

APLIKASI TEORI GRAF PADA ANALISIS JEJARING SOSIAL

Marhadiasha Kusumawardhana

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB
e-mail: passport90@live.com

ABSTRAK

Pada makalah Struktur Diskrit ini saya akan mengulas aplikasi teori graf terhadap salah satu ilmu sosiologi, yaitu analisis jejaring sosial. Di sini saya akan membahas teknik-teknik penghitungan pada metode graf seperti sentralitas dan derajat dan bagaimana nilai-nilai tersebut digunakan dalam analisis jejaring sosial dan dapat memecahkan berbagai masalah sosiologi dalam suatu jejaring sosial. Selain itu saya juga akan menjabarkan terminologi-terminologi dalam analisis jejaring sosial yang ternyata hampir sama dengan teori graf

Kata kunci: aplikasi teori graf, sosiologi, analisis jejaring sosial, sentralitas, derajat, terminologi

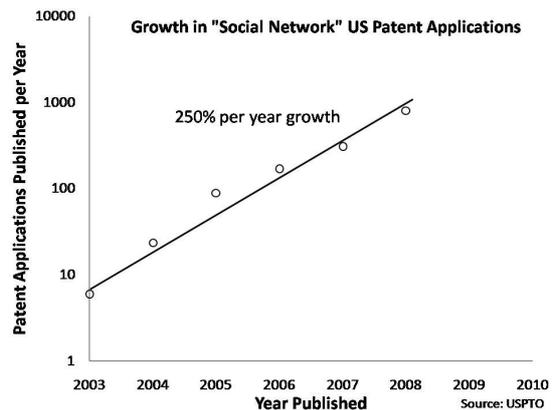
1. PENDAHULUAN

Matematika memang salah satu pamungkasnya ilmu. Mengapa? Karena hampir semua ilmu lain tidak bisa berkembang tanpa adanya Matematika. Selain itu, bisa kita bilang juga bahwa hampir semua ilmu membutuhkan matematika pada teori-teorinya. Fisika, Kimia, Geografi, Ekonomi, hampir semua membutuhkan Matematika. Namun ada pertanyaan menarik: Apakah ilmu politik membutuhkan matematika? Bagaimana dengan Sosiologi?

Ternyata tak bisa dibantah ilmu tersebut membutuhkan matematika. Pada ilmu politik, matematika tidak hanya ambil bagian pada bagaimana cara menghitung jumlah anggaran kampanye. Bagian tersebut membutuhkan salah satu teori dari Matematika Diskrit, yaitu Graf. Apa andil graf dalam ilmu-ilmu sosial ini?

Analisis jejaring sosial, atau *social network analysis* terbukti sebagai bidang yang penting di zaman ini. Ilmu ini tentu saja membutuhkan teori graf sebagai inti utama dari pengukuran-pengukuran penting di dalamnya. Ilmu ini memiliki aplikasi yang penting di ilmu sosiologi. Mulai dari strategi berpolitik hingga membuka jejaring teroris kelas dunia yang meruntuhkan WTC 2001 lalu.[2]

Analisis jejaring sosial adalah salah satu bidang ilmu yang memiliki teori, metode, dan riset tersendiri. Akhir-akhir ini bidang ini makin populer karena sudah banyak bermunculan teknologi untuk menganalisis jejaring sosial. Berikut grafik kenaikan pada pematenan teknologi analisis jejaring sosial.



Gambar 1. Grafik kenaikan aplikasi paten untuk teknologi[1]

2. PEMBAHASAN

Pada pembahasan makalah ini, pertama-tama saya akan memberikan kejelasan representasi simpul dan sisi pada analisis jejaring sosial, lalu saya akan memberikan arti beberapa erminologi penting pada ilmu analisis jejaring sosial, dan di akhir bab akan diberikan beberapa cara menghitung pengukuran di bidang analisis jejaring sosial yang ternyata membutuhkan teori graf sebagai ilmu utamanya.

2.1 Graf dan Analisis Jejaring Sosial

Banyak istilah-istilah teori graf yang dipakai pada analisis jejaring sosial. Simpul pada teori graf bisa dilambangkan sebagai individu, kelompok, komunitas, dan sebagainya. Sedangkan sisi[2] sebagai “hubungan” antar individu. Misalnya apabila ada sisi antara A dan B, berarti mereka sudah saling berkenalan.

Manfaat sisi pada graf pada analisis jejaring sosial ini lebih mendalam pada graf berbobot. Justru graf berbobot ini lebih banyak digunakan daripada graf tanpa bobot. Bobot pada sisi digunakan sebagai berbagai ukuran dalam analisis jejaring sosial. Ukuran tersebut bisa “kedekatan”, “tingkat permusuhan”, *prestige*, “tingkat kecintaan”, dan sebagainya.

2.2. Terminologi Pengukuran

Berikut terminologi pengukuran penting yang dipakai analisis jejaring sosial. Ternyata banyak yang sama dengan terminologi teori graf:

- **Keantaraan.** Keantaraan mengukur banyaknya koneksi suatu individu. Pada teori graf, keantaraan ini adalah sentralitas suatu simpul pada suatu jejaring. Keantaraan ini juga mengukur konektivitas tetangga suatu simpul.
- **Jembatan.** Yang dimaksud jembatan pada analisis jejaring sosial adalah suatu sisi yang apabila sisi tersebut diputus maka akan menimbulkan pemisahan satu graf menjadi dua graf. Konsepnya sama seperti jembatan pada teori graf.
- **Kedekatan.** Kedekatan adalah derajat bagaimana individu dekat dengan anggota jejaring lainnya. Kedekatan ini menggunakan graf berbobot dalam aplikasinya. Kedekatan ini adalah kebalikan dari jumlah bobot terpendek antara individu ke semua individu lain. Makin tinggi kedekatan artinya suatu individu mempunyai ikatan erat dengan antar temannya.
- **Koefisien cluster.** Koefisien ini mengukur derajat bagaimana kenalan-kenalan individu ternyata kenal satu sama lain dan membentuk *cluster*.
- **Derajat.** Seperti derajat pada teori graf, derajat pada analisis jejaring sosial juga merupakan jumlah hubungan ke simpul lain. Di sini bisa disebut sebagai jumlah “teman langsung”.
- **Kepadatan.** Kepadatan adalah tingkat bagaimana suatu jejaring sosial kenal semua

anggota di dalamnya. Jejaring yang padat memiliki jumlah sisi yang mendekati jumlah sisi yang memungkinkan dalam jejaring tersebut.

- **Sentralitas eigenvektor.** Ini adalah ukuran pentingnya suatu simpul dalam suatu jejaring. Derajat ini memberi nilai relatif pada suatu simpul berdasarkan prinsip bahwa koneksi ke simpul-simpul yang memiliki skor tinggi lebih berkontribusi pada skor simpul yang ingin kita ukur dibandingkan koneksi ke simpul yang memiliki skor kecil.
- **Radialitas.** Derajat lingkup kenalan suatu simpul sehingga memiliki pengaruh pada jejaring sosial tersebut.
- **Kohesi struktural.** Jumlah simpul minimal yang apabila dihilangkan dapat memisahkan satu graf menjadi dua graf. Bisa diartikan jumlah orang-orang penghubung antar komunitas, dll.
- **Ekuivalensi struktural.** Derajat bagaimana suatu simpul-simpul memiliki koneksi-koneksi yang sama di jejaring tersebut. Misal A ekuivalen struktural dengan B karena A dan B memiliki teman-teman yang sama.
- **Lubang struktural.** Lubang statis yang dapat diisi secara strategis. Digunakan dalam ide *social capital*, yaitu ide bagaimana kita bisa mengontrol komunikasi antar dua orang lain apa bila kita terhubung dengan dua orang tersebut.

2.3. Beberapa Pengukuran dalam Analisis Jejaring Sosial

Setelah mengerti maksud terminologi di atas, mari kita masuk ke matematika dan teknis bagaimana cara menghitung atau mengukur pengukuran-pengukuran di atas.

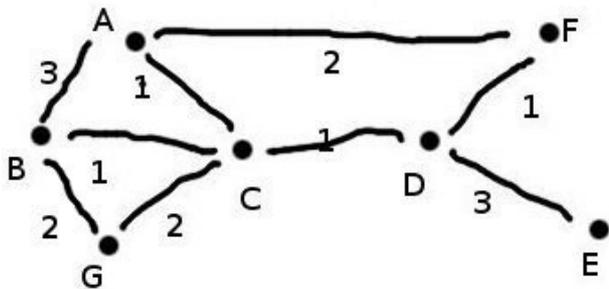
2.3.1. Keantaraan

Keantaraan adalah pengukuran sentralitas suatu simpul. Keantaraan bisa sebagai simbol “kekuatan” atau “pengaruh” suatu individu dalam jejaring sosial.

Keantaraan individu X secara matematis adalah perbandingan antara jalan terpendek antar semua anggota jejaring yang melewati X dibandingkan jalan terbentuk antar semua individu (dengan dan tanpa melewati X).

$$C_B(a) = \sum_{(s \neq t \neq v \in V)} \frac{\sigma_{st}(a)}{\sigma_{st}} \quad (1)$$

Di atas adalah persamaan matematis formal dari keantaraan[4]. Pembilang dari persamaan di atas adalah semua jalan terpendek antar semua simpul, kecuali a, di jejaring yang melewati a, sedangkan penyebutnya adalah semua jalan terpendek antar semua simpul kecuali a. Coba kita hitung keantaraan di contoh sampel berikut.



Gambar 2. Graf sampel

Bobot pada graf di gambar 2 adalah derajat “kedekatan” atau “mudahnya berkomunikasi” antar individu yang terhubung pada sisi tersebut. Misalnya A lebih dekat dengan B daripada C karena bobot sisi antar individu tersebut lebih tinggi.

Maka “jalan terpendek” yang dimaksud di sini harus diubah dulu. Karena makin dekat antar individu artinya makin pendek. Bobot-bobot pada sisi graf di atas harus dibalik dulu baru kita bisa menentukan jalan terpendek antar individu. Pembalikan bobot ini sering digunakan dalam analisis jejaring sosial.

Daftar jalan terpendek antar simpul (setelah dibalik bobotnya):

1. A-B
2. A-C
3. A-F-D
4. A-F-D-E
5. A-F
6. A-B-G
7. B-C
8. B-A-F-D
9. B-A-F-D-E
10. B-A-F
11. B-G
12. C-D
13. C-D-E
14. C-A-F
15. C-G
16. D-E
17. D-F
18. D-C-G
19. E-D-F

20. E-D-C-G

21. F-A-B-G

Kita akan membandingkan keantaraan A, C, F dan D. Kita mulai dulu dengan simpul C. Pembilang pada persamaan keantaraan (1) untuk C adalah 2, di dapat dari jumlah jalan terpendek dari 21 jalan di atas yang melewati C, namun C bukan ujungnya. Jalan tersebut adalah 18 dan 20. Sedangkan penyebutnya adalah 15, yaitu jumlah jalan terpendek yang ujungnya bukan C. Artinya keantaraan C adalah

$$C_B(C) = \frac{2}{15} = 0.133...$$

Sekarang mari kita cek keantaraan D. Pembilang di persamaan keantaraan (1) adalah 5, yaitu 4, 9, 13, 19, dan 20. Penyebutnya adalah 15. Maka keantaraan D adalah

$$C_B(D) = \frac{5}{15} = 0.333...$$

Lalu kita oba cek keantaraan A. Pembilangnya adalah 5, yaitu jalan 8, 9, 10, 14, dan 21. Keantaraan A adalah

$$C_B(A) = \frac{5}{15} = 0.333...$$

Lanjut ke keantaraan F. Pembilangnya adalah 4, yaitu 3, 4, 8, dan 9. Keantaraan F adalah

$$C_B(F) = \frac{4}{15} = 0.266...$$

Dapat dilihat jelas bahwa D dan A punya keantaraan lebih tinggi daripada F dan C, dan C punya keantaraan lebih kecil daripada yang lainnya.

Misal A ingin berkomunikasi dengan D, namun karena mereka belum saling kenal, maka F dibutuhkan sebagai pengantara. Contoh lain adalah apabila F ingin berkomunikasi dengan E. Karena F dan E belum saling kenal butuh D sebagai pengantara komunikasi antar kedua individu tersebut.

Anehnya, C, yang memiliki koneksi lebih banyak dibanding A, D, dan F malah punya keantaraan lebih kecil. Mengapa? Karena keantaraan ini bukan derajat koneksi yang paling banyak, tapi pentingnya suatu individu dalam komunikasi orang yang tidak saling kenal, atau orang yang kenal namun tidak terlalu dekat.

Bobot pada sisi graf dapat kita jadikan sebagai derajat “mudahnya berkomunikasi” atau “kedekatan” suatu

individu. Ini penting dalam keefektifan dan kelancaran berkomunikasi dalam suatu jejaring sosial.

Mari kita jadikan gambar 2 sebagai contoh dari ilustrasi ini. Misal D ingin menyampaikan suatu berita kepada A, atau ingin meminta pertolongan A. Ternyata D tidak kenal dengan A (tidak ada sisi yang menghubungkannya secara langsung). Nah, D ingin menggunakan kenalannya D, F, dan C untuk menyampaikan berita ini pada A.

D melihat kedekatan ketiga temannya ini dengan A. Ternyata C punya kedekatan 1 dengan A, F punya kedekatan 2 dengan A, dan E (walaupun dekat dengan D) tidak kenal dengan A. Tentu D akan memilih berkomunikasi dengan F, lalu meminta F menyampaikannya pada A.

Mengapa? Karena F lebih mudah berkomunikasi dengan A daripada C berkomunikasi dengan A. Oleh karena itu, F dianggap lebih penting sebagai pengantara daripada C. C memang memiliki banyak koneksi, namun C tidak terlalu dekat dengan koneksinya, sedangkan F lebih dekat, sehingga banyak orang yang memilih jalur lewat F daripada C dalam berkomunikasi.

Apa fungsi dari penghitungan keantaraan ini pada analisis jejaring sosial? Keantaraan ini bisa sebagai derajat kekuatan atau pengaruh suatu individu pada jejaring sosial. Bayangkan apabila A hilang dari jejaring sosial itu, maka tiap individu pada jejaring sosial sulit untuk berkomunikasi satu sama lain, karena A adalah pengantara yang hebat jejaring tersebut.[3]

2.3.2 Derajat

Istilah derajat pada teori graf juga diaplikasikan pada analisis jejaring sosial. Yap arti dari derajat adalah jumlah hubungan simpul ke simpul lain secara langsung. Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa simpul A memiliki derajat 3, simpul G 2, simpul F 2, simpul C 4, dan simpul E 1.

Derajat pada analisis jejaring sosial digunakan sebagai tingkat "popularitas" atau "keselebritian" seseorang. Makin tinggi derajat suatu simpul, maka makin banyak kenalan individu yang direpresentasikan simpul tersebut. Di Gambar 2, yang paling tinggi derajatnya adalah C yaitu dengan derajat 4.

Tingginya derajat ini dibutuhkan dalam analisis jejaring sosial sebagai ukuran orang yang populer, punya banyak koneksi, dan kenalan. Bisa juga individu yang derajat tinggi adalah orang yang aktif dalam bersosialisasi. Dalam menangkap jaringan kriminal, orang yang berderajat tinggi ini penting untuk ditangkap, karena dia paling banyak tahu tentang anggota jaringan lain (paling banyak kenalan) sehingga polisi dapat

mengetahui letak atau jejak banyak anggota lain dengan menginvestigasi orang ini.

Namun, tingginya derajat suatu individu tidak selalu berarti individu itu paling penting pada suatu jejaring sosial. Seperti yang telah dibuktikan pada upabab 2.3.1, bahwa yang berkekuatan adalah A dan D karena keantaraannya. Mengapa C bisa memiliki derajat tinggi tapi keantaraannya rendah? Hal ini disebabkan C memang kenal dengan banyak orang, namun orang-orang yang ia kenal sudah kenal banyak orang yang C kenal sehingga tidak butuh C sebagai perantara. D sebaliknya, G hanya kenal dengan D, sehingga walaupun kenalannya tidak sebanyak C, D penting karena tanpa D, G tidak dapat ikut berkomunikasi dalam jejaring sosial tersebut.

2.3.3 Kedekatan (global)

Kedekatan yang dimaksud pada subab ini bukanlah kedekatan antar simpul seperti yang dibicarakan pada subab-subab sebelumnya, yaitu bobot sisi. Sekarang kedekatan tidak diasosiasikan pada sisi tapi pada simpul. Bagaimana caranya? Kedekatan sebuah simpul adalah derajat dekatnya simpul tersebut kepada simpul-simpul yang lain.

Derajat individu dalam jejaring sosial memang mengartikan individu tersebut banyak kenal dengan anggota lain, namun belum tentu dekat dan mengetahui detail anggota lain. Nah, ukuran kedekatan global inilah sebagai derajat bagaimana "baik" seseorang berteman, misalnya, dengan teman-temannya.

Secara matematis, kedekatan adalah[4]

$$C_c(v) = \frac{n-1}{\sum_{t \neq v \in V} d_G(v, t)} \quad (2)$$

d_G adalah jarak geodesi dari v ke t . Yang dimaksud jarak geodesi ini sebenarnya adalah jumlah bobot dari sisi yang menghubungkan v dan t pada jarak terdekat. n adalah jumlah seluruh simpul. Inti atau ikhtisar dari rumus di atas adalah kebalikan rata-rata jarak v ke seluruh simpul lain. Artinya bila rata-rata jarak v dengan simpul lain besar, maka kedekatan simpul tersebut kecil, dan sebaliknya.

Mari kita tes gambar 2 dengan mengecek siapakah yang paling dekat dengan orang-orang lain. Sekali lagi kita harus membalikkan bobot di gambar tersebut karena bobot tersebut merupakan nilai "kemudahan berkomunikasi" bukan "jarak".

Berikut tabel hubungan terpendek tiap simpul.

Tabel Hubungan Terpendek Antar Simpul

Simp	Simpul yang ingin dihubungkan							Jml.	Kede kata n
	A	B	C	D	E	F	G		
A	-	0.33	1	1.5	1.83	0.5	0.83	6	1
B	0.33	-	1	2	2.33	0.83	0.5	7	0.86
C	1	1	-	1	1.33	1.5	0.5	6.33	0.95
D	1.5	2	1	-	0.33	1	1.5	7.33	0.82
E	1.83	2.33	1.33	0.33	-	1.33	1.83	8.98	0.67
F	0.5	0.83	1.5	1	1.33	-	1.33	6.5	0.92
G	0.83	0.5	0.5	1.5	1.83	1.33	-	6.5	0.92

Ternyata A punya kedekatan yang paling tinggi dibandingkan yang lain. Karena bobot dalam graf sampel kita adalah nilai “kemudahan berkomunikasi”, bisa diartikan A paling mudah berkomunikasi dengan anggota jejaring sosial lainnya.

Sedangkan E, yang punya kedekatan paling rendah berarti paling sulit untuk berkomunikasi dengan anggota lainnya. Jelas kita lihat pada graf E harus melewati D terlebih dahulu untuk berkomunikasi dengan anggota lainnya.

IV. KESIMPULAN

Salah satu ilmu yang sedang pesat berkembang kini, analisis jejaring sosial, sangat membutuhkan teori graf dari matematika diskrit dalam metode-metode pengukurannya. Beberapa diantaranya adalah sentralitas keantaraan, derajat, dan sentralitas kedekatan dalam teori graf. Sentralitas tersebut bisa diartikan pentingnya suatu individe pada suatu jejaring sosial.

REFERENSI

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network, akses 17 & 18 Desember 2009, 18.00~23.00 & 06.00~11.30
- [2] Munir, R., “Struktur Diskrit”, Program Studi Teknik Informatika STEI ITB, 2009.
- [3] <http://www.orgnet.com/sna.html>, akses 18 Desember 2009, 06.00~16.00
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Closeness_\(graph_theory\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Closeness_(graph_theory)), akses 18 Desember 2009, 06-00~17.00