

Teori Graf dalam *Social Network Analysis* dan Aplikasinya pada Situs Jejaring Sosial

Ahmad Anshorimuslim Syuhada - 13509064

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

ahmad.a.s@students.itb.ac.id

Abstrak - Graf merupakan salah satu konsep dalam struktur diskrit, yang banyak implementasinya. Dalam tulisan ini, akan dibahas perluasan teori graf dalam *Social Network Analysis*. Lalu akan dibahas juga salah satu penerapan teori ini dalam satu fitur situs jejaring sosial yang sudah terkenal, Facebook. Dengan digunakannya teori graf ini, pemodelan dari hubungan jejaring sosial lebih mudah untuk dianalisa.

Indeks : graf, social network analysis, DFS, DLS, Facebook

I. PENDAHULUAN

Situs jejaring sosial nampaknya sudah menjadi gaya hidup oleh orang zaman sekarang. Dengan mudahnya setiap orang dapat berinteraksi secara maya dengan bantuan jejaring sosial. Kawan lama ataupun saudara yang lama tidak terhubung bisa mudah ditemukan di jejaring sosial, bila telah memiliki akun. Namun secara tidak sadar hal itu menggunakan konsep graf dalam struktur diskrit yang secara sederhana dapat kita pahami. Tiap individu terhubung dengan suatu relasi ke individu lainnya, dan saling menghubungkan beberapa individu lainnya sehingga tercipta grup atau koneksi dengan relasi khusus.

Dengan konsep yang sederhana dan telah ada sejak pertengahan 1990-an yaitu *Social Network Analysis*, situs jejaring sosial mengaplikasikan hal itu dengan baik. *Social network Analysis* sendiri adalah perluasan dari teori Graf, yang digunakan dalam banyak hal untuk menganalisa relasi antar individu yang mempunyai keterkaitan tertentu. Dalam makalah ini akan dibahas lebih lanjut dari teori *Social Network Analysis* dan aplikasinya pada situs jejaring sosial yang berupa fitur "People You May Know".

II. DASAR TEORI

2.1. Graf

Graf adalah himpunan objek-objek diskrit yang terdiri dari simpul (vertex) yang dihubungkan oleh garis atau sisi (edge) satu sama lain. Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Representasi visual dari graf adalah dengan menyatakan objek dinyatakan sebagai noktah, bulatan atau titik, sedangkan hubungan antara obyek dengan garis

Bila graf $G(V, E)$ terdiri atas himpunan simpul yang dinyatakan

dengan $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ dan himpunan sisi yang dinyatakan dengan $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$ dengan $e_i = (v_i, v_j)$ merupakan sisi yang menghubungkan simpul v_i dan simpul v_j .



Gambar 1: Representasi visual graf

Graf dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis. Dikelompokkan berdasarkan ada tidaknya sisi ganda (gelang) pada suatu graf, dapat terbagi 2 : [1]

1. Graf sederhana (simple graph)
Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki gelang maupun simpul ganda.
2. Graf tak sederhana
Graf tak sederhana adalah graf yang memiliki sisi ganda atau gelang. Graf tak sederhana dibagi lagi menjadi graf ganda yang memiliki sisi ganda dan graf semu yang selain memiliki sisi gelang dapat memiliki sisi ganda.

Dikelompokkan berdasarkan orientasi arah pada sisi graf :

- a. Graf tak-berarah (undirected graph)
Graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah.
- b. Graf berarah (directed graph)
Graf berarah adalah graf yang sisinya memiliki orientasi arah. Sisi berarah lebih dikenal dengan sebutan busur (arc). Simpul yang tidak bertanda disebut juga simpul asal atau inisial vertex sedangkan simpul yang ditunjuk oleh tanda panah disebut juga simpul terminal atau terminal vertex.

Sebuah graf juga memiliki bobot pada tiap sisinya, graf ini disebut graf berbobot. Bobot disini dapat berupa pelengkap informasi keterkaitan dari dua nodes / titik tersebut, bisa berupa jarak.

Dalam pembahasan graf, ada beberapa istilah penting. Antara lain : [2]

1. Bertetangga (adjacent)
Dua buah simpul dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung secara langsung oleh sebuah sisi.
2. Bersisian (incident)
Sebuah sisi dikatakan bersisian dengan simpul a dan b jika simpul a dan b terhubung secara langsung oleh sisi tersebut.
3. Simpul terpencil (isolated vertex)
Simpul terpencil adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.
4. Graf Kosong (null graph)
Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya kosong.
5. Derajat (degree)
Derajat sebuah simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Simpul berderajat satu disebut simpul anting-anting (pendant vertex).
6. Lintasan (path)
Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n dalam graf g adalah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi berbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, e_n, v_n$ sedemikian sehingga $e_1 = (v_0, v_1), e_2 = (v_1, v_2), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$ adalah sisi sisi dari graf G.
7. Siklus (cycle) atau sirkuit (circuit)
Sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus.
8. Terhubung (connected)
Dua buah simpul dikatakan terhubung jika terdapat lintasan yang menghubungkan kedua simpul tersebut. Sebuah graf dikatakan graf terhubung jika semua simpulnya terhubung.
9. Upagraf (subgraf) dan komplemen upagraf
Sebuah graf G adalah subgraf dari G'' jika himpunan vertex di G adalah himpunan bagian dari himpunan vertex di G'' dan himpunan edges di G adalah himpunan bagian dari himpunan edges di G'' . Komplemen dari upagraf $G = (E_1, V_1)$ terhadap G'' adalah $G''' = (V_2, E_2)$ sedemikian sehingga $E_2 = E - E_1$ dan V adalah himpunan simpul dimana anggota- anggota E_2 bersisian dengannya.
10. Upagraf Merentang (spanning subgraph)
Subgraf merentang adalah subgraf yang mengandung semua simpul graf yang direntangnya.
11. Cut-set
Himpunan sisi yang bila dibuang membuat graf menjadi tidak terhubung.
12. Graf Lengkap (complete graph)
Graf lengkap adalah graf sederhana yang setiap simpulnya mempunyai sisi ke semua simpul lainnya. Graf lengkap dengan n buah simpul dilambangkan dengan K_n . Setiap simpul K_n berderajat $n - 1$.
13. Graf Lingkaran
Graf lingkaran adalah graf sederhana yang setiap simpulnya berderajat 2. Graf lingkaran dengan n simpul diberi symbol C_n .
14. Graf teratur

Graf teratur adalah graf yang setiap simpulnya berderajat sama.

15. Graf Bipartit

Graf bipartit adalah graf yang himpunan simpulnya dapat dikelompokkan menjadi dua himpunan bagian V_1 dan V_2 , sedemikian sehingga setiap sisi dalam graf G menghubungkan sebuah simpul V_1 ke sebuah simpul di V_2 . Graf bipartit dilambangkan dengan $K_{m,n}$ dimana m adalah jumlah simpul di V_1 dan n adalah jumlah simpul di V_2 .

2. 2. Social Network (Jejaring Sosial)

Social network atau jejaring sosial adalah struktur sosial yang terbentuk dari himpunan terhingga dari individual (organisasi) dengan bentuk relasi / koneksi antaranya.

Disebut '*nodes*' yang terhubung oleh satu atau lebih ketergantungan yang spesifik, seperti pertemanan, kesamaan, gender ataupun lainnya. Penghubung nodes tersebut yang disebut *connections*. Connections ini dalam materi graph, disebut sisi.

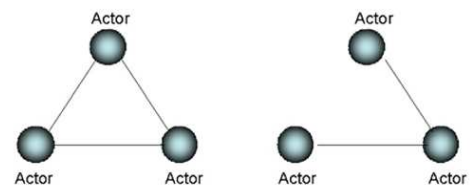
Jejaring sosial sendiri, tidak terlepas dari yang namanya *social network analysis*. *Social network analysis* (SNA) atau analisa jejaring sosial telah menjadi kunci utama dalam sosiologi modern. Dan telah menjadi topik populer dalam perkembangan antropologi, ekonomi, geografi dan sosiolinguistik. Berkenaan dengan teori jejaring sosial. Nodes dalam graf itu dinamakan 'aktor' / individu dengan sisi / garis penghubung adalah relasi dari 2 individu tersebut (*ties*). Subgrup adalah istilah yang menggambarkan himpunan kecil dari suatu grup graf, yang berbentuk DYAD ataupun Triad.

DYAD adalah hubungan sederhana yang terbentuk dari dua aktor dan penghubung antara mereka.



Gambar 2: Relasi DYAD

Triad adalah hubungan yang terbentuk dari 3 buah aktor, dengan berbagai macam kemungkinan hubungan diantaranya.



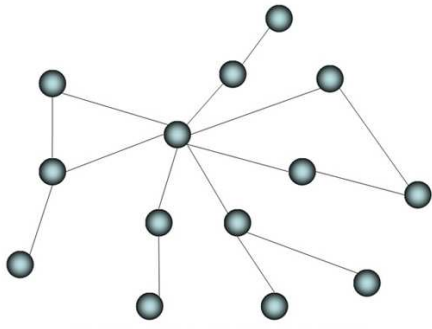
Gambar 3: Relasi Triad

SNA memiliki perluasan yang sangat kompleks. Dari sebuah nodes berupa individu, hingga skala negara. Hubungan sisi yang mengikat juga sangat banyak macamnya, dari hasil penelitian jejaring sosial ini bisa digunakan dalam berbagai tingkat relasi. Teori ini dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa masalah seperti

bagaimana suatu organisasi berjalan, pengambilan keputusan maupun hubungan antar individu. Jejaring sosial juga digunakan untuk menganalisa bagaimana sebuah organisasi berinteraksi dengan relasi lainnya. Apa yang menghubungkan antar individu, dan bagaimana kerapatan atau banyaknya.

Ada beberapa jenis penggambaran jejaring sosial, yaitu :

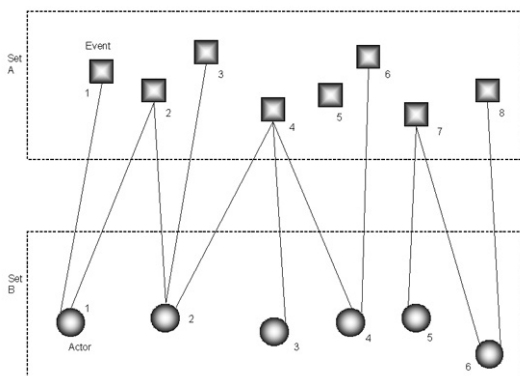
1. Monomodal networks



Gambar 4: Penggambaran monomodal networks

Setiap aktor dalam graf ini dapat terhubung dengan lainnya melalui relasi yang didefinisikan khusus.

2. Two Mode Networks



Gambar 5: Penggambaran Two Mode Networks

Dalam graf ini, tiap aktor tidak terhubung secara langsung oleh suatu relasi. Tetapi terhubung oleh suatu 'event' / kejadian yang sama yang berada dalam himpunan berbeda.

Dalam bahasa sederhana, jejaring sosial adalah graf dengan ikatan relasi spesifik. Hubungan antar nodes / individu, disebut sosial kontak. Ada beberapa istilah dalam pengukuran jejaring sosial, yaitu :

- a. Bridge
Simpul dimana jika dihilangkan, akan memutuskan relasi dari ujung-ujung sisi simpul tersebut.
- b. Centrality
Pengukuran 'kasar' yang memberikan indikasi sebaik apa nodes dalam hubungan sosial network dengan properti lainnya
- c. Degree Centrality / Derajat Kepusatan

Jumlah hubungan atau relasi yang terhubung pada satu aktor/node. Ada istilah *indigree* untuk relasi yang mengarah ke node tersebut, dan *outdegree* untuk relasi yang mengarah keluar node tersebut.

$$C_D(v) = \frac{\text{deg}(v)}{n-1}$$

Rumus tersebut adalah derajat pusat suatu node v.

d. Betweenes

Ukuran yang menyatakan seberapa kerap kejadian yang melewati suatu node dalam suatu shortest path.

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

Dimana $\sigma_{st}(v)$ adalah banyaknya jalur terpendek dari s ke t yang melalui node v. Yang σ_{st} adalah banyaknya jalur terpendek dari s ke t. Penjumlahan dari perhitungan tersebut yang disebut *Betweeness*.

e. Closeness

Derajat kedekatan suatu nodes dengan nodes lainnya secara rata-rata, berdasarkan besaran jarak antar nodes.

$$\frac{\sum_{t \in V / v} d_G(v, t)}{n-1}$$

2. 3. DFS dan DLS

Depth First Search atau Metode Pencarian Mendalam. DFS adalah salah satu metode pencarian atau traversal yang ada di graf (tree). Ide dari pencarian ini adalah terus melebarkan anak simpul, hingga didapatkan simpul yang tanpa anak. Lalu melakukan pencarian *backtrack*, hingga ke node yang belum semua anak simpulnya terjelajah. Langkah-langkah DFS adalah sebagai berikut : [3]

1. Kunjungi simpul v
2. Kunjungi simpul w yang bertetangga dengan simpul v.
3. Ulangi DFS mulai dari simpul w.
4. Ketika mencapai simpul u sedemikian sehingga semua simpul yang bertetangga dengannya telah dikunjungi, pencarian dirunut-balik (*backtrack*) ke simpul terakhir yang dikunjungi sebelumnya dan mempunyai simpul w yang belum dikunjungi.
5. Pencarian berakhir bila tidak ada lagi simpul yang belum dikunjungi yang dapat dicapai dari simpul yang telah dikunjungi.

Depth Limited Search (DLS) atau Metode Pencarian Terbatas. DLS adalah modifikasi dari DFS, prinsip proses pencarian sama seperti DFS. Namun dibatasi hingga beberapa kedalaman tertentu. Sehingga tidak semua simpul terjelajahi.

2. 4. Situs Jejaring Sosial

Salah satu yang mengaplikasikan bentuk dari Social Network ini adalah situs jejaring sosial. Situs ini memakai konsep ini untuk memudahkan menghubungkan berbagai individu. Individu tersebut disebut nodes, dan relasi diantaranya adalah sebuah koneksi antar nodes. Dalam nyatanya ada berbagai macam relasi yang menghubungkan antar individu tersebut, yang terhimpun dalam sebuah jejaring sosial.

Jejaring sosial yang sangat dominan pada saat ini adalah Facebook. Didirikan oleh Mark Zuckerberg, saat masih menjadi mahasiswa. Sekarang dia telah menjadi miliarder termuda, berawal dari konsep sederhana teori graf ini.



Gambar 6: Situs Jejaring Sosial Facebook

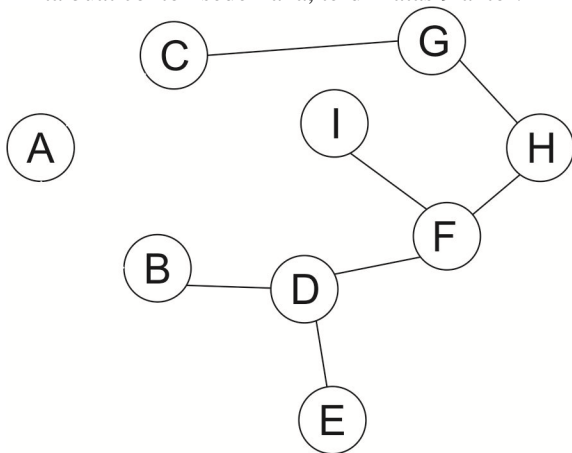
III. CONTOH APLIKASI DAN ANALISA

A. People You May Know

People You May Know yang terdapat di Facebook adalah salah satu fasilitas yang memanfaatkan teori graf. Dengan fasilitas tersebut kita dapat menemukan teman yang kita kenal, namun belum kita tambahkan ke dalam daftar teman kita. Bisa juga, seseorang yang kita tahu dekat dengan lingkungan sosial kita namun belum kita mengenalnya. Dalam hal ini dapat kita analisis dengan pemodelan teori graf.

Konsep ini sebenarnya belum tentu yang tepat digunakan dalam Facebook, namun ini adalah salah satu konsep graf yang memungkinkan dalam hal ini. Kita misalkan sebuah jejaring sosial adalah lingkaran dan garis. Lingkaran tersebut adalah orang, dan garis adalah hubungan pertemanan. Bila tidak ada garis antar dua lingkaran, berarti belum ada hubungan pertemanan diantara mereka.

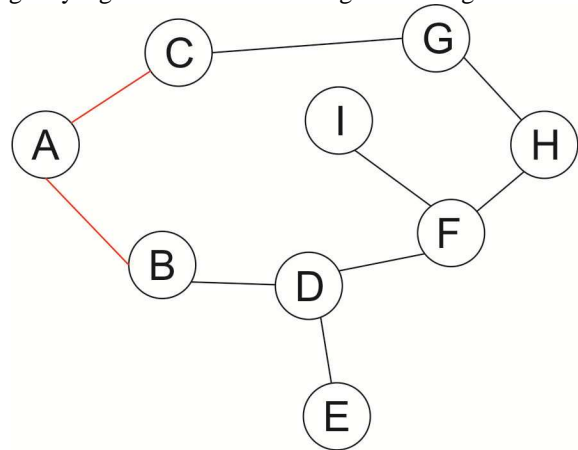
Kita buat contoh sederhana, terdiri atas 9 aktor.



Gambar 7: Contoh jejaring sosial

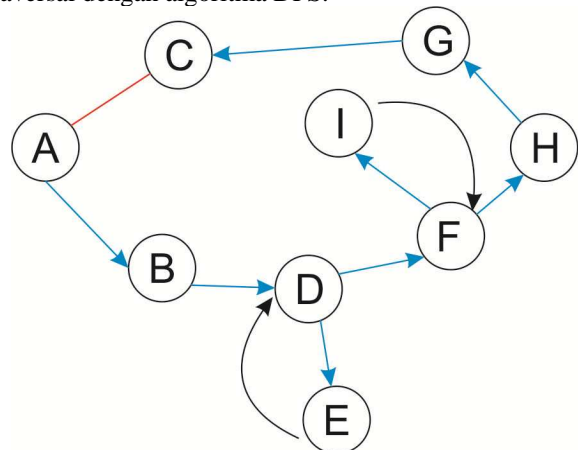
A belum terhubung dengan kawan-kawan lainnya. Kita misalkan hubungan pertemanan B dan C terhubung juga

secara tidak langsung, oleh teman-teman lainnya. Di contoh ini, B dan F tak terhubung langsung, sebagaimana bagian yang lain. Lalu kita hubungkan A dengan C dan B.



Gambar 8: Setelah A dihubungkan B dan C

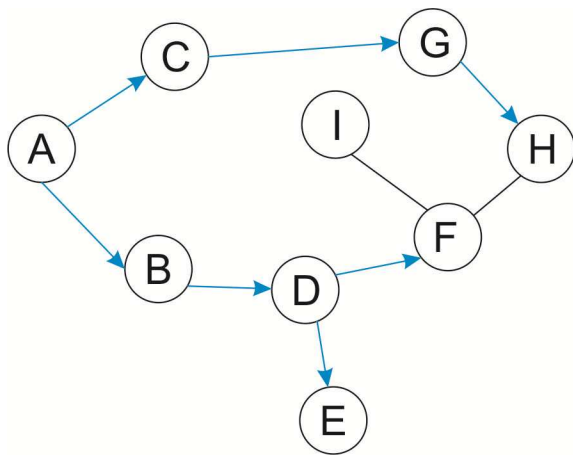
A telah berteman dengan C dan B. Karena D adalah teman B, dan G adalah teman C, jadi ada kemungkinan G dan A juga mengenal A. Lalu dengan E, adalah teman dari D. Maka ada kemungkinan juga A mengenal E. Hal ini yang disebut dengan istilah "*People you may know*". Tetapi, bagaimana Facebook mendapatkan hal ini ? Kuncinya adalah kita akan melakukan traversal ke seluruh nodes atau sebagian. Untuk saat ini kita akan melakukan traversal dengan algoritma DFS.



Gambar 9: Arah runut gerak DFS

Urutan arah gerak :

A->B->D->E->D->F->I->F->H->G->C, ini adalah arah runut dari salah satu cabang. Berhenti di C karena A adalah nodes yang sudah dikunjungi. Kita lihat disini bahwa proses akan memeriksa seluruh nodes yang terhubung relasi pertemanan yang telah kita bentuk. Tetapi, belum tentu semua ini kita mengenalnya dan diperlukan sangat banyak waktu untuk menelusuri semua nodes (dalam kasus ini, gambar sederhana, tapi dalam realita mungkin lebih rumit). Lalu dari DFS itu, kita kembangkan lagi dengan ide DLS. DLS ini sama seperti DFS, hanya sedikit perubahan. DLS akan membatasi kedalaman pencarian hingga batas yang kita tentukan. Kita akan melakukan DLS dengan batas 3 tingkat.



Gambar 10: Arah runut DLS

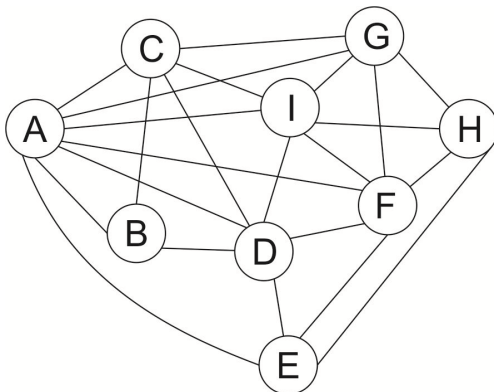
I : A->C->G->H

II : A->B->D->E->F

Dalam kasus ini, kita membatasi 3 tingkat. Sehingga saat tiba di simpul H, traversal akan berhenti. Begitupula setelah tiba di simpul F, traversal akan berhenti. Dari hasil ini, akan diajukan 7 nama kemungkinan yang dikenal A. Dimulai dari B,C, lalu lanjut bila tidak kenal. Bila mengenal B / C, akan dilakukan lagi DLS dari simpul tersebut. Sehingga memperlebar lagi jangkauan pencarian. Langkah tersebut adalah kemungkinannya dalam mencari "People You May Know". Dengan mengganti batas nilai dari DLS, kita bisa mengambil seberapa dalam informasi dari rantai jaringan tersebut.

Selain itu, di Facebook juga terdapat suatu keterangan 'Networks' atau jaringan. Hal ini dapat diibaratkan sebagai suatu sub-grup dari keseluruhan grup. Hal ini menjadi prioritas utama dalam pencarian "People You May Know". Hal ini sangat membantu dalam efisiensi pencarian. Facebook mencari nama atau seseorang yang kita inginkan, bergerak dari jaringan terdekat kita. Hasil yang ditampilkan pun dapat lebih efektif dan tepat, sesuai dengan harapan kita. Digunakan ide seperti ini, karena kemungkinan ada banyak kemungkinan nama yang sama. Sehingga dicari mulai dari yang terdekat dengan jaringan kita.

B. Analisa Jejaring Sosial



Gambar 11: Contoh graf analisa jejaring sosial

Dalam hal ini kita akan menganalisa graf ini, berdasarkan beberapa properti-properti yang ada dalam analisa jejaring sosial.

1. Kepusatan

Kita akan menganalisa derajat kepusatan dari nodes A. Dari rumus yang sudah ada, kita akan menghitung besarnya. Nodes A memiliki 7 simpul yang terhubung dengan nodes lain. Sehingga didapatkan perhitungan $(7/8)$, atau bernilai 0,875. Jadi A hampir mendekati nilai maksimal (1) untuk pengukuran kepusatan

2. Betweenness

Kita akan mengukur betweenness (C,V) yang ada di nodes I. Pertama, kita hitung ada berapa banyak cara / jalan dari C untuk menuju F. Menghitung jalan ini, adalah jalan terpendek. Tetapi semua kemungkinan dari simpul C ke F. Didapatkan 10 kemungkinan (C->A->E->F, C->A->B->D->F, C->A->D->F, C->A->I->F, C->A->G->F, C->A->F, C->B->D->F, C->D->F, C->I->F, C->G->F).

Lalu jumlah kemungkinan jalan yang melewati nodes I ada 2 kemungkinan. Jadi didapatkan nilai $2/10 = 0,2$. Lalu begitu seterusnya untuk jalur-jalur yang lain. Hingga didapatkan penjumlahan keseluruhan untuk mendapatkan nilai *Betweenness*.

Semakin rumit graf yang terbentuk, maka semakin rumit penghitungannya. Maka sebenarnya sudah ada software yang dapat digunakan untuk membantu analisa ini. Piranti lunak tersebut diantaranya : UCINET, FATCAT, KrackPlot.

IV. KESIMPULAN

Graf lebih mudah untuk dijadikan pemodelan serta pemrosesannya. Dalam hal ini kita membahas graf, sebagai analisa jejaring sosial. Ternyata pemodelan analisa jejaring sosial ini sangat banyak sekali yang bisa dilakukan. Mulai dari pencarian, pengenalan anggota baru, penghitungan / analisis standar. Dalam perkembangannya, telah terdapat Analisa Jejaring Sosial yang memanfaatkan teori graf. Analisa ini dapat menentukan kepusatan suatu individu terhadap relasi lainnya, serta beberapa jenis analisa lainnya.

Situs jejaring sosial yang sangat populer saat ini, Facebook, juga menggunakan konsep ini. Dengan ide ini, hubungan antar individu menjadi lebih mudah dan terorganisir. Semua ini berkat penerapan konsep graf yang sangat komprehensif. Salah satunya adalah "People You May Know", yang dapat kita dekati penggunaanya dengan teori pencarian graf, yaitu DLS.

Dalam tulisan ini, hanya diulas beberapa teori terkait pengembangan graf dan aplikasinya dalam situs jejaring sosial. Masih ada banyak pemanfaatan graf lain yang bisa dikembangkan. Contoh kecil ini, setidaknya telah menunjukkan kemudahan dari penggunaan graf dalam kehidupan sehari-hari.

REFERENSI

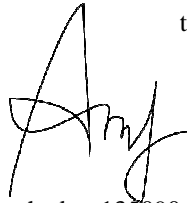
- [1] Munir, Rinaldi, "Matematika Diskrit".Bandung : Penerbit Informatika, 2007, pp. 357-358.
- [2] Munir, Rinaldi, "Matematika Diskrit".Bandung : Penerbit Informatika, 2007, pp. 365-381.
- [3] Munir, Rinaldi. Slide Bahan Kuliah IF2151 - BFS dan DFS.Teknik Informatika ITB.
- [4] Wasserman and Faust. "*Social Network Analysis : Methods and Applications*". Cambridge: Cambridge University Press, 1994, pp. 177-192
- [5] <http://nadimissimple.wordpress.com/2008/11/09/graph-theory-a-nice-tool-for-developing-social-web-applications>
Tanggal akses : 11 Desember 2010, 17.12 WIB
- [6] http://en.wikipedia.org/w/Social_network
Tanggal akses : 11 Desember 2010, 17.16 WIB
- [7] <http://en.wikipedia.org/wiki/Depth-first-search>
Tanggal akses : 14 Desember 2010, 23.21 WIB

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, 17 Desember 2010

ttd



Ahmad Anshorimuslim Syuhada - 13509064