah *edge* minimum yang harus dihilangkan untuk memisahkan G . Graf dengan komponen lebih dari 1 mempunyai *edge-connectivity* 0.



Gambar 17. Edge-Connectivity dalam Graf

Dua *path* dari a ke b adalah *independent*, jika keduanya tidak mempunyai *common-node* (misalnya *path* 1-2-4-5 dan *path* 1-3-5), sedangkan dua *path* dari a ke b adalah *edge-independent*, jika keduanya tidak mempunyai *common-edge* (misalnya *path* 1-2-4-5-6 dan *path* 1-3-5-7-6).



Gambar 18. Independent dan Edge-Independent dalam Graf

2.3 Routing

Routing adalah sebuah proses untuk meneruskan paket-paket jaringan dari satu jaringan ke jaringan lainnya melalui sebuah *internetwork*. Routing juga dapat merujuk kepada sebuah metode penggabungan beberapa jaringan sehingga paket-paket data dapat hingga dari satu jaringan ke jaringan selanjutnya. Untuk melakukan hal ini, digunakanlah sebuah perangkat jaringan yang disebut sebagai *router*. *Router-router* tersebut akan menerima paket-paket yang ditujukan ke jaringan di luar jaringan yang pertama, dan akan meneruskan paket yang ia terima kepada *router* lainnya hingga sampai kepada tujuannya.

Jika jaringan tujuan tidak terhubung langsung di badan *router*, *Router* harus mempelajari rute terbaik yang akan digunakan untuk meneruskan paket. Informasi ini dapat dipelajari dengan cara manual oleh *network administrator*.

Sebaliknya, jika jaringan tujuan, terhubung langsung (*directly connected*) di badan *router*, *router* sudah langsung mengetahui *port* yang harus digunakan untuk meneruskan paket.

Routing adalah proses dimana suatu item dapat sampai ke tujuan dari satu lokasi ke lokasi lain. Oleh karena itu, untuk bisa *me-routing*, sebuah *router* harus tahu alamat tujuan, alamat asal/*source*, rute awal yang mungkin, dan *path*/jalur terbaik.

Informasi *routing* adalah *router* mempelajari, baik statik maupun dinamik, kemudian informasi tersebut ditempatkan dalam *routing* tabelnya.

Rute Statik adalah rute atau jalur spesifik yang ditentukan oleh user untuk meneruskan paket dari sumber ke tujuan. Rute ini ditentukan oleh administrator untuk mengontrol perilaku *routing* dari IP *internetwork*.

Untuk mengkonfigurasi sebuah rute statik, masukkan perintah *ip route* dengan diikuti parameter: *network*, *mask*, *address/alamat*, *interface*, dan jarak/*distance*.

Default route adalah tipe rute statik khusus. Sebuah *default route* adalah rute yang digunakan ketika rute dari sumber/*source* ke tujuan tidak dikenali atau ketika tidak terdapat informasi yang cukup dalam tabel *routing* ke *network* tujuan.

2.4 Topologi Jaringan

Topologi jaringan adalah sesuatu yang menjelaskan hubungan geometris antara unsur-unsur dasar penyusun jaringan, yaitu *node*, *link*, dan *station*. Topologi jaringan dapat dibagi menjadi 5 kategori utama, yaitu :

1) Topologi bintang, yaitu bentuk topologi jaringan yang berupa konvergensi dari *node* tengah ke setiap *node* atau pengguna. Topologi jaringan bintang termasuk topologi jaringan dengan biaya menengah. Kelebihan dari topologi bintang antara lain :

- Kerusakan pada satu saluran hanya akan mempengaruhi jaringan pada saluran tersebut dan *station* yang terpaud.
- Tingkat keamanan termasuk tinggi.
- Tahan terhadap lalu lintas jaringan yang sibuk.
- Penambahan dan pengurangan *station* dapat dilakukan dengan mudah.

Sedangkan kekurangan topologi bintang yaitu jika *node* tengah mengalami kerusakan, maka seluruh jaringan akan terhenti. Namun hal ini dapat diatasi dengan menyiapkan *node* tengah cadangan.

2) Topologi cincin adalah topologi jaringan berbentuk rangkaian titik yang masing-masing terhubung ke dua titik lainnya, sedemikian sehingga membentuk jalur melingkar membentuk cincin. Pada topologi cincin, komunikasi data dapat terganggu jika satu titik mengalami gangguan. Jaringan FDDI mengantisipasi kelemahan ini dengan mengirim data searah jarum jam dan berlawanan dengan arah jarum jam secara bersamaan.

3) Topologi bus, pada topologi Bus, kedua ujung jaringan harus diakhiri dengan sebuah terminator. *Barel connector* dapat digunakan untuk memperluasnya. Jaringan hanya terdiri dari satu saluran kabel yang

menggunakan kabel BNC. Komputer yang ingin terhubung ke jaringan dapat mengkaitkan dirinya dengan mentap Ethernetnya sepanjang kabel.

Layout *Linear Bus* termasuk layout yang umum. Satu kabel utama menghubungkan tiap simpul, ke saluran tunggal komputer yang mengaksesnya ujung dengan ujung. Masing-masing simpul dihubungkan ke dua simpul lainnya, kecuali mesin di salah satu ujung kabel, yang masing-masing hanya terhubung ke satu simpul lainnya. Topologi ini seringkali dijumpai pada sistem client/server, dimana salah satu mesin pada jaringan tersebut difungsikan sebagai *File Server*, yang berarti bahwa mesin tersebut dikhususkan hanya untuk pendistribusian data dan biasanya tidak digunakan untuk pemrosesan informasi.

Instalasi jaringan Bus sangat sederhana, murah dan maksimal terdiri atas 5-7 komputer. Kesulitan yang sering dihadapi adalah kemungkinan terjadinya tabrakan data karena mekanisme jaringan relatif sederhana dan jika salah satu node putus maka akan mengganggu kinerja dan trafik seluruh jaringan.

Keunggulan topologi Bus adalah pengembangan jaringan atau penambahan workstation baru dapat dilakukan dengan mudah tanpa mengganggu workstation lain. Sedangkan kelemahan dari topologi ini adalah bila terdapat gangguan di sepanjang kabel pusat maka keseluruhan jaringan akan mengalami gangguan.

Topologi linear bus merupakan topologi yang banyak dipergunakan pada masa penggunaan kabel *Coaxial* menjamur. Dengan menggunakan *T-Connector* (dengan *terminator 50ohm* pada ujung network), maka komputer atau perangkat jaringan lainnya bisa dengan mudah dihubungkan satu sama lain. Kesulitan utama dari penggunaan kabel *coaxial* adalah sulit untuk mengukur apakah kabel *coaxial* yang dipergunakan benar-benar *matching* atau tidak. Karena kalau tidak sungguh-sungguh diukur secara benar akan merusak NIC (*network interface card*) yang dipergunakan dan kinerja jaringan menjadi terhambat, tidak mencapai kemampuan maksimalnya. Topologi ini juga sering digunakan pada jaringan dengan basis *fiber optic* (yang kemudian digabungkan dengan topologi star untuk menghubungkan dengan *client* atau *node*).

4) Topologi jala atau *mesh* adalah sejenis topologi jaringan yang menerapkan hubungan antarsentral secara penuh. Jumlah saluran harus disediakan untuk membentuk jaringan ini adalah jumlah sentral dikurangi 1 ($n-1$, n = jumlah sentral). Tingkat kerumitan jaringan sebanding dengan meningkatnya jumlah sentral yang terpasang. Topologi ini selain kurang ekonomis juga relatif mahal dalam pengoperasiannya.

5) Topologi pohon, disebut juga sebagai topologi jaringan bertingkat. Topologi ini biasanya digunakan untuk interkoneksi antar sentral dengan hierarki yang

berbeda. Untuk hierarki yang lebih rendah digambarkan pada lokasi yang rendah dan semakin ke atas mempunyai hierarki semakin tinggi. Topologi jaringan jenis ini cocok digunakan pada sistem jaringan komputer. Pada jaringan pohon, terdapat beberapa tingkatan simpul (*node*). Pusat atau simpul yang lebih tinggi tingkatannya, dapat mengatur simpul lain yang lebih rendah tingkatannya. Data yang dikirim perlu melalui simpul pusat terlebih dahulu. Misalnya untuk bergerak dari komputer dengan node-3 kekomputer node-7 seperti halnya pada gambar, data yang ada harus melewati node-3, 5 dan node-6 sebelum berakhir pada node-7.

Keunggulan jaringan model pohon seperti ini adalah, dapat terbentuknya suatu kelompok yang dibutuhkan pada setiap saat. Sebagai contoh, perusahaan dapat membentuk kelompok yang terdiri atas terminal pembukuan, serta pada kelompok lain dibentuk untuk terminal penjualan. Adapun kelemahannya adalah, apabila simpul yang lebih tinggi kemudian tidak berfungsi, maka kelompok lainnya yang berada dibawahnya akhirnya juga menjadi tidak efektif. Cara kerja jaringan pohon ini relatif menjadi lambat.

3. KESIMPULAN

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa teori graf memang sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari, dan khususnya dapat diimplementasikan dalam jaringan internet dan merupakan dasar teori yang sangat penting dalam jaringan internet, baik ditinjau dari prinsip dasar kerja jaringan internet, optimasi kerja jaringan internet, maupun dalam mengatasi masalah-masalah dalam jaringan internet. Maka dari itu, teori graf dan teori-teori lainnya, khususnya teori-teori yang termasuk di dalam bidang Matematika Diskrit sangat penting untuk mengembangkan ilmu pengetahuan, agar selanjutnya dapat membantu kehidupan masyarakat.

REFERENSI

[1] Munir, Rinaldi. (2003). Diktat Kuliah IF2153 Matematika Diskrit.edisi keempat, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.

[2] Wikipedia
http://id.wikipedia.org/wiki/Topologi_jaringan
Tanggal Akses : 19 Desember 2009

[3] sejarah-internet.com
<http://www.sejarah-internet.com/category/pengertian-internet/>
Tanggal Akses : 19 Desember 2009

[4] teknik-informatika.com
<http://teknik-informatika.com/jaringan-internet/>
Tanggal Akses : 19 Desember 2009

[5] winafebruarita.blogspot.com
<http://winafebruarita.blogspot.com/2006/02/apa-itu-routing-routing-adalah-proses.html>
Tanggal Akses : 19 Desember 2009

[6] smk-islamiah.co.cc
<http://www.smk-islamiah.co.cc/2009/05/kerja-jaringan-sebagai-graph.html>
Tanggal Akses : 19 Desember 2009