

Aplikasi Pohon Keputusan dalam Perilaku Artificial Intelligence pada Permainan Watch Dogs

Vincent Theophilus Ciputra - 13513005

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13513005@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Dalam materi kuliah IF2120 Matematika Diskrit terdapat beberapa pokok bahasan. Pokok bahasan yang akan dibahas dalam makalah ini adalah graf dan pohon. Isi dari makalah ini adalah aplikasi dari pohon keputusan untuk menentukan perilaku dari Artificial Intelligence (AI) pada permainan watch dogs. Perilaku AI tersebut berbeda-beda tergantung dari kondisi yang diberikan oleh pemain. Pemrograman AI dibuat agar perilakunya menyerupai perilaku manusia di dunia nyata.

Keywords—Artificial Intelligence, Graf, Pohon, Watch Dogs.

I. INTRODUCTION



Gambar 1. Watch Dogs

(Sumber : http://www.game-en-co.nl/wp-content/uploads/2013/02/watch_dogs_wallpaper_by_neos_ayayin-d563o6l.jpg diakses pada 8 Desember 2014 pukul 00.35 WIB)

Watch Dogs adalah game beraliran open world action-adventure yang diterbitkan oleh Ubisoft. Permainan ini termasuk permainan baru yang dirilis pada tanggal 27 Mei 2014 untuk Microsoft Windows, Playstation 3, Playstation 4, Xbox 360, dan Xbox One dan untuk Wii U dirilis pada tanggal 18 November 2014 di Eropa dan 4 Desember di Jepang.

Permainan ini berlangsung di Chicago versi fiksi, di mana jaringan pusat komputer menghubungkan segala sesuatu termasuk bank, sistem keamanan, dan komunikasi^[1]. Jaringan tersebut dikenal sebagai Central Operating System (ctOS)^[1]. ctOS mengontrol hampir semua teknologi kota dan informasi, termasuk data kunci

semua warga kota.

Tokoh utama dalam permainan ini adalah Aiden Pearce, seorang hacker brilian dan mantan preman^[1]. Dia terobsesi untuk membalas dendam kematian keponakan perempuannya. Aiden selalu mengawasi dan memonitor keluarganya secara rahasia untuk melindungi mereka walaupun pada akhirnya keluarganya terancam bahaya^[1].

Pemain mengontrol Aiden Pearce dengan sudut pandang orang ketiga. Dalam permainan ini juga pemain dapat bergerak dengan bebas menggunakan mobil ataupun berjalan kaki untuk berkeliaran di sekitar map yang disediakan. Pemain dapat meng-hack orang-orang di sekitar dengan cara memanipulasi ctOS menggunakan sebuah smartphone, mengakses kamera keamanan di mana-mana, mengunduh informasi pribadi untuk mencari suatu target, mengontrol lampu lalu lintas dan transportasi umum untuk menghentikan musuh.

II. WATCH DOGS



Gambar 2. Tampilan Permainan Watch Dogs

(Sumber : <http://blog.ubi.com/watch-dogs-multiplayer-guide/> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.28 WIB)

Tampilan dari permainan Watch Dogs seperti pada Gambar 2.

- Pada bagian kanan bawah, terdapat sebuah *minimap*. *Minimap* berfungsi untuk menampilkan informasi yang ada di sekitar Aiden, seperti toko, jalan, lokasi misi utama dan misi sampingan. Di atas *minimap* terdapat informasi yang keluar jika pemain mendapatkan *skill point*. *Skill point* digunakan untuk meningkatkan kemampuan Aiden.

- Pada bagian kanan atas terdapat informasi yang akan keluar jika pemain mendapatkan suatu reputasi. Reputasi ini bisa didapatkan jika pemain berhasil menyelesaikan suatu misi ataupun menolong orang lain.
- Pada bagian tengah atas terdapat informasi mengenai kemampuan yang sedang dipakai Aiden. Pemain bisa mengganti kemampuan dengan menekan tombol Alt pada keyboard dan memilih kemampuan yang ingin digunakan.
- Pada bagian kiri atas terdapat informasi mengenai keberhasilan misi yang sedang dilakukan Aiden dan nama misinya. Informasi ini akan muncul hanya jika Aiden berhasil menyelesaikan misinya.
- Pada bagian kiri tengah terdapat suatu simbol segienam berwarna biru muda. Simbol tersebut melambangkan bahwa kemajuan dari permainan tersebut sudah disimpan atau di-*save*.
- Pada bagian kiri bawah terdapat informasi mengenai senjata yang sedang digunakan Aiden beserta jumlah peluru yang dimilikinya. Pemain dapat mengganti senjata dengan menekan tombol Alt pada keyboard.

Pemain dapat melakukan banyak hal di dalam permainan ini. Pemain bisa menyelesaikan misi utama yang diberikan. Tujuan menyelesaikan misi utama adalah untuk melanjutkan cerita yang sedang dihadapi Aiden. Selain menyelesaikan misi utama, pada permainan ini disediakan misi sampingan yang dapat diselesaikan pemain untuk mendapatkan reputasi dan juga *mini-games* seperti poker, catur, dan lain-lain.

Selama melakukan eksplorasi atau misi, jika pemain melakukan beberapa hal maka pemain tersebut akan dikejar dan ditangkap oleh polisi yang termasuk AI pada permainan ini. Hal-hal tersebut adalah dengan membunuh atau menyerang orang lain di tempat umum, berjalan di kota sambil memegang senjata, ataupun mencuri kendaraan orang lain. Orang yang melihat Aiden melakukan hal-hal tersebut bisa menelepon dan melaporkan Aiden pada polisi sehingga Aiden akan dikejar polisi. Semua hal tersebut dapat terjadi karena keputusan yang dibuat oleh AI berdasarkan perbuatan yang dilakukan oleh Aiden.

III. TEORI DASAR

A. Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI), atau biasa disebut kecerdasan buatan adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan pemanfaatan mesin untuk memecahkan suatu persoalan yang rumit dengan cara yang lebih manusiawi. Hal ini biasanya dilakukan dengan mengikuti atau mencontoh karakteristik dan analogi berpikir dari kecerdasan manusia, dan menerapkannya sebagai algoritma yang dikenal oleh komputer^[2].

Pengertian lain dari *Artificial Intelligence* atau

kecerdasan buatan adalah bagian ilmu komputer yang membuat mesin komputer dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan manusia^[2]. Pada awal diciptakannya, komputer hanya digunakan sebagai alat hitung saja. Namun seiring dengan perkembangan jaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan manusia.

Agar komputer bisa bertindak seperti dan sebaik manusia, maka komputer juga harus diberi bekal pengetahuan dan mempunyai kemampuan untuk menalar. Untuk itu AI akan mencoba untuk memberikan beberapa metoda untuk membekali komputer dengan kedua komponen tersebut agar komputer bisa menjadi mesin pintar^[2].

Dalam perkembangan teknologi AI, banyak sekali masalah yang dimiliki dan bisa dikategorikan ke dalam beberapa sub-masalah seperti :

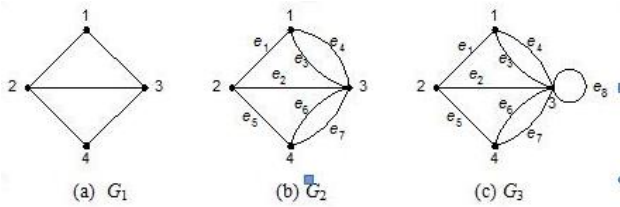
- Kemampuan untuk mengambil keputusan,
- Representasi pemikiran,
- Perencanaan atau penjadwalan,
- Pembelajaran,
- Persepsi dan daya tanggap,
- Gerakan dan manipulasi objek,
- Kecerdasan sosial,
- Kreativitas mesin,
- Kecerdasan dasar.

Masalah-masalah yang disebutkan di atas banyak sekali diimplementasikan dalam berbagai macam permainan, contohnya dalam permainan Watch Dogs ini, yang digunakan adalah AI yang berkemampuan untuk mengambil keputusan.

B. Graf

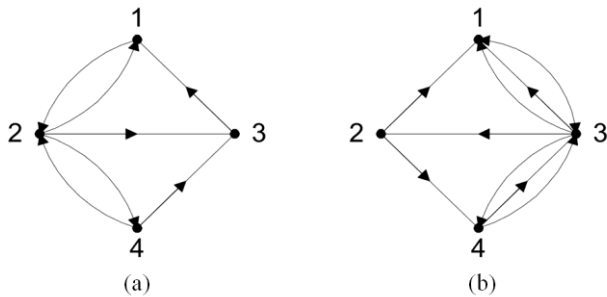
Graf didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V,E) , dimana V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul dan E adalah himpunan dari sisi yang menghubungkan sepasang simpul^[3]. Graf dapat digunakan untuk merepresentasikan berbagai permasalahan yang ada, misalnya graf dapat digunakan untuk merepresentasikan hubungan antara satu kota dengan kota yang lain dalam bentuk peta.

Berdasarkan ada atau tidaknya gelang atau sisi-ganda, maka graf dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu graf sederhana dan graf tak-sederhana. Sebuah graf dikatakan memiliki sisi ganda jika ada satu pasang simpul yang dihubungkan oleh lebih dari satu sisi^[3]. Sedangkan graf dikatakan memiliki gelang jika ada sebuah sisi yang menghubungkan sebuah simpul dengan dirinya sendiri^[3]. Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki gelang maupun sisi ganda^[3]. Sedangkan graf tak-sederhana adalah graf yang memiliki sisi ganda ataupun gelang^[3].



Gambar 3. (a) graf sederhana, (b) graf ganda, (c) graf semu
(Sumber : referensi [3])

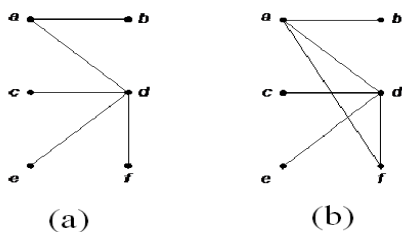
Sedangkan berdasarkan orientasi arah pada sisi graf, maka secara umum graf dapat dibedakan menjadi graf berarah dan graf tak-berarah^[3]. Graf berarah adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah, ditunjukkan dengan adanya anak panah pada sisi graf^[3]. Graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah^[3]. Dua buah simpul yang dihubungkan dengan sebuah sisi tetap dapat dikatakan terhubung tanpa memerhatikan arah dari sisinya. 3 buah graf pada gambar 3 adalah graf tak-berarah.



Gambar 4. (a) graf berarah, (b) graf-ganda berarah
(Sumber : referensi [3])

C. Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit^[3]. Artinya, pohon adalah sebuah graf dimana di dalam graf itu semua simpul harus terhubung satu dengan yang lain dan tidak boleh ada sirkuit di dalam graf tersebut.



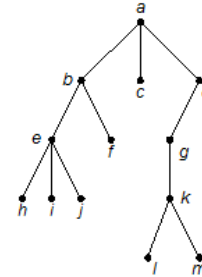
Gambar 5. (a) pohon, (b) bukan pohon
(Sumber : referensi [3])

Misalkan $G = (V, E)$ adalah graf tak-berarah sederhana dengan jumlah simpulnya n , maka :

- G adalah pohon,
- Setiap pasang simpul di dalam G terhubung dengan lintasan tunggal,

- G terhubung dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi,
- G tidak mengandung sirkuit,
- G tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan membuat hanya satu sirkuit,
- G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan.

Pohon berakar adalah pohon yang sebuah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi-sisinya diberi arah sehingga menjadi graf berarah.



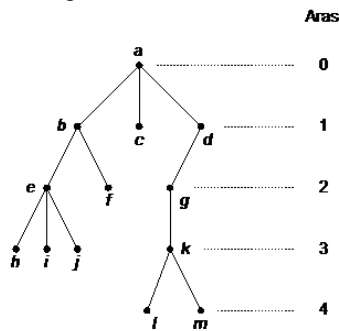
Gambar 6. Pohon berakar
(Sumber : referensi [3])

Beberapa terminologi pada pohon berakar :

1. Anak dan Orang tua
Simpul a dikatakan orangtua dari simpul b jika ada sisi yang menghubungkan a dan b dan aras a lebih kecil dari b . Pada gambar 6 di atas, $b, c,$ dan d adalah anak dari simpul a , sedangkan a adalah orangtua dari $b, c,$ dan d ^[3].
2. Lintasan
Lintasan dari simpul a ke simpul b adalah simpul-simpul yang dilintasi dari simpul a agar sampai ke simpul b . Pada gambar 6, Lintasan dari a ke j adalah a, b, e, j . Panjang lintasan a ke j adalah 3 ^[3].
3. Saudara Kandung
Saudara kandung adalah simpul yang memiliki orangtua yang sama. Pada gambar 6, f adalah saudara kandung dari e , tetapi g bukan saudara kandung dari e , karena orangtua mereka berbeda^[3].
4. Keturunan dan Leluhur
Jika terdapat lintasan dari a ke b di dalam pohon, maka a adalah leluhur dari b dan b adalah keturunan dari a . Pada gambar 6, a adalah leluhur dari e , sedangkan e adalah keturunan dari a ^[3].
5. Derajat
Derajat adalah jumlah anak yang dimiliki oleh sebuah simpul. Misalkan pada gambar 6, simpul a memiliki derajat sebesar 3 dan simpul b memiliki derajat sebesar 2^[3].
6. Daun
Daun adalah simpul yang berderajat 0 atau tidak mempunyai anak. Pada gambar 6, yang disebut dengan daun adalah simpul $h, i, j, f, c, l,$ dan m ^[3].

7. Simpul Dalam
Simpul dalam adalah simpul yang memiliki anak. Pada gambar 6 yang disebut dengan anak dalam adalah simpul b, d, e, g, k^[3].

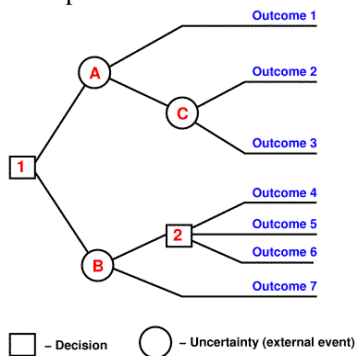
8. Aras atau Tingkat



Gambar 7. Aras atau Tingkat dari gambar 6
(Sumber : referensi ^[3])

9. Tinggi atau Kedalaman
Tinggi atau kedalaman adalah aras maksimum yang dimiliki suatu pohon. Pada gambar 6, pohon tersebut memiliki tinggi sebesar 4^[3].

Pohon biner adalah pohon yang setiap simpul cabangnya paling banyak memiliki 2 buah anak, yaitu anak kiri dan anak kanan^[3]. Salah satu terapan dari pohon biner adalah pohon keputusan. Pohon keputusan digunakan untuk memodelkan sebuah masalah dengan berbagai keputusan yang harus diambil untuk mendapatkan solusinya. Di dalam pohon keputusan, simpul dalam menyatakan keputusan yang diambil, dan setiap daun menyatakan solusi yang diambil. Pohon keputusan dapat digunakan untuk menentukan perilaku dari AI berdasarkan langkah yang dilakukan oleh pemain.



Gambar 8. Pohon keputusan
(Sumber :

<https://fairuzelsaid.files.wordpress.com/2009/11/decision-tree.gif> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.30 WIB)

Dalam pohon keputusan terdapat 3 hal, yaitu :

- Pilihan, pada gambar 8 di atas dilambangkan dengan persegi empat, merupakan suatu keputusan yang diambil oleh AI.
- Peluang, pada gambar 8 di atas dilambangkan dengan lingkaran, merupakan pertanyaan yang jawabannya

bisa benar atau salah.

- Solusi, pada gambar 8 dilambangkan dengan tulisan yang berwarna biru, merupakan solusi yang akan diambil oleh AI berdasarkan tindakan dari pemain.

IV. APLIKASI POHON KEPUTUSAN PADA PERMAINAN WATCH DOGS

Di dalam permainan Watch Dogs, Aiden bisa berinteraksi dengan orang lain. Selama melakukan eksplorasi atau misi, jika pemain melakukan beberapa hal maka pemain tersebut akan dikejar dan ditangkap oleh polisi yang termasuk AI pada permainan ini. Hal-hal yang membuat polisi mengejar pemain adalah dengan membunuh atau menyerang orang lain di tempat umum, berjalan di kota sambil memegang senjata, ataupun mencuri kendaraan orang lain. Sebagai contoh, pada gambar 9 di bawah ini adalah gambar saat Aiden mencuri kendaraan orang lain.



Gambar 9. Tampilan saat Aiden mencuri kendaraan
(Sumber :

<http://guides.gamepressure.com/watchdogs/guide.asp?ID=25380> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.32 WIB)

Setelah Aiden mencuri kendaraan orang lain, pengendara kendaraan tersebut akan melaporkan kepada polisi dengan menelepon polisi. Saat menelepon, pada *minimap* di bagian kanan bawah akan ada suatu simbol yang menandakan bahwa ada yang melaporkan Aiden pada polisi. Tindakan yang dapat dilakukan oleh Aiden ada 2 yaitu merebut telepon yang digunakan pelapor tersebut atau membiarkannya melaporkan pada polisi. Jika Aiden merebut telepon tersebut maka masalah akan terselesaikan dan tidak akan terjadi apa-apa, tetapi jika Aiden membiarkannya maka akan ada tanda seperti lingkaran berwarna kuning yang semakin membesar mendekati lingkaran yang lebih besar seperti pada gambar 10 yang menandakan bahwa sedang terjadi pelacakan keberadaan Aiden.



Gambar 10. Tampilan saat pelacakan Aiden

(Sumber :

<http://guides.gamepressure.com/watchdogs/guide.asp?ID=25380> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.33 WIB)

Saat pelacakan terjadi seperti pada gambar 10 di atas, Aiden dapat menghindari lingkaran kuning, tetapi tetap harus berhati-hati karena akan muncul lebih banyak lingkaran kuning tersebut di sekitarnya. Di bawah *minimap* terdapat suatu angka dalam persen, jika Aiden berhasil menghindari seluruh lingkaran kuning sampai angka tersebut mencapai 100% maka pelacakan akan gagal dan Aiden akan terhindar dari pengejaran polisi. Tetapi jika Aiden gagal menghindari lingkaran kuning tersebut maka Aiden akan dikejar oleh polisi. Tampilan pada *minimap* pun akan berubah menjadi seperti gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Tampilan saat pengejaran polisi

(Sumber :

<http://guides.gamepressure.com/watchdogs/guide.asp?ID=25380> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.35 WIB)

Pengejaran polisi yang sesungguhnya dimulai pada tahap ini. Pengejaran tersebut dapat ditandai dengan perubahan warna pada *minimap* menjadi berwarna merah dan pada bar di bawah *minimap* menandakan tingkat kesulitan pengejaran polisi yang sedang dialami. Semakin banyak lingkaran merah pada bar tersebut maka semakin sulit Aiden terhindar dari pengejaran tersebut. Lingkaran tersebut masih bisa bertambah lagi. Untuk menghindari pengejaran tersebut Aiden dapat kabur dari penglihatan polisi. Jika Aiden berhasil keluar dari penglihatan polisi maka tampilan *minimap* akan berubah menjadi seperti gambar 12. Tetapi jika Aiden gagal kabur, maka Aiden akan ditangkap polisi dan permainan akan dimulai kembali dengan denda sejumlah uang tertentu dan Aiden berada di

depan kantor polisi.



Gambar 12. Tampilan saat keluar dari penglihatan polisi

(Sumber :

<http://guides.gamepressure.com/watchdogs/guide.asp?ID=25380> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.36 WIB)

Aiden dapat kabur dari penglihatan polisi dengan berbagai cara seperti meng-*hack* lampu lalu lintas agar terjadi kekacauan, menaiki jembatan agar polisi tidak dapat mengejar lagi, dan menaiki suatu tiang seperti yang ada pada gambar 12 di atas. Cara-cara tersebut dinamakan dengan netralisasi. Setelah keluar dari penglihatan polisi, *minimap* tidak akan berwarna merah lagi dan bar di bawah *minimap* pun akan berubah warna menjadi putih. Persen yang ada pun akan berubah menjadi suatu hitungan waktu mundur dimulai dari 40 detik. Pada *minimap* pun akan ada suatu lingkaran putih yang besar, jika Aiden berhasil keluar dari lingkaran tersebut dengan tidak diketemukan oleh polisi lagi maka Aiden berhasil kabur dari pengejaran tersebut. Jika Aiden berhasil tidak diketemukan oleh polisi lagi sampai detikan mundur yang dimulai dari detik 40 sampai 0, maka Aiden pun berhasil kabur dari pengejaran polisi. Tampilan *minimap* akan berubah lagi jika Aiden berhasil kabur dari pengejaran tersebut. Tampilannya akan seperti gambar 13 di bawah ini.



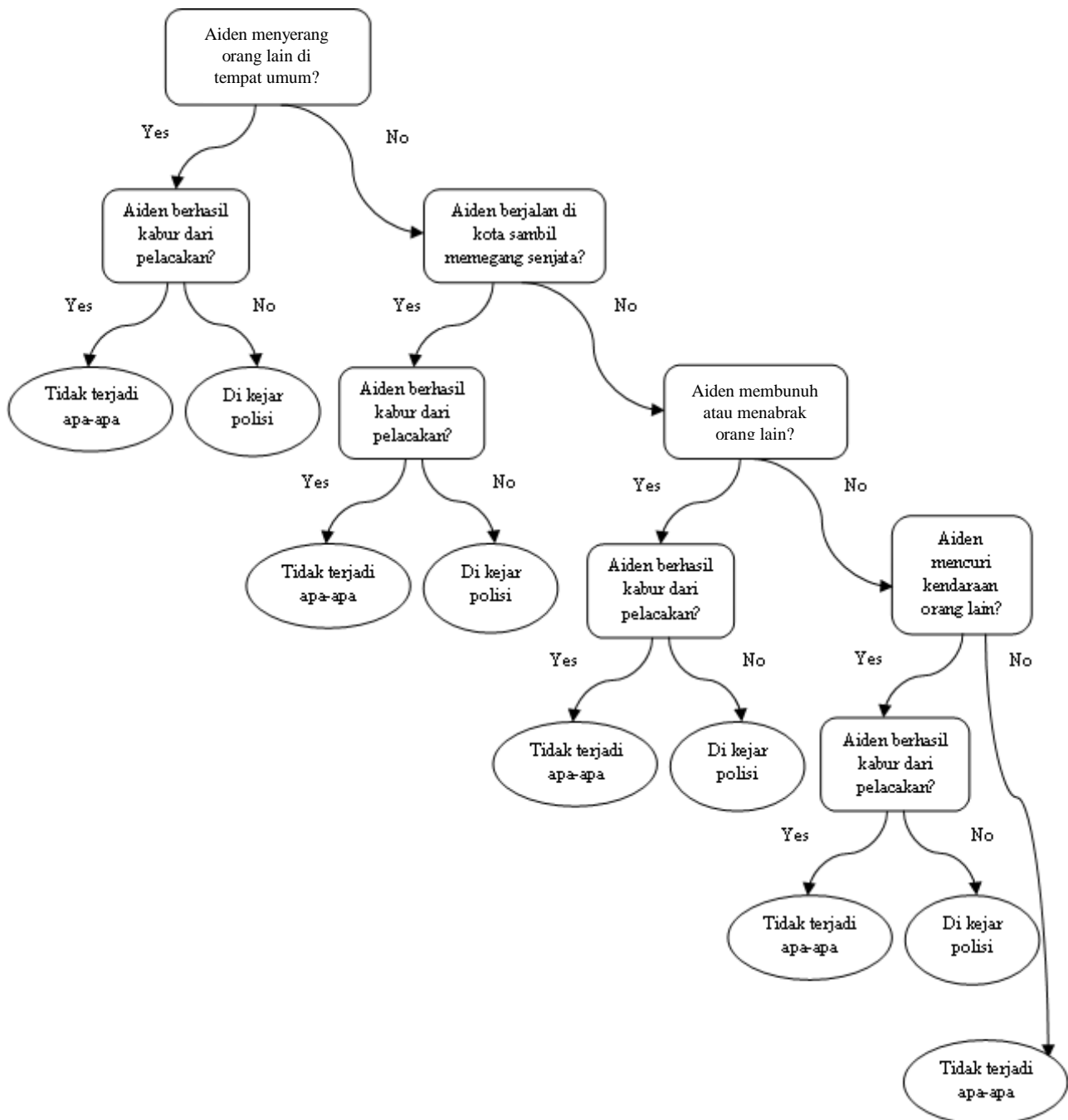
Gambar 13. Tampilan saat berhasil kabur dari pengejaran polisi

(Sumber :

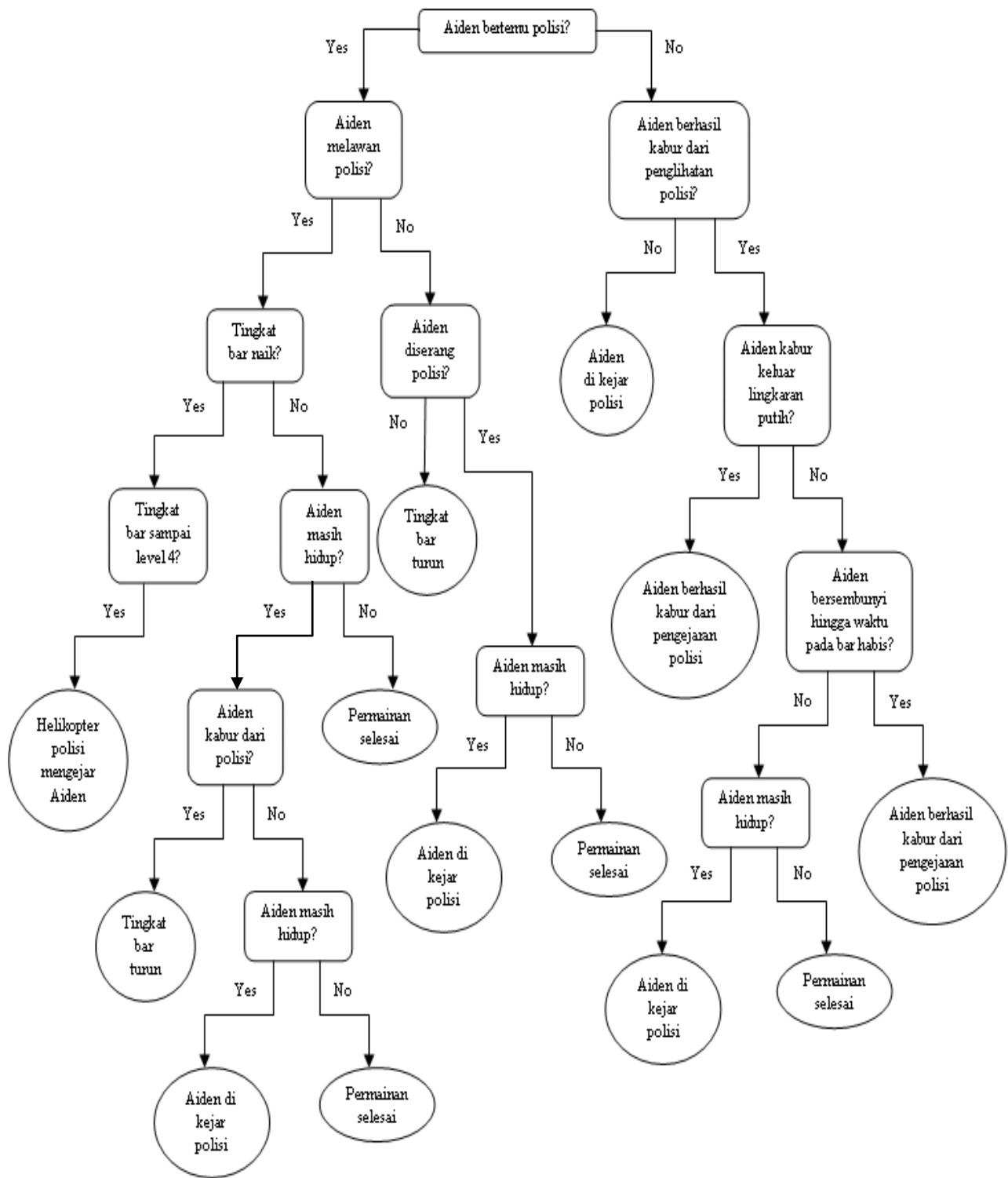
<http://guides.gamepressure.com/watchdogs/guide.asp?ID=25380> diakses pada 8 Desember 2014 pukul 02.38 WIB)

Setelah memainkan permainan Watch Dogs ini dan telah mencoba beberapa cara yang berbeda-beda, saya bisa

membuat pohon keputusan yang digunakan AI sebagai polisi. Pada pohon keputusan gambar 14 dan 15, tindakan yang dapat diambil oleh Aiden dilambangkan dengan persegi empat. Aiden dapat memilih tindakannya dengan jawab *yes* atau *no*. Pada akhirnya pohon keputusan tersebut akan mempunyai suatu solusi yang menentukan tindakan yang akan diambil oleh AI yang dilambangkan dengan lingkaran. Gambar 14 di bawah ini adalah pohon keputusan sebelum pengejaran polisi. Tindakan yang akan diambil AI sebagai polisi, apakah akan mengejar Aiden atau tidak, tergantung pada tindakan yang dilakukan oleh Aiden.



Gambar 14. Pohon keputusan sebelum pengejaran polisi



Gambar 15. Pohon keputusan saat pengejaran polisi

V. KESIMPULAN

Pohon dapat digunakan untuk memecahkan suatu masalah, contohnya adalah persoalan tindakan yang diambil oleh AI berdasarkan tindakan dari pemain dalam permainan. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan pohon keputusan untuk menemukan suatu solusi agar masalah terselesaikan. Dengan membuat pohon keputusan juga dapat mempermudah pemrograman untuk AI dalam permainan karena sudah mengetahui apa saja tindakan yang seharusnya dilakukan oleh AI berdasarkan tindakan dari pemain dalam permainan.

REFERENCES

- [1] <http://watchdogs.ubi.com/watchdogs/en-us/game-info/index.aspx>
Diakses pada tanggal 7 Desember 2014 pukul 23.22 WIB.
- [2] <http://rehulina.wordpress.com/2009/08/05/pengertian-kecerdasan-buatan/>
Diakses pada tanggal 9 Desember 2014 pukul 21.32 WIB.
- [3] Munir, Rinaldi. 2003. Matematika Diskrit Edisi Kedua. Bandung: Penerbit Informatika.

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



Vincent Theophilus Ciputra
13513005