

Teori Graf dalam Analisis Jaringan Sosial

Muhammad Umar Fariz Tumbuan - 13515050

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13515050@std.stei.itb.ac.id

Abstrak — Seiring perkembangan zaman, hubungan sosial antar manusia semakin kompleks. Berkembangnya budaya, pendidikan, teknologi, dan politik menyebabkan kehidupan sosial di dalam suatu masyarakat lebih bervariasi dan dinamis. Dalam mengambil keputusan yang bisa mempengaruhi banyak anggota dari suatu jaringan sosial, diperlukan suatu metode pemodelan yang bisa memprediksi bagaimana hubungan sosial dalam masyarakat akan terpengaruh. Dengan menggunakan teori graf, pemodelan dari suatu jaringan sosial dapat divisualisasikan dan dianalisis secara matematis.

Kata Kunci — Analisis Jaringan Sosial, Jaringan Sosial, Masyarakat, Teori Graf.

I. PENDAHULUAN

Manusia pada dasarnya adalah makhluk sosial. Manusia yang saking mandirinya tidak mengambil bagian dalam suatu hubungan sosial adalah binatang atau tuhan. Pernyataan tersebut diberikan oleh Aristoteles terkait sifat alamiah manusia sebagai makhluk sosial. Makhluk yang membutuhkan hubungan dengan manusia lain untuk bertahan hidup. Bertahan hidup di sini tidak hanya sebatas dapat melindungi satu sama lain secara fisik maupun bekerja sama mencari makanan. Tetapi juga dalam konteks menjaga kewarasan dan kejiwaan.

Di masa sekarang, hubungan manusia menjadi jauh lebih kompleks dibandingkan 3 dekade terakhir. Teknologi, edukasi, globalisasi, dan politik mempengaruhi evolusi tersebut. Lingkup sosial seseorang sudah tidak lagi dibatasi lingkup geografis dan hanya sebatas lokal. Selain dalam lingkup keluarga dan tetangga, sekarang tiap orang memiliki lebih banyak lingkup sosial. Dimulai dari yang kecil seperti klub atau organisasi sekolah sampai yang besar seperti dalam tempat kerja atau antar negara.

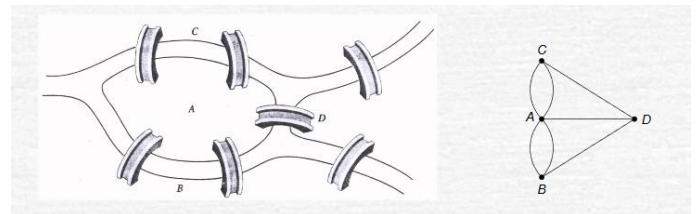
Jika setiap orang dalam masyarakat memiliki lingkup sosial seperti yang diuraikan di atas, bagaimana kita bisa membuat keputusan dalam sebuah lingkup sosial yang akan berpengaruh terhadap tiap anggota dari lingkup tersebut? Bagaimana pengaruhnya terhadap lingkup lain yang terhubung lewat anggota lingkup kita sendiri? Apa atau siapa yang perlu kita perhitungkan sebelum kita membuat sebuah kebijakan? Bagaimana lingkup sosial kita akan berubah dengan membuat kebijakannya tersebut? Dalam menjawab pertanyaan ini, peneliti menggunakan apa yang disebut sebagai analisis jaringan sosial.

Sebagian besar analisis jaringan sosial dilakukan dengan menggunakan teori graf. Dengan menggunakan konsep graf, hubungan antar anggota dalam jaringan tersebut dapat di

visualisasikan dan diukur dengan sederhana dan matematis. Kemudian dengan teori graf kita dapat memodelkan sebuah jaringan sosial sehingga kita bisa mempelajari bagaimana jaringan sosial terbentuk, mengapa suatu fenomena dalam jaringan sosial tersebut terjadi, dan memprediksi bagaimana jaringan sosial tersebut akan berevolusi.

II. TEORI GRAF

Teori graf adalah sebuah bagian dari matematika diskrit yang mencoba untuk menjelaskan hubungan antara beberapa objek diskrit. Sebuah graf adalah representasi dari hubungan antar objek diskrit tersebut. Teori Graf bermula dari solusi oleh Leonar Euler mengenai masalah jembatan K^onigsberg di tahun 1736. Dengan menggunakan sebuah gambar yang Euler sebut sebagai sebuah graf, ia menunjukkan dengan sarana dasar bahwa tidak ada cara untuk melewati ketujuh jembatan K^onigsberg tepat satu kali.



Gambar 1. (a) Ilustrasi jembatan Konigsberg. (b) Susunan jembatan dalam bentuk graf (sumber: Materi kuliah Matematika Diskrit IF2120, Fakultas Informatika ITB)

Sebuah graf memiliki dua buah komponen, yaitu simpul (V) dan sisi (E). Sebuah simpul merepresentasikan sebuah objek diskrit dan sisi merepresentasikan hubungan antara sepasang simpul. Kita bisa mendefinisikan sebuah graf $G = (V, E)$ di mana:

- V = himpunan tidak kosong dari simpul-simpul = $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$
- E = himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul = $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$

Perlu dicatat bahwa lokasi fisik simpul dalam sebuah graf tidak relevan. Informasi yang penting adalah sebuah simpul terhubung dengan simpul apa. Sebagai contoh, kedua graf di bawah ini adalah graf yang sama.



Gambar 2. Dua graf yang sama (sumber: math.ou.edu)

Graf biasa digunakan untuk berbagai macam visualisasi situasi dan hubungan yang kompleks dalam berbagai bidang keilmuan. Di luar konteks matematika, graf biasa disebut sebagai sebuah jaringan. Jaringan yang paling sering digunakan adalah jaringan transportasi, jaringan komunikasi, dan *World Wide Web*. Sebuah simpul dipakai untuk merepresentasikan sebuah lokasi dan sisi mendeskripsikan hubungan antara kedua node. Selain menyatakan keterhubungan antara sepasang node, sebuah sisi bisa ditambahkan deskripsi tambahan, seperti jarak, *latency*, harga, dan lain-lain. Satu penggunaan lain dari graf / jaringan adalah dalam analisis jaringan sosial.

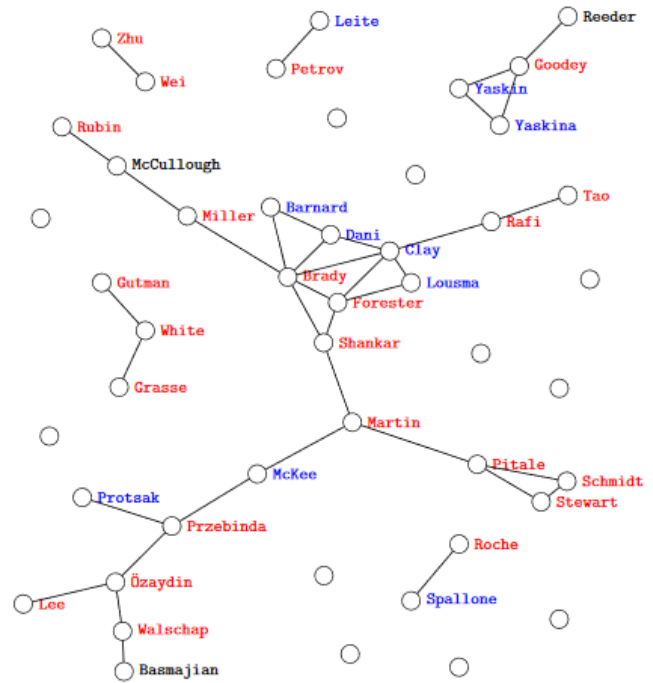
III. JARINGAN SOSIAL

A. Pengertian

Jaringan sosial adalah sebuah jaringan yang menunjukkan interaksi dan hubungan antar aktor dalam suatu konteks sosial. Dalam sosiologi, ekonomi, ilmu politik, psikologi, kesehatan, sejarah, dan bidang yang selingkup seringkali ingin mempelajari masyarakat dengan mengamati struktur hubungan antara komponen-komponen di dalam masyarakat tersebut. Hubungan ini bisa berupa hubungan pertemanan dalam sebuah sekolah, hubungan di dunia virtual seperti Facebook, atau hubungan politik dan bisnis di suatu perusahaan. Hal-hal yang bisa diamati lewat jaringan sosial ini bisa bermacam-macam. Sebagai contoh dalam jaringan bisnis dan politik, bagaimana kekayaan mengalir di antara aktor-aktor sosial dan siapa yang paling memiliki pengaruh. Dalam bidang kesehatan, terkadang seseorang perlu meneliti jaringan kontak fisik dan memodelkannya untuk menghindari persebaran penyakit.

B. Contoh Jaringan Sosial

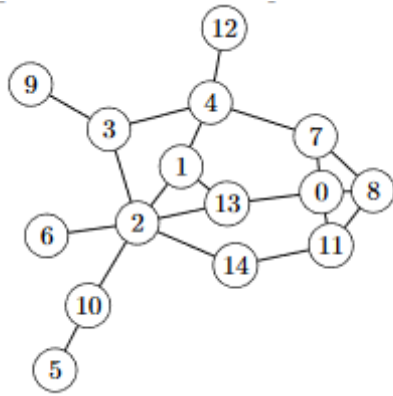
Sebuah contoh jejaring sosial diberikan dalam gambar 3. Gambar 3 merupakan graf sosial dalam sebuah fakultas matematika di suatu universitas yang menggambarkan kolaborasi antar anggota. Simpul berwarna biru menandakan anggota yang statusnya postdoktoral sedangkan anggota tetap ditandakan dengan warna merah. Dua orang terhubung jika mereka pernah berkolaborasi dalam melakukan sebuah penelitian. Dari representasi jaringan, kita bisa menentukan siapa yang paling “populer” dan “berpengaruh”. Graf pada gambar 3 merepresentasikan hubungan kolaborasi, sehingga paling “populer” berarti paling banyak berkolaborasi dan paling “berpengaruh” berarti seberapa banyak orang yang dekat dengan orang tersebut.



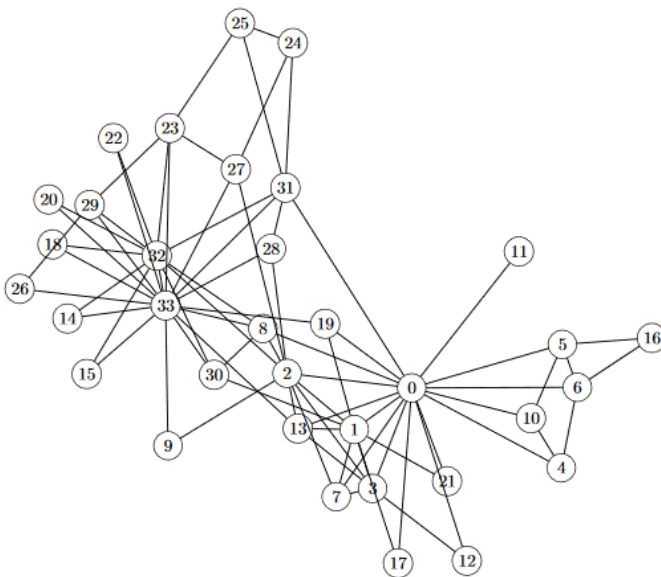
Gambar 3. Jaringan sosial kolaborasi dalam sebuah departemen matematika (sumber: ou.math.edu)

Dua contoh lain yang lebih umum diberikan dalam gambar 4 dan 5. Gambar 4 merupakan jaringan sosial dari keluarga-keluarga bangsawan di Florentine sekitar tahun 1430 (Padgett dan Ansell, 1993). Tiap simpul merepresentasikan keluarga yang terhubung lewat pernikahan dan sisi graf merepresentasikan hubungan pernikahan. Gambar 5 menunjukkan jaringan sosial sebuah klub karate (Zachary, 1977). Simpul dalam graf di gambar 5 menandakan anggota klub dan sisinyamenunjukkan bahwa sepasang anggota merupakan teman dekat. Dengan mengetahui jaringan sosial ini, kita bisa membuat prediksi mengenai alasan atau penyebab suatu fenomena yang terjadi dalam jaringan sosial tersebut.

Lewat jaringan pada gambar 4 Kita bisa memprediksi keluarga mana yang yang menjadi paling kuat dan berpengaruh di masanya. Dalam hal ini, keluarga yang dinotasikan dengan simpul 2 merupakan keluarga yang paling berpengaruh, meskipun keluarga pada simpul 4 lebih kaya dan lebih “kuat”. Hal ini bisa kita deduksi dengan memperhatikan jumlah keterhubungan dengan keluarga lain dan seberapa *centralized* simpul tersebut. Untuk jaringan sosial pada gambar 5, dimisalkan bahwa terjadi pertikaian dalam klub karate tersebut, sehingga klub terbelah menjadi 2 kubu. Dengan memperhatikan jaringan sosial klub tersebut, kita bisa membuat prediksi mengapa dan bagaimana perepecahan tersebut terjadi.



Gambar 4. Jaringan sosial pernikahan antar keluarga di Florentine tahun 1430 (sumber: math.ou.edu)



Gambar 5. Jaringan sosial pertemanan sebuah klub karate (sumber: math.ou.edu)

C. Pertanyaan Terkait Jaringan Sosial

Studi tentang jaringan sosial bisa dilakukan dari sudut pandang berbagai latar belakang, seperti sosiologis, antropologis, ahli bahasa, ahli ekonomi, ilmuwan komputer, insinyur, ahli biologi, pengusaha, atau penyelidik dari kepolisian.

Dua pertanyaan yang umumnya diteliti dari konteks sosial adalah sebagai berikut:

- Apa yang dapat kita pelajari tentang masyarakat lewat sebuah jaringan sosial?
- Bagaimana sebuah jaringan sosial terbentuk?

Pertanyaan pertama bisa dilakukan dalam berbagai level lingkup, mulai dari lingkup lokal per individu sampai ke lingkup global. Posisi, koneksi yang dimiliki seseorang, dan koneksi yang dimiliki oleh koneksi dari orang tersebut merupakan sebagian dari banyak hal yang bisa kita observasi

lewat jaringan sosial. Hal-hal yang diobservasi dalam jaringan sosial bisa memiliki peran yang signifikan dalam membentuk kepercayaan dan sifat seseorang, kesempatan yang dimiliki seseorang, dan bagaimana seseorang akan mengambil sebuah keputusan.

Pertanyaan kedua merupakan pertanyaan yang secara implisit mengimplikasi bahwa sebuah jaringan sosial bersifat dinamis. Seiring waktu simpul-simpul lama dapat menghilang dan digantikan dengan simpul baru. Sisi antar simpul bisa hilang dan sisi baru bisa terbentuk. Dengan memahami bagaimana sebuah jaringan sosial terbentuk, kita bisa memprediksi bagaimana jaringan sosial tersebut akan berubah dan bagaimana peran sebuah aktor dalam jaringan tersebut memainkan peran dalam perubahan tersebut.

Pertanyaan lain yang penting bagi seorang ahli ilmu sosial adalah bagaimana kita membuat sampel dari sebuah jaringan, bagaimana kita mengumpulkan data dan merepresentasikannya dalam graf, bagaimana kita menentukan bahwa sepasang orang merupakan teman, dll. Tetapi bagi peneliti dengan latar belakang matematika atau ilmu komputer, pertanyaan yang lebih ditekankan adalah mengenai pemahaman struktur dari jaringan sosial. Dua pertanyaan yang penting dari sudut pandang tersebut adalah:

- Bagaimana kita dapat mengukur dan menilai struktur sebuah jaringan?
- Bagaimana kita memodelkan sebuah jaringan sosial?

Pertanyaan tersebut merupakan batasan dari pembahasan dalam makalah ini.

Pengukuran paling dasar dalam menilai sebuah jaringan sosial adalah dengan memperhatikan keterhubungan antar simpul, diameter jaringan sosial, dan derajat dari tiap simpul. Namun untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam, kita perlu mengobservasi karakteristik dan sifat-sifat dari sebuah jaringan sosial. Observasi ini menjadi sangat penting jika jaringan yang kita teliti sangat besar dan kompleks, seperti jaringan Internet.

Selain itu, observasi sifat dan karakteristik sebuah jaringan sosial juga penting dalam memodelkan jaringan sosial tersebut. Yang dimaksud dengan memodelkan dalam hal ini adalah bagaimana membuat sebuah algoritma yang dapat membuat graf di mana sifat dan karakteristik hampir sama dengan jaringan sosial yang sudah diketahui. Secara umum, proses ini dilakukan dengan pembuatan dan penghapusan simpul atau sisi dengan probabilitas tertentu. Berdasarkan probabilitas yang kita berikan ke tiap simpul dan sisi, jaringan sosial yang terbentuk dapat berbeda untuk tiap iterasi pembuatan. Jika graf yang dibuat relatif konvergen menjadi mirip dengan sebuah jaringan sosial yang sudah kita ketahui, maka dapat kita katakan bahwa model yang kita buat merupakan model dari jaringan sosial tersebut. Sebagai tambahan, proses ini juga dapat membantu menjawab pertanyaan bagaimana sebuah jaringan sosial terbentuk.

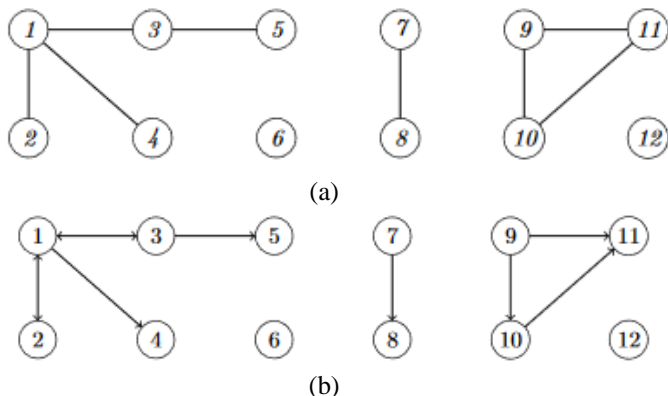
IV. ASPEK UTAMA DARI ANALISIS JARINGAN SOSIAL

1. Keterhubungan

Keterhubungan menunjukkan apakah terdapat jalan

sedemikian sehingga sebuah simpul A terhubung dan simpul B. Misalkan terdapat sebuah graf tidak berarah seperti pada gambar 6a. Maka komponen terhubung dari G adalah {1, 2, 3, 4, 5}, {6}, {7, 8}, {9, 10, 11}, dan {12}.

Konsep lain terkait keterhubungan adalah keterhubungan secara erat. Dua simpul dikatakan berhubungan erat jika terdapat jalur dari suatu simpul A ke simpul B dan dari simpul B ke simpul A. Sebuah graf G dikatakan terhubung erat jika setidaknya terdapat satu pasang komponen yang terhubung secara erat. Dalam gambar 6b, {1, 2, 3}, {9, 10, 11}, dan himpunan-himpunan tunggal {4}, {5}, {7}, {8}, dan {12} merupakan himpunan yang berisi komponen yang terhubung erat.



Gambar 6. (a) Sebuah graf G tidak berarah (b) Sebuah graf berarah (sumber: math.ou.edu)

Tujuan dari melihat keterhubungan sebuah graf adalah untuk menguraikan komponen graf dan melihat apakah terdapat sebuah komponen besar yang menjadi bagian dari graf tersebut.

2. Distribusi derajat

Distribusi derajat dari sebuah jaringan adalah jumlah sisi yang dimiliki sebuah simpul terhadap simpul lainnya. Jika graf yang diamati adalah graf berarah, maka terdapat dua jenis sisi, sisi masuk dan sisi keluar.

Distribusi derajat $P(k)$ dari sebuah jaringan adalah pecahan dari semua simpul dalam jaringan berderajat k. Jadi jika terdapat n_k simpul berderajat k, maka:

$$P(k) = n_k / n$$

dengan:

$$\sum_{d=0}^{\infty} P(d) = 1$$

Pada umumnya, jaringan sosial di dunia nyata akan mengikuti distribusi *power law* antara jumlah node dan jumlah sisi yang dimiliki. Dengan distribusi sisi, kita bisa mengetahui simpul mana yang berperan sebagai sebuah *hub* atau simpul yang terhubung banyak simpul lainnya.

3. Sentralitas

Dalam sebuah jaringan sosial, posisi dari sebuah simpul termasuk dalam parameter pengukuran. Posisi simpul ini diukur menggunakan yang disebut sebagai sentralitas.

Pengukuran sentralitas yang paling sederhana adalah sentralitas dari derajat. Sentralitas dari sebuah simpul adalah jumlah sisi yang dimilikinya dibagi dengan jumlah total sisi kurang satu dari jaringan. Dalam jaringan sosial keluarga di Florentine pada gambar 4, simpul 2 memiliki nilai sentralitas sebesar $6/13$, atau hampir 50% dari hubungan yang ada.

Namun pengukuran sentralitas derajat adalah pengukuran secara lokal. Hanya dengan pengukuran ini, kita belum bisa menjelaskan mengapa keluarga pada simpul 2 menjadi lebih kuat dari keluarga pada simpul 4 yang lebih kaya dan lebih kuat secara politik (Padgett dan Ansell, 1993).

Dalam hal ini kita bisa menganalisis lebih lanjut menggunakan sentralitas berdasarkan kedekatan. Pada jaringan sosial keluarga Florentine, simpul 2 dekat dengan lebih banyak keluarga dibandingkan simpul 4.

Untuk mengukur seberapa dekat suatu simpul dengan simpul lain, kita bisa mengukur jarak antar simpul $d(u,v)$, $v \neq u$. Kemudian jarak tersebut kita inverskan:

$$\sum_{v \neq u} \frac{n-1}{d(u,v)}$$

Ukuran lain untuk sentralitas adalah sentralitas keantaraan. Semakin sering sebuah simpul u muncul (pada jalur terpendek) antara dua simpul lain, maka semakin besar nilai sentralitasnya.

Sentralitas berdasarkan kedekatan dan keantaraan lebih mencerminkan posisi suatu node dalam lingkup global. Dalam jaringan sosial keluarga Florentine, simpul 2 memiliki nilai sentralitas kedekatan dan keantaraan tertinggi, sehingga bisa menjadi bagian dari alasan mengapa keluarga pada simpul kedua dapat menjadi keluarga yang paling kuat di masa itu.

4. Small world phenomena

Jaringan sosial pada umumnya memiliki fenomena yang disebut sebagai *small world phenomena*. Misalkan seseorang hanya berteman dengan sekelompok kecil teman. Melalui koneksi acak, seseorang tersebut terhubung dengan orang lain lewat teman-temannya dalam kelompok tersebut. Teman dari teman orang tersebut juga bagian dari sebuah kelompok yang juga memiliki hubungan dengan kelompok dan seterusnya. Fenomena ini menunjukkan bahwa tiap orang bisa terhubung satu sama lain lewat teman mereka sendiri.

Aspek lain dari *small world phenomena* adalah antar simpul A dan simpul B, kemungkinan besar terdapat banyak jalur pendek yang menghubungkan keduanya. Misalkan A berteman dengan B. B memperkenalkan A kepada temannya C. Tetapi ternyata A sudah mengenal C karena ia pernah bermain kartu dengan saudara C yang bernama D. Jadi A memiliki 2 jalur yang menghubungkannya dengan C, yaitu lewat B dan D.

5. Cliques dan Clusters

Sebuah Clique adalah dari sebuah graf G yang tidak berarah adalah upa-graf dari G yang isomorfik dengan graf

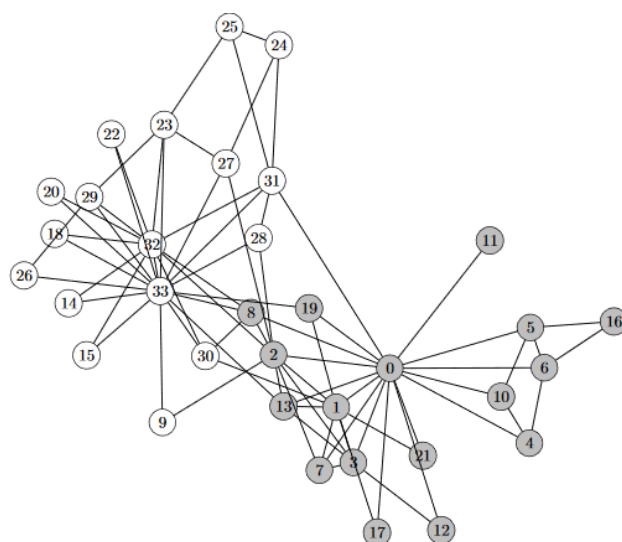
lengkapnya. *Cliques* berorde 1 adalah sebuah simpul tunggal, simpul 2 membentuk sebuah garis antara 2 simpul, orde 3 membentuk segitiga antara 3 simpul, dan seterusnya.

Dalam konteks jaringan sosial, sebuah *clique* adalah sekelompok orang di mana tiap 2 orang dalam kelompok itu saling berteman. Dengan mengobservasi *cliques* dalam sebuah jaringan sosial, kita bisa menentukan apakah jaringan tersebut terbuat berdasarkan *networking* atau secara kebetulan. Yang pertama ditandai dengan banyaknya *clique* dengan orde yang besar.

Tetapi di bawah sifat dinamis dari sebuah jaringan sosial, *clique* menjadi sangat tidak stabil. Penambahan satu buah sisi dapat menaikkan atau menurunkan angka *clique* suatu graf sebesar 1 orde. Bahkan dengan graf yang statik pun, definisi dari sebuah *clique* masih terlalu kaku dan terbatas. *Clique* yang tergeneralisasi di mana tidak semua anggota grup berteman, tapi kebanyakan demikian. Karena itulah dalam analisis jaringan sosial dicari pengukur yang kuat dan tidak berubah secara drastis hanya dengan perubahan kecil pada graf. Hal ini menggiring kita ke konsep kohesivitas dan dekomposisi sebuah graf.

Konsep ini bisa coba teliti pada jaringan sosial klub karate. Pada gambar 7 diberikan jaringan sosial klub karate hasil perpecahan menjadi 2 kubu. Dalam jaringan sosial tersebut, terdapat 2 simpul yang menjadi *hub*, yaitu simpul 0 dan 33. Graf ini dapat secara kasar dipisah menjadi 2 partisi upa-graf di sekitar kedua simpul *hub* tersebut yang bersifat kohesif.

Menentukan siapa berpihak ke kubu mana pada dasarnya bisa dilakukan dengan beberapa konsiderasi yang bersifat intuitif. Pertama, seorang anggota klub cenderung akan memilih kubu dengan teman bersifat *hub* yang lebih dekat dengan dia. Namun hal ini belum cukup karena tidak menjelaskan mengapa simpul 19 yang berteman dengan 0 dan 33, tetapi memilih untuk memihak dengan 0. Satu penjelasan yang mungkin adalah karena 19 berteman dengan 1 yang berteman dengan 0 tetapi tidak berteman dengan 33. Alasannya adalah saat diberikan sebuah pilihan, seseorang cenderung memilih apa yang dipilih teman lainnya. Tetapi dengan alasan itu kita masih belum bisa menjelaskan secara utuh mengapa dan bagaimana hasil dari perpecahan klub terjadi. Hal ini karena kita tidak memiliki informasi lebih yang relevan dengan graf ini, seperti kekuatan koneksi dan detail perorangan. Tapi kita tetap bisa memprediksi perpecahan bahkan sebelum terjadi secara matematis dengan memperhatikan struktur dari jaringan sosial tersebut.



Gambar 7. Jaringan sosial klub karate dengan prediksi perpecahan menjadi 2 kubu (sumber: math.ou.edu)

Salah satu cara untuk memformulasikan ide di mana seorang teman cenderung memilih apa yang teman mereka pilih adalah dengan melihat komposisi *clique* berorde 3 dalam sebuah grup. Misalkan kita membuat dua grup dengan simpul 0 dan 33 sebagai komponen utama grup tersebut. Kita bisa mengatur komposisi tiap grup sedemikian sehingga jumlah *clique* berorde 3 yang rusak minimum. Sebagai contoh, jika simpul 19 memihak dengan simpul 33, maka *clique* {0, 1, 19} akan rusak sedangkan jika 19 memihak dengan 0, tidak ada *clique* orde 3 yang dirusak.

Pertanyaan selanjutnya adalah bagaimana kita mengukur tingkat kohesivitas sebuah upa-graf sehingga kita bisa membagi jaringan menjadi beberapa komponen (kubu)? Sebuah *clique* dapat dikatakan bersifat kohesif, tetapi masih dalam lingkup lokal. Notasi *clique* sendiri tidak cukup untuk mengidentifikasi dua kubu yang terbentuk dari klub karate di contoh.

Strategi untuk menganalisis lebih lanjut adalah dengan menggunakan notasi *clustering*. Visualisasi dari konsep ini adalah seberapa bany segitiga yang terdapat dalam graf dan seberapa padat mereka di suatu titik. Salah satu definisi dari *clustering* adalah sebagai berikut:

Misalkan $G = (V, E)$ adalah sebuah graf tak-berarah sederhana. Koefisien *clustering* (untuk tiap individu) dari simpul $u \in V$ adalah kemungkinan $Cl(u)$ di mana tetangga dari u juga merupakan tetangga antara satu sama lain.

$$Cl(u) = \frac{|\{(v, w) : v, w \in V; v \neq w; (u, v), (u, w), (v, w) \in E\}|}{|\{(v, w) : v, w \in V; v \neq w; (u, v), (u, w) \in E\}|} = \frac{|\{(v, w) : v, w \in V, v \neq w; (u, v), (u, w), (v, w) \in E\}|}{deg(u)(deg(u) - 1)}$$

Rata-rata dari koefisien *clustering* adalah rata-rata dari $Cl(u)$ dari semua $u \in V$. Koefisien *clustering* secara keseluruhan atau transitivitas dari G adalah

$$Cl(u) = \frac{|\{(v, w) : v, w \in V; v \neq w; (u, v), (u, w), (v, w) \in E\}|}{|\{(v, w) : v, w \in V; v \neq w; (u, v), (u, w) \in E\}|}$$

$$= \frac{|\{(v, w) : v, w \in V, v \neq w; (u, v), (u, w), (v, w) \in E\}|}{deg(u)(deg(u) - 1)}$$

Makna dari koefisien clustering individu dan rata-rata cukup adalah seberapa banyak teman yang dimiliki seseorang berteman dengan satu sama lain.

V. ACKNOWLEDGMENT

Pada kesempatan ini penulis ingin bersyukur dan berterima kasih kepada Allah SWT. karena atas berkah dan izinnya penulis diberikan kesempatan untuk mendapatkan dan menyelesaikan tugas makalah ini. Kemudian penulis ingin berterima kasih kepada seluruh dosen dari mata kuliah Matematika Diskrit IF2120 – terutama kepada Dra. Harlili, M.Sc – karena telah membimbing penulis dalam menguasai ilmu matematika diskrit selama satu semester terakhir. Kemudian penulis mengucapkan terima kasih atas semua pihak yang telah membantu pengerjaan makalah ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

REFERENSI

- Munir, Rinaldi, “*Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit*”, Program Studi Teknik Informatika ITB, 2006.
- Mottin, David, and Konstantina Lazaridou. “*Graph Mining: Social Network Analysis and Information Diffusion*.” [online] *Hasso Plattner Institute*. Tersedia di: [hpi.de/fileadmin/user_upload/fachgebiete/mueller/courses/graphmining/GraphMining-02-Social-Network-Analysis.pdf](http://fileadmin/user_upload/fachgebiete/mueller/courses/graphmining/GraphMining-02-Social-Network-Analysis.pdf). [Diakses 2 Des. 2017]
- Martin, K. (2014). “*Graph Theory and Social Network Analysis*”. [online] *Www2.math.ou.edu*. Tersedia di: <http://www2.math.ou.edu/~kmartin/graphs/graphs.pdf> [Diakses 2 Des. 2017].
- Esmaili, Kyumars Sheykh, “*Graph Theory and Social Network*” . [online] *University of Kurdistan*, Tersedia di: <http://eng.uok.ac.ir/esmaili/teaching/spring2012/sna/slides/Lecture2.pdf> [Diakses 2 Des. 2017].
- Hanneman, Rober A.. “*Introduction to Social Network Methods*”. [online] *University of California*. Tersedia di: http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/C3_Graphs.html [Diakses 2 Des. 2017]

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



Muhammad Umar Fariz Tumbuan / 13515050