

Aplikasi Graf dalam Permainan

Bambang Haryo Pramudio Bagus Anggito 13518080
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13518080@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Permainan berupa apapun dapat menggunakan graf dalam fitur permainannya. Makalah ini berisi aplikasi graf dalam permainan, maupun permainan itu digital atau bukan. Seperti ludo yang menggunakan graf untuk lahan dan trek permainan, papan ular tangga yang menggunakan graf dan aplikasi graf pada video game.

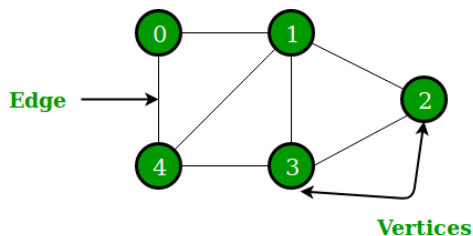
Keywords—Graf, Permainan, Peta, Video game.

I. PENDAHULUAN

Permainan dapat menjadi sesuatu yang sederhana dan dapat juga menjadi sesuatu yang kompleks. Permainan dapat sesederhana membalikan koin dan menunggu probabilitas hingga serumit *Magic: The Gathering* yang harus mengumpulkan kartu, menyusun 60 kartu dari kurang lebih 20.000 kartu dan menggunakannya untuk bertarung melawan orang lain. Permainan dapat dimainkan sebanyak nol pemain seperti *Conway's game of life* dan dapat juga dimainkan oleh banyak pemain seperti *The Jackbox Party Pack*. Permainan dapat berupa hal fisik seperti catur dan juga dapat berupa digital seperti *video game*. Terlepas dari itu semua, beberapa permainan mengimplementasikan graf dalam fitur permainannya.

II. LANDASAN TEORI

Graf adalah struktur non-linear yang terdiri dari kumpulan simpul (*vertex*) yang dapat terhubung melalui sisi (*edge*). Graf setidaknya memiliki satu simpul.



Gambar 1 Contoh graf

(<https://www.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/undirectedgraph.png> diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

Dalam teori graf dikenal beberapa istilah seperti,

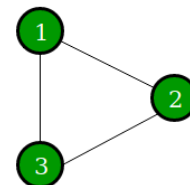
1. Tetangga
Sebuah node disebut bertetangga dengan node lain jika

kedua node tersebut terhubung melalui sisi. Pada gambar 1, simpul 0 bertetangga dengan simpul 1 namun tidak bertetangga dengan simpul 3.

2. Derajat
Derajat adalah banyaknya sisi yang terhubung pada suatu simpul. Pada gambar 1, simpul 1 dikatakan berderajat 4 karena terhubung dengan empat sisi yang menghubungkan simpul 1 dengan simpul 0, 2, 3 dan 4.
3. Beririsan
Sebuah sisi dikatakan beririsan dengan sebuah simpul jika sisi tersebut menghubungkan simpul. Pada gambar 1, sisi yang mengubungkna simpul 0 dan 1 beririsan dengan simpul 0 dan 1.
4. Lintasan
Lintasan menghubungkan satu simpul dengan simpul lainnya yang terhubung. Lintasan didefinisikan dengan runtutan simpul. Pada gambar 1, simpul 0 memiliki jalur ke simpul 2 yang dapat didefinisikan seperti ini.

$$P(0,2) = (1) \text{ atau } P(0,2) = (4,1,3)$$

5. Simpul terisolasi
Simpul yang tidak terhubung melalui sisi disebut simpul terisolasi. Pada gambar 1, simpul 2 akan menjadi simpul terisolasi jika sisi yang mehubungkan simpul 2 pada simpul 1 dan simpul 3 dihilangkan.
6. Siklus atau sirkuit
Lintasan yang berakhir pada simpul yang sama disebut siklus atau sirkui. Pada gambar 1, lintasan $P(1,1)$ dapat menjadi siklus dengan lintasan (3,2).



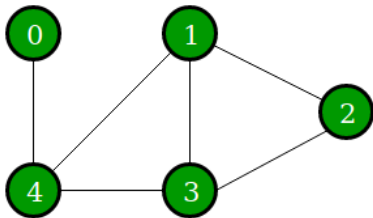
Gambar 2 Contoh siklus

(<https://www.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/undirectedgraph.png> (*edited*) diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

7. Terhubung

Dua buah simpul dikatakan terhubung jika memiliki lintasan. Pada gambar 1, simpul 0 dan simpul 3 terhubung.

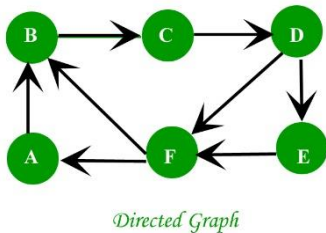
8. Upagraf
Upagraf adalah graf yang merupakan himpunan dari graf lain. Gambar 2 adalah upagraf dari gambar 1.
9. Upagraf rentang
Upagraf dikatakan upagraf rentang jika upagraf mengandung semua simpul graf utama. Gambar 3 merupakan salah satu upagraf rentang dari gambar 1.



Gambar 3 Contoh upagraf rentang
(<https://www.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/undirectedgraph.png> (edited) diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

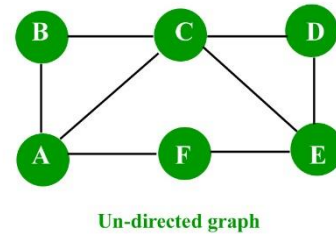
Berdasarkan jenis sisinya, graf dapat dibedakan menjadi dua yaitu graf berarah dan graf tak berarah.

1. Graf berarah
Graf berarah memiliki sisi yang menunjuk simpul. Sisi yang menunjuk tersebut menandakan bahwa simpul terhubung hanya satu arah. Pada gambar 4 simpul B terhubung dengan simpul C tetapi simpul C tidak terhubung dengan simpul B.



Gambar 4 Graf berarah
(<https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/directedgraph.jpg> diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

2. Graf tak berarah
Graf tak berarah memiliki sisi yang menghubungkan kedua simpul yang berlaku dua arah. Pada gambar 5 simpul B terhubung dengan simpul C dan simpul C terhubung juga dengan simpul B.

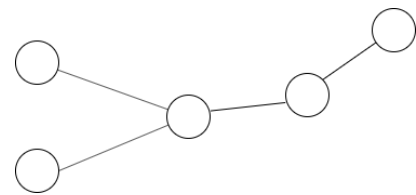


Gambar 5 Graf tak berarah

(<https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/undirected-graph.jpg> diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

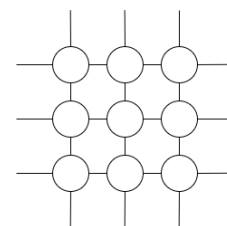
Berdasarkan ciri-cirinya, graf dapat dibedakan menjadi:

1. Graf terbatas
Graf terbatas memiliki ciri-ciri simpul dan sisinya terbatas.



Gambar 6 Graf terbatas
(Koleksi pribadi diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

2. Graf tak-terbatas
Graf tak-terbatas memiliki ciri-ciri simpul dan sisinya yang tidak terbatas.



Gambar 7 Graf tak-terbatas
(Koleksi pribadi diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

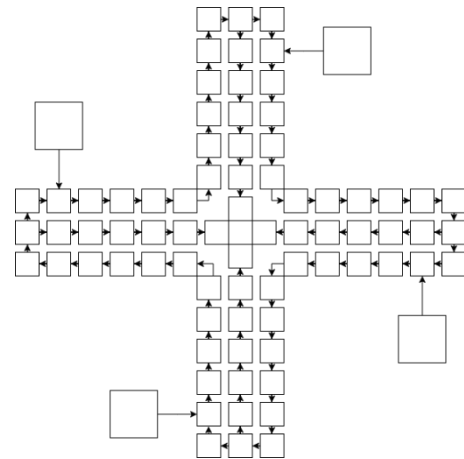
3. Graf trivial
Graf yang terdiri hanya satu simpul dan tidak memiliki sisi.
4. Graf sederhana
Pada graf sederhana tidak memiliki sisi saling paralel dan tidak memiliki sisi yang berisikan hanya dengan satu simpul (*loop*).
5. Multigraf
Graf memiliki sisi yang saling paralel namun tidak memiliki sisi yang berisikan hanya dengan satu simpul (*loop*).
6. Graf kosong

Graf kosong hanya memiliki simpul dan tidak memiliki sisi.

direpresentasikan dengan graf berarah berikut.

Graf dapat direpresentasikan menjadi matriks ketetanggaan dan matriks beririsan.

1. Matriks ketetanggaan
Elemen pada matriks ketetanggaan memiliki nilai 0 jika simpul kolom dan simpul baris bukan tetangga dan memiliki nilai 1 jika simpul kolom dan simpul baris adalah tetangga.
2. Matriks beririsan
Elemen pada matriks beririsan memiliki nilai 0 jika simpul pada baris tidak beririsan dengan sisi pada kolom dan memiliki nilai 1 jika simpul pada baris beririsan dengan sisi pada kolom.



Gambar 9 Graf ludo

(Koleksi pribadi diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

III. APLIKASI GRAF DALAM PERMAINAN

Graf digunakan dalam berbagai bidang seperti kimia, fisika, bisnis, dan permainan. Permainan menggunakan graf untuk merepresentasikan berbagai hal. Penggunaan graf dalam permainan sudah digunakan jauh sebelum ditemukannya komputer. Ludo dan ular tangga adalah contoh penggunaan graf dalam permainan bukan digital.

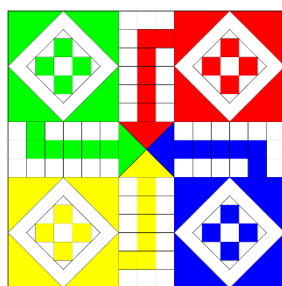
Kotak besar pada graf merepresentasikan lahan pemain dengan sisi mengarah pada trek, kotak kecil merepresentasikan trek kecuali 4 kotak kecil ditengah yang merepresentasikan tujuan akhir token. Kotak besar memiliki sisi yang mengarah pada trek yang berarti token dalam lahan hanya dapat bergerak masuk ke dalam trek yang ditunjuk. Kotak kecil memiliki sisi yang mengarah pada kotak kecil lainnya yang berarti token pada trek hanya dapat bergerak mengikuti arah yang ditunjuk oleh trek yang ditempati.

A. Ludo

Permainan ludo adalah permainan papan yang dimainkan oleh 2-4 pemain. Pada awal permainan, masing-masing pemain memiliki 4 token yang berada pada lahan masing-masing. Permainan dimulai dengan melempar dadu secara bergantian. Jika angka 6 muncul pada dadu, pelempar dadu dapat mengeluarkan token ke trek atau menjalankan token yang sudah ada di trek dan melempar dadu lagi. Selain angka 6, pelempar dadu harus menggerakkan token jika ada token yang dapat bergerak. Pelempar dadu dapat menentukan token yang bergerak jika terdapat lebih dari satu token pelempar dadu pada trek. Token bergerak searah jarum jam. Tujuan permainan adalah menggerakkan token hingga semua token berada pada tengah papan. Permainan berakhir jika tersisa 1 pemain yang tokennya belum masuk semua.

B. Ular Tangga

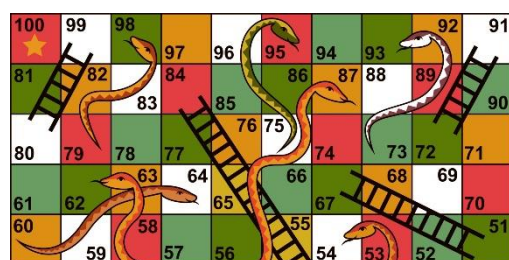
Ular tangga (*Snakes & Ladders*) adalah permainan papan yang dibuat berdasarkan permainan di India pada tahun 2 sebelum masehi. Ular tangga dapat dimainkan 2-6 pemain. Mula-mula seluruh token pemain berada di luar papan. Pemain bergantian melempar dadu dan menggerakkan token sesuai dengan angka yang muncul pada dadu. Jika muncul angka 6 pada dadu, pemain dapat melempar dadu lagi. Pada papan ular tangga terdapat ular dan tangga. Jika token pemain berhenti di petak yang terdapat kepala ular, maka token pemain berpindah posisi dan ditempatkan di ekor ular tersebut. Jika token pemain berhenti di petak yang terdapat ujung bawah tangga, maka token pemain berpindah posisi dan ditempatkan di petak yang ditempati ujung atas tangga. Jika pemain mendapat dadu yang melebihi petak yang tersisa maka token harus maju hingga petak terakhir dan mundur kembali. Pemain dikatakan menang jika tokennya berhasil berhenti di petak terakhir.



Gambar 8 Papan ludo

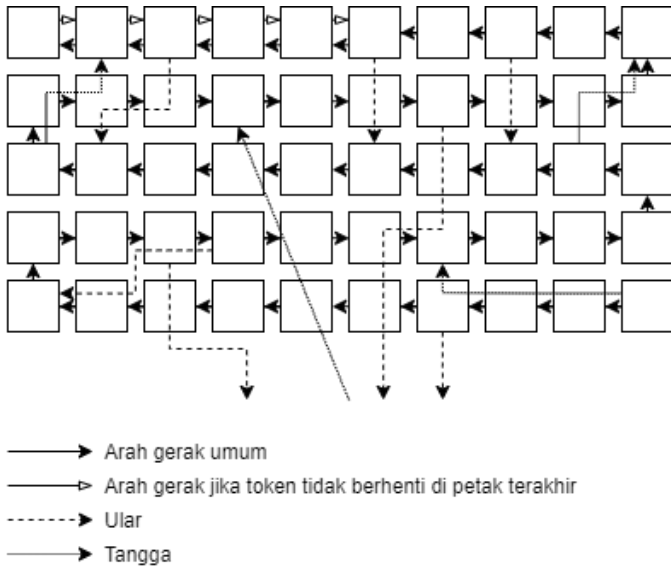
(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ludo_board.svg#/media/File:Ludo_board.svg diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

Pada permainan ludo, token bergerak searah jarum jam mengikuti trek. Permainan ludo sederhana dapat



Gambar 10 Papan ular tangga

(https://miro.medium.com/max/2000/1*Rpgz5awj07UpKRuD SzWk-Q.jpeg diakses pada tanggal 6 Desember 2019)



Gambar 11 Graf ular tangga
(Koleksi pribadi diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

Gambar 10 dapat direpresentasikan sebagai graf pada gambar 11. Pada enam petak terakhir dalam graf terdapat arah gerak yang berlawanan. Dengan arah gerak yang berlawanan tersebut, token pemain dapat bergerak mundur jika dadu melebihi petak terakhir dan token tidak berhenti di petak terakhir.

C. Video Game

Dalam *video game*, penggunaan graf sangat beragam. Graf dapat digunakan sebagai peta seperti pada *Final Fantasy Tactics Advance* dan *Ziggurat*.



Gambar 12 Peta *Final Fantasy Tactics Advance*
(<https://gamerroyalty.files.wordpress.com/2018/02/final-fantasy-tactics-advance-world-map.png?w=461&h=584> diakses pada 6 Desember 2019)

Dalam permainan *Final Fantasy Tactics Advances*, token

pada peta adalah simpul dan jalur merah pada peta adalah sisi. Hal unik dari peta dalam permainan ini adalah pergerakan pemain dalam peta mengikuti lintasan terpendek. Jika pemain berada di token hutan di kiri bawah dan ingin bergerak ke token kota yang berada di kanan bawah, pemain akan melewati token gunung dan melewati token dataran rumput. Keunikan dari hal tersebut adalah penggunaan algoritma *pathfinding* dalam permainan.



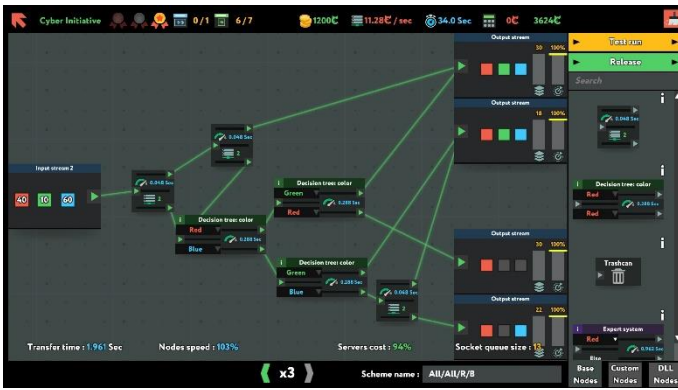
Gambar 13 Peta permainan *Ziggurat*
(<https://steamuserimages-a.akamaihd.net/ugc/556513875549360409/798EA454C72CEA8DB15E1F3625D9AB12AEAD9209/> (edited) diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

Pada permainan *Ziggurat*, peta dibagi menjadi beberapa tingkatan yang dapat dijelajahi. Saat memasuki suatu tingkat, pemain akan ditempatkan pada suatu ruangan. Pemain tidak diharuskan untuk menjelajahi setiap ruangan namun harus membunuh *boss* pada tingkat tersebut, sehingga pemain dapat mencari lintasan terpendek untuk menyelesaikan suatu tingkat. Keunikan dalam game ini adalah setiap kali kita memasuki suatu tingkat peta akan berubah sehingga tidak monoton.



Gambar 14 *Cell phone recipe Terraria*
(https://terraria.gamepedia.com/Cell_Phone diakses pada 6 Desember 2019)

Graf juga digunakan untuk mekanisme membuat barang dalam *Terraria*. *Terraria* memiliki banyak barang yang dapat dikumpulkan dan juga dibuat. Penggunaan graf untuk mendata barang bahan dan barang buatan mempermudah pemain dan pengembang untuk mengetahui bahan yang diperlukan dan mempermudah proses *debug* untuk pengembang.



Gambar 15 *while True: learn()* gameplay
(https://terraria.gamepedia.com/Cell_Phone diakses pada 6 Desember 2019)

Permainan *while True: learn()* menggunakan graf sebagai basis utama permainan tersebut. Tujuan dari permainan tersebut adalah mengirimkan paket yang bervariasi dengan efisien, tepat sasaran dengan pengeluaran terkecil. Dalam permainan, pemain dapat menggunakan simpul yang disediakan permainan atau dapat juga mendefinisikan simpul sendiri untuk menyelesaikan permainan. Permainan tersebut unik karena di dalamnya terdapat sedikit dasar dari *machine learning*.



Gambar 16 *Champion Skill Tree* di *Ragnarok Online*
(http://write.ratemyserver.net/wp-content/uploads/2008/09/skill_tree.png diakses pada tanggal 6 Desember 2019)

Permainan *Ragnarok Online* memiliki fitur pohon kemampuan atau *skill tree*. Fitur tersebut menggunakan graf unik yang beberapa simpulnya dapat diakses apabila pemain telah memenuhi persyaratan tertentu.



Gambar 17 *Pokemon Gold* battle
(https://cdn.wikimg.net/en/strategywiki/images/d/dc/PKMN_GS_Wild_Battle2.png diakses pada 6 Desember 2019)

Pada *Pokemon Gold* saat dalam mode pertarungan, pemain dapat memilih pada *menu* untuk menyerang ganti pokemon, menggunakan barang atau lari. Jika memilih selain lari, pemain akan diminta untuk memilih lagi. Penggunaan graf dalam konteks ini adalah *menu* yang terhubung dengan menyerang, ganti pokemon, menggunakan barang atau lari, dan masing masing pilihan tersebut terhubung dengan beberapa menu lainnya.

IV. KESIMPULAN

Graf memiliki aplikasi yang luas dalam permainan digital maupun bukan. Graf ada pada ular tangga, ludo, *video game* dan mungkin permainan lainnya. Graf pada ludo dan ular tangga dapat dimanfaatkan untuk lebih memahami permainan dan mempermudah pembuatan permainan secara digital. Memanipulasi graf dapat menciptakan fitur yang unik dalam sebuah permainan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya makalah ini dapat diselesaikan. Penulis berterima kasih kepada Dra. Harlili M.Sc selaku dosen IF2120 Matematika Diskrit yang telah memberi ilmu dan bimbingannya selama satu semester terakhir. Penulis juga berterima kasih kepada semua orang yang berkontribusi sebagai referensi dalam pengerjaan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Arneson, Erik <https://www.thesprucecrafts.com/chutes-and-ladders-snakes-and-ladders-411609>, diakses pada tanggal 6 Desember 2019
- [2] Munir, Rinaldi [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 tanggal 6 Desember 2019
- [3] Tim Geeks for Geeks, <https://www.geeksforgeeks.org/mathematics-graph-theory-basics-set-1/>, diakses pada tanggal 6 Desember 2019
- [4] Tim Geeks for Geeks, <https://www.geeksforgeeks.org/graph-types-and-applications/>, diakses pada tanggal 6 Desember 2019
- [5] Emerging Technology from the arXiv, <https://www.technologyreview.com/s/613489/magic-the-gathering-is-officially-the-worlds-most-complex-game/>, diakses pada tanggal 6 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, 6 Desember 2019



Bambang Haryo Pramudio Bagus Anggito 13518080