

**IMPLEMENTASI ANT COLONY OPTIMIZATION UNTUK
PENCARIAN RUTE TERPENDEK KARAKTER TANK
PADA GAME BATTLE JOEN**

SKRIPSI

**Oleh:
AHMAD JUNIAR ILHAM
NIM : 11650037**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**IMPLEMENTASI ANT COLONY OPTIMIZATION UNTUK
PENCARIAN RUTE TERPENDEK KARAKTER TANK
PADA GAME BATTLE JOEN**

Oleh:

Ahmad Juniar Ilham

NIM. 11650037

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Fresy Nugroho, M.T
19710722 201101 1 001

Zainal Abidin, M.Kom
19760613 200501 1 004

Tanggal, 13 April 2015

**Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

Dr. Cahyo Crysdiان
NIP. 19740424 200901 1 008

IMPLEMENTASI ANT COLONY OPTIMIZATION UNTUK PENCARIAN RUTE TERPENDEK KARAKTER TANK PADA GAME BATTLE JOEN

SKRIPSI

Oleh:

Ahmad Juniar Ilham

NIM. 11650037

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas akhir dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal, 29 Mei 2015

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: <u>Fachrul Kurniawan, M. MT</u> NIP. 19720309 200501 2 002	()
2. Ketua	: <u>Yunifa Miftachul Arif, M.T</u> NIP. 19740424 200901 1 008	()
3. Sekretaris	: <u>Fresy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001	()
4. Anggota	: <u>Zainal Abidin, M. Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Juniar Ilham

NIM : 11650037

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jurusan : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Implementasi Ant Colony Optimization untuk Pencarian Rute
Terpendek Karakter Tank pada Game Battle Joen

Menyatakan bahwa skripsi tersebut adalah karya saya sendiri dan bukan karya orang lain, baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar, saya bersedia mendapat sanksi akademik.

Malang, 13 Mei 2015

Yang membuat pernyataan

Ahmad Juniar Ilham
11650037

HALAMAN MOTTO



KEMAMPUAN ITU ADA BATASNYA, TETAPI USAHA TIDAK ADA BATASNYA

Hiruma - Eyeshield 21



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur seraya mengharap ridho Allah SWT.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Abi dan Umi tercinta

Drs. Mardawiyono dan Kamariyah

Yang senantiasa mendidik, membina, membesarkan dengan kasih sayang dan segala pengorbanannya yang tak terhitung sehingga saya bisa tumbuh besar dan berpendidikan.

Semoga Allah SWT melindungi dan menyayangi keduanya . . .

adik-adikku **Ahmad Zainal Abidin** dan **Robiatul Adawiyah**

Yang turut mendo'akan saya

Semoga mereka selalu dalam lindungan-Nya . . .

Amien Ya Robbal Alamien..

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya kepada kita serta memberikan nikmat Islam dan Iman serta tak lupa nikmat kesehatan yang diberikan kepada penulis khususnya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah dengan judul “IMPLEMENTASI ANT COLONY OPTIMIZATION UNTUK PENCARIAN RUTE TERPENDEK KARAKTER TANK PADA GAME BATTLE JOEN”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Komputer (S.Kom) di Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Fresy Nugroho, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta memberikan saran, kemudahan dan kepercayaan dalam dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Zainal Abidin, M.Kom selaku dosen pembimbing II yang telah memberi arahan, motivasi, masukan, saran serta bimbingan.
3. Bapak Dr. Cahyo Crys dian selaku ketua jurusan serta bapak A'la Syauqi.M.Kom selaku sekretaris jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains

Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman, dan wawasannya, sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
5. Gus Khoirul Mawahib dan Neng Qumillaila yang menjadi kyai dan bu nyai pondok saya di Pondok Pesantren Mambaul Irsyad yang selalu mendoakan saya.
6. Teman-teman satu jurusan Teknik Informatika angkatan 2011 yang telah bersedia berbagi ilmu dan informasi selama menimba ilmu di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang ini, khususnya Harditya Rahmat Ramadhan yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, dan pengalaman sehingga penulis mengetahui banyak hal tentang Teknologi Informasi dan Komunikasi.
7. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Penulis ucapkan terimakasih banyak atas bantuan, dan motivasinya.

Akhirnya atas segala kekurangan dari penyusunan skripsi ini, sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari semua pembaca demi memperbaiki kualitas penulisan selanjutnya. Semoga apa yang telah tertulis di dalam skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan. Amien...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ixix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK.....	xivv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	8
DASAR TEORI	8
2.1 Kajian Pustaka	8
2.1.1 Game (Permainan)	8
2.1.2 Jenis-jenis <i>Game</i>	8

2.1.3 Genre Game	9
2.1.4 <i>Game</i> Edukasi	12
2.1.5 Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) (Ant Algorithm)	12
2.1.6 Cara Kerja Semut Menemukan Rute Terpendek dalam ACO	14
2.2 Penelitian Terkait	19
2.3 Game Engine	20
2.4 Ilmu Faraidh	21
BAB III	31
3.1 Desain Aplikasi	31
3.1.1 Keterangan Umum Game	31
3.1.2 Story Board Game	33
3.2 Finite State Machine	34
3.3 User Interface	39
3.4 Deskripsi Karakter	42
3.5 Item Game	44
3.6 Perancangan Algoritma Ant Colony Optimization (ACO)	45
3.7 Kebutuhan Sistem	50
3.7.1 Kebutuhan Hardware	50
3.7.2 Kebutuhan Software	51
BAB IV	52
HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Implementasi	52
4.2 Implementasi Ant Colony Optimization	52
4.2.1 Inisialisasi Parameter	52
4.2.2 Pengisian ke dalam tabu list	53
4.2.3 Penyusunan rute kunjungan	53

4.2.4 Penghitungan panjang rute	53
4.2.4 Penentuan Jalur Terpendek	53
4.3 Implementasi Aplikasi	55
4.4 Uji Coba.....	62
4.4.1 Uji Coba Ant Colony Optimization	62
4.4.2 Uji Coba Pengguna.....	65
4.5 Integrasi Islam dengan Ant Colony Optimization	69
BAB V.....	74
PENUTUP.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perjalanan Semut dari Sarang ke Sumber Makanan	14
Gambar 3.1 Gambar Latar permainan.....	20
Gambar 3.2 Finite State Machine Game Pembelajaran Ilmu Faraidh Level 1 .	33
Gambar 3.3 Finite State Machine Game Pembelajaran Ilmu Faraidh Level 2 .	34
Gambar 3.4 Finite State Machine Game Pembelajaran Ilmu Faraidh Level 3 .	35
Gambar 3.5 Joen.....	40
Gambar 3.6 Tank.....	40
Gambar 3.7 Bubble Enemy	41
Gambar 3.8 Laba-laba	41
Gambar 4.1 Tampilan utama <i>game Battle Joen</i>	52
Gambar 4.2 Tampilan Menu Petunjuk Permainan.....	53
Gambar 4.3 Tampilan Pilih Level.....	54
Gambar 4.4 Tampilan papan permainan level 1	55
Gambar 4.5 Tampilan papan permainan level 2	56
Gambar 4.6 Tampilan papan permainan level 3	57
Gambar 4.7 Tampilan ketika Kalah	58
Gambar 4.8 Tampilan Ketika Menang.....	58
Gambar 4.9 Grid dan Node	59
Gambar 4.10 Rute Titik berangkat ke titik tujuan.....	60
Gambar 4.11 Uji coba pada Karakter Tank	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Hak Warisan.....	31
Tabel 3.2 User Interface	38
Tabel 3.3 Item Game.....	42
Tabel 4.1 Hasil uji coba implementasi Level 1	61
Tabel 4.2 Hasil uji coba implementasi Level 2.....	38
Tabel 4.3 Hasil uji coba implementasi Level 3.....	42
Tabel 4.4 Tabel Kusioner untuk Anak-anak	62
Tabel 4.5 TabelKusioner untuk Remaja.....	63
Tabel 4.6 Tabel Kusioner Responden Secara Keseluruhan	64

مستخلص البحث

الهام, أحمد جونيبار . تنفيذ مستعمرة النمل الأمثل لبحث أقصر الطرق في لعبة معركة جون .
قسم الهندسة المعلوماتية , العلوم و التكتولوجيا, الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك
ابراهيم مالانج . المشرف الأول : فرسي نوكر وهو الماجيستير, المشرف الثاني : زين
العابدين الماجيستير

الكلمات المفتاحية : مستعمرة النمل الأمثل, أقصر الطرق, الأمثل, لعبة

اللعبة هي الشيء التي تمكن أن تقوم باستخدام قواعد معينة بحيث توجد الغالب والمغلوب.
اللعبة هي الترفيه مثيرة جدا للاهتمام بالنسبة للطفل. لعبة أفضل للأطفال من مشاهدة
التلفزيون. على هذا الأساس قام المؤلف بالبحوث المتعلقة تطوير اللعبة.

في البحث عن أقصر الطرق، هناك حاجة إلى الطريقة من أجل بناء اللعبة تصبح أكثر إثارة
للاهتمام والتحدى. الأسلوب الذي يمكن استخدامه للعثور على أقصر الطرق هو مستعمرة
النمل الأمثل. مستعمرة النمل الأمثل هو خوارزمية التي تمكن أن تولد قيمة مثلى لأن هناك
عملية التحسين في ذلك

من تجارب أجريت، طريقة مستعمرة النمل يمكن استخدامها لإيجاد حل في البحث عن
أقصر الطرق من نقطة المنشأ إلى نقطة المقصد. وقدم المحاكمة أيضا إلى عدد من
المستخدمين لتحديد تقييم المستخدمين تطبيق اللعبة المعركة "جون"

ABSTRACT

Ilham, Ahmad Juniar. 2015. **Implementation of Ant Colony Optimization for Shortest Path Tank Character in Game Battle Joen** . Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang, Supervisor: (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Zainal Abidin, M.Kom.

Keywords: *Ant Colony Optimization, Shortest Path, Optimizatin, Game*

Game is something that can be played using certain rules so that there is winner and loser. Game is exciting entertainment for a child. However, playing games excessively can worsen the child's ability. Game even better for kids than watching television. On this basis the authors conducted research related to game development.

In searching for the shortest route, a method is needed in order to build the game become more interesting and challenging. One method that can be used to find the shortest path is Ant Colony Optimization. Ant Colony Optimization is an algorithm that can generate optimal value because there are inconsistencies in the optimization process.

Of the experiments performed, Ant Colony Optimization methods can be used to find a solution in the search for the shortest route from point of origin to point of destination. The trial was also made to a number of users to determine the assessment of the application users Battle Joen game.

ABSTRAK

Ilham, Ahmad Juniar. 2015. **Implementasi Ant Colony Optimization untuk Pencarian Rute Terpendek Karakter Tank pada Game Battle Joen**. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Fresy Nugroho, M.T (II) Zainal Abidin, M.Kom

Kata kunci: *Ant Colony Optimization, Jalur Terpendek, Optimasi, Game*

Game adalah sesuatu yang dapat dimainkan dengan menggunakan aturan tertentu sehingga ada yang menang dan ada yang kalah. *Game* merupakan hiburan yang sangat menarik bagi seorang anak. Bahkan *game* lebih baik bagi anak-anak daripada menonton televisi. Atas dasar ini penulis melakukan penelitian yang berkaitan dengan pembuatan *game*.

Dalam mencari rute terpendek, metode diperlukan dalam membangun *game* supaya menjadi lebih menarik dan menantang. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencari jalur terpendek adalah *Ant Colony Optimization*. *Ant Colony Optimization* merupakan algoritma yang dapat menghasilkan nilai yang optimal karena ada proses optimasi di dalamnya.

Dari uji coba yang dilakukan, metode *Ant Colony Optimization* dapat digunakan untuk mencari solusi dalam mencari rute terpendek dari titik asal ke titik tujuan. Uji coba juga dilakukan kepada sejumlah pengguna untuk mengetahui penilaian pengguna terhadap aplikasi *game Battle Joen*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Game atau permainan adalah sesuatu yang dapat dimainkan siapa saja dengan aturan tertentu yang terdiri dari lawan dan teman sehingga ada yang menang dan kalah yang cenderung bersifat menyenangkan serta bertujuan *refreshing* (Zulfadli Fahrul Rozi, 2010). Manfaat dari *game* banyak sekali. Salah satunya yang diungkapkan oleh para ilmuwan dari Queensland University of Technology Australia yang dilansir oleh Republika.co.id mengatakan bermain *game* ternyata bisa jadi lebih baik dari pada menonton televisi bagi anak-anak (Republika, 2013). Menurut Tom Watson, salah seorang Menteri Sekretaris Kabinet di Inggris yang dilansir dari website *duniaku.net* (2011), bahwa “anak-anak akan mendapatkan pelajaran berharga dari video game ketimbang menonton televisi. Dengan bermain video game, anak-anak dapat belajar melatih pikiran, konsentrasi, menjawab tantangan, dan beradaptasi terhadap perubahan di sekitar mereka.”

Di beberapa *game* terdapat 2 unsur yang saling mempengaruhi, yakni *player* utama yang dimainkan oleh pemain *game* dan Non-player character (NPC) atau karakter yang tidak dimainkan oleh pemain *game*.

NPC adalah sebuah karakter yang bukan dikontrol oleh seorang pemain sekaligus merupakan satu dari tantangan utama dalam bermain game (Och *et al*, 2009). NPC di kendalikan secara otomatis oleh komputer. NPC bisa berupa teman, musuh atau netral. NPC diinginkan dapat berperilaku cerdas layaknya manusia. Dia bisa mengindra lingkungan, berpikir, memilih aksi

lalu bertindak sebagai respon atas perubahan pada lingkungannya. Untuk dapat memperoleh perilaku cerdas dari NPC digunakan kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI). Penggunaan AI pada NPC dilakukan dengan pemberian algoritma khusus sesuai dengan perilaku cerdas yang diharapkan.

Salah satu *game* klasik yang populer menurut versi Nahap.com adalah Battle City. *Game* sederhana ini cukup menarik, menggunakan tank, dan pemain *game* harus menjaga dan melindungi simbol seperti burung garuda dari serangan musuh. Berawal dari banyaknya orang yang memainkan *game* ini, maka penulis ingin membuat *game* seperti Battle city tersebut. *Game* tersebut dinamai “Battle Joen”. Akan tetapi dalam *game* ini, penulis menyisipkan unsur edukasi bagi para pemainnya.

Pada *game* ini, NPC merupakan musuh/ lawan dari seorang pemain yaitu sekumpulan tank yang misinya adalah mencari jalur terpendek dari objek yang dilindungi oleh seorang *player game* untuk dihancurkan.

Metode pencarian terpendek atau *Shortest Path* yang sering digunakan adalah algoritma A*, algoritma Dijkstra, algoritma greedy, dan algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*.

Algoritma Dijkstra memiliki kelebihan antara lain mempermudah dalam mengetahui jarak atau lintasan terpendek dari suatu titik tertentu ke semua titik yang lain. Adapun kekurangannya adalah semakin banyak titik akan semakin memakan waktu proses. Jumlah titik menentukan tingkat efektifitas dari algoritma dijkstra (Ollivia , 2013). Algoritma Greedy memiliki kelebihan pada prinsip pencarian lintasan terpendeknya yang memakai fungsi “Seleksi” dan itu berguna untuk menentukan jalan tersingkat untuk menuju suatu tempat, tetapi

kelemahannya tidak beroperasi secara menyeluruh terhadap semua alternatif solusi yang ada. Sedangkan Algoritma A star (A*) kelebihanannya adalah hasil yang diberikan lebih akurat akan tetapi kekurangannya adalah lebih lambat dalam mencari jalur optimum (Willy Setiawan, 2010)

Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* merupakan algoritma yang dimunculkan sebagai suatu pendekatan multi-agen (*Multi-agent approach*) terhadap optimasi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan *graf*. Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* terinspirasi oleh pengamatan terhadap suatu koloni semut. Semut merupakan hewan yang hidup sebagai suatu kesatuan dalam koloninya dibandingkan jika dipandang sebagai individu yang hidup sendiri-sendiri dan tidak bergantung terhadap koloninya. (Nugroho , F : 2012). Kelebihan dari algoritma ini dibandingkan dengan algoritma lain adalah pencarian nilai terpendek memberikan hasil yang akurat karena adanya proses optimasi, di dalam cakupan parameter keoptimalan, algoritma ini selalu menemukan solusi yang mendekati optimal (Agus Leksono, 2011).

Di dalam *game* ini terdapat unsur edukasi yaitu pembelajaran ilmu Faraidh. Unsur edukasi ini diletakkan pada bagian koin informasi berwarna kuning yang harus diambil oleh seorang *player game*. Unsur edukasi ini dirasa penting, karena Ilmu *Faraidh* secara khusus diperintahkan oleh Nabi Muhammad SAW untuk dipelajari, didalam kemudian diajarkan kepada orang lain. Dalilnya seperti berikut :

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ: يَا أَبَا هُرَيْرَةَ تَعَلَّمُوا الْفَرَائِضَ وَعَلِّمُواَهَا فَإِنَّهُ نِصْفُ الْوَلَاةِ يُنْسَى وَهُوَ أَوَّلُ شَيْءٍ مَا يُنْزَعُ مِنْ أُمَّتِي

Rasulullah SAW bersabda: “Wahai Abu Hurairah, pelajaryliah ilmu faraidh dan ajarkanlah. Karena dia setengah dari ilmu dan dilupakan orang. Dan dia adalah yang pertama kali akan dicabut dari umatku”. (HR. Ibnu Majah, Ad-Daruquthuny dan Al-Hakim).

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalah, yaitu :

1. Bagaimana mengimplementasikan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) untuk perilaku NPC pada *Game* Edukasi Pembelajaran Ilmu Faraidh *Battle Joen*?
2. Seberapa maksimal Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dalam menyelesaikan permasalahan pencarian objek (yang dilindungi) pada *Game* Edukasi Pembelajaran Ilmu Faraidh *Battle Joen*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Dapat mengimplementasikan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) untuk perilaku NPC pada game pada *Game* Edukasi Pembelajaran Ilmu Faraidh *Battle Joen*.
2. Mengetahui seberapa maksimal Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dalam menyelesaikan permasalahan pencarian objek (yang dilindungi) pada *Game* Edukasi Pembelajaran Ilmu Faraidh *Battle Joen*.

1.4 Batasan Masalah

1. Game ini dimainkan oleh player tunggal/single player.
2. Game berbasis 3D untuk PC/Dekstop.

3. Game lebih dikhususkan bagi yang belum pernah belajar ilmu Faraidh.
4. Penjelasan ilmu Faraidh hanya sebatas apa yang ada dalam Al-qur'an (Hanya sekedar informasi bagi *player game* secara umum/bukan merupakan hasil optimasi dari Algoritma *Ant Colony Optimization*).
5. Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) diterapkan pada NPC (musuh dari player).

1.5 Manfaat Penelitian

- Bagi User/ Pemain
 1. Memudahkan user dalam mempelajari ilmu Faraidh untuk pemula.
 2. User tidak bosan mempelajari ilmu Faraidh.
- Bagi Jurusan
 - a. Bahan koleksi aplikasi berbasis game.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan, membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat dan sistematika penyusunan laporan tugas akhir. Uraian di bab pendahuluan ini memberikan gambaran kepada pembaca terkait maksud dan tujuan dalam penelitian ini. Berangkat dari pemahaman bahwa *game* sangat berpotensi untuk menumbuhkan kembali motivasi belajar dan memudahkan bagi para user yang ingin mengetahui ilmu Faraidh secara umum. Hal tersebut dijawab dengan merancang dan membangun sebuah aplikasi

permainan edukasi pembelajaran ilmu Faraidh dengan mengimplementasikan algoritma *Ant Colony Optimization* pada karakter tank untuk pencarian terpendeknya.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang mendasari dalam penyusunan tugas akhir ini. Adapun yang dibahas dalam bab ini adalah pengertian *game*, jenis-jenis *game*, *genre game*, pengertian *game* edukasi, pembahasan secara umum Ilmu Faraidh, dan teori tentang algoritma *Ant Colony Optimization*. Teori yang dijabarkan ini yang akan menjadi acuan dalam melakukan perancangan sistem yang akan dibahas di bab III.

BAB III Desain Aplikasi

Bab ini menjelaskan tentang desain aplikasi untuk membuat aplikasi permainan *Battle Joen*. Perancangan aplikasi terdiri atas desain proses-proses utama dan desain aplikasi yang terdiri atas desain output, desain input, desain antar muka dan desain karakter. Terdapat beberapa proses utama yaitu: implentasi algoritma *Ant Colony Optimization* pada karakter tank untuk pencarian rute terpendek dari objek yang dilindungi.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menjelaskan tentang pengujian aplikasi permainan *Battle Joen*. Perancangan dan desain aplikasi diimplementasikan dengan bahasa pemrograman JavaScript dan Csharp yang ada pada Unity3D. Juga dipaparkan pengujian terhadap aplikasi yang dibuat untuk mengetahui aplikasi tersebut telah dapat menyelesaikan permasalahan sesuai dengan yang diharapkan. Uji coba dan

evaluasi dilakukan terhadap tahapan aplikasi dan solusi yang didapatkan dalam melakukan penyelesaian pencarian rute terpendek.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan pembuatan aplikasi permainan *Battle Joen* selanjutnya.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Game (Permainan)

Menurut Anggra (Zulfadli , 2010:6) *game* adalah sesuatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu sehingga ada yang menang dan ada yang kalah, biasanya dalam konteks tidak serius atau dengan tujuan *refreshing*. Suatu cara belajar yang digunakan dalam menganalisa interaksi antara sejumlah pemain maupun perorangan yang menunjukkan strategi-strategi yang rasional.

Game terdiri atas sekumpulan peraturan yang membangun situasi bersaing dari dua sampai beberapa orang atau kelompok dengan memilih strategi yang dibangun untuk memaksimalkan kemenangan sendiri atau pun untuk meminimalkan kemenangan lawan. Peraturan-peraturan menentukan kemungkinan tindakan untuk setiap pemain, sejumlah keterangan diterima setiap pemain sebagai kemajuan bermain, dan sejumlah kemenangan atau kekalahan dalam berbagai situasi.

2.1.2 Jenis-jenis Game

Ada beberapa jenis platform di dunia *game* yang selalu dipilih oleh pengguna *games* , yaitu :

1. *Arcade games*, yaitu yang sering disebut ding-dong di Indonesia, biasanya berada di daerah / tempat khusus dan memiliki box atau mesin yang memang khusus di design untuk jenis video *games* tertentu dan tidak jarang bahkan memiliki fitur yang dapat membuat pemainnya lebih merasa masuk dan

menikmati, seperti pistol, kursi khusus, sensor gerakan, sensor injakkan dan stir mobil (beserta transmisinya tentunya).

2. *PC Games* , yaitu *video game* yang dimainkan menggunakan *Personal Computers*.
3. *Console games*, yaitu *video games* yang dimainkan menggunakan console tertentu, seperti Playstation 2, Playstation 3, XBOX 360, dan Nintendo Wii.
4. *Handheld games*, yaitu yang dimainkan di *console* khusus *video game* yang dapat dibawa kemana-mana, contoh Nintendo DS dan Sony PSP.
5. *Mobile games*, yaitu yang dapat dimainkan atau khusus untuk *mobile phone* atau PDA.

2.1.3 Genre Game

Game menurut Lindsay Grace (2005) dibagi atas beberapa *genre*, diantaranya yaitu:

1. *Action Shooting* (tembak – menembak). Menembak , memukul , bisa juga tusuktusukan, tergantung cerita dan tokoh di dalamnya, *video game* jenis ini sangat memerlukan kecepatan refleks, koordinasi mata-tangan, juga *timing*, inti dari *game* jenis ini adalah tembak, tembak dan tembak.
Contoh : CS (*Counter Strike*) dan Crysis.
2. *Fighting* (pertarungan). Ada yang mengelompokan *video game fighting* di bagian Aksi, namun penulis berpendapat berbeda, jenis ini memang memerlukan kecepatan refleks dan koordinasi mata-tangan, tetapi inti dari *game* ini adalah penguasaan jurus (hafal caranya dan lancar mengeksekusinya), pengenalan karakter dan *timing* sangatlah penting, iya, combo-pun menjadi esensial untuk mengalahkan lawan secepat mungkin.

Contoh : Mortal Kombat dan Tekken.

3. *Adventure* (Petualangan). Memasuki gua bawah tanah, melompati bebatuan di antara lahar, bergelayutan dari pohon satu ke pohon lain, bergulat dengan ular sambil mencari kunci untuk membuka pintu kuil legendaris, atau sekedar mencari telepon umum untuk mendapatkan misi berikutnya, itulah beberapa dari banyak hal yang karakter pemain harus lakukan dan lalui dalam video *game* jenis ini.

Contoh : Kings Quest, dan Space Quest.

4. *Strategy* (strategi). Video *game* strategi biasanya memberikan pemain atas kendali tidak hanya satu orang tapi minimal sekelompok orang dengan berbagai jenis tipe kemampuan, sampai kendaraan, bahkan hingga pembangunan berbagai bangunan, pabrik dan pusat pelatihan tempur, tergantung dari tema ceritanya. Kebanyakan *game* strategi adalah *game* perang.

Contoh : Warcraft.

5. *Puzzle* (teka-teki). Video *game* jenis ini sesuai namanya berintikan mengenai pemecahan teka-teki, baik itu menyusun balok, menyamakan warna , memecahkan perhitungan matematika, melewati labirin, sampai mendorong-dorong Titik masuk ke tempat yang seharusnya, itu semua termasuk dalam jenis ini. Sering pula *game* jenis ini adalah juga unsur *game* dalam video *game* petualangan maupun *game* edukasi
6. *Sport game* (Olahraga). *Game* ini merupakan adaptasi dari kenyataan, membutuhkan kelincahan dan juga strategi dalam memainkannya. *Game* berupa kompetisi antara dua pemain atau lebih, di mana pemain dapat berupa

individual atau tim. Contoh *game* tipe ini antara lain sepak, basket, tenis, dan bilyard.

7. *RPG (Role Playing Game)*. Video *game* jenis ini sesuai dengan terjemahannya, bermain peran, memiliki penekanan pada tokoh/peran perwakilan pemain di dalam *game*, yang biasanya adalah tokoh utamanya, dimana seiring kita memainkannya, karakter tersebut dapat berubah dan berkembang ke arah yang diinginkan pemain dalam berbagai parameter yang biasanya ditentukan dengan naiknya level, baik dari status kepintaran, kecepatan dan kekuatan karakter, senjata yang semakin sakti, ataupun jumlah teman maupun makhluk peliharaan.
8. *Education* (edukasi). *Game* edukasi merupakan paket software yang menciptakan kemampuan pada lingkungan *game* yang diberikan sebagai alat bantu untuk memotivasi atau membantu siswa untuk melalui prosedur *game* secara teliti untuk mengembangkan kemampuannya. *Developer* yang membuatnya, harus memperhitungkan berbagai hal agar *game* ini benar-benar dapat mendidik, menambah pengetahuan dan meningkatkan ketrampilan yang memainkannya. Target segmentasi pemain harus pula disesuaikan dengan tingkat kesulitan dan *design* visual ataupun animasinya.

2.1.4 **Game Edukasi**

Sesuai dengan arti bahasa Indonesia, *Game* berarti permainan, sedangkan edukasi adalah pendidikan (KBBI).

Menurut Hurd dan Jenuings (2009) *Game* edukasi adalah salah satu genre game yang digunakan untuk memberikan pengajaran / menambah pengetahuan penggunaannya serta memotivasi mereka untuk memainkannya.

Penerapan *game edukasi* bermula dari semakin pesatnya video *game*, sehingga menjadikannya sebagai media yang efektif dan interaktif dan banyak dikembangkan di perindustrian saat ini. *Game* edukasi harus memiliki desain yang menarik bagi penggunaannya agar semakin membuat banyak orang termotivasi untuk memainkannya. (Hurd dan Jenuings, 2009).

2.1.5 **Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) (Ant Algorithm)**

Ant Colony Optimization (ACO) diperkenalkan oleh Moyson dan Manderick dan secara meluas dikembangkan oleh Marco Dorigo (Widhaprasa, 2009). ACO diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai system semut (Dorigo, M., dan Gambardella, L., 1996) . ACO merupakan algoritma yang dimunculkan sebagai suatu pendekatan multi-agen (*Multi-agent approach*) terhadap optimasi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan *graf*.

Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* terinspirasi oleh pengamatan terhadap suatu koloni semut. Semut merupakan hewan yang hidup sebagai suatu kesatuan dalam koloninya dibandingkan jika dipandang sebagai individu yang hidup sendiri-sendiri dan tidak bergantung terhadap koloninya. Suatu perilaku

penting dan menarik untuk ditinjau dari suatu koloni semut adalah perilaku mereka pada saat mencari makan, terutama bagaimana mereka mampu menentukan rute untuk menghubungkan antara sumber makanan dengan sarang mereka.

Ketika berjalan menuju sumber makanan dan sebaliknya, semut meninggalkan jejak berupa suatu zat yang disebut *Pheromone*. Semut-semut dapat mencium *Pheromone*, dan ketika memilih rute yang akan dilalui, semut akan memiliki kecenderungan untuk memilih rute yang memiliki tingkat konsentrasi *Pheromone* yang tinggi. Jejak *Pheromone* tersebut memungkinkan semut untuk menemukan jalan kembali ke sumber makanan atau sarangnya.

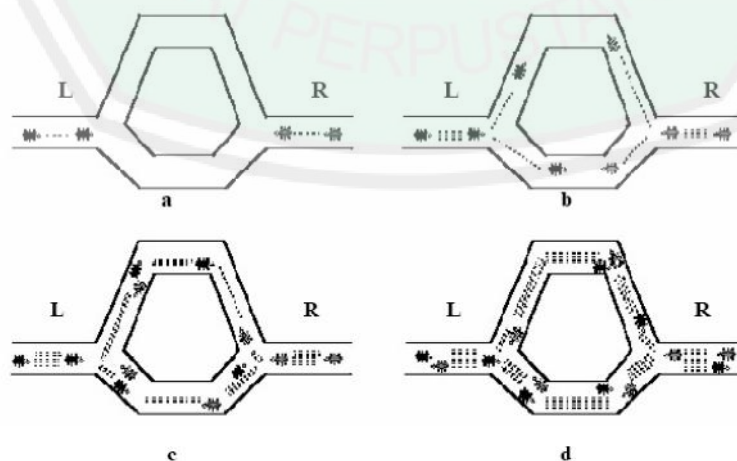
Algoritma ACO telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang yang mencakup beberapa persoalan, yaitu:

1. *Traveling Salesman Problem* (TSP), yaitu mencari rute terpendek dalam sebuah graph menggunakan rute Hamilton.
2. *Quadratic Assignment Problem* (QAP), yaitu menugaskan sejumlah n resources untuk ditempatkan pada sejumlah m lokasi dengan meminimalisasi biaya penugasan (*assignment*).
3. *Job-shop Scheduling Problem* (JSP) juga salah satu contoh aplikasi *Ant Colony Optimization*, yaitu untuk mencari lintasan sejumlah n pekerjaan menggunakan sejumlah m mesin demikian sehingga seluruh pekerjaan diselesaikan dalam waktu yang seminimal mungkin.
4. *Vehicle Routing Problem* (VRP)
5. Pengaturan rute kendaraan
6. Pewarnaan graph

7. Implementasi pada jaringan komunikasi
8. *Network routing*. (Fressy Nugroho, 2012).

2.1.6 Cara Kerja Semut Menemukan Rute Terpendek dalam ACO

Secara jelasnya cara kerja semut menemukan rute terpendek dalam ACO adalah sebagai berikut : Secara alamiah semut mampu menemukan rute terpendek dalam perjalanan dari sarang ke tempat-tempat sumber makanan. Koloni semut dapat menemukan rute terpendek antara sarang dan sumber makanan berdasarkan jejak kaki pada lintasan yang telah dilalui. Semakin banyak semut yang melalui suatu lintasan, maka akan semakin jelas bekas jejak kakinya. Hal ini akan menyebabkan lintasan yang dilalui semut dalam jumlah sedikit, semakin lama akan semakin berkurang kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan akan tidak dilewati sama sekali. Sebaliknya lintasan yang dilalui semut dalam jumlah banyak, semakin lama akan semakin bertambah kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan semua semut akan melalui lintasan tersebut (Dorigo, M., Maniezzo, V., dan Colomi, A., 1991a).



Gambar 2.1 Perjalanan Semut dari Sarang ke Sumber Makanan (sumber: I'ing Muttakhiroh, Menentukan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut)

Gambar 2.1.a di atas menunjukkan ada dua kelompok semut yang akan melakukan perjalanan. Satu kelompok bernama L yaitu kelompok yang berangkat dari arah kiri yang merupakan sarang semut dan kelompok lain yang bernama kelompok R yang berangkat dari kanan yang merupakan sumber makanan. Kedua kelompok semut dari titik awal keberangkatan sedang dalam posisi pengambilan keputusan jalan sebelah mana yang akan diambil. Kelompok semut L membagi dua kelompok lagi. Sebagian melalui jalan atas dan sebagian melalui jalan bawah. Hal ini juga berlaku pada kelompok semut R. Gambar 2.1.b dan gambar 2.1.c menunjukkan bahwa kelompok semut berjalan pada kecepatan yang sama dengan meninggalkan *Pheromone* (jejak kaki semut) di jalan yang telah dilalui. *Pheromone* yang ditinggalkan oleh semut - semut yang melalui jalan atas telah mengalami banyak penguapan karena semut yang melalui jalan atas berjumlah lebih sedikit dari pada jalan yang di bawah. Hal ini dikarenakan jarak yang ditempuh lebih panjang daripada jalan bawah. Sedangkan *Pheromone* yang berada di jalan bawah, penguapannya cenderung lebih lama. Karena semut yang melalui jalan bawah lebih banyak daripada semut yang melalui jalan atas. Gambar 2.1.d menunjukkan bahwa semut-semut yang lain pada akhirnya memutuskan untuk melewati jalan bawah karena *Pheromone* yang ditinggalkan masih banyak. Sedangkan *Pheromone* pada jalan atas sudah banyak menguap sehingga semut-semut tidak memilih jalan atas tersebut. Semakin banyak semut yang melalui jalan bawah maka semakin banyak semut yang mengikutinya.

Demikian juga dengan jalan atas, semakin sedikit semut yang melalui jalan atas, maka *Pheromone* yang ditinggalkan semakin berkurang bahkan hilang. Dari sinilah kemudian terpilih lah rute terpendek antara sarang dan sumber makanan.

Dalam algoritma semut, diperlukan beberapa variabel dan langkah-langkah untuk menentukan jalur terpendek, yaitu:

- Langkah 1:
 - a. Inisialisasi harga parameter-parameter algoritma
 1. Intensitas jejak semut antar Titik dan perubahannya (τ_{ij})
 2. Banyak Titik (n) termasuk koordinat (x,y) atau jarak antar Titik (d_{ij})
 3. Titik berangkat dan Titik tujuan
 4. Tetapan siklus-semut (Q)
 5. Tetapan pengendali intensitas jejak semut (α), nilai $\alpha \geq 0$
 6. Tetapan pengendali visibilitas (β), nilai $\beta \geq 0$
 7. Visibilitas antar Titik = $1/d_{ij}$ (η_{ij})
 8. Banyak semut (m)
 9. Tetapan penguapan jejak semut (ρ) , nilai ρ harus > 0 dan < 1 untuk mencegah jejak pheromone yang tak terhingga.
 10. Jumlah siklus maksimum (NC_{max}) bersifat tetap selama algoritma dijalankan, sedangkan τ_{ij} akan selalu diperbaharui harganya pada setiap siklus algoritma mulai dari siklus pertama ($NC=1$) sampai tercapai jumlah siklus maksimum ($NC=NC_{max}$) atau sampai terjadi konvergensi.
 - b. Inisialisasi Titik pertama setiap semut

Setelah inisialisasi t_{ij} dilakukan, kemudian m semut ditempatkan pada Titik pertama tertentu secara acak.

- Langkah 2:

Pengisian Titik pertama ke dalam *tabu list*. Hasil inisialisasi Titik pertama setiap semut dalam langkah 1 harus diisikan sebagai elemen pertama *tabu list*. Hasil dari langkah ini adalah terisinya elemen pertama *tabu list* setiap semut dengan indeks Titik tertentu, yang berarti bahwa setiap $tabu_k(1)$ bisa berisi indeks Titik antara 1 sampai n sebagaimana hasil inisialisasi pada langkah 1.

- Langkah 3:

Penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap Titik. Koloni semut yang sudah terdistribusi ke sejumlah atau setiap Titik, akan mulai melakukan perjalanan dari Titik pertama masing-masing sebagai Titik asal dan salah satu Titik-Titik lainnya sebagai Titik tujuan. Kemudian dari Titik kedua masing-masing, koloni semut akan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari Titik-Titik yang tidak terdapat pada $tabu_k$ sebagai Titik tujuan selanjutnya. Perjalanan koloni semut berlangsung terus menerus sampai semua Titik satu persatu dikunjungi atau telah menempati $tabu_k$. Jika s menyatakan indeks urutan kunjungan, Titik asal dinyatakan sebagai $tabu_k(s)$ dan Titik-Titik lainnya dinyatakan sebagai $\{N - tabu_k\}$, maka untuk menentukan Titik tujuan digunakan persamaan probabilitas Titik untuk dikunjungi sebagai berikut :

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k' \in \{N-tabu_k\}} [\tau_{ik'}]^\alpha \cdot [\eta_{ik'}]^\beta} \text{ untuk } j \in \{N-tabu_k\} \dots\dots\dots (1)$$

dan

$$p_{ij}^k = 0, \text{ untuk } j \text{ lainnya} \dots\dots\dots (2)$$

dengan i sebagai indeks Titik asal dan j sebagai indeks Titik tujuan.

- Langkah 4

- a. Perhitungan panjang rute setiap semut.

Perhitungan panjang rute tertutup (*length closed tour*) atau L_k setiap semut dilakukan setelah satu siklus diselesaikan oleh semua semut. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan *tabu* masing-masing dengan persamaan berikut :

$$L_k = d_{tabu_k(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s), tabu_k(s+1)} \dots\dots\dots (3)$$

dengan d_{ij} adalah jarak antara kota i ke kota j yang dihitung berdasarkan persamaan :

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \dots\dots\dots (4)$$

- b. Pencarian rute terpendek.

Setelah L_k setiap semut dihitung, akan didapat harga minimal panjang rute tertutup setiap siklus atau L_{minNC} dan harga minimal panjang rute tertutup secara keseluruhan adalah atau L_{min} .

- Langkah 5

Pembaruan *pheromone* pada node-node yang termuat dalam path terbaik. (I'ing Muttakhiroh, 2007)

2.2 Penelitian Terkait

Penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini antara lain :

1. Penelitian oleh Yuliyani Siyamting Tyas dan Widodo Prijodiprodjo (2013), yang berjudul “Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode *Ant Colony Optimization (ACO)*” ,pada penelitian tersebut algoritma ACO digunakan untuk mencari jalur terbaik dan jalur alternatif dengan memperhitungkan kriteria jarak, kepadatan arus lalu lintas, banyaknya tikungan dan banyaknya lubang. Penelitian tersebut mencari alternatif rute yang dapat ditempuh dari titik awal sampai titik akhir dengan menggunakan koloni semut buatan (ants), setelah semua ants menyelesaikan rutanya, semua alternatif rute dievaluasi terhadap semua kriteria yang di tentukan.
2. Penelitian oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika UPN “Veteran” Yogyakarta Bambang Yuwono , dkk (2009) yang berjudul “Implementasi Algoritma Koloni Semut Pada Proses Pencarian Jalur Terpendek Jalan Protokol di Titik Yogyakarta , pada penelitian tersebut dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya Algoritma koloni semut dapat digunakan untuk melakukan pencarian terpendek berdasarkan jarak jalan, Keberhasilan pencarian jalur terpendek bergantung pada jumlah semut. Semakin besar jumlah semut, semakin besar pula kemungkinan keberhasilan pencarian jalur terpendek dan hasil semakin akurat.
3. Penelitian oleh I’ing Muttakhirroh (2007), Mahasiswi Universitas Islam Indonesia yang berjudul “Menentukan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut”. Dalam penelitiannya, ia mengatakan bahwa algoritma

semut cukup efektif dalam penentuan jalur terpendek, karena hasil perhitungan yang didapatkan cukup akurat. Namun demikian, semakin banyak data yang diolah tingkat akurasi nya akan semakin menurun. Selain jumlah Titik, nilai parameter juga cukup mempengaruhi akurasi hasil perhitungan.

2.3 Game Engine

Game engine adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk membuat sebuah game. Sebuah *game engine* biasanya dibangun dengan mengenkapsulasi beberapa fungsi standar yang umum digunakan dalam pembuatan sebuah game. Misalnya fungsi *rendering* , pemanggilan suara , *network*, atau pembuatan partikel untuk spesial *effect*. Sebagian besar *game engine* umumnya berupa *library* atau sekumpulan fungsi-fungsi yang penggunaannya dipadukan dengan bahasa pemrograman.

Sebuah *game engine* juga biasanya dilengkapi dengan fungsi-fungsi grafis atau komputasi dasar yang jarang diketahui oleh *developer*. *Game engine* membungkus semua itu untuk menjadikan proses pembuatan menjadi lebih cepat dan mudah. Beberapa *game engine* yang cukup populer adalah Unity3D, TrueVision, Irrlicht, Ogre3D. Pada penelitian kali ini, penulis menggunakan Unity3D untuk pembuatan *game*.

Unity Technologies dibangun pada tahun 2004 oleh David Helgason, Nicholas Francis dan Joachim Ante. *Game engine* ini dibangun atas dasar kepedulian mereka terhadap indie developer yang tidak bisa membeli *game engine* karena terlalu mahal. Fokus perusahaan ini adalah membuat sebuah perangkat lunak yang bisa digunakan oleh semua orang, khususnya untuk

membangun sebuah game. Di tahun 2009 , Unity diluncurkan secara gratis dan april 2012 , Unity mencapai popularitas tertinggi dengan lebih dari 1 juta developer terdaftar di seluruh dunia.

Selain bisa di dapatkan secara gratis, Unity adalah sebuah game engine yang memungkinkan developer untuk membuat sebuah game 3D dengan mudah dan cepat. Secara default,unity telah di atur untuk pembuatan game bergenre First Person Shooting (FPS) ,namun Unity juga bisa di gunakan untuk membuat game bergenre Role Playing Game (RPG) dan Real Time Strategi (RTS). Selain itu , Unity merupakan sebuah engine multiplatform yang memungkinkan game yang di bangun di publish untuk berbagai platform seperti Windows, Mac, Android, IOS, PS3 dan juga WiFi (Rickman Roedavan, 2014 : 1-6).

2.4 Ilmu Faraidh

Menurut Syaikh Muhammad bin Ibraim At-tuwaijiri (2012) Ilmu Faraidh adalah ilmu yang diketahui dengannya siapa yang berhak mendapat waris dan siapa yang tidak berhak, dan juga berapa ukuran untuk setiap ahli waris.

Ilmu Faraidh termasuk ilmu yang paling mulia tingkat bahayanya, paling tinggi kedudukannya, paling besar ganjarannya, oleh karena pentingnya, bahkan sampai Allah sendiri yang menentukan takarannya, Dia terangkan jatah harta warisan yang didapat oleh setiap ahli waris, dijabarkan kebanyakannya dalam beberapa ayat yang jelas, karena harta dan pembagiannya merupakan sumber ketamakan bagi manusia, sebagian besar dari harta warisan adalah untuk pria dan wanita, besar dan kecil, mereka yang lemah dan kuat, sehingga tidak terdapat padanya kesempatan untuk berpendapat atau berbicara dengan hawa nafsu.

Oleh sebab itu Allah-lah yang langsung mengatur sendiri pembagian serta rincian dalam Kitab-Nya, meratakannya diantara para ahli waris sesuai dengan keadilan serta maslahat yang Dia ketahui.

2.4.1 Pembagian Hak Waris Menurut Al-qur'an

Allah telah menerangkan takaran hak waris kepada orang yang berhak menerimanya. Allah menerangkan hal tersebut pada surat An-nisa' ayat 11, 12 dan 176. Firman Allah surat An-nisa ayat 11

يُوصِيكُمُ اللَّهُ فِي أَوْلَادِكُمْ لِلذَّكَرِ مِثْلُ حَظِّ الْأُنثِيَيْنِ فَإِنْ كُنَّ نِسَاءً فَوْقَ اثْنَتَيْنِ فَلَهُنَّ ثُلُثَا مَا تَرَكَ وَإِنْ كَانَتْ وَاحِدَةً فَلَهَا النِّصْفُ وَلِأَبَوَيْهِ لِكُلِّ وَاحِدٍ مِّنْهُمَا السُّدُسُ مِمَّا تَرَكَ إِنْ كَانَ لَهُ وَلَدٌ فَإِنْ لَمْ يَكُنْ لَهُ وَلَدٌ وَوَرِثَهُ أَبُوَاهُ فَلِلْأُمِّهِ الثُّلُثُ فَإِنْ كَانَ لَهُ إِخْوَةٌ فَلِلْأُمِّهِ السُّدُسُ مِنْ بَعْدِ وَصِيَّةٍ يُوصِي بِهَا أَوْ دَيْنٍ ؕ أَبَاؤُكُمْ وَأَبْنَاؤُكُمْ لَا تَدْرُونَ أَيُّهُمْ أَقْرَبُ لَكُمْ نَفْعًا فَرِيضَةٌ مِّنَ اللَّهِ إِنْ أَلَّهَ كَانَ عَلِيمًا حَكِيمًا ﴿١١﴾

Tafsir Jalalain dari ayat di atas sebagai berikut :

“(Allah mewasiatkan atau menitahkan padamu mengenai anak-anakmu) dengan apa yang akan disebutkan ini: (yaitu bagian seorang anak lelaki sama dengan bagian dua orang anak perempuan) di antara mereka. Jika ketiga mereka itu berkumpul, maka bagi yang lelaki seperdua harta dan bagi kedua anak perempuan seperdua pula. Sedangkan jika yang ditemui itu hanya seorang anak lelaki dan seorang perempuan, maka bagi yang perempuan itu hanya sepertiga sementara bagi yang laki-laki dua pertiga. Dan sekiranya yang laki-laki itu tunggal, maka ia menghabisi semua harta (jika mereka) maksudnya anak-anak itu (hanya perempuan) saja (lebih dari dua orang maka bagi mereka dua pertiga harta

yang ditinggalkan) mayat; demikian pula jika jumlah mereka dua orang karena mereka itu dua bersaudara yang tercakup dalam firman Allah swt., "...maka bagi mereka dua pertiga dari harta peninggalan," mereka lebih utama apalagi mengingat bahwa seorang anak perempuan berhak sepertiga harta jika bersama seorang anak laki-laki sehingga dengan demikian jika dia bersama seorang anak perempuan lebih utama lagi dan lebih didahulukan dari hubungan apa pun. Ada pula yang mengatakan bahwa demikian itu ialah untuk menghilangkan dugaan bertambahnya bagian dengan bertambahnya bilangan, yakni tatkala timbul pengertian bahwa dengan diberikannya sepertiga bagian untuk seorang anak perempuan jika ia bersama seorang anak laki-laki, maka dua orang anak perempuan beroleh dua pertiga bagian. (Jika dia) maksudnya anak perempuan itu (seorang saja) menurut qiraat dengan baris di depan sehingga kaana dianggap sebagai tam dan bukan naqish. (maka ia memperoleh seperdua harta sedangkan untuk kedua orang tuanya) maksudnya orang tua mayat yang di sini diberi badal dengan (bagi masing-masing mereka seperenam dari harta pusaka; yakni jika si mayat itu mempunyai anak) baik laki-laki maupun wanita. Ditekankannya badal ialah untuk menyatakan bahwa kedua orang tua itu tidaklah berserikat padanya. Dan terhadap adanya anak dianggap adanya cucu, begitu pula terhadap adanya bapak adanya kakek. (Jika si mayat tidak mempunyai anak dan dia diwarisi oleh kedua orang tuanya) saja atau bersama istrinya (maka bagi ibunya) dapat dibaca li-ummihi dengan hamzah baris di depan dan boleh pula limmihi dengan hamzah baris di bawah untuk meringankan bertemunya dhammah dan kasrah pada dua tempat yang berdekatan (sepertiga) maksudnya sepertiga dari harta yang telah dibagikan kepada pihak istri, sedangkan sisanya buat bapak. (Jika yang meninggal

itu mempunyai beberapa orang saudara) maksudnya dua orang atau lebih, baik laki-laki atau perempuan (maka bagi ibunya seperenam) sedangkan sisanya untuk bapaknya, sementara saudara-saudaranya itu tidak beroleh bagian apa-apa. Dan pembagian warisan seperti tersebut di atas itu ialah (setelah) dilaksanakannya (wasiat yang dibuatnya) dibaca *yuushii* atau *yuushaa* dalam bentuk aktif atau pun pasif (atau) dibayarnya (utangnya). Dan disebutkannya lebih dulu pemenuhan wasiat daripada pembayaran utang, walaupun pelaksanaannya dibelakangkan ialah dengan maksud untuk tidak mengabaikannya. (Mengenai orang tuamu dan anak-anakmu) menjadi *mubtada* sedangkan khabarnya ialah: (tidaklah kamu ketahui manakah yang lebih dekat kepadamu manfaatnya) di dunia dan di akhirat. Ada orang yang mengira bahwa putranyalah yang lebih banyak kegunaannya kepadanya, lalu diberinya harta warisan sehingga dengan demikian ternyata bahwa bapaklah yang lebih bermanfaat bagi manusia, demikian sebaliknya. Maka yang mengetahui soal itu hanyalah Allah swt. dan itulah sebabnya diwajibkan-Nya pembagian pusaka. (Ini adalah ketetapan dari Allah; sesungguhnya Allah Maha Mengetahui) terhadap makhluk-Nya (lagi Maha Bijaksana) tentang peraturan-peraturan yang diberikan-Nya kepada mereka; artinya Dia tetap bersifat bijaksana dalam semuanya itu.”

Firman Allah Surat An-nisaa’ ayat 12

وَلَكُمْ نِصْفُ مَا تَرَكَ أَزْوَاجُكُمْ إِنْ لَمْ يَكُنْ لَهُنَّ وَلَدٌ فَإِنْ كَانَ لَهُنَّ وَلَدٌ فَلَكُمْ
 الرُّبْعُ مِمَّا تَرَكَنَّ مِنْ بَعْدِ وَصِيَّةٍ يوصِينَ بِهَا أَوْ دَيْنٍ وَلَهُنَّ الرُّبْعُ مِمَّا تَرَكَنَّ إِنْ لَمْ
 يَكُنْ لَكُمْ وَلَدٌ فَإِنْ كَانَ لَكُمْ وَلَدٌ فَلَهُنَّ الثُّمُنُ مِمَّا تَرَكَنَّ مِنْ بَعْدِ وَصِيَّةٍ
 يوصُونَ بِهَا أَوْ دَيْنٍ وَإِنْ كَانَ رَجُلٌ يُورَثُ كَلَلَةً أَوْ امْرَأَةً وَلَهُ أَخٌ أَوْ أُخْتٌ فَلِكُلِّ وَاحِدٍ
 مِّنْهُمَا السُّدُسُ فَإِنْ كَانُوا أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ فَهُمْ شُرَكَاءُ فِي الثُّلُثِ مِنْ بَعْدِ وَصِيَّةٍ يوصَى
 بِهَا أَوْ دَيْنٍ غَيْرِ مُضَارٍّ وَصِيَّةً مِنَ اللَّهِ وَاللَّهُ عَلِيمٌ حَلِيمٌ ﴿٥٠﴾

Tafsir Jalalain dari ayat di atas sebagai berikut :

“(Dan bagi kamu, suami-suami, seperdua dari harta peninggalan istri-istrimu jika mereka tidak mempunyai anak) baik dari kamu maupun dari bekas suaminya dulu. (Tetapi jika mereka mempunyai anak, maka kamu mendapat seperempat dari harta peninggalan, yakni setelah dipenuhinya wasiat yang mereka buat atau dibayarnya utang mereka.) Dalam hal ini cucu dianggap sama dengan anak menurut ijmak. (Dan bagi mereka) artinya para istri itu baik mereka berbilang atau tidak (seperempat dari harta yang kamu tinggalkan jika kamu tidak mempunyai anak; dan jika kamu mempunyai anak) baik dari istri itu maupun dari bekas istri (maka bagi mereka seperdelapan dari harta peninggalanmu, yakni setelah dipenuhinya wasiat yang kamu buat atau dibayarnya utangmu). Dalam hal ini cucu dianggap sama dengan anak menurut ijmak. (Jika seorang laki-laki yang diwarisi itu) menjadi sifat, sedangkan khabarnya: (kalalah) artinya tidak meninggalkan bapak dan tidak pula anak (atau perempuan) yang mewaris secara kalalah (tetapi ia mempunyai) maksudnya yang diwarisi itu (seorang saudara laki-laki atau seorang saudara perempuan) maksudnya yang seibu, dan jelas-jelas dibaca oleh Ibnu Masud dan lain-lain (maka masing-masing jenis

saudara itu memperoleh seperenam) harta peninggalan. (Tetapi jika mereka itu) maksudnya saudara-saudara yang seibu itu, baik laki-laki maupun perempuan (lebih daripada itu) maksudnya lebih dari seorang (maka mereka berserikat dalam sepertiga harta) dengan bagian yang sama antara laki-laki dan perempuan (sesudah dipenuhi wasiat yang dibuatnya atau dibayarnya utangnya tanpa memberi mudarat) menjadi hal dari dhamir yang terdapat pada yuushaa; artinya tidak menyebabkan adanya kesusahan bagi para ahli waris, misalnya dengan berwasiat lebih dari sepertiga harta (sebagai amanat) atau pesan, dan merupakan mashdar yang mengukuhkan dari yuushiikum (dari Allah, dan Allah Maha Mengetahui) faraid atau tata cara pembagian pusaka yang diatur-Nya buat makhluk-Nya (lagi Maha Penyantun) dengan menanggukuhkan hukuman terhadap orang-orang yang melanggarnya. Kemudian mengenai pembagian pusaka terhadap ahli-ahli waris tersebut yang mengandung keraguan dengan adanya halangan seperti pembunuhan atau perbedaan agama dan menjadi murtad, maka penjelasannya diserahkan pada sunah.”

Firman Allah Surat An-nisaa’ ayat 176

يَسْتَفْتُونَكَ قُلِ اللَّهُ يُفْتِيكُمْ فِي الْكَلَالَةِ إِنْ امْرُؤٌ هَلَكَ لَيْسَ لَهُ وَلَدٌ وَلَهُ أُخْتُ فَلَهَا نِصْفُ مَا تَرَكَ وَهُوَ يَرِثُهَا إِنْ لَمْ يَكُنْ هَا وَلَدٌ فَإِنْ كَانَتَا اثْنَتَيْنِ فَلَهُمَا الشَّلْثَانِ مِمَّا تَرَكَ وَإِنْ كَانُوا إِخْوَةً رِجَالًا وَنِسَاءً فَلِلذَكَرِ مِثْلُ حَظِّ الْأُنثَيَيْنِ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ أَنْ تَضِلُّوا وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ

عَلِيمٌ

Tafsir Jalalain dari ayat di atas sebagai berikut :

“(Mereka meminta fatwa kepadamu) mengenai kalalah, yaitu jika seseorang meninggal dunia tanpa meninggalkan bapak dan anak (Katakanlah, "Allah memberi fatwa kepadamu tentang kalalah; jika seseorang) umru-un menjadi marfu' dengan fi'il yang menafsirkannya (celaka) maksudnya meninggal dunia (dan dia tidak mempunyai anak) dan tidak pula bapak yakni yang dimaksud dengan kalalah tadi (tetapi mempunyai seorang saudara perempuan) baik sekandung maupun sebak (maka bagi saudaranya yang perempuan itu seperdua dari harta yang ditinggalkannya, dan dia) maksudnya saudaranya yang laki-laki (mewarisi saudaranya yang perempuan) pada seluruh harta peninggalannya (yakni jika ia tidak mempunyai anak). Sekiranya ia mempunyai seorang anak laki-laki, maka tidak satu pun diperolehnya, tetapi jika anaknya itu perempuan, maka saudaranya itu masih memperoleh kelebihan dari bagian anaknya. Dan sekiranya saudara laki-laki atau saudara perempuan itu seibu, maka bagiannya ialah seperenam sebagaimana telah diterangkan di awal surah. (Jika mereka itu) maksudnya saudara perempuan (dua orang) atau lebih, karena ayat ini turun mengenai Jabir; ia meninggal dunia dengan meninggalkan beberapa orang saudara perempuan (maka bagi keduanya dua pertiga dari harta peninggalan) saudara laki-laki mereka. (Dan jika mereka) yakni ahli waris itu terdiri dari (saudara laki-laki dan perempuan, maka bagian seorang laki-laki) di antara mereka (sebanyak bagian dua orang perempuan." Allah menerangkan kepadamu syariat-syariat agama-Nya (agar kamu) tidak (sesat. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu) di antaranya tentang pembagian harta warisan. Diriwayatkan oleh Bukhari dan Muslim dari Barra bahwa ia merupakan ayat yang terakhir diturunkan, maksudnya mengenai faraid.”

Dari ayat al-Quran di atas , dapat diuraikan orang yang mendapat seperdua, seperempat dan seterusnya.

- 1) Ahli waris yang mendapat $\frac{1}{2}$, yaitu sebagai berikut :
 - a) Anak perempuan tunggal
 - b) Cucu perempuan tunggal dari anak laki-laki
 - c) Saudara perempuan tunggal yang sekandung
 - d) Saudara perempuan tunggal yang seapak apabila saudara perempuan yang sekandung tidak ada
 - e) Suami apabila istrinya tidak mempunyai anak, atau cucu (laki-laki atau perempuan) dari anak laki-laki
- 2) Ahli waris yang mendapat $\frac{1}{4}$, yaitu sebagai berikut :
 - a) Suami apabila istrinya mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki
 - b) Istri (seorang atau lebih) apabila suaminya tidak mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki
- 3) Ahli waris yang mendapat $\frac{1}{8}$, yaitu sebagai berikut :
 - a) Istri (seorang atau lebih) apabila suaminya mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki
- 4) Ahli waris yang mendapat $\frac{2}{3}$, yaitu sebagai berikut :
 - a) Dua orang anak perempuan atau lebih apabila tidak ada anak laki-laki (menurut sebagian ulama)
 - b) Dua orang cucu perempuan atau lebih dari anak laki-laki apabila anak perempuan tidak ada
 - c) Dua orang saudara perempuan atau lebih yang sekandung (seibu seapak)
 - d) Dua orang saudara perempuan atau lebih yang seapak

- 5) Ahli waris yang mendapat $\frac{1}{3}$, yaitu sebagai berikut :
- a) Ibu, apabila anaknya yang meninggal tidak mempunyai anak atau cucu
 - b) Dua orang atau lebih (laki-laki atau perempuan) yang seibu apabila tidak ada anak atau cucu
- 6) Ahli waris yang mendapat $\frac{1}{6}$, yaitu sebagai berikut :
- a) Ibu, apabila anaknya yang meninggal mempunyai cucu (dari anak laki-laki) atau mempunyai saudara-saudara (laki-laki atau perempuan) yang sekandung, yang seapak atau seibu
 - b) Bapak, apabila anaknya yang meninggal mempunyai anak atau cucu (laki-laki atau perempuan) dari anak laki-laki
 - c) Nenek (Ibu dari ibu atau bapak). Nenek mendapat $\frac{1}{6}$ apabila ibu tidak ada. Jika nenek dari bapak atau ibu masih ada , maka keduanya mendapat bagian yang sama dari bagian yang $\frac{1}{6}$ itu
 - d) Cucu perempuan (seorang atau lebih) dari laki-laki apabila orang yang meninggal mempunyai anak tunggal. Akan tetapi apabila anak perempuan lebih dari seorang maka cucu perempuan tidak mendapat apa-apa
 - e) Kakek, apabila orang yang meninggal mempunyai anak atau cucu (dari anak laki-laki), sedangkan bapaknya tidak ada
 - f) Seorang saudara (laki-laki atau perempuan) yang seibu
 - g) Saudara perempuan yang seapak (seorang atau lebih) apabila saudaranya yang meninggal itu mempunyai seorang saudara perempuan kandung. Ketentuan pembagian seperti itu dimaksudkan untuk menggenapi jumlah bagian saudara kandung dan saudara seapak menjadi $\frac{2}{3}$ bagian. Apabila

saudara kandungnya ada dua orang atau lebih, maka saudara seabapak tidak mendapat bagian.



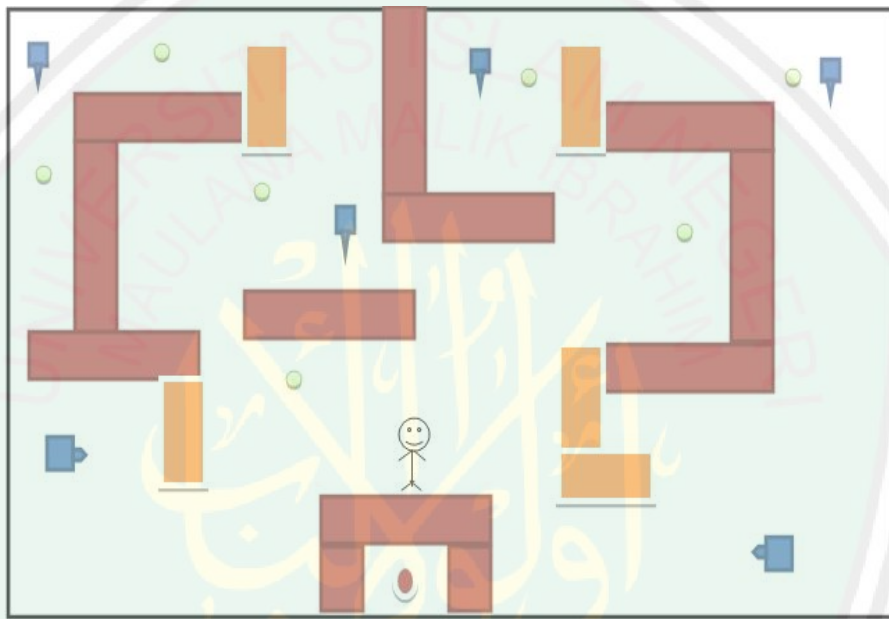
BAB III

DESAIN APLIKASI

3.1 Desain Aplikasi

3.1.1 Keterangan Umum Game

a. Latar Permainan



Gambar 3.1 Gambar Latar Permainan

b. Unsur Edukasi

Di dalam game ini, terdapat unsur edukasi tentang pembelajaran ilmu Faraidh, khusus pembagian hak waris yang telah difirmankan Allah dalam Surat An-nisa' Ayat 11,12 dan 176. Unsur edukasi terdapat pada bagian *ellipse*. *Player game* diharuskan mengambil bagian yang berbentuk *ellipse* tersebut. Setelah *player game* berhasil mengambilnya, maka nantinya akan muncul pembagian hak waris sesuai dengan bilangan yang tertera pada *ellipse* tersebut. Misal, pada *ellipse* terdapat tulisan bilangan $\frac{1}{4}$, maka nantinya *player game* akan ditunjukkan

siapa saja orang yang berhak mendapat $\frac{1}{4}$ hak waris dari warisan yang ada.

Adapun pembagian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Pembagian hak warisan

Takaran	Orang yang berhak Menerima
$\frac{1}{2}$	a) Anak perempuan tunggal b) Cucu perempuan tunggal dari anak laki-laki c) Saudara perempuan tunggal yang sekandung d) Saudara perempuan tunggal yang seapak apabila saudara perempuan yang sekandung tidak ada e) Suami apabila istrinya tidak mempunyai anak, atau cucu (laki-laki atau perempuan) dari anak laki-laki
$\frac{1}{4}$	a) Suami apabila istrinya mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki b) Istri (seorang atau lebih) apabila suaminya tidak mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki
$\frac{1}{8}$	Istri (seorang atau lebih) apabila suaminya mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki
$\frac{2}{3}$	a) Dua orang anak perempuan atau lebih apabila tidak ada anak laki-laki (menurut sebagian ulama) b) Dua orang cucu perempuan atau lebih dari anak laki-laki apabila anak perempuan tidak ada c) Dua orang saudara perempuan atau lebih yang sekandung (seibu seapak) d) Dua orang saudara perempuan atau lebih yang seapak
$\frac{1}{3}$	a) Ibu, apabila anaknya yang meninggal tidak mempunyai anak atau cucu b) Dua orang atau lebih (laki-laki atau perempuan) yang seibu apabila tidak ada anak atau cucu
$\frac{1}{6}$	a) Ibu, apabila anaknya yang meninggal mempunyai cucu (dari anak laki-laki) atau mempunyai saudara-saudara (laki-laki atau perempuan) yang sekandung, yang seapak atau seibu b) Bapak, apabila anaknya yang meninggal mempunyai anak atau cucu (laki-laki atau perempuan) dari anak laki-laki c) Nenek (Ibu dari ibu atau bapak). Nenek mendapat $\frac{1}{6}$ apabila ibu tidak ada. Jika nenek dari bapak atau ibu masih ada, maka keduanya mendapat bagian yang sama dari bagian yang $\frac{1}{6}$ itu d) Cucu perempuan (seorang atau lebih) dari laki-laki apabila orang yang meninggal mempunyai anak tunggal. Akan tetapi apabila anak perempuan lebih dari seorang maka cucu perempuan tidak mendapat apa-apa e) Kakek, apabila orang yang meninggal mempunyai anak atau cucu (dari anak laki-laki), sedangkan bapaknya tidak ada f) Seorang saudara (laki-laki atau perempuan) yang seibu g) Saudara perempuan yang seapak (seorang atau lebih) apabila saudaranya yang

	meninggal itu mempunyai seorang saudara perempuan kandung. Ketentuan pembagian seperti itu dimaksudkan untuk menggenapi jumlah bagian saudara kandung dan saudara seapak menjadi 2/3 bagian. Apabila saudara kandungnya ada dua orang atau lebih, maka saudara seapak tidak mendapat bagian.
--	--

c. Objek Penelitian

Objek penelitian pada game ini terdapat pada perilaku NPC yaitu sekumpulan tank yang akan menjadi musuh *player game*. Implementasi algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* pada NPC digunakan untuk mencari rute terpendek dari objek yang dilindungi oleh *player game*. Diharapkan dengan diimplementasikannya algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* pada NPC, maka NPC akan menjadi musuh yang benar-benar menjadi tantangan dan rintangan bagi *player game* karena akan cepat menemukan objek yang dilindungi. Apabila NPC berhasil menembak atau menghancurkan objek yang dilindungi *player game*, maka secara otomatis *game* akan berakhir (*game over*) atau *player game* akan kalah.

3.1.2 Story Board Game

Di dalam game 3D “Battle Joen” ini terdapat alur cerita yang harus diikuti oleh seorang *player game*. Alur cerita pada *game* hampir mirip dari salah satu *game* populer yang dimainkan anak-anak di nintendo yaitu game TANK (BATTLE CITY), hanya saja penulis sedikit memodifikasi alur cerita agar lebih menarik dan menyesuaikan dengan pembelajaran ilmu Faraidh.

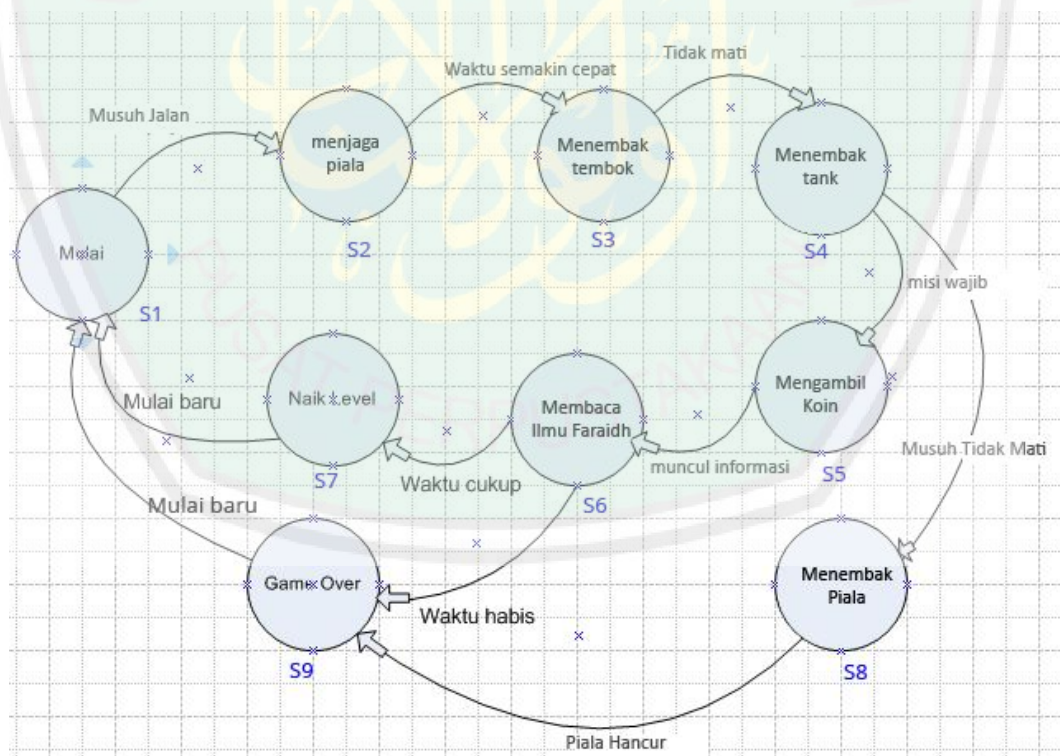
Seorang *player game* akan bertindak sebagai orang yang bernama “Joen”, dimana Joen ini mempunyai alat tembak untuk menembak dan menghancurkan musuh-musuh. Joen juga diberi tantangan untuk melindungi objek yang berbentuk

piala. Apabila piala tersebut berhasil ditembak atau dihancurkan oleh musuh maka Joen akan kalah dan otomatis *game* akan berakhir (*game over*).

Misi dari Joen adalah mengambil seluruh objek berbentuk *ellipse*, dimana objek inilah pembelajaran ilmu Faraidh berada dengan mengacu pada waktu (timer) pada setiap levelnya. Makin tinggi levelnya maka tantangannya akan lebih banyak karena bertambahnya karakter musuh. Apabila Joen berhasil mengambil objek tersebut maka seorang *player game* akan diajarkan tentang pembagian takaran hak waris yang telah dijelaskan di atas.

3.2 Finite State Machine

a. Level 1



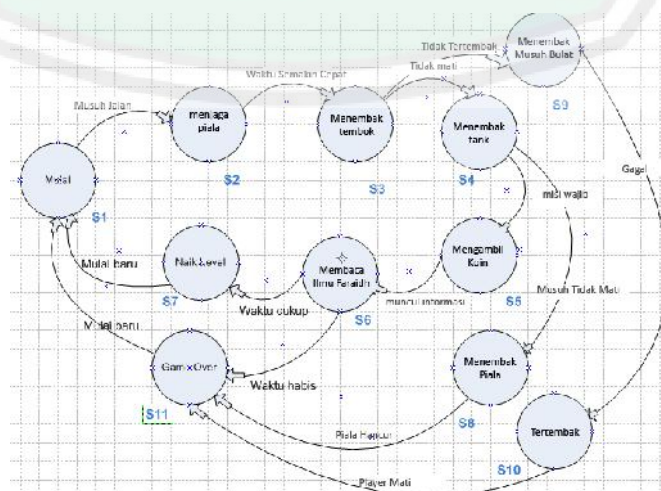
Gambar 3.2 Finite State Machine Game Pembelajaran Ilmu Faraidh Level 1

Keterangan :

- S1 = Seorang *player game* memulai permainan

- S2 = Pekerjaan pertama yang harus dilakukan seorang *player game* adalah menjaga piala agar tak tertembak oleh musuh
- S3 = Seorang *player game* dapat menembak tembok bata agar dapat segera menembak musuh atau mengambil koin informasi
- S4 = Seorang *player game* diharuskan menembak musuh/tank agar musuh tidak dapat menghancurkan piala
- S5 = Setelah berhasil menembak musuh, Seorang *player game* mengambil objek/ ellipse
- S6 = Setelah berhasil mengambil koin informasi maka Seorang *player game* diharuskan membaca tentang pembelajaran ilmu faraidh
- S7 = Apabila Seorang *player game* dapat mengambil seluruh koin informasi dan menembak semua musuh dan waktunya cukup maka Seorang *player game* akan naik level berikutnya.
- S8 = Tank/musuh menembak piala
- S9 = Tank berhasil menghancurkan piala maka *game* akan berakhir (*game over*)

b. Level 2

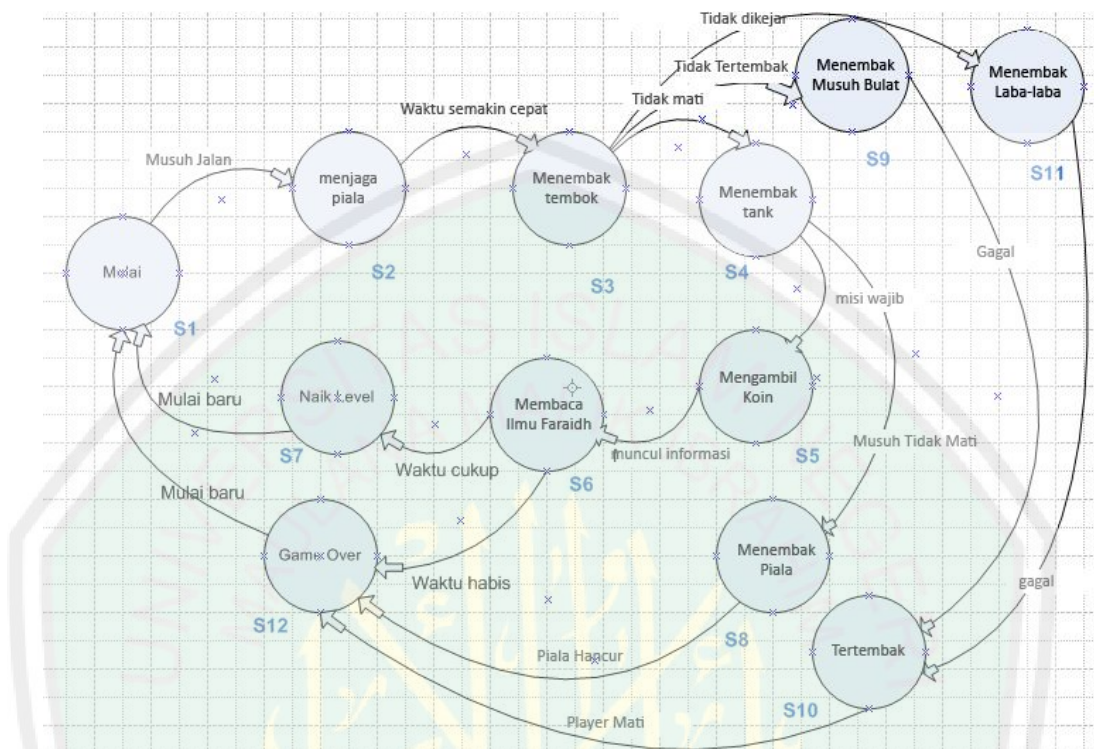


Gambar 3.3 Finite State Machine Game Pembelajaran Ilmu Faraidh Level 2

Keterangan :

- S1 = Seorang *player game* memulai permainan
- S2 = Pekerjaan pertama yang harus dilakukan seorang *player game* adalah menjaga piala agar tak tertembak oleh musuh
- S3 = Seorang *player game* dapat menembak tembok bata agar dapat segera menembak musuh atau mengambil koin informasi
- S4 = Seorang *player game* diharuskan menembak musuh/tank agar musuh tidak dapat menghancurkan piala
- S5 = Setelah berhasil menembak musuh, Seorang *player game* mengambil objek/ ellipse
- S6 = Setelah berhasil mengambil koin informasi maka Seorang *player game* diharuskan membaca tentang pembelajaran ilmu faraidh
- S7 = Apabila Seorang *player game* dapat mengambil seluruh koin informasi dan menembak semua musuh dan waktunya cukup maka Seorang *player game* akan naik level berikutnya.
- S8 = Tank/musuh menembak piala
- S9 = *Player game* menembak musuh bulat yang bisa menembak Joen dan menghalangi dalam pengambilan koin informasi
- S10 = Apabila nyawa Joen habis maka Joen akan mati
- S11 = *Player game* kalah dalam permainan (game over)

c. Level 3



Gambar 3.3 Finite State Machine Game Pembelajaran Ilmu Faraidh Level 3

Keterangan :

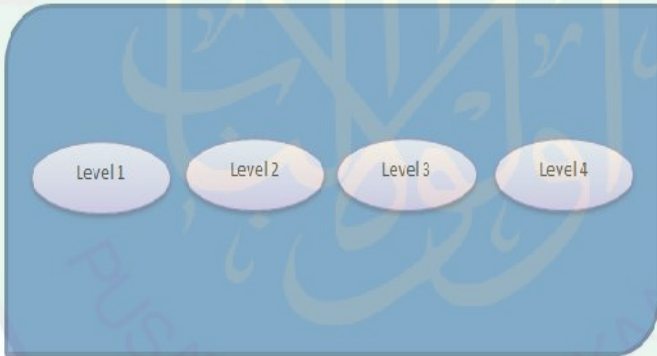
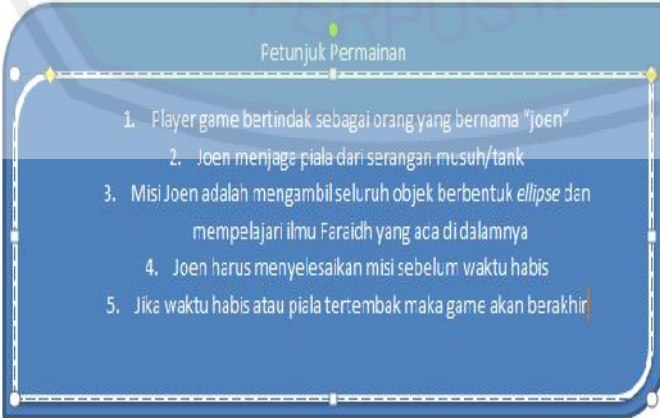
- S1 = Seorang *player game* memulai permainan
- S2 = Pekerjaan pertama yang harus dilakukan seorang *player game* adalah menjaga piala agar tak tertembak oleh musuh
- S3 = Seorang *player game* dapat menembak tembok bata agar dapat segera menembak musuh atau mengambil koin informasi
- S4 = Seorang *player game* diharuskan menembak musuh/tank agar musuh tidak dapat menghancurkan piala
- S5 = Setelah berhasil menembak musuh, Seorang *player game* mengambil objek/ ellipse

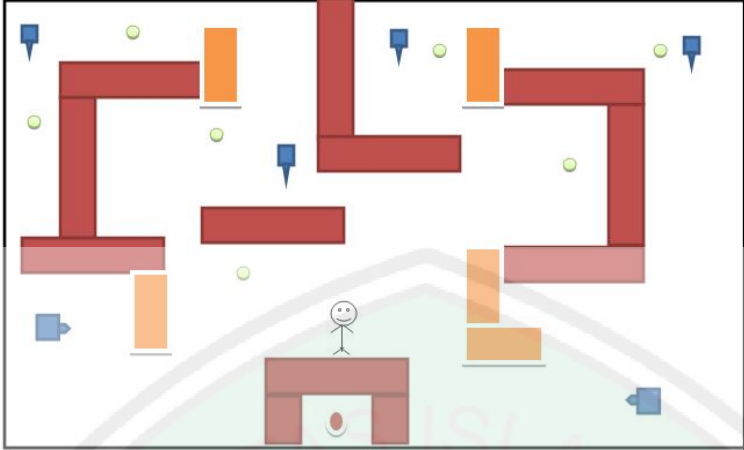
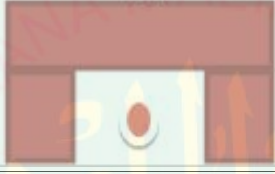
- S6 = Setelah berhasil mengambil koin informasi maka Seorang *player game* diharuskan membaca tentang pembelajaran ilmu faraidh
- S7 = Apabila Seorang *player game* dapat mengambil seluruh koin informasi dan menembak semua musuh dan waktunya cukup maka Seorang *player game* akan naik level berikutnya.
- S8 = Tank/musuh menembak piala
- S9 = *Player game* menembak musuh bulat yang bisa menembak Joen dan menghalangi dalam pengambila koin informasi
- S10 = Musuh Bulat menembak Joen
- S11 = Musuh laba-laba mengejar Joen apabila berada di radiusnya.
- S12 = Apabila nyawa Joen habis maka Joen akan mati dan game akan berakhir (game over)

3.3 User Interface

Demi memudahkan dalam perancangan game, maka dibuatlah perancangan *user interface* atau desain antar muka dimana *user interface* ini menerangkan setiap frame-frame yang ada pada game *Battle Joen* nantinya. Setiap frame berhubungan dengan frame-frame lainnya hingga terbentuk suatu cerita yang dapat diikuti oleh pemain *game*.

Tabel 3.2 User Interface

No	Frame	Isi
	Keterangan	
1		Menu Game Berisi: Menu Mulai, Menu Pilih Level, Menu Petunjuk, dan Menu Keluar
	Button mulai berfungsi untuk memulai game, button Pilih level digunakan <i>player game</i> untuk memilih level permainan, semakin tinggi level maka semakin sedikit waktu untuk menyelesaikan permainan, button petunjuk digunakan untuk memberi informasi kepada <i>player game</i> cara bermain, dan button keluar digunakan untuk keluar dari aplikasi.	
2		Frame Pilih Level Isi: Level permainan
	Level permainan di sini berisi: Level 1, Level 2, Level 3, dan Level 4	
3		Frame Petunjuk Isi: Petunjuk permainan
	Frame ini berfungsi memberikan petunjuk/informasi kepada <i>player game</i> agar memahami alur cerita dari game. Petunjuk inilah yang memberi tahu kepada <i>player game</i> apa yang harus ia lakukan	

4		Latar permainan
5		Piala (objek) yang harus dilindungi
6	Ahli waris yang berhak mendapatkan 1/4 bagian 1. Suami apabila istrinya mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki 2. Istri (seorang atau lebih) apabila suaminya tidak mempunyai anak atau cucu dari anak laki-laki	. Pembelajaran ilmu Faraidh
	Setelah seorang <i>player game</i> berhasil mengambil koin informasi, maka muncullah informasi/pengetahuan tentang pembagian takaran hak waris kepada orang yang berhak menerimanya	

3.4 Deskripsi Karakter

a. Karakter Utama



Gambar 3.5 Joen.

Misi :

- Menjaga piala dari serangan tank
- Menembak dan menghancurkan tank, musuh bulat dan laba-laba.
- Mengambil objek berbentuk *ellipse* .

b. NPC / TANK



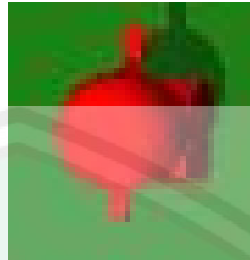
Gambar 3.6 Tank .

Misi :

- Menembak Joen.

- Menghancurkan piala yang dilindungi oleh Joen.

c. Bubble Enemy (Musuh Balon)



Gambar 3.6 Bubble Enemy .

Misi :

- Menembak “Joen”.
- Menghalangi Joen mengambil koin informasi.

d. Laba-laba



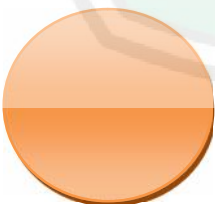
Gambar 3.10 Laba-laba .

Misi :

- Mengejar “Joen”
- Membunuh “Joen”.

3.5 Item Game

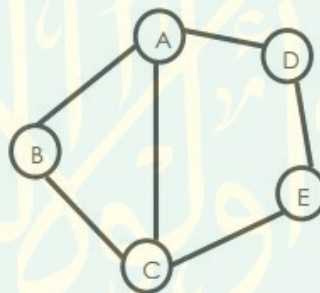
Tabel 3.3 Item Game

Item	Nama	Fungsi
	Senapan	Alat tembak Joen untuk menghancurkan musuh/tank.
	Tembok Bata	Digunakan sebagai penghalang tank agar tidak menemukan piala dengan cepat, akan tetapi tembok ini bersifat rapuh atau bisa ditembak dan hancur oleh tembakan tank atau Joen.
	Tembok Baja	Digunakan juga sebagai penghalang tank agar tidak menemukan piala dengan cepat, dan tembok ini bersifat kokoh atau tidak hancur oleh tembakan tank atau Joen.
	Koin Informasi	Berfungsi untuk menampilkan informasi tentang takaran hak waris yang akan diterima oleh orang yang berhak menerimanya.
	Waktu	Waktu akan terus berkurang dimulai sejak <i>player game</i> menekan button mulai pada menu <i>game</i> .

3.6 Perancangan Algoritma Ant Colony Optimization (ACO)

Pada game ini Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* diimplementasikan di Non Player Character (NPC) yaitu karakter Tank yang menjadi musuh dari seorang *player game*. Algoritma ini diimplementasikan pada NPC agar setiap tank yang menjadi musuh *player game* dapat menemukan jalur terpendek dari objek yang dilindungi yaitu sebuah piala. Perancangan Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* dapat dilihat seperti berikut ini.

Misal, titik-titik dari NPC dan piala digambarkan seperti berikut ini:



Graf A,B,C,D merupakan titik dari sebuah NPC / tank dan graf E merupakan titik dari sebuah objek yang dilindungi. Di sini NPC digambarkan sebagai semut sementara objek yang dilindungi merupakan makanan yang akan dicari oleh semut.

Dimisalkan jarak antar titik (d_{ij}) sebagai berikut:

	A	B	C	D	E
A	0	5	7	3	
B	5	0	4		
C	7	4	0		5
D	3			0	4
E			5	4	0

Parameter – parameter yang digunakan adalah :

$$\text{Alfa } (\alpha) = 1.00$$

$$\text{Beta } (\beta) = 1.00$$

$$\text{Rho } (\rho) = 0.50$$

$$T_{ij} \text{ awal} = 0.01$$

$$\text{Maksimum siklus (NCmax)} = 2$$

$$\text{Tetapan siklus semut (Q)} = 1$$

$$\text{Banyak semut (m)} = 4$$

Dari jarak titik yang telah diketahui dapat dihitung visibilitas antar Titik (η_{ij}) = $1/d_{ij}$

	A	B	C	D	E
A	0	0.2	0.143	0.33	0
B	0.2	0	0.25	0	0
C	0.1	0.25	0	0	0.2
D	0.3	0	0	0	0.25
E	0	0	0.2	0.25	0

Siklus ke -1 :

Isi Tabu awal :

A B C D E

Untuk $t=1$

Jumlah semut tiap titik =

Titik A = 1

Titik B = 1

Titik C = 1

Titik D = 1

Titik E = 0

Semut ke – 1:

- Tabu list = A
- Probabilitas dari titik A ke setiap titik berikutnya dapat dihitung dengan

persamaan
$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b}{\sum_{k' \in [N-tabu_k]} [\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b}$$
 untuk j anggota dari

untuk $\sum [\tau_{ij}]^a \cdot [\eta_{ij}]^b = (0.01 \cdot 0) + (0.01 \cdot 0.2) + (0.01 \cdot 0.143) + (0.01 \cdot 0.33)$
 $= 0.00676$.

tabu

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari titik A menuju setiap titik =

Titik A = 0.00

Titik B = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.2)^{1.00} / 0.00676 = 0.295$

Titik C = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.143)^{1.00} / 0.00676 = 0.211$

Titik D = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.33)^{1.00} / 0.00676 = 0.492$

Titik E = 0.00

- Probabilitas Kumulatif = 0.000 0.295 0.507 1.000 1.000
- Nilai probabilitas tertinggi = Titik D. Sehingga Tabu list semut ke 1 = A D
- Rute semut menuju makanan AD—DE, AB—BC—CE
- Penentuan panjang rute dari setiap semut dapat dihitung dengan persamaan

$$L_k = d_{tabu_k(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s), tabu_k(s+1)}$$

Maka panjang rute semut ke 1 =

$$\text{Rute 1} = d_{DE} + d_{AD} = 4 + 3 = 7$$

$$\text{Rute 2} = d_{CE} + d_{AB} + d_{BC} = 5 + 5 + 4 = 14$$

Jadi, Rute terpendek = Rute 1 yaitu AD—DE

Semut ke – 2:

- Tabu list = B
- Probabilitas dari titik B ke setiap titik berikutnya dapat dihitung dengan

persamaan
$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b}{\sum_{k' \in [N-tabu_k]} [\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b}$$
 untuk j anggota dari

tabu untuk $\sum [\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b = (0.01 * 0.2) + (0.01 * 0.25) = 0.0045.$

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari titik B menuju setiap titik =

Titik A = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.2)^{1.00} / 0.0045 = 0.444$

Titik B = 0.00

Titik C = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.25)^{1.00} / 0.0045 = 0.556$

Titik D = 0.00

Titik E = 0.00

- Probabilitas Kumulatif = 0.444 0.444 1.000 1.000 1.000
- Nilai probabilitas tertinggi = Titik C. Sehingga Tabu list semut ke 2 = B C
- Rute semut menuju makanan BC—CE, BA—AD—DE
- Penentuan panjang rute dari setiap semut dapat dihitung dengan persamaan

$$L_k = d_{tabu_k(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s), tabu_k(s+1)}$$

Maka panjang rute semut ke 1 =

Rute 1 = $d_{CE} + d_{BC} = 5 + 4 = 9$

Rute 2 = $d_{DE} + d_{BA} + d_{AD} = 4 + 5 + 3 = 12$

Jadi, Rute terpendek = Rute 1 yaitu BC—CE

Semut ke – 3:

- Tabu list = C
- Probabilitas dari titik C ke setiap titik berikutnya dapat dihitung dengan

persamaan
$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k' \in [N-tabu_k]} [\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}$$
 untuk j anggota dari tabu

untuk $\sum [\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta = (0.01 \cdot 0.143) + (0.01 \cdot 0.25) + (0.01 \cdot 0.2) = 0.005929$.

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari titik C menuju setiap titik =

Titik A = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.143)^{1.00} / 0.005929 = 0.241$

Titik B = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.25)^{1.00} / 0.005929 = 0.422$

Titik C = 0.00

Titik D = 0.00

Titik E = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.2)^{1.00} / 0.005929 = 0.337$

- Probabilitas Kumulatif = 0.241 0.663 0.663 0.663 1.000
- Nilai probabilitas tertinggi = Titik B. Sehingga Tabu list semut ke 3 = C B
- Rute semut menuju makanan CB—BA—AD—DE, CE
- Penentuan panjang rute dari setiap semut dapat dihitung dengan persamaan

$$L_k = d_{tabu_k(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s), tabu_k(s+1)}$$

Maka panjang rute semut ke 1 =

Rute 1 = $d_{DE} + d_{AD} + d_{BA} + d_{CB} = 4 + 3 + 5 + 4 = 16$

Rute 2 = $d_{CE} = 5$

- Jadi, Rute terpendek = Rute 2 yaitu CE

Semut ke – 4:

- Tabu list = D
- Probabilitas dari titik D ke setiap titik berikutnya dapat dihitung dengan

persamaan
$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b}{\sum_{k' \in [N - \text{tabu}_k]} [\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b}$$
 untuk j anggota dari

untuk $\sum [\tau_{ij}]^a [\eta_{ij}]^b = (0.01 * 0.3) + (0.01 * 0) + (0.01 * 0) + (0.01 * 0) + (0.01 * 0.25) = 0.00583$.

Dengan demikian dapat dihitung probabilitas dari titik D menuju setiap titik =

Titik A = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.3)^{1.00} / 0.00583 = 0.514$

Titik B = 0.00

Titik C = 0.00

Titik D = 0.00

Titik E = $(0.01)^{1.00} \cdot (0.25)^{1.00} / 0.00583 = 0.428$

- Probabilitas Kumulatif = 0.514 0.514 0.514 0.514 0.942
- Nilai probabilitas tertinggi = Titik A. Sehingga Tabu list semut ke 4 = D A
- Rute semut menuju makanan DA—AB—BC—CE, DE
- Penentuan panjang rute dari setiap semut dapat dihitung dengan persamaan

$$L_k = d_{\text{tabu}_k(n), \text{tabu}_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{\text{tabu}_k(s), \text{tabu}_k(s+1)}$$

Maka panjang rute semut ke 1 =

Rute 1 = $d_{CE} + d_{DA} + d_{AB} + d_{BC} = 5 + 3 + 5 + 4 = 17$

Rute 2 = $d_{DE} = 4$

- Jadi, Rute terpendek = Rute 2 yaitu DE

3.7 Kebutuhan Sistem

3.7.1 Kebutuhan Hardware

Spesifikasi Hardware yang digunakan adalah

- a) Processor : Intel Core i3 2.40 GHz
- b) RAM 4GB
- c) HDD 320 GB

3.7.2 Kebutuhan Software

Software atau perangkat lunak yang di perlukan dalam pembuatan game ini adalah:

- a) OS Windows 7 64 bit
- b) Game Engine Unity3d Free
- c) Photoshop

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Pada bab ini membahas tentang implementasi dari perancangan yang telah dibuat sebelumnya, meliputi implementasi algoritma dan implementasi karakter. Serta melakukan pengujian terhadap aplikasi yang dibuat untuk mengetahui apakah aplikasi tersebut telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

4.2 Implementasi Ant Colony Optimization

4.2.1 Inisialisasi Parameter

Implementasi merupakan proses pembangunan komponen-komponen pokok suatu sistem, yang didasarkan pada desain dan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. *Ant Colony Optimization* akan diimplementasikan pada karakter tank untuk mencari jalur terpendek terhadap objek yang dilindungi oleh pemain *game*. Terdapat beberapa proses dalam penerapan algoritma *Ant Colony Optimization* untuk pencarian jalur terpendek agar karakter bisa jalan dan melewati jalur terpendek, diantaranya adalah inisialisasi parameter. Parameter tersebut antara lain adalah titik asal, titik tujuan, intensitas jejak antar titik, banyak titik, jarak antar titik, tetapan siklus semut, tetapan pengendali intensitas, tetapan pengendali visibilitas dan jumlah semut. Proses inisialisasi parameter sebagai berikut :

```
static int alpha = 3
static int beta = 2
static double rho = 0.01
static double Q = 2.0
int numCities = 2080
int numAnts = 1

Node startNode = grid.NodeFromWorldPoint(startPos);
Node targetNode = grid.NodeFromWorldPoint(targetPos);
```

```
}
```

Titik berangkat digambarkan dengan “Node startNode” sedangkan titik tujuan digambarkan dengan “Node targetNode”.

4.2.2 Pengisian ke dalam tabu list

Di dalam proses ini dilakukan pengisian ke dalam tabu list, dimana tabu list adalah titik yang dilewati semut dan titik yang sudah pernah dilaluinya tidak boleh dilalui untuk kedua kalinya

4.2.3 Penyusunan rute kunjungan

Di dalam proses ini dilakukan penyusunan rute kunjungan. Dalam penentuan rute kunjungan ini dilakukan penghitungan seperti berikut ini:

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k' \in \{N-tabu_k\}} [\tau_{ik'}]^\alpha \cdot [\eta_{ik'}]^\beta} \text{ untuk } j \in \{N-tabu_k\} \dots\dots\dots (1)$$

dan

$$p_{ij}^k = 0, \text{ untuk } j \text{ lainnya} \dots\dots\dots (2)$$

Adapun *pseudo code* dari proses ini adalah sebagai berikut :

```
static double[] MoveProbs ← Probabilitas
int numCities = pheromones.Length;
double[] taueta = new double[numCities]
double sum = 0.0
for (int i = 0; i < taueta.Length; ++i
    if (i == cityX)
        taueta[i] = 0.0;
    else if (visited[i] == true)
        taueta[i] = 0.0;
    else
        taueta[i] = Math.Pow(pheromones[cityX][i],
alpha) * Math.Pow((1.0 / Distance(cityX, i, dists)), beta)
        if (taueta[i] < 0.0001)
            taueta[i] = 0.0001;
        else if (taueta[i] > (double.MaxValue / (numCities *
100)))
            taueta[i] = double.MaxValue / (numCities * 100);
        sum += taueta[i];
```

```
double[] probs = new double[numCities];
    for (int i = 0; i < probs.Length; ++i)
        probs[i] = taueta[i] / sum;
    return probs;
```

4.2.4 Penghitungan panjang rute

Penghitungan ini dilakukan berdasarkan *tabu* masing-masing dengan persamaan berikut :

$$L_k = d_{\text{tabu}_k(n), \text{tabu}_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{\text{tabu}_k(s), \text{tabu}_k(s+1)} \dots\dots\dots (3)$$

Adapun *pseudo code* dari proses ini adalah sebagai berikut :

```
static int NextCity(int k, int cityX, bool[] visited,
double[][] pheromones, int[][] dists)

double[] probs = MoveProbs(k, cityX, visited, pheromones, dists);
double[] cumul = new double[probs.Length + 1];
for (int i = 0; i < probs.Length; ++i)
    cumul[i + 1] = cumul[i] + probs[i];
double p = random.NextDouble();
for (int i = 0; i < cumul.Length - 1; ++i)
    if (p >= cumul[i] && p < cumul[i + 1])
        return i;
throw new Exception("Failure to return valid city in NextCity");
```

4.2.5 Penentuan Jalur Terpendek

Semut akan mengisi suatu titik, dimana titik yang pernah dilaluinya tidak akan dilaluinya kembali. Hal ini dilakukan sampai semut menemukan solusi. Solusi terbaik didapatkan dengan membandingkan jarak yang dilaluinya, apabila jarak yang dilaluinya lebih pendek dari sebelumnya maka jarak terpendek itulah yang disimpan dan dijadikan solusi terbaik semut dari titik berangkat ke titik tujuan. Proses tersebut dapat dilihat di bawah ini :

```
static int[] BestTrail(int[][] ants, int[][] dists)
{
    double bestLength = Length(ants[0], dists);
    int idxBestLength = 0;
    for (int k = 1; k < ants.Length; ++k)
    {
        double len = Length(ants[k], dists);
        if (len < bestLength)
```

```

bestLength = len;
idxBestLength = k;

int numCities = ants[0].Length;
int[] bestTrail = new int[numCities];
ants[idxBestLength].CopyTo(bestTrail, 0);
return bestTrail;

```

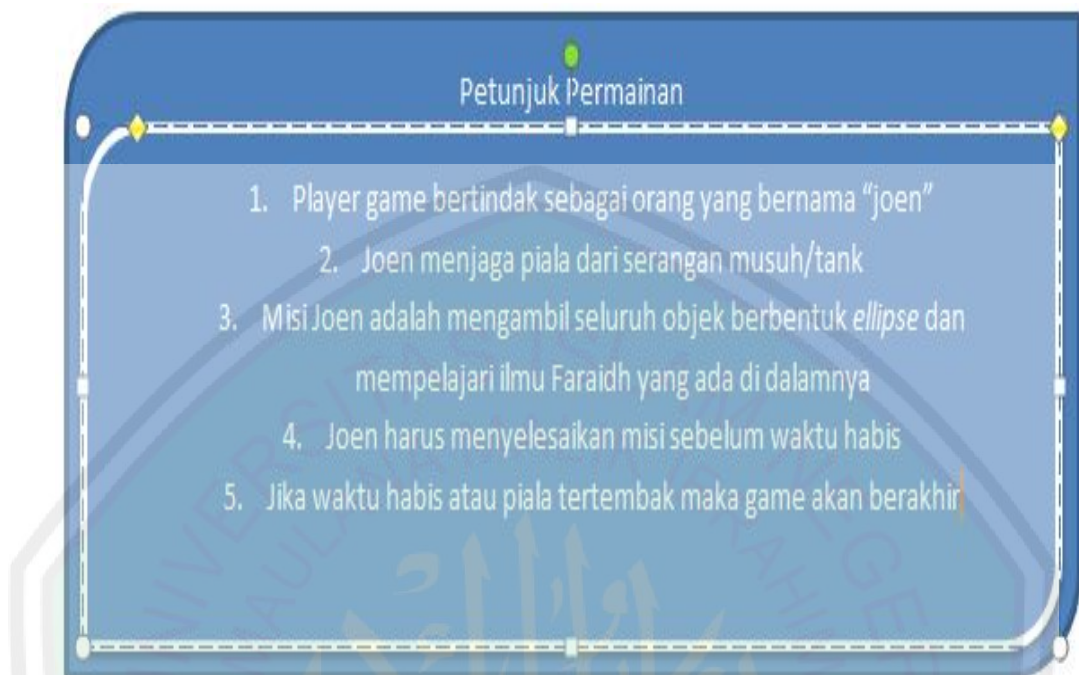
4.3 Implementasi Aplikasi

Pada bagian ini akan dibahas tentang implementasi dari rancangan algoritma yang telah dilakukan sebelumnya ke dalam aplikasi. Pada bagian ini juga akan dijelaskan secara detail dari tiap *scene* yang terdapat pada aplikasi permainan *Battle Joen*. Berikut ini hasil implementasinya:

Pada saat pemain menjalankan *game Battle Joen*, maka pemain akan dihadapkan pada tampilan utama, seperti pada gambar 4.1 di bawah ini. Terdapat empat menu pada tampilan utama. Menu “Mulai Permainan” berfungsi untuk memainkan *game Battle Joen* yang akan diarahkan pada latar utama permainan. Menu “Petunjuk Permainan” berfungsi untuk memberikan informasi dan tata cara permainan. Menu “Pilih level” berfungsi untuk memberikan pilihan kepada *player* level yang ingin dimainkan. Terakhir, menu “Keluar” berfungsi untuk keluar dari permainan.



Gambar 4.1. Tampilan utama *game Battle Joen*



Gambar 4.2. Tampilan Menu Petunjuk Permainan

Gambar 4.2 adalah menu petunjuk permainan. yang berfungsi memberikan petunjuk/informasi kepada *player game* agar memahami alur cerita dari game. Petunjuk inilah yang memberi tahu kepada *player game* apa yang harus ia lakukan. Dengan adanya petunjuk permainan ini diharapkan para pemain *game Battle Joel* ini tidak kebingungan terhadap misi yang sudah dirancang oleh penulis. Berharap pula dengan adanya petunjuk permainan ini pengguna dapat segera menyelesaikan misi *game*.



Gambar 4.4. Tampilan menu pilih level

Pada tampilan “pilih level” seperti pada gambar 4.4. Terdapat beberapa pilihan level permainan. Level 1 adalah level yang paling mudah karena musuh/NPC hanya ada satu macam. Level 2 adalah level menengah dan lebih sulit dari level 1 karena musuh/NPC terdiri dari dua macam. Sedangkan Level 3 adalah level paling sulit dari level yang ada karena musuh/NPC terdiri dari tiga macam. Musuh pada level 1 hanya berupa karakter tank saja, sedangkan pada level 2 ada penambahan karakter musuh yaitu *buble enemy* dan pada level 3 ada tambahan tantangan berupa karakter laba-laba yang dapat mengejar *joen* kemanapun asalkan berada dalam radiusnya.



Gambar 4.5. Tampilan papan permainan level 1

Gambar 4.5 merupakan tampilan utama dari permainan *Battle Joen* pada tingkat level 1. Dapat dilihat karakter musuh pada level ini hanya satu macam saja yaitu karakter tank (nomor 1) yang dapat menembak “joen” dan piala (nomor 2) yang dilindunginya. Nyawa “joen” sebanyak 10, apabila “joen” tertembak oleh peluru Tank maka nyawa “joen” akan berkurang. Permainan akan berakhir atau *game over* apabila nyawa “joen” mencapai nol atau piala yang dilindunginya tertembak peluru tank sebanyak 15 kali. Permainan akan selesai dan lanjut ke level berikutnya apabila “joen” dapat mengambil seluruh koin informasi (nomor 3) Ilmu Faraidh.



Gambar 4.6. Tampilan Tampilan papan permainan level 2

Gambar 4.6 merupakan tampilan utama dari permainan *Battle Joen* pada tingkat level 2. Dapat dilihat karakter musuh pada level ini menjadi dua macam agar level ini menjadi lebih sulit dari level sebelumnya. Karakter tank (nomor 1) pada level ini juga dapat menembak “joen” dan piala (nomor 3) yang dilindunginya serta lebih cepat menemukan piala karena sudah diimplementasikan algoritma *Ant Colony Optimization*. Karakter musuh kedua adalah musuh bulat (nomor 2) yang dapat menembak “joen” dan menghalanginya mengambil koin informasi. Sama seperti level 1, Nyawa “joen” sebanyak 10, apabila “joen” tertembak oleh peluru Tank maka nyawa “joen” akan berkurang. Permainan akan berakhir atau *game over* apabila nyawa “joen” mencapai nol atau piala yang dilindunginya tertembak peluru tank sebanyak 15 kali. Permainan akan selesai dan lanjut ke level berikutnya apabila “joen” dapat mengambil seluruh koin informasi (nomor 4) Ilmu Faraidh.



Gambar 4.7 Tampilan Tampilan papan permainan level 3

Gambar 4.7 merupakan tampilan utama dari permainan *Battle Joen* pada tingkat level 3. Dapat dilihat karakter musuh pada level ini menjadi tiga macam agar level ini menjadi lebih sulit dari level sebelumnya. Karakter tank (nomor 1) pada level ini juga dapat menembak “joen” dan piala (nomor 4) yang dilindunginya serta lebih cepat menemukan piala karena sudah diimplementasikan algoritma *Ant Colony Optimization* pula. Karakter musuh kedua adalah musuh bulat (nomor 2) yang dapat menembak “joen” dan menghalanginya mengambil koin informasi. Karakter ketiga yaitu karakter laba-laba (nomor 3) yang dapat menyerang dan mengikuti “joen” kemana saja asalkan masih dalam jangkauan radiusnya. Musuh ketiga ini sangat bahaya, apabila tersentuh olehnya maka “joen” akan cepat mati. Sama seperti level 1, Nyawa “joen” sebanyak 10, apabila “joen” tertembak oleh peluru Tank maka nyawa “joen” akan berkurang. Permainan akan berakhir atau *game over* apabila nyawa “joen” mencapai nol atau piala yang dilindunginya tertembak peluru tank sebanyak 15 kali. Permainan akan selesai dan lanjut ke level berikutnya apabila “joen” dapat mengambil seluruh koin informasi (nomor 5) Ilmu Faraidh.



Gambar 4.9. Tampilan ketika kalah



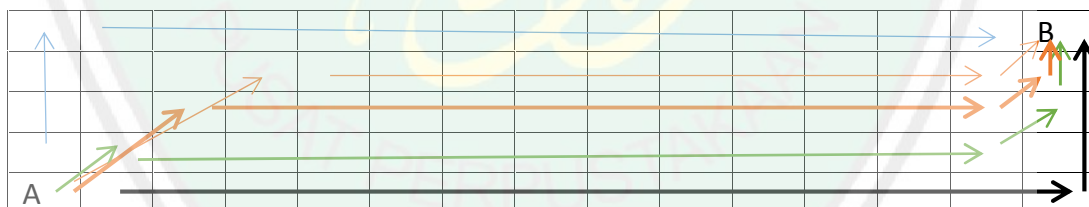
Gambar 4.8. Tampilan ketika menang

4.4 Uji Coba

Setelah melakukan implementasi terhadap semua rancangan ke dalam sebuah aplikasi, selanjutnya yang perlu dilakukan adalah proses uji coba. Langkah ini dilakukan untuk menguji fungsi-fungsi yang terdapat pada aplikasi. Uji coba dilakukan untuk menguji dari metode Ant Colony Optimization yang telah diterapkan pada permainan *Battle Joen*. Selain itu, uji coba juga dilakukan kepada beberapa pengguna untuk mengetahui seberapa besar penilaian dan komentar dari para pengguna terhadap aplikasi ini.

4.4.1 Uji Coba Ant Colony Optimization

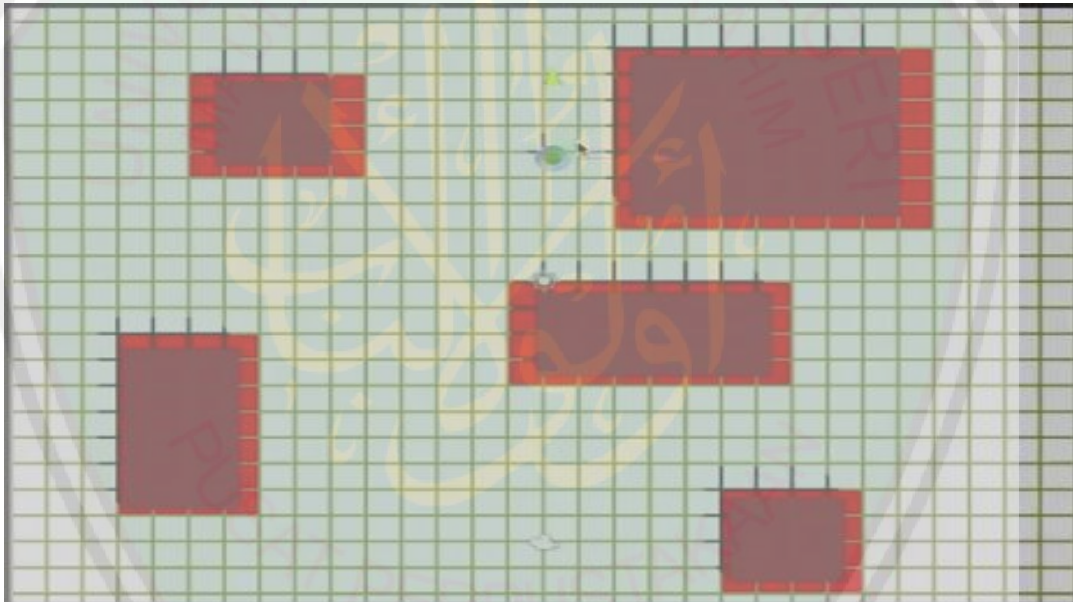
Pada uji coba ini, dilakukan dua pengujian yaitu pengujian secara teori dan pengujian secara praktek. Pengujian secara teori dilakukan dengan penghitungan manual dan pengujian secara praktek dilakukan dengan mengimplementasikan di dalam program. Berikut ini adalah pengujian secara teori .



Dari tabel di atas dimisalkan kotak A adalah semut dan B adalah sumber makanan. Di dalam mencari sumber makanan semut terlebih dahulu mencari solusi terbaik dengan melewati seluruh rute yang memungkinkan seperti yang digambarkan dengan panah di atas. Setelah semut melewati seluruh rute maka semut akan memilih rute terpendeknya dengan membandingkan antara rute-rute yang dilaluinya. Rute yang terpendeklah yang akhirnya yang akan dilalui semut nantinya dalam mencari sumber makanan.

Pada contoh di atas panah yang berwarna biru dan hitam panjang rutenya sebanyak 18 kotak, panah warna hijau sebanyak 16 kotak, panah warna orange tebal sebanyak 15 kotak dan panah warna orange tipis sebanyak 14 kotak. Maka jalur terpendek yang di dapat adalah rute yang digambarkan dengan panah warna orange tipis. Selanjutnya pengujian secara praktek, uji coba algoritma Ant Colony Optimization dilakukan pada pembentukan *Node,grid*, optimasi dan pencarian jalur terpendek.

- **Hasil pembentukan Node dan Grid**



Gambar 4.9 Grid dan Node

Gambar di atas menunjukkan bidang grid yang digunakan sebagai latar belakang permainan, node-node yang berwarna merah merupakan node yang tidak bisa dilalui oleh player dan NPC, sedangkan node yang berwarna putih dapat dilalui oleh player dan NPC. Gambar merupakan hasil coba dari implementasi pembentukan Node dan grid untuk latar permainan.

melewati garis hitam yang menunjukkan rute terdekat dari titik berangkat ke titik tujuan.

Dari proses pencarian rute terpendek seperti di atas maka akan diperoleh hasil seperti tabel berikut ini :

Tabel 4.1. Tabel hasil implementasi Ant Colony Optimization Level 1

Karakter	Panjang Rute yang Ditempuh	Jumlah Total Rute
Tank 1	30	2080
Tank 2	22	2080
Tank 3	43	2080
Tank 4	39	2080

Tabel 4.2. Tabel hasil implementasi Ant Colony Optimization Level 2

Karakter	Panjang Rute yang Ditempuh	Jumlah Total Rute
Tank 1	40	2080
Tank 2	22	2080
Tank 3	43	2080

Tabel 4.3. Tabel hasil implementasi Ant Colony Optimization Level 3

Karakter	Panjang Rute yang Ditempuh	Jumlah Total Rute
Tank 1	39	2080
Tank 2	40	2080

4.4.2 Uji Coba Pengguna

Pengujian aplikasi permainan *Battle Joen* juga dilakukan pada responden yang berada pada lingkungan area Malang. Pemilihan responden dilakukan secara acak sebanyak 15 responden dari berbagai kalangan, dari yang muda hingga yang

remaja khususnya yang belum memahami Ilmu Faraidh. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui penilaian dari pengguna terhadap ketertarikan dari aplikasi tersebut. Untuk penilaian responden tentang aplikasi permainan *Battle Joen* secara spesifik, dapat dilihat pada hasil tabulasi kuisioner responden dari masing-masing kelas.

Tabel 4.4 Tabel kuisioner untuk anak-anak

No	Keterangan	Ya		Tidak	
		Frekuensi	Presentase	Frekuensi	Presentase
1	Desain menarik	5	100%	0	0%
2	Musik dan efek suara menarik	5	100%	0	0%
3	Mengetahui cara memainkan <i>Battle Joen</i>	3	60%	2	40%
4	Tidak kesulitan dalam memainkan <i>Battle Joen</i>	2	60%	3	40%
5	<i>Battle Joen</i> tidak membosankan	3	60%	2	40%
6	Game menarik dan menyenangkan	5	100%	0	0%
7	Lebih senang belajar Ilmu Faraidh bersama <i>Battle Joen</i>	0	0%	5	100%
8	Ingin memainkan <i>Battle Joen</i> lagi	4	80%	1	20%
Total		67.5%		32.5%	

Berdasarkan tabel 4.4 di atas tentang penilaian dari total 5 responden untuk anak-anak terhadap kuisioner yang diberikan. Sebanyak 100% responden menilai aplikasi tersebut menarik, baik dari segi desain tampilan, cara bermain dan efek suara yang dikeluarkan. Sedangkan sebanyak 60% responden mengetahui cara memainkan *Battle Joen* dan tidak bosan dalam memainkannya. Sebanyak 40% responden tidak mengalami kesulitan dalam memainkan aplikasi ini. Dan sebanyak 0% responden menilai, dengan *game Battle Joen* belajar terasa menyenangkan dan ingin memainkan *Battle Joen* lagi, dikarenakan mereka yang masih kanak-kanak belum mengerti tentang Ilmu Faraidh. Dari total responden secara keseluruhan, sebanyak 67.5% responden menjawab ‘Ya’ dan sebanyak 32.5% responden menjawab ‘Tidak’.

Tabel 4.5. Tabel kuisioner untuk remaja

No	Keterangan	Ya		Tidak	
		Frekuensi	Presentase	Frekuensi	Presentase
1	Desain menarik	10	100%	0	0%
2	Musik dan efek suara menarik	10	100%	0	0%
3	Mengetahui cara memainkan <i>Battle Joen</i>	8	80%	2	20%
4	Tidak kesulitan dalam memainkan <i>Battle Joen</i>	7	70%	3	30%
5	<i>Battle Joen</i> tidak membosankan	8	80%	2	20%

No	Keterangan	Ya		Tidak	
		Frekuensi	Presentase	Frekuensi	Presentase
6	Game menarik dan menyenangkan	9	90%	1	10%
7	Lebih senang belajar <i>Ilmu Faraidh</i> bersama <i>Battle Joen</i>	10	100%	0	0%
8	Ingin memainkan <i>Battle Joen</i> lagi	8	80%	2	20%
Total		70%		30%	

Berdasarkan tabel 4.5 di atas tentang penilaian dari total 10 responden untuk remaja terhadap kuisioner yang diberikan. Sebanyak 100% responden menilai aplikasi tersebut menarik, baik dari segi desain tampilan, efek suara yang dikeluarkan, dan pembelajaran Ilmu Faraidhx. Sebanyak 80% responden mengetahui cara memainkan *Battle Joen*, *Battle Joen* tidak membosankan dan ingin memainkan *Battle Joen* lagi. Sedangkan sebanyak 70% responden tidak mengalami kesulitan dalam memainkan *Battle Joen*. Dan 90% mengatakan *game* menarik dan menyenangkan. Dari total responden secara keseluruhan, sebanyak 70% responden menjawab ‘Ya’ dan sebanyak 30% responden menjawab ‘Tidak’.

Dari tabel tabulasi responden masing-masing kelompok usia, maka didapatkan tabel tabulasi responden secara keseluruhan. Berikut ini tabel tabulasi responden secara keseluruhan dari usia kanak-kanak hingga remaja:

Tabel 4.6. Tabel kuisioner responden secara keseluruhan

No	Keterangan	Frekuensi		Presentase	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Kanak-kanak	27	13	67.5%	32.5%
2	Remaja	70	30	70%	30%
Total				68.75%	31.25%

Berdasarkan tabel 4.6. Secara keseluruhan *game Battle Joen* menarik dan menyenangkan bagi responden. Dari total 20 responden, sebanyak 68.75% responden menyukai *Battle Joen* dan sebanyak 31.25% responden tidak menyukai *Battle Joen*. Berikut ini grafik dari tabel tabulasi responden secara keseluruhan.

4.5 Integrasi Islam dengan Ant Colony Optimization

Ant Colony Optimization merupakan salah satu algoritma optimasi. Optimasi disini bisa diartikan sebagai suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau mendapatkan nilai yang efektif. Di dalam Al-Quran juga terdapat ayat yang menjelaskan tentang adanya optimasi sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Saba' ayat 12:

وَلِسُلَيْمَانَ الرِّيحَ غُدُوُّهَا شَهْرٌ وَرَوَاحُهَا شَهْرٌ وَأَسَلْنَا لَهُ عَيْنَ الْقِطْرِ وَمِنَ الْجِنَّ مَن يَعْمَلُ بَيْنَ يَدَيْهِ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَمَن يَزِغُ مِنْهُمْ
عَنْ أَمْرِنَا نَذِقْهُ مِنْ عَذَابِ السَّعِيرِ ﴿١٢﴾

Artinya:

dan Kami (tundukkan) angin bagi Sulaiman, yang perjalanannya di waktu pagi sama dengan perjalanan sebulan dan perjalanannya di waktu sore sama dengan perjalanan sebulan (pula) dan Kami alirkan cairan tembaga baginya. dan

sebahagian dari jin ada yang bekerja di hadapannya (di bawah kekuasaannya) dengan izin Tuhannya. dan siapa yang menyimpang di antara mereka dari perintah Kami, Kami rasakan kepadanya azab neraka yang apinya menyala-nyala. (QS.Saba: 12)

Ayat di atas menjelaskan kekuasaan Allah untuk menundukkan angin bagi nabi Sulaiman untuk menjadikan perjalanannya di waktu pagi hingga waktu tergelincirnya matahari sama dengan perjalanan sebulan, dan perjalanannya di waktu sore hari yaitu mulai dari tergelincir matahari sampai terbenam sama dengan perjalanan sebulan maksudnya sama dengan perjalanan selama itu. Dan Allah meleburkan cairan tembaga baginya sehingga tembaga itu menjadi lebur selama tiga hari tiga malam, sebagaimana air mengalir dan umat manusia sampai sekarang dapat mengeksploitasinya berkat ilmu yang telah diberikan oleh Allah kepada Nabi Sulaiman. Eksploitasi tersebut sekarang terwujud dengan adanya pesawat terbang, yang mana dengan adanya pesawat terbang maka perjalanan manusia semakin efektif dan efisien. Ayat di atas juga menjelaskan bahwa sebahagian dari jin ada yang bekerja di bawah kekuasaan nabi Sulaiman dengan izin yakni berdasarkan perintah Allah . Dan barang siapa yang menyimpang di antara mereka dari perintah Allah yang menyuruhnya untuk taat kepada Nabi maka Allah akan menghukumnya kelak. (Asy-syuti, 2010)

Adapun menurut Quraish Shihab dalam menafsirkan ayat di atas hampir sama dengan tafsir Jalalain di atas. Beliau mengatakan kecepatan angin di pagi hari tersebut sama jauhnya dengan jarak yang ditempuh oleh seorang pejalan kaki selama sebulan lamanya. Demikian pula di sore harinya. Allah buatkan bagi Nabi Sulaiman tambang tembaga terus mengalir dengan deras dan Allah menundukkan pula bagi Nabi Sulaiman bangsa Jin untuk tunduk patuh

kepadanya. Dan apabila mereka membangkang maka Allah kelak akan menghukumnya. (Shihab, 2007)

Dari kedua tafsir di atas dapat diambil kesimpulan bahwa Allah dapat mempersingkat waktu yang sebenarnya dapat ditempuh dalam kurun waktu satu bulan dapat ditempuh hanya dengan perjalanan di pagi hari sampai tengah hari atau perjalanan di tengah hari hingga sore hari. Dari sini pula kita dapat mengetahui adanya optimasi waktu, karena waktu yang ditempuh semakin cepat dan singkat dengan adanya contoh yang dimisalkan oleh Allah dengan peleburan tembaga. Peleburan tembaga pada saat ini bisa dimisalkan dengan pembuatan pesawat terbang, dimana dengan pesawat terbang tersebut maka perjalanan manusia akan semakin efektif dan efisien.

Ayat Al-Quran selanjutnya yang berhubungan dengan optimasi adalah firman Allah surat Ar- Ra'du ayat 11 :

قَالَ الَّذِي عِنْدَهُ عِلْمٌ مِّنَ الْكِتَابِ أَنَا آتِيكَ بِهِ قَبْلَ أَن يَرْتَدَّ إِلَيْكَ طَرْفُكَ
فَلَمَّا رَأَاهُ مُسْتَقَرًّا عِنْدَهُ قَالَ هَذَا مِنْ فَضْلِ رَبِّي لِيَبْلُوَنِي أَأَشْكُرُ أَمْ
أَكْفُرُ وَمَن شَكَرَ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ ۖ وَمَن كَفَرَ فَإِنَّ رَبِّي غَنِيٌّ كَرِيمٌ ﴿٤٠﴾

Artinya :

Seorang yang mempunyai ilmu dari kitab berkata “ Aku akan membawa singgasana itu kepadamu sebelum matamu berkedip” maka ketika dia (Sulaiman) melihat singgasana itu terletak di hadapannya, dia pun berkata “ini termasuk karunia Tuhanku untuk menguji apakah aku bersyukur atau mengingkari (nikmat-Nya).(QS.An-Naml : 40)

Quraish Shihab menasirkan ayat di atas bahwasannya seorang manusia yang ahli kitab mengatakan terhadap nabi Sulaiman bahwa ia sanggup untuk

memindahkan singgasana ratu Balqis yang jaraknya jauh dari kerajaan nabi Sulaiman sebelum nabi Sulaiman mengedipkan mata, kecepatan ini lebih cepat daripada kecepatan yang disanggupi oleh golongan Jin yang apat memindahkan singgasana sebelum Nabi Sulaiman berdiri dari singgasananya. (Shihab, 2007)

Ayat di atas mengilhami inovasi teknologi informasi yang terus berkembang hingga sekarang. Proses pemindahan singgasana pada zaman Nabi Sulaiman tersebut pada saat ini sudah dieksploitasi oleh para ilmuwan hingga proses pemindahan sesuatu dapat direalisasikan dalam hitungan menit bahkan hitungan detik sekalipun. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya teknologi SMS (*Short Message Service*) yang dapat mengirim pesan dari suatu tempat ke tempat lain hanya dalam hitungan menit atau detik. Contoh lain dari perkembangan teknologi informasi adalah penggunaan *electronics mail* atau biasa kita kenal dengan singkatan e-mail. *E-mail* merupakan pemikiran lain ilmuwan mengenai pemindahan informasi dari tempat yang memiliki jarak tempuh yang cukup berarti menjadi dapat dipersingkat dalam hitungan detik. Dengan pengikisan estimasi waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu pekerjaan dan penambahan kemampuan untuk mempersingkat penyelesaian tugas yang diberikan pada setiap pelaku pekerjaan menjadikan kehidupan manusia berjalan serba otomatis dan serba cepat.

Sesuai dengan sejarah yang ada segala hal yang dulunya hanya merupakan keajaiban yang jarang diterima akal manusia, saat ini ilmuwan dengan langkah pasti mampu memberikan ilustrasi dan penjelasan sebatas kemampuan manusia. Dengan bukti kemampuan untuk melakukan transaksi serba cepat, transfer

informasi serba kilat, serta kemampuan untuk mewujudkan apa yang ada pada gambaran sejarah dapat diakses masyarakat.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Implementasi Ant Colony Optimization untuk pencarian rute terpendek karakter tank pada *game Battle Joen* melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut yaitu inisialisasi parameter, pengisian ke dalam tabu list, penyusunan rute kunjungan, penghitungan panjang rute dan penentuan jalur terpendeknya. Algoritma Ant Colony Optimization bisa digunakan untuk mencari solusi dalam pencarian jalur terpendek dari rute-rute yang ada. Dari hasil uji coba yang telah dilakukan seperti pada tabel 4.1 di atas dapat disimpulkan bahwa algoritma Ant Colony Optimization cukup maksimal, karena dari 2080 titik yang bisa ditempuh, karakter tank 1 hanya menempuh sebanyak 40 titik saja, sedangkan karakter tank 2 hanya menempuh sebanyak 22 titik saja serta , karakter tank 3 hanya menempuh sebanyak 43 titik saja .

5.2 Saran

Melihat kekurangan dalam permainan *Battle Joen* ini, terdapat beberapa saran dari penulis untuk pengembangan selanjutnya, di antaranya:

1. Menutupi kelemahan yang masih ada seperti sebagian objek tank yang dapat tembus ketika saling bertabrakan dengan tank yang lainnya.
2. Mengembangkan aplikasi permainan *Battle Joen* ini menjadi lebih menarik.
3. Mengembangkan aplikasi permainan *Battle Joen* untuk *platform Android* ataupun *Windows Phone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggra, 2008. *Memahami Teknik Dasar Pembuatan Game Berbasis Flash*. Yogyakarta : Gava Media
- Asy-syuyuti, Jalaluddin, dan Muhammad, J . 2010 . *Tafsir Jalalain*. Versi 2.0. Tasikmalaya : Pesantren Persatuan 91 Tasikmalaya
- Dorigo, M dan Gambardella, L.M. 1996. *Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem*. Belgium : Université Libre de Bruxelles.
- Hardjasutanto, F. 2011. *Penerapan Algoritma Semut Untuk Pencarian Jalur Terpendek*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- <http://www.nahap.com/2012/06/10-game-nes-terbaik-dan-terpopuler.html>, diakses pada tanggal 26 Januari 2015 pukul 23.54
- <http://www.republika.co.id/berita/trendtek/sains/13/01/22/mh0kig-peneliti-video-game-lebih-baik-ketimbang-televisi>, diakses pada tanggal 31 Januari 2015 pukul 11.25
- Hurd, Daniel dan Jenuings, Erin. 2009. *Standardized Educational Games Ratings: Suggested Criteria*. Karya Tulis Ilmiah.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).
- Leksono, Agus. 2012. *Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) untuk menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP)*. Semarang : Universita Diponegoro
- Mutakhiroh, I . 2007. *Menentukan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Semut*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia
- Nanda , Ollivia. 2013 . *Pengertian dan Teori Algoritma Dijkstra*.
- Nugroho, F, 2012. *Tutorial NetLogo Tutorial Pembuatan Game dengan Bahasa Pemograman Java*. Kementrian Agama Republik Indonesia
- Och, Sabouret, & Corruble. 2009. *Simulation of the Dynamics of Nonplayer Character's Emotion and Social Relations in Games*. IEEE Transactions on Volume : 1, Issue: 4
- Roedavan, Rickman. 2014 .*Unity Tutorial Game Engine*. Bandung: Penerbit Informatika

Rohwati, M . 2012. *Penggunaan Education Game Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Biologi Konsep Klasifikasi Makhluk Hidup*. Semarang : Jurnal Pendidikan IPA Indonesia.

Rozi, Zulfadli. 2010. *Perancangan Game Mouse Hunter Menggunakan Adobe Flash CS 3.0*. Yogyakarta : AMIKOM

Setiawan, Willi, 2010. *Pembahasan pencarian lintasan terpendek menggunakan algoritma Dijkstra dan A**. Bandung : Institut Teknologi Bandung

Syaikh Muhammad bin Ibrahim At-tuwaijiri. 2012. *Ringkasan Fiqih Islam*. Team Indonesia Islamhouse.com

Tyas, Y.S dan Prijodiprodjo , W. 2012. *Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode Ant Colony Optimization (ACO)*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada (UGM)

Shihab, Quraish. 2007. *Tafsir Al-Mishbah*

Waliprana, Widhaprasa . 2009 . *Ant Colony Optimization*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Yuwono, B, dkk. 2009. *Implementasi Algoritma Koloni Semut Pada Proses Pencarian Jalur Terpendek Jalan Protokol di Titik Yogyakarta*. Yogyakarta : UPN Veteran