

# Aplikasi Pohon Keputusan Dalam Menyelesaikan Permainan Missionaries and Cannibals

Farhan Nur Hidayat Denira 13519071  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
<sup>1</sup>13519071@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Missionaries and Cannibals merupakan sebuah permainan video flash yang dapat dimainkan pada platform seperti laptop dan browser. Permainan ini merupakan permainan berjenis teka-teki atau puzzle dari plastelina.net, sebuah web berisi bermacam permainan-permainan sejenis. Cara bermainnya yaitu pemain diminta untuk menyebrangkan tiga orang missionaries dan tiga orang kanibal dengan sukses melalui suatu sungai menggunakan perahu yang hanya dapat dinaiki oleh maksimal 2 penumpang. Permainan itu sendiri memiliki serangkaian aturan agar keenam orang tersebut dapat menyebrang tanpa ada seorangpun misionaris yang dimakan oleh kanibal. Permainan ini menggunakan logika dalam menyelesaikannya, sehingga penggunaan pohon keputusan alias decision tree dirasa tepat dalam menyelesaikan permainan ini.

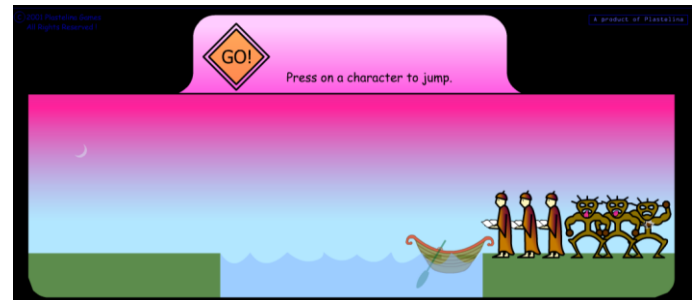
**Keywords**—Pohon keputusan, permainan

## I. PENDAHULUAN

Permainan video merupakan sebuah bentuk permainan elektronik yang biasa dimainkan di console, laptop, ponsel, dan media elektronik lainnya. Permainan video dapat berupa teks maupun gambar, yang melibatkan interaksi antara perangkat lunak permainan, orang yang memainkannya, dan dijembatani oleh perangkat keras pengolah permainan tersebut. Permainan video memiliki banyak tema, seperti shooting, arcade, sports, dan teka-teki.

Bermain permainan video asik dilakukan ketika kita sudah merasa jenuh melakukan sesuatu atau ketika kita bosan, karena merupakan kegiatan yang menyenangkan. Permainan video sendiri saat ini tersedia sangat banyak hingga jutaan di internet. Diantara jutaan permainan video, salah satunya merupakan permainan yang memanfaatkan logika dan pengambilan keputusan dalam memainkannya. Permainan video teka-teki merupakan permainan dimana pengguna diberi suatu persoalan dan harus menyelesaikannya dengan mengikuti aturan-aturan dan syarat-syarat tertentu. Salah satu permainan video yang masuk kedalam kategori permainan video teka-teki adalah permainan video berjudul “Missionaries and Cannibals.”

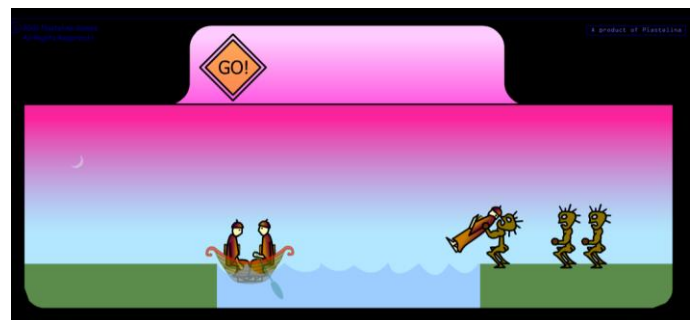
## II. MISSIONARIES AND CANNIBALS



Gambar 2.1 Game Missionaries and Cannibals (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

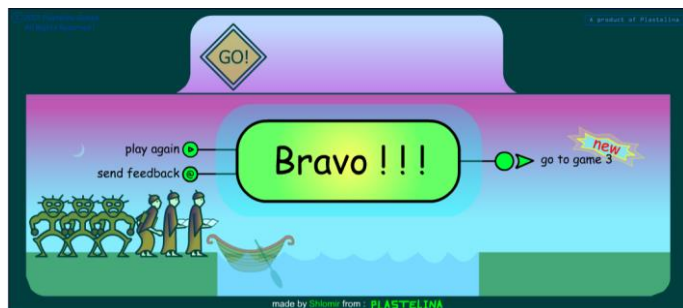
“Missionaries and Cannibals” merupakan permainan video dengan basis flash, sehingga bisa dimainkan di berbagai platform elektronik yang dapat menjalankan flash, seperti windows dan android. Permainan video ini dibuat oleh Plastisina Logic Games.

Secara garis besar, permainan video “Missionaries and Cannibals” memiliki aturan yang cukup mudah untuk dipahami. Pada tampilan permainan, dapat terlihat dua sisi sungai, sungai, sebuah perahu, tiga orang misionaris dan tiga orang cannibal. Objektif dari permainan ini adalah pemain diminta untuk menyebrangkan ketiga misionaris dan ketiga cannibal menggunakan perahu. Perahu hanya dapat dinaiki maksimal oleh dua orang untuk setiap kali pelintasan sungai, baik misionaris, cannibal, maupun keduanya. Kanibal akan selalu memakan misionaris apabila jumlah kanibal di suatu sisi lebih banyak dari misionaris yang tinggal pada sisi tersebut. Apabila misionaris dimakan, maka permainan akan selesai dan pemain dinyatakan kalah.



Gambar 2.2 Permainan ketika Misionaris dimakan (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

Pemain yang memainkan permainan video ini harus berpikir bagaimana agar tidak meninggalkan misionaris di suatu sisi apabila jumlah misionaris lebih sedikit daripada jumlah kanibal. Pada permainan video ini dibutuhkan pengambilan keputusan yang tepat dalam menyelesaikannya, sehingga penggunaan pohon keputusan dirasa sangat tepat dalam menyelesaikan permainan ini.



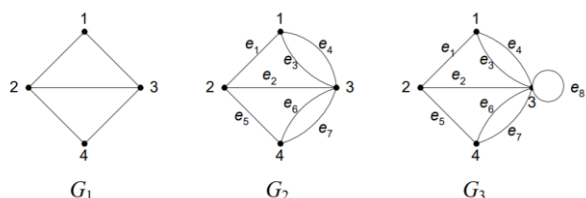
Gambar 2.3 Game ketika berhasil (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020)

### III. DASAR TEORI

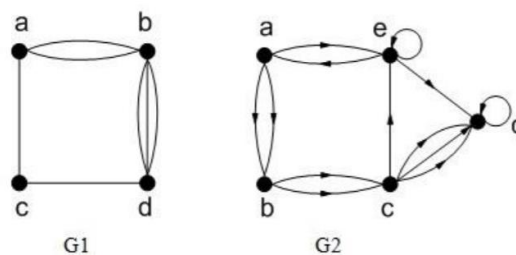
Pada persoalan ini digunakan teori struktur graf mengenai pohon keputusan sebagai landasan teori.

#### A. Graf

Graf dapat didefinisikan sebagai pasangan himpunan simpul-simpul dan himpunan sisi-sisi yang menghubungkan sepasang simpul. Himpunan simpul-simpul dilambangkan dengan  $V$  dan himpunan sisi-sisi dilambangkan dengan  $E$ . Graf dapat dikategorikan berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, yaitu graf sederhana, graf ganda, dan graf semu. Graf juga dapat dikategorikan berdasarkan orientasi arah pada sisi menjadi graf berarah dan graf tak-berarah.



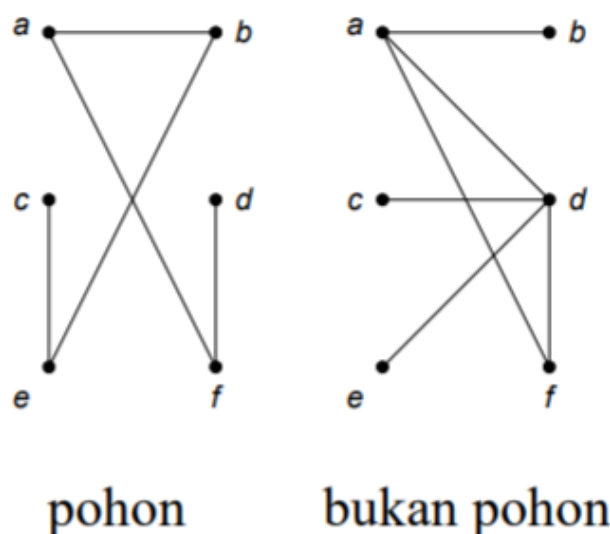
Gambar 3.1 Graf sederhana ( $G_1$ ), Graf Ganda ( $G_2$ ), dan Graf Semu ( $G_3$ ) (sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020 )



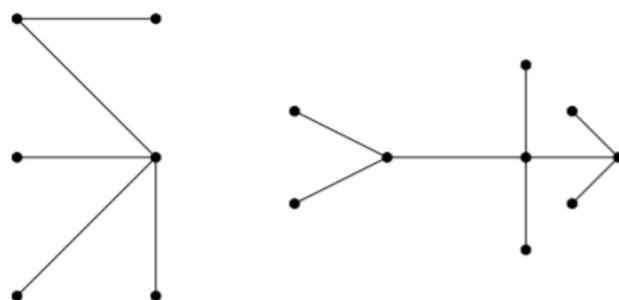
Gambar 3.2 Graf tak-berarah ( $G_1$ ), Graf berarah ( $G_2$ ) (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

#### B. Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Ada juga hutan, hutan merupakan graf yang terdiri dari pohon-pohon.



Gambar 3.3 Contoh Pohon dan bukan Pohon (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)



Gambar 3.4 Dua contoh hutan (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

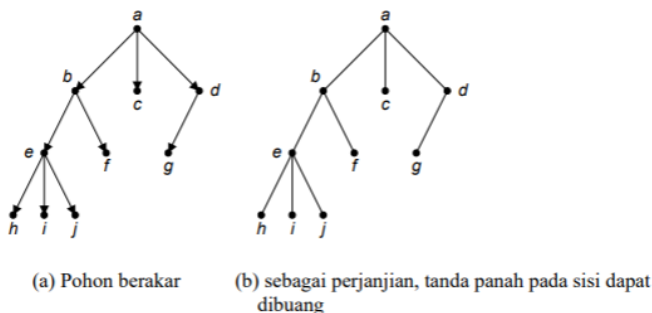
Agar lebih memahami pohon, misalkan  $G = (V, E)$  adalah graf tak-berarah sederhana dan jumlah simpulnya  $n$ . Maka, semua pernyataan di bawah ini adalah ekuivalen:

1.  $G$  merupakan pohon.
2. Setiap simpul yang ada tunggal.
3.  $G$  merupakan graf yang terhubung dan memiliki sisi berjumlah  $m = n - 1$ .
4.  $G$  tidak mengandung sirkuit
5. Penambahan satu sisi pada graf akan membuat akan membuat satu sirkuit.
6.  $G$  terhubung dan semua sisinya adalah jembatan.

Keenam teorema diatas merupakan definisi dari pohon.

Pohon merentang dari graf terhubung merupakan upagraf merentang. Kita dapat memperoleh pohon merentang dengan memutus sirkuit di dalam graf. Setiap graf memiliki paling sedikit satu pohon merentang.

pohon berakar (rooted tree) merupakan pohon yang satu buah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi-sisinya diberi arah sehingga menjadi graf berarah.

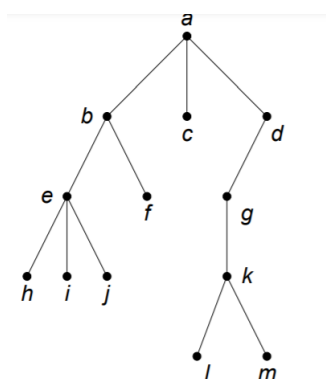


Gambar 3.5 Contoh pohon berakar (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020 )

Pohon berakar memiliki beberapa terminologi, yaitu:

- Anak (child atau children)

Anak merupakan simpul-simpul yang terhubung dengan simpul lain di atasnya, sedangkan orang tua adalah simpul yang terhubung dengan simpul-simpul lain dibawahnya, bisa dilihat pada Gambar 3.6.



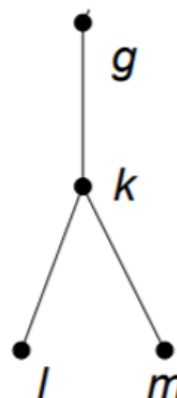
Gambar 3.6 Contoh pohon berakar (sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

Pada gambar tersebut,  $b, c,$  dan  $d$  adalah anak-anak simpul  $a$ , sedangkan  $a$  adalah orangtua dari anak-anak itu.

- Lintasan (path)

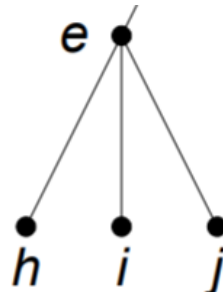
Lintasan merupakan urutan sisi-sisi yang dilalui untuk pergi dari suatu simpul ke simpul lain. Pada Gambar 3.7, Lintasan dari  $g$  ke  $m$  adalah  $g, k, m$ . Panjang lintasan dari  $a$  ke  $j$  adalah 2.



Gambar 3.7 Contoh pohon berakar (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

- Saudara kandung (sibling)

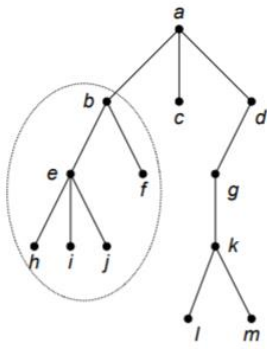
Saudara kandung merupakan simpul-simpul yang memiliki orangtua yang sama. Pada gambar dibawah, hubungan antara  $h, i,$  dan  $j$  adalah saudara kandung.



Gambar 3.8 Pohon berakar (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

- Upapohon (subtree)

Upapohon merupakan himpunan bagian dari sebuah pohon. Pada sebuah pohon bisa dapat sangat banyak upapohon. Pada gambar dibawah, daerah yang dilingkari merupakan salah satu contoh upapohon.



Gambar 3.9 Upapohon (sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

- Derajat (degree)

Derajat sebuah simpul adalah jumlah upapohon (atau jumlah anak) pada simpul tersebut. Pada Gambar 3.6, a, b, c, dan d, memiliki derajat masing-masing 3,2,0, dan 1. Derajat maksimum dari semua simpul merupakan derajat pohon itu sendiri. Pohon di bawah ini berderajat 3.

- Daun (leaf)

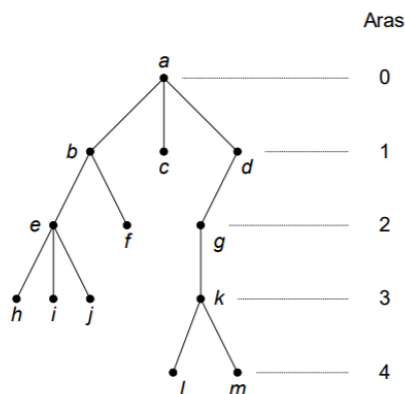
Simpul yang tidak mempunyai anak disebut daun. Pada Gambar 3.6, simpul h, i, j, f, c, l, dan m adalah daun.

- Simpul Dalam (internal nodes)

Simpul yang mempunyai anak disebut simpul dalam. Pada Gambar 3.6, simpul b, d, e, g, dan k adalah simpul dalam.

- Aras (level)

Aras merupakan tingkatan pada rooted tree. Pada Gambar 3.6, a berada pada level 0 dan l,m berada pada level 4.



Gambar 3.10 Contoh pohon (sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

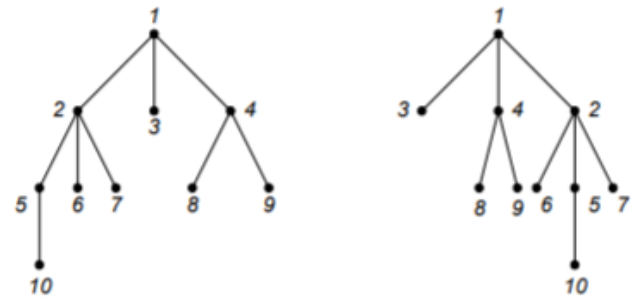
- Tinggi (height) atau Kedalaman (depth)

Aras maksimum dari suatu pohon disebut tinggi atau kedalaman pohon tersebut. pada Gambar 3.6 mempunyai tinggi 4.

Selain pohon berakar masih ada banyak jenis-jenis pohon lainnya, diantaranya:

- pohon terurut (ordered tree)

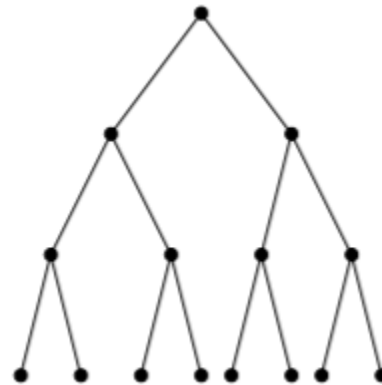
Pohon terurut adalah Pohon berakar yang urutan anak-anaknya penting. Pada gambar dibawah adalah contoh pohon terurut.



Gambar 3.11 Contoh pohon terurut (sumber: <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020)

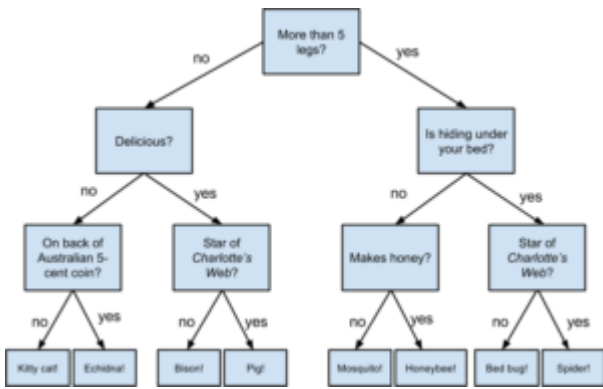
- Pohon n-ary

Pohon berakar yang setiap simpul cabangnya mempunyai maksimal n buah anak disebut pohon n-ary. Pohon n-ary dikatakan teratur atau penuh (full) bila setiap simpul cabangnya mempunyai tepat n anak. Salah satu contoh dari pohon n-ary adalah pohon biner, dimana pada pohon biner n bernilai 2. Pohon biner merupakan pohon yang dapat diaplikasikan pada banyak hal. Pohon biner memiliki paling banyak dua buah anak, serta anaknya dibagi menjadi anak kiri (left child) dan anak kanan (right child). Pohon biner ada bermacam bentuk, diantaranya pohon biner condong kiri, condong kanan, pohon biner penuh, dan pohon biner seimbang.



Gambar 3.12 Contoh pohon biner penuh (sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6/12/2020)

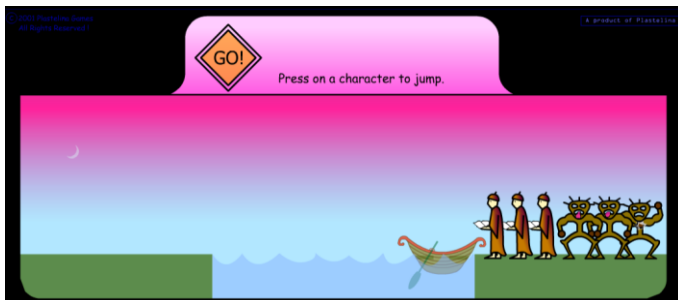
Penerapan pohon biner antara lain pohon ekspresi, pohon keputusan, kode awalan, dan kode huffman. Pohon Keputusan merupakan salah satu pengaplikasian pohon biner yang digunakan dalam melakukan penalaran untuk mendapatkan jawaban setelah dari suatu masalah melalui beberapa keputusan. Meskipun begitu, pohon keputusan bisa saja bukan merupakan pohon biner, apabila pilihan lebih dari dua. Pohon biner membuat pemilihan keputusan menjadi tervisualisasi sehingga lebih mudah untuk mendapatkan jawaban serta prosesnya dapat kita amati.



Gambar 3.13 Contoh pohon keputusan (sumber: <https://www.adhikrisnadermawan.com/2018/07/19/algorithm-pohon-keputusan-decision-tree/> diakses pada 6/12/2020)

#### IV. APLIKASI POHON KEPUTUSAN

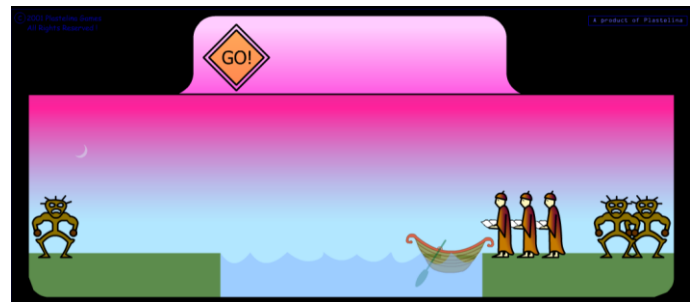
Sebelum mengaplikasikan pohon keputusan, aturan dan syarat harus terlebih dulu dipahami, sehingga permainan dapat diselesaikan dengan baik dan efektif. Agar tidak kalah, pemain tidak boleh meninggalkan misionaris disatu sisi apabila di sisi tersebut terdapat lebih banyak kanibal. Pada awal mula permainan, terdapat tiga orang misionaris dan tiga orang kanibal pada tepi kanan sungai.



Gambar 4.1 Awal mula permainan (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

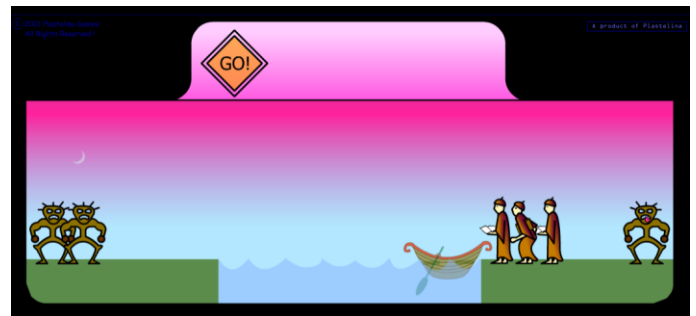
Pada gerakan pertama, kita tidak boleh menaikkan dua orang misionaris pada kapal, karena hal itu mengakibatkan tepi kanan sungai hanya tersisa seorang misionaris dan tiga orang kanibal. Apabila seperti itu, kanibal akan memakan misionaris tersebut dan permainan akan selesai. Oleh karena itu, pilihan kita adalah menaikkan dua orang kanibal atau satu orang misionaris dan satu orang kanibal.

Setelah sampai disebrang, kita mempunyai pilihan untuk menurunkan kanibal atau misionaris. Jika kita memilih untuk menurunkan misionaris di tepi kiri, maka ketika kanibal kembali ke tepi kanan, di tepi kanan jumlah misionaris akan lebih sedikit dibanding kanibal, oleh karena itu kanibal lah yang harus kita turunkan di tepi kiri.



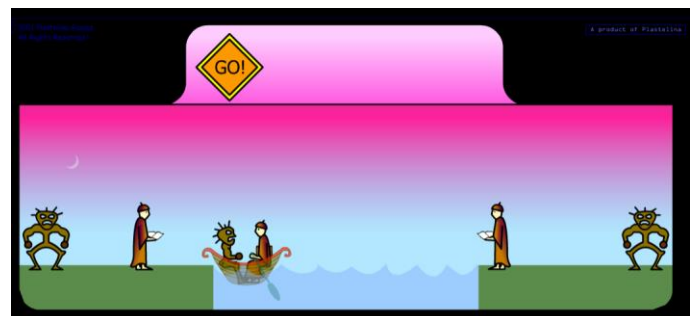
Gambar 4.2 Seorang kanibal di tepi kiri (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

Setelah itu pemain memiliki tiga pilihan untuk siapa yang akan kita naikkan keperahu. Jika pemain mengirim dua orang misionaris, maka jumlah misionaris dan kanibal di tepi kanan akan tidak seimbang. Jika yang dikirim adalah seorang kanibal dan seorang misionaris, maka jumlah mereka di tepi kiri yang tak seimbang. Karena itu, pemain harus menaikkan dua orang kanibal ke perahu, dan menurunkan seorang kanibal ditepi kiri dan kembali dengan seorang kanibal.



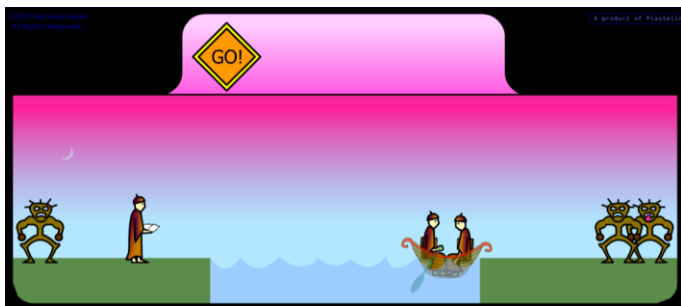
Gambar 4.3 Dua orang kanibal di tepi kiri (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

Pada titik ini, jumlah pemain di tepi kanan ada tiga orang dan ada seorang kanibal. Pemain tidak bisa menaikkan kanibal dan misionaris ke perahu karena akan mengakibatkan ketidak seimbangan pada tepi kiri, karena itu pemain harus menaikkan dua orang misionaris ke perahu dan menyebrang. Sekarang jumlah kanibal dan misionaris seimbang di kedua sisi, namun pemain tetap harus menjemput semua orang di tepi kanan. Apabila pemain pergi ke sisi kanan dengan seorang kanibal atau seorang misionaris, maka akan terjadi ketidak seimbangan. Karenanya, dibutuhkan sepasang misionaris dan kanibal untuk menyebrang dari tepi kiri ke tepi kanan.



Gambar 4.4 Kanibal dan misioner di perahu (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

Sekarang ada sepasang misionaris kanibal di tepi kiri dan dua pasang di tepi kanan. Pemain harus meletakkan dua orang misionaris agar keseimbangan di tepi kanan tidak rusak.



Gambar 4.5 Sepasang misioner di perahu (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

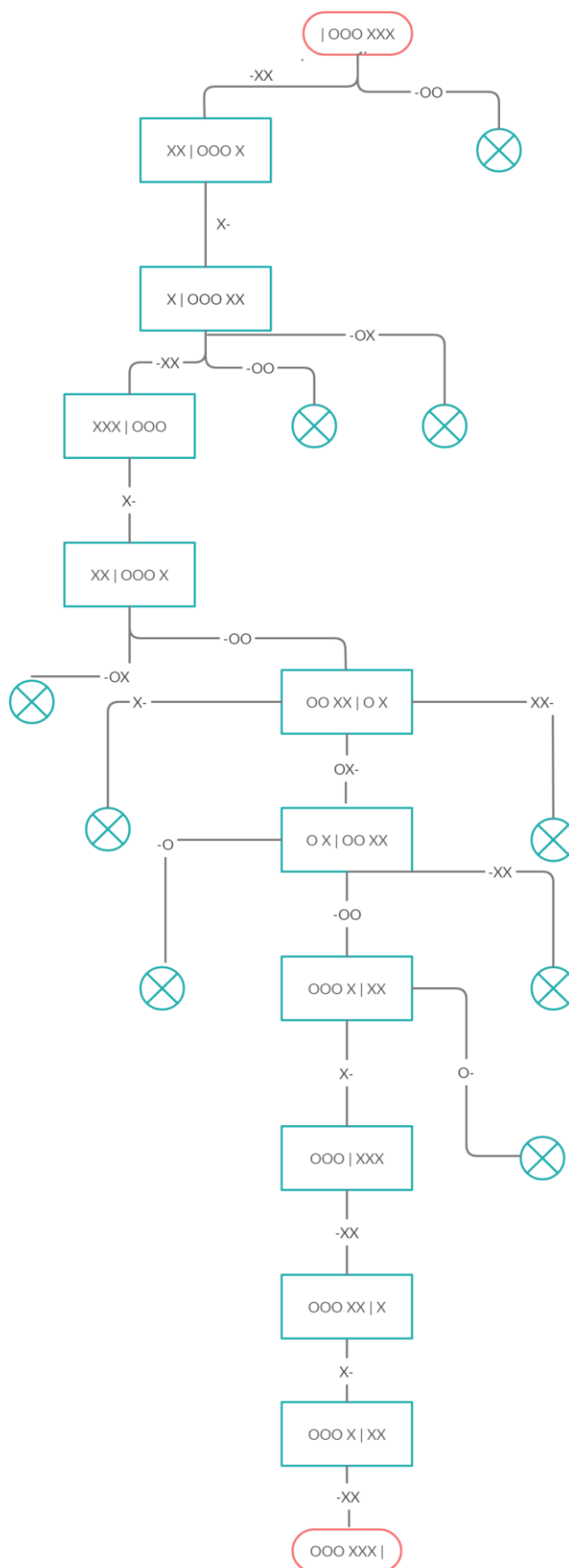
Pada titik ini, pemain hanya butuh menjemput dua orang kanibal di tepi kanan ke tepi kiri. Tentu saja pemain melakukan ini dengan menggunakan satu orang kanibal sebagai orang yang menjemput, karena hanya itulah pilihan yang dapat dilakukan tanpa merusak keseimbangan jumlah kanibal dan misionaris.



Gambar 4.6 Kanibal menjemput kedua kanibal lain (sumber : <http://game-game.com/18394.html> diakses pada 6/12/2020 )

Kanibal tersebut akan melakukan dua kali bolak balik untuk menjemput kedua orang kanibal lainnya. Pemain hanya memiliki opsi ini karena apabila menjemput dengan seorang misionaris keseimbangan jumlah misionaris dan kanibal di tepi kanan akan rusak. Akhirnya setelah melakukan dua kali bolak balik, permainan selesai dan semua orang telah berhasil menyebrangi sungai tersebut.

Persoalan ini telah dijelaskan, namun tentu penjelasan panjang tanpa visualisasi akan cukup sulit dipahami. Karena hal ini lah pohon keputusan digunakan. Pohon keputusan menggambarkan posisi dan langkah-langkah yang diambil oleh pemain dalam memainkan permainan. Pada Gambar 4.7 yang mana merupakan pohon keputusan dari permasalahan ini, simpul-simpul merupakan keadaan pada kedua tepi sungai. Simbol '|' melambangkan sungai, sehingga semua simbol yang ada di sebelah kiri simbol '|' merupakan misionaris dan atau kanibal yang berada pada tepi kiri, begitu juga simbol yang berada di sebelah kanan melambangkan tepi kanan. Huruf 'O' melambangkan misionaris, dan huruf 'X' melambangkan kanibal.



Gambar 4.7 Peta keputusan persoalan permainan video "Missionaries and Cannibals". (dibuat menggunakan situs creatly.com)

Sisi-sisi yang menghubungkan dua simbol merupakan keputusan yang dipilih. Huruf pada sisi merupakan orang yang menaiki perahu pada saat itu, dan simbol ‘-‘ merupakan tanda apakah perahu bergerak ke arah kanan atau kiri. Apabila simbol ‘-‘ berada disebelah kiri, maka perahu bergerak menuju arah kiri, begitu juga sebaliknya. Terakhir, simpul ‘X’ menandakan permainan selesai, dimana pemain gagal menjaga keseimbangan jumlah misionaris dan kanibal pada suatu tepi sungai.

## V. KESIMPULAN

Pengambilan suatu keputusan dari masalah-masalah yang ada terkadang terasa sangat sulit, terutama jika pilihan keputusan-keputusan yang tersedia ada banyak serta pertimbangan yang harus dilakukan memiliki dampak yang beragam, mulai dari tidak berdampak sampai dampak yang sangat besar. Pengambilan keputusan juga mengharuskan kita untuk benar-benar mengkaji semua kemungkinan pilihan agar keputusan yang kita ambil benar-benar merupakan keputusan yang terbaik dan optimal.

Pohon keputusan merupakan suatu metode dalam mengambil keputusan, dimana pembuatan pohon keputusan dapat memvisualisasikan semua pilihan dan konsekuensi yang akan didapatkan. Pembuatan pohon keputusan menjabarkan masalah dan pilihan dengan sistematis dan teratur sehingga kesimpulan akan lebih mudah didapatkan dibandingkan tidak membuat pohon keputusan dalam pemecahan suatu persoalan. Terbukti, pada permainan video berjudul “Missionaries and Cannibals” ini, dimana permainan berputar diantara mengambil keputusan yang tepat serta urutan pilihan keputusan yang menghasilkan dampak yang berbeda-beda, penggunaan pohon keputusan dirasa sangat mempermudah masalah ini dan pada akhirnya pemain akan berhasil mendapatkan solusi tepat dan efektif dari permasalahan ini. Pada pohon keputusan yang dilampirkan di Gambar 4.7, terlihat bahwa sudah semua pilihan yang mungkin dipilih kita pertimbangkan serta hasil dari pilihan tersebut sudah ditampilkan pada grafik tersebut.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Tuhan yang Maha Esa, Allah Subhanahu wa ta'ala, yang karena karunia dan nikmatnya saya berhasil menyelesaikan tugas pembuatan makalah Matematika Diskrit ini. Tak lupa, rasa terima kasih saya ucapkan kepada dosen saya, Bu Fariska Zakhralativa Ruskanda, S.T.,M.T. yang telah mengajari saya selama satu semester ini sehingga saya berhasil memahami materi mengenai Matematika Diskrit IF2120 dan menyelesaikan pembuatan makalah ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang telah membantu saya dalam pembuatan makalah ini. Terakhir, saya mengucapkan terima kasih kepada semua sumber yang saya pakai dalam menyelesaikan pembuatan makalah ini. Semoga tuhan yang maha kuasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada saya, Aamiin.

## REFERENSI

- [1] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>. diakses 6 Desember 2020.
- [2] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf> diakses 6 Desember 2020.
- [3] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> diakses pada 6 Desember 2020.
- [4] <https://www.adhikrisnadermawan.com/2018/07/19/algorithm-pohon-keputusan-decision-tree/> diakses pada 6 Desember 2020.
- [5] <https://pemrogramanmatlab.com/data-mining-menggunakan-matlab/pohon-keputusan-menggunakan-matlab/> diakses pada 6 Desember 2020.

## 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 2020



Farhan Nur Hidayat Denira