

Penerapan Graf dan Pohon dalam Civilization V

Muhammad Azam Iszuhri / 13513012
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
1351301@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Makalah ini membahas tentang penerapan graf dan pohon dalam permainan Civilization V, dalam makalah ini akan dibahas berbagai fitur dalam Civilization V yang menerapkan graf dan pohon.

Keywords—Civilization V, Graf, Game Strategi, Pohon.

I. PENDAHULUAN

Civilization V adalah game ber-genre strategi. Civilization V sendiri dibuat oleh Sid Meier dan mulai dirilis pada platform PC mulai September 2010.



Gambar 1.1 logo Civilization V

Tidak seperti game strategi lainnya yang biasanya menggunakan sumber daya untuk membangun dan membuat. Civilization sendiri lebih simple dalam masalah resource, kita hanya perlu membuat improvisasi pada petak-petak yang ingin kita improvisasi dan petak-petak tersebut tinggal kita pekerjakan dengan penduduk dari kota terdekat.

Selain itu dalam game ini terdapat berbagai fitur seperti production, food growth, science growth, dan culture growth. Keempat fitur tersebut merupakan fitur yang penting untuk mencapai kemenangan dalam permainan Civilization V. Production digunakan untuk menentukan seberapa cepat bangunan atau pasukan dibuat. Jumlah production di setiap kota sangatlah vital jika permainan sudah berlarut-larut dikarenakan jika teknologi yang dimiliki sudah sangat maju, maka pertarungan yang ada bukan lagi pertarungan science namun pertarungan pasukan. Food growth digunakan untuk menentukan seberapa cepat penduduk baru yang akan dilahirkan di sebuah kota. Food growth yang tinggi sangat berguna di awal dan tengah permainan karena semakin cepatnya penambahan jumlah penduduk maka semakin cepat pula science growth kita bertambah. Science growth digunakan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk meriset teknologi baru. Namun jika teknologi kita terlalu maju, peradabandi sekitar kita biasanya akan bersekutu dan menyerang peradaban kita. Culture growth berguna untuk

menentukan berapa lama untuk mendapatkan social policy yang baru dimana social policy tersebut sangat membantu dari awal hingga akhir permainan.



Gambar 1.2 tampilan game Civilization V

Adapun fitur yang tidak biasa pada Civilization V, ini adalah fitur City-States dimana kita bisa berteman ataupun menyatakan perang pada mereka. Tidak seperti peradaban pada umumnya, City-States tidak bisa membuat kota baru selain mengakuisisi kota dari peradaban lain dan uniknya city states tidak bisa menyatakan perang secara langsung kepada sebuah peradaban, City-States dapat menyatakan perang jika dan hanya jika sebuah peradaban A yang berteman dengannya menyatakan perang terhadap peradaban B, maka City-States tersebut juga akan menyatakan perang terhadap peradaban B atau jika City-States diserang oleh peradaban C maka City-States akan menyatakan perang dengan peradaban C. Status pertemanan kita terhadap City-States juga dipengaruhi oleh pengaruh kita terhadap City-States tersebut, kita dapat menaikkan pengaruh kita kepada City-States jika kita memberi gold atau menyelesaikan quest dari mereka. City-States sangat berguna dalam permainan dikarenakan bonus yang didapat dari pertemanan dengan City-States akan meningkat sepanjang waktu.

II. LANDASAN TEORI

A. Matematika Diskrit

Matematika Diskrit adalah cabang matematika yang membahas objek-objek diskrit. Diskrit adalah keadaan dimana benda yang terdiri dari sejumlah elemen yang berbeda dan berhingga atau elemen yang tidak bersambungan. Lawan dari diskrit adalah kontinu. Hal

yang dibahas pada matematika diskrit antara lain logika, teori himpunan, probabilitas, graf, pohon, dan lain-lain.

B. Graf

Graf merupakan salah satu topic dalam matematika diskrit yang digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara satu objek dengan objek lainnya. Representasi dari graf dengan menyatakan objek sebagai bulatan atau titik dan hubungan objek dengan garis.

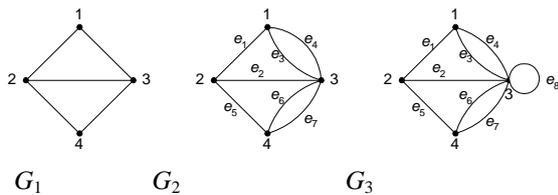
Graf $G = (V, E)$, yang dalam hal ini:

V = himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (*vertices*)

$$= \{ v_1, v_2, \dots, v_n \}$$

E = himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul

$$= \{ e_1, e_2, \dots, e_n \}$$



Gambar 2 (a) graf sederhana, (b) graf ganda, dan (c) graf semu

Contoh 1. Pada Gambar 2,

G_1 adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 4), (3, 4) \}$$

G_2 adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (2, 3), (1, 3), (1, 3), (2, 4), (3, 4), (3, 4) \}$$

$$= \{ e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7 \}$$

G_3 adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (2, 3), (1, 3), (1, 3), (2, 4), (3, 4), (3, 4), (3, 3) \}$$

$$= \{ e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8 \}$$

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

1. Graf sederhana (*simple graph*).

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi-ganda dinamakan graf sederhana. G_1 pada Gambar 2 adalah contoh graf sederhana.

2. Graf tak-sederhana (*unsimple-graph*).

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak-sederhana (*unsimple graph*). G_2 dan G_3 pada Gambar 2 adalah contoh graf tak-sederhana.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas 2 jenis:

1. Graf tak-berarah (*undirected graph*)

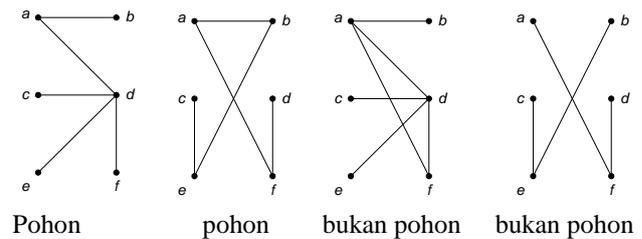
Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah. Tiga buah graf pada Gambar 2 adalah graf takberarah.

2. Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*)

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah. Dua buah graf pada Gambar 3 adalah graf berarah

C. Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit



Pohon

pohon

bukan pohon

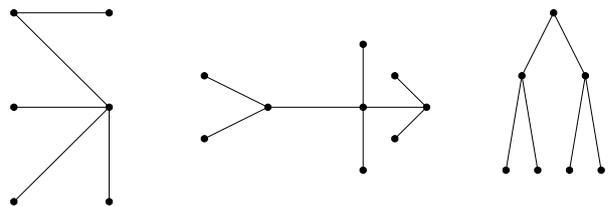
bukan pohon

Hutan adalah :

- kumpulan pohon yang saling lepas, atau
 - graf tidak terhubung yang tidak mengandung sirkuit.
- Setiap komponen di dalam graf terhubung tersebut adalah pohon.

Hutan yang terdiri dari tiga buah pohon

Berikut akan dijelaskan sifat-sifat pohon, yaitu :



Misalkan $G = (V, E)$ adalah graf tak-berarah sederhana

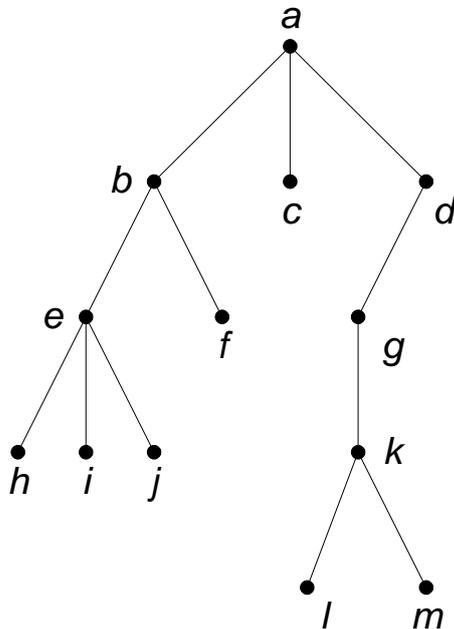
dan jumlah simpulnya n . Maka, semua pernyataan di bawah ini adalah ekuivalen:

1. G adalah pohon.
2. Setiap pasang simpul di dalam G terhubung dengan lintasan tunggal.
3. G terhubung dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.
4. G tidak mengandung sirkuit dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.
5. G tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan membuat hanya satu sirkuit.
6. G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan.

Teorema di atas dapat dikatakan sebagai definisi lain dari pohon.

Beberapa terminology pada pohon berakar adalah

1. Anak (*child* atau *children*) dan Orangtua (*parent*)
b, *c*, dan *d* adalah anak-anak simpul *a*, *a* adalah orangtua dari anak-anak itu.



2. Lintasan (*path*)
 Lintasan dari *a* ke *j* adalah *a, b, e, j*. Panjang lintasan dari *a* ke *j* adalah 3.

3. Saudara kandung (*sibling*)
f adalah saudara kandung *e*, tetapi *g* bukan saudara kandung *e*, karena orangtua mereka berbeda.

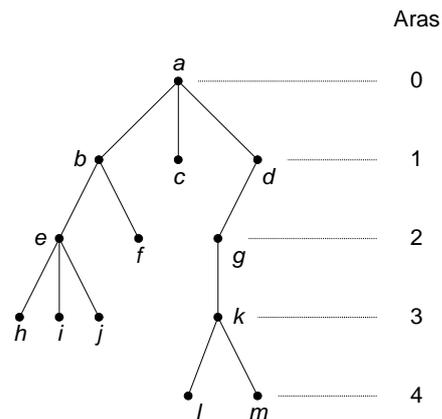
4. Upapohon (*subtree*)
 Yaitu simpul *b* dan *e* lalu daun *f, h, i, j*

5. Derajat (*degree*)
 Derajat sebuah simpul adalah jumlah upapohon (atau jumlah anak) pada simpul tersebut. Derajat *a* adalah 3, derajat *b* adalah 2, Derajat *d* adalah satu dan derajat *c* adalah 0. Jadi, derajat yang dimaksudkan di sini adalah derajatkeluar. Derajat maksimum dari semua simpul merupakan derajat pohon itu sendiri. Pohon di atas berderajat 3.

6. Daun (*leaf*)
 Simpul yang berderajat nol (atau tidak mempunyai anak) disebut daun. Simpul *h, i, j, f, c, l*, dan *m* adalah daun.

7. Simpul Dalam (*internal nodes*)
 Simpul yang mempunyai anak disebut simpul dalam. Simpul *b, d, e, g*, dan *k* adalah simpul dalam.

8. Aras (*level*) atau Tingkat



9. Tinggi (*height*) atau Kedalaman (*depth*)
 Aras maksimum dari suatu pohon disebut tinggi atau kedalaman pohon tersebut. Pohon di atas mempunyai tinggi 4.

Pohon *n*-ary adalah pohon berakar yang setiap simpul cabangnya mempunyai paling banyak *n* buah anak. Pohon *n*-ary dikatakan teratur atau penuh (*full*) jika setiap simpul cabangnya mempunyai tepat *n* anak.

Pohon keputusan berguna untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah ke solusi.

III. PENGGUNAAN MATEMATIKA DISKRIT PADA CIVILIZATION V

A. Social Policies Tree

Social Policies Tree dalam Civilization V sangat menentukan jalannya permainan, karena dengan mengambil social policies akan terdapat efek yang ditimbulkan. Di dalam permainan Civilization V kita diwajibkan mengambil Social Policy. Untuk mengambil Social Policy pun ada beberapa syarat yaitu harus mengambil Social Policy dasarnya sebelum mengambil Social Policy selanjutnya dan jumlah culture yang kita miliki sudah mencukupi atau tidak untuk mengambil social policy selanjutnya. Dengan sistem ini maka sistem pohon lah yang sesuai dengan Social Policies Tree.



Gambar 3.1 Social Policies Tree

B. Technology Tree

Technology Tree dalam permainan Civilization V menentukan dimana teknologi kita berada, semakin maju teknologi kita maka akan semakin kuat pula peradaban kita. Di dalam permainan Civilization V kita diwajibkan mengambil Technology Tree. Layaknya sistem dalam mengambil Social Policy, dalam pengambilan Technology ada beberapa syarat yang harus diambil yaitu harus telah mengambil Technology terdahulu untuk mengambil Technology selanjutnya. Dengan sistem ini maka sistem pohon lah yang sesuai dengan Technology Tree.



Gambar 3.2 Potongan Technology Tree

C. Trade Routes

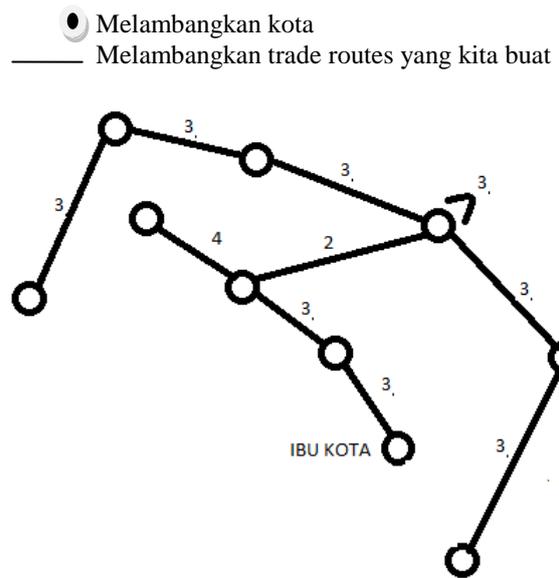


Gambar 3.3 Letak kota pada peradaban

Pada permainan Civilization V, trade routes sangatlah berguna untuk peradaban kita dikarenakan setiap kota yang terhubung dengan ibu kota peradaban kita menggunakan trade routes maka akan meningkatkan gold yang kita

peroleh. Trade routes pada permainan civilization V dapat dibangun melalui darat dan melalui air, jika dibangun melalui darat maka akan dibangun jalan dan membutuhkan biaya 1 gold tiap petaknya dan jika dibangun melalui laut maka akan dibangun pelabuhan dan membutuhkan biaya 3 gold tiap kotanya dan harus terhubung dengan pelabuhan di kota lain yang dimana kota lain tersebut harus sudah terhubung dengan ibu kota peradaban kita.

Pada gambar di atas, kota pada peradaban kita dilabeli dengan kotak berwarna hijau, dengan penggunaan teorema graf dan pohon maka didapatkan solusi bagaimana membangun trade routes antar kota agar semua kota terhubung dengan ibu kota peradaban kita dengan biaya seminimal mungkin. Dengan penggunaan teorema graf dan pohon didapatkan graf sebagai berikut :



Gambar 3.4 Trade Routes

Dari graf di atas diperoleh biaya minimum untuk menghubungkan semua kota dengan ibu kota peradaban, biaya tersebut merupakan penjumlahan seluruh bobot-bobot dari sisi-sisi graf di atas. Sehingga jumlah minimum untuk menghubungkan seluruh kota dengan ibu kota peradaban adalah 30 gold.

IV. BEBERAPA KESALAHAN UMUM

Civilization V merupakan permainan yang cukup berat dan membutuhkan spesifikasi yang tinggi untuk dapat memainkannya, sehingga sering terjadi crash. Biasanya ini terjadi ketika tiba-tiba ada beberapa benda yang menghilang dari peta, pemain masih bias memainkannya untuk beberapa saat namun suatu saat permainan Civilization V akan crash dan permainan sudah tidak dapat dilanjutkan kembali dan pemain harus memulai permainan dari awal lagi dikarenakan file penyimpanan sudah corrupt.

V. KESIMPULAN

Teori graf dan pohon banyak digunakan dalam permainan Civilization V. Dengan menggunakan teori graf dan pohon maka permainan jadi lebih menarik dan dapat dioptimalisasi seperti saat pemain diharuskan memilih social policies, technology tree, dan saat membuat jalan yang menghubungkan antar kota untuk mengoptimalkan kerja kota-kota tersebut.

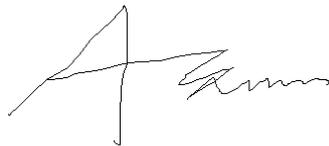
DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.geforce.co.uk/sites/default/files-world/screenshots/civilization-v/screenshot2.jpg>, 10 Desember 2014. 21:05 WIB
- [2] https://rameylady.files.wordpress.com/2014/07/civ5_oc_policies.jpg, 10 Desember 2014. 21:09 WIB
- [3] http://well-of-souls.com/civ/images/vexing_332techs_original.jpg, 10 Desember 2014. 22:11 WIB
- [4] Munir, Rinaldi. Slide Perkuliahan IF2120 Graf 2014, 9 Desember 2014. 21:20 WIB
- [5] Munir, Rinaldi. Slide Perkuliahan IF2120 hon 2014, 9 Desember 2014. 21:49 WIB

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, 10 Desember 2014



Muhammad Azam Iszuhri / 13513012