

Implementasi Graf Pada Web Networks

Regi Arjuna Purba 13516149
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13516149@std.stei.itb.ac.id

Abstrak

Pada makalah ini saya membahas tentang Web graph yang mengimplementasikan graf berarah untuk merepresentasikan topologi World Wide Web (WWW) dengan simpul sebagai halaman web dan sisi yang berarah menghubungkan halaman satu dengan halaman yang lain jika terdapat hyperlink (link atau alamat yang menghubungkan dokumen, file, halaman web lain) pada halaman tertentu, tertuju pada halaman yang lain.

Jumlah halaman web yang banyak membutuhkan algoritma pengurutan web agar halaman web yang lebih penting akan lebih diutamakan dalam pencarian. Hasilnya pengguna akan mendapatkan halaman web yang sesuai dengan kebutuhan mereka dan ketertarikan mereka setelah melakukan pencarian pada sebuah mesin pencari.

Keywords—Web, Graf, Algoritma, Simpul, Sisi.

I. PENDAHULUAN

Graf adalah bagian dari salah satu bahasan dalam struktur diskrit yang pada umumnya terdiri atas simpul (*vertex*) dan sisi (*edge*). Graf merupakan pasangan himpunan (V, E) . V adalah himpunan tidak kosong dari *vertex* dan E adalah himpunan sisi atau *edge* yang menghubungkan sepasang simpul dalam graf tersebut. Sebuah graf yang tidak memiliki sisi disebut dengan graf kosong. Sementara itu, sebuah graf yang memiliki sisi ke simpul lainnya disebut dengan graf lengkap.

Graf banyak digunakan dalam berbagai bidang. Penggunaan graf untuk merepresentasikan rangkain listrik, rangkaian pipa air dan pipa gas yang menjadi sebuah persoalan utilitas, struktur senyawa kimia, jaringan telepon, jalur kendaran dalam sebuah kota, dan masih banyak lagi. Graf digunakan untuk pemodelan struktur dengan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut.

Meskipun demikian, keunggulan-keunggulan World Wide Web ini juga menimbulkan permasalahan baru. Akibat strukturnya yang besar dan terus berubah, proses pencarian informasi juga semakin sulit. Oleh karena itu, diperlukan sebuah strategi untuk melakukan pencarian di dalam World Wide Web. Strategi ini dapat dikembangkan setelah kita mengetahui bagaimana struktur relasi yang menghubungkan antar halaman web.

Graf digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang rumit dibidang web network. Dalam melakukan pencarian pada suatu mesin pencari seperti google, pengguna ingin menemukan

hasil yang sesuai dengan ketertarikan mereka. Jumlah halaman web yang banyak memerlukan algoritma yang efektif untuk menentukan halaman web yang sesuai dengan ketertarikan si pengguna mesin pencari. Pengolahan data berupa link yang terdapat pada sebuah halaman web akan membuat link yang tersebut menjadi salah satu faktor penentu halaman web dinilai penting atau tidak oleh sebuah mesin pencari seperti google.

II. TERMINOLOGI GRAF

Dalam bagian berikut akan dibahas secara singkat mengenai jenis-jenis graf dan terminologinya.

2.1 Jenis Graf

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis :

a. Graf sederhana (*simple graf*)

Terdapat istilah gelang dan simpul ganda pada sebuah graf. Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki simpul ganda dan gelang.

b. Graf tak sederhana (*unsimple graf*)

Graf tak sederhana adalah graf yang memiliki sisi ganda atau gelang. Graf tak sederhana terdiri atas graf ganda yang memiliki sisi ganda dan graf semu yang selain memiliki sisi ganda.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi-sisinya jenis – jenis graf adalah :

a. Graf tak berarah (*undirected graf*)

graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah. Sisi yang memiliki orientasi arah disebut busur. Terdapat bagian awal dan terminal yang mengarah pada suatu simpul tertentu.

b. graf berarah (*directed graf*)

*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 *initial vertex* sedangkan simpul yang ditunjuk oleh tanda panah disebut juga simpul terminal atau *terminal vertex*.*

2.2 Terminologi Graf

Terdapat istilah-istilah penting yang digunakan dalam teori graf. Pertama adalah bertetangga (*adjacent*), dua buah simpul bertetangga apabila terdapat sebuah sisi yang menghubungkan langsung kedua simpul. Kedua, bersisian (*incident*), sebuah sisi diaktakan bersisian dengan simpul a dan b jika simpul a dan b terhubung secara langsung oleh sisi tersebut. Ketiga, simpul terpencil (*isolated vertex*) adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya. Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya kosong. Kelima, derajat (*degree*) jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Simpul berderajat satu disebut simpul anting-anting (*pendant vertex*). Lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus. Dua buah simpul dikatakan terhubung (*connected*) jika terdapat lintasan yang menghubungkan keua simpul tersebut. Sebuah graf terhubung jika semua simpulnya terhubung. 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 $G=(E,V)$ terhadap G' adalah $G''=(V_2E_2)$ sedemikian sehingga $E_2=E-E_1$ dan V adalah himpunan simpul dimana anggota-anggota E_2 bersisian dengannya. Subgraf merentang adalah subgraf yang mengandung semua simpul graf yang direntangnya. *Cut-set* himpunan sisi yang bila dibuang membuat graf menjadi tidak terhubung. Graf yang setiap sisinya diberi harga atau bobot disebut sebagai graf berbobot.

2.3 Graf Khusus

Dalam beberapa aplikasi terdapat beberapa graf sederhana yang sering dijumpai. Di antaranya :

a. Graf Lengkap

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 $n-1$.

b. Graf lingkaran

Graf lingkaran adalah graf sederhana yang setiap simpulnya berderajat 2. Graf lingkaran dengan n simpul diberi symbol C_n .

c. Graf teratur

Graf teratur adalah graf yang setiap simpulnya berderajat sama.

d. Graf bipartit

graf bipartit adalah graf yang himpunan simpulnya adalah 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 V_2 . Graf bipartit dilambangkan denan $K_{m,n}$ dengan m adalah jumlah simpul di V_1 dan n adalah jumlah simpul di V_2 .

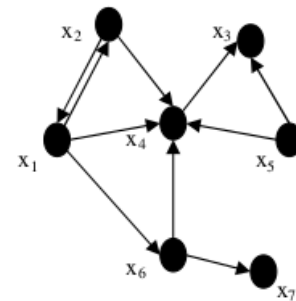
III. WORLD WIDE WEB

3.1 Model World Wide Web Sebagai Sebuah Graf

World wide web adalah sebuah sistem global yang terdiri

atas halaman web dan memiliki keterkaitan dengan halaman web yang lain menggunakan *hyperlink*. Halaman web ini dapat diakses menggunakan internet. World Wide Web diciptakan oleh Tim Berners-Lee dan peneliti lainnya di laboratorium energi tinggi CERN Geneva pada tahun 1989. Pada awalnya, WWW berfungsi sebagai sarana berbagi informasi antar peneliti di laboratorium tersebut. Sekarang, WWW telah berkembang menjadi repositori informasi global & sebuah media komunikasi baru. World Wide Web menyediakan ruang bagi kita untuk berbagi informasi secara global.

World wide Web mengimplementasikan graf berarah yang dihasilkan oleh *hyperlinks* sebagai penghubung antar situs; dikenal dengan istilah *web graph*. Untuk tujuan tersebut, sebuah halaman situs kita anggap sebagai sebuah simpul dan *hyperlink* sebagai sisi penghubung situs-situs tersbut. Sebagai contoh, pada gambar graf berarah dibawah ini, himpunan simpul $V=\{X_1, \dots, X_n\}$ adalah halaman-halaman situs dan $X_i \rightarrow X_j$ jika X_i mengandung sebuah *hyperlink* ke X_j .

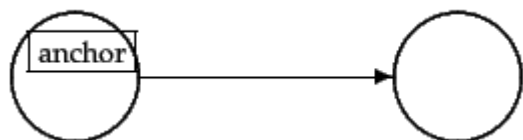


Gambar 1: *Web Graph* sebagai graf berarah.

Penelitian mengenai *web graph* ini menjadi menarik karena beberapa hal berikut. Pertama, mengenai struktur dari *web graph* telah banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas pencarian web (misalnya dalam *search engine*) dan juga digunakan untuk menemukan algoritma *pagerank* yang lebih akurat. Kedua, banyak informasi menarik lain yang dapat kita temukan dalam sebuah *web graph*, misalnya informasi mengenai ukuran dari *web graph* itu sendiri (derajat sebuah situs, jarak antara dua situs, dan lain-lain) atau bahkan informasi mengenai situs apa saja yang paling diminati pengguna saat ini.

3.2 Web Graph

Kita dapat melihat sebuah web statik yang terdiri atas halaman HTML bersamaan dengan *hyperlink* diantara mereka sebagai sebuah graf berarah. Setiap halaman web sebagai sebuah simpul dan setiap *hyperlink* sebagai sisi yang berarah.



Gambar 2: Dua simpul dari *web graph* yang dihubungkan oleh *link*.

Gambar diatas menunjukkan dua buah simpul A dan B dari sebuah web graph, setiap simpul berhubungan dengan halaman web, dengan *hyperlink* dari simpul A ke simpul B. Kita mengacu pada himpunan semua simpul dan sisi yang berarah sebagai sebuah web graph. Gambar diatas juga menunjukkan terdapat teks yang melingkupi *hyperlink* pada halaman A. Text ini adalah sebuah atribut pada bahasa HTML `<a>` yang mengacu pada *anchor text*. Seperti yang kita pikirkan, graf berarah ini tidak terhubung dengan kuta: ada beberapa halaman sehingga halaman yang lain tidak dapat melanjutkan dari satu halaman ke pasangan halaman yang lain dengan mengikuti *hyperlink*. Kita merujuk *hyperlink* ke halaman sebagai *in-link* dan halaman keluar sebagai *out-link*. Defenisi lain adalah *out-degree* yang merujuk pada jumlah halaman web yang berhubungan dengan halaman web tertentu.

Nodes	875713
Edges	5105039
Nodes in largest WCC	855802 (0.977)
Edges in largest WCC	5066842 (0.993)
Nodes in largest SCC	434818 (0.497)
Edges in largest SCC	3419124 (0.670)
Average clustering coefficient	0.5143
Number of triangles	13391903
Fraction of closed triangles	0.01911
Diameter (longest shortest path)	21
90-percentile effective diameter	8.1

Tabel 1: Representasi Graf salah satu web ternama

Halaman- halaman website dan konten-konten lain didalamnya dapat direpresntasikan sebagai sebuah graf. Perhatikan bahwa sebuah website terbentuk dari komponen-komponen berupa halaman-halaman web yang saling berhubungan. Konten-konten yang terdapat pada halaman website tentunya adalah sebuah graf terhubung atau *connected graf untuk setiap* pasang simpul dalam graf tersebut selalu terdapat *edges* yang menghubungkan keduanya. Perhatikan juga bahwa satu halaman web dengan halaman web lainnya tidak selalu bersifat dua arah. Sebuah link akan menunjuk pada satu halaman namun halaman tersebut tidak menunjuk ke halaman yang sebelumnya. Hal ini mengharuskan penggunaan graf berarah dalam memodelkan website.

3.3 Pengurutan Halaman Web

Pengurutan halaman Web pertama sekali diperkenalkan oleh pendiri google yaitu Larry Page dan Sergey Brin. Algoritma yang telah dipatenkan yang berfungsi menentukan situs web mana yang lebih baik penting/populer. *page rank* merupakan salah satu fitur dari mesin pencari Google.

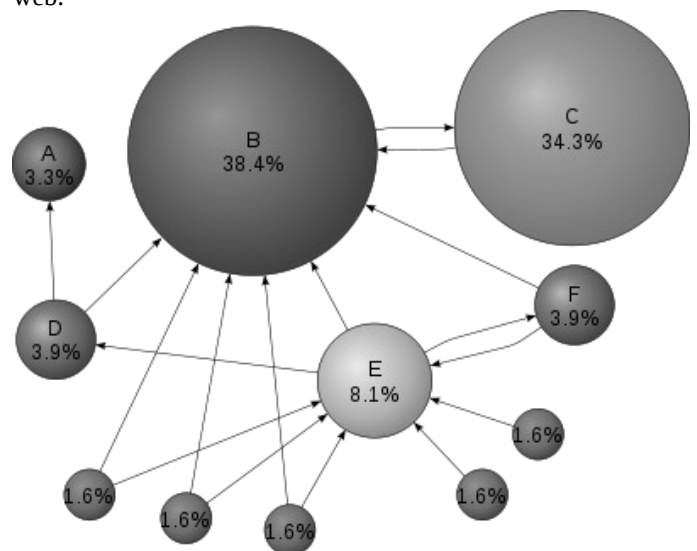
Pengurutan halaman web bekerja dengan menghitung nilai dan kualitas sebuah link sebuah halaman berdasarkan kepentingan dari web tersebut. Selain itu pengurutan halaman

bekerja dengan memperhitungkan seberapa banyak halaman web yang tertuju pada sebuah halaman web tertentu.

Pengurutan halaman web adalah sebuah algoritma analisis alamat dengan tujuan untuk menghitung kepentingan relatif dari himpunan halman web yang ada. Algoritmanya mungkin digunakan pada koleksi data berupa sumber. Sebuah situs akan semakin populer jika semakin banyak situs lain yang meletakkan tautan yang mengarah ke situsnya, dengan asumsi isi/konten situs tersebut lebih berguna dari isi/konten situs lain.

Peringkat halman dihitung dengan skala 1-10. Sebagai contoh sebuah situs yang mempunyai peringkat halaman 9 akan di urutkan lebih dahulu dalam daftar pencarian google daripada situs yang mempunyai peringkat halaman 8 dan kemudian seterusnya yang lebih kecil.

Banyak cara digunakan search engine dalam menentukan kualitas/rangking sebuah halaman web, mulai dari penggunaan isi dokumen, penekanan pada konten dan masih banyak teknik lain atau gabungan teknik yang mungkin digunakan. Popularitas alamat, sebuah teknologi yang dikembangkan untuk memperbaiki kekurangan dari teknologi lain yang bisa dicurangi dengan halaman yang khusus didesain untuk search engine atau biasa disebut *doorways pages*. Dengan algoritma pengurutan halaman web ini, dalam setiap halaman akan diperhitungkan link masuk dan link keluar dari setiap halaman web.



Gambar 3 : Diagram kepentingan pengurutan halam web

Pengurutan halaman web memiliki konsep dasar yang sama dengan popularitas alamat, tetapi tidak hanya memperhitungkan “jumlah” link masuk dan link keluar. Pendekatan yang digunakan adalah sebuah halaman akan dianggap penting jika sebuah halaman lain memiliki link ke halaman tersebut, sebuah halaman juga akan menjadi semakin penting jika halaman lain yang memiliki ranking tinggi mengacu ke halaman tersebut.

Dengan pendekatan yang digunakan pengurutan halaman web, proses terjadi secara berulang dimana sebuah rangking akan ditentukan oleh rangking dari halaman web yang rangkingnya ditentukan oleh rangking halaman web lain yang memiliki alamat ke halaman tersebut. Proses ini berarti suatu proses yang berulang. Di dunia maya, ada jutaan halaman web. Oleh karena itu, sebuah rangking halaman web ditentukan dari

struktur link dari keseluruhan halaman web yang ada di dunia maya. Sebuah proses yang sangat besar dan kompleks.

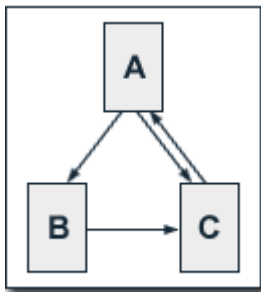
3.4 Random Surfer Model

Pengertian pengurutan halaman web diatas memiliki arti yang lain. Random surfer model memiliki pendekatan yang menggambarkan sesungguhnya yang dilakukan seorang pengunjung didepan sebuah halaman web. Ini berarti peluang atau probabilitas seorang user mengklik sebuah link sebanding dengan jumlah link yang ada pada halaman tersebut. Pendekatan ini yang digunakan pagerank sehingga pagerank dari link masuk (inbound link) tidak langsung didistribusikan ke halaman yang dituju, melainkan dibagi dengan jumlah link keluar (outbound link) yang ada pada halaman tersebut. Rasanya semua juga menganggap ini adil. Karena bisa anda bayangkan apa jadinya jika sebuah halaman dengan rangking tinggi mengacu ke banyak halaman, mungkin teknologi pagerank tidak akan relevan digunakan.

Algoritma page rank yang berbeda terdapat nilai N dari jumlah keseluruhan halaman web, jadi seorang user memiliki probabilitas mengunjungi sebuah halaman dibagi dengan total jumlah halaman yang ada. Sebagai contoh, jika sebuah halaman memiliki page rank 2 dan total halaman web 100 maka dalam seratus kali kunjungan dia mengunjungi halaman itu sebanyak dua kali.

3.5 Karakteristik dari Pengurutan Halaman Web

Web kecil yang terdiri dari tiga halaman A, B dan C, dimana halaman A link ke B dan C halaman, B link halaman ke halaman C dan C link halaman ke halaman A.



Gambar 4 : Ilustrasi Sederhana Pengurutan halaman web

Menurut Page dan Brin, faktor d redaman biasanya diatur ke 0,85, tetapi untuk menjaga sederhana perhitungan kita tetapkan ke 0,5. Nilai yang tepat dari d faktor redaman diakui memiliki efek pada PageRank, tetapi tidak mempengaruhi prinsip-prinsip dasar PageRank. Jadi, kita mendapatkan persamaan berikut untuk perhitungan PageRank:

$$PR(A) = 0,5 + 0,5 PR(C)$$

$$PR(B) = 0,5 + 0,5 (PR(A) / 2)$$

$$PR(C) = 0,5 + 0,5 (PR(A) / 2 + PR(B))$$

Persamaan ini dengan mudah dapat diselesaikan. mendapatkan nilai PageRank berikut untuk halaman tunggal:

$$PR(A) = 14/13 = 1,07692308$$

$$PR(B) = 10/13 = 0,76923077$$

$$PR(C) = 15/13 = 1,15384615$$

Hal ini jelas bahwa jumlah PageRanks semua halaman adalah 3 dan dengan demikian sama dengan jumlah halaman web. Sebagaimana ditunjukkan di atas ini bukan hasil yang spesifik untuk contoh sederhana. Sebagai contoh sederhana tiga-halaman itu mudah untuk memecahkan sistem persamaan sesuai untuk menentukan nilai PageRank. Dalam prakteknya, web terdiri dari miliaran dokumen dan tidak mungkin untuk menemukan solusi dengan inspeksi. Karena ukuran web yang sebenarnya, mesin pencari Google menggunakan suatu approximative, berulang perhitungan nilai PageRank. Ini berarti bahwa setiap halaman diberi nilai mulai awal dan PageRanks dari semua halaman yang kemudian dihitung beberapa didasarkan pada persamaan ditentukan oleh algoritma PageRank. Perhitungan berulang lagi akan digambarkan oleh tiga halaman contoh kita, dimana setiap halaman diberi nilai PageRank mulai dari 1.

3.6 Algoritma

Algoritma PageRank dijelaskan pada bagian berikut.

$$PR(A) = (1-d) + d (PR(T_1) / C(T_1) + \dots + PR(T_n) / C(T_n))$$

PR(A) adalah PageRank dari halaman A,

PR(T_i) adalah PageRank dari halaman T_i yang terhubung ke halaman A,

C(T_i) adalah jumlah link keluar pada halaman T_i dan

d adalah faktor redaman yang dapat diatur antara 0 dan 1.

1. Jadi, pertama-tama, kita melihat bahwa PageRank tidak menentukan peringkat situs web secara keseluruhan, namun ditentukan untuk setiap halaman satu per satu. Selanjutnya, PageRank halaman A didefinisikan secara rekursif oleh PageRanks dari halaman-halaman yang terhubung ke halaman A.

2. PageRank halaman T_i yang terhubung ke halaman A tidak mempengaruhi PageRank halaman A secara merata. Dalam algoritma PageRank, PageRank dari halaman T selalu dibobot dengan jumlah link keluar C(T) di halaman T. Ini berarti bahwa semakin banyak link keluar yang dimiliki halaman T, semakin sedikit halaman akan manfaat dari tautan ke itu di halaman T.

3. PageRank tertimbang dari halaman T_i kemudian ditambahkan. Hasil dari ini adalah bahwa inbound link tambahan untuk halaman A akan selalu meningkatkan PageRank.

4. Akhirnya, jumlah dari PageRanks tertimbang dari semua halaman T_i dikalikan dengan faktor redaman d yang dapat diatur antara 0 dan 1. Dengan demikian, perluasan manfaat PageRank untuk halaman dengan halaman lain yang menghubungkannya berkurang.

Lawrence Page dan Sergey Brin telah menerbitkan dua versi yang berbeda dari algoritma PageRank mereka di berbagai makalah. Pada versi kedua dari algoritma, PageRank dari halaman A diberikan sebagai:

$$PR(A) = (1-d) / N + d (PR(T_1) / C(T_1) + \dots + PR(T_n) / C(T_n))$$

dimana N adalah jumlah total dari semua halaman di web. Versi kedua dari algoritma, memang, tidak berbeda secara mendasar dari yang pertama. Mengenai Model Surfer Acak, PageRank versi kedua dari suatu halaman adalah probabilitas aktual bagi pengguna yang mencapai halaman tersebut setelah mengklik banyak tautan. PageRanks kemudian membentuk distribusi probabilitas melalui halaman web, sehingga jumlah semua halaman 'PageRanks akan menjadi satu.

Bertentangan, di versi pertama algoritma probabilitas untuk surfer acak yang mencapai halaman dibobot dengan jumlah total halaman web. Jadi, dalam versi ini PageRank adalah nilai yang diharapkan bagi surfer acak yang mengunjungi halaman, saat dia memulai ulang prosedur ini sesering web memiliki halaman. Jika web memiliki 100 halaman dan halaman memiliki nilai PageRank 2, surfer acak akan mencapai halaman itu rata-rata dua kali jika ia memulai ulang 100 kali.

Seperti disebutkan di atas, dua versi algoritma tidak berbeda secara mendasar satu sama lain. PageRank yang telah dihitung dengan menggunakan versi kedua dari algoritma tersebut harus dikalikan dengan jumlah total halaman web untuk mendapatkan PageRank yang sesuai yang seharusnya telah dihitung dengan menggunakan versi pertama. Bahkan Page dan Brin mencampuradukkan kedua versi algoritma tersebut dalam makalah mereka yang paling populer "Anatomi Mesin Pencari Web Hypertextual Skala Besar", di mana mereka mengklaim versi pertama dari algoritma tersebut untuk membentuk distribusi probabilitas melalui halaman web dengan jumlah semua halaman 'PageRanks menjadi satu.

IV MODEL

Pada bagian ini akan dibahas mengenai beberapa graf model yang diharapkan dapat membantu pemahaman mengenai studi struktural pada web graph. Terdapat beberapa alasan untuk memahami model-model tersebut:

1. Memudahkan kita untuk memodelkan berbagai struktur dari web graph.
2. Memudahkan kita untuk memprediksi perilaku-perilaku dari algoritma- algoritma yang dipakai dalam web graph.
3. Memudahkan kita untuk mempelajari sifat-sifat struktural pada word wide web, sehingga selanjutnya kita dapat mengambil manfaat dari hal-hal tersebut.
4. Memudahkan kita untuk memprediksi bentuk dari web graph di masa yang akan datang.

4.1 Model Random Graph

Awalnya, web graph dianggap serupa dengan sebuah random graph. Model random graph ini digunakan untuk menunjukkan bahwa selalu ada lintasan terpendek di antara sebarang situs. Dalam memodelkan sebuah web graph, digunakan graf yang berbeda dari random graph biasa.

V. KESIMPULAN

Graf merupakan salah satu materi yang ada dalam topik matematika diskrit. Graf merupakan sebuah struktur diskrit dimana graf direpresentasikan sebagai sebuah simpul dan sisi yang saling berhubungan.

Impelementasi dari graf sangat banyak. Melalui penerapan graf dibidang teknologi saya menghubungkannya pada pemodelan struktur world wide web. Halaman-halaman yang ada di internet dapat saling terhubung melalui representasi sisi yang mengacu pada hyperlink pada sebuah alamat web.

Dalam tulisan ini, saya telah mengambil topik yang cukup banyak digunakan setiap halaman di World Wide Web menjadi satu nomor, PageRank nya. PageRank adalah peringkat global dari semua halaman web, tidak peduli apa pun dari konten mereka, hanya berdasarkan alamat halaman dalam struktur grafik Web.

Dengan menggunakan PageRank, kita bisa menentukan hasil pencarian sehingga lebih penting dan pusat Web halaman diberi preferensi. Dalam tulisan ini ternyata memberikan hasil penelusuran berkualitas tinggi bagi pengguna. Intuisi di balik PageRank adalah penggunaan informasi yang bersifat external ke halaman Web mereka sendiri – alamat balik mereka, yang memberikan semacam review langsung. Selanjutnya, backlink dari alamat penting "halaman lebih penting daripada link balik dari halaman rata-rata. Ini termasuk dalam definisi rekursif PageRank.

PageRank dapat digunakan untuk memisahkan seperangkat dokumen biasa yang bisa digunakan menjawab sebagian besar pertanyaan. Database lengkap hanya perlu dikonsultasikan saat database kecil tidak cukup untuk menjawab kueri. Akhirnya, PageRank mungkin merupakan cara yang baik untuk membantu perwakilan halaman yang akan ditampilkan untuk cluster center.

Saya telah menemukan sejumlah aplikasi untuk PageRank selain mencari yang meliputi dan navigasi pengguna. Selain itu, kita bisa menghasilkan PageRanks yang dipersonalisasi yang bisa dibuat pandangan Web dari perspektif tertentu. Secara keseluruhan, dengan PageRank menunjukkan bahwa struktur grafik Web sangat berguna untuk berbagai tugas pencarian informasi.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah S. ,karena atas rahmat-Nya , penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Selain itu , penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T dan Ibu Harlili selaku dosen pengampu kuliah IF 2120 Matematika Diskrit yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.

VII REFERENSI

1. <https://nlp.stanford.edu/IR-book/html/htmledition/the-web-graph-1.html> Tanggal Akses 2 Des 2017. Pukul 07.00
2. <https://snap.stanford.edu/data/web-Google.html>. Tanggal Akses 3 Des 2017. Pukul 08.25
3. <http://pr.efactory.de/e-pagerank-algorithm.shtml>. Tanggal Akses 2 Des 2017. Pukul 20.00
4. Rosen, Kenneth H., Discrete Mathematics and Its Applications, 7 th , McGraw-Hill International, 2012.

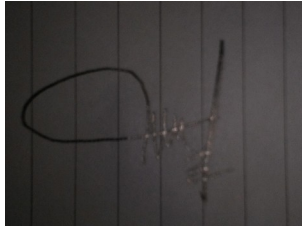
5. Web Design Principles Checklist, <http://mason.gmu.edu/~montecin/webdesign.htm>.
Tanggal Akses : 2 Desember 2017.

6. <http://www.cs.princeton.edu/~chazelle/courses/BIB/pagerank.htm>. Tanggal Akses 2 Des 2017. Pukul 20.00

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

A photograph of a handwritten signature in black ink on a dark, vertically-lined background. The signature is stylized and appears to be 'Regi Arjuna Purba'.

Regi Arjuna Purba (13516149)