

# Aplikasi Graf Pada Jaring Makanan

Teuku Reza Auliandra Isma  
13507035

Jurusan Teknik Informatika ITB, Bandung 40135, email: auliandra@students.itb.ac.id

**Abstract** – Makalah ini membahas aplikasi graf pada jaring makanan. Penentuan perilaku pada sebuah jaring makanan dapat dilakukan dengan menggunakan teori graf. Perilaku yang diamati pada makalah ini adalah tingkatan mangsa dan pemangsa. Dengan menggunakan graf kompetisi (competition graph) dan graf musuh (common enemy graph) kita bisa menentukan pemangsa tingkat puncak dan mangsa tingkat dasar. Graf kompetisi dan graf musuh diketahui dengan menggunakan digraf jaring makanan.

**Kata Kunci:** graf, jaring makanan, ekosistem.

## 1. PENDAHULUAN

Graf adalah struktur diskrit yang terdiri dari simpul (vertex) dan sisi (edge), atau dengan kata lain, graf adalah pasangan himpunan  $(V, E)$  di mana  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari vertex dan  $E$  adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul dalam graf tersebut.

Teori graf telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Graf seringkali digunakan untuk memodelkan struktur yang mengandung objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Salah satu keuntungan menggunakan graf adalah kita dapat memodelkan suatu masalah sulit kedalam sebuah graf sehingga masalah tersebut dapat lebih mudah diselesaikan.

Aplikasi dari teori graf yang akan dibahas pada makalah ini adalah masalah penentuan kompetisi yang terjadi pada jaring makan di sebuah ekosistem.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Graf

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

- Graf sederhana (simple graf)  
Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki gelang maupun simpul ganda.
- Graf tak sederhana (unsimple graf)  
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.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi-sisinya, graf dapat dibedakan menjadi dua jenis:

- Graf tak-berarah (undirected graf)  
Graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah.
- 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 inisial vertex sedangkan simpul yang ditunjuk oleh tanda panah disebut juga simpul terminal atau terminal vertex.

Jenis-jenis graf beserta sifatnya diringkas dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Jenis-jenis graf

Jenis	Sisi	Sisi Ganda	Sisi Gelang
Graf sederhana	Tak Berarah	Tidak boleh	Tidak boleh
Graf ganda	Tak Berarah	Dibolehkan	Tidak boleh
Graf semu	Tak Berarah	Dibolehkan	Dibolehkan
Graf berarah	Berarah	Tidak boleh	Dibolehkan
Graf ganda berarah	Berarah	Dibolehkan	Dibolehkan

Istilah-istilah penting yang digunakan dalam teori graf antara lain:

- Bertetangga (adjacent)  
Dua buah simpul dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung secara langsung oleh sebuah sisi.
- Bersisian (incident)  
Sebuah sisi dikatakan bersisian dengan simpul  $a$  dan  $b$  jika simpul  $a$  dan  $b$  terhubung secara langsung oleh sisi tersebut.
- Simpul terpencil (isolated vertex)  
Simpul terpencil adalah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.

d. Graf Kosong (null graph)

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya kosong.

e. Derajat (degree)

Derajat sebuah simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Simpul berderajat satu disebut simpul anting-anting (pendant vertex).

f. 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  $G$ .

g. Siklus (cycle) atau sirkuit (circuit)

Sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus.

h. Terhubung (connected)

Dua buah simpul dikatakan terhubung jika terdapat lintasan yang menghubungkan kedua simpul tersebut. Sebuah graf dikatakan graf terhubung jika semua simpulnya terhubung.

i. 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.

j. Upagraf Merentang (spanning subgraph)

Subgraf merentang adalah subgraf yang mengandung semua simpul graf yang direntangnya.

k. Cut-set

Himpunan sisi yang bila dibuang membuat graf menjadi tidak terhubung.

l. Graf berbobot (Weighted Graph)

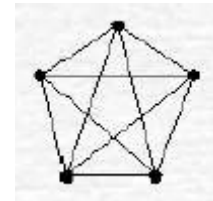
Graf yang setiap sisinya diberi harga atau bobot.

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

a. 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  $n - 1$ .

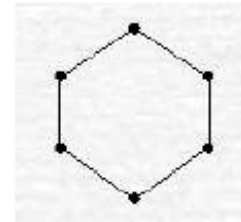
Gambar 2.1 Graf Lengkap  $K_5$



b. Graf Lingkaran

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

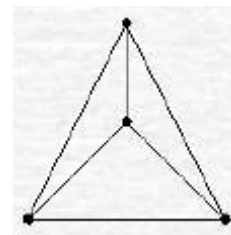
Gambar 2.2 Graf Lingkaran  $C_5$



c. Graf Teratur

Graf teratur adalah graf yang setiap simpulnya berderajat sama.

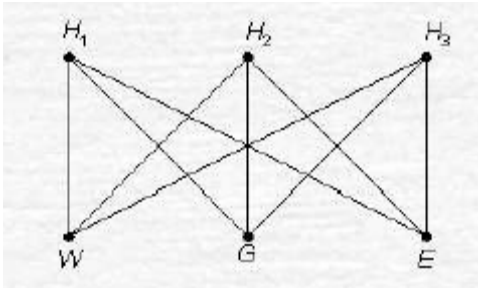
Gambar 2.3 Graf Teratur berderajat 3



d. Graf Bipartit

Graf bipartite 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  $V_2$ .

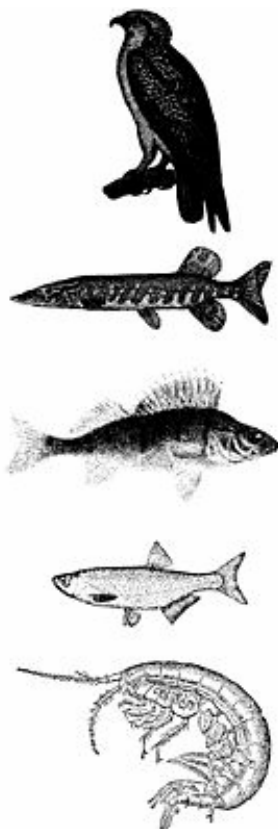
Gambar 2.4 Graf Bipartit  $K_{3,3}$



## 2.2. Rantai Makanan

Rantai makanan atau disebut juga jaringan makanan menjelaskan tentang hubungan makan-memakan antar spesies dalam sebuah ekosistem. Suatu spesies dihubungkan dengan spesies lain berdasarkan arah transfer energi. Rantai makanan biasa dilambangkan dengan graf berbobot (weighted graph) dengan bobot jumlah energi yang ditransfer.

Gambar 2.5 Rantai Makanan



## 2.3. Jaring Makanan

Jaring makanan adalah perluasan dari konsep rantai makanan yang merupakan jalur sederhana yang lanjut menjadi sebuah jaringan interaksi yang kompleks. Jaring makanan terbagi menjadi dua jenis:

### a. Grazing Web

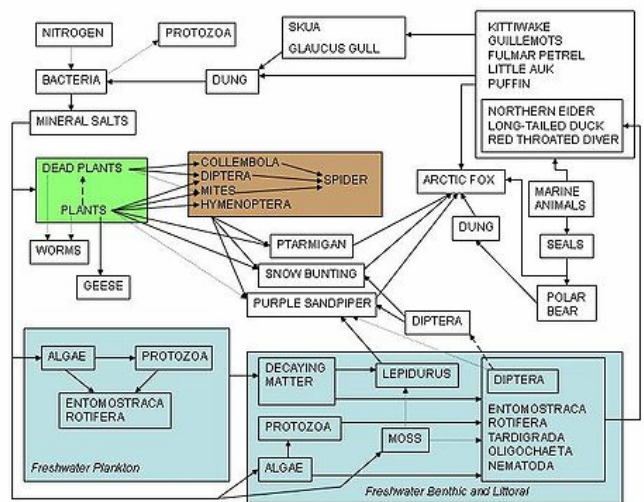
Jaring makanan yang tergolong pada jenis *Grazing Web* memulai jaringnya dari tumbuhan, ganggang atau plankton.

### b. Detrital Web

Jaring makanan yang tergolong pada jenis *Detrital Web* memulai jaringnya dari unsur organik seperti bakteri dan fungi.

Jaring makanan memiliki anggota yang sama seperti rantai makanan, yaitu: produsen, herbivor, dan karnivor.

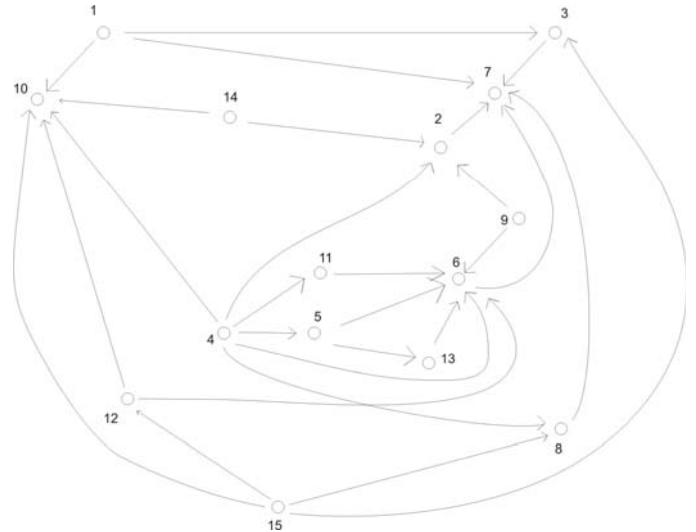
Gambar 2.6 Jaring Makanan jenis Detrital Web



Tabel 2.2 Jaring Makanan jenis Grazing Web

Spesies	Pemangsa	Mangsa
Beruang	-	Rusa, Tikus, Tumbuhan
Burung	Rubah, Kucing, Rakun	Tumbuhan
Rusa	Beruang, Serigala	Tumbuhan
Rubah	-	Burung, Ular, Serangga, Kelinci, Tikus, Salamander
Ular	Rubah	Serangga, Katak
Serangga	Rubah, Ular, Rakun, Salamander, Sigung, Katak	Tumbuhan
Tumbuhan	Beruang, Burung, Rusa, Serangga, Kelinci	-
Kelinci	Rubah, Serigala	Tumbuhan
Rakun	-	Burung, Serangga
Tikus	Beruang, Rubah, Sigung, Kucing, Serigala	-
Salamander	Rubah	Serangga
Sigung	Serigala	Serangga, Tikus
Katak	Ular	Serangga
Kucing	-	Burung, Tikus
Serigala	-	Rusa, Kelinci, Tikus, Sigung

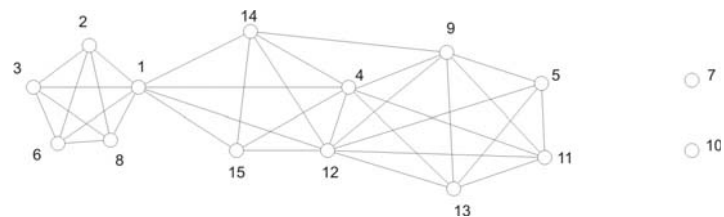
Gambar 3.1 Digraf D(V,A)



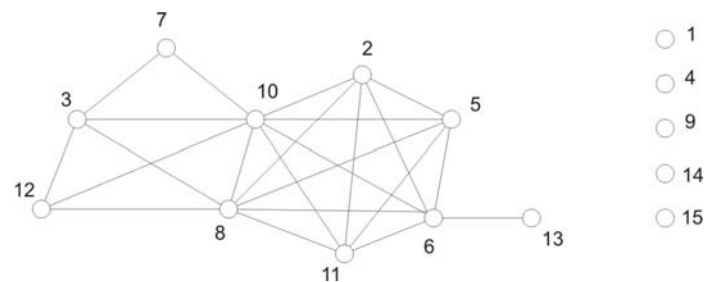
### 3.2 Graf Kompetisi dan Graf Musuh

Berdasarkan graf jaring makanan pada gambar 3.1, dapat dibuat graf tak-berarah  $K(D) = (V,E)$  dimana  $xy$  anggota  $E$  apabila  $x$  dan  $y$  memiliki mangsa yang sama dan graf tak-berarah  $M(D) = (V,E)$  dimana  $xy$  anggota  $E$  apabila  $x$  dan  $y$  memiliki pemangsa yang sama.  $K(D)$  adalah graf kompetisi dan  $M(D)$  adalah graf musuh.

Gambar 3.2  $K(D) = (V,E)$



Gambar 3.3  $M(D) = (V,E)$



## 3. ANALISA

### 3.1 Graf Jaring Makanan

Berdasarkan jaring makanan pada tabel 2.2, dapat dibuat sebuah digraf (graf berarah)  $D(V,A)$  dimana simpul menyatakan spesies dan arah dari spesies  $x$  menuju spesies  $y$  menyatakan  $x$  memangsa  $y$ .

1. Beruang
2. Burung
3. Rusa
4. Rubah
5. Ular
6. Serangga
7. Tumbuhan
8. Kelinci
9. Rakun
10. Tikus
11. Salamander
12. Sigung
13. Katak
14. Kucing
15. Serigala

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan graf kompetisi dan musuh kita dapat menemukan pemangsa tingkat puncak (*top level predator*) dan mangsa tingkat dasar (*base level prey*). Pemangsa tingkat puncak adalah simpul terpendek dari graf musuh atau simpul berderajat nol pada graf musuh. Mangsa tingkat rendah adalah simpul terpendek pada graf kompetisi atau simpul berderajat nol pada graf kompetisi. Apabila graf kompetisi memiliki  $E$  yang merupakan himpunan kosong maka tidak ada kompetisi pada jaring makanan tersebut dan demikian sebaliknya dengan graf musuh.

#### 5. KESIMPULAN

Graf memiliki ruang lingkup aplikasi yang sangat luas. Kegunaannya dalam mengamati perilaku sebuah jaring makanan bukan hanya yang disebutkan dalam makalah ini saja. Penelitian jaring makanan dengan menggunakan graf masih terus dikembangkan.

#### DAFTAR REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2006. Diktat Kuliah IF 2153 Matematika Diskrit, edisi keempat. Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- [2] [http://wikipedia.com/food\\_web.htm](http://wikipedia.com/food_web.htm) (Waktu akses: 4 Januari, 8.48 PM)
- [3] F. Roberts, *Application of Combinatorics and Graph Theory to the Biological and Social Sciences*, Springer-Verlag, 1988