

Aplikasi Teori Graf Pada Pencarian Influencer Dalam Suatu Social Network

Author Jason Stanley Yoman and 13519019
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13519019@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Manusia adalah makhluk sosial yang artinya manusia tidak dapat hidup sendiri dan harus berteman. Hubungan pertemanan dapat divisualisasikan dengan graf dan dapat dianalisis setelah itu. Makalah ini membahas tentang aplikasi graf dalam memvisualisasikan hubungan pertemanan dan dengan melakukan analisis, akan ditemukan seorang aktor yang paling berpengaruh atau disebut juga *influencer*. Analisis akan dimulai dengan memperkenalkan beberapa konsep seperti Triadic Closure, dll, dan dilanjutkan dengan *node-level analysis*.

Keywords—Graf, Social Network, Triadic Closure, Betweenness, Closeness.

I. PENDAHULUAN

Teori tentang graf pertama kali dikemukakan oleh Leonhard Euler dalam papernya yang berjudul “Seven Bridges of Königsberg” yang dipublikasikan pada tahun 1736. Paper ini memperkenalkan sebuah masalah tentang sungai yang dihubungkan dengan beberapa jembatan. Pertanyaannya adalah bisakah seseorang yang berasal dari sebuah daratan menempuh semua daratan melalui jembatan dan kembali ke titik asal (daratan asal) tanpa melalui jembatan yang sama dua kali. Pertanyaan ini kemudian dijawab dengan memodelkan masalah ini ke dalam graf. Dalam hal ini, daratan adalah sebuah simpul dan jembatan adalah sisi. Graf sekarang digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut seperti peta, rangkaian listrik, jejaring makanan, dll.

Sosial media adalah sebuah platform digital yang memfasilitasi penggunaannya dalam mengekspresikan ide, kreasi, dan informasi. Di sosial media kita dapat mengunggah cerita, gambar, video dan file lainnya ke publik atau temannya bergantung dari fitur yang ada di sosial media. Beberapa sosial media mengimplementasikan hubungan dua arah (seperti di facebook dimana seseorang mengirimkan permintaan pertemanan dan menunggu untuk di terima), atau hubungan satu arah (seperti di instagram dimana seseorang dapat memilih siapa yang ingin diikuti tapi, orang tersebut dapat memilih siapa saja diterima). Hubungan ini dapat divisualisasikan dengan sebuah graf dimana simpulnya adalah pengguna individu pengguna sosial media, dan simpul terhubung dengan beberapa jenis hubungan seperti pertemanan, kesamaan, dll. Pemodelan graf seperti ini disebut

juga *Social Network*.

Social Network adalah sebuah graf dimana simpulnya merepresentasikan individu, dan bergantung dari konteks grafnya, sisi menunjukkan hubungan dari simpul. Social Network yang simpulnya adalah perusahaan, sisinya adalah hubungan kerjasama antara perusahaan tersebut. Diberikan sebuah social network, dengan analisis kita dapat menentukan siapakah aktor yang paling berpengaruh. Yang mana jika diberikan sebuah informasi, dengan koneksi dia, ia dapat membuat lebih banyak orang yang sadar akan informasi itu dibandingkan jika orang lain yang menyebarkannya dalam jangka waktu tertentu. Hal ini berguna dalam berbagai kasus seperti mencari orang yang tepat untuk menyebarluaskan berita yang penting seperti berita hilangnya anggota keluarga secara tiba-tiba, dll. Kegunaan lain dalam melakukan analisis ini adalah mengetahui kecepatan penyebaran wabah penyakit dan memprediksi siapa saja dalam sebuah social network yang memiliki kemungkinan tertinggi untuk terjangkit wabah tersebut.

II. TEORI DASAR

Graf adalah himpunan titik-titik atau simpul yang dihubungkan oleh penghubung yang dinamakan sisi.

Graf didefinisikan sebagai sebuah pasangan himpunan $G = (V, E)$, dimana :

- V , adalah himpunan tidak kosong simpul-simpul (vertices)
 $\{V_1, V_2, V_3, \dots, V_n\}$
- E , adalah himpunan sisi-sisi (edges) yang menghubungkan sepasang simpul
 $\{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$

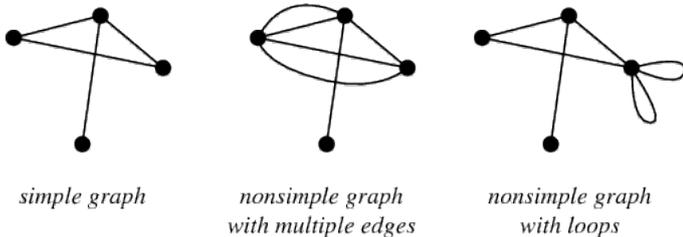
Pada Gambar 1, graf didefinisikan sebagai $G = (V, E)$, dengan

$$V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\} \quad E = \{(1, 2), (1, 5), (2, 5), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (4, 6)\}$$

Sisi ganda (*multiple edges*) dalam graf terjadi jika ada dua sisi yang menghubungkan dua simpul yang sama. Misalkan jika e_1 menghubungkan simpul 1 dan 2, e_2 juga menghubungkan simpul 1 dan 2, maka e_1 dan e_2 disebut sisi ganda. Sisi gelang (*loop*) adalah sisi yang menghubungkan simpul yang sama atau berasal dan berakhir dari simpul yang sama.

Bedasarkan kehadiran gelang atau sisi ganda, maka graf dapat digolongkan menjadi dua jenis :

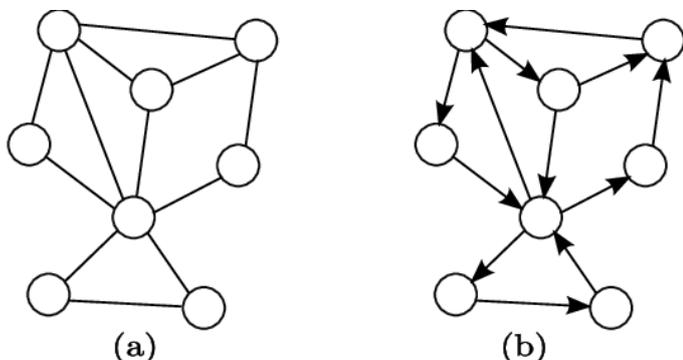
1. Graf Sederhana, graf yang tidak mengandung gelang atau sisi ganda.
2. Graf tak-Sederhana, graf yang mengandung gelang atau sisi ganda.



Gambar 2. Graf Sederhana dan Graf Tak-Sederhana

Bedasarkan orientasi arah pada sisi, graf dibedakan menjadi dua jenis :

1. Graf tak-Berarah (*undirected graph*), graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi atau arah (*bidirectional*). Jika simpul 1 terhubung dengan simpul 2 melalui sebuah sisi, maka simpul 2 juga terhubung dengan simpul 1.
2. Graf Berarah (*directed graph*), graf yang sisinya diberikan orientasi atau arah.



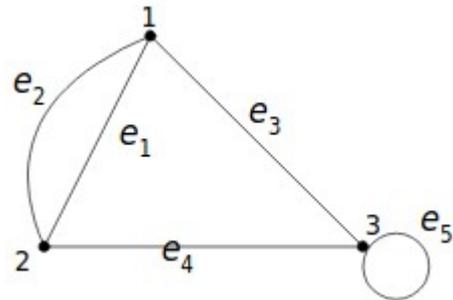
Gambar 3. Graf berarah dan tidak berarah

Pada gambar diatas, graf (a) adalah graf tidak berarah, sedangkan graf (b) adalah graf berarah

Graf memiliki terminologi sebagai berikut :

1. Ketetanggaan

Dua buah simpul dinyatakan bertetangga jika simpul tersebut saling terhubung dengan sebuah sisi.



Gambar 4. Graf

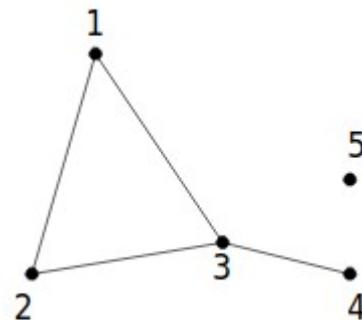
Pada gambar diatas, simpul 1 bertetangga dengan simpul 2 dan 3.

2. Bersisian

Sebuah sisi dinyatakan bersisian dengan simpul jika sisi tersebut menghubungkan simpul. Pada Gambar 4, sisi e_1 bersisian dengan simpul 1 dan simpul 2

3. Simpul Terpencil

Simpul terpencil adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.



Gambar 5. Simpul Terpencil

4. Graf Kosong

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya kosong.

5. Derajat

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

Pada graf berarah, derajat simpul dibedakan menjadi derajat masuk (in-degree) dan derajat keluar (out-degree).

Pada Gambar 4, $d(1) = 3$.

6. Lintasan

Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n ialah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk $v_0, e_1, v_1, \dots, e_n, v_n$. Sedemikian sehingga $e_1 = (v_0, v_1), e_2 = (v_1, v_2), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$ adalah sisi dari graf G .

7. Terhubung (connected)

Dua buah simpul pada dikatakan terhubung jika terdapat lintasan dari simpul awal ke simpul akhir. G disebut graf terhubung (*connected graph*) jika dan hanya jika untuk setiap pasang simpul v_i dan v_j dalam himpunan V terdapat lintasan dari v_i ke v_j . Jika tidak, maka graf tersebut tidak terhubung.

III. APLIKASI TEORI GRAF PADA PENCARIA INFLUENCER DALAM SUATU SOCIAL NETWORK

Untuk menyelesaikan masalah yang telah disebutkan, diperlukan memvisualisasikan social network dan mulai bekerja dari itu. Metode yang paling sering digunakan adalah dengan menggunakan struktur data graf. Seperti definisi graf, graf terdiri dari himpunan simpul dan sisi. Disini, simpulnya adalah individu dalam network dan sisinya adalah hubungan pertemanan. Untuk masalah simplisitas, digunakan graf sederhana dengan mengadopsi sistem pertemanan seperti pada *facebook* dengan ketentuan sebagai berikut :

- Tidak ada subgraf dalam *network* yang merupakan graf kosong. Artinya setiap individu setidaknya berteman dengan satu orang.
- Sisi yang terbentuk tidak berbobot. Artinya semua hubungan pertemanan memiliki kekuatan yang sama besarnya. Tidak ada istilah teman dekat atau teman yang tidak dekat. Jika A berteman dengan B dan C berteman dengan D , maka kekuatan pertemanan A dengan B sama dengan B dan C . Hal ini berdampak pada intuisi jika A berteman dengan B dan B berteman dengan C , maka ada kemungkinan A juga berteman dengan C . Hal itu akan dijelaskan lebih detail di bagian selanjutnya.
- Sisinya juga tidak berarah. Artinya jika terbentuk sisi yang menghubungkan A dengan B , maka otomatis A berteman dengan B dan B juga berteman dengan A .

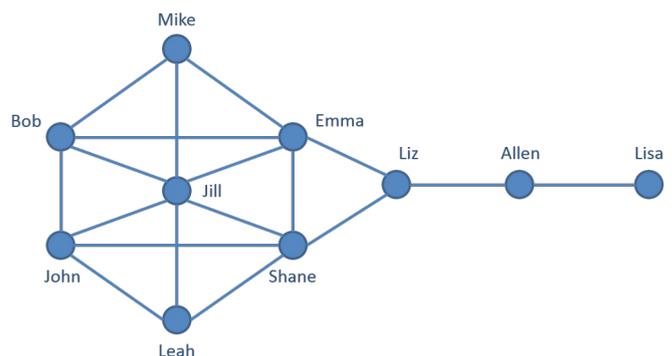
Untuk menganalisis *social network*, kita perlu mengetahui beberapa konsep berikut :

- Kekuatan Hubungan (*Interpersonal Ties*)
- Triadic Closure
- Jembatan (*Bridges*)

Kekuatan Hubungan (*Interpersonal Ties*)

Seperti namanya, angka ini menunjukkan seberapa kuat sebuah hubungan. Ya, seperti yang telah dibuang ketentuan sebelumnya, graf yang dibentuk tidak memiliki bobot. Namun, dengan melakukan analisis, pengetahuan tentang seberapa dekat hubungan itu dapat diketahui. Kekuatan hubungan A dengan B didefinisikan sebagai jumlah irisan tetanga antara A dan B dibagi dengan jumlah simpul yang bertetangga dengan A atau B . Atau juga bisa dihitung dengan melihat ada berapa tetangga yang sama antara A dan B . Nilai tersebut berkisar antara $0 - 1$.

$$NO(x, y) = \frac{|common\ neighbors\ of\ x\ with\ y|}{neighbors\ of\ at\ least\ one\ of\ x\ with\ y}$$



Gambar 6. Contoh Social Network

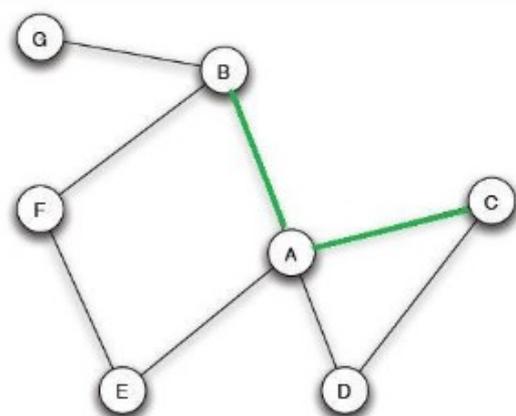
Sebagai contoh, NO antara Bob dan Jill adalah $2/5$. Mike dan John adalah tetangga dari Bob dan Jill (jumlah *common neighbors of Bob and Jill*). Mike, Emma, Shane, Leah, John adalah tetangga dari bob atau jill (jumlah dari *neighbors of at least one of bob and jill*).

Semakin besar nilainya, maka semakin kuat hubungannya. Kekuatan Hubungan dibagi menjadi 3 jenis :

- Hubungan kuat, korespondensi dengan teman atau sahabat
- Hubungan lemah, korespondensi dengan kenalan.
- Tidak ada hubungan

Triadic Closure

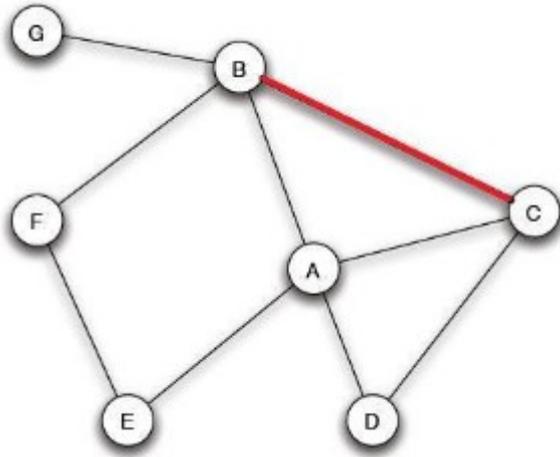
Triadic Closure adalah sebuah konsep dimana jika dua orang di sebuah network memiliki teman yang sama, maka besar kemungkinan jika dua orang tersebut adalah teman walaupun tidak ada hubungan antara dua orang tersebut dalam graf. Konsep ini juga dipakai dalam memberikan rekomendasi teman dalam media sosial. Jika hal ini terjadi, maka sisi graf akan ditambah untuk menghubungkan dua orang tersebut



Gambar 7. Sebelum Triadic Closure

level statistical measure, yaitu analisis hanya akan berfokus pada node yang dianalisis dan tidak memperhatikan struktur network secara keseluruhan. Pilihan metodenya adalah :

- Analisis terhadap derajat simpul
- *Betweenness* (antara)
- *Closeness* (kedekatan)



Gambar 8. Setelah Triadic Closure

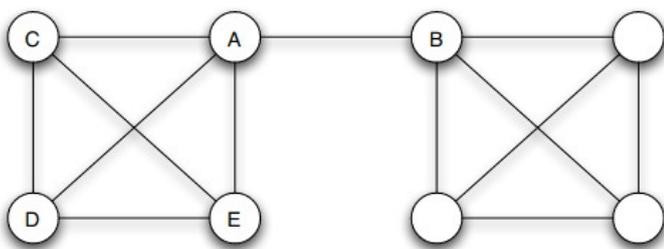
Analisis Terhadap Derajat Simpul

Seperti yang telah disebutkan, derajat sebuah simpul dari graf tidak berarah adalah jumlah tetangga dari simpul tersebut. Untuk graf berbobot perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan semua bobot semua sisi yang bersisian dengan simpul yang akan dihitung. Perhitungan terlihat simpel tetapi ini merupakan salah satu cara yang efektif untuk menghitung peran individu dalam *social network*. Namun, metode ini memiliki kelemahan yaitu tidak memperhatikan struktur *social network* secara keseluruhan.

Simpul	Derajat
Bob	4
Mike	3
Jill	6
Emma	5
Shane	5
Leah	3
John	4
Liz	3
Allen	2
Lisa	1

Jembatan (*Bridges*)

Jembatan adalah hubungan antara simpul yang jika hubungan tersebut dihapus, mengakibatkan dua simpul tersebut berada di komponen yang berbeda. Yang biasa menjadi jembatan ini adalah hubungan lemah. Oleh karena itu, hubungan lemah berperan penting dalam menjaga hubungan antara dua buah komponen. Namun, kemunculan jembatan dalam *social network* adalah langka karena akan banyak sisi yang menghubungkan antara dua buah komponen.



Gambar 9. Contoh Jembatan

Pada gambar diatas, hubungan A dan B menjadi jembatan.

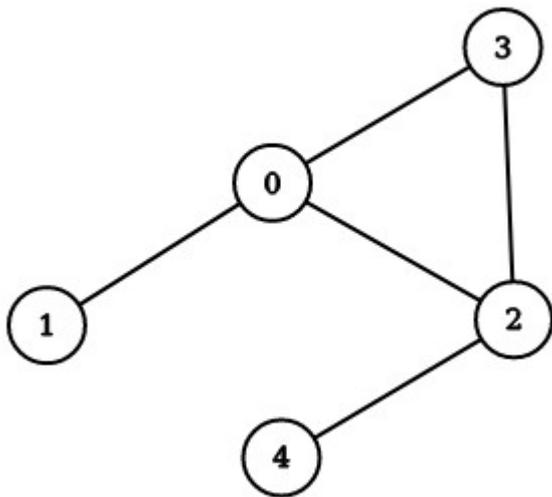
Pada bagian ini, akan dilakukan analisis terhadap pengaruh seseorang dalam sebuah *social network*. Dengan mencari orang yang paling berpengaruh, maka akan didapatkan jawaban juga siapakah *influencer* dalam *network*. Ada beberapa cara untuk menganalisis hal tersebut. Dan setiap cara memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing tergantung dari struktur dari *social network* yang dianalisis. Untuk tujuan simplistas, maka hanya akan dilakukan *node-*

Betweenness (Antara)

Ukuran ini menghitung persentase sebuah node muncul dalam lintasan terpendek dari satu node ke node yang lain. Simpul yang memiliki skor yang tinggi berperan penting dalam penyebaran informasi karena simpul ini menjadi sering terlibat dalam menjadi jembatan penyebar informasi dan biasanya mendapatkan informasi dari berbagai komponen. Namun, hal ini jarang terjadi di dunia nyata karena ketidak stabilan dari sisinya. Biasanya sisi yang membuat individu tersebut menjadi jembatan informasi dari berbagai komunitas akan cepat musnah. Skor dapat dihitung dengan dengan formula sebagai berikut.

$$b_v = \sum_{s,t \in V(G)} \left(\frac{\sigma_{s,t}(v)}{\sigma_{s,t}} \right)$$

σ_{st} menunjukkan jumlah lintasan terpendek antara simpul s dan t. Sedangkan $\sigma_{st}(v)$ menunjukkan jumlah jalur terpendek yang jalurnya melalui simpul v.



$$Cl_v = \frac{n-1}{\sum_{u \in V(G)/(v)} d(u,v)}$$

Dengan n adalah jumlah simpul pada *network*
Akan dihitung *closeness* pada simpul 0 di Gambar ...

Simpul X	Panjang lintasan terdekat simpul 0 ke simpul X
1	1
2	1
3	1
4	2

Closeness simpul 0 adalah

$$\frac{5-1}{5} = \frac{4}{5}$$

Gambar 10. Graf

Akan dihitung *betweeness* pada simpul 0

Lintasan terpendek x - y	Lintasan	Simpul 0 berada pada lintasan ??
0 - 1	0 → 1	Yes
0 - 2	0 → 2	Yes
0 - 3	0 → 3	Yes
0 - 4	0 → 2 → 4	Yes
1 - 2	1 → 0 → 2	Yes
1 - 3	1 → 0 → 3	Yes
1 - 4	1 → 0 → 2 → 4	Yes
2 - 3	2 → 3	No
2 → 4	2 → 4	No
3 → 4	3 → 2 → 4	No

Betweeness simpul 0 adalah : 7 / 10

Closeness (kedekatan)

Ukuran ini menghitung posisi simpul di sebuah *network*. Jika sebuah simpul diberikan sebuah informasi, berapa lama waktu yang dibutuhkan informasi itu menyebar ke simpul-simpul lainnya. Ukuran ini dihitung dengan menghitung rata-rata dari panjang lintasan terpendek ke semua simpul kecuali dirinya. Perhitungan hanya dilakukan untuk simpul yang terhubung dalam komponen yang sama.

IV. KESIMPULAN

Social Network dapat divisualisasikan dengan struktur data graf. Dari visualisasi tersebut, bisa didapatkan informasi mengenai pengaruh seseorang dalam *network*. Terdapat berbagai metode untuk mendapatkan informasi itu dan setiap metode menghasilkan sebuah angka yang berasosiasi dengan pengaruh individu di *network*. Angka-angka tersebut menafsirkan maksud yang beda-beda tergantung dari metode yang digunakan. Misalnya angka yang tinggi didapat dari perhitungan *betweeness* menunjukkan orang tersebut berperan penting untuk menyalurkan informasi-informasi.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya, Penulis dapat menyelesaikan karya tulis berjudul “Aplikasi Teori Graf Pada Pencarian Influencer Dalam Suatu Social Network”. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga Penulis yang telah memberi semangat untuk menyelesaikan karya tulis ini. Selain itu, Penulis juga berterima kasih kepada Bu Farizka Zakhralativa, dosen pengampu Mata Kuliah Matematika Diskrit untuk Kelas 3, atas segala ilmu dan pedoman yang telah diberikan. Tak lupa, Penulis juga berterima kasih kepada teman-teman Penulis yang telah membantu dan memberikan semangat

REFERENSI

- [1] https://www.researchgate.net/publication/324575362_Social_network_analysis_An_overview. Diakses pada 09 Desember 2020.
- [2] https://www.researchgate.net/publication/328954103_Application_of_Graph_Theory_in_Social_Media. Diakses pada 09 Desember 2020.

- [3] <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book-ch03.pdf>. Diakses pada 09 Desember 2020
- [4] K. H. Rossen, Discrete Mathematics and Its Applications, 7th ed., New York: McGraw-Hill, 2012.
- [5] [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Graf%20\(2015\).pdf](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Graf%20(2015).pdf) diakses pada 5 Desember 2019

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, 9 Desember 2020



Jason Stanley Yoman 13519019