

Penerapan Teori Graf dalam Jaringan Komputer

Arief Suharsono / 13510087
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
arief.suharsono@itb.ac.id

Abstrak—Makalah Struktur Diskrit ini akan membahas mengenai penerapan beberapa teori graf yang diterapkan dalam pengelolaan jaringan komputer. Pada makalah ini akan banyak dibahas penerapan-penerapan langsung teori graf pada sistem jaringan komputer. Dimana, sebenarnya jaringan komputer adalah sebuah graf dengan milyaran simpul yang memiliki alamat (IP address) dengan milyaran sisi yang menunjukkan interkoneksi antar alamat tersebut, baik secara wired (menggunakan kabel) atau wireless (tanpa kabel).

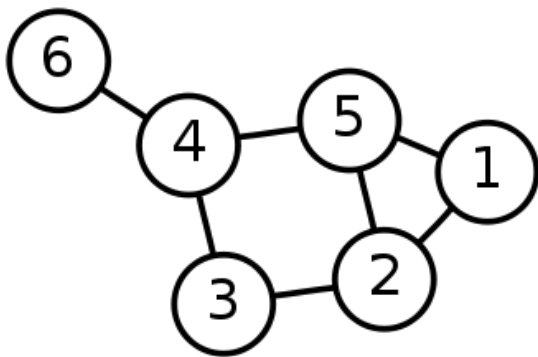
Kata Kunci : Graf, jaringan komputer, IP address

I. PENDAHULUAN

A. Pengenalan Graf

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) , yang dilambangkan dengan notasi $G = (V, E)$, dimana dalam hal ini V adalah himpunan dari simpul-simpul yang ada di dalam graf (himpunan V tidak boleh kosong) dan himpunan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul.

Secara geometri, graf digambarkan sebagai sekumpulan simpul di dalam bidang datar yang dihubungkan oleh sekumpulan garis yang disebut sisi.



Gambar 1 : Contoh graf

Terminologi Dasar

Dalam teori graf, terdapat beberapa istilah yang akan digunakan dalam pembahasan selanjutnya, diantaranya :

1. Bertetangga

Dua buah simpul pada graf tak berarah G , dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung

langsung oleh sebuah sisi.

2. Bersisian

Sebuah sisi e dikatakan bersisian dengan simpul v jika sisi tersebut menghubungkan simpul v dengan simpul yang lain.

3. Simpul Terpencil

Simpul terpencil adalah simpul yang tidak memiliki tetangga. Simpul tersebut tidak memiliki sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

4. Graf Kosong

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya berupa himpunan kosong, artinya graf ini hanya memiliki simpul, tidak memiliki sisi.

5. Derajat

Derajat sebuah simpul pada graf tak berarah adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

6. Lintasan

Lintasan adalah sebuah jalan/rute dari sebuah simpul ke simpul lainnya, dimana lintasan ini dapat melewati beberapa simpul dan beberapa sisi.

7. Sirkuit

Sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.

8. Terhubung

Sebuah Graf G dinyatakan terhubung jika setiap simpul dalam graf tersebut memiliki lintasan untuk menuju ke setiap simpul lainnya.

9. Upagraf

Upagraf/subgraph adalah sebuah graf yang merupakan bagian dari graf yang lain.

10. Graf berbobot

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga.

Terminologi-terminologi tersebut banyak digunakan di berbagai bidang, termasuk jaringan komputer.

II. JARINGAN KOMPUTER

Jaringan komputer adalah koleksi dari komponen hardware dan komputer yang terhubung oleh sebuah jalur komunikasi sehingga antar hardware dan komputer tersebut dapat berbagi informasi dan sumber daya. Jalur komunikasi tersebut dapat berupa media kabel (wired)

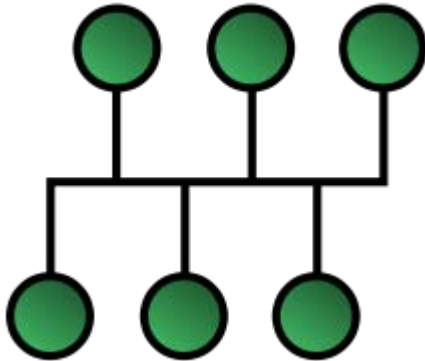
ataupun nirkabel (wireless).

Jaringan komputer dapat direpresentasikan menjadi sebuah graf berarah maupun graf tidak berarah, dimana setiap simpul menggambarkan sebuah titik, yang dapat berupa komputer atau perangkat keras lainnya (router, server, atau lainnya), dan setiap sisi menggambarkan media interkoneksi antar titik tersebut. Setiap titik harus memiliki media interkoneksi jika ingin berkomunikasi dengan titik lainnya, ibarat sebuah simpul harus memiliki lintasan ke simpul lainnya untuk bisa terhubung dengan simpul tersebut.

Cara penempatan titik dan media interkoneksi tersebut bermacam-macam, bergantung kepada topologi jaringan tersebut. Topologi jaringan adalah gambaran umum dari interkoneksi antar titik (simpul) dari sebuah jaringan komputer. Berdasarkan topologinya, jaringan komputer ini dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam, dimana setiap macam memiliki representasi graf yang berbeda.

- Topologi Bus.

Dalam topologi ini, semua titik terhubung dalam sebuah medium dan semua titik berkomunikasi melalui medium ini. Dimana medium yang dimaksud tersebut dapat direpresentasikan menjadi sebuah “simpul semu” yang bertetangga dengan semua simpul.

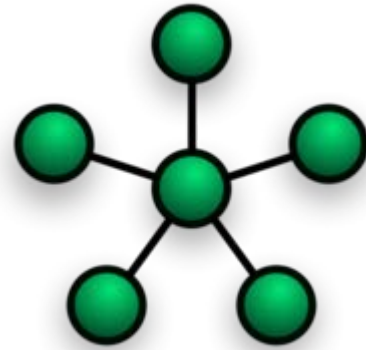


Gambar 2 : Ilustrasi Topologi Bus

- Topologi Star.

Dalam topologi ini, semua titik terhubung ke sebuah titik spesial yang menjadi pusat jaringan, dimana titik spesial ini berfungsi menjadi pengatur komunikasi dari titik-titik lainnya. Topologi ini dapat ditemukan dalam Wireless LAN, dimana semua komputer (sebagai titik-titik biasa) terhubung ke dalam sebuah Wireless Access Point (sebuah titik spesial yang menjadi pusat).

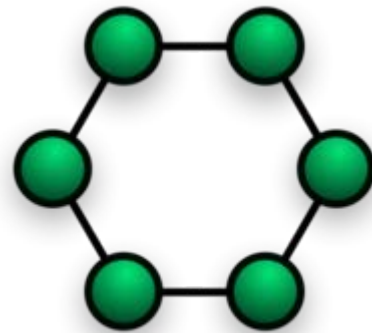
Topologi ini banyak digunakan karena jika salah satu titik mati (asalkan bukan titik spesial), tidak mempengaruhi interkoneksi dari titik-titik lainnya.



Gambar 3 : Ilustrasi Topologi Star

- Topologi Ring.

Dalam topologi ini, semua titik terhubung ke titik yang ada di kiri dan kanannya, sehingga setiap titik akan dapat menjangkau titik lainnya dengan menyampaikan data ke titik sebelahnya, untuk disampaikan ke titik sebelahnya lagi, dan terus berulang hingga data sampai ke titik tujuan. Topologi ini digunakan dalam Fiber Distributed Data Interface (FDDI). Topologi ini dapat direpresentasikan sebagai sebuah graf lingkaran. Topologi ini dapat juga dikatakan sebagai graf euler dan graf hamilton.



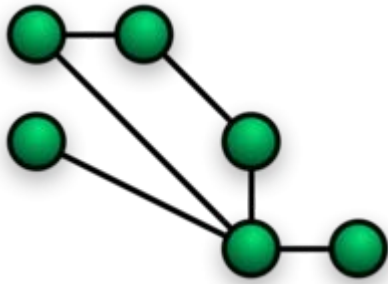
Gambar 4 : Ilustrasi Topologi Ring

Topologi Ring ini memiliki kelemahan, dimana jika salah satu titik mati, jaringan menjadi cacat, dimana ada sebuah titik yang tidak dapat berkomunikasi dengan titik-titik tertentu. Hal ini diibaratkan jika sebuah graf melingkar, salah satu simpulnya dihilangkan, graf tersebut menjadi tidak terhubung.

- Topologi Mesh.

Dalam topologi ini, semua titik terhubung sembarang dengan titik yang lain, dengan syarat sebuah titik harus memiliki lintasan ke setiap titik yang lain. Topologi ini dapat direpresentasikan sebagai sebuah graf

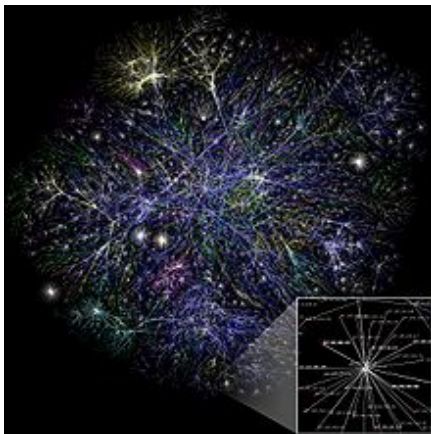
terhubung dimana tidak ada satupun simpul yang terpercil.



Gambar 5 : Ilustrasi Topologi Mesh

Setiap titik berkomunikasi dengan titik lainnya dengan cara saling mengirimkan paket. Paket tersebut berisi data dan informasi yang akan disampaikan kepada titik tujuan. Paket tersebut dikirim dari komputer pengirim, melewati media interkoneksi hingga sampai kepada komputer tujuan. Ada kalanya, paket ini melewati beberapa simpul dan beberapa lintasan dalam perjalanannya, sehingga sebuah simpul harus memiliki minimal sebuah lintasan dengan simpul tujuan jika ingin berkomunikasi.

Jaringan komputer sangat beragam, mulai dari skala kecil hingga skala besar. Jaringan skala kecil adalah sebuah jaringan LAN dan jaringan Wireless LAN, seperti jaringan access point LABDAS III IF, atau jaringan access point hotspot Selasar Jaringan skala menengah adalah sebuah jaringan yang terdiri dari banyak LAN, dimana setiap LAN tersebut merujuk kepada sebuah titik yang lebih tinggi, yang menjadi pusat dari setiap LAN tersebut, contohnya adalah jaringan komputer di ITB. Jaringan skala besar adalah jaringan yang daerah kerjanya sangat besar, seperti antar kota, negara, bahkan antar benua. Contoh jaringan skala besar adalah Intercontinental Network (internet) yang memiliki milyaran titik dan milyaran interkoneksi, dan melibatkan banyak macam media interkoneksi.



Gambar 6 : Ilustrasi Graf dari jaringan internet.

Semakin besar skala jaringan tersebut, semakin rumit juga cara mengatur dan tingkat kompleksitasnya.

Sehingga muncullah teknik-teknik tertentu untuk mengatur jaringan tersebut. Kebanyakan teknik-teknik tersebut mengatur interkoneksi antar titik dan mengatur komunikasi dan paket dari titik-titik. Salah satu yang akan dibahas dalam paper ini adalah teknik routing.

II. ROUTING

Setiap titik dalam setiap jaringan memiliki sebuah alamat, yang dikenal dengan alamat IP (IP address). Dimana setiap IP bersifat unik dan tidak boleh sama. Setiap titik yang terhubung dalam jaringan akan berkomunikasi dengan titik yang lain dengan cara mengirim paket dimana dalam setiap paket terdapat alamat IP pengirim dan alamat IP tujuan. Paket ini harus diarahkan agar dapat sampai kepada titik tujuan. Proses pengarahan paket inilah yang dinamakan Routing.

Routing adalah proses memilih lintasan yang akan ditempuh oleh sebuah paket dalam sebuah jaringan komputer untuk mengirim lalu lintas jaringan. Alat yang digunakan dalam proses Routing ini dinamakan Router. Routing ini dilakukan dalam banyak macam jaringan, seperti jaringan telepon, jaringan internet, dan jaringan transportasi.

Dalam proses routing ini, sebuah jaringan digambarkan sebagai sebuah graf berbobot dimana setiap interkoneksi antar titik dalam jaringan memiliki value tertentu. Value ini terdiri dari bandwidth, network delay, hop count, path cost, load, reliability, dan biaya komunikasi. Setiap router harus mencari rute dengan biaya paling rendah.

Proses pencarian ini dapat diibaratkan seperti mencari lintasan dengan bobot terkecil dari sebuah graf berbobot. Tetapi, langkah-langkahnya tidak sesederhana itu mengingat router menangani sebuah graf dengan banyak titik. Sehingga router pun juga bermacam-macam, dari skala kecil hingga skala besar, bergantung kepada kompleksitas jaringan yang ditangani.



Gambar 7 : Router Skala Kecil



Gambar 7 : Router skala besar

III. ALGORITMA ROUTING

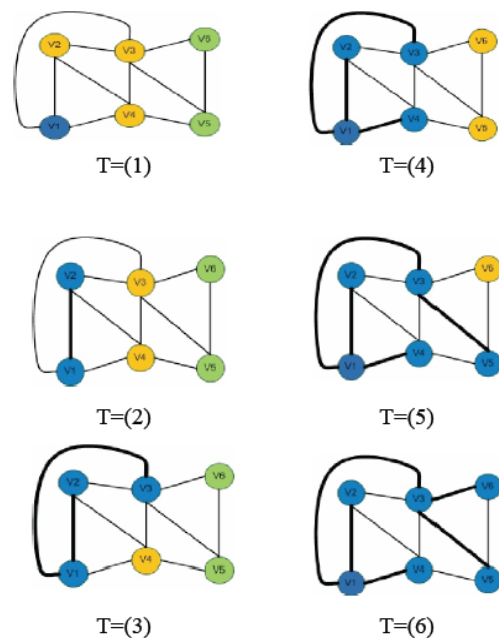
A. Algoritma Breadth-First

Algoritma breadth-first adalah algoritma pencarian yang melakukan pencarian secara melebar, mengunjungi semua simpul dalam sebuah graf secara preorder. Algoritma ini mengunjungi sebuah simpul, lalu mengunjungi semua simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut. Lalu mengunjungi simpul-simpul yang bertetangga dengan tetangga dari simpul tersebut. Dengan kata lain, jika sebuah graf tersebut adalah pohon berakar, maka algoritma akan mengunjungi semua simpul pada level 1, selanjutnya level 2, dan seterusnya hingga semua simpul selesai dikunjungi atau ketika apa yang dicari sudah ditemukan.

Algoritma ini menggunakan struktur data queue, dimana queue itu digunakan untuk menyimpan simpul-simpul yang telah dikunjungi, untuk digunakan sebagai acuan untuk mengunjungi simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul-simpul yang telah dikunjungi tersebut.

Secara umum, langkah-langkah algoritma Breadth-first adalah sebagai berikut :

1. Menentukan simpul yang menjadi akar (misal dinamakan simpul x).
2. Melakukan kunjungan terhadap simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul x (level 1).
3. Melakukan kunjungan terhadap simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul level 1, tetapi bukan akar.
4. Melakukan kunjungan terhadap simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul level 2, tetapi bukan merupakan simpul level 1
5. Untuk setiap simpul yang dikunjungi, diperiksa apakah merupakan simpul tujuan atau bukan. Jika merupakan simpul tujuan, maka searching berakhir, jika bukan maka searching akan terus berlanjut hingga semua simpul dikunjungi atau hingga simpul tujuan ditemukan.



Gambar 8 : Skema pencarian breadth-first

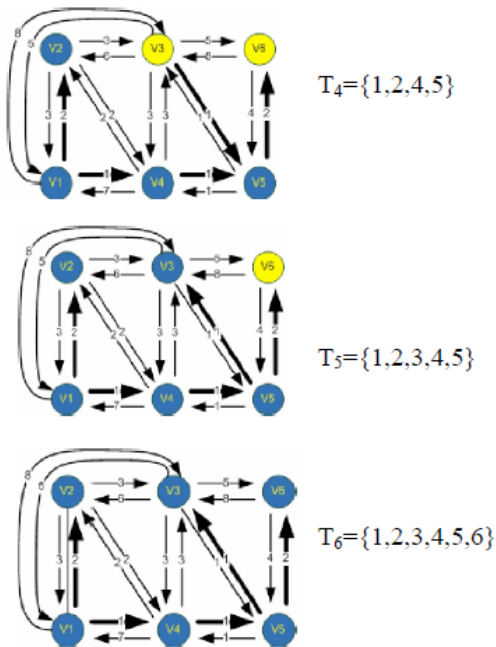
Dalam gambar, simpul berwarna biru merepresentasikan simpul yang sudah dikunjungi. Dan garis tebal merupakan arah penelusuran pada saat pengunjungan simpul.

B. Algoritma Dijkstra

Algoritma dijkstra adalah sebuah algoritma untuk mencari jarak lintasan terpendek untuk sebuah graf berarah berbobot. Hal ini diterapkan pada kebanyakan proses routing, karena panjang lintasan berbanding lurus dengan waktu transfer data yang dibutuhkan, sehingga digunakan algoritma ini untuk mencari waktu tercepat untuk mentransfer data. Bobot sisi dalam algoritma ini merepresentasikan waktu transfer data ketika melalui sisi tersebut.

Ide dari algoritma Dijkstra adalah memeriksa simpul dengan bobot terkecil lalu memasukkannya dalam himpunan solusi. Himpunan solusi tersebut akan selalu berubah dalam setiap iterasi jika ditemukan sisi dengan bobot yang lebih kecil dari himpunan solusi. Secara umum, langkah-langkah pada algoritma dijkstra adalah sebagai berikut :

1. Tentukan simpul utama (s)
2. Pada langkah x, cari sisi x yang dapat dijangkau dari s dengan bobot minimum, dilambangkan dengan T_x .
3. Pada langkah $x+1$, cari simpul v dengan jarak minimum dari s dan dapat dijangkau dengan simpul-simpul yang ada pada T_x .
4. $T_{x+1} = T_x \cup \{v\}$
5. Algoritma akan berhenti ketika semua simpul sudah dikunjungi



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, 12 Desember 2011

ttd

Arief Suharsono
13510087

Gambar 9 : Skema pencarian dengan algoritma dijkstra

Dalam gambar, simpul berwarna biru merepresentasikan simpul yang sudah dikunjungi. Dan garis tebal merupakan arah penelusuran pada saat pengunjungan simpul.

IV. KESIMPULAN

Sebuah jaringan komputer dapat direpresentasikan dalam sebuah graf, dimana setiap titik yang terhubung dalam jaringan diibaratkan sebuah simpul dan interkoneksinya diibaratkan sebuah sisi.

Dalam pengelolaan jaringan, digunakan teknik-teknik routing untuk mengatur komunikasi antar titik, dimana teknik routing ini menggunakan teori graf untuk algoritma routing.

Algoritma breadth-first digunakan untuk mencari sebuah titik dalam proses routing, dan Algoritma Dijkstra digunakan untuk mencari lintasan terpendek dalam proses routing.

DAFTAR REFERENSI

- [1] G Munir, Rinaldi 2009. "Matematika Diskrit", Edisi Ketiga, Bandung : Penerbit Informatika.
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory. Waktu Akses : 10 Desember 2011.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_network . Waktu Akses : 11 Desember 2011.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Routing> . Waktu Akses : 11 Desember 2011.
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Breadth-first_search . Waktu Akses : 11 Desember 2011.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra's_algorithm . Waktu Akses : 11 Desember 2011.