

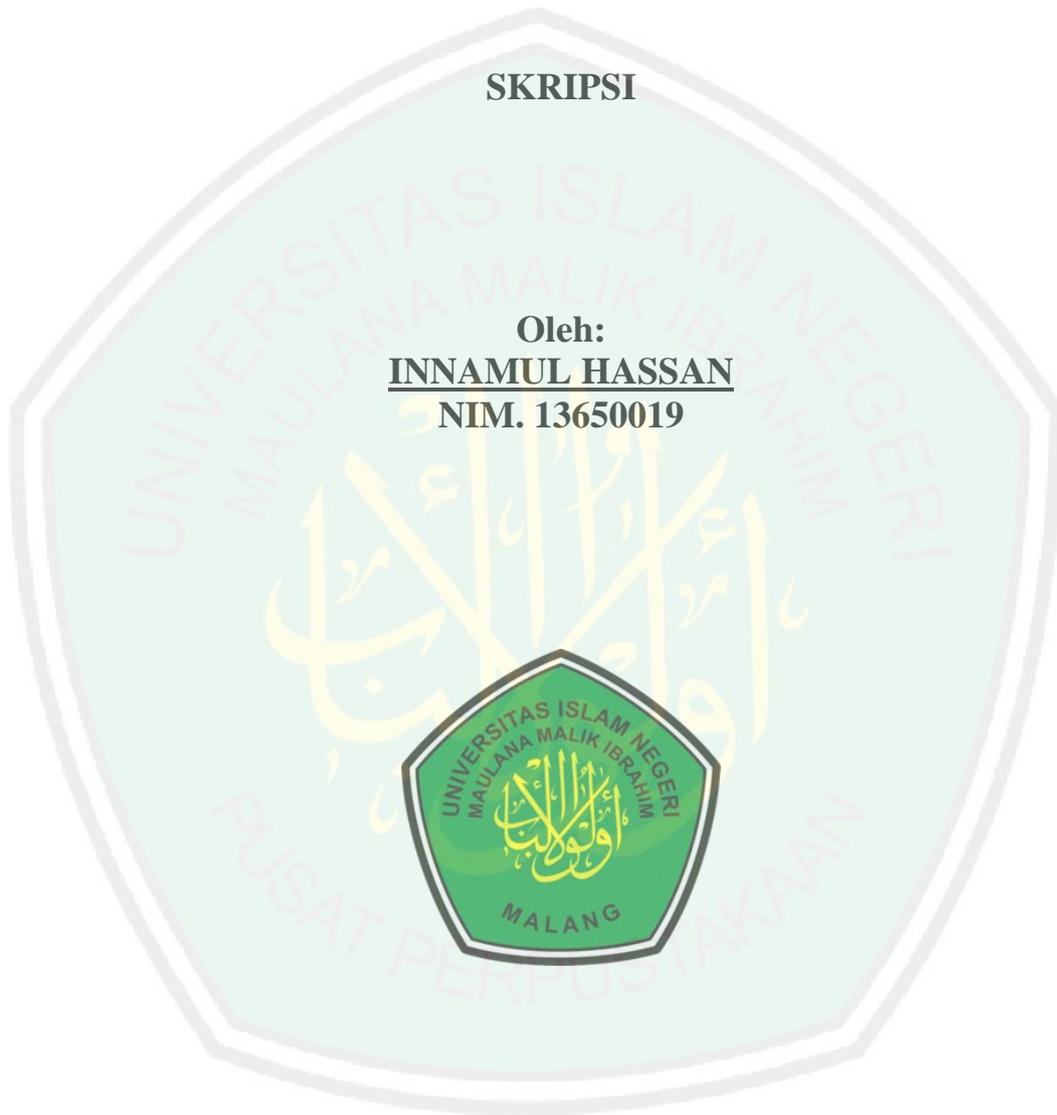
**IMPLEMENTASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY* UNTUK
MEMBANGKITKAN PERILAKU NPC PADA *GAME SURVIVAL
HORROR "LEFT ALONE"* SEBAGAI MEDIA PENGENALAN
RUMAH CUT NYAK DHIEN**

SKRIPSI

Oleh:

INNAMUL HASSAN

NIM. 13650019



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY*
UNTUK MEMBANGKITKAN PERILAKU NPC PADA *GAME*
SURVIVAL HORROR "LEFT ALONE" SEBAGAI MEDIA
PENGENALAN RUMAH CUT NYAK DHIEN**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

Oleh :

**Innamul Hassan
NIM. 13650019**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK BRAHIM
MALANG
2017**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY*
UNTUK MEMBANGKITKAN PERILAKU NPC PADA *GAME*
SURVIVAL HORROR "LEFT ALONE" SEBAGAI MEDIA
PENGENALAN RUMAH CUT NYAK DHIEN**

SKRIPSI

Oleh :

INNAMUL HASSAN
NIM. 13650019

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

Dosen Pembimbing II



Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

Tanggal, 20 September 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Cahyo Crysdiyan, M.CS
NIP. 19740424 200901 1 008

**IMPLEMENTASI ALGORITMA ARTIFICIAL BEE COLONY
UNTUK MEMBANGKITKAN PERILAKU NPC PADA GAME
SURVIVAL HORROR “LEFT ALONE” SEBAGAI MEDIA
PENGENALAN RUMAH CUT NYAK DHIEN**

SKRIPSI

Oleh :

INNAMUL HASSAN
NIM. 13650019

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

Tanggal 30 Oktober 2017

Susunan Dewan Penguji

1. Penguji Utama : **Hani Nurhayati, M.T**
NIP. 19780625 200801 2 006
2. Ketua : **Roro Inda Melani, S.Kom., M.Sc**
NIP. 19780925 200501 2 008
3. Sekretaris : **Dr. Muhammad Faisal, M.T**
NIP. 19740510 200501 1 007
4. Anggota : **Yunifa Miftachul Arif, M.T**
NIP. 19830616 201101 1 004

Tanda Tangan

()
()
()
()

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Informatika**



Dr. Cahyo Crysdian, M.CS
NIP. 19740424 200901 1 008

**HALAMAN PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Nama : Innamul Hassan

NIM : 13650019

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI ALGORITMA ARTIFICIAL BEE
COLONY UNTUK MEMBANGKITKAN PERILAKU NPC
PADA GAME SURVIVAL HORROR “LEFT ALONE”
SEBAGAI MEDIA PENGENALAN RUMAH CUT NYAK
DHIEN**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 September 2017

Yang membuat pernyataan,



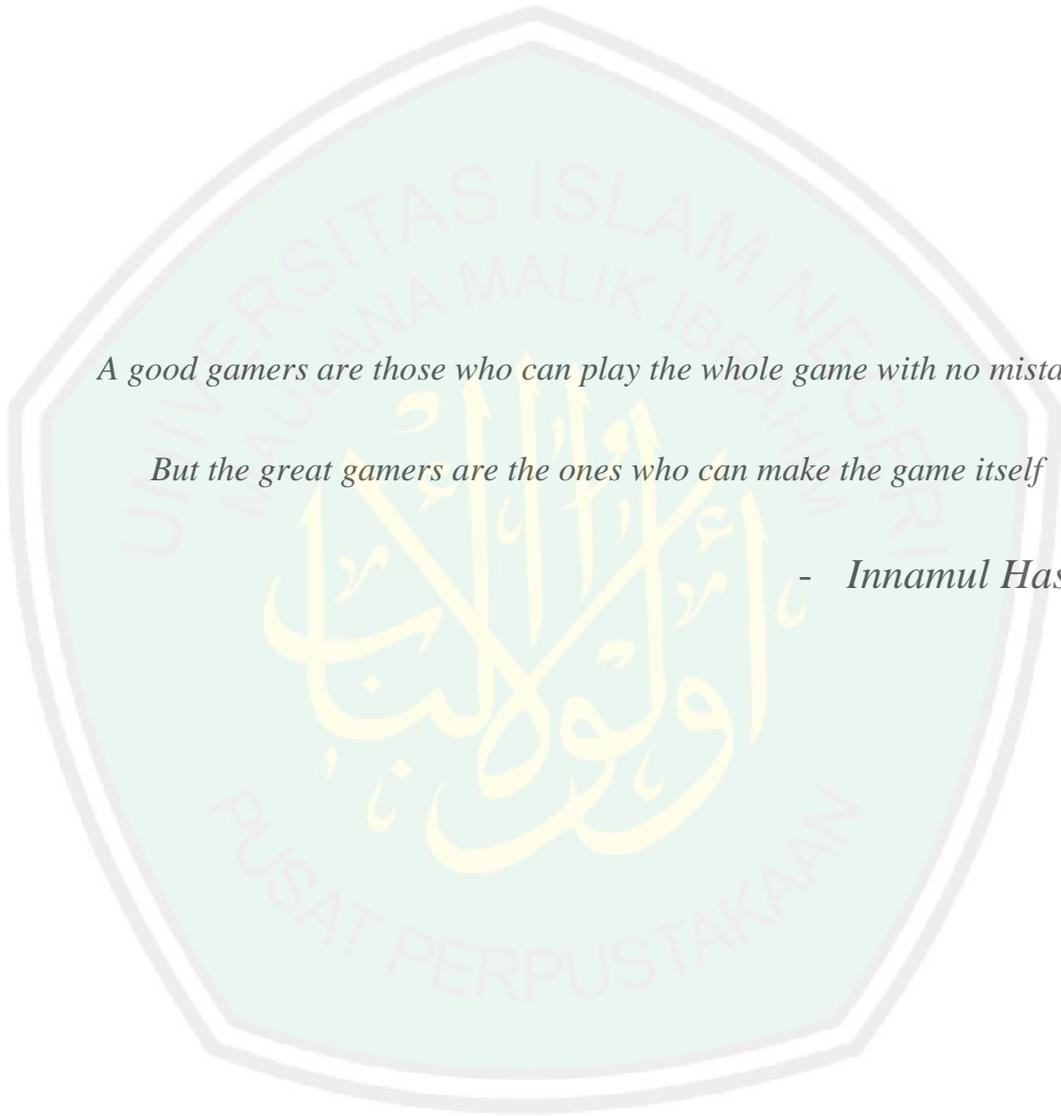
Innamul Hassan
NIM : 13650019

MOTO

A good gamers are those who can play the whole game with no mistake

But the great gamers are the ones who can make the game itself

- *Innamul Hassan*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini aku persembahkan teruntuk :

Almarhumah mama dan kakak kedua, Wathaniah dan Desi Maulina, 2 orang yang paling bisa bikin kangen, yang selama ini telah menjadi inspirasi dan dapat memotivasiku hingga akhirnya bisa menyelesaikan satu babak terpenting dalam hidup.

Ayahanda tercinta, Muhammad Yusuf Ali yang selalu mendoakan dan mengajarkanku bagaimana menjadi pria yang sabar dan tabah dalam menghadapi kehidupan.

Kakak pertama dan ketiga, Yufrillianur dan Ifrisima, serta abang ipar Lisanuddin yang telah mengasuh, menyayangi dan mendidikku sedari kecil, serta mengajarkan kemandirian dan kerja keras kepada adik terakhirnya.

Aceh Squad, yang telah berjuang bersama dari Tsanawiyah, Aliyah hingga bisa kuliah dan wisuda di kampus yang sama, Naufal Amnar, Munawar Zikri Azhari, Ranjy Ramadhani, Faiyadh Musaddaq, Fajri Al-Muttatsir, Muhammad Rizal dan Reza Aulya, 10 tahun terus bersama dan anehnya aku masih belum ingin muntah.

IPPMA, yang selama ini telah menjadi keluarga ternyaman selama di Malang, terus bersama baik dalam suka maupun duka, sehat maupun sakit, dan telah mengajarkanku banyak hal dalam keorganisasian dan berbudaya yang benar.

Seluruh jajaran dosen di Teknik Informatika yang selama ini telah mengayomi dan mendorongku untuk terus belajar dan mengejar masa depan.

Informatika A, sekumpulan manusia yang selama ini telah menemani, membantu dan mensupport selama studi, mulai semester pertama hingga mendapat gelar diujung nama.

Teman teman di Teknik Informatika, khususnya angkatan 2013 Fortinity, karena selama ini telah bersedia mengukir momen indah bersama, semoga kesuksesan menyertai kita.

Google dan YouTube yang telah menyediakan banyak sekali tutorial gratis yang sangat bermanfaat.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma *Artificial Bee Colony* Untuk Membangkitkan Perilaku NPC Pada *Game Survival Horror “Left Alone”* Sebagai Media Pengenalan Rumah Cut Nyak Dhien” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada tauladan terbaik Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kebodohan menuju Islam yang *rahmatan lil alamiin*.

Dalam penyelesaian skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril, nasihat dan semangat maupun materiil. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Prof. DR. H. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh staf. Bakti Bapak dan Ibu sekalian terhadap UIN Maliki Malang turut membesarkan dan mencerdaskan penulis.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh staf. Bapak dan ibu sekalian sangat berjasa memupuk dan menumbuhkan semangat untuk maju kepada penulis.
3. Bapak Dr. Cahyo Crysdian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang sudah memberi banyak pengetahuan, inspirasi dan pengalaman yang berharga.

4. Bapak Dr. M Faisal, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
5. Bapak Yunifa Miftachul Arif, M.T, selaku dosen pembimbing II yang juga senantiasa memberi masukan dan nasihat serta petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ayah Ibu Kakak serta keluarga besar tercinta yang selalu memberi dukungan yang tak terhingga serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis.
7. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
8. Teman – teman seperjuangan Teknik Informatika 2013 yang telah berjuang bersama dan saling memotivasi selama studi.
9. Para peneliti yang telah mengembangkan Game dengan Engine Unity 5 yang menjadi acuan penulis dalam pembuatan skripsi ini. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu satu. Terimakasih banyak.

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya ini senantiasa dapat memberi manfaat. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, 20 September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
ملخص.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Konsep Dasar Game.....	7
2.1.1 Definisi	7
2.1.2 Elemen Game	7
2.1.3 Genre Game.....	10
2.1.4 Desain Game	13
2.1.5 Konsep 3D (3 Dimensi).....	13
2.1.6 Model Kamera.....	13
2.1.7 Algoritma Artificial Bee Colony.....	16
2.2 Tools Pembuat Game	21

2.2.1	Unity 5.....	21
2.2.2	Bahasa Pemrograman C#	22
2.2.3	Bahasa Pemrograman Javascript.....	22
2.3	Penelitian Terkait	23
2.4	Alur Penelitian.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Analisis dan Perancangan Game	28
3.1.1	Keterangan Umum Game.....	28
3.1.2	Desain Interface Game	30
3.1.3	Mission List Game	44
3.1.4	Deskripsi Karakter.....	46
3.1.5	Deskripsi Item	46
3.1.6	Desain Map	48
3.2	Finite State Machine.....	51
3.3	Perancangan Algoritma Artificial Bee Colony	52
3.4	Simulasi Algoritma Artificial Bee Colony	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		74
4.1	Implementasi Sistem	74
4.1.1	Kebutuhan Perangkat Keras	74
4.1.2	Kebutuhan Perangkat Lunak	75
4.2	Implementasi Algoritma Artificial Bee Colony	75
4.2.1	Artificial Bee Colony Sebagai Metode Pathfinding.....	75
4.3	Uji Coba	78
4.3.1	Uji Coba Sistem	78
4.3.2	Uji Coba Game.....	87
4.4	Implementasi Aplikasi Game	89
4.4.1	Interface Splashscreen.....	89
4.4.2	Interface Main Menu	89
4.4.3	Interface Gameplay	90
4.4.4	Interface Pause Menu	90
4.4.5	Interface Option Menu	91
4.4.6	Interface Credit Menu	91

4.4.7	Interface How To Play Menu	92
4.4.8	Interface Using Player Item.....	92
4.4.9	Interface Examine Object.....	93
4.4.10	Interface Read Note.....	93
4.4.11	Interface Turn On The Lamp	94
4.4.12	Interface Open Door.....	94
4.4.13	Interface Mission Objective	95
4.4.14	Interface Game Over	95
4.5	Implementasi Desain Rumah Cut Nyak Dhien	96
4.5.1	Desain Rumah	98
4.5.2	Desain Level Game	134
1.3	Integrasi Dalam Islam	145
BAB V PENUTUP.....		148
5.1	Kesimpulan.....	148
5.2	Saran.....	149
DAFTAR PUSTAKA.....		150

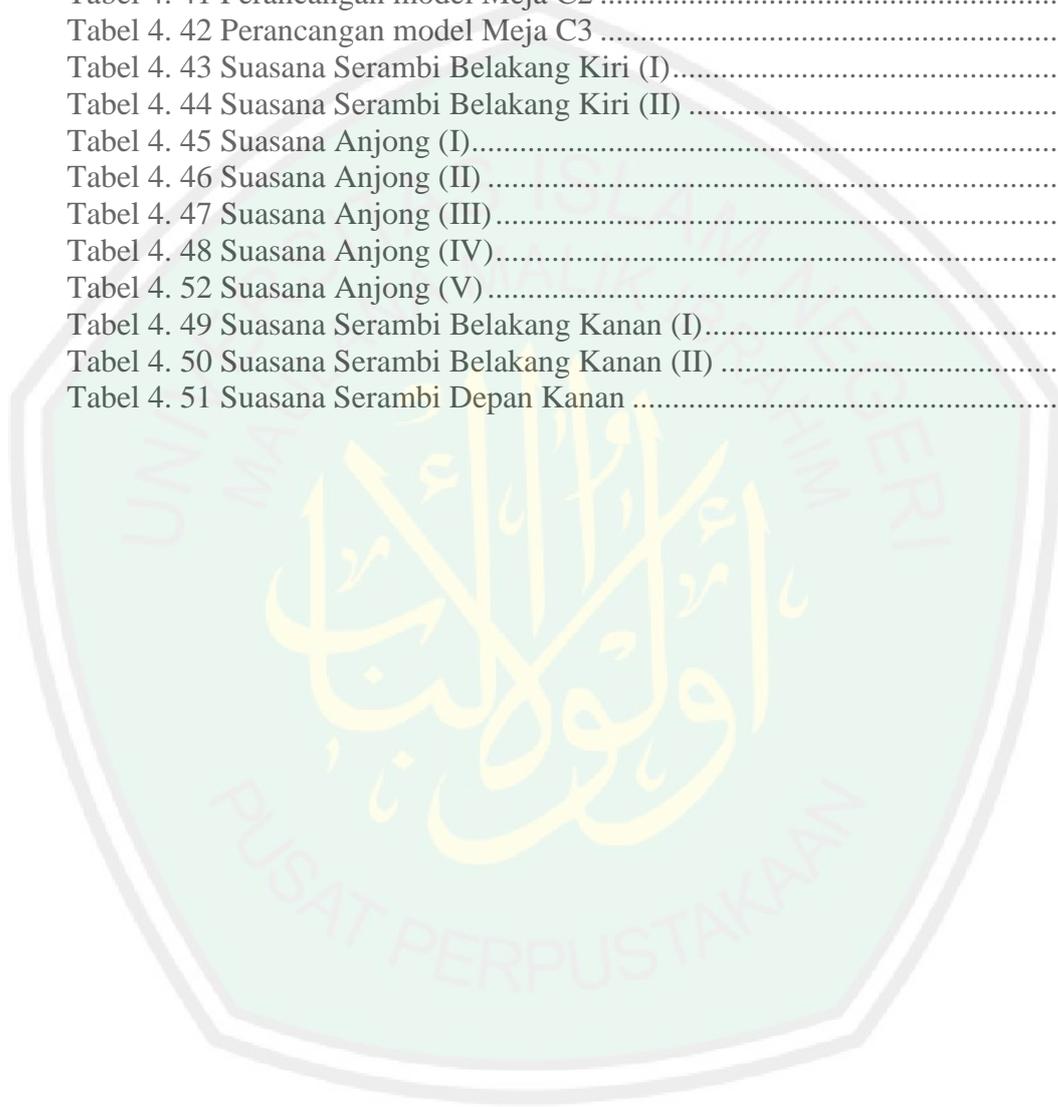
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Desain Map	48
Gambar 3. 2 Desain FSM.....	51
Gambar 3. 3 Perancangan Algoritma Artificial Bee Colony	52
Gambar 3. 4 Kondisi awal simulasi Artificial Bee Colony.....	53
Gambar 3. 5 Langkah pertama Artificial Bee Colony	58
Gambar 3. 6 Langkah ke-2 Artificial Bee Colony	65
Gambar 3. 7 Langkah ke-3 Artificial Bee Colony	69
Gambar 3. 8 Langkah ke-4 Artificial Bee Colony	73
Gambar 4. 1 Posisi awal NPC dan Player sebelum pengujian dilakukan	78
Gambar 4. 2 Hasil percobaan sistem.....	84
Gambar 4. 3 Perbandingan posisi awal dan posisi akhir NPC dengan Player	85
Gambar 4. 4 Tampilan Splashscreen.....	89
Gambar 4. 5 Tampilan Main Menu.....	89
Gambar 4. 6 Tampilan Gameplay	90
Gambar 4. 7 Tampilan Pause Menu	90
Gambar 4. 8 Tampilan Option Menu	91
Gambar 4. 9 Tampilan Credit Menu	91
Gambar 4. 10 Tampilan How To Play Menu	92
Gambar 4. 11 Tampilan Using Player Item	92
Gambar 4. 12 Tampilan Examine Object.....	93
Gambar 4. 13 Tampilan Read Note.....	93
Gambar 4. 14 Tampilan Turn On The Lamp	94
Gambar 4. 15 Tampilan Open Door.....	94
Gambar 4. 16 Tampilan Mission Objective	95
Gambar 4. 17 Tampilan Game Over	95
Gambar 4. 18 Penyesuaian model pada rumah Cut Nyak Dhien.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tampilan Spashscreen.....	30
Tabel 3. 2 Tampilan Main Menu.....	31
Tabel 3. 3 Tampilan Gameplay	32
Tabel 3. 4 Tampilan Pause Menu.....	33
Tabel 3. 5 Tampilan Using Item	34
Tabel 3. 6 Tampilan Examine Object	35
Tabel 3. 7 Tampilan Read Note	36
Tabel 3. 8 Tampilan Turn On Lamp	37
Tabel 3. 9 Tampilan Open Door	38
Tabel 3. 10 Tampilan Mission Objective.....	39
Tabel 3. 11 Tampilan Game Over.....	40
Tabel 3. 12 Tampilan Credit	41
Tabel 3. 13 Tampilan Help	42
Tabel 3. 14 Tampilan Exit.....	43
Tabel 4. 1 Spesifikasi perangkat keras	74
Tabel 4. 2 Spesifikasi perangkat lunak	75
Tabel 4. 3 Metode yang digunakan dalam implementasi Artificial Bee Colony..	76
Tabel 4. 4 Hasil pengujian sistem	80
Tabel 4. 5 Uji Coba Game.....	87
Tabel 4. 6 Persentase Hasil Pengujian Game.....	88
Tabel 4. 7 Hasil Penggunaan texture pada model.....	97
Tabel 4. 8 Perancangan model Selasar A.....	99
Tabel 4. 9 Perancangan model Selasar B	100
Tabel 4. 10 Perancangan model Rambut A.....	101
Tabel 4. 11 Perancangan model Rambut B.....	102
Tabel 4. 12 Perancangan model Serambi A1	103
Tabel 4. 13 Perancangan model Serambi A2.....	104
Tabel 4. 14 Perancangan model Serambi B1	105
Tabel 4. 15 Perancangan model Serambi B2.....	106
Tabel 4. 16 Perancangan model Serambi C1	107
Tabel 4. 17 Perancangan model Serambi C2	108
Tabel 4. 18 Perancangan model Dapur A1	109
Tabel 4. 19 Perancangan model Dapur A2	110
Tabel 4. 20 Perancangan model Dapur A3	111
Tabel 4. 21 Perancangan model Dapur B	112
Tabel 4. 22 Perancangan model Dapur C	113
Tabel 4. 23 Perancangan model Dapur D	114
Tabel 4. 24 Perancangan model Umum A	115
Tabel 4. 25 Perancangan model Umum B	116
Tabel 4. 26 Perancangan model Umum C	117
Tabel 4. 27 Perancangan model Umum D	118
Tabel 4. 28 Perancangan model Umum E.....	119
Tabel 4. 29 Perancangan model Umum F.....	120
Tabel 4. 30 Perancangan model Umum G	121
Tabel 4. 31 Perancangan model Umum H	122
Tabel 4. 32 Perancangan model Umum I.....	123

Tabel 4. 33 Perancangan model Umum A1	124
Tabel 4. 34 Perancangan model Umum A2	125
Tabel 4. 35 Perancangan model Umum B1	126
Tabel 4. 36 Perancangan model Kursi B2.....	127
Tabel 4. 37 Perancangan model Kursi C1.....	128
Tabel 4. 38 Perancangan model Meja A3	129
Tabel 4. 39 Perancangan model Meja B3	130
Tabel 4. 40 Perancangan model Meja B4	131
Tabel 4. 41 Perancangan model Meja C2	132
Tabel 4. 42 Perancangan model Meja C3	133
Tabel 4. 43 Suasana Serambi Belakang Kiri (I).....	135
Tabel 4. 44 Suasana Serambi Belakang Kiri (II)	136
Tabel 4. 45 Suasana Anjong (I).....	137
Tabel 4. 46 Suasana Anjong (II)	138
Tabel 4. 47 Suasana Anjong (III).....	139
Tabel 4. 48 Suasana Anjong (IV).....	140
Tabel 4. 52 Suasana Anjong (V).....	141
Tabel 4. 49 Suasana Serambi Belakang Kanan (I).....	142
Tabel 4. 50 Suasana Serambi Belakang Kanan (II)	143
Tabel 4. 51 Suasana Serambi Depan Kanan	144



ABSTRAK

Hassan, Innamul. 2017. **Implementasi Algoritma *Artificial Bee Colony* Untuk Membangkitkan Perilaku NPC Pada *Game Survival Horror "Left Alone"* Sebagai Media Pengenalan Rumah Cut Nyak Dhien**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T, (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Kata Kunci: *Artificial Bee Colony, NPC, Game Survival Horror*

Cut Nyak Dhien adalah seorang pejuang wanita yang ikut andil dalam melawan penjajahan Belanda di Aceh, peninggalannya yang masih ada yaitu rumahnya yang telah menjadi museum sejarah di Banda Aceh. Seiring berjalannya waktu dan berkembangnya produk teknologi, anak muda mulai melupakan sejarah yang telah membangun bangsanya, dan salah satu sejarah yang terlupakan adalah perjuangan Cut Nyak Dhien semasa hidupnya.

Untuk melestarikan sejarah Cut Nyak Dhien maka dibutuhkan sarana agar anak muda dapat mempelajari sejarah tanpa harus berkunjung langsung ke museumnya. Konten permainan adalah salah satu media hiburan yang banyak digemari masyarakat. Penelitian ini menjelaskan bagaimana merancang perilaku pencarian NPC pada *game* dan juga menjelaskan bagaimana membangun *game* edukasi bergenre *survival horror*. *Left Alone* adalah permainan edukasi bergenre *survival horror* berbasis desktop yang dibangun dengan *game engine* Unity 5. Pemain akan menyelesaikan misi di lokasi yang bertempat di rumah Cut Nyak Dhien, level desain dibuat semirip mungkin dengan rumah aslinya, sehingga pemain dapat mempelajari dan memahami sejarah yang tersirat. Karakter musuh menggunakan sistem kecerdasan buatan yang akan mencari keberadaan pemain.

Implementasi kecerdasan buatan pada penelitian ini diterapkan pada NPC dengan memanfaatkan algoritma *Artificial Bee Colony*, algoritma ini digunakan sebagai pembangkit perilaku pencarian, penelitian ini difokuskan pada platform desktop.

ABSTRACT

Hassan, Innamul. 2017. **Implementation of Artificial Bee Colony Algorithm to Generate Npc Behavior in Survival Horror Game "Left Alone" As A Media Introduction to House of Cut Nyak Dhien.** Thesis. Informatics Engineering Department of Science and Technology Faculty Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Supervisor : (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T, (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Keywords: *Artificial Bee Colony, NPC, Game Survival Horror*

Cut Nyak Dhien is a female warrior who contributed to the Dutch colonialism in Aceh, the remaining legacy of his house which has become a history museum in Banda Aceh. As time goes by and the development of technology products, young people begin to forget the history that has built its nation, and one of the forgotten history is the struggle Cut Nyak Dhien during his life.

To preserve the history of Cut Nyak Dhien then needed a means for young people to learn the history without having to visit directly to the museum. Game content is one of the popular entertainment media. This research explains how to design NPC search behavior in games and also explains how to build educational game genre survival horror. Left Alone is a desktop-based survival horror genre education game built with Unity 5 game engine. The player will complete the mission at the location housed in Cut Nyak Dhien's home, the design level is made as closely as possible to the original house, so players can learn and understand the implicit history . The enemy's character uses an artificial intelligence system that will search for the presence of players.

Implementation of artificial intelligence in this study applied to NPC by utilizing Artificial Bee Colony algorithm, this algorithm is used as generator of search behavior, this research focused on desktop platform.

ملخص

إنموالحسن، 2017. تطبيق خوارزمية *Artificial Bee Colony* لتحرك السلوك *NPC* في لعبة الخلود والخوف *Left Alone* باعتبارها كوسيلة الاعتراف بيت جوت نجاك دين (Cut Nyak Dhien). البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق.

المشرف: الدكتور محمد فيصل، الماجستير. و يونفا مفتاح العارف، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: *Artificial Bee Colony*، *NPC*، لعبة الخلود الخوفي.

كانت جوت نجاك دين (Cut Nyak Dhien) بطلا من أتشيه تشترك لتعارض استعمار هولاند. وآثارها المتبقية هي بيتها التي قد أصبحت متحفا تاريخيا في باندا أتشيه. وبعد مرور الزمن وتطور التكنولوجيا، بدأ أن نسي الشباب تاريخ شعبهم. وأحد التاريخ المنسي هو تاريخ بطولة جوت نجاك دين طول حياتها.

ليديم تاريخ جوت نجاك دين فيحتاج الوسيلة لشباب لكي يعلم التاريخ بدون زيارة المتحف. واللعبة هي وسيلة من وسائل التسلية المفضلة عند المجتمع. وهذا البحث يقدم عن كيفية تخطيط السلوك لبحث *NPC* في هذه اللعبة ويشرح أيضا هذا البحث كيف يبني اللعبة التعليمية مع نوعها الخلودية والخوفية. *Left Alone* هو اللعبة التعليمية الخلودية والخوفية بوسيلة شاشة التي أنشئت باستخدام *Unity 5*. سيتم اللاعب الأمور في المكان وقع في بيت جوت نجاك دين. وشكل هندسة ديكور يصنع أن يشبه بيتها الأصل، حتى يعلم ويفهم اللاعب عن التاريخ الضمني. فشخصية العارض يستخدم جهاز استخبارات الاصطناعي التي ستبحث في وجود اللاعب.

تطبيق استخبارات الاصطناعي في هذا البحث مطبق على *NPC* باستعمال خوارزمية/ ألغورتم *Artificial Bee Colony*. وهذه الخوارزمية مستخدمة ليحرك السلوك الطلي، وهذا البحث يركز في وسيلة شاشة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

“Bangsa yang besar adalah bangsa yang tidak pernah melupakan sejarah bangsanya sendiri” (Soekarno). Sebagai warga negara yang baik, sudah seharusnya kita mengenal pahlawan nasional dan sejarahnya yang telah melawan para penjajahan dimasa lalu untuk meraih kemerdekaan, untuk membalas kebaikan mereka maka ditetapkanlah pahlawan nasional serta hari pahlawan di Indonesia.

Salah satu pahlawan yang ikut andil dalam melawan penjajah adalah Cut Nyak Dhien, beliau adalah seorang pejuang wanita yang berasal dari Aceh dan sangat gigih dalam menghadapi menjajah Belanda. Wanita yang meneruskan perjuangan sang suami Teuku Umar ini dilahirkan di Aceh pada tahun 1848. Beliau berasal dari kalangan bangsawan yang taat beragama. Sejak kecil Cut Nyak Dhien sudah memperoleh pendidikan yang cukup di bidang Agama. Sehingga beliau memiliki semangat dan keyakinan yang kuat dalam menghadapi tentara Belanda.

Pernikahan Cut Nyak Dien dengan Teuku Umar adalah pernikahannya yang kedua. Setelah suami beliau, Ibrahim Lamnga meninggal dalam perang di Gle Tarum pada tanggal 29 Juni 1878 yang menyebabkan Cut Nyak Dhien sangat marah dan bersumpah hendak menghancurkan Belanda. Kemudian seorang lelaki gagah datang melamar Cut Nyak Dien, ia adalah Teuku Umar. Awalnya Cut Nyak Dien menolak, namun karena Teuku Umar mengizinkan Cut Nyak Dien untuk berpedang, akhirnya Cut Nyak Dien menerima pinangan Teuku Umar. Kemudian mereka menikah pada tahun 1880 dan dikaruniai satu orang anak bernama Cut

Gambang. Sedangkan Teuku Umar gugur saat perang di Meulaboh pada tahun 1899. (Kompasiana)

Peninggalan dari Cut Nyak Dhien yang masih ada hingga sekarang adalah rumahnya yang bergaya tradisional Aceh. Rumah ini sejatinya dibangun oleh pihak Belanda pada tahun 1873 untuk Teuku Umar karena pada saat itu Teuku Umar mau untuk bekerja sama dengan Belanda. Hal ini sempat menimbulkan gejolak dikalangan para pejuang yang menganggap Teuku Umar telah berkhianat dan menjadi kaki tangan Belanda. Belakangan taktik ini digunakan oleh Teuku Umar agar dapat mengakses persenjataan milik Belanda untuk kemudian dibagikan kepada pejuang Aceh. Hal ini membuat pihak Belanda sangat marah hingga kejadian ini disebut dengan "*Het verraad van Teukoe Oemar*" (pengkhianatan Teuku Umar), kemudian rumah beliau dibakar hangus pada tahun 1896. Rumah yang sekarang adalah hasil replika yang dibangun kembali oleh depdikbud dan diresmikan oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Bapak Fuad Hasan pada tahun 1987. Rumah dengan bentuk khas adat Aceh ini berukuran 25 X 17 meter dengan memiliki 65 pilar kayu. (Helloacehku)

Dengan berkembangnya teknologi pada saat ini, banyak anak muda yang menghabiskan hidupnya didepan komputer, selalu membawa *smartphone* dan terlena dengan dunia, sehingga tidak sedikit anak muda yang buta akan sejarah dan budaya di daerahnya sendiri. Padahal sebagaimana yang diutarakan Soekarno, kita sebagai bangsa yang besar tidak boleh melupakan sejarah dan pahlawan yang telah membangun bangsa ini.

Pada tahun 2015 ada sekitar 248 judul *game* yang pernah dipublikasikan di Indonesia, namun per tahun 2015 ini hanya ada 93 judul yang masih aktif. Dalam 6 tahun terakhir tercatat rata rata sekitar 20 judul ditutup per tahunnya. Dari 94 judul yang masih aktif, 56% menggunakan platform PC Client, 39% menggunakan platform web dan hanya 3 % yang menggunakan platform *mobile*. (Duniaku)

Menghadapi sikap masyarakat muda yang gemar bermain *game* dan data yang membuktikan bahwa popularitas platform PC diatas rata-rata, maka penulis berinisiatif untuk membuat sebuah *game* survival horror dengan platform PC yang mengambil setting tempat di rumah Cut Nyak Dhien, semua benda yang ada di dalam rumah tersebut baik berupa lukisan, perabotan, manuskrip, surat dan senjata yang dipergunakan pada zaman Cut Nyak Dhien akan dibuat ulang dalam bentuk 3D dan dijadikan sebagai asset untuk kemudian dapat dipergunakan dalam *game*. Maka dengan begitu player akan mengerti mengenai isi dan sejarah dari rumah Cut Nyak Dhien tersebut tanpa harus pergi langsung ke lokasinya di Banda Aceh.

Al Quran merupakan pedoman umat islam yang berisi ilmu pengetahuan mengenai agama, hubungan dengan Allah, hubungan dengan sesama manusia dan berbagai hukum yang diperlukan dalam kehidupan serta berisi cerita mengenai kejadian dan tokoh dari masa lalu, dalam Al Quran surat Yusuf ayat 111 disebutkan mengenai pentingnya sejarah dan cerita yang telah tertulis di dalam Al Quran, firman Allah taala :

لَقَدْ كَانَتْ فِي قَصَصِهِمْ عِبْرَةً لِأُولِي الْأَلْبَابِ ۗ مَا كَانَ حَدِيثًا يُفْتَرَىٰ وَلَٰكِن تَصْدِيقَ الَّذِي بَيْنَ يَدَيْهِ
وَتَفْصِيلَ كُلِّ شَيْءٍ وَهُدًى وَرَحْمَةً لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿١١١﴾

Artinya: *Sesungguhnya pada kisah-kisah mereka itu terdapat pengajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal. Al Quran itu bukanlah cerita yang dibuat-buat, akan tetapi membenarkan (kitab-kitab) yang sebelumnya dan menjelaskan segala sesuatu, dan sebagai petunjuk dan rahmat bagi kaum yang beriman. (Q.S. Yusuf: 111)*

Mengacu pada penelitian sebelumnya, dalam penelitian (Heru, 2017), menerapkan algoritma *Artificial Bee Colony* dan algoritma *Boids* pada simulasi thawaf sebagai metode dalam perilaku NPC untuk menghindari hambatan statis berupa benda diam, menjaga agar tidak saling bertabrakan antar jamaah dan pencarian target sehingga NPC bisa mengelilingi ka'bah dengan sempurna.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* sebagai metode dalam perilaku pencarian jalur terpendek NPC menuju ke target (*player*), dengan setting lokasi game berada di rumah Cut Nyak Dhien, peneliti berharap agar *player* dapat mengerti dan memahami sejarah yang ada di rumah pahlawan tersebut, sehingga kaum muda sekarang tidak buta terhadap sejarah.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana membangkitkan perilaku *non player character* (NPC) untuk dapat mencari jalur terpendek menuju target dengan menerapkan algoritma *Artificial Bee Colony* pada game "*Left Alone*"?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Membangkitkan perilaku *non player character* (NPC) untuk dapat mencari jalur terpendek menuju target dengan menerapkan algoritma *Artificial Bee Colony* pada game "*Left Alone*".

1.4 Batasan Masalah

- a. Berbasis desktop dan diimplementasikan pada platform PC
- b. *Single player*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pembuatan *game* ini adalah untuk memperkenalkan rumah peninggalan Cut Nyak Dhien yang penuh dengan nilai sejarah, dengan mengusung tema *horror* maka permainan akan lebih seru dan penuh tantangan, pemain dapat melihat, merasakan dan memperhatikan serta mempelajari seluruh benda yang terdapat di dalam *game* yang bisa dijumpai di dunia nyata karena aset di dalam *game* dibuat ulang menyerupai bentuk aslinya.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir dengan judul “Implementasi Algoritma *Artificial Bee Colony* Untuk Membangkitkan Perilaku NPC Pada *Game Survival Horror “Left Alone”* Sebagai Media Pengenalan Rumah Cut Nyak Dhien” ini terdiri dari 5 bab sebagai berikut :

1. BAB I Pendahuluan

Pendahuluan berisi Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II Landasan Teori

Landasan teori memuat tinjauan pustaka yang digunakan sebagai referensi dalam pembuatan *game* tersebut.

3. BAB III Analisis Kebutuhan dan Perancangan

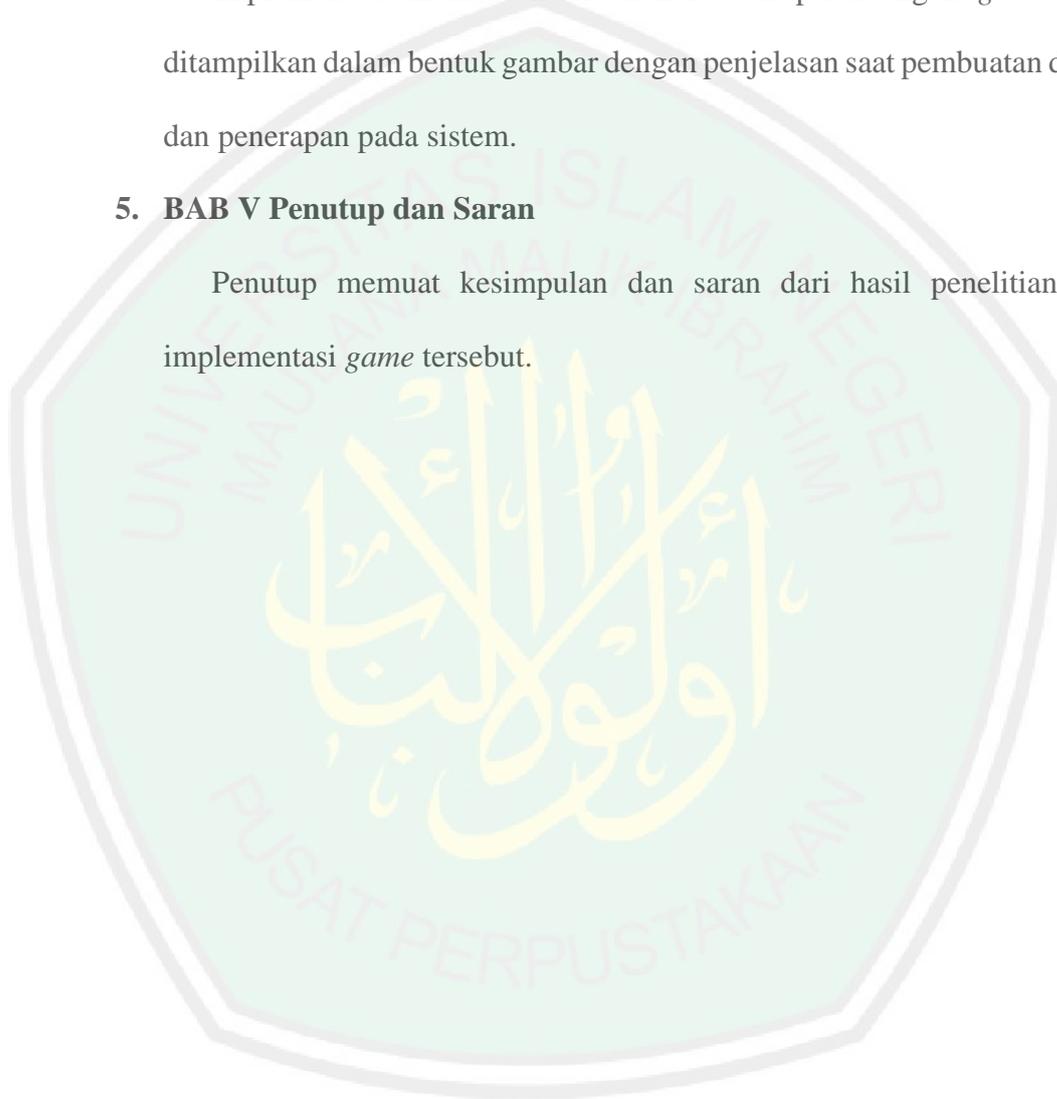
Analisis dan perancangan *game* meliputi tentang analisa kebutuhan dari *game* yang dibuat serta rancangan dan desainnya.

4. BAB IV Implementasi dan Analisa

Implementasi memuat hasil analisis dan perancangan *game* yang ditampilkan dalam bentuk gambar dengan penjelasan saat pembuatan desain dan penerapan pada sistem.

5. BAB V Penutup dan Saran

Penutup memuat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian atau implementasi *game* tersebut.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar *Game*

2.1.1 Definisi

Game merupakan permainan komputer yang dibuat dengan teknik dan metode animasi. Jika ingin mendalami penggunaan animasi haruslah memahami pembuatan *game* atau jika ingin membuat *game*, maka haruslah memahami teknik dan metode animasi, sebab keduanya saling berkaitan (Nilwan, 1996).

Game adalah permainan yang terdiri atas sekumpulan peraturan yang membangun situasi bersaing dari dua sampa beberapa orang atau berkelompok dengan memilih strategi yang dibangun untuk memaksimalkan kemenangan sendiri atau pun 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 (Nuemann dkk, 1944).

2.1.2 Elemen *Game*

Terdapat empat elemen dasar yang meliputi semua *game* (Schell, 2008):

a. *Mechanics*

Mechanics adalah prosedur yang berlaku dalam suatu *game*. *Mechanics* mendeskripsikan tujuan dari sebuah *game*, apa yang harus dilakukan pemain untuk mencapai tujuan dari *game* tersebut, apa yang tidak boleh pemain lakukan dan apa yang terjadi bila dilakukan.

Elemen *mechanics* dalam suatu *game* terdiri dari enam kategori yaitu :

1. World

Setiap *game* memiliki latar tempat atau dunia yang berbeda-beda. Dunia ini adalah sebuah “*magic circle*” dalam sebuah *gameplay* yang mendefinisikan bagaimana dunia tersebut hadir dan bagaimana dunia tersebut terhubung satu dan lainnya.

2. Object and Attribute

Objek adalah elemen yang dapat dilihat dan dimanipulasi dalam suatu *game*. Atribut adalah informasi yang menjelaskan suatu objek.

3. Action

Action adalah segala tindakan yang dapat dilakukan dan dikendalikan oleh pemain dalam suatu *game*.

4. Rule

Peraturan adalah batasan terhadap hal-hal yang ada dalam suatu *game*. Peraturan tersebut menentukan apa yang pemain dapat lakukan dan yang tidak dapat dilakukan, menentukan dunia, objek, konsekuensi dan tujuan utama dari *game* tersebut.

5. Ability

Setiap *game* mengharuskan pemain melatih kemampuan tertentu, semakin tinggi tingkat kesulitan sebuah *game*, maka semakin tinggi pula kemampuan yang harus dimiliki.

6. Opportunity

Kesempatan dalam *game* menitikberatkan pada interaksi antara lima elemen sebelumnya. Kesempatan merupakan bagian penting, karena kesempatan dalam sebuah *game* mempengaruhi apakah *game* tersebut menyenangkan untuk dimainkan atau tidak.

b. *Story*

Story menjelaskan apa yang terjadi dalam *game*. Sangat jarang sekali ditemui *game* yang tidak memiliki *story*, karena *story* membuat *game* menjadi lebih hidup dan lebih bermakna untuk dimainkan. Beberapa *game* bahkan bisa terkenal dikarenakan cerita yang bagus dan membuat perasaan player yang memainkannya campur aduk walaupun bisa dikatakan *game* tersebut memiliki grafik dan *gameplay* yang memadai.

c. *Aesthetic*

Aesthetic atau estetika menjelaskan bagaimana tampilan, suara dan rasa dalam *game*. Estetika merupakan aspek penting dalam sebuah desain *game*, karena menyangkut hubungan dengan pengalaman dalam bermain.

d. *Technology*

Teknologi menyangkut pada material yang digunakan dalam bermain sebuah *game*. Teknologi menghubungkan antara aspek mekanik, cerita dan estetika.

2.1.3 Genre *Game*

Genre diperlukan agar setiap *game* bisa dibedakan menurut jenisnya. *Gameplay* dalam sebuah *game* menunjukkan genre dari *game* tersebut (Adams, 2009).

Genre dalam sebuah *game* dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

a. *Action Game*

Action game adalah *game* yang memiliki tantangan dalam kemampuan dan koordinasi fisik dari pemain. *Action game* yang membutuhkan tindakan atau gerakan cepat disebut dengan *twitch games*. Dalam *game action*, pemain tidak punya banyak waktu untuk mengatur strategi atau perencanaan.

b. *Adventure Game*

Adventure game adalah cerita interaktif dari suatu karakter yang dijalankan oleh pemain. *Adventure game* juga menawarkan tantangan untuk menyelesaikan suatu teka-teki. Dalam mendesain *adventure game*, hal yang terpenting yang harus dilakukan adalah mendesain karakter dan jalan cerita yang menarik.

c. *Strategy Game*

Asal - usul dari *game* strategi berasal dari *game* papan seperti catur dan *Othello*. Pada *game* strategi biasanya pemain dapat mengendalikan tidak hanya satu karakter, melainkan beberapa karakter dalam *game* tersebut dengan berbagai jenis tipe kemampuan, kendaraan, hingga pembuatan berbagai bangunan, pabrik dan pusat pelatihan tempur, tergantung dari tema ceritanya. *Game* strategi dibagi menjadi 2 bentuk utama, yaitu *classical turn-based strategy* dan *real-time strategy*.

d. *Puzzle Game*

Game puzzle merupakan *game* yang bertujuan untuk memecahkan sebuah *puzzle*, terkadang tanpa menyatukan dengan jalan cerita atau tujuan yang lebih besar. *Game* jenis ini biasanya bervariasi pada satu tema saja. Untuk kesuksesan secara komersil, sebuah *game puzzle* haruslah memiliki tantangan, visual yang atraktif, dan disamping itu nyaman untuk dimainkan.

e. *Vehicle Simulation*

Pada simulasi kendaraan, pemain dihadapkan dalam suatu kondisi seolah – olah pemain mengemudikan atau menerbangkan sebuah kendaraan, secara nyata atau imajinasi. Pada simulasi kendaraan yang nyata, salah satu tujuan yang harus dicapai adalah kemiripan kendaraan, seperti karakteristik kinerja mesin (kecepatan dan manuver) dengan kendaraan yang sebenarnya. Namun, jika mendesain kendaraan imajinasi, kita bebas untuk membuat driving experience untuk pemain, tanpa harus terbatas oleh gravitasi, *G-forces*, kapasitas bensin dan lainnya.

f. *Role – Playing Game*

Game RPG sama seperti *game* strategi, yaitu salah satu genre yang dibuat dari *game* yang berasal dari kertas dan pena. Dua hal tersebut hampir sama pada semua *game* RPG, yaitu konfigurasi dari karakter pemain yang meningkat berdasarkan *experience* dan jalan cerita (*storyline*) yang kuat. Oleh karena itu, terdapat dua elemen utama yang menjadi kunci suksesnya *game* RPG. Fitur yang pertama adalah cerita (*story*) dan fitur kedua adalah pembangunan karakter (*character development*).

g. Sports Game

Game olahraga mempunyai tantangan yang tidak biasa bagi seorang desainer *game*. Tidak seperti *game-game* yang lain, dimana pemain memiliki sedikit pengetahuan mengenai dunianya, tetapi *game* olahraga meniru aturan pada olahraga di kehidupan nyata.

h. Construction and Management Simulations

Construction and Management Simulations adalah *game* yang memiliki tantangan dalam pengaturan ekonomi dan perkembangan. Tujuan pemain bukanlah untuk mengalahkan musuh, melainkan untuk membangun atau mendirikan sesuatu. Kebanyakan CMS memiliki dua fitur yaitu, fitur untuk membangun dan mengatur.

i. Artificial Life

Artificial Life adalah *game* yang menggunakan pemodelan proses biologis, biasanya mensimulasikan alur kehidupan dari suatu makhluk hidup. *Game* ini berfokus kepada proses perawatan dan perkembangan dari suatu populasi organisme yang memiliki keunikan masing-masing.

j. Online Game

Game online adalah *game* yang dapat dimainkan oleh banyak pemain melalui perangkat *game* yang terhubung melalui jaringan internet.

2.1.4 Desain Game

Desain *game* adalah proses membayangkan *game*, mendefinisikan bagaimana *game* bekerja, mendeskripsikan elemen yang digunakan dalam pembuatan *game* (konsep, fungsi, artistik dan lain-lain), dan mentransmisikan informasi tentang *game* tersebut kepada tim yang membuatnya. Desain *game* merupakan suatu keahlian untuk mengkombinasikan antara estetika dan elemen fungsional suatu *game* (Ernest Adams, 2010).

2.1.5 Konsep 3D (3 Dimensi)

Grafik 3D adalah grafik yang memiliki sumbu Z yang menggambarkan kedalaman suatu gambar. Grafik 3D ditampilkan pada layar monitor dengan diproyeksikan atau diterjemahkan dahulu ke bidang dua dimensi (David Brackeen, 2004).

Dalam grafik 3D, digunakan kamera untuk melihat objek-objek pada dunia 3D. kamera tersebut dibatasi oleh view frustum, yang membuat hanya objek-objek yang berada pada view frustum sajalah yang dapat terlihat dilayar monitor.

2.1.6 Model Kamera

Menurut Adams (2009:215), model kamera adalah cara bagaimana seseorang pembuat *game* menampilkan *game world* kepada pemain, apa yang kamera fokuskan dan bagaimana kamera bereaksi.

Berikut ini adalah jenis-jenis model kamera pada grafik *game* 3 Dimensi menurut Adams :

a. *First-Person Perspective*

First-Person Perspective adalah model kamera yang menempatkan kamera pada mata dari karakter dalam *game* tersebut, sehingga pemain seolah-olah melihat langsung *game world* didepan matanya. *First-Person Perspective* tidak menampilkan bentuk visual dari karakter *game* secara keseluruhan. Biasanya hanya menampilkan tangan dari karakter *game* itu sendiri.

b. *Third-Person Perspective*

Third-Person Perspective menempatkan kamera yang jaraknya tidak berubah yang mengikuti karakter *game*, sehingga pemain dapat melihat bentuk dari keseluruhan karakter.

c. *Aerial Perspective*

Aerial Perspective mengizinkan pemain untuk dapat melihat beberapa bagian dari *game world* secara keseluruhan. *Aerial perspective* sendiri dibagi 3 jenis yaitu :

1. *Top Down Perspective*

Top down perspective menempatkan kamera diatas dari karakter *game*, dan kamera tersebut mengarah kebawah. Sehingga pemain dapat melihat bagian atas dari *game world* dan karakter secara keseluruhan.

2. *Isometric Perspective*

Isometric perspective menempatkan kamera pada sudut tertentu sehingga pemain dapat melihat sisi dari samping atas dari *game world* dari karakter *game*.

3. *Free Roaming Camera*

Free roaming camera memberikan kebebasan pada pemain untuk menempatkan kameranya dan dapat memilih kamera ditempatkan pada jarak jauh atau jarak dekat.

d. *Context Sensitive Camera Models*

Context sensitive camera models adalah kamera yang dapat berpindah-pindah bila suatu aksi terjadi dan menampilkan aksi tersebut dari posisi kamera yang cocok.



2.1.7 Algoritma *Artificial Bee Colony*

Artificial Bee Colony adalah algoritma optimasi yang terinspirasi dari kecerdasan perilaku lebah dalam mencari sumber makanan (Karaboga, 2005). Algoritma *Artificial Bee Colony* adalah algoritma *meta-heuristic* yang pertama kali diperkenalkan oleh Karaboga pada tahun 2005, algoritma ini secara khusus berdasarkan pada model yang diusulkan oleh Tereshko dan Loengarov (2005) untuk perilaku mencari makan koloni lebah madu. Dalam algoritma ini terdiri dari 3 komponen penting, yaitu : (1) *Employed Bee*, (2) *Onlooker Bee*, (3) *Scout Bee*.

Dalam algoritma *Artificial Bee Colony* sumber makanan menggambarkan solusi pada permasalahan optimasi yang dinotasikan sebagai NF, kemudian nektar pada sumber makanan menggambarkan seberapa baik nilai *fitness* pada solusi tersebut. Jumlah *Employed Bee* atau *Onlooker Bee* sama dengan jumlah sumber makanan.

Menurut Karaboga, skema umum dari algoritma *Artificial Bee Colony* adalah sebagai berikut :

Initialization Phase

REPEAT

Employed Bees Phase

Onlooker Bees Phase

Scout Bees Phase

Memorize the best solution achieved so far

UNTIL (Cycle = Maximum Cycle Number or a Maximum CPU time)

2.1.7.1 Scouting Phase

Untuk mencari sumber makanan, koloni lebah mengirim pasukan pencari (*Scout*) untuk menemukan sumber makanan baru ketika sumber makanan saat ini telah habis. Pola pencarian oleh lebah pencari ini dilakukan secara acak dari posisi saat ini ke posisi berikutnya sehingga secara matematis dapat dijelaskan seperti pada persamaan (1).

$$X'_i = X_i + rand[-1 \ 1] \quad (1)$$

X'_i = Posisi lebah selanjutnya

X_i = Posisi lebah saat ini

Jika pencarian dibatasi dalam lingkup ruang dengan radius (R) maka persamaan akan berubah menjadi persamaan (2)

$$X'_i = X_i + rand[-1 \ 1] \times R \quad (2)$$

Saat melakukan pencarian, untuk setiap anggota pasukan diharapkan dapat meminimalkan terjadinya tabrakan pada lebah. Jika posisi yang akan dituju oleh lebah terhalang oleh adanya *obstacle* atau halangan, maka lebah tersebut harus mencari posisi yang baru dengan cara melakukan perhitungan ulang. Seekor agen dikatakan bertabrakan jika jarak posisi agen tersebut terhadap halangan lebih kecil daripada jumlah kedua radius (r) objek tersebut.

Sehingga (d_{ij}) jarak minimal lebah terhadap halangan atau lebah yang lain harus sebesar atau lebih besar dari $r_{bee} + r_{obs}$

$$d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}) \quad (3)$$

$$f_{collision} = d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}) > 0 \quad (4)$$

Persamaan (4) dibandingkan terhadap nilai 0 mana yang lebih rendah sehingga menghasilkan nilai C.

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs})) \quad (5)$$

Persamaan (5) tersebut menjadi persyaratan dasar untuk pemilihan posisi untuk persamaan (2). Jika nilai dari C kurang dari 0, maka lebah diharuskan melakukan pencarian ulang posisi baru sesuai dengan persamaan (6).

$$X'_i = f(x) = \begin{cases} X_i + rand [-1 \ 1] * R, & C < 0 \\ X'_i, & C \geq 0 \end{cases} \quad (6)$$

2.1.7.2 Onlooker Phase

Lebah pengintai yang telah mendapatkan posisi, kembali ke sarang dan menginformasi data yang telah didapatkan pada posisi tersebut ke lebah pengamat yang berada di sarang. Dalam penelitian ini, data yang digunakan diambil dari parameter yang melekat pada target dan parameter yang melekat pada lebah itu sendiri. Parameter yang diambil dan diberikan ke lebah lain yaitu jarak lebah terhadap target saat ini. Untuk mengukur jarak lebah ke target, digunakan persamaan *Euclidian*.

$$d^2 = (x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2 \quad (7)$$

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad (8)$$

2.1.7.3 Employed Phase

Ketika lebah pencari telah memberikan informasi yang diperolehnya kepada lebah pengamat dan lebah pengamat sudah menganalisa data yang diterima dari lebah pengintai maka informasi yang telah diolah lebah pengamat diteruskan kepada lebah pekerja. Oleh lebah pekerja, data tersebut menjadi acuan untuk bergerak mengambil makanan yang berada pada target. Setiap kali lebah pekerja kembali ke sarang dengan membawa makanan, lebah pekerja tersebut menginformasikan kepada pengamat bahwa makanan yang tersedia pada target telah berkurang.

$$n = \begin{cases} X_i + rand [-1 \ 1] * R, & n < 0 \\ n - 1, & n \geq 0 \end{cases} \quad (9)$$

Jika *nectar* (n) pada target telah habis, maka koloni mengerahkan kembali lebah pencari untuk memperbaharui posisi sumber makanan dengan menggunakan persamaan (2).



2.2 *Tools Pembuat Game*

2.2.1 *Unity 5*

Menurut Will Goldstone (2009), Unity membuat proses produksi suatu *game* menjadi lebih mudah. Unity menyediakan rangkaian langkah logikal untuk membuat suatu skenario *game*. Unity dapat digunakan untuk membuat beragam tipe *game*.

Untuk membuat suatu *game* yang menarik, Unity menyediakan berbagai macam fitur dukungan, yaitu :

a. *Assets*

Unity menyediakan blok untuk meletakkan sesuatu seperti gambar, model 3 dimensi dan suara yang akan digunakan dalam sebuah *game*.

b. *Scenes*

Dalam Unity, *scene* dipakai sebagai level individual atau area dari konten *game*, misalnya tampilan menu. Dengan membuat banyak *scene* dalam suatu *game*, pembuat *game* bisa melakukan tes pada bagian dari *game* secara terpisah

c. *Game Object*

Ketika suatu *asset* dimasukkan kedalam *scene*, maka *asset* tersebut menjadi sebuah *game objects*. Dimana *game objects* tersebut dapat digerakkan, dirubah ukurannya dan rotasinya.

d. *Components*

Components hadir dalam berbagai fungsi, yang digunakan untuk mempengaruhi suatu *game object*. Dengan memberikan *components* pada suatu *game object*, maka *game object* tersebut akan memiliki karakteristik dari komponen tersebut, misalnya membuat *game object* memiliki berat dan terpengaruhi gravitasi.

e. *Scripts*

Scripts merupakan bagian penting dalam produksi suatu *game* dan bisa disebut sebagai faktor kunci. Pada Unity, *scripts* ditulis dengan menggunakan JavaScript, C# dan Boo. Untuk menulis *scripts* di Unity, digunakan *script editor* tersendiri yang disediakan oleh Unity.

f. *Prefabs*

Prefabs digunakan untuk menyimpan suatu *game object* beserta dengan *component* dan konfigurasi lainnya, sehingga memungkinkan *object* tersebut bisa digunakan kembali tanpa melakukan konfigurasi berulang kali.

2.2.2 Bahasa Pemrograman C#

C# merupakan salah satu bahasa pemrograman pilihan yang tersedia di Unity 5 yang bermanfaat dalam pembangunan sebuah *game*. C# merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang dikembangkan oleh Microsoft sebagai bagian dari inisiatif kerangka .NET Framework. Bahasa pemrograman ini dibuat berbasis bahasa C++ yang telah dipengaruhi oleh bahasa pemrograman lainnya seperti Java, Visual Basic, Delphi dan lain-lain.

2.2.3 Bahasa Pemrograman Javascript

Menurut David Flanagan (2011), Javascript adalah bahasa pemrograman web. Kebanyakan dari situs web sudah menggunakan Javascript. Unity sebagai *game engine* yang akan digunakan sebagai media pembuatan *game* juga menyediakan opsi pemrograman dengan Javascript.

2.3 Penelitian Terkait

2.3.1 *NPCs Multi Enemy Attack Formation Using Bee Colony Algorithm*

Jurnal yang membahas mengenai penggunaan metode *Bee Colony Algorithm* dalam pengembangannya pada media *game* ini diteliti oleh Juniardi Nur Fadila, Fresy Nugroho, Eko Mulyanto Yuniarno dan Supeno Mardi Susiki Nugroho dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya pada tahun 2016. Pengembangan AI pada penelitian ini terletak pada bagaimana mengorganisir pergerakan sekelompok NPC yang menyerupai koloni lebah yang bisa menyerang multiple target dalam cakupan wilayah yang luas.

Terdapat beberapa fungsi pada penggunaan *Bee Colony Algorithm* setelah melakukan eksperimen pada penelitian ini, yaitu NPC bisa bergerak menuju target tanpa saling bertabrakan, jika target berpindah tempat NPC akan mencari dan mengikuti pergerakan target, jika ada lebih dari satu target maka NPC akan memilih target yang paling optimal dan yang terakhir NPC dapat menghindari dari berbagai rintangan.

2.3.2 *Pergerakan NPC Menggunakan Algoritma BOIDS Dan Artificial Bee Colony Pada Simulasi Mengelilingi Ka'bah (Thawaf)*

Skripsi yang dikerjakan oleh Heru Santoso Djamaluddin pada tahun 2016 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang ini membahas mengenai penggunaan algoritma *Boids* dan *Artificial Bee Colony* dalam simulasi thawaf. Simulasi ini dikerjakan menggunakan Unity dan menggunakan *Artificial Bee Colony* pada NPC jemaah haji yang memungkinkan jemaah mengelilingi

ka'bah dengan cara mengikuti ketua rombongan yang memiliki peran sebagai lebah pencari jalan.

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *Boids* dan *Artificial Bee Colony* untuk NPC jemaah agar berperilaku dinamis yaitu perilaku yang fleksibel sesuai dengan keadaan lingkungan.

2.3.3 Implementasi Algoritma *Bee Colony Optimization* Dalam Pencarian Langkah Solusi Terpendek Pada *Puzzle Rubik's Cube*

Penelitian oleh Michael Alexander Syauta pada tahun 2013 sebagai skripsi di Universitas Komputer Indonesia, Bandung. Penelitian ini mengimplementasi algoritma *Bee Colony Optimization* untuk menyelesaikan simulasi *Rubic's Cube*.

Gerakan konstruktif yang dilakukan oleh lebah dibatasi 1 langkah pada setiap iterasi kubik, maka jumlah gerakan yang diijinkan adalah 12 yaitu U, U', D, D', F, F', R, R', L, L', B, B' dan jumlah gerakan inilah yang dijadikan parameter lebah.

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa performansi waktu algoritma BCO dalam menyelesaikan masalah *puzzle Rubik's Cube* pada kasus terburuk adalah lebih lama dibandingkan dengan algoritma lain, karena terdapat kemungkinan terjebak dalam local optimum. Dari segi ruang algoritma BCO lebih efisien bila dibandingkan dengan algoritma lain karena jumlah maksimal simpul yang ditelusuri pada setiap kedalaman bersifat linear tergantung pada jumlah lebah.

2.3.4 Aplikasi Game Survival Horror “The Sight” Pada PC Menggunakan Unity 3D

Penelitian *game* yang berlatar *survival-horror* ini diselesaikan oleh Frits Septian Johannes, Ruben Yanisah Singgih dan Jason dari Universitas Bina Nusantara, Jakarta. *Game survival horror* yang dikerjakan ini menggunakan sudut pandang *first-person* dan menerapkan 5 faktor manusia terukur dan 8 aturan emas dari Schneiderman dan Plaisant sebagai acuan dalam merancang tampilan antarmuka *game*.

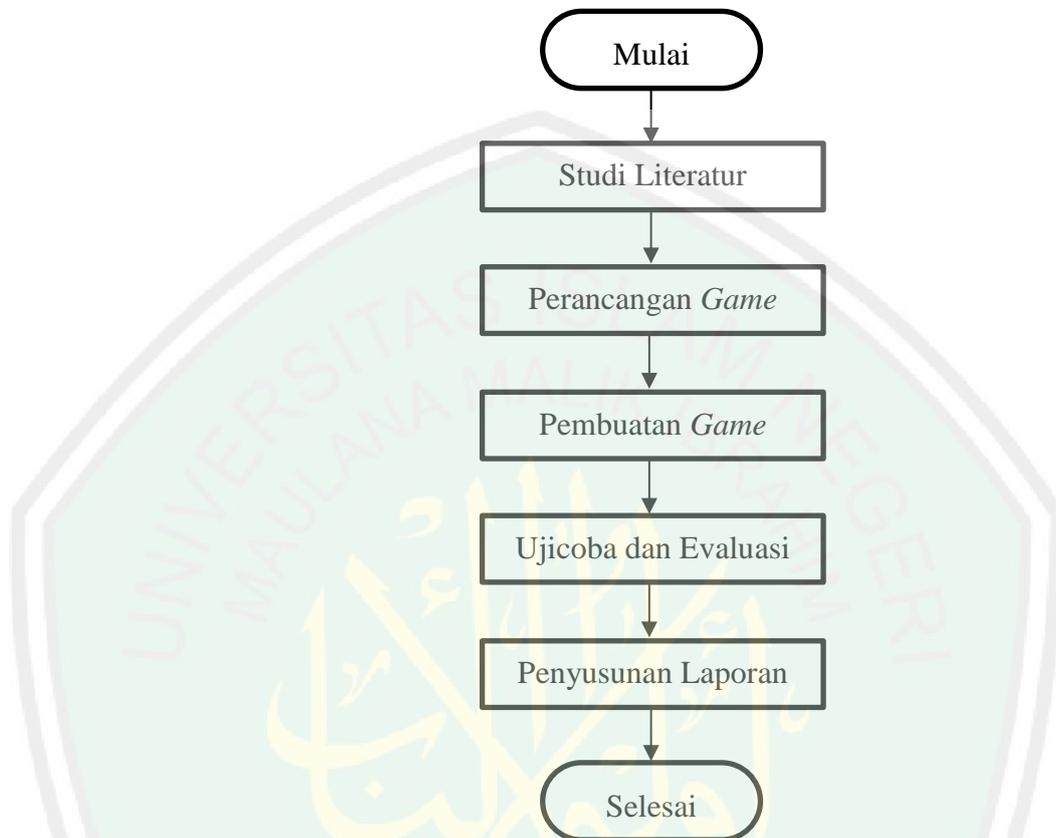
Pengembangan level dilakukan dengan menggunakan *mission objective* yang akan berganti setelah level sebelumnya diselesaikan, setting tempat pada *game* ini mengambil lokasi di bekas rumah sakit bernama *Red Hills Asylum*.

2.3.5 Aplikasi Game First Person Shooting "Rexa Invasion" Menggunakan Unreal Engine

Game ini merupakan skripsi yang diselesaikan oleh Robby Marta, Dhika Bayu Segara, Cito Bangkit Satrio dan Agustinna Yosanny, S.Kom., M.Comp.Sc di Universitas Bina Nusantara, Jakarta pada tahun 2013. *Game* dengan sudut pandang pertama (FPS) ini menggunakan Unreal Engine sebagai media pembuatan *game*, memiliki konsep dasar action-shooting game dan mempunyai jalan cerita yang futuristik dan imajinatif, tugas utama dari *game* ini adalah mempertahankan daerah dari serbuan musuh yang memaksa untuk masuk lebih dalam, *game* akan berakhir ketika player berhasil menghentikan semua musuh.

2.4 Alur Penelitian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Diantaranya :



1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan proses pengumpulan dan pengkajian data-data yang diperlukan dalam pembuatan *game*, diantaranya meliputi :

- a. Pengumpulan informasi mengenai Rumah Cut Nyak Dhien
- b. Pengumpulan informasi mengenai pembuatan *game horror* dengan Unity
- c. Pengumpulan informasi mengenai Metode *Artificial Bee Colony* sebagai pathfinding
- d. Pengumpulan informasi tentang penelitian terkait

2. Perancangan *Game*

Proses ini merupakan proses perancangan, mulai dari perancangan *storyboard*, karakter, *asset* dan pembuatan ulang Rumah Cut Nyak Dhien.

3. Pembuatan *Game*

Pembuatan *game* dilakukan dengan menggunakan *game engine* Unity 5 dengan menggunakan bahasa C# dan JavaScript. Proses *scripting* dilakukan dengan MonoDevelop.

4. Uji coba dan evaluasi

Uji coba dalam penelitian ini dilakukan pada *game* dan *non player character* (NPC) yang telah diimplementasikan algoritma *Artificial Bee Colony*.

5. Penyusunan laporan

Penyusunan laporan merupakan bagian dari dokumentasi dari keseluruhan penelitian yang diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisis dan Perancangan *Game*

3.1.1 Keterangan Umum *Game*

Game Left Alone merupakan *game* dengan sudut pandang *First-Person* dan bergenre *survival horror* berbasis desktop dengan unsur edukasi mengenai budaya dan sejarah Cut Nyak Dhien. *Game* ini mengambil *setting* lokasi di kediaman Cut Nyak Dhien di Banda Aceh, dan karena mengandung unsur edukasi maka setiap sudut ruangan di dalam permainan ini akan dibuat semirip mungkin dengan rumah aslinya, sehingga *player* dapat merasakan dan mengetahui benda sejarah apa saja yang terdapat di dalam rumah bersejarah ini.

Dalam menjalankan setiap misi, *player* akan dihadapkan dengan *puzzle* mini yang harus dipecahkan agar bisa membuka lemari atau laci meja untuk mencari item tertentu yang tersembunyi disana, dan untuk memecahkan *puzzle* tersebut pemain harus mencari *clue* berupa angka yang bisa ditemukan pada manuskrip, *note* ataupun foto yang terdapat pada *game*.

Setiap objek di dalam *game* seperti frame foto yang berisi memori perjuangan, senjata yang digunakan rakyat Aceh pada saat berperang dengan Belanda, manuskrip dan surat yang digunakan oleh Cut Nyak Dhien maupun Teuku Umar hingga perabotan yang ada pada *game*, dapat diperiksa dan diperhatikan satu persatu sehingga pemain dapat menemukan *clue* tersebut sekaligus dapat memberikan pengetahuan yang mendalam kepada *player*.

Hantu yang berupa *non player character* (NPC) akan muncul pada misi tertentu dengan ketentuan tertentu pula, ketika NPC yang diimplementasikan algoritma *Artificial Bee Colony* tersebut muncul, ia akan mengejar *player* sehingga mau tidak mau *player* harus pergi dan bersembunyi disuatu tempat sehingga hantu tersebut menghilang. Jika diserang oleh NPC maka *player* akan kehabisan nyawa dan *game* akan berakhir.

Setelah menyelesaikan serangkaian misi, maka *player* akan dihadapkan dengan misi terakhir yang menjadi akhir dari permainan.



3.1.2 Desain Interface Game

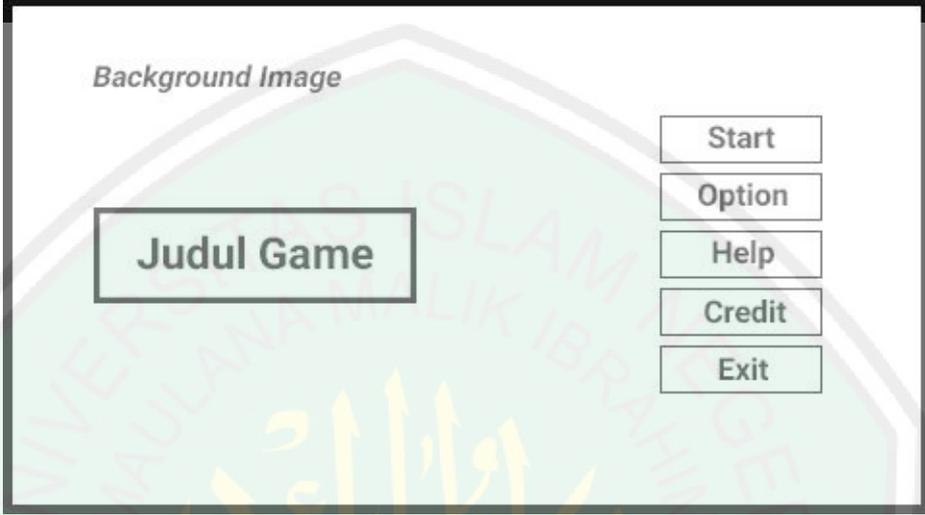
Interface atau antarmuka adalah salah satu bagian penting dalam pembangunan sebuah aplikasi. Terlebih apabila aplikasi tersebut merupakan *game* yang membutuhkan *interface* yang *user friendly* dan menarik. Rancangan *interface game* ini diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Perancangan Interface Splashscreen

Tabel 3. 1 Tampilan Spashscreen

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 1 of 14</i>	<i>ScreenID : Splashscreen</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Bagian ini akan menampilkan <i>spashscreen</i> yang menggunakan <i>background</i> hitam dan berisi logo Unity, logo UIN dan logo <i>developer game</i>.</p>	

b. Perancangan *Interface Main Menu*Tabel 3. 2 Tampilan *Main Menu*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 2 of 14</i>	<i>ScreenID : Main Menu</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Berikut adalah tampilan menu utama dari <i>game Left Alone</i>, terdapat beberapa tombol disini. <i>Start Game</i> akan memulai permainan, <i>Option</i> akan memawa user ke menu pengaturan, <i>Help</i> yang akan memberikan informasi mengenai permainan kepada <i>player</i>, <i>Credit</i> yang berisi nama <i>developer</i> dan tahun serta tujuan pembuatan, dan tombol <i>Exit</i> yang akan membawa <i>player</i> keluar dari halaman <i>game</i>.</p> <p>Halaman ini menggunakan <i>background</i> animasi dengan tema gelap.</p>	

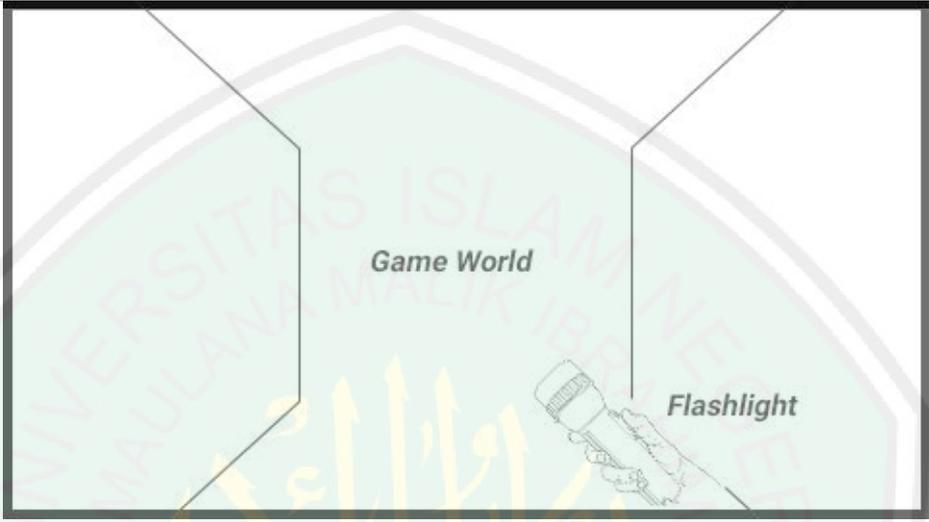
c. Perancangan *Interface Gameplay*Tabel 3. 3 Tampilan *Gameplay*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 3 of 14</i>	<i>ScreenID : Gameplay</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Merupakan tampilan saat <i>game</i> dimulai, kamera menghadap posisi kedepan sebagaimana biasanya <i>game First Person</i>, akan ada goyangan saat <i>idle</i> atau sedang tidak berjalan, ketika berjalan kamera akan lebih bergoyang dan menimbulkan suara pijakan kaki.</p>	

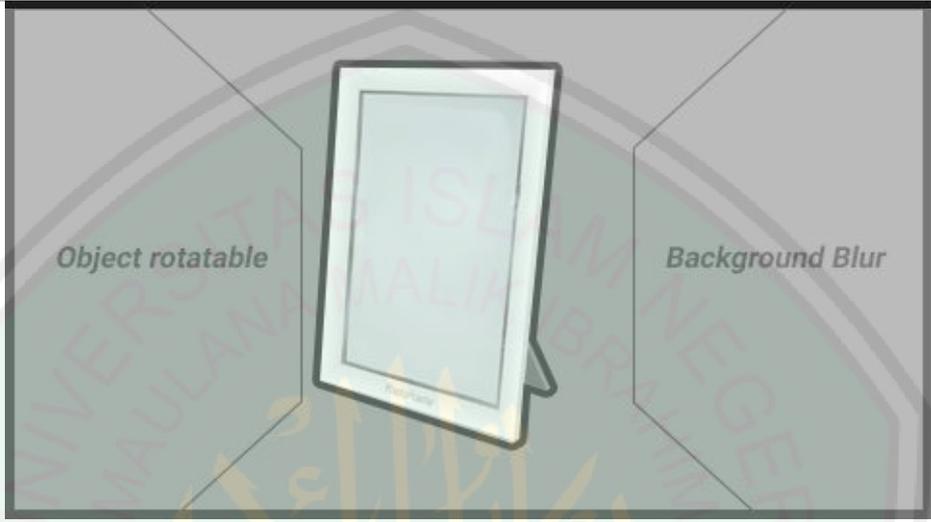
d. Perancangan *Interface Pause Menu*Tabel 3. 4 Tampilan *Pause Menu*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 4 of 14</i>	<i>ScreenID : Pause Menu</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Saat <i>player</i> sedang bermain dan menekan tombol Esc pada <i>keyboard</i>, maka <i>game</i> akan membawa <i>player</i> ke halaman ini, dimana <i>player</i> dapat mengubah settingan <i>game</i>, dan keluar dari <i>game</i>.</p> <p>Ketika jendela <i>pause menu</i> muncul, permainan akan berhenti sejenak sampai <i>player</i> kembali menekan tombol <i>resume</i> untuk melanjutkan permainan.</p>	

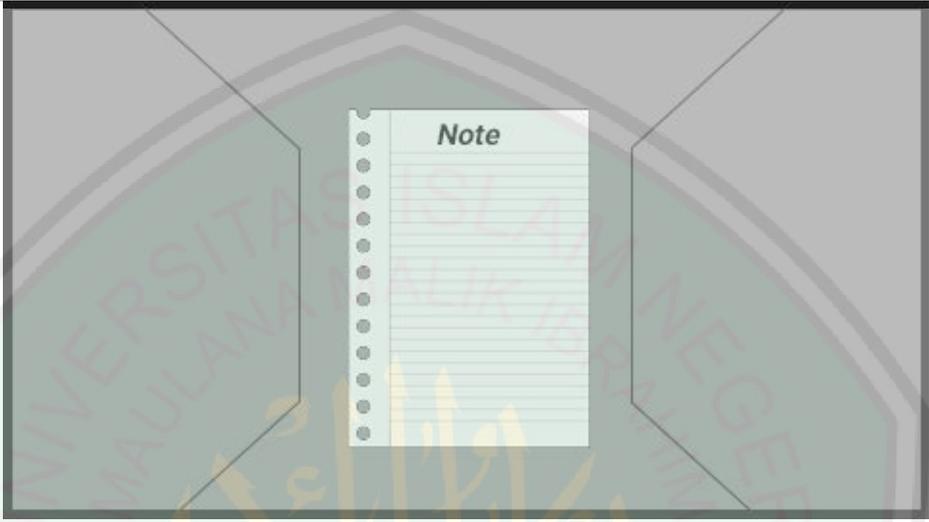
e. Perancangan *Interface Using Player Item*Tabel 3. 5 Tampilan *Using Item*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 5 of 14</i>	<i>ScreenID : Using Player Item</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Saat memegang <i>item</i> seperti senter, maka senter akan muncul dibagian bawah layar sebagaimana <i>game First Person</i> biasanya, kemunculan senter akan diiringi dengan sedikit animasi agar tidak kaku.</p>	

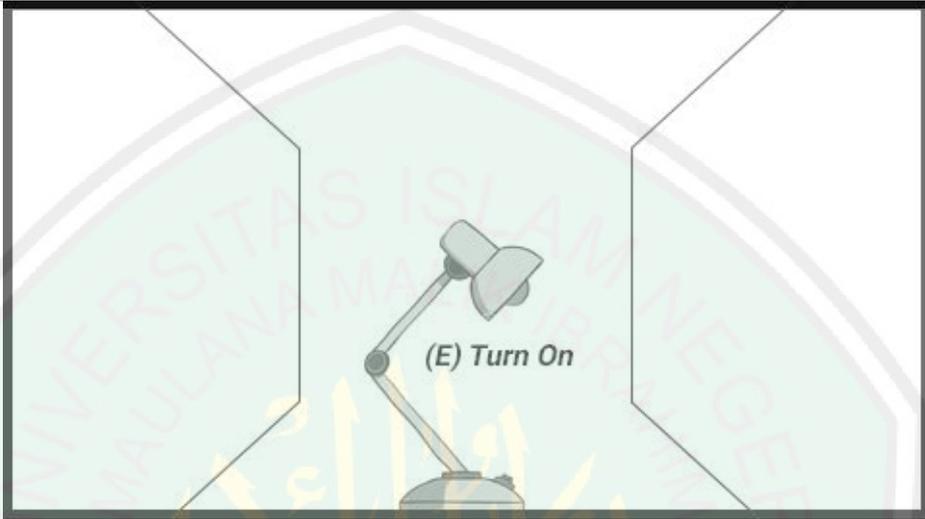
f. Perancangan *Interface Examine Object*Tabel 3. 6 Tampilan *Examine Object*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 6 of 14</i>	<i>ScreenID : Examine Object</i>
 <p>The screenshot shows a 3D-rendered tablet-like object in the center. To its left, the text 'Object rotatable' is displayed. To its right, the text 'Background Blur' is displayed. The background is a blurred, light-colored surface.</p>	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Saat berinteraksi dengan <i>item</i> seperti foto, senjata dan perabotan, <i>player</i> dapat memperhatikan dan memutar-mutar benda yang sedang dipegang menggunakan <i>mouse</i>. <i>Background</i> objek yang sedang dipegang akan menampilkan efek <i>blur</i> sehingga fokus ke objek tersebut akan lebih baik lagi.</p>	

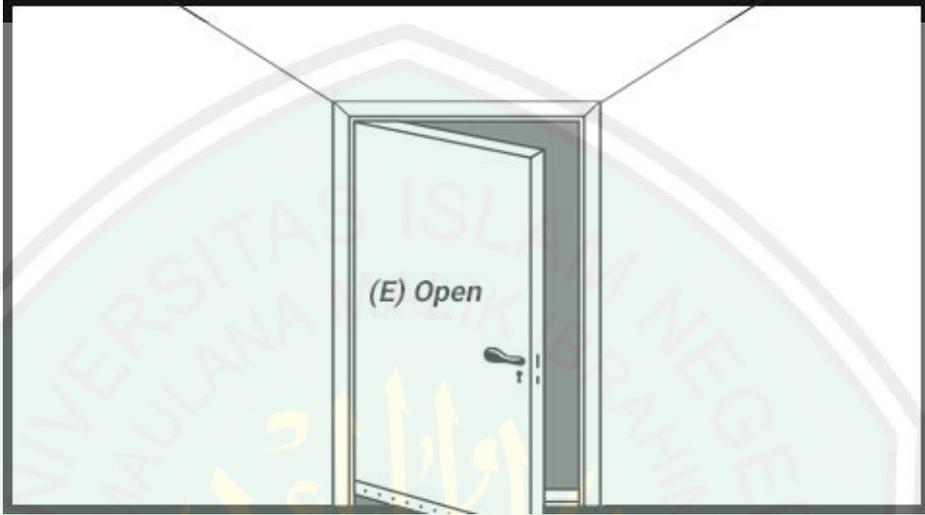
g. Perancangan *Interface Read Note*Tabel 3. 7 Tampilan *Read Note*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 8 of 14</i>	<i>ScreenID : Read Note</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Saat berinteraksi dengan <i>item</i> seperti manuskrip dan <i>note</i>, maka halaman buku, manuskrip atau <i>note</i> tersebut akan ditampilkan sehingga <i>player</i> dapat membacanya dan memahami cerita dari <i>game</i>. Efek <i>fade</i> akan diberikan saat <i>player</i> membuka <i>note</i> agar tidak kaku saat membuka <i>note</i> tersebut</p>	

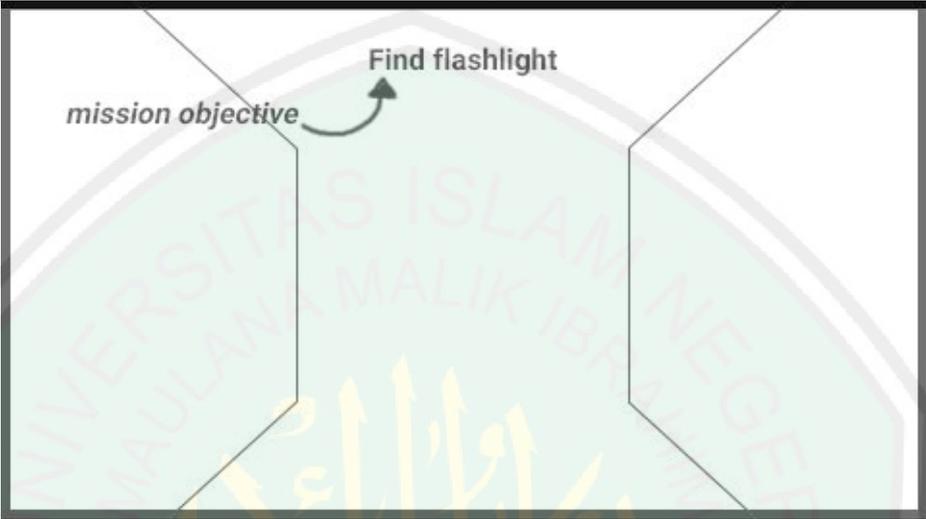
h. Perancangan *Interface Turn On The Lamp*Tabel 3. 8 Tampilan *Turn On Lamp*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 9 of 14</i>	<i>ScreenID : Turn On The Lamp</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Ketika berinteraksi dengan <i>item</i> lampu, maka akan muncul titik merah yang berarti <i>player</i> dapat menyalakan dan mematikan lampu, terdapat dua jenis lampu yang digunakan pada <i>game</i>, yaitu lampu normal yang bercahaya seperti biasa dan lampu yang cahayanya kelap-kelip seperti lampu yang hampir mati yang dapat menambah kesan seram saat bermain.</p>	

i. Perancangan *Interface Open Door*Tabel 3. 9 Tampilan *Open Door*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 10 of 14</i>	<i>ScreenID : Open Door</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Akan ada 3 jenis pintu pada <i>game</i>, yaitu yang pertama adalah pintu yang dapat dibuka dengan mudah dan tanpa hambatan, yang kedua adalah pintu yang tidak bisa dibuka dengan cara apapun, dan yang ketiga adalah pintu yang membutuhkan kunci untuk dibuka.</p> <p>Saat mendekati pintu maka akan muncul titik merah yang mengindikasikan bahwa pintu dapat dibuka dengan menekan klik kanan pada <i>mouse</i>. Jika pintu tidak bisa dibuka maka saat mencoba membuka akan muncul tulisan "<i>The door is jamed</i>" dan akan muncul suara pintu yang macet. Dan tulisan "<i>You need the key to open the door</i>" akan muncul jika <i>player</i> mencoba membuka pintu yang membutuhkan kunci, pintu ini akan terbuka hanya jika <i>player</i> menemukan dan menggunakan kunci tersebut untuk membukanya, setelah pintu terbuka maka kunci tersebut akan lenyap dan tidak bisa digunakan lagi.</p>	

j. Perancangan *Interface Mission Objectif*Tabel 3. 10 Tampilan *Mission Objective*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 11 of 14</i>	<i>ScreenID : Mission Objective</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Ketika memainkan <i>game</i> ini, misi atau objektif akan muncul dalam bentuk <i>text</i> pada bagian atas monitor selama beberapa saat, setelah misi selesai maka objektif selanjutnya akan muncul diatas menggantikan misi sebelumnya dan begitu seterusnya.</p>	

k. Perancangan *Interface Game Over*Tabel 3. 11 Tampilan *Game Over*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 12 of 14</i>	<i>ScreenID : Game Over</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p><i>Interface ini akan muncul ketika kesehatan atau nyawa player telah habis akibat diserang oleh musuh (hantu), saat interface muncul maka akan muncul juga suara dan player akan diberi opsi untuk mengulang permainan atau keluar dari game.</i></p>	

1. Perancangan *Interface Credit*

Tabel 3. 12 Tampilan *Credit*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 13 of 14</i>	<i>ScreenID : Credit</i>
 <p>The screenshot shows a screen titled "Credit" with a central box containing the text "Developer game". The background features a large, faint watermark of the Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang logo.</p>	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Saat menekan tombol kredit pada menu utama, maka <i>player</i> akan dibawa ke <i>scene</i> ini yang berisi data diri <i>developer</i>, tujuan serta tahun pembuatan <i>game</i> dan kontak <i>developer</i> seperti email, sosial media dan <i>website</i>.</p>	

m. Perancangan *Interface Help*Tabel 3. 13 Tampilan *Help*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 14 of 14</i>	<i>ScreenID : Help</i>
	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Menu ini akan muncul ketika <i>player</i> menekan tombol <i>help</i> pada <i>main menu</i>, <i>interface</i> ini menampilkan latar belakang <i>game</i>, cara memainkan <i>game</i>, tombol yang digunakan dalam permainan.</p>	

n. Perancangan *Interface Exit*Tabel 3. 14 Tampilan *Exit*

<i>Project : Left Alone</i>	<i>Date : 14 Februari 2017</i>
<i>Screen : 14 of 14</i>	<i>ScreenID : Exit</i>
 <p>The screenshot shows a dialog box titled "Exit Game?". It contains two buttons: "Yes" on the left and "No" on the right. The dialog box is centered on a light green background with a faint watermark of the Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang logo.</p>	
<p><i>Screen Description :</i></p> <p>Ketika <i>player</i> memilih untuk keluar dari <i>game</i>, maka akan muncul kotak dialog “<i>yes</i>” dan “<i>no</i>” yang bertujuan untuk meminimalisir ketidaksengajaan untuk keluar dari <i>game</i>, jika <i>player</i> memilih <i>yes</i> maka <i>game</i> akan ditutup dan kembali ke halaman Windows dan jika <i>player</i> memilih <i>no</i>, maka <i>player</i> akan kembali ke menu utama.</p>	

3.1.3 Mission List Game

Misi-misi pada *game* ini bervariasi dan mengikuti alur cerita, *player* harus menyelesaikan misinya satu persatu dan akan dilanjutkan ke misi selanjutnya sampai selesai. Berikut adalah *objective* atau misi yang harus diselesaikan oleh *player* :

a. *Objective #1 Get out of the home*

Player terbangun dari tidurnya dan mendapati dirinya berada di sebuah rumah tua, *player* harus mencari jalan agar dia bisa keluar dari tempat tersebut.

b. *Objective #2 Find the key*

Pintu rumah tersebut ternyata terkunci dan *player* diharuskan untuk mencarinya terlebih dahulu, *player* akan mengecek keberadaan kunci tersebut hampir disemua tempat kecuali dibeberapa meja yang memiliki *puzzle* tertentu untuk membukanya.

c. *Objective #3 Solve the puzzle*

Beberapa laci meja ternyata memiliki kunci berbentuk *puzzle* yang membutuhkan kombinasi angka tertentu agar dapat dibuka, oleh karena itu *player* harus mengeksplorasi benda benda seisi ruangan untuk mendapatkan angka tersebut.

d. *Objective #4 Explore the home*

Player mulai mengeksplorasi ruangan untuk mencari angka kunci demi membuka laci meja tersebut. Angka tersebut bisa berada dibanyak tempat, bisa tertulis disalah satu *notes*, dibelakang *frame* foto, di sisi samping model senjata dan sebagainya, jadi *player* harus dengan teliti memeriksa *item* yang ada diruangan tersebut.

e. *Objective #5 Find flashlight*

Ketika sedang mengeksplorasi ruangan, lampu diruangan padam dan suasana pun menjadi gelap. Maka *player* harus menemukan senter untuk menerangi penglihatannya, senter membutuhkan baterai sebagai sumber dayanya, jadi *player* juga harus mengambil setiap baterai yang ditemukan.

f. *Objective #6 Escape*

Saat mengambil senter, tiba tiba muncul sekelebat bayangan dihadapan *player*, semakin lama bayangan tersebut semakin mendekat dan menakutkan, jika *player* diserang oleh bayangan tersebut maka penglihatannya akan semakin berbayang, kemudian *player* akan pingsan dan permainan akan berakhir, jadi *player* harus lari menyelamatkan diri ke tempat lain yang tidak bisa dijangkau oleh bayangan tersebut.

g. *Objective #7 Explore the home*

Setelah berhasil lolos dari bayangan tadi, *player* bisa melanjutkan eksplorasinya untuk mendapatkan angka kunci demi membuka *puzzle* pada laci meja.

h. *Objective #8 Exit*

Setelah berhasil membuka laci meja dan mendapatkan kunci untuk membuka pintu, akhirnya *player* bisa keluar dari rumah tersebut dengan selamat.

3.1.4 Deskripsi Karakter

Pada permainan ini terdapat satu karakter atau *player* yang dapat dikendalikan oleh *user*, dan satu NPC atau *non player character* dari *enemy* yang berwujud hantu.

a. Karakter Utama

Game ini menggunakan sudut pandang *First Person* yang artinya *user* dapat memainkan *game* ini sebagai tokoh itu sendiri, jadi karakternya tidak dapat dilihat secara langsung.

b. Karakter *Enemy* (NPC)

NPC *enemy* pada *game* ini berwujud hantu. Algoritma *Artificial Bee Colony* diterapkan pada NPC ini agar dapat menemukan dan meneror karakter utama pada saat tertentu.

3.1.5 Deskripsi *Item*

Terdapat beberapa *item* yang dipergunakan untuk melengkapi cerita dan *gameplay* dari *game* ini.

a. Senter

Digunakan sebagai penerangan saat suasana di dalam *game* mulai gelap, senter ini menggunakan sistem baterai yang dapat habis jika sering dipergunakan.

b. Baterai

Bagian penting dari senter, tanpa baterai maka senter tidak dapat dinyalakan dan akan mempersulit *user* dalam permainan.

c. Foto

Adalah model 3D frame foto yang desainnya diambil dari foto yang terdapat di rumah Cut Nyak Dhien dan akan diberikan penjelasan atau deskripsi berupa *text* mengenai foto yang ditampilkan

d. Manuskrip

Adalah surat-surat yang pernah dipergunakan oleh Teuku Umar maupun Cut Nyak Dhien yang terdapat di rumahnya.

e. Perabotan

Model 3D dari perabotan yang ada di rumah Cut Nyak Dhien saat ini, baik berupa meja, kursi, lemari, pintu, lampu dan tempat tidur.

f. Kamera

Digunakan sebagai media penglihatan ketika malam hari dan senter kehabisan baterai.

g. Senjata

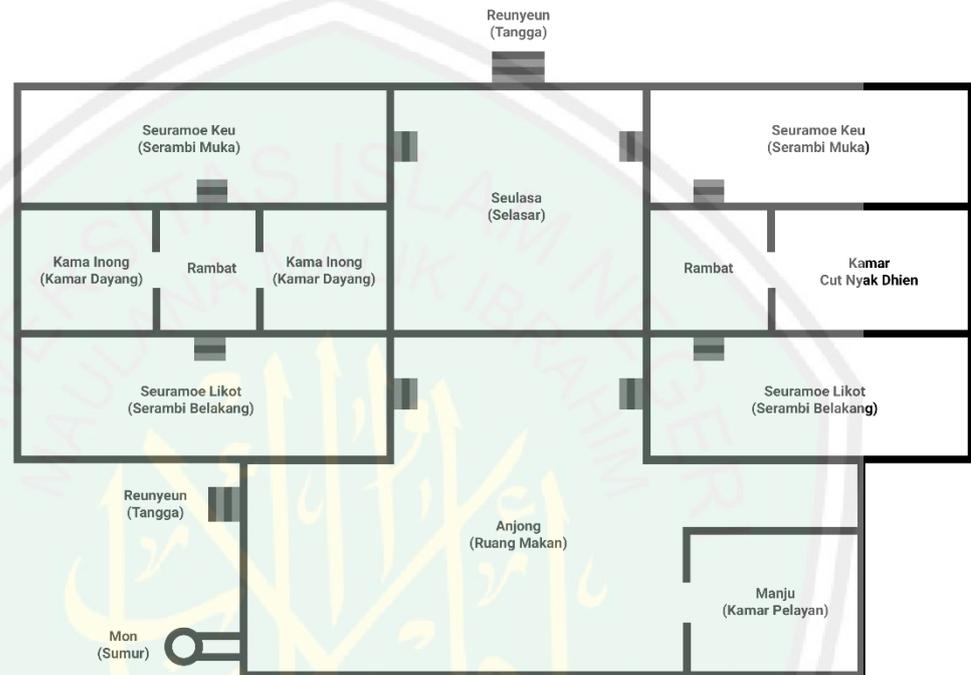
Terdapat beberapa model senjata yang dipamerkan di rumah Cut Nyak Dhien, seperti rencong, parang, pedang dan tombak.

h. Catatan

Berisi petunjuk penting saat bermain *game*, juga bisa berisi cerita sejarah Cut Nyak Dhien yang dipotong-potong dan disebar keseluruh penjuru rumah.

3.1.6 Desain Map

Map yang digunakan pada *game* ini didasarkan pada foto peta interior yang didapatkan di kediaman Cut Nyak Dhien, desain *map* digambarkan sebagaimana gambar berikut :



Gambar 3. 1 Desain Map

Terdapat beberapa ruangan yang ada pada rumah Cut Nyak Dhien, yaitu :

- Seulasa* (Selasar) yaitu bagian ruangan yang menghubungkan tangga utama dengan *seuramoe keu*.
- Seuramoe Keu* (Serambi Muka) adalah ruangan yang biasanya digunakan untuk menerima tamu laki-laki, terdapat dua *seuramoe keu* yaitu sebelah kanan *map* dan *seuramoe keu* sebelah kiri *map*, *seuramoe keu* yang berada disebelah kiri *map* berisi foto-foto perjuangan saat zaman kolonial belanda, sedangkan sebelah kanan berisi kursi-kursi untuk menerima tamu laki-laki.

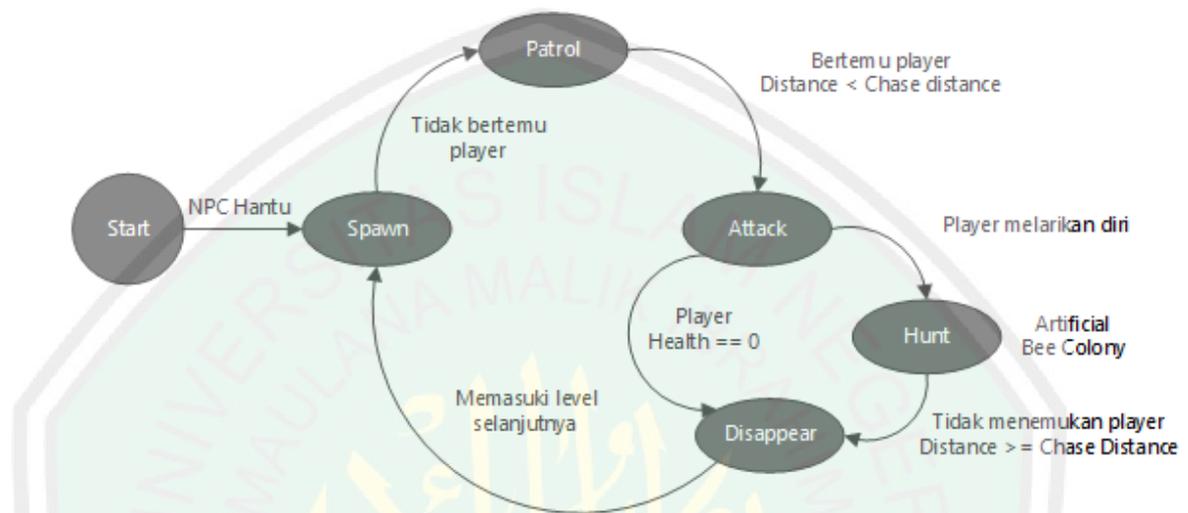
- c. *Seuramoe Likot* (Serambi Belakang) adalah ruangan untuk menerima tamu perempuan, *seuramoe likot* juga memiliki dua ruangan sama seperti *seuramoe keu*, yaitu yang berada di sebelah kanan *map* dan sebelah kiri *map*. *Seramoe likot* kiri berisi foto-foto saat masa penjajahan belanda, sedangkan yang sebelah kanan berisi meja dan kursi untuk rapat menyusun taktik bersama para panglima perang.
- d. *Anjong* (Ruang Makan) yaitu tempat makan yang berisi meja makan dan lemari yang memamerkan senjata yang digunakan pada masa lalu seperti pedang, tombak dan rencong. Ruang ini juga menjadi penghubung antar *seuramoe likot* dan sumur serta *manju*.
- e. Kamar Cut Nyak Dhien adalah kamar pribadi Cut Nyak Dhien, berisi beberapa meja dan satu kasur yang memiliki 5 lapis kelambu yang memiliki masing masing lapis memiliki warna dan makna tersendiri bagi bangsawan Aceh saat itu.
- f. *Kama Inong* (Kamar Dayang) adalah kamar bagi wanita yang tinggal dirumah Cut Nyak Dhien. Berisi 2 lemari dan satu kasur tanpa kelambu.
- g. *Rambat* adalah ruang penghubung antara kamar dan serambi, terdapat dua *rambat* pada rumah ini, yaitu pada sebelah kamar dayang dan sebelahnya kamar Cut Nyak Dhien.
- h. *Manju* (Kamar Pelayan) adalah kamar yang diperuntukkan bagi pelayan Cut Nyak Dhien, terdapat 2 kasur dan 1 lemari disini.
- i. *Mon* (Sumur) adalah sumur yang berada didekat *anjong* dan memiliki tinggi 4 meter, yang tujuannya agar tentara belanda tidak dapat melempar racun kedalamnya.

- j. *Reunyeun* (Tangga) adalah tangga, terdapat satu tangga besar yang berada disebelah selasar dan satu tangga besar di bagian *anjong*, sedangkan 7 tangga lainnya adalah tangga kecil yang menjadi penghubung antar ruangan.



3.2 Finite State Machine

Implementasi FSM dalam *game* ini adalah untuk mengatur perilaku NPC, sedangkan karakter utama mengikuti perintah *user* yang memainkan *game*. Berikut adalah desain *Finite State Machine game* yang dibuat :

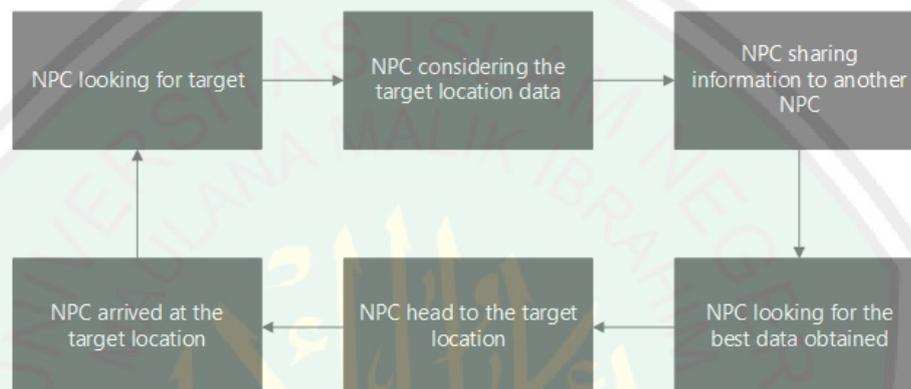


Gambar 3. 2 Desain FSM

NPC akan *spawn* ketika *game* berada pada level tertentu berdasarkan cerita, kemudian NPC melakukan patroli di sebuah ruangan di dalam *game*, jika tidak bertemu *player* maka NPC akan terus patroli sehingga ketika bertemu *player*, NPC akan berusaha mengejar dan menyerang. Ketika *player* melarikan diri maka disinilah algoritma *Artificial Bee Colony* akan diterapkan sehingga NPC akan melakukan state “*hunt*” untuk mengejar *player*, jika *player* mati atau *player* berhasil kabur, maka NPC akan menghilang dan *enemy* akan muncul pada level selanjutnya.

3.3 Perancangan Algoritma *Artificial Bee Colony*

Implementasi algoritma *Artificial Bee Colony* pada penelitian ini terdapat pada NPC. Pada kasus ini NPC dianalogikan sebagai lebah dan *player* dianalogikan sebagai sumber makanan. Sehingga NPC akan mencari jalan terbaik untuk menemukan lokasi *player* dan mengikutinya. Berikut adalah diagram cara kerja algoritma *Artificial Bee Colony* :



Gambar 3. 3 Perancangan Algoritma *Artificial Bee Colony*

NPC akan dimunculkan pada level dan keadaan tertentu di dalam *game*, ketika dimunculkan NPC akan mencari lokasi *player*, setelah mendapatkan lokasi *player* maka NPC akan menentukan jalur terbaik untuk melakukan pergerakan untuk mengejar *player*, kemudian NPC akan bergerak menuju lokasi *player* untuk memburu dan menyerangnya.

3.4 Simulasi Algoritma *Artificial Bee Colony*

Berikut simulasi perhitungan manual pencarian rute dengan metode algoritma *Artificial Bee Colony*, diasumsikan dalam simulasi terdapat dua halangan (*obstacle*) dengan tanda kotak warna hitam, satu start posisi dimana NPC berada dengan kotak biru dan satu target posisi yang menjadi tujuan NPC dengan kotak berwarna merah.



Gambar 3. 4 Kondisi awal simulasi *Artificial Bee Colony*

Berikut adalah langkah-langkah perhitungan dalam pencarian jalur menuju target :

1. Menentukan posisi awal, target dan posisi halangan pada gambar.

Posisi awal NPC = (1,2)

Posisi target = (8,7)

Posisi halangan = (4,5), (6,4)

2. Hitung perkiraan posisi NPC selanjutnya dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X'_i = X_i + rand[-1 \ 1] \times R$$

$$X'_i = 1 + 1 * 2$$

$$= 1 + 2$$

$$= 3$$

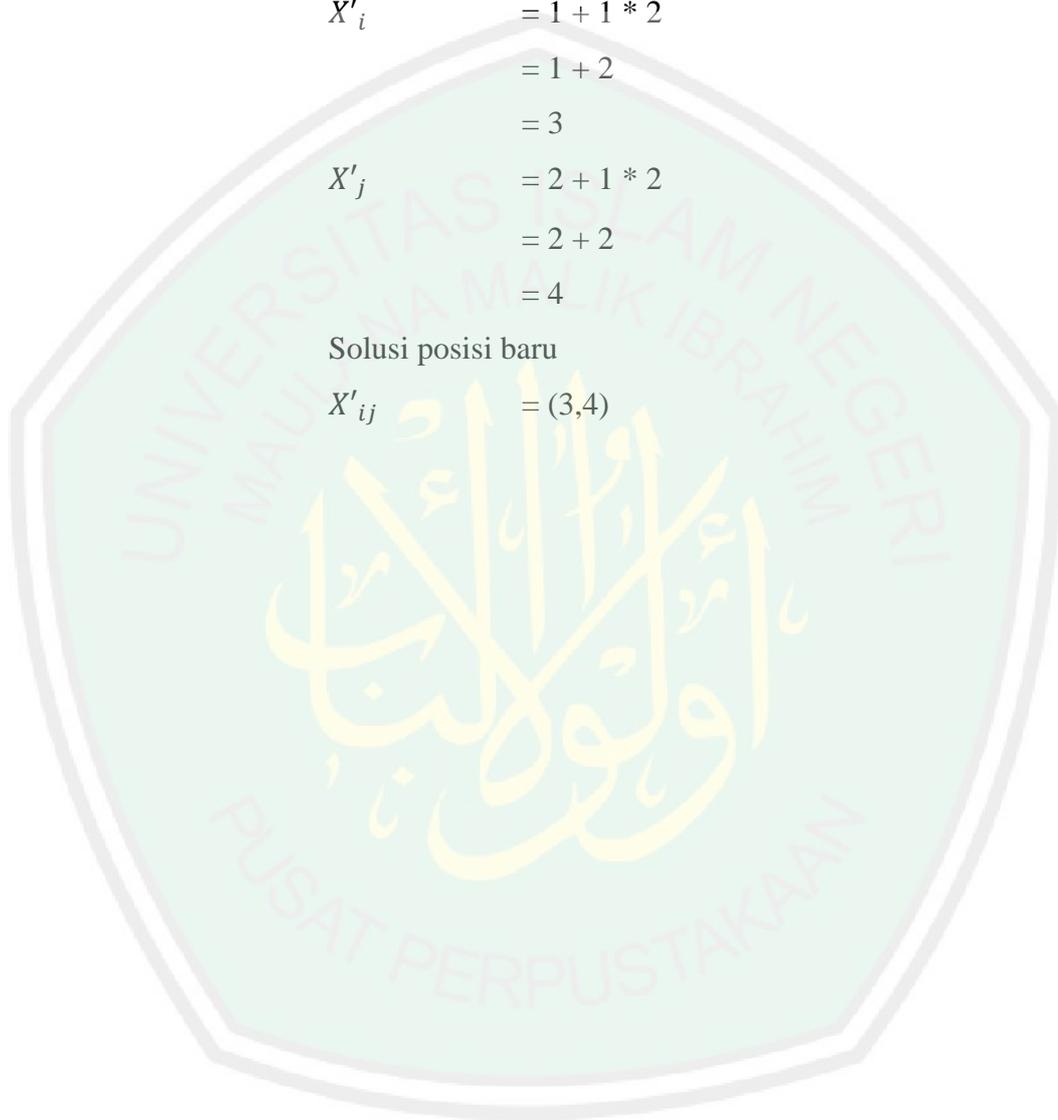
$$X'_j = 2 + 1 * 2$$

$$= 2 + 2$$

$$= 4$$

Solusi posisi baru

$$X'_{ij} = (3,4)$$



3. Kemudian mengecek apakah pada posisi tersebut ada *obstacle* atau tidak, jika nilai C kurang dari 0 yang berarti posisi baru tersebut akan bertabrakan dengan *obstacle*, maka harus dilakukan pencarian ulang posisi baru. Karena terdapat dua *obstacle*, maka pengecekan harus dilakukan dua kali, posisi baru NPC (3,4) ke *obstacle* (4,5) dan posisi baru NPC (3,4) ke *obstacle* (6,4).

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

$$d_{ij} = \sqrt{(4 - 3)^2 + (5 - 4)^2} > \text{Jarak NPC ke } \textit{obstacle} (4,5)$$

$$d_{ij} = \sqrt{1^2 + 1^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{2}$$

$$d_{ij} = 1,414214$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (1,414214 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (1,414214 - (1))$$

$$C = \min_0 (0,414214)$$

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

$$d_{ij} = \sqrt{(6 - 3)^2 + (4 - 4)^2} > \text{Jarak NPC ke } \textit{obstacle} (6,4)$$

$$d_{ij} = \sqrt{3^2 + 0^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{9}$$

$$d_{ij} = 3$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (3 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (3 - (1))$$

$$C = \min_0 (2)$$

Karena nilai nilai C tidak ada yang dibawah 0, maka berarti posisi baru NPC tidak akan bertabrakan dengan *obstacle*.

4. Menghitung selisih perbedaan jarak antara posisi NPC pertama (1,2) ke target (8,7) dengan posisi NPC baru (3,4) ke target (8,7) dan menentukan jarak terpendek posisi NPC ke target, jika posisi baru NPC lebih kecil daripada posisi pertama, maka NPC pindah ke posisi baru, jika lebih besar maka perhitungan posisi harus dihitung ulang.

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 1)^2 + (7 - 2)^2} \quad > \text{jarak posisi awal NPC (1,2) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{7^2 + 5^2}$$

$$d = \sqrt{49 + 25}$$

$$d = \sqrt{74}$$

$$d = 8,602325$$

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 3)^2 + (7 - 4)^2} \quad > \text{jarak posisi baru NPC (3,4)}$$

$$d = \sqrt{5^2 + 3^2} \quad \text{ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{25 + 9}$$

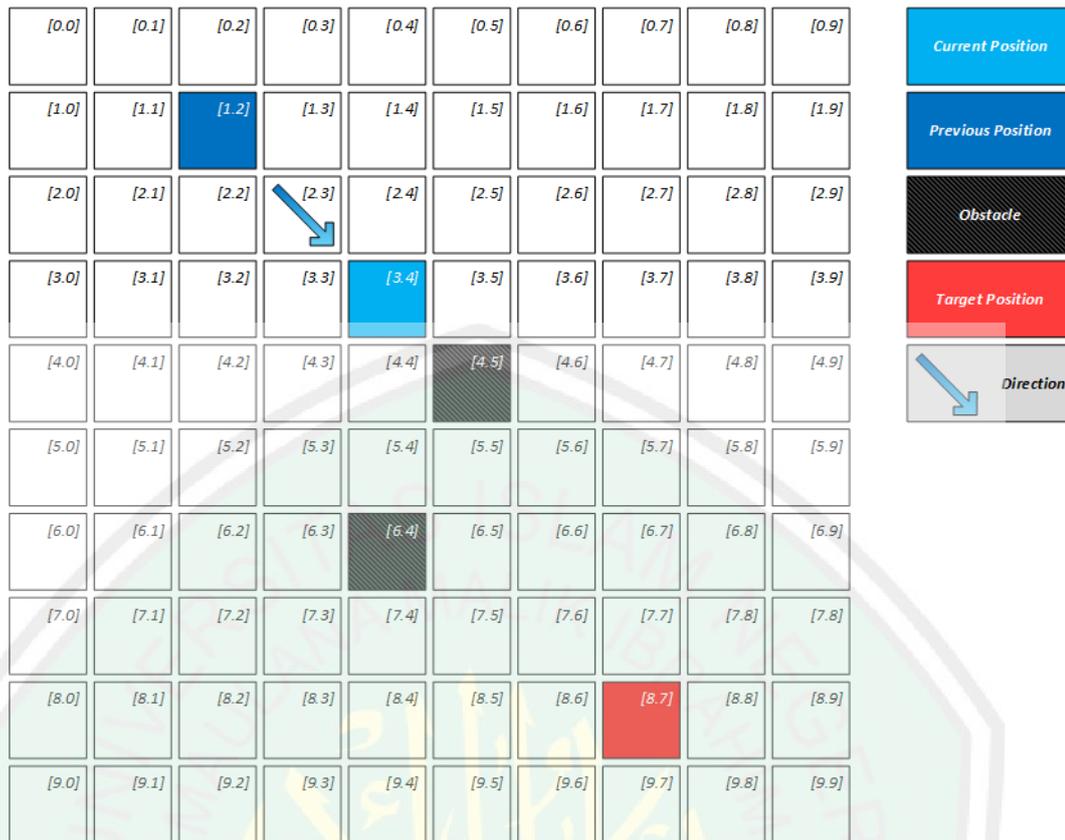
$$d = \sqrt{34}$$

$$d = 5,83095$$

Nilai jarak posisi baru < Nilai jarak posisi awal

$$5,83095 < 8,602325$$

Karena jarak posisi baru lebih kecil dari posisi awal, maka posisi baru menjadi posisi awal untuk perhitungan selanjutnya



Gambar 3. 5 Langkah pertama *Artificial Bee Colony*

5. Karena posisi target belum ditemukan, maka dilakukan pencarian lanjutan untuk menghitung pola pencarian posisi NPC berikutnya dengan posisi awal yang sudah diperbarui.

Posisi awal NPC = (3,4)

Posisi target = (8,7)

Posisi halangan = (4,5), (6,4)

$$X'_i = X_i + rand[-1 \ 1] \times R$$

$$\begin{aligned} X'_i &= 3 + 0 * 2 \\ &= 3 + 0 \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X'_j &= 4 + (-1) * 2 \\ &= 4 + (-2) \\ &= 2 \end{aligned}$$

Solusi posisi baru

$$X'_{ij} = (3,2)$$

6. Cek kembali apakah diposisi tersebut terdapat halangan atau tidak. Jika nilai C kurang dari 0, maka NPC harus melakukan pencarian ulang karena akan terjadi tabrakan dengan *obstacle*. Karena terdapat dua *obstacle* maka dicek ulang semua posisi baru NPC (3,2) ke *obstacle* (4,5) dan *obstacle* (6,4).

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

$$d_{ij} = \sqrt{(4 - 3)^2 + (5 - 2)^2} > \text{Jarak NPC ke } \textit{obstacle} (4,5)$$

$$d_{ij} = \sqrt{1^2 + 3^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{10}$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (3,16228 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (3,16228 - (1))$$

$$C = \min_0 (2,16228)$$

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

$$d_{ij} = \sqrt{(6 - 3)^2 + (4 - 2)^2} > \text{Jarak NPC ke } obstacle (6,4)$$

$$d_{ij} = \sqrt{3^2 + 2^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{13}$$

$$d_{ij} = 3,60556$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (3,60556 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (3,60556 - (1))$$

$$C = \min_0 (2,60556)$$

7. Mencari nilai jarak optimal antara jarak NPC awal (3,4) ke target (8,7) dan jarak NPC baru (3,2) ke target (8,7)

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 3)^2 + (7 - 2)^2} > \text{jarak posisi awal NPC (3,2) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{5^2 + 5^2}$$

$$d = \sqrt{25 + 25}$$

$$d = \sqrt{50}$$

$$d = 7,071068$$

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 3)^2 + (7 - 4)^2} \quad > \text{jarak posisi awal NPC (3,2) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{5^2 + 3^2}$$

$$d = \sqrt{25 + 9}$$

$$d = \sqrt{34}$$

$$d = 5,83095$$

Nilai jarak posisi baru baru > Nilai jarak posisi awal

$$7,071068 \quad > \quad 5,83095$$

Karena jarak posisi baru lebih besar dari posisi awal, maka posisi NPC tidak berubah dan pada perhitungan berikutnya akan tetap menggunakan nilai posisi awal.

8. Karena posisi target belum ditemukan, maka dilakukan pencarian lanjutan untuk menghitung pola pencarian posisi NPC berikutnya dengan posisi awal yang sama dan tidak diperbarui.

$$\text{Posisi awal NPC} = (3,4)$$

$$\text{Posisi target} = (8,7)$$

$$\text{Posisi halangan} = (4,5), (6,4)$$

$$X'_i = X_i + \text{rand}[-1 \ 1] \times R$$

$$X'_i = 3 + 1 * 2$$

$$= 3 + 2$$

$$= 5$$

$$X'_j = 4 + 0 * 2$$

$$= 4 + 0$$

$$= 4$$

Solusi posisi baru

$$X'_{ij} = (5,4)$$

9. Cek kembali apakah diposisi tersebut terdapat halangan atau tidak. Jika nilai C kurang dari 0, maka NPC harus melakukan pencarian ulang karena akan terjadi tabrakan dengan *obstacle*. Karena terdapat dua *obstacle* maka dicek ulang semua posisi baru NPC (5,4) ke *obstacle* (4,5) dan *obstacle* (6,4).

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

$$d_{ij} = \sqrt{(4 - 5)^2 + (5 - 4)^2} > \text{Jarak NPC ke } \textit{obstacle} (4,5)$$

$$d_{ij} = \sqrt{(-1)^2 + 1^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{2}$$

$$d_{ij} = 1,414214$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (1,414214 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (1,414214 - (1))$$

$$C = \min_0 (0,414214)$$

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

$$d_{ij} = \sqrt{(6 - 5)^2 + (4 - 4)^2} > \text{Jarak NPC ke } obstacle (6,4)$$

$$d_{ij} = \sqrt{1^2 + 0^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{1}$$

$$d_{ij} = 1$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (1 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (1 - (1))$$

$$C = \min_0 (0)$$

10. Mencari nilai jarak optimal antara jarak NPC awal (3,4) ke target (8,7) dan jarak NPC baru (5,4) ke target (8,7)

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 3)^2 + (7 - 4)^2} > \text{jarak posisi awal NPC (3,4) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{5^2 + 3^2}$$

$$d = \sqrt{25 + 9}$$

$$d = \sqrt{34}$$

$$d = 5,83095$$

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 5)^2 + (7 - 4)^2} > \text{jarak posisi baru NPC (5,4) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{3^2 + 3^2}$$

$$d = \sqrt{9 + 9}$$

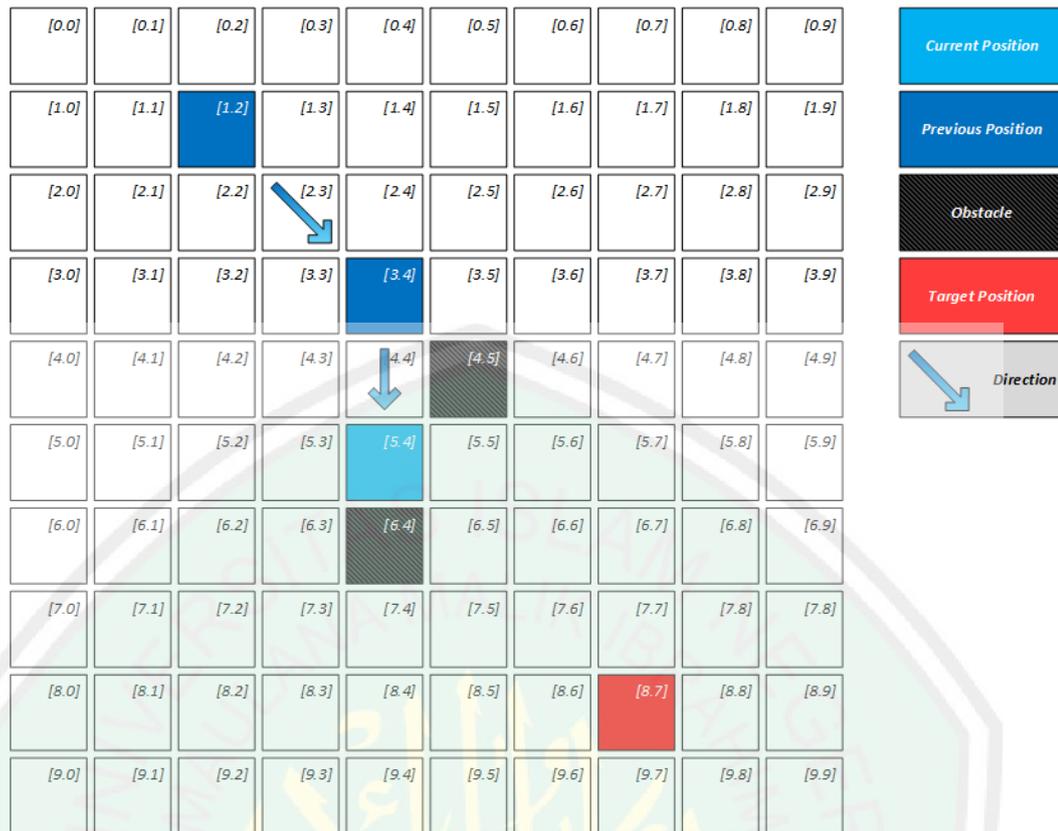
$$d = \sqrt{18}$$

$$d = 4,24264$$

Nilai jarak posisi baru baru < Nilai jarak posisi awal

$$4,24264 < 5,83095$$

Karena jarak posisi baru lebih kecil dari posisi awal, maka posisi baru menjadi posisi awal untuk perhitungan selanjutnya



Gambar 3. 6 Langkah ke-2 *Artificial Bee Colony*

11. Karena posisi target belum ditemukan, maka dilakukan pencarian lanjutan untuk menghitung pola pencarian posisi NPC berikutnya dengan posisi awal yang sudah diperbarui.

Posisi awal NPC = (5,4)

Posisi target = (8,7)

Posisi halangan = (4,5), (6,4)

$$X'_i = X_i + rand[-1 \ 1] \times R$$

$$\begin{aligned} X'_i &= 5 + 1 * 2 \\ &= 5 + 2 \\ &= 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X'_j &= 4 + 0,5 * 2 \\ &= 4 + 1 \\ &= 5 \end{aligned}$$

Solusi posisi baru

$$X'_{ij} = (7,5)$$

12. Cek kembali apakah diposisi tersebut terdapat halangan atau tidak. Jika nilai C kurang dari 0, maka NPC harus melakukan pencarian ulang karena akan terjadi tabrakan dengan *obstacle*. Karena terdapat dua *obstacle* maka dicek ulang semua posisi baru NPC (7,5) ke *obstacle* (4,5) dan *obstacle* (6,4).

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

$$d_{ij} = \sqrt{(4 - 7)^2 + (5 - 5)^2} > \text{Jarak NPC ke } \textit{obstacle} (4,5)$$

$$d_{ij} = \sqrt{(-3)^2 + 0^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{9}$$

$$d_{ij} = 3$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (3 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (3 - (1))$$

$$C = \min_0 (1)$$

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

$$d_{ij} = \sqrt{(6 - 7)^2 + (4 - 5)^2} > \text{Jarak NPC ke } obstacle \text{ (6,4)}$$

$$d_{ij} = \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{2}$$

$$d_{ij} = 1,414214$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (1,414214 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (1,414214 - (1))$$

$$C = \min_0 (0,414214)$$

13. Mencari nilai jarak optimal antara jarak NPC awal (5,4) ke target (8,7) dan jarak NPC baru (7,5) ke target (8,7).

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 5)^2 + (7 - 4)^2} > \text{jarak posisi awal NPC (5,4) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{3^2 + 3^2}$$

$$d = \sqrt{9 + 9}$$

$$d = \sqrt{18}$$

$$d = 4,24264$$

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 7)^2 + (7 - 5)^2} > \text{jarak posisi baru NPC (7,5) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{1^2 + 2^2}$$

$$d = \sqrt{1 + 4}$$

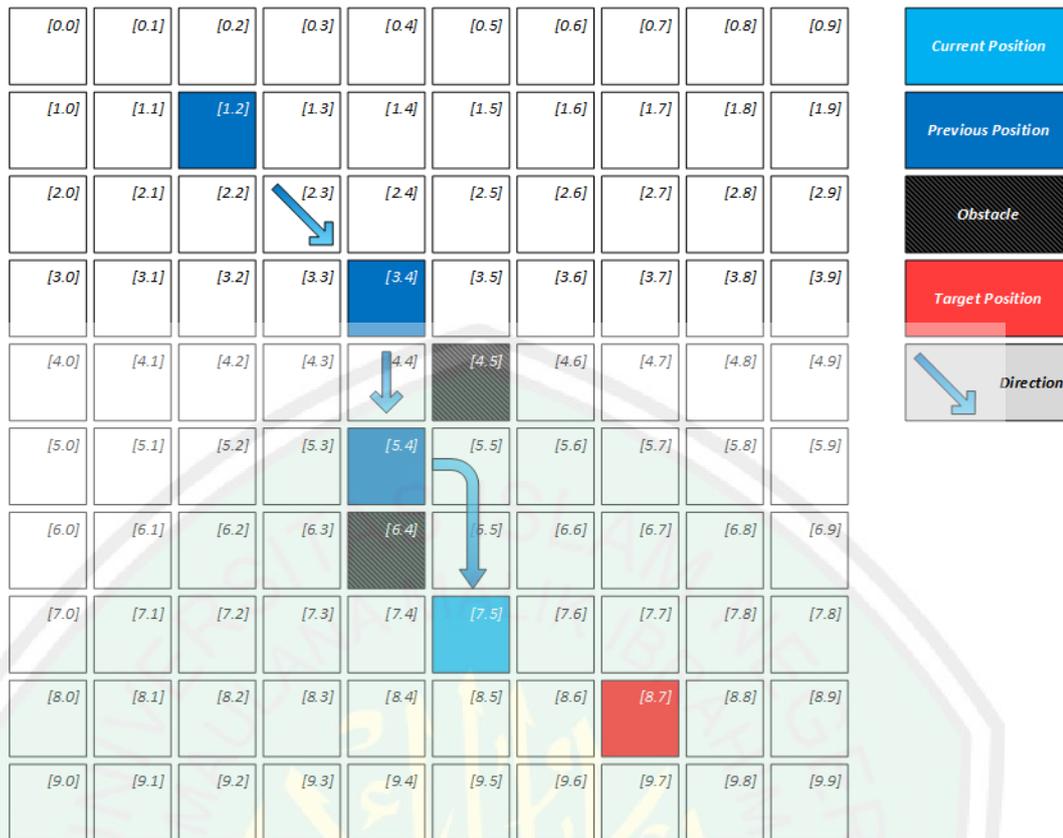
$$d = \sqrt{5}$$

$$d = 2,23607$$

Nilai jarak posisi baru baru < Nilai jarak posisi awal

$$2,23607 < 4,24264$$

Karena jarak posisi baru lebih kecil dari posisi awal, maka posisi baru menjadi posisi awal untuk perhitungan selanjutnya.



Gambar 3. 7 Langkah ke-3 *Artificial Bee Colony*

14. Karena posisi target belum ditemukan, maka dilakukan pencarian lanjutan untuk menghitung pola pencarian posisi NPC berikutnya dengan posisi awal yang sudah diperbarui.

Posisi awal NPC = (7,5)

Posisi target = (8,7)

Posisi halangan = (4,5), (6,4)

$$X'_i = X_i + rand[-1 \ 1] \times R$$

$$\begin{aligned} X'_i &= 7 + 0,5 * 2 \\ &= 7 + 1 \\ &= 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X'_j &= 5 + 1 * 2 \\ &= 5 + 2 \\ &= 7 \end{aligned}$$

Solusi posisi baru

$$X'_{ij} = (8,7)$$

15. Cek kembali apakah diposisi tersebut terdapat halangan atau tidak. Jika nilai C kurang dari 0, maka NPC harus melakukan pencarian ulang karena akan terjadi tabrakan dengan *obstacle*. Karena terdapat dua *obstacle* maka dicek ulang semua posisi baru NPC (8,7) ke *obstacle* (4,5) dan *obstacle* (6,4).

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

$$d_{ij} = \sqrt{(4 - 8)^2 + (5 - 7)^2} > \text{Jarak NPC ke } \textit{obstacle} (4,5)$$

$$d_{ij} = \sqrt{(-4)^2 + (-2)^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{20}$$

$$d_{ij} = 4,472136$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (4,472136 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (4,472136 - (1))$$

$$C = \min_0 (3,472136)$$

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

$$d_{ij} = \sqrt{(6 - 8)^2 + (4 - 7)^2} > \text{Jarak NPC ke obstacle (6,4)}$$

$$d_{ij} = \sqrt{(-2)^2 + (-3)^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{13}$$

$$d_{ij} = 3,60555$$

$$C = \min_0 (d_{ij} - (r_{bee} + r_{obs}))$$

$$r_{Bee} = 0,5 \quad r_{Obs} = 0,5$$

$$C = \min_0 (3,60555 - (0,5 + 0,5))$$

$$C = \min_0 (3,60555 - (1))$$

$$C = \min_0 (2,60555)$$

16. Mencari nilai jarak optimal antara jarak NPC awal (5,4) ke target (8,7) dan jarak NPC baru (7,5) ke target (8,7).

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 7)^2 + (7 - 5)^2} > \text{jarak posisi awal NPC (7,5) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{1^2 + 2^2}$$

$$d = \sqrt{1 + 4}$$

$$d = \sqrt{5}$$

$$d = 2,23607$$

$$d = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

$$d = \sqrt{(8 - 8)^2 + (7 - 7)^2} > \text{jarak posisi baru NPC (8,7) ke target (8,7)}$$

$$d = \sqrt{0^2 + 0^2}$$

$$d = \sqrt{0 + 0}$$

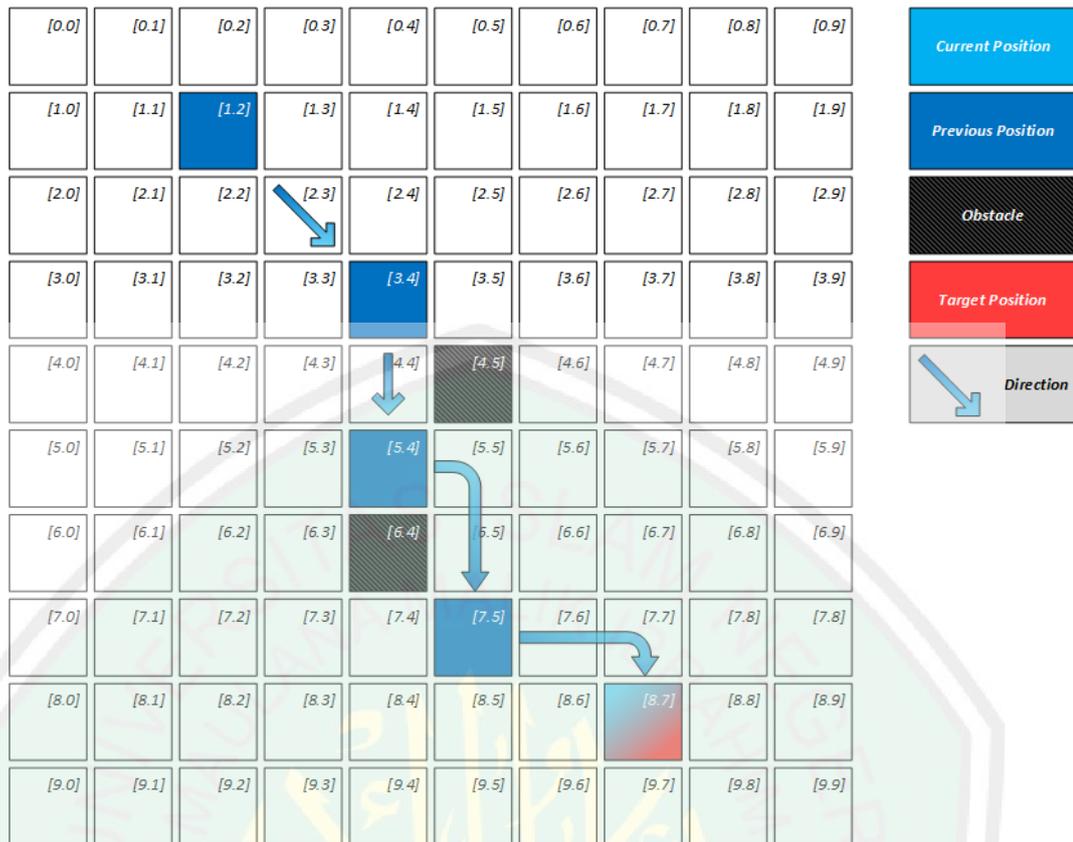
$$d = \sqrt{0}$$

$$d = 0$$

Nilai jarak posisi baru baru < Nilai jarak posisi awal

$$0 < 2,23607$$

Karena jarak posisi baru lebih kecil dari posisi awal, maka posisi baru menjadi posisi awal untuk perhitungan selanjutnya.



Gambar 3. 8 Langkah ke-4 *Artificial Bee Colony*

17. Ketika NPC telah mencapai target (8,7) dengan selisih jarak = 0, maka perhitungan akan dihentikan, jika terdapat lebih dari satu target dalam ruang lingkup R, maka posisi terakhir NPC digunakan sebagai posisi awal pencarian target berikutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Bab ini membahas mengenai implementasi dari perencanaan yang telah diajukan. Selain itu pada bab ini juga dilakukan pengujian terhadap *game* yang mengetahui apakah *game* tersebut telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai.

4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang diperlukan dalam mengimplementasikan perangkat lunak dari aplikasi *game* ini, sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Spesifikasi perangkat keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	AMD FX 6300 3,5 Ghz
2	RAM	8 GB
3	VGA	GeForce® GTX 1050 Ti OC 4GB
4	HDD	1 TB
5	Monitor	22"
6	Speaker	On
7	Mouse and Keyboard	On

4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan dalam mengimplementasikan aplikasi *game* ini, sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Spesifikasi perangkat lunak

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 10 64 Bit
2	Game Engine	Unity 5.5.2f1
3	Desain 3D	Blender 2.78c
4	Desain 2D	Photoshop CC 2015.5
5	Texture	Substance Painter 2
6	Script Writer	Mono Develop

4.2 Implementasi Algoritma *Artificial Bee Colony*

Proses implementasi adalah proses penerapan komponen sistem utama yang dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat dan diajukan sebelumnya. Implementasi kecerdasan buatan pada penelitian ini diterapkan pada perilaku pencarian pada NPC dengan memanfaatkan algoritma *Artificial Bee Colony*, dimana posisi NPC ditetapkan sebagai *starting point* dan lokasi *player* diinisiasi sebagai tujuan. Perhitungan *Artificial Bee Colony* dihitung secara berkala sehingga proses pencarian berjalan secara dinamis berdasarkan posisi target.

4.2.1 *Artificial Bee Colony* Sebagai Metode *Pathfinding*

Penerapan *Artificial Bee Colony* pada NPC di dalam *game*. Algoritma *Artificial Bee Colony* bekerja saat *game* dimulai dan *player* mengenai *trigger* yang dapat memunculkan NPC, NPC akan menentukan lokasi *player*, mengejanya dan

kemudian menyerang *player* sehingga nyawanya akan terus berkurang. Algoritma *Artificial Bee Colony* dalam penelitian ini akan diimplementasikan dengan Bahasa C# dengan *source code* sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Metode yang digunakan dalam implementasi *Artificial Bee Colony*

No	Method / Fungsi	Keterangan
1	<pre>void Start() { xawal = awal.position.x; zawal = awal.position.z; yawal = awal.position.y; }</pre>	Method yang digunakan untuk menentukan lokasi awal dari NPC
2	<pre>void BeeColonyChase() { xtarget = path[currentPoint].position.x; ztarget = path[currentPoint].position.z;</pre>	Method untuk menentukan lokasi dari player (target)
3	<pre>random_nilai_x = Random.Range(-1.0f, 1.0f); xbaru = xawal + random_nilai_x * 2; random_nilai_z = Random.Range(-1.0f, 1.0f); zbaru = zawal + random_nilai_z * 2;</pre>	Mengambil nilai random dari X dan Z untuk menentukan posisi terbaru yang lebih dekat dengan target
4	<pre>posisibaru = new Vector3(xbaru, yawal, zbaru);</pre>	Menghitung posisi baru yang memungkinkan untuk dicapai NPC
5	<pre>transform.position= Vector3.MoveTowards(transform.position, posisibaru, Time.deltaTime * speed);</pre>	Memerintah NPC untuk menuju posisi baru yang telah dihitung

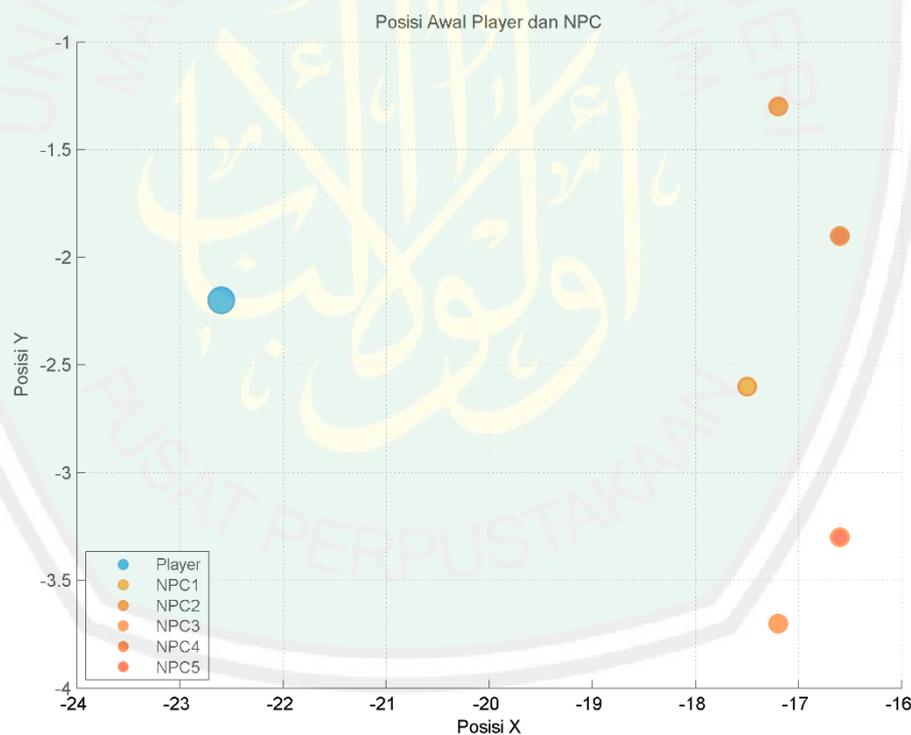
6	<pre>var rotation = Quaternion.LookRotation(posisibaru - transform.position); transform.rotation= Quaternion.Slerp(transform.rotation,rotation, Time.deltaTime * rotationSpeed);</pre>	Mengubah rotasi NPC untuk menghadap posisi baru
7	<pre>D1 = Mathf.Sqrt(((xtarget - xawal) * (xtarget - xawal)) + ((ztarget - zawal) * (ztarget - zawal)));</pre>	Menghitung jarak NPC dengan target pada saat posisi lama
8	<pre>D2 = Mathf.Sqrt(((xtarget - xbaru) * (xtarget - xbaru)) + ((ztarget - zbaru) * (ztarget - zbaru)));</pre>	Menghitung jarak NPC dengan target setelah melakukan perhitungan perpindahan pada posisi baru
9	<pre>if (D2 <= D1) { xawal = xbaru; zawal = zbaru; D1 = D2; }</pre>	Menghitung selisih jarak NPC ke target pada posisi awal dan posisi kedua, jika posisi awal <= posisi akhir maka perpindahan posisi NPC dibatalkan, jika posisi akhir <= posisi awal maka NPC akan melakukan perpindahan

4.3 Uji Coba

Subbab ini akan membahas mengenai uji coba yang dilakukan terhadap *game* yang telah dibuat, terdapat dua uji coba yaitu uji coba sistem dan uji coba memainkan *game*. Berikut pembahasan mengenai uji coba yang telah dilakukan.

4.3.1 Uji Coba Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana proses yang dilakukan oleh *Artificial Bee Colony* untuk mencapai target. Uji coba ini menggunakan 5 NPC yang menyebar dan berada di koordinat tertentu seperti ditunjukkan oleh **Gambar 4.16**, adapun koordinat awal dari *Player* dan ke-5 NPC adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Posisi awal NPC dan *Player* sebelum pengujian dilakukan

Posisi *Player*:

$$X = -22.6 \quad Z = -2.2$$

$$\text{Stopping Distance} = 1.8$$

Posisi NPC :

$$X_1 = -17.5 \quad Z_1 = -2.6 \quad (\text{NPC1})$$

$$X_2 = -17.2 \quad Z_2 = -1.3 \quad (\text{NPC2})$$

$$X_3 = -17.2 \quad Z_3 = -3.7 \quad (\text{NPC3})$$

$$X_4 = -16.6 \quad Z_4 = -1.9 \quad (\text{NPC4})$$

$$X_5 = -16.6 \quad Z_5 = -3.3 \quad (\text{NPC5})$$

Player berada di titik biru (-22.6,-2.2) dan menjadi titik tujuan semua NPC yang ada pada saat ujicoba, masing masing NPC memiliki kecepatan bergerak sebanyak 2f. Posisi pengacakan ini didasarkan pada fase *scouting bee colony*, dimana NPC dianggap menyebar untuk menuju target.

Ketika *game* dijalankan, algoritma ini akan diaktifkan ketika *player* berada dalam jangkauan *chase* NPC, sehingga NPC akan bergerak bergerombol menuju lokasi *player*. Setiap data pergerakan NPC seperti posisi X (x), posisi Y (y) dan jarak NPC ke *player* (j) akan dicatat, adapun hasil dari percobaan sistem ini terdapat dalam tabel berikut :

Tabel 4. 4 Hasil pengujian sistem

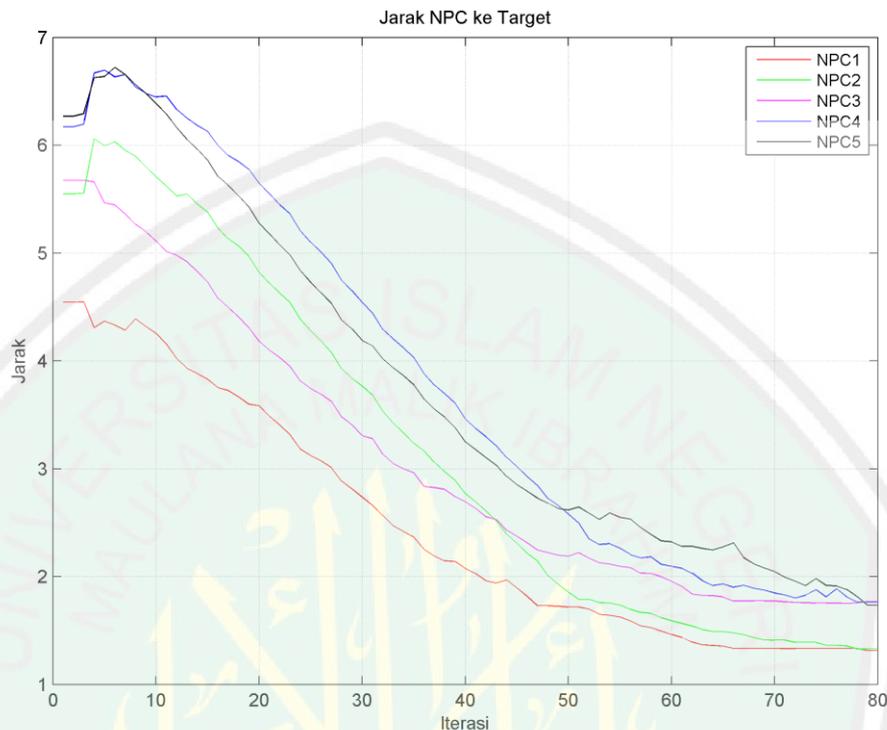
Iterasi	Posisi target		Posisi NPC														
			NPC1			NPC2			NPC3			NPC4			NPC5		
	x	y	x1	y1	j1	x2	y2	j2	x3	y3	j3	x4	y4	j4	x5	y5	j5
1	-22.6	-2.2	-17.5	-2.6	4.544618	-17.2	-1.3	5.548606	-17.2	-3.7	5.674451	-16.6	-1.9	6.169882	-16.6	-3.3	6.268711
2	-22.6	-2.2	-18	-3.5	4.544618	-16.9	-2.3	5.548317	-15.4	-1.8	5.673952	-16.4	-1.2	6.170183	-16.8	-5.3	6.269246
3	-22.6	-2.2	-19.9	-5.5	4.547797	-16.1	0	5.55601	-17.6	-4.8	5.673583	-15.6	-2.2	6.196148	-15.2	-1.5	6.29289
4	-22.6	-2.2	-18.3	-7.3	4.307513	-17	-2.5	6.059765	-19.2	-4.2	5.659811	-15.8	-3.6	6.669297	-16.1	-1.7	6.625988
5	-22.6	-2.2	-20.8	-6.5	4.369017	-15.9	-2.7	5.995878	-18.6	-5.7	5.465336	-17.4	-3.4	6.696873	-15.1	-5.1	6.636214
6	-22.6	-2.2	-19.9	-4.7	4.332652	-18.9	0	6.031868	-18.5	-4.5	5.446405	-15.8	-2.9	6.633152	-17.8	-4.9	6.721098
7	-22.6	-2.2	-18.5	-4	4.284452	-17.4	-0.2	5.953669	-19.7	-5.3	5.362826	-18	-3.3	6.654435	-18.7	-5.7	6.654923
8	-22.6	-2.2	-19.5	-4.1	4.388306	-17.7	-1	5.899268	-18.5	-2.9	5.266874	-16.7	-2.1	6.542173	-17.6	-4.4	6.559916
9	-22.6	-2.2	-20.2	-4.5	4.319705	-18.4	-0.8	5.802219	-19.9	-4.5	5.19869	-17.4	-4.5	6.482361	-19.4	-4	6.483315
10	-22.6	-2.2	-20.6	-3.5	4.254662	-18.3	-0.5	5.706608	-18.8	-3.7	5.111331	-16.2	-2.7	6.448497	-21.1	-4.5	6.386112
11	-22.6	-2.2	-19.8	-2.5	4.155847	-19.7	1.1	5.621882	-20	-6.5	5.015353	-19.2	-3.7	6.454888	-20.1	-5.3	6.289681
12	-22.6	-2.2	-21	-4	4.022693	-17.6	1.1	5.528999	-21	-5.9	4.98008	-18.4	-3.2	6.331618	-22.6	-3.2	6.164058
13	-22.6	-2.2	-19.4	-3	3.932126	-20.2	-0.4	5.546857	-20	-2.6	4.919366	-18.4	-3.5	6.249859	-23.3	-4.3	6.05496
14	-22.6	-2.2	-20.3	-2	3.883775	-21.8	1.3	5.454694	-21.1	-2.2	4.827429	-18.5	-4.2	6.183554	-21.5	-1.6	5.961172
15	-22.6	-2.2	-21.1	-0.9	3.829489	-22	-1.1	5.378992	-22.8	-1.9	4.730073	-20.8	-3.9	6.126821	-24	-2	5.861864
16	-22.6	-2.2	-20.7	0.9	3.750707	-21.1	-1.6	5.231725	-21.2	0.1	4.580716	-18.8	-2.1	5.998012	-21.6	-5.1	5.710831
17	-22.6	-2.2	-21.9	-0.7	3.725465	-20.6	0.8	5.132612	-21.9	-3.7	4.497415	-19	-4.4	5.904707	-23.1	-2.6	5.628042
18	-22.6	-2.2	-21.4	-1.9	3.667007	-21.9	-0.7	5.063788	-22.4	-0.6	4.404356	-21.2	-5.7	5.84759	-22.4	-2.5	5.529169
19	-22.6	-2.2	-19.6	0	3.59807	-20.3	-0.9	4.969057	-23.2	-3.3	4.309734	-22.1	-4.4	5.777793	-21.3	-3.1	5.428917
20	-22.6	-2.2	-20.5	-3.4	3.584675	-23.6	-1.8	4.82079	-21.7	-2.6	4.180977	-23.5	-3.3	5.646397	-23.8	-3.5	5.276898
21	-22.6	-2.2	-22.4	-0.8	3.48689	-22.9	-0.3	4.720846	-21.9	-0.2	4.098027	-24.4	-2.1	5.550185	-21.7	-2.6	5.179148

22	-22.6	-2.2	-21.1	-3.7	3.405512	-23.4	0	4.625986	-23.6	-2.6	4.030446	-23.2	-4.4	5.447044	-21.7	-3.2	5.074752
23	-22.6	-2.2	-21.9	-3.1	3.314095	-22.5	-1.5	4.540731	-24.2	-3.8	3.947771	-24.7	-1.7	5.361506	-24.4	-4.4	4.979608
24	-22.6	-2.2	-20.7	-1.5	3.180808	-23	-1.1	4.385437	-23.3	-1.4	3.811719	-24.4	-3.2	5.205027	-23.6	-2.6	4.836753
25	-22.6	-2.2	-20.3	-2.3	3.123244	-23.3	-2.3	4.281452	-22.8	-3.1	3.744282	-24.9	-3.8	5.100434	-22.9	-1.7	4.72867
26	-22.6	-2.2	-21	-1.4	3.072908	-22.9	-1.7	4.182698	-22.6	-2.5	3.691798	-23.9	-2.7	5.006857	-23.3	-4.3	4.629512
27	-22.6	-2.2	-23.4	-2.9	3.010132	-23.1	-1.7	4.078976	-22.9	-1.1	3.626435	-23.9	-2.2	4.904265	-24	-2	4.534986
28	-22.6	-2.2	-24.7	-1.1	2.883199	-21.4	-0.8	3.926332	-22.4	-4.2	3.479359	-22	-1.5	4.747428	-20.8	-0.9	4.379076
29	-22.6	-2.2	-24.7	-4.3	2.813293	-21	0.1	3.837815	-23.4	-2.5	3.408748	-22.7	-1.8	4.65139	-22.9	-1.3	4.297493
30	-22.6	-2.2	-22.5	-3.6	2.735139	-21	-3.2	3.76594	-20.6	-4.4	3.305832	-23.4	-2.9	4.541314	-23.3	-2.1	4.18891
31	-22.6	-2.2	-24.1	-4.3	2.659266	-24.9	-3.2	3.683103	-21.8	-2	3.278676	-23.2	-2.2	4.44338	-21	-3	4.138907
32	-22.6	-2.2	-25.2	-2.5	2.563911	-21.2	-1.4	3.532225	-21.5	-1.3	3.134445	-21	-0.2	4.289998	-23.1	-0.7	4.019321
33	-22.6	-2.2	-21.9	-3.8	2.471493	-22.3	-1.9	3.425947	-20.8	-2.8	3.048185	-22.5	-0.2	4.203768	-22.4	-1.3	3.936519
34	-22.6	-2.2	-23.9	-4.2	2.417887	-24.1	2.9	3.330913	-21.4	-1.2	2.998542	-23	-0.3	4.118723	-24.2	-1.7	3.862581
35	-22.6	-2.2	-23.1	-2.2	2.364865	-20.8	-0.3	3.234885	-24	-3.4	2.961242	-24.4	-1.7	4.030827	-24.3	-2	3.778435
36	-22.6	-2.2	-24	-2.8	2.252128	-22.8	-2.5	3.16289	-20.6	-1.8	2.836376	-24.1	-2.8	3.879429	-24.2	-3	3.645396
37	-22.6	-2.2	-23.6	-4	2.190346	-22.6	-3.4	3.059799	-21.1	-0.7	2.826134	-23.1	-3.7	3.777012	-22	-4.2	3.550548
38	-22.6	-2.2	-21.3	-1.6	2.145716	-21.2	-0.8	2.970497	-21.4	-2.9	2.80811	-22.8	-3.2	3.695081	-24.3	-3.1	3.476075
39	-22.6	-2.2	-24.3	-1.3	2.139655	-24	-0.6	2.892687	-21.8	-0.9	2.742554	-24.6	-2.7	3.60684	-22.9	-3.7	3.38097
40	-22.6	-2.2	-22.6	-3.4	2.075076	-21.9	-4.3	2.768425	-24.3	-4.4	2.691509	-24.4	-3.2	3.462268	-21.3	-4	3.248491
41	-22.6	-2.2	-22.1	-2.3	2.027533	-23.4	-3.6	2.693733	-23	-2.5	2.629718	-23	-0.2	3.37314	-21.9	-3.8	3.177292
42	-22.6	-2.2	-20.9	-2.1	1.959564	-23.9	-4.4	2.606053	-21.8	-0.6	2.554605	-23.8	-0.4	3.295479	-20.7	-2.9	3.100048
43	-22.6	-2.2	-21.2	-3.2	1.93919	-24	-1.3	2.517975	-23.5	-2.4	2.527617	-22.3	-0.2	3.211885	-24.3	-1	3.032253
44	-22.6	-2.2	-24.1	-2.4	1.967484	-23.9	-1.5	2.394573	-25.1	-0.7	2.431263	-24.4	-0.4	3.104256	-23.2	-3.2	2.928261
45	-22.6	-2.2	-22.4	-2.4	1.894229	-24.5	-4.1	2.308415	-24.4	-4	2.374326	-21.6	-1.2	3.019131	-23.3	-1	2.853044
46	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.815334	-24.5	-0.9	2.21436	-24	-2.9	2.312546	-22.8	-1	2.926342	-20.9	-3.7	2.790529

47	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.72936	-22.8	-2.3	2.144576	-21.1	-3.1	2.245524	-22.9	-0.5	2.843119	-21.7	-3.7	2.727428
48	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.72936	-23.4	-1.6	2.008021	-21.4	-2.5	2.222572	-23	0	2.724783	-23.9	-2.3	2.682775
49	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.724212	-23.4	-2	1.927211	-21.2	-3.4	2.197543	-24	-1.3	2.660341	-23.4	-2.6	2.630376
50	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.716703	-23.4	-2	1.85324	-20.7	-3.7	2.189113	-24.7	-0.1	2.579603	-21.6	-1.4	2.617337
51	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.716703	-23.4	-2	1.788781	-21.8	-1.9	2.223917	-23.2	-1.5	2.496064	-21.2	-3.3	2.645254
52	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.69815	-23.4	-2	1.788781	-23.8	-3.3	2.17026	-23	-1.1	2.347911	-21.9	-3.8	2.587341
53	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.649505	-23.4	-2	1.758603	-21.3	-0.9	2.128092	-21.2	-0.6	2.297267	-21.1	-4.4	2.528249
54	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.640185	-23.4	-2	1.755118	-21.5	-2.3	2.115829	-20.8	-2.7	2.305887	-24.2	-3	2.589078
55	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.623936	-23.4	-2	1.734972	-23.6	-4	2.094992	-22.3	-1.9	2.261926	-21.7	-4.3	2.548386
56	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.589117	-23.4	-2	1.696736	-23.7	-2.7	2.082801	-24.3	-1.1	2.204274	-24.2	-2.2	2.532472
57	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.543164	-23.4	-2	1.668457	-21.9	-3.7	2.030831	-21.5	-0.5	2.172189	-21	-1.6	2.455305
58	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.527468	-23.4	-2	1.660325	-23.3	-3.5	2.029986	-22.1	-2.9	2.182368	-22.5	-0.5	2.391097
59	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.495555	-23.4	-2	1.619475	-21.9	-2.1	1.999273	-24.4	0	2.113808	-21.4	-3.9	2.329916
60	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.462891	-23.4	-2	1.590101	-21	-1.7	1.955219	-23.3	-0.4	2.094578	-22.6	-1.8	2.321609
61	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.435501	-23.4	-2	1.565128	-22	-1.7	1.906322	-21.6	-2.2	2.076166	-23.9	-4.1	2.281786
62	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.39318	-23.4	-2	1.540367	-22.3	-1.7	1.837218	-22.4	-3.4	2.031935	-21	-1.6	2.280286
63	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.366749	-23.4	-2	1.509125	-22.3	-1.7	1.825977	-22	-2.5	1.962786	-21.9	-0.8	2.261548
64	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.360617	-23.4	-2	1.489874	-22.3	-1.7	1.822737	-20.8	-3.3	1.917296	-21.5	-4.1	2.245628
65	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.354998	-23.4	-2	1.489874	-22.3	-1.7	1.811689	-22	-2.3	1.93172	-21.5	-4.1	2.277879
66	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.334145	-23.4	-2	1.478426	-22.3	-1.7	1.774247	-22.4	0.1	1.901022	-22.3	-2.4	2.31305
67	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.333979	-23.4	-2	1.461219	-22.3	-1.7	1.774491	-24.2	-1.4	1.920236	-24.3	-3.4	2.17481
68	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.333978	-23.4	-2	1.43313	-22.3	-1.7	1.774493	-22.7	-0.9	1.890013	-21.9	-1.2	2.115202
69	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.333978	-23.4	-2	1.412279	-22.3	-1.7	1.774493	-20.9	-2.9	1.87388	-22.4	-2.9	2.081236
70	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.333688	-23.4	-2	1.409164	-22.3	-1.7	1.773208	-21.2	-1.9	1.84825	-23.9	-1.8	2.047412
71	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332847	-23.4	-2	1.409164	-22.3	-1.7	1.766039	-22.7	-1.2	1.828951	-22.7	-1.3	1.994368

72	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.389727	-22.3	-1.7	1.760316	-22.7	-0.4	1.800559	-22.8	-0.7	1.957872
73	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.389727	-22.3	-1.7	1.757503	-22.7	0.1	1.828018	-22	-4.2	1.914855
74	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.389727	-22.3	-1.7	1.752749	-22.7	-2	1.877327	-20.8	-1.2	1.979905
75	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.363547	-22.3	-1.7	1.752749	-22.7	-2	1.811252	-20.5	-2.1	1.917616
76	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.363547	-22.3	-1.7	1.752695	-22.7	-2	1.886173	-21.5	-2.3	1.913987
77	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.357758	-22.3	-1.7	1.752513	-22.7	-2	1.811304	-22.8	-1.2	1.880837
78	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.332756	-23.4	-2	1.3284	-22.3	-1.7	1.756404	-22.7	-2	1.763886	-22.6	-2.6	1.813227
79	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.314409	-23.4	-2	1.32817	-22.3	-1.7	1.767413	-22.7	-2	1.76423	-22.6	-2.6	1.735695
80	-22.6	-2.2	-22.7	-2.4	1.314409	-23.4	-2	1.32817	-22.3	-1.7	1.767413	-22.7	-2	1.76423	-22.6	-2.6	1.735695

Dari data pengujian tersebut, didapatkan data jarak NPC ke target seperti yang tertera pada grafik :

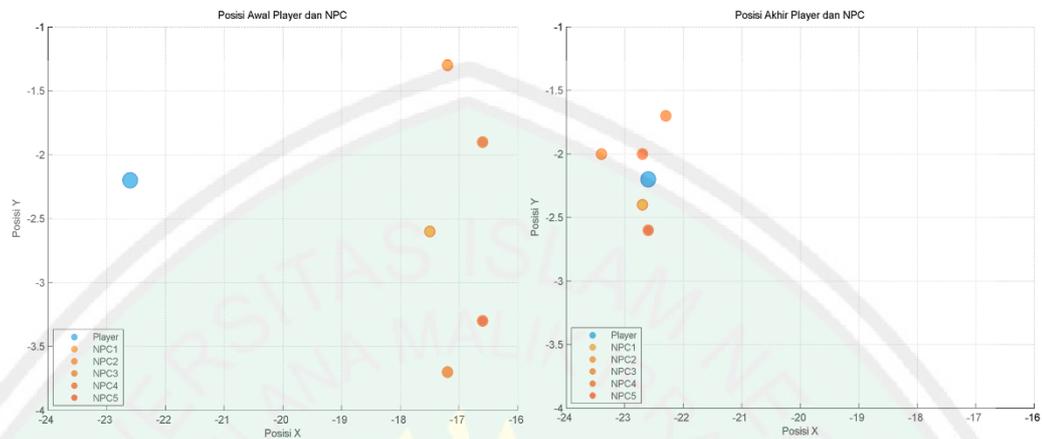


Gambar 4. 2 Hasil percobaan sistem

Terlihat pada grafik, NPC jarak terhadap *player* terus menurun disetiap kali iterasi, hingga pada iterasi ke 80 jarak NPC ke *player* sudah melewati nilai *stopping distance* (1.8) yang berarti NPC sudah mencapai nilai maksimal untuk mendekati posisi *player*.

Dari gambar 4.2 juga dapat dilihat bahwa di tiap iterasinya jarak NPC ke *player* selalu selaras, pada iterasi ke 10 jarak semua NPC ke *player* berkisar antara 4-6.5, iterasi ke 40 jarak NPC berkisar antara 2-3.5, pada iterasi ke 80 jarak NPC berkisar antara 1.3-1.7 dan berdasarkan pengamatan itu, dapat disimpulkan bahwa NPC terus bergerombol layaknya lebah menuju ke arah koordinat *player*.

Setelah menempuh 80 kali iterasi, didapatkan hasil bahwa kesemua NPC telah berhasil mencapai posisi terdekat dengan *player* seperti yang digambarkan pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4. 3 Perbandingan posisi awal dan posisi akhir NPC dengan *Player*

Pada awal percobaan, posisi NPC tepat seperti yang ada pada **Gambar 4.17** (kiri).

Posisi *Player* :

- *Player* (-22.6,-2.2)

Posisi awal NPC :

- NPC 1 (-17.5,-2.6)
- NPC 2 (-17.2,-1.3)
- NPC 3 (-17.2,-3.7)
- NPC 4 (-16.6,-1.9)
- NPC 5 (-16.6,-3.3)

Jarak awal NPC ke *player* :

- NPC 1 (4.54)
- NPC 2 (5.55)
- NPC 3 (5.67)
- NPC 4 (6.17)
- NPC 5 (6.27)

Setelah menjalankan sistem dan mengalami 80 kali iterasi, posisi NPC lebih dekat ke *player* seperti yang digambarkan pada **Gambar 4.17** (kanan).

Posisi akhir NPC :

- NPC 1 (-22.7,-2.4)
- NPC 2 (-23.4,-2)
- NPC 3 (-22.3,-1.7)
- NPC 4 (-22.7,-2)
- NPC 5 (-22.6,-2.6)

Jarak akhir NPC ke *player* :

- NPC 1 (1.31)
- NPC 2 (1.33)
- NPC 3 (1.77)
- NPC 4 (1.76)
- NPC 5 (1.73)

Posisi akhir NPC ke *player* menjadi lebih dekat dan jarak NPC ke *player* telah melewati nilai *stopping distance*, yang berarti algoritma Artificial Bee Colony berhasil bekerja dengan baik karena NPC telah mencapai posisi *target* dengan bergerombol.

4.3.2 Uji Coba *Game*

Uji coba kali ini dilakukan untuk mengetahui apakah *game* dapat dijalankan pada perangkat PC dengan baik atau tidak, *game* akan diinstal pada beberapa perangkat PC berbeda dan akan dimainkan serta akan diamati bagaimana kinerja dan kelancaran *game* pada perangkat tersebut.

Tabel 4. 5 Uji Coba *Game*

No	OS	Layar	Spesifikasi	RAM	Keterangan
1	Windows 10	22"	AMD FX 6300 3.5 Ghz GTX 1050 Ti OC 4GB	8 GB	Tampilan menu berjalan dengan baik. Tombol berfungsi dengan baik. Tampilan game berjalan dengan baik pada setting high
2	Windows 8.1	24"	Intel Core i7-6700K 4.0 GHz GeForce GTX 1060 3GB	16 GB	Tampilan menu berjalan dengan baik. Tombol berfungsi dengan baik. Tampilan game berjalan dengan baik pada setting high
3	Windows 8	15.6"	Asus ROG GL 552 VX Intel Core i7-6700 2.6GHz GeForce GTX 950M 4GB	4 GB	Tampilan menu berjalan dengan baik. Tombol berfungsi dengan baik. Tampilan game berjalan dengan baik pada setting high
4	Windows 7	14"	Asus A455L Intel Core i5-4210U 2,7 GHz	4 GB	Tampilan menu berjalan dengan baik. Tombol berfungsi dengan baik.

			GeForce GT 920M		Tampilan game berjalan dengan baik pada setting medium
			2GB		

Dari pengujian yang dilakukan sebanyak 4 kali pada berbagai platform Windows yang memiliki sistem operasi dan spesifikasi berbeda. Dapat diketahui presentase pengujian pada **Tabel 4.6** di bawah ini.

Tabel 4. 6 Persentase Hasil Pengujian *Game*

No	Jenis Pengujian	Baik	
		Jumlah	%
1	Sistem	4	$(4/4) \times 100 = 100\%$
2	Tombol	4	$(4/4) \times 100 = 100\%$
3	Tampilan	4	$(4/4) \times 100 = 100\%$

Keterangan :

Tabel 4.6 merupakan tabel yang berisi hasil pengujian *game* terhadap 4 sistem operasi Windows desktop yang telah dijelaskan pada **Tabel 4.5**. Hasil persentase yang didapatkan dari pengujian adalah 100% *game* dapat berjalan dengan baik pada *device* tersebut.

4.4 Implementasi Aplikasi *Game*

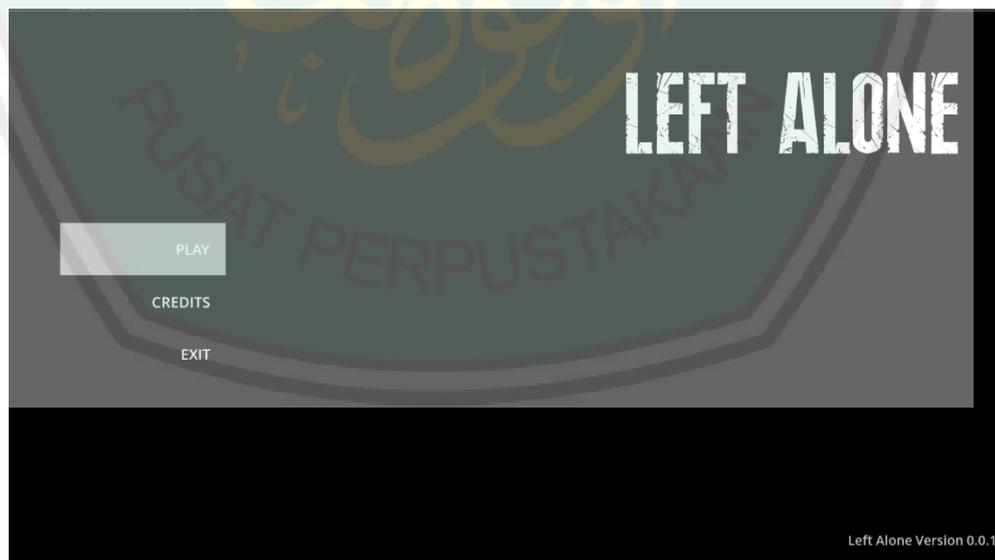
Implementasi adalah proses pembuatan komponen komponen di dalam *game* berdasarkan desain dan rancangan yang telah dibuat sebelumnya.

4.4.1 *Interface Splashscreen*



Gambar 4. 4 Tampilan *Splashscreen*

4.4.2 *Interface Main Menu*



Gambar 4. 5 Tampilan *Main Menu*

4.4.3 *Interface Gameplay*



Gambar 4. 6 Tampilan *Gameplay*

4.4.4 *Interface Pause Menu*



Gambar 4. 7 Tampilan *Pause Menu*

4.4.5 Interface Option Menu



Gambar 4. 8 Tampilan Option Menu

4.4.6 Interface Credit Menu



Gambar 4. 9 Tampilan Credit Menu

4.4.7 Interface How To Play Menu



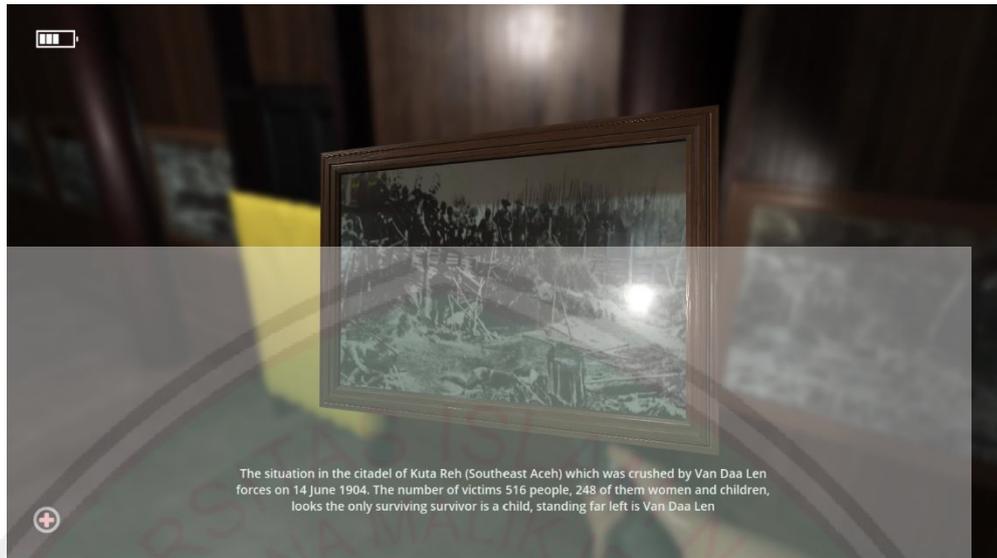
Gambar 4. 10 Tampilan *How To Play* Menu

4.4.8 Interface Using Player Item



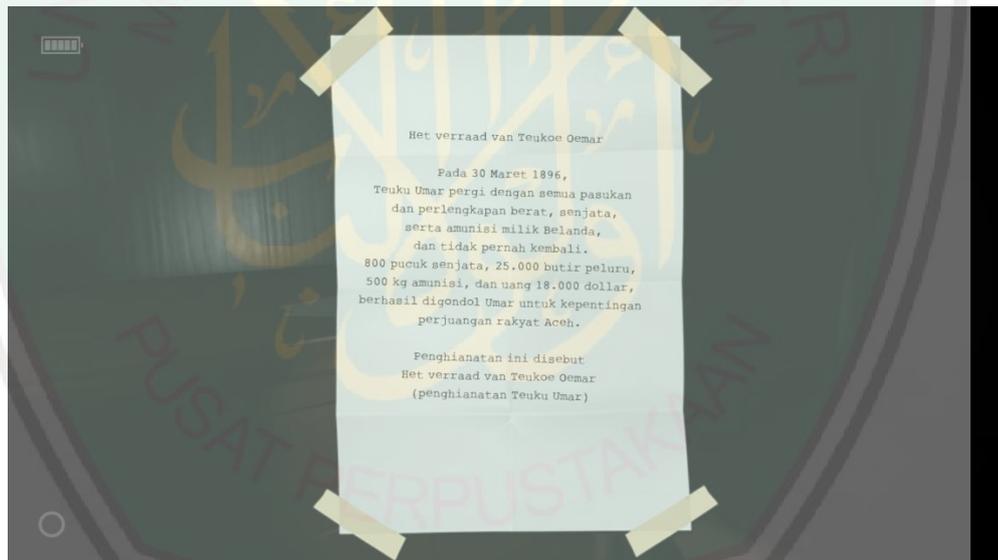
Gambar 4. 11 Tampilan *Using Player Item*

4.4.9 Interface Examine Object



Gambar 4. 12 Tampilan *Examine Object*

4.4.10 Interface Read Note



Gambar 4. 13 Tampilan *Read Note*

4.4.11 *Interface Turn On The Lamp*



Gambar 4. 14 Tampilan *Turn On The Lamp*

4.4.12 *Interface Open Door*



Gambar 4. 15 Tampilan *Open Door*

4.4.13 *Interface Mission Objective*



Gambar 4. 16 Tampilan *Mission Objective*

4.4.14 *Interface Game Over*

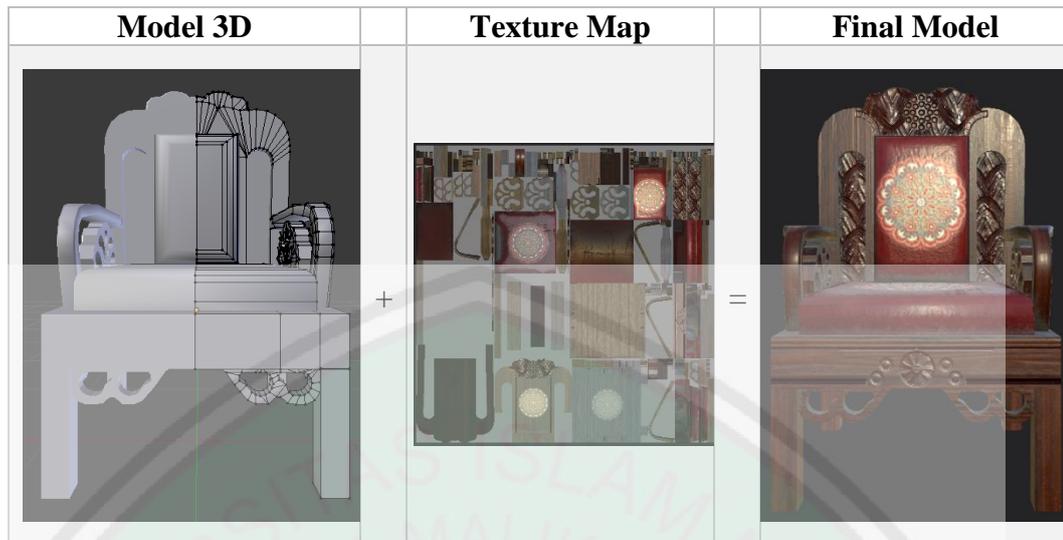


Gambar 4. 17 Tampilan *Game Over*

4.5 Implementasi Desain Rumah Cut Nyak Dhien

Subbab ini akan menjelaskan tentang pembuatan ulang rumah Cut Nyak Dhien dalam bentuk 3D sehingga dapat digunakan di dalam *game*, pembuatan ulang rumah ini dilakukan dengan semirip miripnya dengan rumah Cut Nyak Dhien yang asli di Banda Aceh agar *player* dapat melihat dan merasakan bentuk dan isi rumah secara nyata, sehingga dengan memainkan *game* ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan *player* mengenai rumah Cut Nyak Dhien.

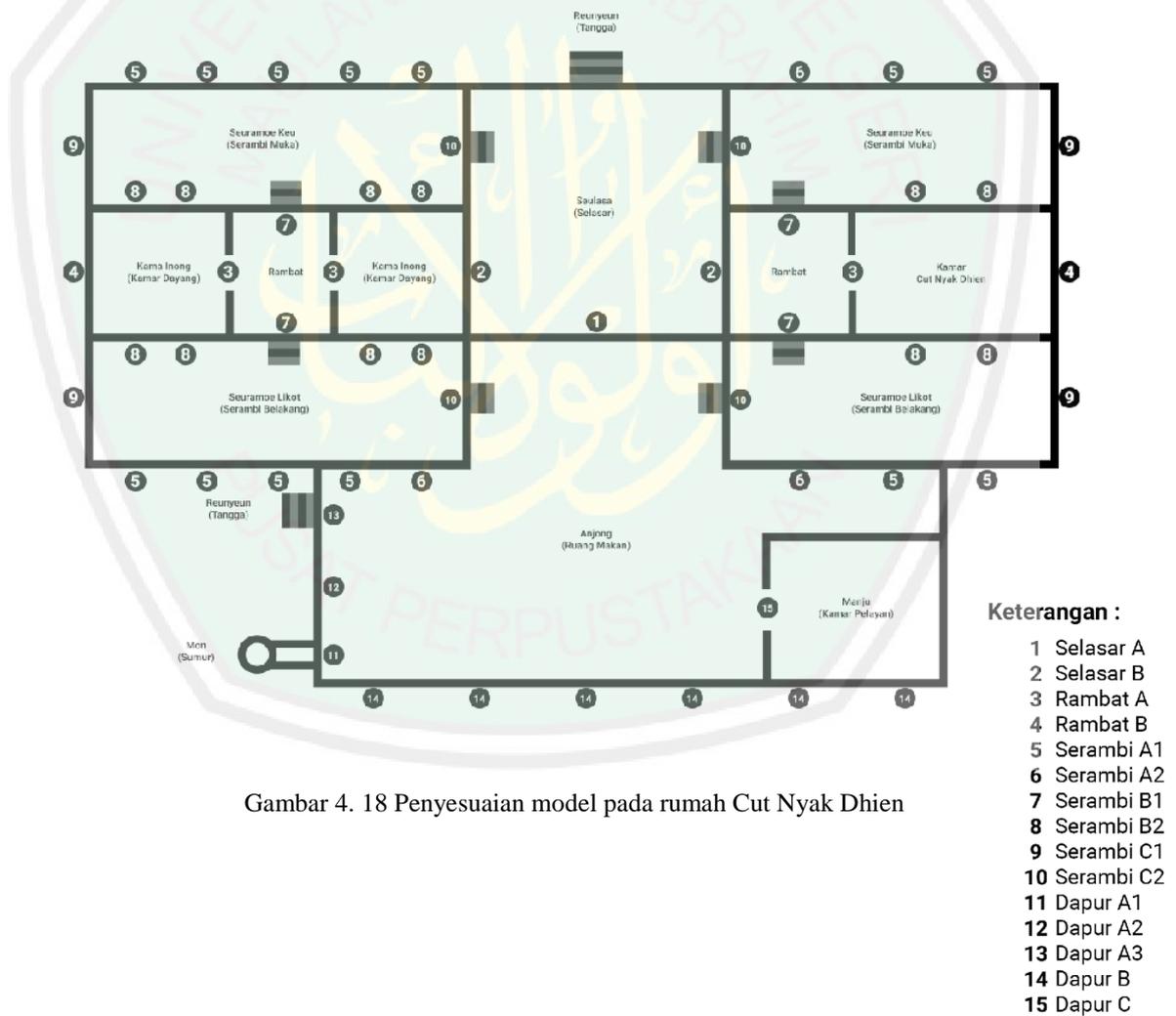
Secara keseluruhan, model pada *game* ini didasarkan pada foto dari rumah Cut Nyak Dhien yang menjadi referensi pembuatan model 3D, kemudian pembuatan model 3D dilakukan dengan Blender 3D, model dibuat dengan jumlah *poly* yang serendah mungkin agar performa *game* semakin baik, dan untuk mengakali detail model seperti ukiran dan pola tertentu yang ada pada permukaan model, peneliti menggunakan *software* tekstur Substance Painter untuk membuat tekstur yang serealistik mungkin, sehingga walaupun *game* dibuat dengan model yang sederhana tapi masih dapat terlihat detail tanpa harus menambah *poly* pada model tersebut.

Tabel 4. 7 Hasil Penggunaan *texture* pada model

Yang pertama kali dilakukan adalah membuat model 3D di Blender dengan *poly* serendah mungkin dan model harus sudah memiliki *UVMap*. Kemudian model di *export* menggunakan format *.fbx* dan di *import* ke Substance Painter untuk kemudian dibentuk semirip mungkin dengan model aslinya, kemudian *output* yang didapat dari Substance Painter adalah beberapa *texture* yang dapat digunakan dalam Unity, yaitu *albedo map*, *metallic smoothness map* dan *normal map*. *Import* model.*fbx* dari Blender serta semua file map dari Substance Painter ke Unity, ketiga file *map* tadi bisa digabungkan menjadi material dan disatukan dengan model.*fbx* sehingga model tersebut akan memiliki detail sempurna tanpa harus memiliki *poly* yang banyak, karena model dengan *poly* yang banyak akan memberatkan kinerja *game*.

4.5.1 Desain Rumah

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai pembuatan *sub item* yang nantinya akan digabungkan menjadi rumah Cut Nyak Dhien. *Item* tersebut diberi kode tersendiri agar lebih rapi dan memudahkan peneliti dalam penyusunan letak item itu sendiri, contoh dari pemberian kode adalah dengan memberi nama “Serambi A” pada model 3D item dinding jenis pertama yang berada di ruang Serambi dan nama “Serambi B” pada model 3D dinding jenis kedua di ruangan yang sama, dan seterusnya.



Gambar 4. 18 Penyesuaian model pada rumah Cut Nyak Dhien

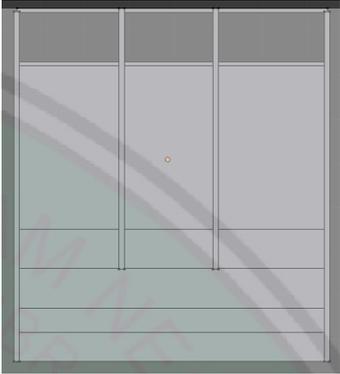
1. Perancangan Selasar A

Tabel 4. 8 Perancangan model Selasar A

Name : Selasar A	Screen : 1 of 35
Real Model	3D Model
	
3D Model + Texture Map	
Front	Behind
	
Description :	
<p>Terdapat 2 jenis dinding pada area selasar, yaitu dinding utama selasar dan dinding samping yang mengarah ke serambi dan memiliki tangga. Selasar A merupakan dinding utama yang memiliki pintu ke arah Anjong (ruang makan).</p> <p>Dinding bagian depan memiliki pola lebih banyak daripada dinding bagian dalam yang menyatu dengan kamar.</p>	

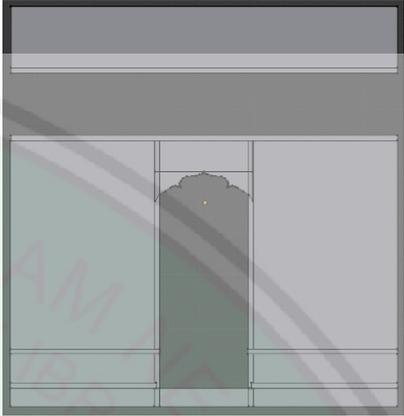
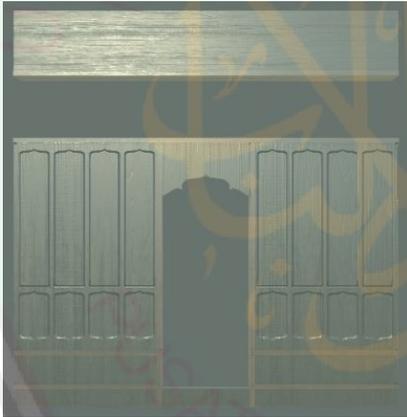
2. Perancangan Selasar B

Tabel 4. 9 Perancangan model Selasar B

Name : Selasar B	<i>Screen : 2 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<i>Description :</i>	
<p>Selasar B merupakan dinding samping yang mengarah ke kamar. Memiliki warna coklat gelap dengan pola kayu yang sama dengan dinding pada serambi A, dinding sebelah luar memiliki pola yang dibentuk menggunakan tekstur.</p>	

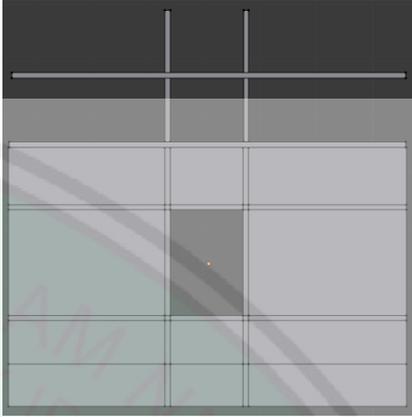
3. Perancangan Rambat A

Tabel 4. 10 Perancangan model Rambat A

Name : Rambat A	<i>Screen : 3 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Rambat A adalah dinding yang memiliki pintu yang mengarah ke kamar dan dan menghubungkan Rambat dengan kamar dayang dan Rambat dengan kamar Cut Nyak Dhien.</p>	

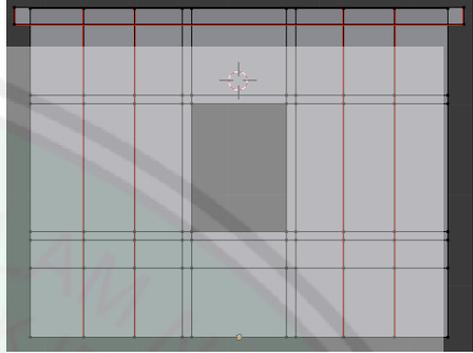
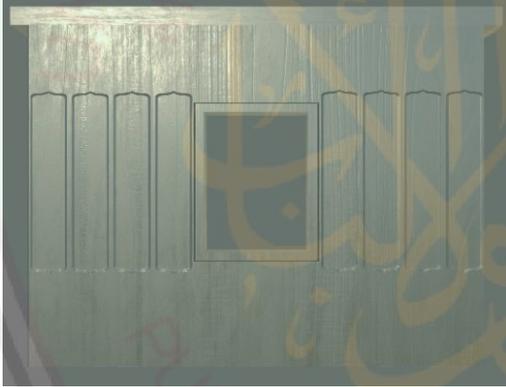
4. Perancangan Rambat B

Tabel 4. 11 Perancangan model Rambat B

Name : Rambat B	<i>Screen : 4 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<i>Description :</i>	
<p>Rambat B adalah dinding dengan pintu jendela yang terletak di sudut paling ujung dari kamar disebelah Rambat, model ini dipasang dua kali di <i>game</i> dan digunakan di ujung paling depan dan ujung paling belakang rumah.</p>	

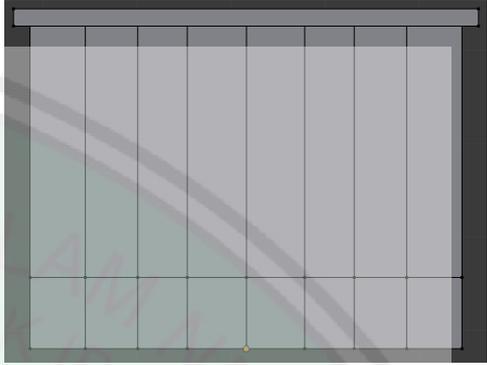
5. Perancangan Serambi A1

Tabel 4. 12 Perancangan model Serambi A1

Name : Serambi A1	<i>Screen : 5 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Serambi A1 merupakan dinding sebelah luar dari ruangan serambi yang memiliki lubang jendela, ketika dimasukkan ke dalam <i>game</i> jendela dan gorden akan ditambahkan untuk melengkapi bagian ini.</p>	

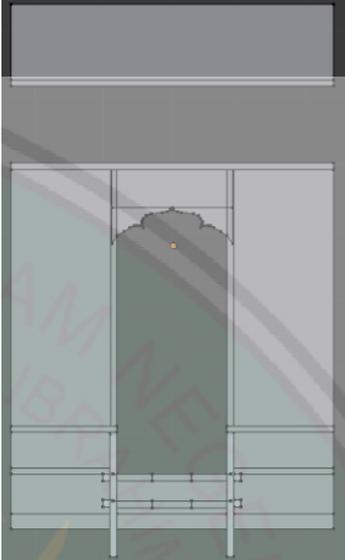
6. Perancangan Serambi A2

Tabel 4. 13 Perancangan model Serambi A2

Name : Serambi A2	<i>Screen : 6 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Serambi A2 merupakan dinding sebelah luar dari ruangan serambi yang tidak memiliki lubang jendela</p>	

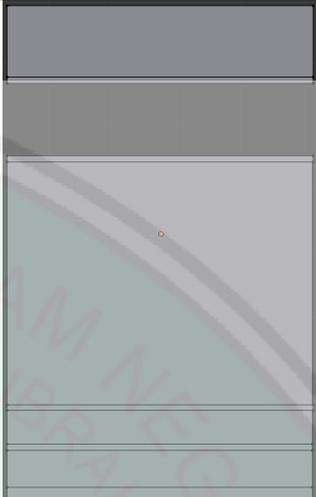
7. Perancangan Serambi B1

Tabel 4. 14 Perancangan model Serambi B1

Name : Serambi B1	<i>Screen : 7 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Serambi B1 merupakan dinding sebelah dalam dari ruangan serambi, dinding ini memiliki pintu yang mengarah ke rambat</p>	

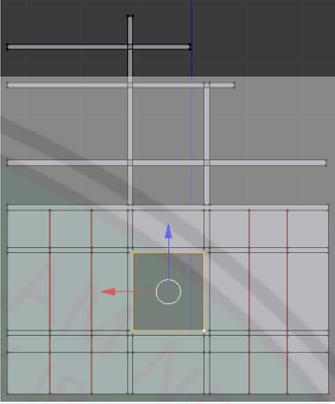
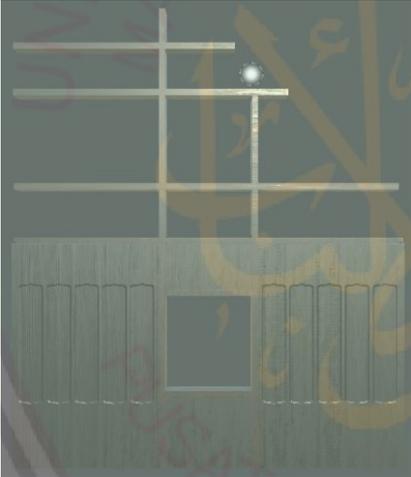
8. Perancangan Serambi B2

Tabel 4. 15 Perancangan model Serambi B2

Name : Serambi B2		Screen : 8 of 35	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
3D Model + Texture Map			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Serambi B2 merupakan dinding sebelah dalam dari ruangan serambi, dinding ini tidak memiliki pintu dan memiliki pola dibagian luar.</p>			

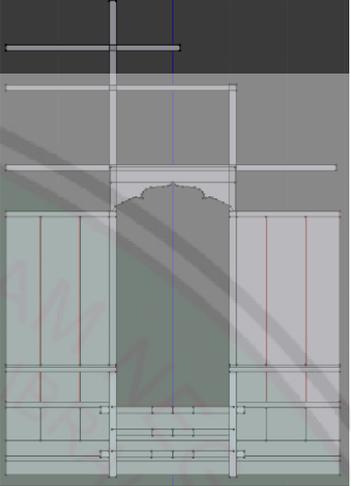
9. Perancangan Serambi C1

Tabel 4. 16 Perancangan model Serambi C1

Name : Serambi C1	Screen : 9 of 35
Real Model	3D Model
	
3D Model + Texture Map	
Front	Behind
	
<p>Description :</p> <p>Serambi C1 merupakan dinding yang memiliki jendela dan terletak diujung ruang serambi, sebelah luar dinding memiliki pola dan memiliki tekstur kayu yang lebih pekat dan dibuat dengan menggunakan Substance Painter, sedangkan dibagian dalam memiliki tekstur kayu yang lebih cerah.</p>	

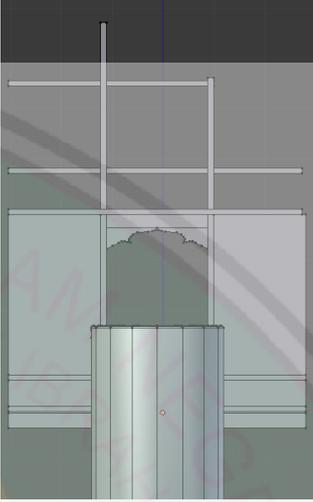
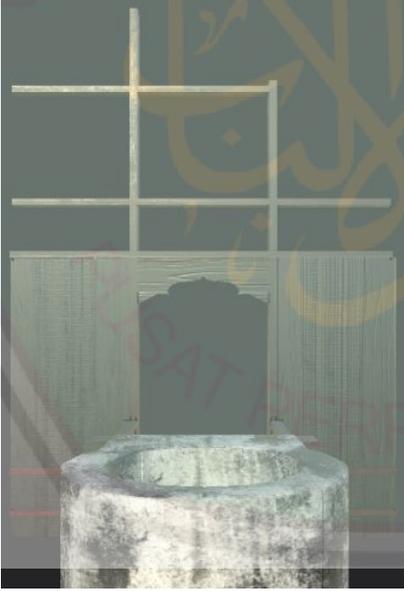
10. Perancangan Serambi C2

Tabel 4. 17 Perancangan model Serambi C2

Name : Serambi C2	<i>Screen : 10 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Serambi C2 merupakan dinding yang menghubungkan serambi dengan selasar dan dapur, dinding ini memiliki pintu dan ventilasi kayu dibagian atas.</p>	

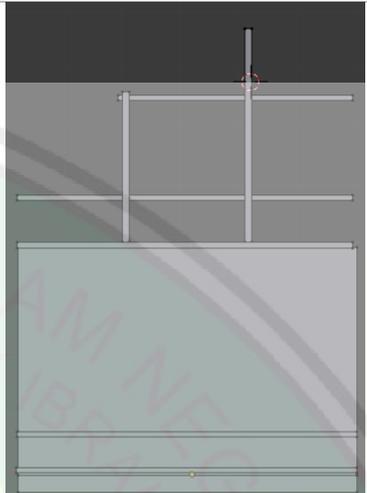
11. Perancangan Dapur A1

Tabel 4. 18 Perancangan model Dapur A1

<i>Name : Dapur A1</i>	<i>Screen : 11 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
<i>3D Model + Texture Map</i>	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Dapur A1 adalah dinding yang menghubungkan bagian dapur dengan sumur</p>	

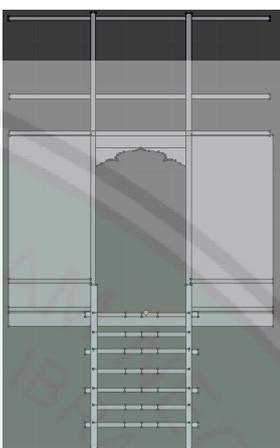
12. Perancangan Dapur A2

Tabel 4. 19 Perancangan model Dapur A2

Name : Dapur A2		<i>Screen : 12 of 35</i>	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
3D Model + Texture Map			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Dapur A2 adalah dinding disebelah “Dapur A1” yang tidak memiliki pintu, dinding ini memiliki ventilasi dibagian atas dan memiliki tekstur yang sama dibagian depan dan belakangnya.</p>			

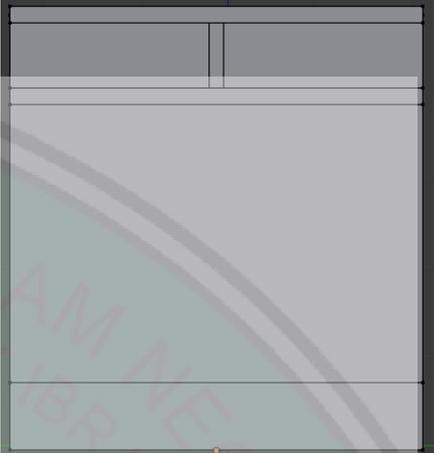
13. Perancangan Dapur A3

Tabel 4. 20 Perancangan model Dapur A3

Name : Dapur A3		Screen : 13 of 35	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
3D Model + Texture Map			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Dapur A3 merupakan dinding dibagian dapur yang memiliki pintu dan tangga yang mengarah keluar, warna dan tekstur yang digunakan sama dengan yang digunakan pada dinding “dapur A1” dan “dapur A2”.</p>			

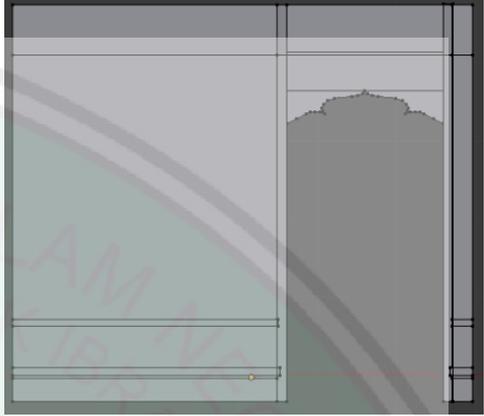
14. Perancangan Dapur B

Tabel 4. 21 Perancangan model Dapur B

Name : Dapur B	Screen : 14 of 35
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Dapur B adalah dinding yang berada di dapur, dinding ini memiliki beberapa lubang ventilasi dibagian atas, tapi untuk meminimalisir jumlah <i>vertex</i> pada model, maka lubang ventilasi tersebut digantikan dengan tekstur kaca yang memperlihatkan seolah bagian yang diberi tekstur tersebut tembus pandang.</p>	

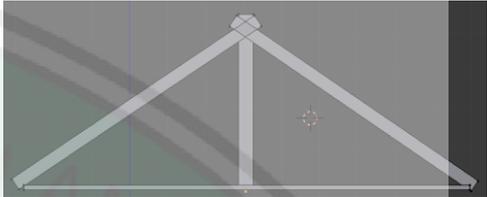
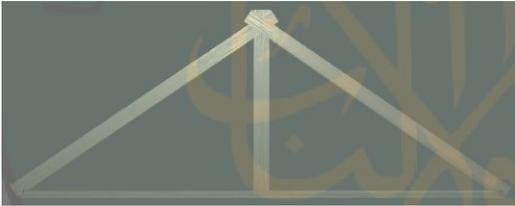
15. Perancangan Dapur C

Tabel 4. 22 Perancangan model Dapur C

Name : Dapur C	<i>Screen : 15 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Dapur C merupakan dinding yang menghubungkan dapur utama dengan kamar dayang-dayang yang terletak didapur, dinding ini memiliki pintu dan tekstur antara bagian depan dan belakangnya sama.</p>	

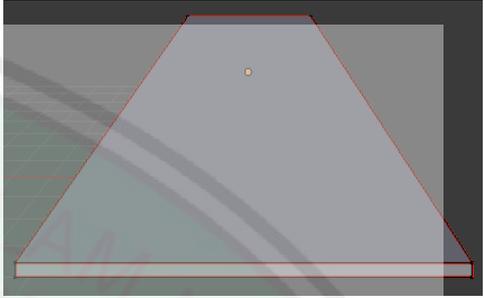
16. Perancangan Dapur D

Tabel 4. 23 Perancangan model Dapur D

Name : Dapur D	<i>Screen : 16 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<i>Description :</i>	
<p>Dapur D adalah tiang yang digunakan dibagian atas penyangga di area dapur, berbahan kayu dan memiliki warna yang sama dengan dinding lain pada umumnya.</p>	

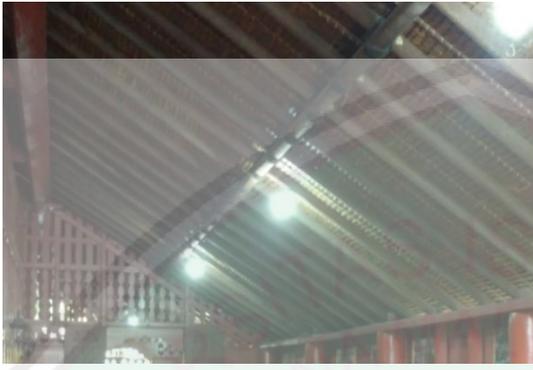
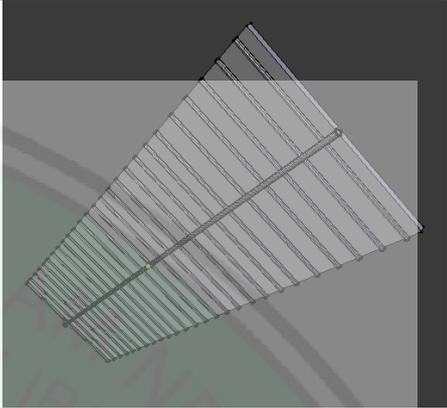
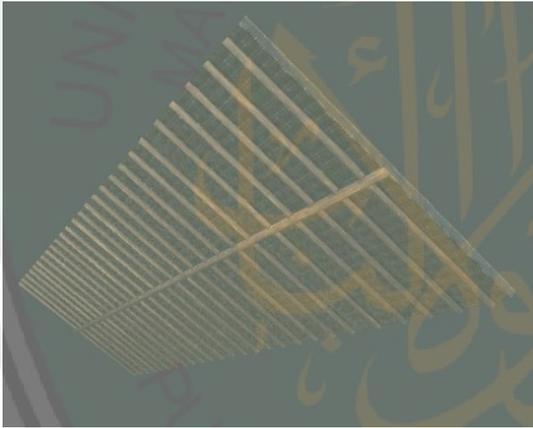
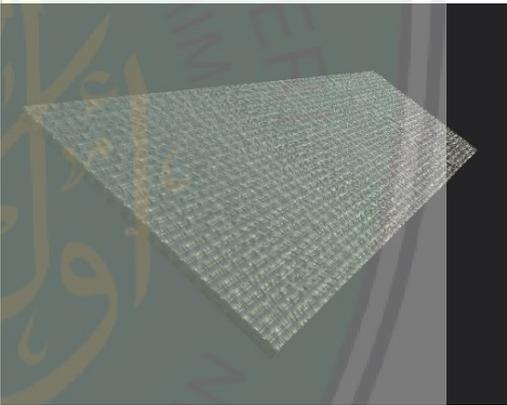
17. Perancangan Umum A

Tabel 4. 24 Perancangan model Umum A

Name : Umum A	Screen : 17 of 35
Real Model	3D Model
	
3D Model + Texture Map	
Front	Behind
	
Description :	
<p>Umum A adalah lantai yang digunakan disetiap ruang di dalam <i>game</i>, lantai ini menggunakan efek <i>dirty</i> yang menjadikannya lebih seram sehingga lebih cocok untuk dimasukkan kedalam <i>game horror</i>.</p>	

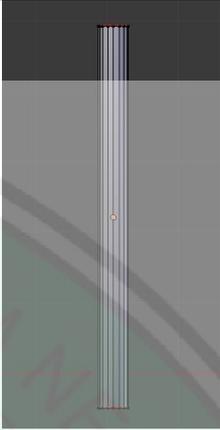
18. Perancangan Umum B

Tabel 4. 25 Perancangan model Umum B

<i>Name : Umum B</i>	<i>Screen : 18 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
<i>3D Model + Texture Map</i>	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<i>Description :</i>	
<p>Umum D adalah bagian atap yang berbentuk atap rumbia, bagian dalam dari atap ini terdapat kayu penyangga dan bagian luar terdapat daun rumbia sebagai pelindung rumah dari hujan.</p>	

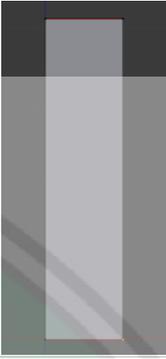
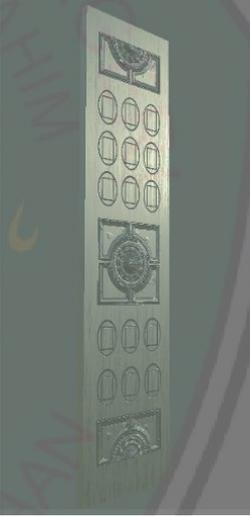
19. Perancangan Umum C

Tabel 4. 26 Perancangan model Umum C

<i>Name : Umum C</i>		<i>Screen : 19 of 35</i>	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
<i>3D Model + Texture Map</i>			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Umum C merupakan tiang penyangga yang digunakan hampir diseluruh sudut ruangan dan ditengah dapur, memiliki tekstur kayu dan berwarna lebih gelap dari kayu yang lain.</p>			

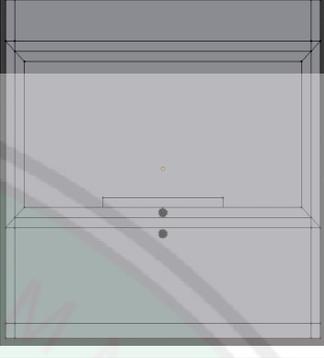
20. Perancangan Umum D

Tabel 4. 27 Perancangan model Umum D

Name : Umum D		Screen : 20 of 35	
Real Model		3D Model	
			
3D Model + Texture Map			
Front		Behind	
			
Description :			
<p>Umum D merupakan pintu yang digunakan di seluruh dinding yang membutuhkan pintu, untuk menghemat <i>poly</i> pada pintu ini maka model yang digunakan hanya model kotak biasa tanpa ukiran, ukiran yang terlihat dibuat dengan aplikasi tekstur dan merupakan ilusi.</p>			

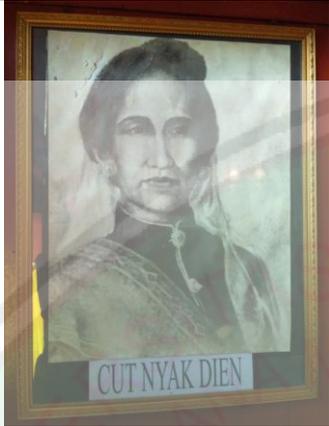
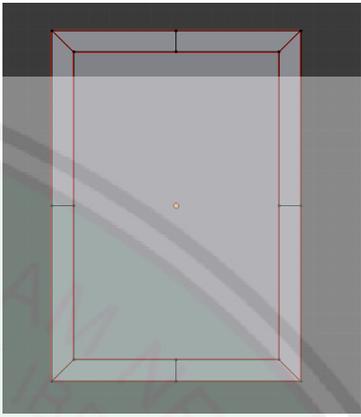
21. Perancangan Umum E

Tabel 4. 28 Perancangan model Umum E

Name : Umum E	Screen : 21 of 35
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p>Description :</p> <p>Umum E merupakan lemari yang digunakan di area dapur, lemari ini digunakan untuk memamerkan foto serta senjata yang digunakan pada masa lalu, bagian luar dari lemari ini menggunakan tekstur kayu dan bagian dalam menggunakan tekstur plastik berwarna biru, ditambahkan beberapa pola dibagian bawah dan diberi efek <i>dust</i> agar lemari tampak lebih tua.</p>	

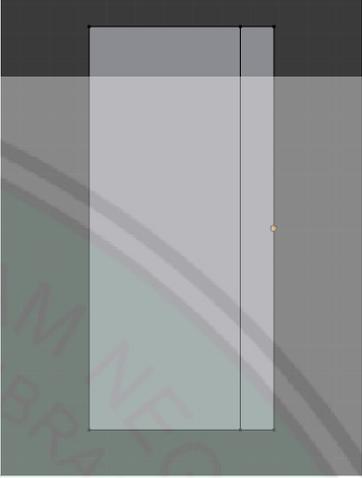
22. Perancangan Umum F

Tabel 4. 29 Perancangan model Umum F

Name : Umum F	Screen : 22 of 35
Real Model	3D Model
	
3D Model + Texture Map	
Front	Behind
	
Description :	
<p>Umum F merupakan pigura yang digunakan untuk meletakkan foto foto yang ada di rumah Cut Nyak Dhien, model pigura yang dibuat hanya satu, tapi kemudian di duplikat sesuai kebutuhan. Bagian depan pigura diberi tekstur kayu dengan warna agak keemasan, sedangkan bagian belakang diberi warna putih tetapi tetap dengan tekstur kayu.</p>	

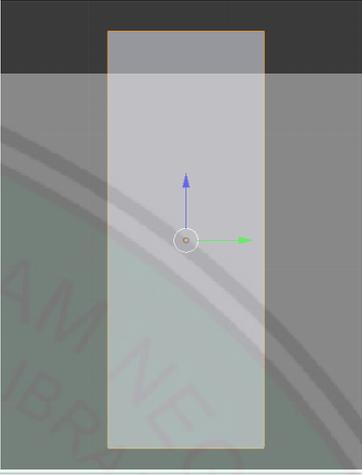
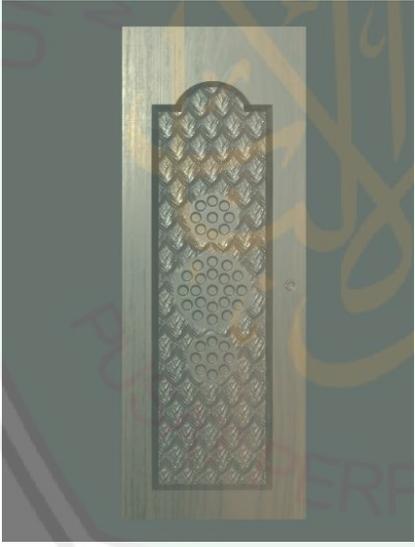
23. Perancangan Umum G

Tabel 4. 30 Perancangan model Umum G

<i>Name : Umum G</i>	<i>Screen : 23 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
<i>3D Model + Texture Map</i>	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<i>Description :</i>	
<p>Umum G adalah jendela, memiliki tekstur kayu yang lebih gelap dan memiliki les warna merah pada sudut jendela, bagian dalam jendela didesain agar terlihat lebih dalam dengan menggunakan tekstur.</p>	

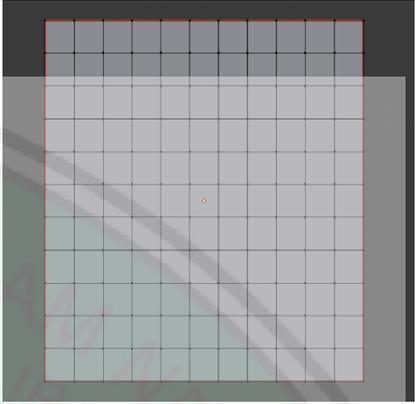
24. Perancangan Umum H

Tabel 4. 31 Perancangan model Umum H

Name : Umum H	Screen : 24 of 35
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Umum H adalah pintu lemari yang digunakan di dalam <i>game</i>, ukiran yang ada pada model dibuat dengan menggunakan <i>texture map</i>, hanya satu model pintu lemari yang dibuat, kemudian diduplikat hingga ke seluruh bagian lemari.</p>	

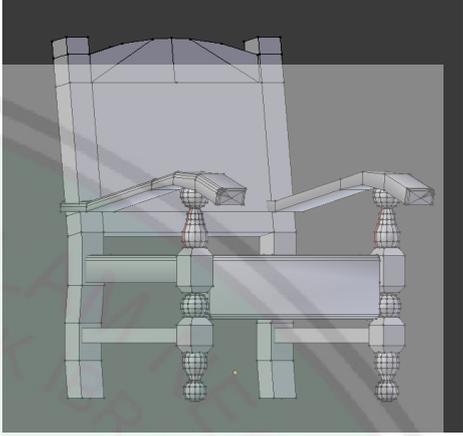
25. Perancangan Umum I

Tabel 4. 32 Perancangan model Umum I

Name : Umum I	Screen : 25 of 35
Real Model	3D Model
	
3D Model + Texture Map	
Front	Behind
	
Description :	
<p>Umum I adalah gorden yang dipasang di dekat jendela, model 3D dari gorden ini menggunakan <i>poly</i> yang lumayan banyak agar penampakannya di Unity sebagai kain lebih bagus, gorden ini menggunakan tekstur sutra berwarna kuning sebagaimana gorden aslinya. Ketika di unity model 3D gorden ini akan diberikan “<i>cloth</i>” sehingga ketika game dimainkan maka gorden akan bergerak layaknya kain pada umumnya.</p>	

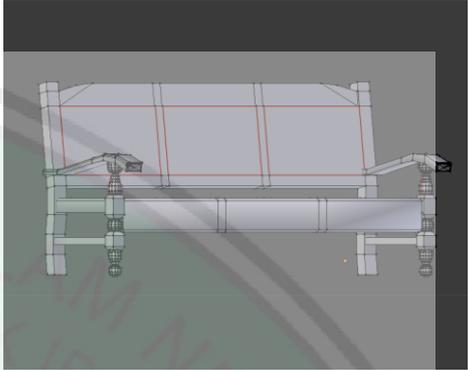
26. Perancangan Kursi A1

Tabel 4. 33 Perancangan model Umum A1

Name : Kursi A1	<i>Screen : 26 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Kursi A1 adalah kursi yang terletak di dapur dan serambi belakang, kursi ini dibuat dengan material kayu hampir di keseluruhan tempat, kemudian diberikan ukiran pada bagian atas, samping dan tengah kebawah, lalu diberikan material yang menyerupai rotan agar lebih mirip dengan kursi aslinya.</p>	

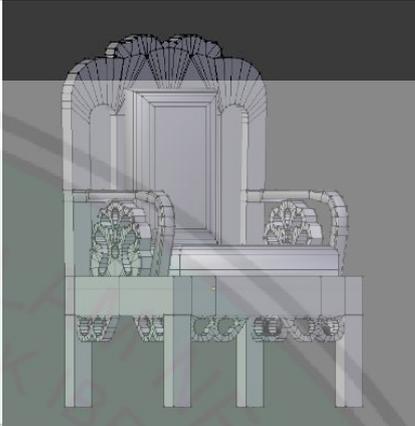
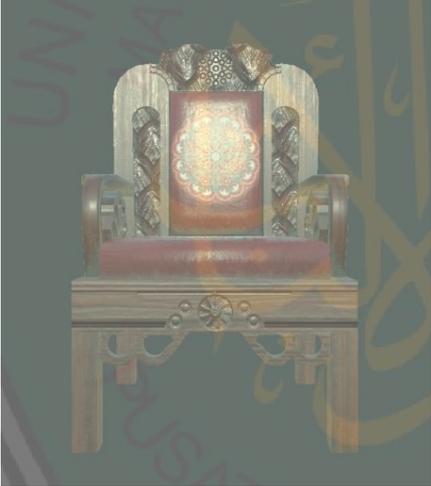
27. Perancangan Kursi A2

Tabel 4. 34 Perancangan model Umum A2

Name : Kursi A2		<i>Screen : 27 of 35</i>	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
3D Model + Texture Map			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Kursi A2 adalah kursi A1 dengan model panjang, material yang digunakan sama dengan material pada kursi A1, hanya saja bentuknya yang lebih panjang membuatnya membutuhkan tekstur yang lebih besar agar detail pada kursi terlihat sempurna.</p>			

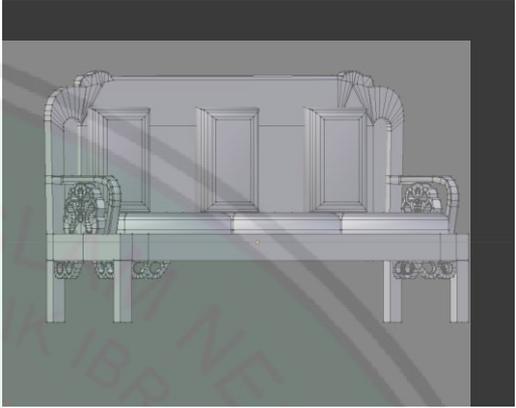
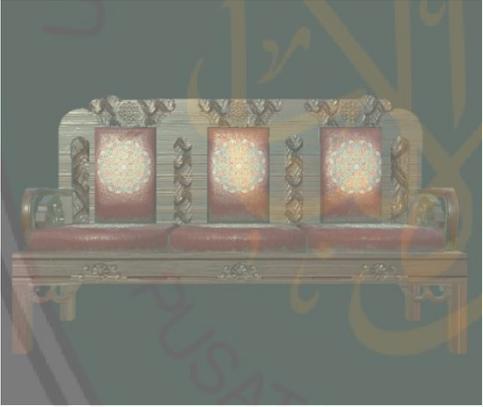
28. Perancangan Kursi B1

Tabel 4. 35 Perancangan model Umum B1

Name : Kursi B1		<i>Screen : 3 of 27</i>	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
3D Model + Texture Map			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Kursi B1 adalah kursi yang terletak di serambi depan, kursi ini dibuat menggunakan material sofa pada bantalan tempat duduk di kursi dan dibelakangnya, pemberian material kayu dibagian yang membutuhkan, serta ukiran pada bagian atas, samping dan tengah kursi, dan juga diberikan beberapa stiker pada bantalan agar sesuai dengan aslinya.</p>			

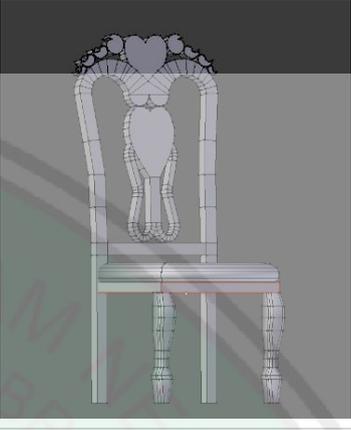
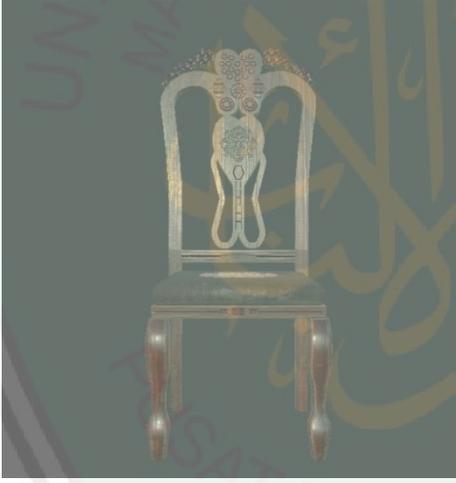
29. Perancangan Kursi B2

Tabel 4. 36 Perancangan model Kursi B2

Name : Kursi B2	Screen : 29 of 35
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Kursi B2 merupakan kursi yang terletak di serambi depan, kursi panjang yang terbagi menjadi 3 bagian ini memiliki material, ukiran dan stiker yang sama dengan kursi B1.</p>	

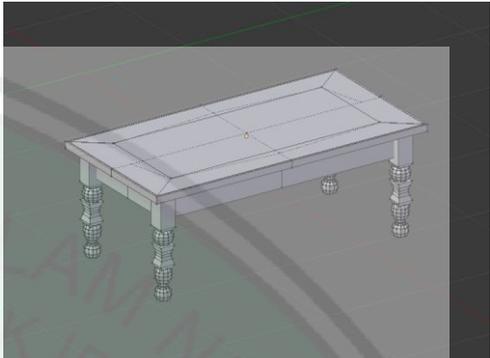
30. Perancangan Kursi C1

Tabel 4. 37 Perancangan model Kursi C1

Name : Kursi C1	Screen : 30 of 35
Real Model	3D Model
	
3D Model + Texture Map	
Front	Behind
	
<p>Description :</p> <p>Kursi C1 dibuat semirip mungkin dengan bentuk kursi aslinya dengan memberikan material kayu pada hampir keseluruhan bagian, dan material sofa diberikan pada bantalan dudukan pada kursi, memberikan ukiran pada sandaran kursi dan stiker pada dudukan. Kursi ini terdapat di dapur.</p>	

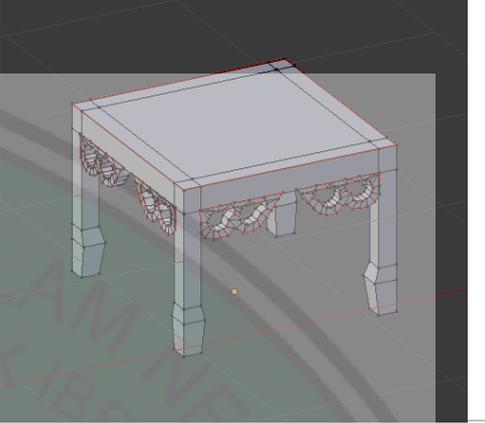
31. Perancangan Meja A3

Tabel 4. 38 Perancangan model Meja A3

<i>Name : Kursi C1</i>	<i>Screen : 31 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
<i>3D Model + Texture Map</i>	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<i>Description :</i>	
<p>Meja A3 adalah meja yang digunakan untuk melengkapi kursi A1 dan A2, seluruh bagian menggunakan material kayu dengan ukiran pada tiang dan pada bagian samping meja, bagian atas diberikan material plastic dengan nilai <i>rough</i> = 0 yang artinya material akan memantulkan cahaya, sehingga bagian tersebut akan tampak seperti kaca.</p>	

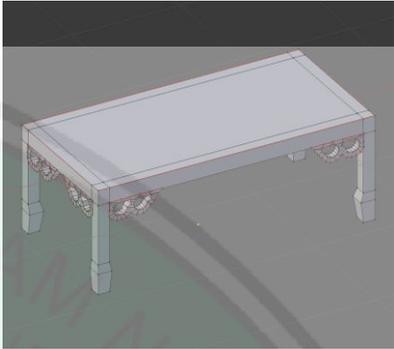
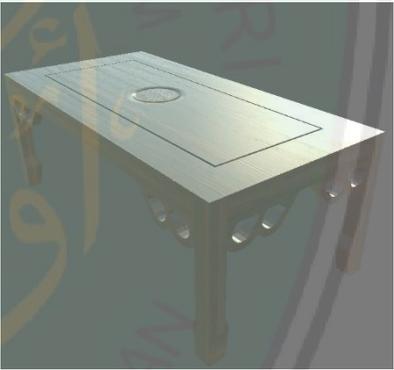
32. Perancangan Meja B3

Tabel 4. 39 Perancangan model Meja B3

Name : Meja B3	<i>Screen : 32 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Meja B3 digunakan untuk melengkapi kursi B1 serta B2 dan terletak dibagian serambi depan, keseluruhan permukaan dari meja ini dibuat dengan material kayu, diberikan ukiran disisi dan dibagian atas meja sesuai dengan aslinya.</p>	

33. Perancangan Meja B4

Tabel 4. 40 Perancangan model Meja B4

Name : Meja B4		<i>Screen : 33 of 35</i>	
<i>Real Model</i>		<i>3D Model</i>	
			
3D Model + Texture Map			
<i>Front</i>		<i>Behind</i>	
			
<i>Description :</i>			
<p>Meja B4 adalah meja yang digunakan untuk melengkapi kursi B1, B2 dan meja B3 dalam ruang serambi depan, semua material yang digunakan sama dengan material yang digunakan di meja B3.</p>			

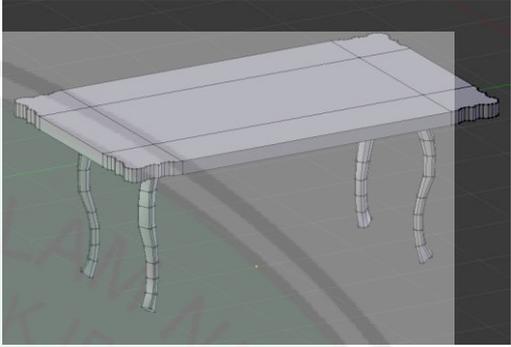
34. Perancangan Meja C2

Tabel 4. 41 Perancangan model Meja C2

Name : Meja C2	Screen : 34 of 35
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
<i>3D Model + Texture Map</i>	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Meja C2 adalah pelengkap dari kursi C1, meja yang terdapat di serambi belakang ini menggunakan material marmer dan sedikit ukiran pada sekeliling tepian meja.</p>	

35. Perancangan Meja C3

Tabel 4. 42 Perancangan model Meja C3

Name : Meja C3	<i>Screen : 35 of 35</i>
<i>Real Model</i>	<i>3D Model</i>
	
3D Model + Texture Map	
<i>Front</i>	<i>Behind</i>
	
<p><i>Description :</i></p> <p>Meja ini menjadi pasangan kursi C1 diruang dapur, memiliki ukiran di sekeliling meja bagian atas, menggunakan material kayu pada keseluruhan meja dan material plastik dengan nilai <i>rough</i> = 0 dibagian paling atas meja, sehingga terlihat seperti lapisan kaca.</p>	

4.5.2 Desain Level Game

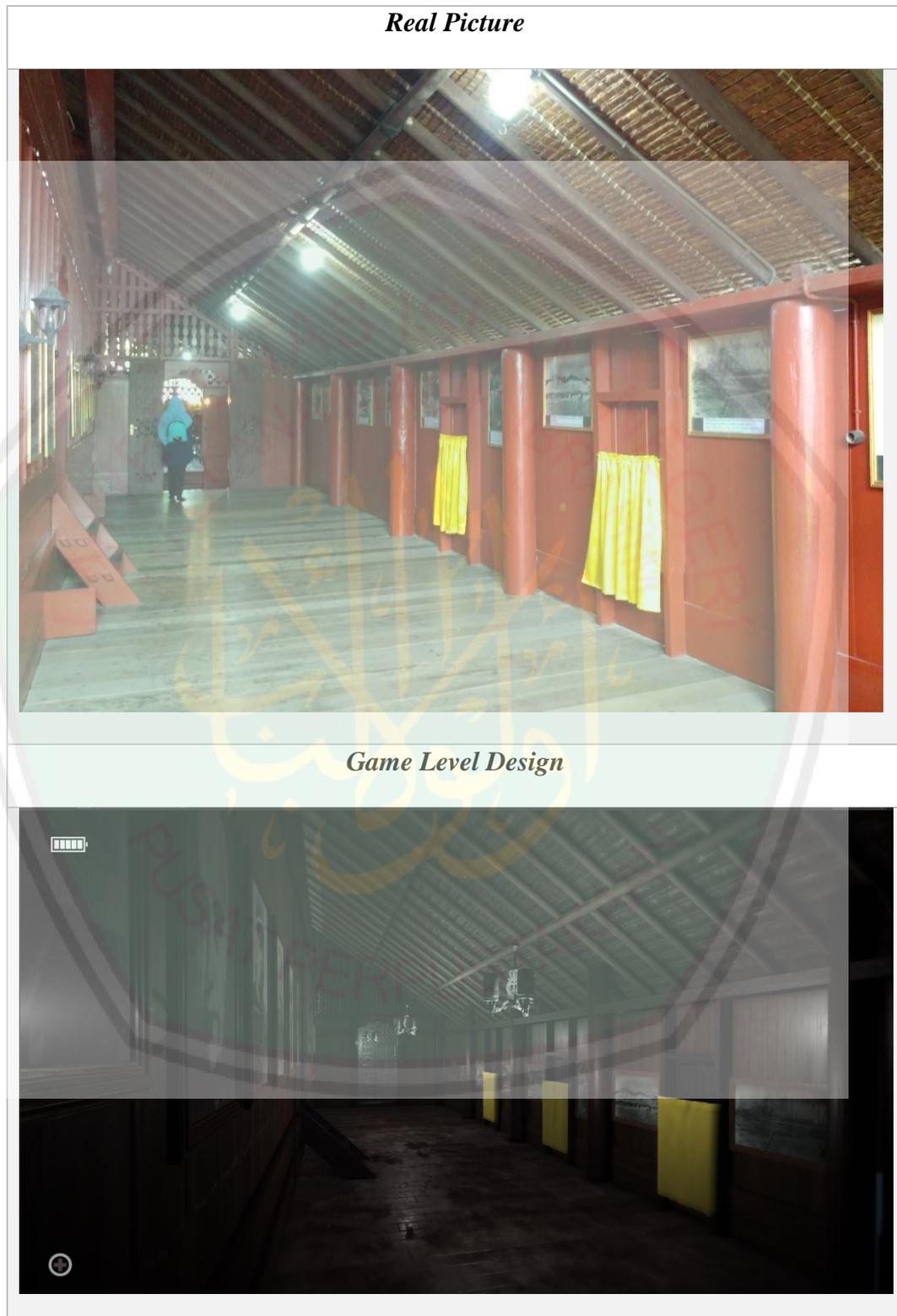
Setelah membuat semua model yang dibutuhkan, maka dilanjutkan dengan membuat level desain pada *game Left Alone*, level desain pada *game* ini dibuat serealistis mungkin dengan aslinya agar memudahkan *player* untuk mengetahui detail rumah dengan baik, pembuatan level desain ini dilakukan dengan menyusun model rumah yang telah dibuat dan disesuaikan dengan map seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.18**.

Untuk membandingkan desain rumah Cut Nyak Dhien yang asli dengan level desain yang telah dibuat pada *game Left Alone*, maka peneliti membuat tabel perbandingan yang memuat *real picture* atau gambar hasil jepretan kamera pada saat survei lokasi di rumah tersebut, dan dibandingkan dengan *game level design* yang didapat dari hasil screenshot pada saat memainkan *game*.

Adapun perbandingan kemiripan level desain pada *game Left Alone* dengan suasana di rumah Cut Nyak Dhien yang asli adalah sebagai berikut :

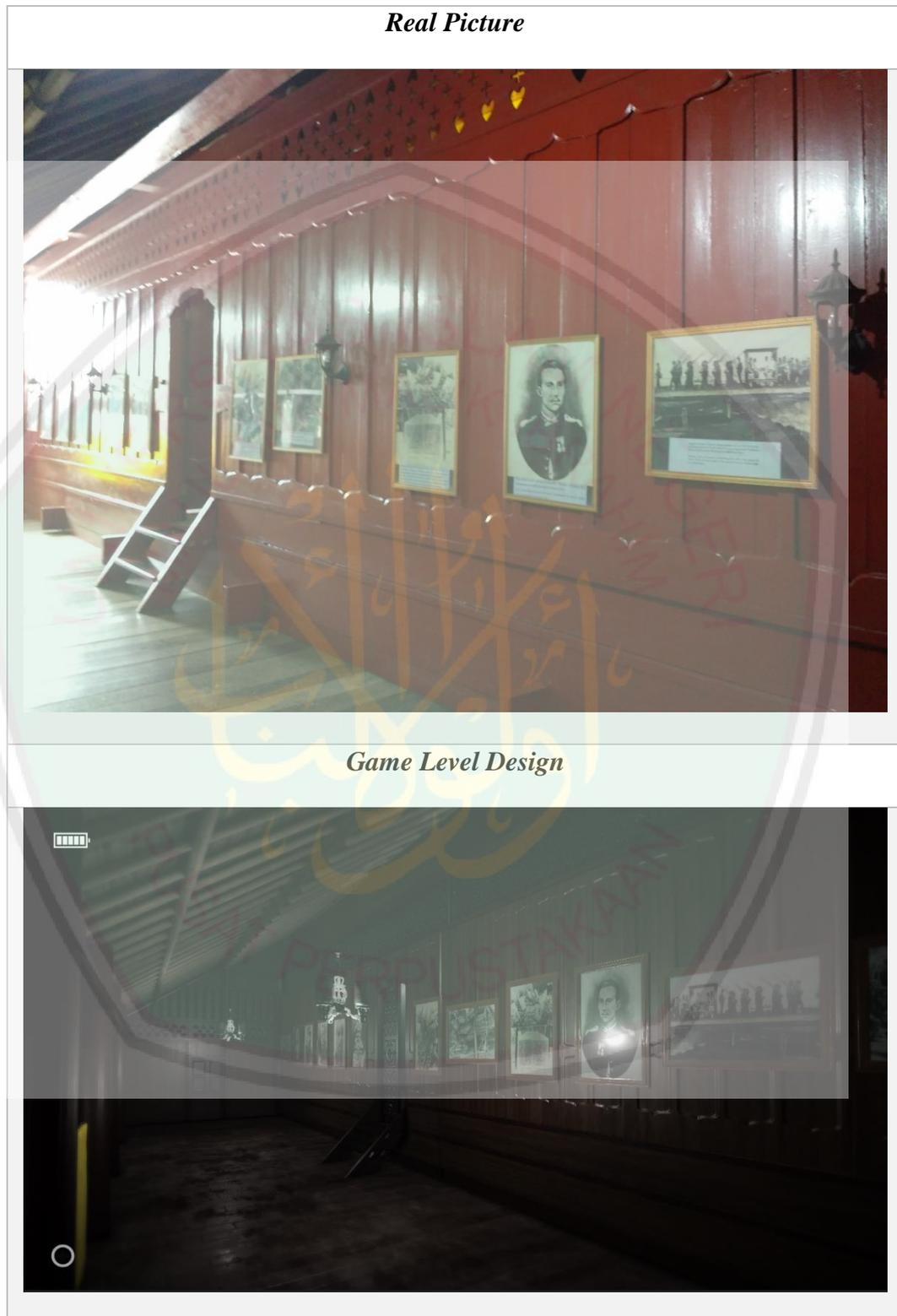
1. Serambi di rumah Cut Nyak Dhien dan *game Left Alone* (menghadap ke dapur)

Tabel 4. 43 Suasana Serambi Belakang Kiri (I)



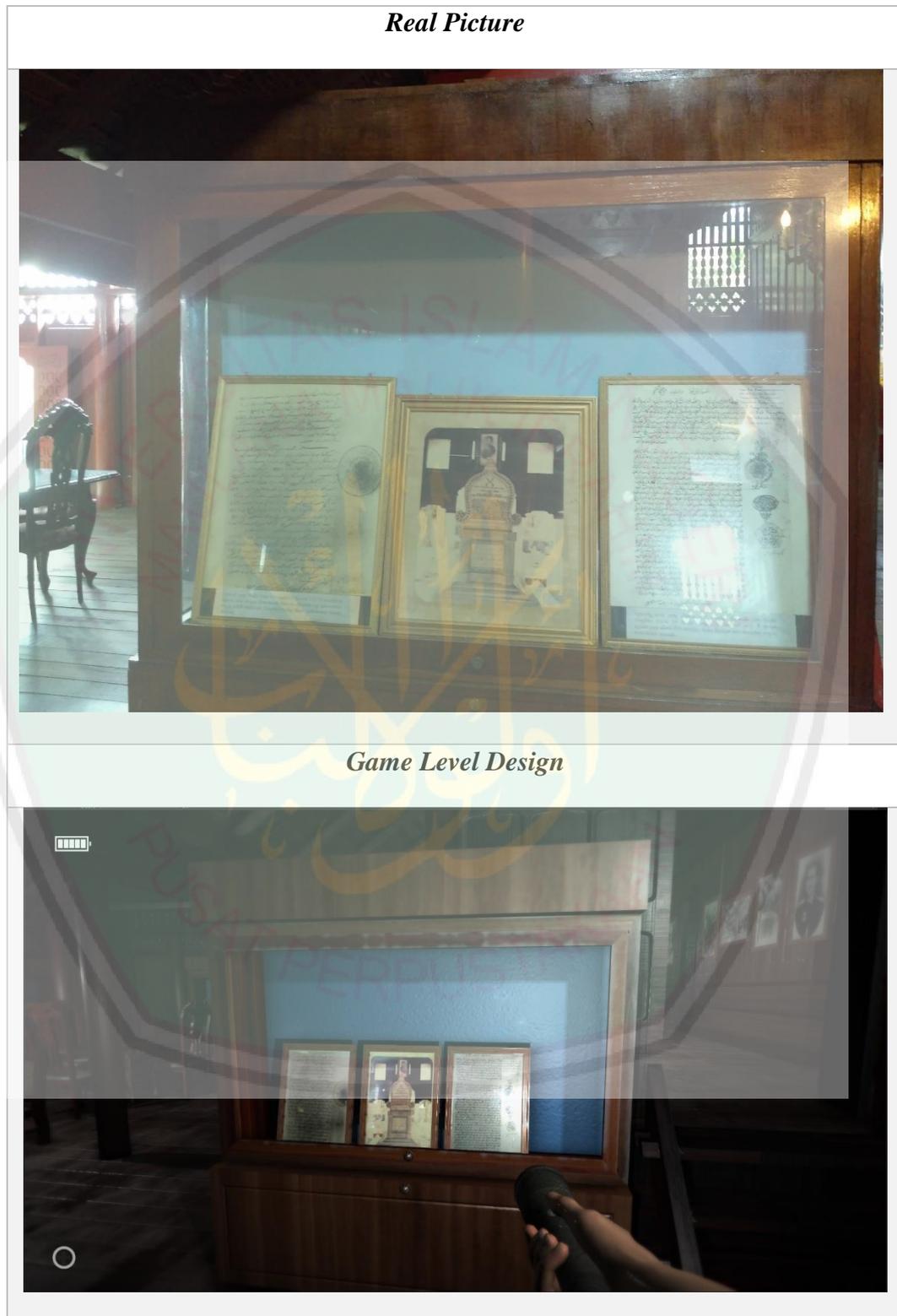
2. Serambi di rumah Cut Nyak Dhien dan *game Left Alone* (menghadap ke rambat)

Tabel 4. 44 Suasana Serambi Belakang Kiri (II)



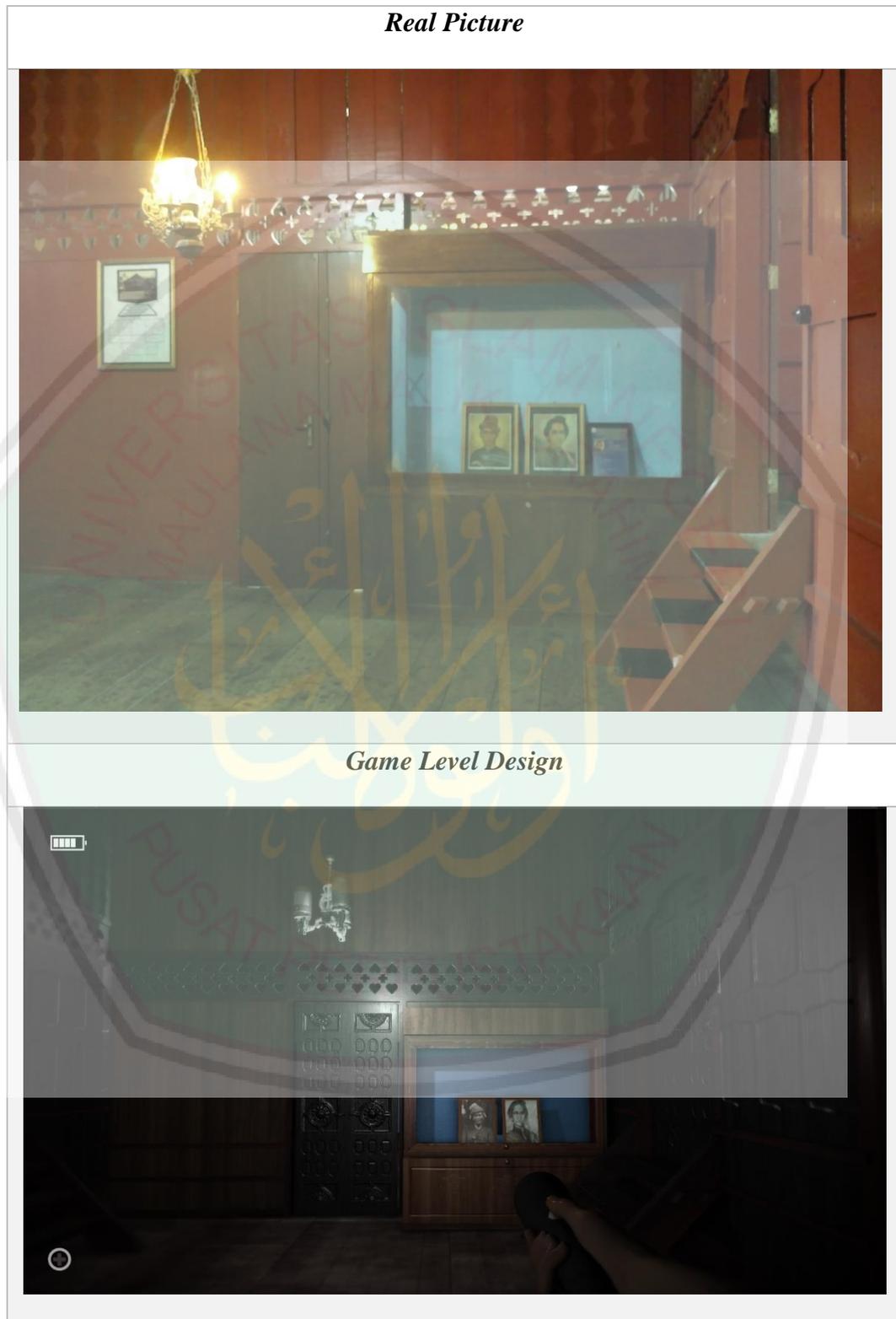
3. Lemari yang berisi surat perjanjian di anjong (dapur)

Tabel 4. 45 Suasana Anjong (I)



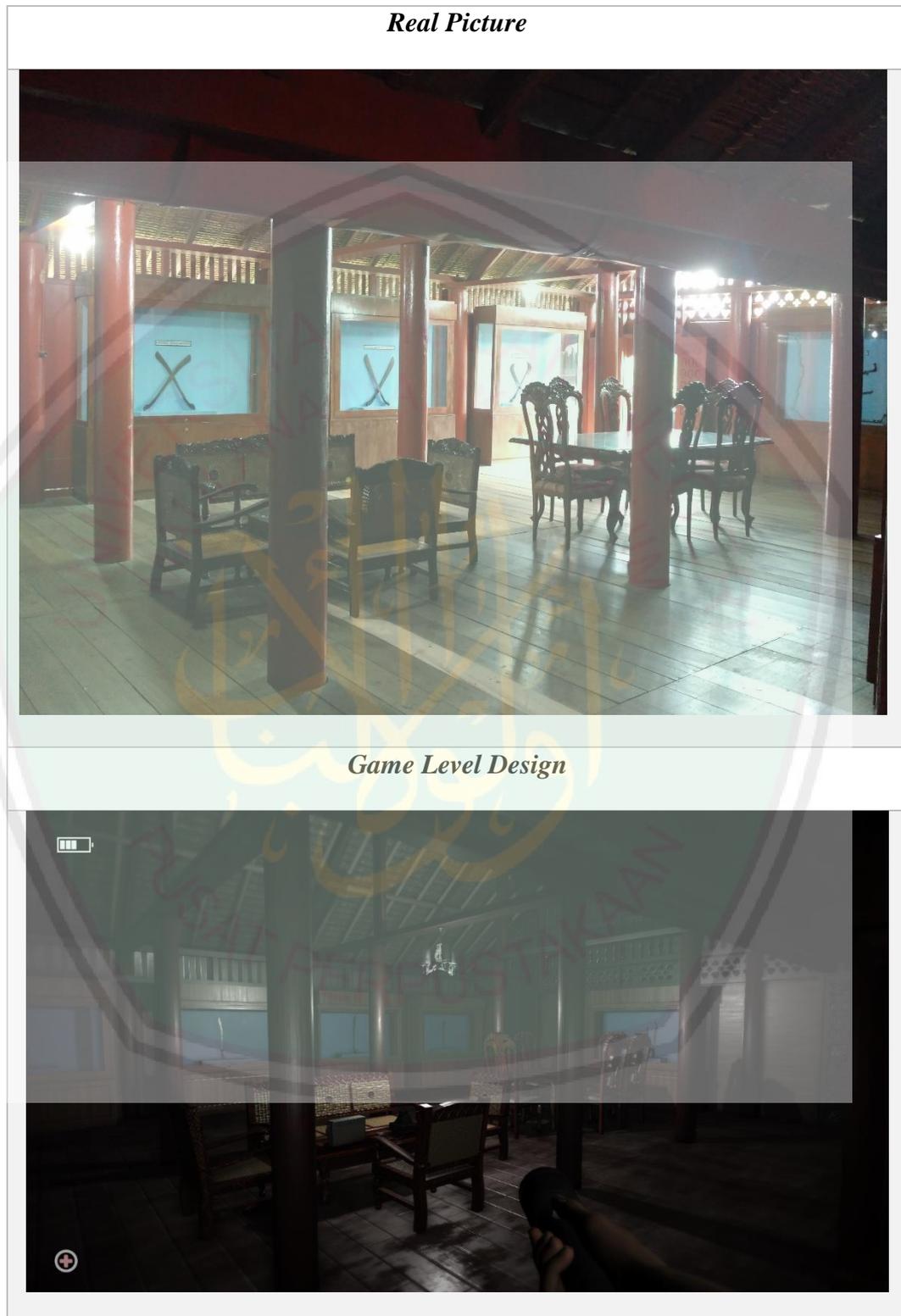
4. Lemari yang berisi foto Cut Nyak Dhien dan Teuku Umar di anjong

Tabel 4. 46 Suasana Anjong (II)



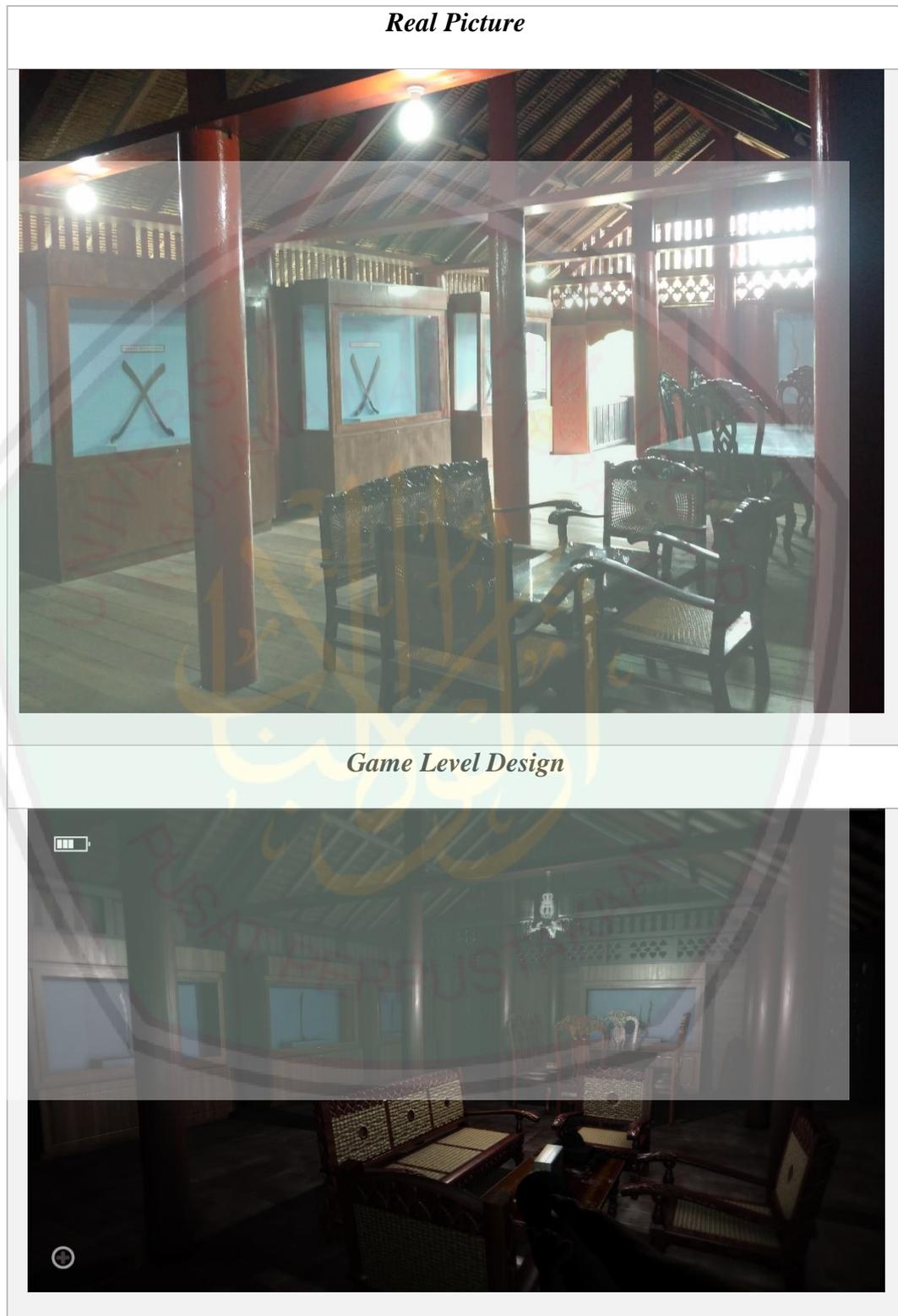
5. Beberapa meja dan kursi di anjong

Tabel 4. 47 Suasana Anjong (III)



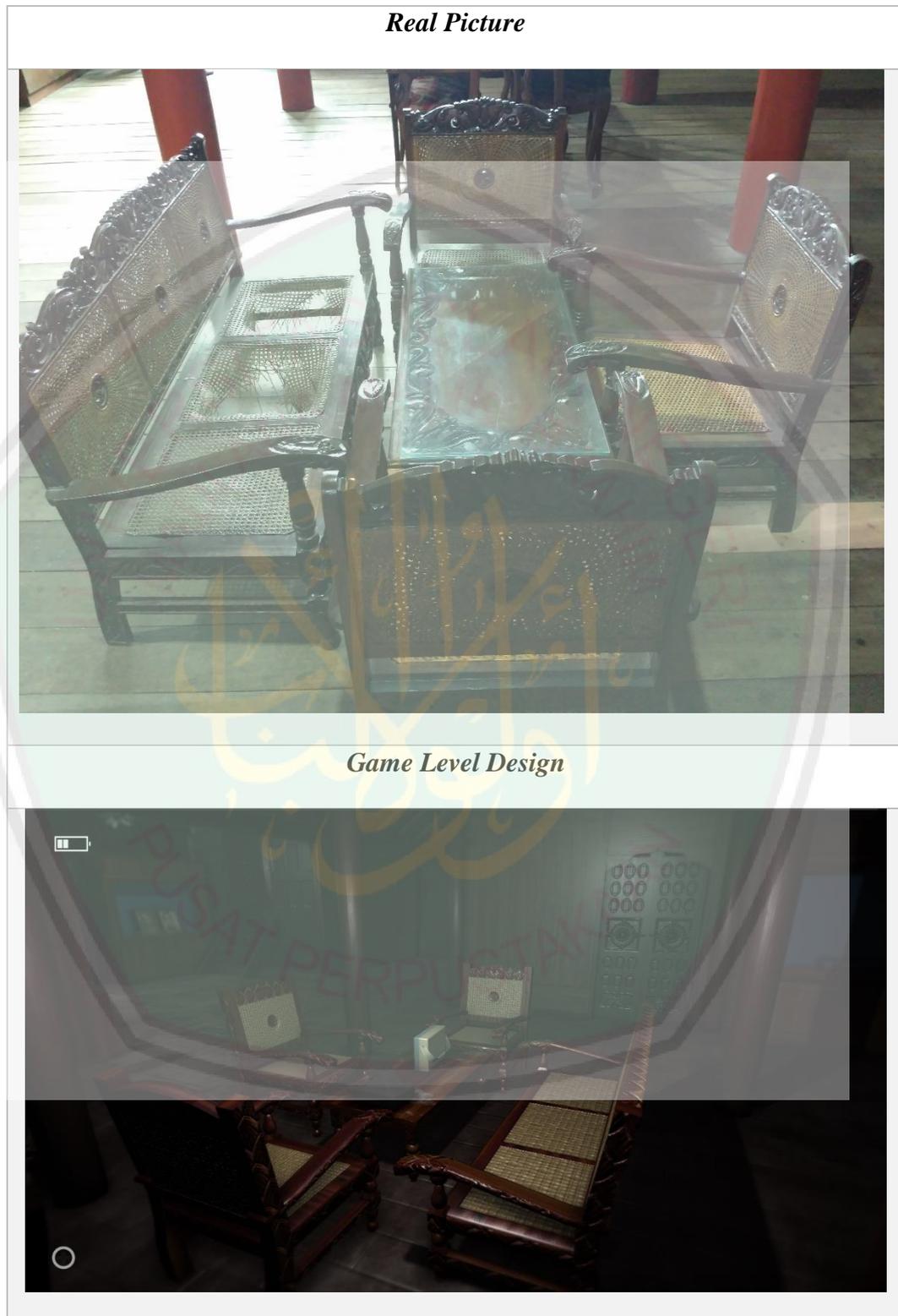
6. Memperlihatkan meja, kursi, lemari dan tiang di anjong

Tabel 4. 48 Suasana Anjong (IV)



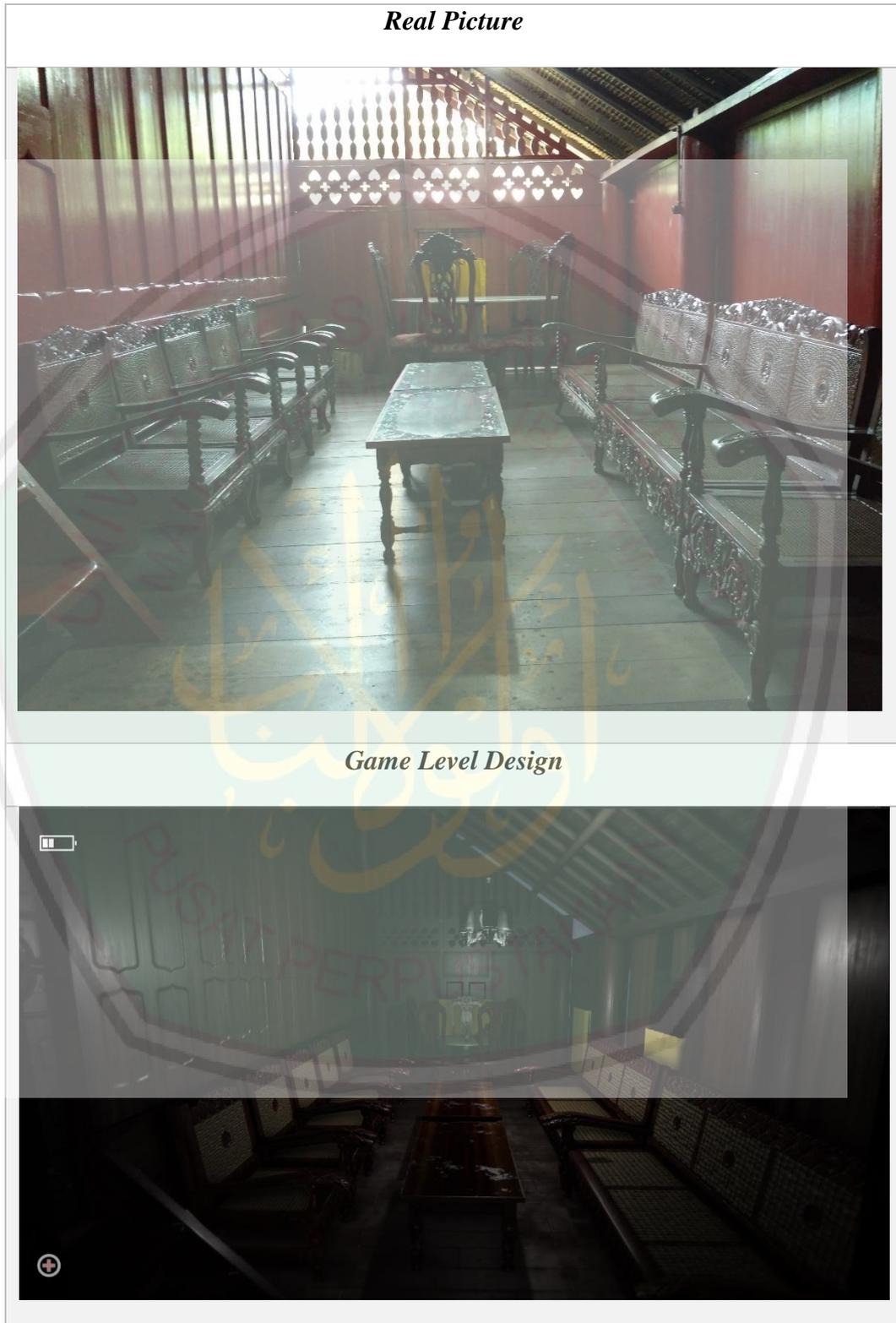
7. Sebuah meja dan beberapa kursi di anjong

Tabel 4. 49 Suasana Anjong (V)



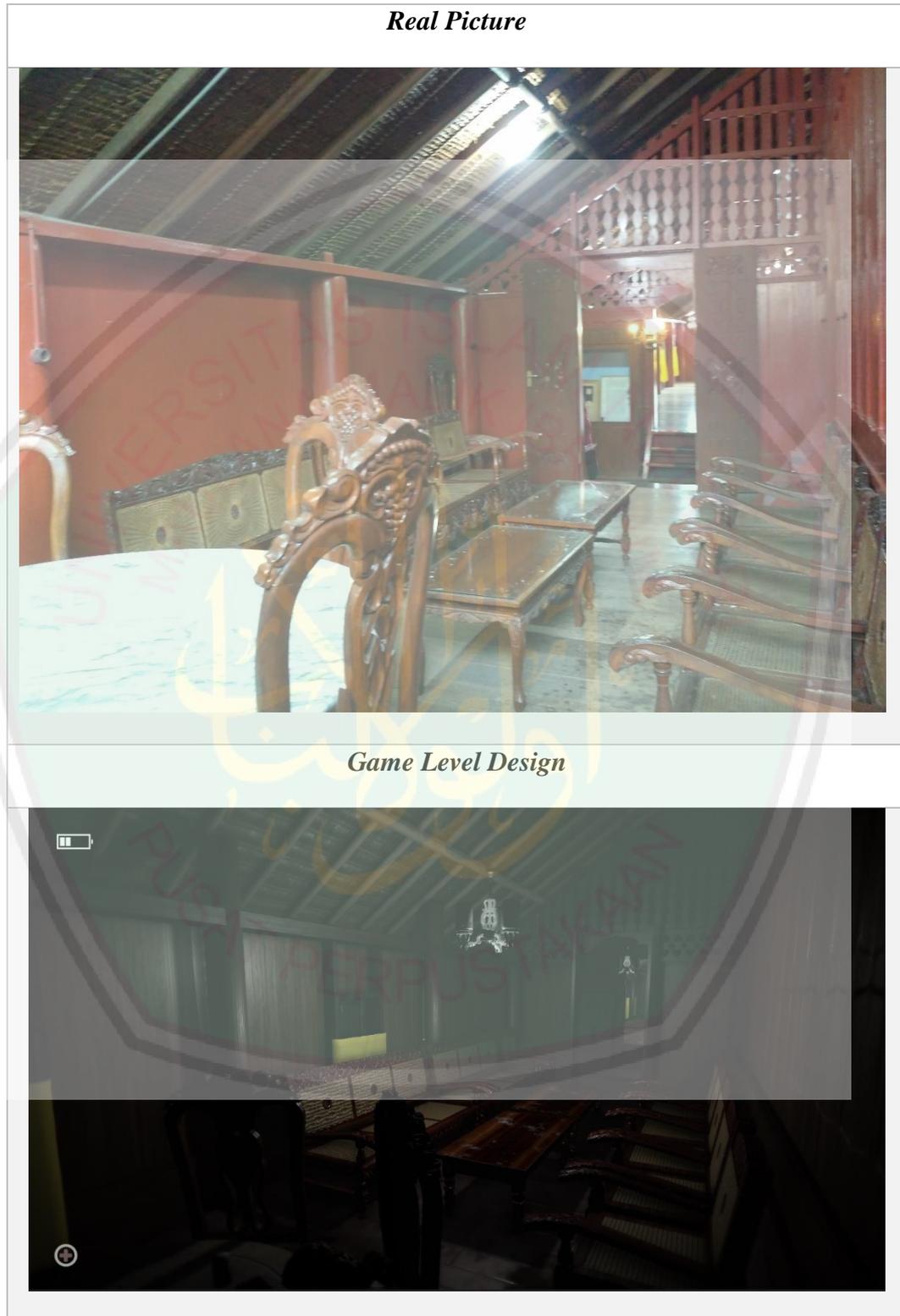
8. Perabotan di serambi belakang sebelah kanan

Tabel 4. 50 Suasana Serambi Belakang Kanan (I)



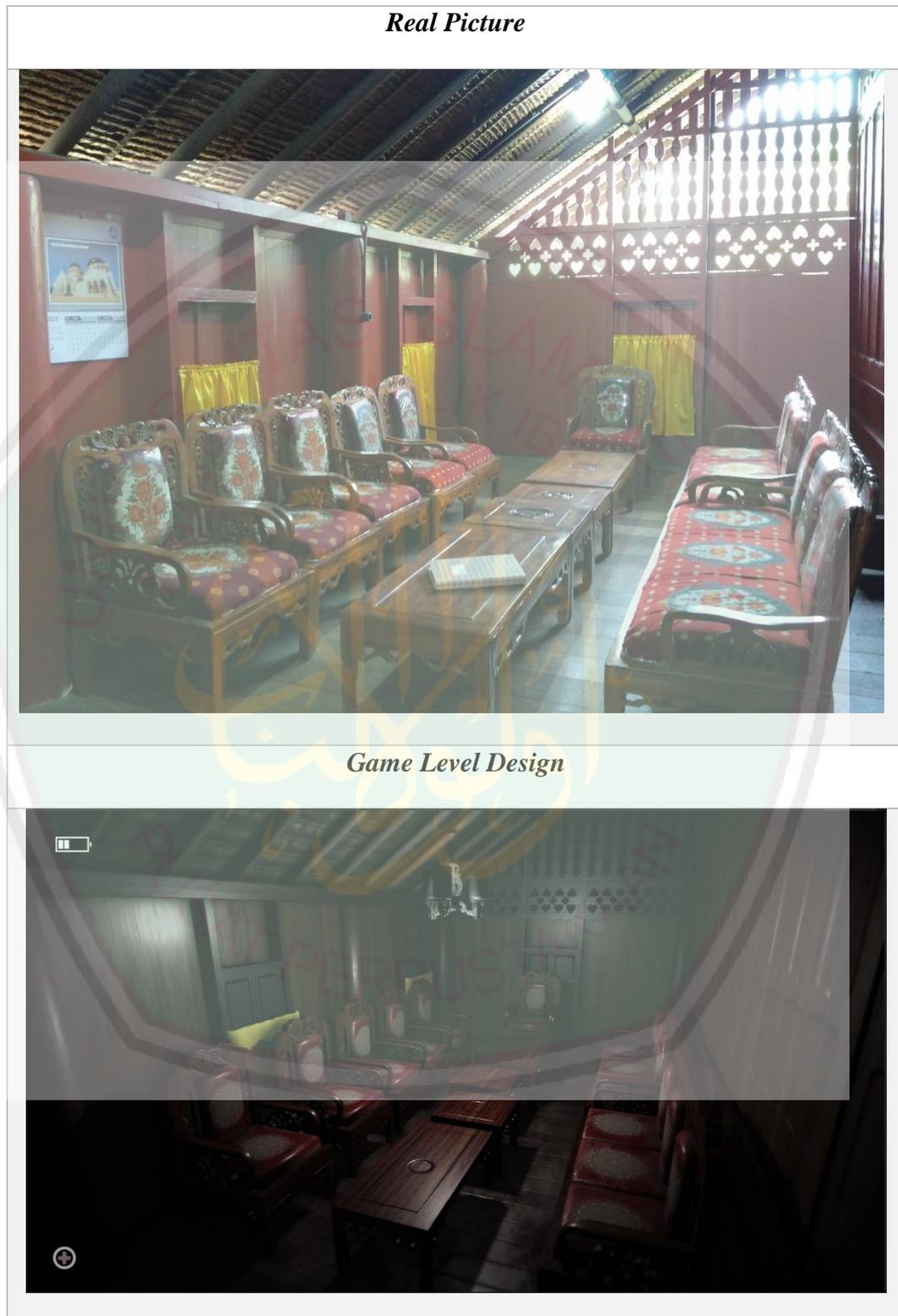
9. Beberapa meja dan kursi di serambi belakang sebelah kanan

Tabel 4. 51 Suasana Serambi Belakang Kanan (II)



10. Perabotan di serambi depan sebelah kanan

Tabel 4. 52 Suasana Serambi Depan Kanan



1.3 Integrasi Dalam Islam

Mempelajari sejarah dan peradaban merupakan hal yang sangat penting bagi keberlangsungan umat manusia, khususnya umat islam, karena di dalamnya terdapat kejadian yang telah berlalu dan memiliki pelajaran yang bisa dipetik oleh umat yang hidup di masa sekarang untuk membenahi kekurangan dan kesalahan guna meraih kemuliaan dunia dan akhirat.

Allah berfirman dalam surat Yusuf ayat 111 :

لَقَدْ كَانَتْ فِي قَصَصِهِمْ عِبْرَةً لِأُولِي الْأَلْبَابِ ۗ مَا كَانَ حَدِيثًا يُفْتَرَىٰ وَلَٰكِن تَصْدِيقَ الَّذِي بَيْنَ يَدَيْهِ
وَتَفْصِيلَ كُلِّ شَيْءٍ وَهُدًى وَرَحْمَةً لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿١١١﴾

Artinya: *Sesungguhnya pada kisah-kisah mereka itu terdapat pengajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal. Al Quran itu bukanlah cerita yang dibuat-buat, akan tetapi membenarkan (kitab-kitab) yang sebelumnya dan menjelaskan segala sesuatu, dan sebagai petunjuk dan rahmat bagi kaum yang beriman. (Q.S. Yusuf : 111)*

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa terdapat banyak sekali kisah yang terjadi di masa lalu dan dapat dijadikan sebagai pelajaran bagi orang-orang yang berakal agar tidak lagi melakukan kesalahan yang sama, juga ditegaskan bahwa Al Quran tidak menceritakan sesuatu yang dibuat-buat akan tetapi diambil dari kisah-kisah yang benar dan terdapat pembelajaran di dalamnya.

Indonesia adalah negara besar yang memiliki banyak sejarah dimasa penjajahan, perjuangan para pahlawan di masa lalu untuk meraih kemerdekaan sangat penting untuk dipelajari oleh pemuda-pemudi bangsa saat ini sehingga

dimasa yang akan datang bangsa ini menjadi lebih tau dan lebih siap untuk mengantisipasi perpecahan dan penjajahan.

Salah satu pahlawan yang ikut andil dalam memperjuangkan kemerdekaan adalah Cut Nyak Dhien, beliau adalah pahlawan yang sangat gigih ketika mengusir penjajah dari bumi Indonesia dimasa hidupnya hingga akhirnya tertangkap dan diasingkan oleh Belanda ke Sumedang, Cut Nyak Dhien bertahan di Sumedang sebagai guru mengaji hingga akhir hayatnya. Salah satu bukti sejarah dan saksi bisu perjuangan Cut Nyak Dhien yang masih ada adalah rumahnya yang terletak di Banda Aceh.

Oleh karena itu, penulis memutuskan untuk menggunakan rumah Cut Nyak Dhien sebagai *setting* tempat dalam *game Left Alone*, agar *player* dapat mengamati dan mempelajari benda benda bersejarah yang terdapat di rumah Cut Nyak Dhien.

Dalam surat Al-‘Ashr, Allah berfirman :

وَالْعَصْرِ ﴿١﴾ إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ ﴿٢﴾ إِلَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَّصُوا بِالْحَقِّ وَتَوَّصُوا بِالصَّبْرِ ﴿٣﴾

Artinya : "*Demi masa. Sesungguhnya manusia benar-benar dalam keadaan merugi. Kecuali orang-orang yg senantiasa beriman dan beramal saleh dan saling menasehati di dalam kebenaran dan menasehati dalam kesabaran*". (QS.Al-Asr: 1-3).

Dalam ayat ini dijelaskan bahwa manusia selalu berada di dalam kerugian, kecuali orang yang beriman, beramal sholeh dan saling menasehati di dalam kebenaran dan kesabaran. Melalui media *game* ini penulis mencoba memberikan beberapa nasihat dalam bentuk informasi kepada *player*, karena pada umumnya

kegiatan bermain *game* selalu dianggap sebagai kegiatan yang merugikan, tidak bermanfaat dan buang buang waktu, tapi pada *game* ini penulis berharap dapat mengubah pola pikir masyarakat pada umumnya, karena disamping memainkan *game*, *player* juga akan mempelajari berbagai hal menarik mengenai rumah Cut Nyak Dhien, hal ini dapat dilakukan karena pada *game* ini terdapat banyak sekali detail dari rumah Cut Nyak Dhien serta penjelasan yang menyertainya, detail seperti interior rumah, foto yang menjelaskan keadaan pada masa lalu serta benda benda bersejarah yang berada di lokasi dibuat semirip mungkin, sehingga *player* akan mengerti tentang sejarah yang terdapat di dalamnya.

Dengan pembuatan *game* ini yang didasarkan pada data dan *survey* langsung ke lokasi rumah Cut Nyak Dhien, maka penulis ingin membagikan kepada masyarakat mengenai ilmu dan informasi apapun yang telah penulis dapatkan selama penelitian yang mencakup pembuatan ulang rumah Cut Nyak Dhien dalam bentuk 3D dan implementasinya kedalam *game Left Alone*, sehingga masyarakat dapat menikmati sekaligus mendapatkan ilmu yang terkandung di dalamnya, sebagaimana yang disabdakan oleh Rasulullah :

بلغوا عني ولو آية

Artinya : "Sampaikanlah dariku walau satu ayat." (HR. Al-Bukhari)

Berdasarkan hadist diatas yang menganjurkan umat nabi Muhammad agar selalu menyampaikan suatu ilmu walau sedikit, maka cukuplah alasan penulis untuk melakukan penelitian dan mengembangkan serta membagikan sedikit pengetahuan mengenai rumah Cut Nyak Dhien dalam media *game* kepada masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisis, perancangan dan implementasi pada *game Left Alone* adalah sebagai berikut :

Penggunaan algoritma *Artificial Bee Colony* berhasil diterapkan sebagai pembangkit perilaku pencarian pada NPC. Ditunjukkan dengan ujicoba sistem pada Tabel.4.4, pada awal percobaan jarak masing masing NPC ke *player* adalah :

- NPC 1 (4.54), NPC 2 (5.55), NPC 3 (5.67), NPC 4 (6.17), NPC 5 (6.27)

Dalam proses pencarian jalur terpendek ke lokasi *player* selama 80 kali iterasi, masing masing NPC berhasil mencapai jarak maksimal dengan nilai jarak akhir NPC ke *player* sebagai berikut :

- NPC 1 (1.31), NPC 2 (1.33), NPC 3 (1.77), NPC 4 (1.76), NPC 5 (1.73)

Dari hasil penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai jarak akhir NPC ke *player* sudah melewati nilai *stopping distance* (1.8) yang berarti penelitian telah berjalan dengan baik.

Game *Left Alone* telah diuji cobakan ke 4 sistem operasi berbeda pada platform windows desktop, pada berbagai *device* tersebut *game* ini menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada uji coba sistem, tampilan dan tombol.

5.2 Saran

Peneliti menyadari bahwa dalam pembuatan *game* ini masih banyak kekurangan yang nantinya sangat perlu untuk dilakukan pengembangan agar menjadi *game* yang lebih baik, beberapa saran dari peneliti diantaranya :

- a. Menambah jumlah *mission objective* pada *game*, pada *game* ini peneliti hanya menyelesaikan satu *objective* karena keterbatasan waktu pengerjaan, maka sangat dibutuhkan kelanjutan dari misi agar permainan bisa diselesaikan lebih lama.
- b. Menambahkan beberapa *scene* animasi yang bisa diletakkan pada *intro game*, pada pertengahan cerita hingga *ending* agar cerita dalam *game* lebih hidup dan dapat dinikmati *player*.
- c. Melengkapi level desain pada beberapa bagian, seperti tempat tidur, spreng, kain pada langit-langit dan beberapa perabotan pelengkap pada kamar, peneliti tidak sempat menyelesaikan semuanya karena keterbatasan waktu.
- d. Menambahkan opsional kontrol menggunakan *joystick* dan mensettingnya agar dapat bergetar ketika sedang menghadapi musuh agar permainan lebih asik dan menegangkan.
- e. Menambahkan *sound fx* pada *game*, sehingga pada saat-saat menegangkan *player* dapat merasakan ketegangannya melalui getaran pada jari-jarinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, E. (2010). *Fundamental of Game Design*. USA: Education.
- Alif, I. (2014). *3D Wayang Adventure Game Untuk Pengenalan Budaya Wayang Nusantara Menggunakan A* Pathfinding Algorithm Sebagai Pembangkit Perilaku Perncarian Pada NPC*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Baskoro, R. (2015, Februari 20). *Game Online Indonesia Tahun 2014*. Retrieved Februari 13, 2017, from Duniaku [Online]: <http://www.duniaku.net/2015/02/20/game-online-indonesia-tahun-2014-ikhtisar-dan-infografis/>
- Brackeen, D., Barker, B., & Vanhelsuwe, L. (2004). *Developing Games in Java*. New Riders.
- Butt, N. (2009). *Bee Colonies Applied To Multiprocessor Scheduling*. Sweeden: Dalarna University.
- Djamaludin, H. S. (2016). *Pergerakan NPC Menggunakan Algoritma Boids dan Artificial Bee Colony Pada Simulasi Mengelilingi Ka'bah (Thawaf)*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Fadila, J. N., Nugroho, F., Yuniarno, E. M., & Nugroho, S. M. (2016). *NPCs Multi Enemy Attack Formation Using Bee Colony Algorithm*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Flanagan, D. (2011). *JavaScript : The Definitive Guide*. USA: O'Reilly Media.
- Goldstone, W. (2009). *Unity Game Development Essentials*. Prackt Publishing.
- Jatiningsih, W., Yuniarno, E. M., & Hariadi, M. (2014). *Autonomous Agent Based NPC Swarm Attack Behaviour Using Bee Colony*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Johannes, F., Singgih, R. Y., & Jason. (2014). *Aplikasi Game Survival Horror "The Sight" Pada PC Menggunakan Unity 3D*. Skripsi. Jakarta: Binus University.
- Karaboga, D. (2010, Maret 23). *Artificial Bee Colony Algorithm*. Retrieved Februari 26, 2017, from Scholarpedia [Online]: http://scholarpedia.org/article/Artificial_bee_colony_algorithm

- Marta, R., Segara, D. B., Satrio, C. B., & Yosanny, A. (2013). *Aplikasi Game First Person Shooting "Rexa Invasion" Menggunakan Unreal Engine*. Skripsi. Jakarta: Binus University.
- Martunis, Y. (2015, Juli 15). *Wisata Sejarah Ke Rumah Cut Nyak Dhien Di Desa Lampisang*. Retrieved Februari 13, 2017, from HelloAcehku [Online]: <http://helloacehku.com/wisata-sejarah-ke-rumah-cut-nyak-dhien-di-desa-lampisang-aceh-besar/>
- Musaddaq, F. (2017). *Rumoh Cut Nyak Dhien*. Dokumen Pribadi [Videograph], Banda Aceh, Aceh.
- Neumann, J. V., & O, M. (1994). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton New Jersey: Princeton University Press.
- Nilwan, A. (1998). *Pemrograman Animasi dan Game Profesional 4*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Putra, I. (2015, Maret 12). *Rumah Cut Nyak Dhien*. Retrieved Februari 13, 2017, from Antara News [Online]: <http://www.antaraneews.com/foto/80672/rumah-cut-nyak-dien>
- Rismayanti. (2017). *Rumoh Cut Nyak Dhien*. Dokumen Pribadi [Photograph], Banda Aceh, Aceh.
- Saidah, N. H. (2010). *Implementasi Algoritma Optimasi Bee Colony Untuk Penjadwalan Job Shop*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design : A Book of Lense*. USA: Morgan Kaufmann Publisher.
- Soeherman, B. (2007). *Photoshop : Fundamental Photo Editing*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Syauta, M. A. (2013). *Implementasi Algoritma Bee Colony Optimization Dalam Mencari Langkah Solusi Terpendek Pada Puzzle Rubik's Cube*. Skripsi. Bandung: UNIKOM.
- Wulandari, R. (2014, November 10). *Rumah Cut Nyak Dhien, Tanda Perkasa Sang Srikandi Indonesia*. Retrieved Februari 13, 2017, from Kompasiana [Online]: http://www.kompasiana.com/rintawulandarii/rumah-cut-nyak-dien-tanda-perkasa-sang-srikandi-indonesia_54f3e5ba7455137a2b6c8290