

Penggunaan Pohon Keputusan dalam *Video Game* dengan *Nonlinear Gameplay*

Fatur Rahman / 13517056¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹author@itb.ac.id

Abstract—A video game is an electronic game that involves interaction with a user interface to generate visual feedback on a video device. Choice-based game also known as decision-based game is a type of video game that employs nonlinear gameplay. Games that employ linear storyline will force the player to a fixed ending, while games that employ nonlinear storyline or branching storylines will take account player's actions or player's choices as important aspect and will influence the game ending. Consequently, games with branching storylines will have multiple endings. In this paper, author will discuss how decision tree is used in making games with nonlinear gameplay.

Keywords—decision tree, nonlinear gameplay, video game, choice, branching storylines.

I. PENDAHULUAN

Permainan video (*video game*) adalah permainan yang menggunakan interaksi dengan antarmuka pengguna melalui gambar yang dihasilkan oleh piranti video. Dewasa ini, ada banyak jenis permainan video. Salah satunya yaitu permainan video yang berbasis pilihan (*choice-based or decision-based*). Permainan video berbasis pilihan adalah permainan yang menggunakan alur cerita yang nonlinear. Artinya, akhir permainan tergantung oleh aksi-aksi atau pilihan-pilihan yang dilakukan oleh pemain. Permainan yang menggunakan alur linear adalah permainan yang akhirnya tidak ditentukan oleh aksi pemain. Namun, lebih umum bagi suatu permainan untuk menggunakan narasi interaktif, yaitu pemain harus berinteraksi dengan elemen-elemen tertentu dalam game sebelum alur ceritanya dilanjutkan kembali, atau narasi nonlinear yang kejadian-kejadian dalam permainan digambarkan oleh susunan yang nonkronologis. Banyak permainan yang menawarkan akhir yang prematur ketika pemain tidak mampu memenuhi suatu tujuan dalam permainan, tetapi akhir prematur itu biasanya lebih dianggap sebagai halangan daripada dianggap sebagai akhir permainan. Jadi, bahkan permainan video dengan alur linear pun membutuhkan interaksi pemain dengan dunia permainan selama permainan dimainkan.[1]

Dewasa ini, beberapa permainan mulai menawarkan tidak hanya satu akhir cerita. Permainan video mulai menawarkan beberapa pilihan sehingga menjadikan alur cerita yang bercabang (*branching storylines*), yang disebut sebagai narasi interaktif, yang dapat dikendalikan oleh pemain pada titik tertentu dalam permainan. Dalam suatu waktu pemain akan

diberikan sebuah pilihan yang akan menentukan cabang mana yang akan dipilih. Sebagai contoh yaitu seri permainan video *Mass Effect* yang menawarkan berbagai petualangan yang menggunakan aksi-aksi dan pilihan-pilihan pemain untuk menentukan akhir cerita permainan tersebut. Efek-efek dari aksi atau pilihan tersebut mungkin tidak akan langsung terlihat. Cabang-cabang cerita bisa menyatu atau memisah pada berbagai titik dalam cerita, namun jarang bisa dimundurkan kembali. Beberapa permainan bahkan mengizinkan untuk memulai permainan pada titik yang berbeda, salah satu caranya yaitu dengan memilih karakter utama yang berbeda untuk dimainkan[1].



Gambar 1.1 *Mass Effect*, sebuah permainan dengan alur cerita bercabang

Sumber :

https://store.steampowered.com/app/17460/Mass_Effect/

Meskipun beberapa mekanisme permainan video yang bercabang telah diujicobakan sejak tahun 90-an, industri permainan lebih memilih alur cerita yang linear dikarenakan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk membuat permainan yang nonlinear lebih besar. Hal tersebut terjadi karena hanya satu alur permainan tanpa mempedulikan pilihan-pilihan yang mungkin dibuat pemain dalam pembuatan permainan beralur linear. Alur yang nonlinear meningkatkan kemungkinan *bug* atau ketidakmasukakalan jika tidak dilakukan pengujian yang tepat meskipun alur nonlinear memberikan kebebasan yang lebih pada pemain. Beberapa pemain juga memberi respon buruk terhadap cerita yang bercabang karena sangat sulit dan membosankan bagi mereka untuk menikmati seluruh konten permainan secara menyeluruh. Sebagai kompromi antara alur linear dan alur bercabang, terdapat permainan yang menawarkan

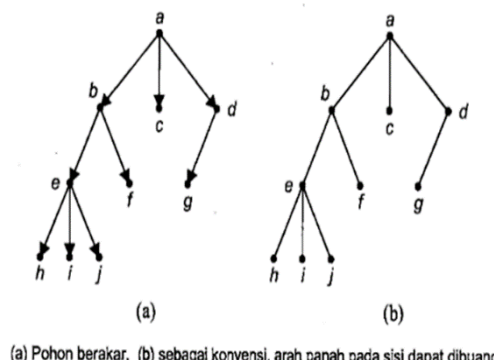
titik percabangan namun pada akhirnya akan bergabung kembali menuju satu akhir cerita sehingga memberikan kesan permainan nonlinear.[1]

Dewasa ini, permainan-permainan yang menggunakan alur bercabang atau alur nonlinear sudah cukup banyak. Konsep alur bercabang atau alur nonlinear pada umumnya digunakan oleh dua jenis permainan video yaitu *visual novels* dan *role-playing games*. *Visual novels* kerap menggunakan banyak alur bercabang untuk menghasilkan banyak akhir cerita. Pada suatu titik pemain akan diberikan pilihan yang akan mengubah jalan cerita, salah satu contohnya adalah *999: Nine Hours, Nine Persons, Nine Doors*. *Role-playing games* juga kerap menggunakan alur cerita yang bercabang, salah satu contohnya adalah seri *Mass Effect*.

Struktur alur cerita yang bercabang atau nonlinear tersebut dapat sepenuhnya digambarkan oleh pohon keputusan (*decision tree*). Dalam dunia pemrograman, sebuah pohon adalah sesuatu yang umum dalam penggambaran berbagai hasil berbeda yang diakibatkan oleh pilihan berbeda.

Semua pernyataan di atas juga adalah definisi lain dari pohon.[2]

Pohon keputusan adalah pohon berakar. Pohon berakar (*rooted tree*) adalah pohon yang sebuah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi-sisinya diberi arah menjauh dari akar.[2]



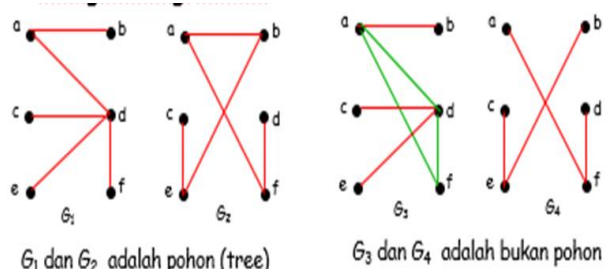
Gambar 2.1.2 Contoh Pohon Berakar

Sumber : <http://poetra70.blogspot.com/2015/09/pohon-matematika-diskrit.html>

II. POHON

2.1 Pengertian Pohon

Pohon adalah sebuah graf yang khusus. Secara geometri, graf adalah sekumpulan simpul di dalam bidang dua dimensi yang dihubungkan oleh sekumpulan garis (sisi). Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit.[2]



Gambar 2.1.1 Contoh Pohon

Sumber : <http://poetra70.blogspot.com/2015/09/pohon-matematika-diskrit.html>

Pada gambar di atas G_1 dan G_2 adalah pohon, G_3 bukan pohon karena terdapat sirkuit yaitu a, d, f, a , dan G_4 bukan pohon karena tidak terhubung. [2]

Berikut adalah sifat-sifat graf yang membuat graf G , G adalah graf tak-berarah sederhana dan jumlah simpulnya n , dikategorikan sebagai pohon.

1. G adalah pohon.
2. Setiap pasang simpul di dalam G terhubung oleh 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 (jembatan adalah sisi yang bila dihapus menyebabkan graf terpecah menjadi dua komponen).

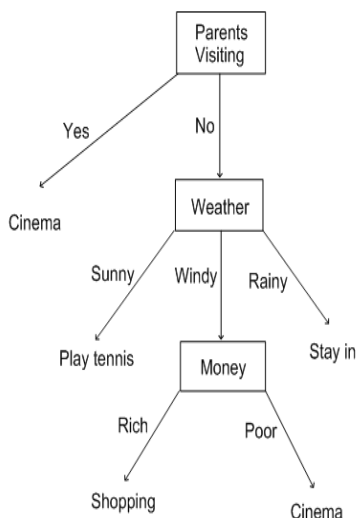
Berikut adalah beberapa terminologi penting pada pohon berakar.

1. Anak (*child* atau *children*) dan Orangtua (*parent*)
Simpul y dikatakan anak simpul x jika ada sisi dari simpul x ke y . Dalam hal demikian, x disebut simpul orangtua y .
2. Lintasan (*path*)
Lintasan dari simpul v_1 ke simpul v_k adalah runtunan simpul-simpul v_1, v_2, \dots, v_k sedemikian sehingga v_i adalah orangtua dari v_{i+1} untuk $1 \leq i < k$. Panjang lintasan adalah jumlah sisi yang dilalui dalam suatu lintasan, yaitu $k - 1$.
3. Keturunan (*descendant*) dan Leluhur (*ancestor*)
Jika terdapat lintasan dari simpul x ke simpul y di dalam pohon, maka x adalah leluhur dari simpul y , dan y adalah keturunan simpul x .
4. Saudara kandung (*sibling*)
Simpul yang berorangtua sama adalah saudara kandung satu sama lain.
5. Upapohon (*subree*)
Misalkan x adalah simpul di dalam pohon T . Yang dimaksud upapohon dengan x sebagai akarnya ialah upagraf $T' = (V', E')$ sedemikian sehingga V' mengandung x dan semua keturunannya dan E' mengandung sisi-sisi dalam semua lintasan yang berasal dari x .
6. Derajat (*degree*)
Derajat sebuah simpul pada pohon berakar adalah jumlah upapohon (atau jumlah anak) pada simpul tersebut.
7. Daun (*leaf*)
Simpul yang berderajat nol (atau tidak mempunyai anak) disebut daun.
8. Simpul Dalam (*internal nodes*)
Simpul yang mempunyai anak disebut simpul dalam.
9. Aras (*level*) atau Tingkat
Akar mempunyai aras = 0, sedangkan aras simpul lainnya = 1 + Panjang lintasan dari akar ke simpul tersebut.
10. Tinggi (*height*) atau Kedalaman (*depth*)
Aras maksimum dari suatu pohon disebut tinggi atau

kedalaman pohon tersebut.[2]

2.2 Pohon Keputusan (*Decision Tree*)

Pohon keputusan adalah pohon yang digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari rangkaian keputusan atau pilihan yang pada akhirnya mengarah ke solusi atau akhir. Tiap simpul dalam menyatakan keputusan atau pilihan, sedangkan akhir atau solusi dinyatakan oleh daun.[2]



Gambar 2.2.1 Contoh Pohon Keputusan

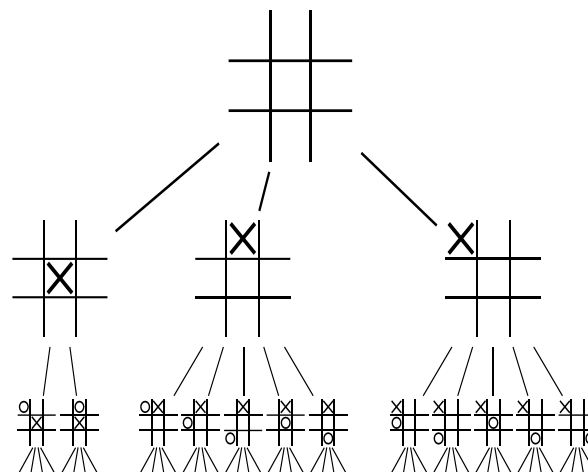
Sumber : <https://sciencebooth.com/2013/05/10/metode-pengolahan-data-decision-tree-naive-bayes-dan-decision-table/>

Gambar di atas adalah sebuah contoh pohon keputusan tentang rencana liburan tergantung dari berbagai keadaan yang terpenuhi. Simpul-simpul menunjukkan keadaan yang mengharuskan adanya pilihan dan sisi-sisi menunjukkan pilihan-pilihan yang dipilih.

III. POHON KEPUTUSAN DALAM PERMAINAN VIDEO

3.1. Pohon Permainan (*Game Tree*)

Pohon permainan adalah sebuah graf berarah yang simpul-simpulnya adalah posisi-posisi dalam sebuah permainan dan sisi-sisinya adalah pergerakan-pergerakan pemain. Pohon permainan lengkap (*complete game tree*) dalam sebuah permainan adalah pohon permainan yang dimulai dari posisi awal dan mengandung semua kemungkinan pergerakan pemain dari setiap posisi.[3]



Gambar 3.1.1 Dua Tingkat Pertama dari Pohon Permainan untuk Tic-Tac-Toe

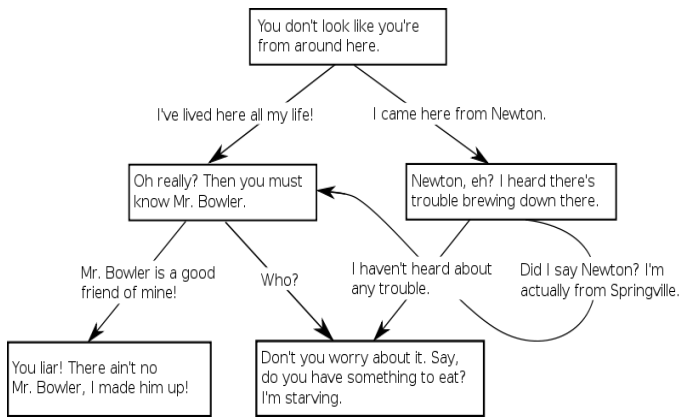
Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Game_tree

Gambar di atas adalah contoh pohon permainan pada permainan *Tic-Tac-Toe*. Pohon permainan dan semua jenisnya pada dasarnya adalah pohon keputusan. Pada gambar di atas, awal permainan adalah sebuah papan permainan yang kosong, ditunjukkan oleh simpul paling atas, kemudian setiap sisi menunjukkan kemungkinan-kemungkinan pilihan yang diambil oleh pemain. Pada sisi paling kiri, pemain X memutuskan untuk meletakkan simbol X di kotak tengah. Pada sisi tengah, simbol X diletakkan di kotak tengah atas. Pada sisi paling kanan, simbol X diletakkan di kotak atas kiri. Simpul-simpul berikutnya menunjukkan keadaan papan setelah pemain melakukan aksi.

Pohon permainan dapat menggambarkan alur nonlinear dari permainan secara lengkap, yaitu tiap simpul menyatakan titik percabangan. Titik-titik percabangan itu berupa kondisi yang dihadapi oleh pemain. Kemudian, tiap sisi menggambarkan pilihan yang dilakukan oleh pemain. Sebagai contoh, ketika karakter dalam permainan menandai tokoh utama yang dikendalikan pemain, pertanyaan adalah simpul dari pohon, kemudian sisi-sisi dari pohon adalah kemungkinan-kemungkinan jawaban yang diberikan oleh pemain. Atau ketika pemain berpetualang dan menghadapi suatu persimpangan jalan, simpul adalah persimpangan jalan yang dihadapi pemain dan sisi-sisinya adalah pilihan-pilihan jalan yang akan ditempuh pemain selanjutnya.

3.2 Pohon Percakapan (*dialogue tree* atau *conversation tree*).

Pohon percakapan adalah contoh pohon permainan yang lebih khusus. Pohon percakapan menggambarkan saat ketika pemain berinteraksi dengan karakter bukan pemain, kemudian pemain diberikan pilihan terkait apa yang ingin dikatakan dan membuat pilihan hingga percakapan selesai.



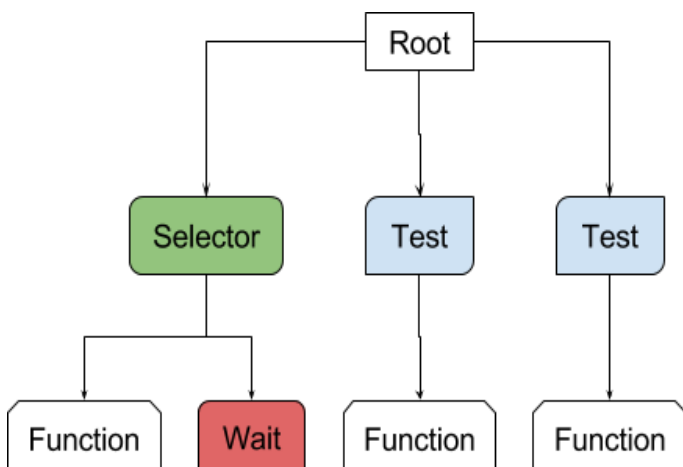
Gambar 3.2.1 Contoh Pohon Percakapan

Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Dialogue_tree

Pada praktiknya, pohon percakapan bukanlah pohon yang sesuai dengan struktur data pohon dalam dunia pemrograman karena beberapa pilihan jawaban berbeda diarahkan kepada jawaban atau hasil yang sama sehingga membentuk sirkuit dan tidak memenuhi syarat pohon. Hal ini terjadi karena konsep permainan yang benar-benar nonlinear adalah suatu tantangan yang sulit dalam pembuatan suatu permainan. Namun, dalam penggambaran pohon dapat dibuat dua simpul berbeda meskipun simpul tersebut menggambarkan sesuatu yang sama. Saat ini, kebanyakan permainan video yang menggunakan alur cerita bercabang (*branching storylines*) menggunakan percakapan sebagai titik percabangannya. Permainan video yang berjenis *visual novels* dan simulasi berkencan (*dating sims*) hampir keseluruhan permainannya berputar di sekitar interaksi karakter dan percakapan antar karakter sehingga akhir permainan lebih ditentukan oleh respon karakter pemain terhadap karakter lain.

3.3 Pohon Perilaku (*Behaviour Tree*)

Pohon perilaku adalah salah satu cara untuk mengkodekan perilaku menggunakan pohon yang terdiri dari aksi-aksi. Pohon perilaku lebih umum digunakan dalam konsep permainan dengan elemen pertarungan untuk mengontrol perilaku buatan dari musuh-musuh.



Gambar 3.3.1 Contoh Pohon Perilaku

Sumber : <https://unity3d.com/learn/tutorials/projects/2d-game-kit/behaviour-tree>

Gambar di atas adalah contoh dari pohon perilaku. Setiap pembaruan (*update*) dalam permainan, pohonnya “berdetak”, artinya setiap simpul anak pada pohon mulai dari akar (*root*) akan diproses. Setiap simpul akan mengembalikan nilai sukses (*success*), gagal (*failure*), atau lanjutkan (*continue*). Sukses ketika program yang direpresentasikan oleh simpul telah menyelesaikan tugasnya, gagal jika program simpul tidak menyelesaikan tugas, dan lanjutkan jika program simpul belum selesai. Pada gambar di atas, *Selector* akan mengaktifkan anak selanjutnya jika kembaliannya adalah *failure* atau *success* dan tetap aktif jika kembaliannya *continue*. *Test* memanggil anaknya dan mengembalikan keadaan anaknya jika *Test* bernilai *true*, atau mengembalikan *failure* tanpa memanggil simpul anak jika *test* bernilai *false*. [4]

Jenis permainan yang umum dengan pohon perilaku adalah jenis permainan dengan elemen pertarungan, seperti *role-playing game*, *fighting game*, *action game*, *shooter game* dan lain-lain.

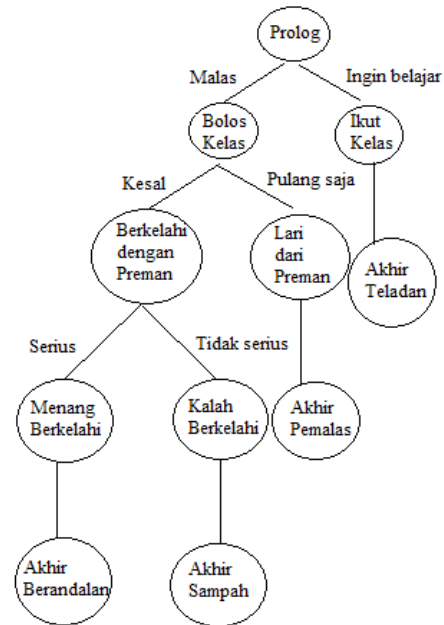
IV. PEMBUATAN PERMAINAN VIDEO DENGAN MENGGUNAKAN POHON KEPUTUSAN

Pada dasarnya pembuatan permainan video berbasis nonlinear tidak menggunakan hanya satu skrip permainan. Untuk menerapkan konsep nonlinear dan alur cerita bercabang dalam sebuah permainan, diperlukan banyak skrip cerita. Dalam satu kali permainan dari awal sampai akhir, pemain tidak akan mendapati keseluruhan skrip untuk dinikmati, namun hanya skrip yang sesuai dengan pilihan yang dipilih pemain. Akibatnya, untuk menikmati seluruh konten permainan, pemain harus berulang kali memainkan permainan dan mencoba semua kemungkinan jawaban atas pilihan yang diberikan. Hal inilah yang menjadi salah satu alasan kenapa membuat permainan beralur cerita bercabang itu sulit. Untuk membuat permainan yang secara penuh menggunakan konsep alur bercabang skrip atau keadaan permainan yang harus dibuat sangat banyak, namun pemain belum tentu memilih untuk menikmati keseluruhan konten permainan. Sebagai contoh, tabel berikut adalah contoh permainan yang disusun oleh beberapa skrip cerita.

Tabel 4.1 Contoh Permainan Sederhana dengan Alur Bercabang

Nama Skrip	Keterangan
Prolog	Awal cerita permainan yang kemudian akan diakhiri pilihan untuk ikut kelas atau bolos kelas karena malas.
Bolos Kelas	Dari prolog, jika pemain malas. Pemain keluar rumah untuk jalan-jalan dan kemudian diakhiri dengan pemain berpapasan dengan preman jalanan.
Ikut Kelas	Dari prolog, Jika pemain ingin belajar.

Lari dari Preman	Dari Bolos Kelas, jika pemain merasa ingin pulang saja.
Berkelahi dengan Preman	Dari Bolos Kelas, jika pemain merasa kesal terhadap preman. Diakhiri oleh pilihan apakah pemain ingin berkelahi dengan serius.
Menang Berkelahi	Dari Berkelahi Dengan Preman, jika pemain berkelahi dengan serius.
Kalah Berkelahi	Dari Berkelahi Dengan Preman, jika pemain tidak berkelahi dengan tidak serius.
Akhir Sampah	Dicapai jika pemain Kalah Berkelahi
Akhir Teladan	Dicapai jika pemain Ikut Kelas.
Akhir Berandalan	Dicapai jika pemain Menang Berkelahi.
Akhir Pemas	Dicapai jika pemain Lari dari Preman



Gambar 4.1 Pohon Keputusan dari Permainan Pilihan Sederhana pada Tabel 4.1

Tabel di atas adalah contoh dari permainan beralur cerita bercabang sederhana. Pada skrip Prolog, permainan akan menampilkan cerita awal yang dialami karakter tokoh utama hingga akhirnya tokoh utama dihadapkan pilihan apakah ia dalam kondisi malas atau ingin belajar. Jika pemain memilih “malas” cerita selanjutnya yang akan dihadapi oleh pemain adalah skrip Bolos Kelas. Jika pemain memilih “ingin belajar”, skrip akan beralih ke ikut kelas dan permainan akan berakhir dengan Akhir Teladan. Selanjutnya pada skrip Bolos Kelas, pemain akan mendapati tokoh utamanya keluar rumah hingga pada suatu waktu tokoh utama berpapasan dengan preman jalanan dan pemain mendapati pilihan apakah tokoh utama merasa kesal atau ingin pulang saja. Jika pemain memilih “kesal”, cerita akan berlanjut ke skrip Berkelahi dengan Preman. Jika pemain memilih “pulang saja”, cerita akan berlanjut ke skrip Lari dari Preman dan cerita akan berakhir dengan Akhir Pemas. Pada skrip Berkelahi dengan Preman, tokoh utama permainan berkelahi dengan preman dan kemudian pemain mendapati pilihan apakah tokoh utama ingin serius atau tidak. Jika pemain memilih “serius”, cerita akan berlanjut ke Menang berkelahi dan berakhir dengan Akhir Berandalan. Jika pemain memilih “tidak serius”, cerita akan berlanjut ke Kalah Berkelahi dan berakhir dengan Akhir Sampah.

Jika pada permainan hanya dilakukan sekali permainan dan pemain memilih pilihan “malas”, “kesal”, “serius”, berturut-turut, pemain tidak akan pernah mengetahui tentang skrip Ikut Kelas, Lari dari Preman, dan Kalah Berkelahi. Jadi, permainan dengan konsep alur cerita bercabang lebih menggambarkan tentang kehidupan nyata dibandingkan permainan dengan alur linear. Tidak sedikit para penyuka permainan video ini yang menikmati permainan dengan konsep nonlinear dan tuntutan akan permainan video untuk menjadi lebih realistis semakin besar sehingga permainan dengan konsep nonlinear menjadi semakin banyak dibuat.

Gambar di atas adalah pohon keputusan yang menggambarkan permainan pilihan pada tabel 4.1. Perhatikan bahwa simpul merepresentasikan skrip atau keadaan seperti apa yang akan diceritakan kepada pemain. Kemudian, sisi-sisinya menunjukkan jawaban pemain terhadap pilihan yang dimunculkan pada akhir tiap skrip. Perhatikan juga bahwa, cerita dan akhir yang diperoleh pemain akan berbeda tergantung pilihan yang telah dibuat sebelumnya.

Pada praktiknya, alur percabangan dalam suatu permainan lebih banyak menggunakan pohon percakapan (*dialogue tree* atau *conversation tree*) yang lebih mengemukakan aspek interaksi karakter pemain dengan karakter bukan pemain. Alur permainan yang dialami oleh pemain didasari oleh perkataan tokoh utama terhadap pertanyaan atau perkataan karakter lainnya. Kebanyakan permainan yang menggunakan konsep ini adalah permainan berjenis *visual novels*. *Visual novels* adalah permainan yang mengutamakan aspek cerita dan disertai ilustrasi yang membantu pemain untuk lebih mudah mengimajinasikan latar cerita tersebut. Contohnya adalah *999: Nine Hours, Nine Persons, Nine Doors*, dalam permainan tersebut hamper setiap aksi dan pilihan percakapan dapat menghasilkan jalur bercabang dan akhir yang berbeda. Beberapa permainan, juga menggunakan status pemain untuk menentukan alur selanjutnya, seperti dalam permainan bertipe simulasi berkencan (*dating sims*), nilai kharisma atau kepintaran dari tokoh utama akan menghasilkan alur yang berbeda tergantung dari seberapa tinggi atau rendah nilai tersebut. Contoh permainan yang menggunakan konsep seperti ini adalah seri permainan *Star Ocean* yang juga adalah permainan dengan elemen bertarung. Dalam beberapa permainan dengan elemen bertarung, seperti permainan berjenis *role-playing game* musuh yang dipilih pemain untuk dikalahkan juga dapat mengubah alur cerita.

Meskipun terdapat berbagai variasi keadaan dan variasi pilihan, pada dasarnya permainan dengan alur nonlinear menggunakan konsep permainan berbasis pilihan (*choice-based game* atau *decision-based game*). Pohon yang merepresentasikan semua permainan berbasis pilihan adalah pohon keputusan (*decision tree*).

V. KESIMPULAN

Konsep pohon kerap digunakan dalam pembuatan permainan yang mengusung konsep nonlinear. Konsep dasar pohon yang digunakan adalah pohon keputusan (*decision tree*). Sebuah permainan memiliki pohon permainan (*game tree*) dan pohon permainan lengkap (*complete game tree*) adalah pohon yang menggambarkan semua kemungkinan yang mungkin dipilih pemain dan hasil dari pilihan tersebut. Untuk alur cerita bercabang yang didasarkan pada percakapan digunakan pohon percakapan (*dialogue tree* atau *conversation tree*). Untuk permainan dengan elemen bertarung, kelakuan musuh digambarkan dengan pohon perilaku (*behavior tree*).

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, penulis mengucapkan terima kasih dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa. Karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan makalah ini dengan semaksimal mungkin. Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen-dosen yang mengajar mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit, yaitu kepada Bapak Rinaldi Munir, Ibu Harlili, dan Bapak Judhi Santoso, yang telah memberikan pengajaran selama satu semester ini. Kemudian, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis, saudara-saudara penulis, dan teman-teman penulis atas dukungan-dukungannya.

REFERENSI

- [1] Rollings, Andrew; Ernest Adams (2006). *Fundamentals of Game Design*.
- [2] Munir, Rinaldi, (2010). *Matematika Diskrit Edisi 3*.
- [3] Kockesen, Levent; Ok, Efe A. (2007). *An Introduction to Game Theory*.
- [4] Unity3D. (2017). *Behaviour Tree*. Retrieved December 10, 2018, from <https://unity3d.com/learn/tutorials/projects/2d-game-kit/behaviour-tree>

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 2018



Fatur Rahman
13517056