

Implementasi Pohon pada *Technology Tree*

Resa Kemal Saharso 13514109
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
resakemal@s.itb.ac.id

Abstrak—Salah satu sistem permainan pada RTS dan TBS adalah *technology tree* yang didasarkan pada struktur pohon. *Technology tree* menyediakan *upgrade* bertahap dari yang lemah menjadi kuat. Pemain diharuskan membuka *upgrade* yang lebih lemah dahulu untuk mengakses *upgrade* yang lebih kuat. Salah satu variasi *technology tree* pada permainan RPG adalah *skill tree* yang sangat serupa dengan *technology tree*.

Keywords—*pohon, upgrade, technology tree, skill tree*

I. PENDAHULUAN

Pada masa globalisasi ini, teknologi sudah berkembang sangat pesat. Salah satu hasil dari kemajuan teknologi adalah permainan, terutama permainan digital. Karena hidup manusia tidak terlepas dari bantuan mesin, tidak dapat dimungkiri bahwa permainan digital akan sangat berpengaruh kepada kehidupan manusia. Manusia yang jenuh berkerja dan berusaha setiap hari akan mencari sarana rekreasi yang singkat dan tidak banyak memakan waktu. Permainan digital, terutama permainan mobile yang dapat dimainkan pada *smartphone* merupakan solusi pintar untuk menghilangkan penat yang menumpuk.

Berbagai macam genre permainan telah berkembang saat ini, mulai dari RTS (*real-time strategy*), TBS (*turn based strategy*), RPG (*role playing game*), permainan balapan, permainan kartu dan banyak lagi. Beberapa permainan yang sekarang populer adalah DOTA, Clash of Clans, Call Of Duty, Brave Frontier, dan masih banyak lagi.



Gambar 1.1 Beberapa permainan yang populer saat ini

Namun, apakah yang membuat permainan ini menarik? Beberapa menilai bahwa *artwork* yang bagus dan enak dilihat, beberapa lagi menilai bahwa karakter dan cerita yang memikat. Namun, menurut penulis hal yang paling menarik dari sebuah permainan adalah mekanisme permainannya. Bagaimana permainan itu berjalan, mengatasi aksi-aksi dari pemain dan memberikan timbal balik yang sesuai, dsb. Salah satu mekanisme permainan yang menurut penulis menarik untuk diteliti adalah proses meningkatkan kekuatan pemain atau *upgrade*.

Upgrade adalah proses untuk meningkatkan sebuah aspek permainan yang berhubungan dengan pemain (biasanya pemain itu sendiri) dengan membayar sejumlah kekayaan/material yang dibutuhkan. Beberapa permainan mengimplementasikan *upgrade* apa adanya, namun permainan tertentu yang memiliki jumlah *upgrade* yang cukup banyak menggunakan sistem tertentu untuk mendistribusikan *upgrade* pada pemain. Sistem tersebut adalah *technology tree*.

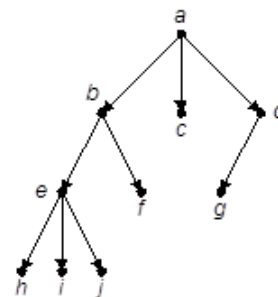
II. DASAR TEORI

A. Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mempunyai sirkuit. Misalkan $G = (V, E)$ maka G adalah sebuah pohon bila V merupakan himpunan simpul pada pohon dan E merupakan himpunan sisi pada pohon. Setiap pasang simpul pada pohon terhubung dengan lintasan tunggal. Bila sebuah pohon memiliki n simpul, maka pohon tersebut memiliki $n-1$ sisi.

B. Pohon Berakar

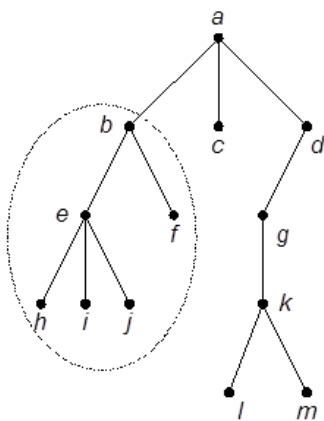
Pohon yang satu buah simpulnya dijadikan akar dan sisi-sisinya diberikan arah dinamakan pohon berakar.



Gambar 2.1 Pohon Berakar

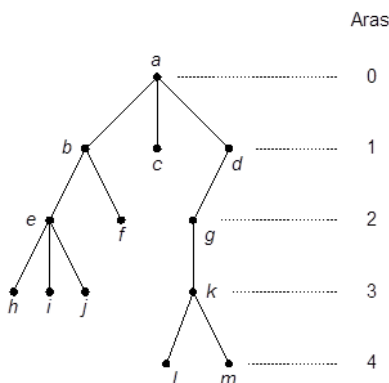
Pohon berakar memiliki beberapa terminologi, yaitu:

1. Anak (children) dan Orangtua (parent)
 Pada gambar 2.1 terlihat bahwa anak dari b adalah e, sedangkan orangtua dari g adalah d.
2. Lintasan (path)
 Lintasan dari simpul a ke h adalah a, b, e, h. Panjang lintasan tersebut adalah 3.
3. Saudara Kandung (sibling)
 Saudara kandung adalah simpul-simpul yang memiliki orangtua yang sama. e dan f adalah bersaudara, namun f dan g tidak bersaudara karena orangtua nya berbeda
4. Upapohon (subtree)
 Upapohon adalah pohon yang merupakan bagian dari sebuah pohon. Pada gambar 2.2 terlihat upapohon dari pohon tersebut.



Gambar 2.2 Upapohon dari sebuah pohon

5. Derajat (degree)
 Derajat sebuah simpul adalah jumlah anak dari simpul tersebut. Pada gambar 2.2, derajat b adalah 5 (e,f,h,i,j), derajat k adalah 2. Derajat pohon adalah derajat maksimal dari semua derajat simpul pada pohon.
6. Tingkat (level)
 Tingkat sebuah simpul adalah tingkatan sebuah simpul dihitung dari simpul teratas. Pada gambar 2.3, terlihat bahwa tingkat g adalah 2 dan tingkat c adalah 1. Tingkat simpul teratas adalah 0.



Gambar 2.3 Tingkat/Aras dari simpul-simpul pohon pada gambar 2.2

7. Tinggi (height) atau Kedalaman (depth)
 Tinggi sebuah pohon adalah tingkat maksimum simpul dari pohon itu. Tinggi pohon pada gambar 2.3 adalah 4.

C. Pohon n-ary

Pohon n-ary adalah pohon yang setiap simpulnya mempunyai maksimum n buah anak. Pohon n-ary dengan $n=2$ disebut pohon binary. Pohon n-ary teratur adalah pohon yang setiap simpulnya mempunyai tepat n buah anak.



Gambar 2.4 Tertiary tree atau pohon n-ary dengan $n = 3$

D. Upgrade

Definisi *upgrade* yang digunakan pada bahasan ini adalah proses untuk meningkatkan kualitas suatu hal. Istilah *upgrade* biasa digunakan pada permainan untuk meningkatkan suatu aspek pada permainan tersebut. Contohnya, pada permainan RPG pemain dapat mengupgrade *skill* agar *skill* tersebut menjadi lebih kuat. Atau pemain dapat mengupgrade armor pemain supaya dapat mengurangi pengurangan nyawa pemain bila diserang musuh.

Upgrade tidak hanya berlaku pada diri sendiri, namun juga pada hal lain. Pemain dapat membuat rumah dan mengupgrade nya menjadi lebih protektif. Jika pada suatu kota pemain sudah mengupgrade cukup banyak bangunan, kota tersebut akan berkembang dan bertambah besar.

Proses *upgrade* membutuhkan kriteria tertentu untuk dapat dijalankan. Pada permainan bergenre RTS, untuk membeli *upgrade* dibutuhkan uang dan material tertentu. Kemungkinan juga terdapat kriteria tambahan seperti sudah mempunyai gedung/unit tertentu. Pada permainan bergenre RPG, dibutuhkan sejumlah *skill point* yang biasanya didapatkan setiap kali pemain naik level pada permainan.

III. PEMBAHASAN

A. Technology Tree

Technology tree adalah sebuah sistem pada permainan RTS (*real-time strategy*) atau TBS (*turn based strategy*) dimana pemain dapat membeli *upgrade* menggunakan kekayaan pemain. Setelah membeli *upgrade* tersebut, akan tersedia satu atau lebih *upgrade* lainnya yang berhubungan dengan upgrade sebelumnya. Misalkan pada permainan Age Of Empires, pada awal permainan pemain diharuskan untuk membeli *upgrade* Town Center yang akan membuka *upgrade* Villager dan Houses yang bermanfaat untuk player.



Gambar 3.1 *Technology tree* pada permainan Age Of Empires. Bagian yang dilingkari adalah *upgrade* pertama yang tersedia untuk player.



Gambar 3.2 Dengan pemain membeli *upgrade* Town Center, *upgrade* untuk merekrut Villager dan membuat rumah terbuka.

Seiring permainan berjalan, *upgrade* yang tersedia akan semakin kuat untuk mengimbangi jalannya permainan yang bertambah sulit. Namun, *upgrade* yang lebih kuat tersebut tidak akan tersedia sebelum pemain membeli *upgrade-upgrade* sebelumnya yang lebih lemah. Untuk mencapai *upgrade* yang paling kuat, pemain harus “menelusuri” pohon untuk mencapainya. Ditambah lagi, *upgrade* yang lebih kuat akan lebih mahal dibandingkan *upgrade* sebelumnya, sehingga dibutuhkan strategi untuk memprioritaskan *upgrade* mana yang dibeli terlebih dahulu. Pada kebanyakan permainan, untuk mengakses *upgrade* yang lebih kuat dibutuhkan lebih banyak kriteria daripada mengakses *upgrade* yang lebih lemah, contohnya untuk mengakses *upgrade* pemain diharuskan sudah memiliki 3 *upgrade* lain.

Contoh lainnya adalah pada permainan Civilization V. *Upgrade* yang tersebar di seluruh era pada kebanyakan dapat dicapai melalui lebih dari satu lintasan.

Gambar 3.3 Pada gambar adalah *upgrade* dari 3 era pertama pada Civilization V. Kebanyakan *upgrade* dapat dicapai dengan lebih dari satu lintasan.

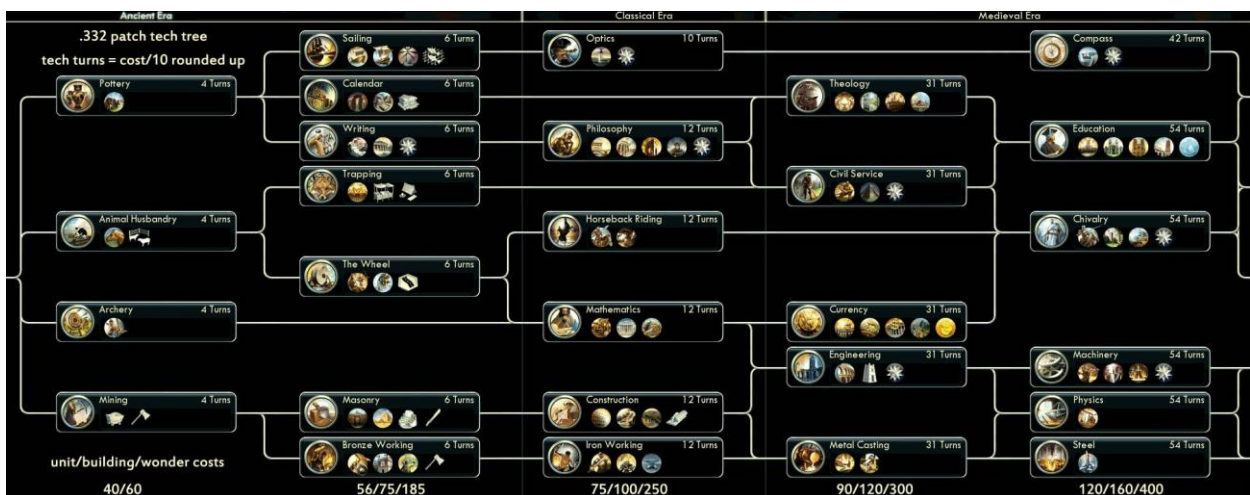
Terdapat banyak variasi dari cara kerja *technology tree*. Salah satu variasi adalah bila pemain sudah membeli *upgrade* pada sebuah cabang/bidang, pemain tidak dapat membeli *upgrade* pada cabang lain. Kemungkinan pemain diharuskan untuk membeli semua *upgrade* dan menyelesaikan cabang tersebut atau mungkin tidak diperbolehkan kembali ke cabang lain. Variasi lainnya adalah suatu *upgrade* membutuhkan *upgrade* dari beberapa cabang lainnya. Biasanya *upgrade* yang membutuhkan banyak *upgrade* lainnya dan sulit dicapai adalah *upgrade-upgrade* terakhir pada permainan yang terdapat di bagian bawah pada akar pohon. *Upgrade* tersebut adalah yang paling kuat di seluruh permainan.

Pada permainan RTS dan TBS yang memiliki banyak faksi/suku, beberapa permainan seperti StarCraft II mempunyai *technology tree* berbeda untuk setiap faksi, yaitu Zerg, Terran dan Protoss.



Gambar 3.4 *Technology tree* untuk faksi Zerg, Terran dan Protoss. Dapat dilihat bahwa masing-masing faksi mempunyai pohon yang berbeda strukturnya.

Konsep *Technology tree* sendiri pertama kali muncul pada permainan papan Civilization pada 1980. Seiring berjalannya waktu, permainan-permainan lain terutama RTS mulai mengadaptasi dan menggunakan *technology tree* sebagai salah satu sistem permainannya.



B. Skill Tree

Pada RPG (*role playing game*), terdapat sistem yang serupa dengan *technology tree* bernama *skill tree*. Bila pada RTS *technology tree* digunakan untuk meningkatkan kekayaan dan kekuatan pemain untuk melawan musuh, *skill tree* digunakan untuk meningkatkan status serta menambah *skill* yang dimiliki pemain. Setiap kali level pemain meningkat, pemain mendapatkan satu *skill point* atau lebih yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan pemain dalam bentuk status (STR,INT,SPD) atau *skill*. Sama seperti *technology tree*, *upgrade* yang lebih kuat hanya bisa didapatkan setelah membeli *upgrade* yang lebih lemah. Namun, biasanya setiap *upgrade* hanya bernilai satu *skill point* karena pemain hanya dapat mendapatkan *skill point* setiap kali naik level, dan dengan setiap level *experience* yang dibutuhkan untuk naik level bertambah.

Beberapa permainan seperti *Borderlands 2* memiliki sistem *skill tree* yang lebih kompleks; tidak terdapat opsi untuk menaikkan status, namun setiap *upgrade* *skill* yang dibeli mempunyai level tersendiri. Pemain dapat memakai poinnya untuk menaikkan level *skill* daripada membuka *skill* baru yang menyebabkan efek *skill* tersebut menjadi lebih kuat. Kadangkala meningkatkan level sebuah *skill* hingga maksimal akan menyebabkan *skill* tersebut mendapatkan efek khusus karena levelnya sudah maksimal.



Gambar 3.5 *Skill tree* untuk karakter kelas Gunzerker pada *Borderlands 2*. Beberapa *skill* dapat diupgrade menjadi lebih kuat.

Salah satu contoh lain adalah *skill tree* dari permainan *Fallout 4*. Terdapat opsi untuk menambah status, dan *upgrade-upgrade* lainnya yang tersedia bergantung pada status player; maksud dari hal ini adalah pemain dapat membuka *upgrade* yang lebih kuat dan mengacuhkan *upgrade* yang lebih lemah asalkan status (dan level) pemain memenuhi kriteria yang dibutuhkan.

Misalkan pemain menginginkan *skill* yang membutuhkan 9 INT namun hanya memiliki 7 INT, pemain dapat menggunakan 2 poin untuk meningkatkan status INT menjadi 9 dan 1 poin lagi untuk membuka *skill* tersebut.



Gambar 3.6 *Skill tree* pada *Fallout 4*. Jika pemain memiliki 4 AGI, pemain dapat membuka *upgrade* pada lingkaran merah namun bukan *upgrade* pada lingkaran kuning yang membutuhkan 5 AGI.

Berbeda dengan *technology tree* yang memungkinkan pemain terjebak pada suatu cabang pohon, pada umumnya *skill tree* bersifat lebih bebas dalam pemilihan *upgrade* yang tersedia. Pemain dapat fokus terlebih dahulu kepada status, *skill*, atau keduanya.

Perbedaan lainnya antara *skill tree* dan *technology tree* adalah pada beberapa permainan yang mempunyai beberapa cabang *upgrade*, player tidak dapat mengambil semua *upgrade* yang ada. Maksudnya adalah keseluruhan *skill point* yang tersedia untuk mengambil *upgrade* pada permainan kurang dari total poin yang dibutuhkan untuk mengambil semua *upgrade* yang ada. Hal ini terjadi karena pemain diharapkan untuk fokus dan menyelesaikan hanya satu atau beberapa cabang *upgrade*. Contohnya adalah pada permainan *Elder Scrolls V : Skyrim*. Sebelum update *Legendary Skill*, dengan level maksimum 80 pemain hanya mendapatkan 50 *skill point*, sedangkan untuk membuka semua *skill* (bukan meningkatkan semua level *skill* hingga maksimum) dibutuhkan lebih dari 200 *skill point*.



Gambar 3.7 Terdapat 18 cabang *upgrade* pada *Skyrim* dengan sekitar 10+ *skill* pada setiap cabang. Dengan hanya 50 poin, pemain tidak akan punya cukup *skill point* untuk membuka semua *skill*.

IV. KESIMPULAN

Implementasi pohon pada *technology tree* telah membuat sistem yang memecahkan masalah cara memberikan *upgrade* pada pemain tanpa membiarkan pemain mengambil *upgrade* yang lebih kuat terlebih dahulu. Konsep pohon digunakan karena:

1. Memaksa pemain untuk membuka *upgrade* yang lebih lemah terlebih dahulu agar permainan tetap seimbang
2. Pemain tidak dapat langsung membeli *upgrade* terkuat sehingga permainan berjalan lebih lama
3. Memberikan lebih banyak opsi *upgrade* kepada pemain secara teratur agar pemain tidak jenuh dalam memilih *upgrade*

Namun menurut penulis, kelemahan dari *technology tree* ini adalah awal permainan akan terasa lebih lambat karena pengumpulan kekayaan lebih lambat daripada nanti saat sudah mendekati akhir permainan. Tetapi ini adalah konsekuensi agar keseluruhan permainan tetap stabil dan menyenangkan bagi pemain.

Semoga kedepannya *technology tree* dapat terus berkembang dan membuat permainan-permainan lebih menarik.

REFERENSI

- [1] Rollings, Andrew; Ernest Adams (2009). "Fundamentals of Game Design 2nd Edition". New Riders.
- [2] Munir, Rinaldi, Matematika Diskrit. Bandung : Penerbit Informatika, Palasari
- [3] http://ageofempires.wikia.com/wiki/Age_of_Empires_Tech-Tree
Diakses pada 6 Desember 2015, pukul 20.04 WIB
- [4] http://civilization.wikia.com/wiki/List_of_technologies_in_Civ5
Diakses pada 6 Desember 2105, pukul 20.36 WIB
- [5] <http://www.gosugamers.net/starcraft/news/10148-official-starcraft-ii-tech-trees> Diakses pada 7 Desember 2015, pukul 17.25
- [6] <http://borderlands.wikia.com/wiki/Skill> Diakses pada 9 Desember pukul 19.43
- [7] http://fallout.wikia.com/wiki/Fallout_4_perks Diakses pada 9 Desember 21.22
- [8] [http://elderscrolls.wikia.com/wiki/Skills_\(Skyrim\)](http://elderscrolls.wikia.com/wiki/Skills_(Skyrim)) Diakses pada 9 Desember 21.45

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 2015



Resa Kemal Saharso 13514109