3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN *ALGORITMA MENGE* SEBAGAI *CROWD SIMULATION* PADA *NPC*

SKRIPSI

Oleh:
ALIF NUR IMAN
NIM. 12650043

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN *ALGORITMA MENGE* SEBAGAI *CROWD SIMULATION* PADA *NPC*

SKRIPSI

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

Oleh:

Alif Nur Iman

NIM. 12650043

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN *ALGORITMA MENGE* SEBAGAI *CROWD SIMULATION* PADA *NPC*

SKRIPSI

Oleh:

ALIF NUR IMAN
NIM. 12650043

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Fresy Nugroho, M.T	Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19710722 201101 1 001	NIP. 19830616 201101 1 004

Tanggal, 29 September 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN *ALGORITMA MENGE* SEBAGAI *CROWD SIMULATION* PADA *NPC*

SKRIPSI

Oleh:

ALIF NUR IMAN
NIM. 12650043

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan

Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal 29 September 2017

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: Dr. Muhammad Faisal, M.T NIP. 19740510 200501 1 007	( )
2. Ketua	: Dr. Suhartono, M.Kom NIP. 19680519 200312 1 001	( )
3. Sekretaris	: Fresy Nugroho, M.T NIP. 19710722 201101 1 001	( )
4. Anggota	: Yunifa Miftachul Arif, M.T NIP. 19830616 201101 1 004	( )

Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Informatika

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERNYATAAN

ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Alif Nur Iman
NIM	:	12650043
Fakultas / Jurusan	:	Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian	:	*3D Labirin Adventure Game* Untuk Pengenalan Pelajaran PKPBA Menggunakan Algoritma *Menge* Sebagai *Crowd Simulation* Pada NPC

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 29 September 2017

Penulis

Alif Nur Iman

NIM. 12650043

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTO

Since there's no way to live a perfect life
I don't want to live a perfect life
My imperfect self will just stay imperfect
Choose only things you want to do
Throw away what you don't
Fate will not leave you
Hate will not heal you
I tell myself

- *Alif Nur Iman*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh kebanggaan aku persembahkan, karya akhir dalam akademisku kepada kalian wahai:

Ibunda yang paling luar biasa yang menjadikan putra satu satunya ini teramat menyayanginya, Ibunda Laila yang kasih sayangnya sepenuh hati.

Ayahanda tercinta, Pak Saep yang selalu mengajarkan bagaimana menjadi pribadi yang lebih baik dan selalu belajar dari pengalaman untuk jadi lebih baik

3 orang sahabat luar biasa berpengaruh dalam semangat akademis yang turut larut dalam kelelahan dan berjuang, Pipit, Galang, Dewi.

Segenap Team KapanLagi Networks Malang dan Mediacorp Singapore yang membantu melancarkan akhir skripsiku. Tim yang mampu mengajarkan sebuah tanggung jawab dan kemandirian.

Setiap dosen Teknik Informatika yang mengesankan untuk dijadikan teladan

Seluruh teman mahasiswa/i Teknik Informatika terutama anak anak kontrakan om dan mbak mbak sosialita.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

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 "3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN ALGORITMA MENGE SEBAGAI CROWD SIMULATION" dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada tauladan terbaik Nabi Agung 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. Mudjia Raharjo, M.Si, 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.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Bapak Fresy Nugroho, 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. Kevin Drure, selaku lulusan universitas Chapel Hill, North Carolina yang turut membantu menerapkan algoritma ke dalam pemrograman Unity 3D.
7. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
8. Teman – teman seperjuangan Teknik Informatika 2011
9. Para peneliti yang telah mengembangkan Game dengan Engine *Unity3d* 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, 29 September 2017

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN ..... **iii**
MOTO ..... **iv**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
ABSTRAK ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II KAJIAN PUSTAKA **5**
2.1 Landasan Teori 5
2.1.1 *Crowd Simulation* 5
2.1.2 *Crowd Simulation* dalam *Game* 7
2.1.3 *Crowd Behavior* 9
2.1.4 *Crowd AI* 12
2.1.5 *Crowd Rendering* 15
2.1.6 *Simulation* 15
2.1.7 Metode *Simulation* 16
2.1.8 Klasifikasi *Simulation* 16
2.1.6 Algoritma *Menge* dalam *Crowd Simulation* 17
2.1.6 Penempatan Materi Edukasi pada *Object NPC* 18
2.1.7 *Game Engine* 18
2.1.8 Blender 26
2.2 Penelitian Terkait 26

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III PERANCANGAN GAME 31
3.1 Tahapan Penelitian 31
3.2 Desain Game dan Penerapan *Crowd Simulation* 32
3.3 Perancangan Algoritma *Menge* 33
3.4 *Architectural Menge* 37
3.4.1 *Behavioral Finite State Machine Elements* 38
3.4.2 *BFSM Goal Selection Elements* 40
3.5 Simulasi Perhitungan Praktik Algoritma *Menge* 41
3.5.1 Desain Detail 44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 54
4.1 Implementasi 54
4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras 54
4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 54
4.2 Implementasi Algoritma *Menge* pada Perilaku *NPC* 54
4.2.1 *Menge* Sebagai Metode *Crowd Simulation* 55
4.3 Implementasi Aplikasi *Game* 56
4.4 Uji Coba 61
4.4.1 Uji Coba Algoritma 61
4.4.2 Uji Coba *Game* 64
4.5 Integrasi Dengan Islam 64
BAB V PENUTUP 70
5.1 Kesimpulan 70
5.2 Saran 70
DAFTAR PUSTAKA 71

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Interface Halaman Kerja pada *Unity3D* 19
Gambar 2. 2 Halaman *Asset Store* 21
Gambar 2. 3 Beberapa *Platform* yang Didukung *Unity* 22
Gambar 2. 4 *MonoDevelop* sebagai *Default Scripting* pada *Unity* 24

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian 31
Gambar 3. 2 *Abstraction Crowd Simulation* 34
Gambar 3. 3 *Menge's Computation Pipeline* 37
Gambar 3. 4 Contoh Perpotongan Dua *Pedestrian* 41
Gambar 3. 5 *Trajectory Implementasi Pedestrian* Pada *Cross Flow* 42
Gambar 3. 6 Visualisasi Navigasi Untuk *Obstacle Course* 43
Gambar 3. 7 *Benchmark* Uji Coba *SteerBench* 43
Gambar 3. 8 Latar Level 44
Gambar 3. 9 Latar Level 2 45
Gambar 3. 10 Latar Level 3 45
Gambar 3. 11 Latar Level 4 46
Gambar 3. 12 *Finite State Machine* dari *Agent* 53

Gambar 4. 1 Labirin Level 1 57
Gambar 4. 2 Labirin Level 2 57
Gambar 4. 3 Labirin Level 3 58
Gambar 4. 4 Labirin Level 4 58
Gambar 4. 5 Antarmuka Menu 59
Gambar 4. 6 Tampilan *Game* Pada Ruang Belajar 59
Gambar 4. 7 Tampilan *Game* Pada Labirin Dengan Musuh 60
Gambar 4. 8 Tampilan *Game* Saat *NPC* Memberikan Pertanyaan 60
Gambar 4. 9 Uji Coba *Steering Wandering* dan *Obstacle* 62
Gambar 4. 10 Uji Coba *Steering Crowd Separation* 63

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 *Story Board* 48
Tabel 3. 2 Desain Karakter..... 52
Tabel 3. 3 Desain Barang 52

Tabel 4. 1 Kebutuhan Perangkat Keras 54
Tabel 4. 2 Kebutuhan Perangkat Lunak 54
Tabel 4. 3 *Source Code* Algoritma *Menge* 55
Tabel 4. 4 *Device* untuk Pengujian 64

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Iman, Alif Nur. 2016. **3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN ALGORITMA MENGE SEBAGAI CROWD SIMULATION PADA NPC** Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : (I) Fresy Nugroho, M.T, (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Kata Kunci: *NPC, Permainan Petualangan, Menge*

PKPBA adalah mata kuliah wajib mahasiswa UIN Maliki Malang. Pembelajaran PKPBA pada umumnya seperti perkuliahan di mana mahasiswa sebagai pendengar dan dosen sebagai pembicara. Di era yang modern ini pembelajaran dapat dikembangkan agar lebih menarik.

Agar pembelajaran menjadi menarik maka butuh saran untuk mewadahi pelajaran menjadi konten yang menarik. Konten permainan adalah salah satu media pembelajaran yang banyak digemari masyaratakat. Konten yang unik merupakan salah satu daya tarik untuk mampu mendukung iklim belajar.

Penelitian ini menjelaskan bagaimana merancang perilaku *Crowd Simulation* dalam NPC pada suatu game dan juga menjelaskan bagaimana membangun adventure game yang bernuansa edukasi. 3D Labirin Adventure Game adalah permainan edukasi berjenis adventure berbasis desktop yang dibangun dengan memanfaatkan Unity3d. Pemain memasuki labirin yang rumit yang mana di tiap ruangannya terdapat *NPC* dengan *Crowd Simulation*. Karakter

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

musuh mengimplementasikan sistem kecerdasan buatan yang akan mendeteksi keberadaan NPC atau benda lain.

Implementasi kecerdasan buatan pada penelitian ini diterapkan pada NPC dengan memanfaatkan Algoritma Menge. Algoritma Menge digunakan sebagai pembangkit perilaku pendeteksi keberadaan NPC atau benda lain. Penelitian ini difokuskan pada platform desktop.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Iman, Alif Nur. 2017. **3D LABIRIN ADVENTURE GAME UNTUK PENGENALAN PELAJARAN PKPBA MENGGUNAKAN ALGORITMA MENGE SEBAGAI CROWD SIMULATION PADA NPC** Essay. Major of Informatic Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisor : (I) Fresy Nugroho, M.T, (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

PKPBA is general class for all college student of UIN Maliki Malang. In general, PKPBA class is just like normal lecture class which collage as listener and lecturer as speaker. Nowadays, learning can be developed in such a way to be more attractive.

In order to make learning to be more attractive, we need to accommodate the content of lesson to be interesting content. Games is one of interesting content which can be implemented as lesson. Unique content will increase productivity on studying and boost climate of studying

This research explain about how to designing *Crowd Simulation* behaviour on *NPC* inside the game and develop the adventure game become education. *3D Labirin Adventure Game* is education game desktop developed using Unity 3D. Player need to find the way out through complicated labyrinth. On each labyrinth room, there are *NPC* implemented with *Crowd Simulation* behaviour. This *NPC* will detect another *NPC* or anything on their environtment.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Artificial Intellegence in this research implemented inside the NPC using Menge Algorithm. Menge Algorithm is used as detector of the environment around NPC. This research using desktop as platform.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ملخص

م قدمة كابا تشر لغة لعبة مغامرة لابرين .2017 .ذور أليف الإيمان، الهندسة كلية .الشعب مجلس مقال على الحشد محاكاة مع الخوارزمية استخدام كلية .مقال .مالانج إبراهيم مالك مولانا في ةالإسلامي الدولة جامعة والتكنولوجيا، مولانا في الإسلامية الدولة جامعة والتكنولوجيا، الهندسة مالانج إبراهيم مالك.

.عارف ميف تاشوليونديفانو وغروهو، فريسي :مستشار

بشكل .UIN Maliki Malang من الجامعات طلاب لجميع عامة فئة هو PKPBA كما الكولاج التي العادية المحاضرات الطبقة مثل ماتما هو فئة PKPBA عام، مثل في التعلم تطوير يمكن الحاضر، الوقت في .كم تحدث ليكرر وورر والمستمع .جاذبية أكثر لتكون الطريقة هذه.

استيعاب إلى بحاجة ونحن جاذبية، أكثر ليكون التعلم جعل أجل من مثيرة المحتوى من واحدة هي عاباالأل .لاهتمام مثيرة المحتوى ليكون الدرس محتوى دراسة في الإنتاجية سيزيد الفريد المحتوى .كدرس تنفيذها يمكن التي لاهتمام الدراسة مناخ وتعزيز

داخل NPC على الحشود محاكاة سلوك تصميم كيفية البحث هذا يوضح لعبة هي مغامرة لابرين لعبة 3D 3 .التعليم تصبح تمغامر لعبة وتطوير اللعبة على العثور إلى بحاجة لاعب .Unity 3D باستخدام و ضعت المكتب سطح لميتع سلوك مع نفذت NPC وهناك متاهة، غرفة كل في .معقدة متاهة خلال من للخروج وسيلة .بيئتهم على شيء أي أو NPCآخر تكتشف سوف NPC هذا .الحشد المحاكاة استخدامب NPC داخل تنفيذها البحث هذا في إنتاج الذكاء الاصطناعي البحث هذا .NPC حول البيئة كاشف يستخدم خوارزمية منهج .منهج خوارزمية كمنصة المكتب سطح باستخدام.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian tentang simulasi bagaimana sejumlah orang dalam satu tempat dapat memiliki tujuan yang sama dan hal tersebut menjadi satu entitas tersendiri atau biasa disebut dengan kerumunan (*crowd*) merupakan bidang yang sangat menantang dikembangkan peneliti saat ini. [(Liang He, 2016), (Adam Barnett, 2015), (Dylan R, 2015)].

He, Pan, Narang, Wenping, & Manocha (2016) mengajukan metode yang lebih baik daripada metode sebelumnya yang mana menurut penelitiannya *crowd* yang baik adalah *crowd* yang tanpa mengasumsikan lingkungan, ukuran, dan bentuk dari suatu grup kerumunan itu sendiri. Sehingga dalam penelitian ini didapatkan hasil penelitian yang mana *multiagent* dalam *crowd* dapat berinteraksi antara satu dan lainnya secara langsung.

Sedangkan Barnett, Shum, & Komura (2015), menyampaikan bahwa *crowd simulation* yang baik adalah *crowd* yang menghitung keharmonisan lingkungan antar *fieldnya*. Yang mana dalam penelitian ini dibuat Topologi *Reep Graph* yang terdiri dari *Starting Points*, *Goals*, dan *Obstacles*. Sehingga dalam penelitian ini didapatkan hasil penelitian yang mana simulasi kerumunan secara globar terkoordinasi.

Berikutnya (Paul, R., & M.S., 2015) meneliti tentang penggunaan simulasi *crowd* untuk model evakuasi dalam game. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan situasi yang realistik sebuah evakuasi di dalam suatu stadion

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sehingga pihak stadion atau mungkin pemerintah akan bisa memprediksi secara langsung apa yang akan terjadi ketika evakuasi berlangsung.

Kemampuan memahami Al-Qur'an merupakan kemampuan penting dan mendasar bagi calon intelektual muslim, karena untuk mengkaji suatu topik tertentu yang berhubungan keislaman sumber pokok yang harus dituju adalah Al-Qur'an. Sebagaimana firman Allah dalam surat Ar- Ra'd ayat 37 yang berbunyi :

وَكَذَٰلِكَ أَنزَلْنَٰهُ حُكْمًا عَرَبِيًّا ۚ وَلَئِنِ ٱتَّبَعْتَ أَهْوَآءَهُم بَعْدَمَا جَآءَكَ مِنَ ٱلْعِلْمِ ۙ مَا لَكَ مِنَ ٱللَّهِ مِن وَلِىٍّ وَلَا وَاقٍ ﴿٣٧﴾

Yang artinya : "Dan demikian, kami telah menurunkan Al-Quran itu sebagai peraturan (yang benar) dalam bahasa Arab, Dan seandainya kamu mengikuti hawa nafsu mereka setelah datang pengetahuan kepadamu, maka sekali-kali tidak ada pelindung dan pemelihara bagimu terhadap (siksa Allah)".

Dengan penafsiran ayat sebagai berikut: (Dan demikianlah) penurunan itu (Kami telah menurunkannya) Al-quran itu (sebagai peraturan dalam bahasa arab) yaitu dengan memakai bahasa Arab, yang dengannya engkau putuskan hukum-hukum di antara manusia. (Dan seandainya kamu mengikuti hawa nafsu mereka) hawa nafsu orang orang kafir, dalam hal apa yang mereka inginkan, supaya kamu melakukannya menurut peraturan agama mereka. Ini hanyalah merupakan perumpamaan (setelah datang pengetahuan kepadamu maka sekali-kali tidak ada bagimu terhadap Allah). (Jalaludin : 2010)

Dalam penelitian ini, *game* mempunyai konten pembelajaran Al-Quran seperti *nahwu* dan *sharaf*. Penelitian ini bermaksud untuk mengimplementasikan simulasi keramaian ke dalam *3D game* karena peneliti beranggapan *game* akan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

lebih menarik dan realistis ketika diimplementasikan suatu *crowd simulation.* Terlebih lagi peneliti melihat *game* yang sebenarnya memerlukan metode *crowd simulation* namun hal ini tidak diterapkan sehingga *crowd* dalam *game* tersebut nampak seperti tidak nyata. Sebagai tambahan, *game* ini akan menggunakan pelajaran *PKPBA* sebagai konteksnya yang berguna sebagai dasar belajar bahasa arab untuk lebih memahami Al-Quran.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut masalah yang dapat diidentifikasi:

1. Bagaimana menerapkan metode *crowd simulation* sebagai pembawa pesan atau berisikan materi edukasi dengan *Unity 3D*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dibuatnya *game* ini adalah:

1. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode simulasi keramaian ke dalam *Game* berbasis *Unity 3D* untuk mata kuliah *PKPBA* terkait teori.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Hanya membahas secara detail tentang *crowd simulation.*
2. *Game* digunakan sebagai implementasi *crowd simulation* serta menunjukkan materi edukasi.
3. Materi edukasi yang dipilih adalah materi *PKPBA* Jilid 1 yang membahas tentang dasar Bahasa Arab.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Menambah model komputasi dalam mensimulasikan perilaku kerumunan dalam mencari formula *crowds simulation* yang tepat.

2. Manfaat Praktis

   Mengetahui apakah metode *crowd simulation* dapat diimplementasikan ke dalam *3D game* yang dibuat menggunakan *unity*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 *Crowd Simulation*

Secara umum *Crowd Simulation* adalah teknik simulasi *multi-agent* yang mana perhitungannya didapatkan dari banyak hal antara lain adalah *collision-free trajectories* dan navigasi, *rule* dari method, optimasi geometris, *vision-based steering*, metode kognitif, personalitas dari model, dan perkiraan simulasi yang parameternya berdasarkan data *crowd* dari dunia nyata.

Crowd simulation juga dapat merujuk pada simulasi berdasarkan dinamika kelompok dan psikologi kerumunan karakter dan dalam hal ini fokusnya adalah hanya perilaku kerumunan, dan bukan realisme visual simulasi. Simulasi banyak menawarkan keuntungan menjadi biaya yang efektif serta memungkinkan untuk total kontrol dari masing-masing karakter simulasi.

1. *Collision-free Trajectories* dan Navigasi

Collision-free Trajectories pada dasarnya adalah lintasan di mana tumbukan antar *agent* akan terjadi. Dalam *Crowd Simulation*. *Collision-free Trajectories* digunakan untuk saling menghindarnya *agent* satu dengan yang lainnya sehingga tidak terjadi tabrakan. Sedangkan navigasi adalah tujuan dari *agent* itu sendiri.

2. *Rule* dari Method

Tiap langkah yang dilakukan *NPC* dalam melakukan *crowd simulation* terdapat *rule* yang membatasi sehingga *multi agent* tidak melakukan hal hal di luar dari lingkungan karena *method* yang diberikan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. Optimasi Geometris

Setiap *multi agent* adalah sebuah karakter dengan animasi dan bentuk geometri. *Agent* mempunyai suatu yang dinamakan *state* (keadaan). Yang dimaksud Optimasi Geometris pada *crowd simulation* adalah perubahan *state* berdasarkan keadaan lingkungan sehingga *multi agent* akan bergerak sesuai dengan keadaan geometris atau lebih sering dikenal dengan *Geometry Network*.

4. *Vision-based Steering*

Vision based steering adalah gerak dasar dari *multi agent* berdasarkan kondisi dari pandangan *multi agent* itu sendiri. *Vision-based Steering* dalam *crowd simulation* berguna dalam hal bergeraknya sebuah *agent* sesuai dengan apa yang dilihat dan apa yang diinginkan (*target*) oleh *agent* tersebut.

5. Metode Kognitif

Metode kognitif adalah pemberian suatu perilaku terhadap tiap *multi agent*. Dalam *crowd simulation* metode kognitif ini digunakan untuk memberikan *agent* suatu *method* atau perintah seperti tujuan (*target*), tindakan ketika bertemu sesama *agent*, tindakan dalam suatu lingkungan tertentu. Semua tindakan *agent* ini berdasarkan *state*.

6. Personalitas dari Model

Setiap model atau *agent* mempunyai personalitas masing masing. Personalitas ini yang akan mempengaruhi interaksi dari *agent* dengan *agent* lainnya atau *agent* dengan lingkungan. Dalam *crowd simulation* Personalitas dari model akan memberikan suatu variasi tersendiri disetiap *multi agentnya*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

7. Perkiraan *Crowd Simulation* berdasarkan parameter data dunia nyata

Perkiraan dilakukan untuk membuat *crowd simulation* seakan akan sebuah kejadian nyata. Parameter dari *crowd simulation* ini antara lain adalah jumlah *agent*, suasana dari lingkungan, personalitas dari setiap *agent*.

2.1.2 *Crowd Simulation* dalam *Game*

Dalam teknologi sekarang tidak banyak *game* yang menggunakan *Crowd Simulation* secara utuh. Namun sudah banyak *game* yang secara tidak langsung menerapkan *Crowd Simulation* ke dalam gamenya atau lebih sering dikenal dengan istilah *Crowd Control*. Dalam game bergenre *MMORPGs* (*Massively Multiplayer Online Role-Playing Games*) dan *MOBAs* (*Multiplayer Online Battle Arena*) *Crowd Control* ini digunakan untuk membatasi pertemuan antar *unit* sehingga pertarungan yang terjadi dapat terkontrol. Ada 3 jenis katagori *crowd control* secara umum:

1. *Movement Modifier*

Kemampuan bergerak dari setiap *agent* tentunya akan membuat personalitas masing masing *agent*. Lingkungan dapat mempengaruhi kemampuan bergerak dari suatu *agent*. Lingkungan yang mempengaruhi ini dinamakan dengan *Movement Modifier*. Contoh *Movement Modifier* dalam *game* misalnya:

a. Racun (*Poison*): *Movement Modifier* ini biasanya membuat lambat pergerakan dari *agent* dan juga memberikan *DoT* (Damage Over Time)
b. *Root*: *Movement Modifier* ini biasanya membuat *agent* tidak dapat bergerak namun tetap bisa melakukan aksi atau tindakan.
c. *Stun*: *Movement Modifier* ini biasanya membuat *agent* tidak dapat bergerak dan tidak bisa melakukan apa apa (*disabled*).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Masih banyak jenis-jenis *movement modifier* lainnya. Biasanya jenis *movement modifier* ini tergantung dari jenis *game* itu sendiri.

2. *Action Modifier*

Kemampuan suatu *agent* dalam melakukan *action* akan sangat mempengaruhi suatu *crowd*. Biasanya dalam *game action* diberi suatu *cooldown* dan *cast time* untuk menghindari terjadinya *spam* (*action* yang terjadi terus menerus). *Action Modifier* dalam *crowd* berperan dalam membatasi kemampuan *action* setiap *agent*. Contoh *Action Modifier* dalam *game* misalnya:

a) *Silence*: *Action Modifier* ini biasanya membuat suatu *agent* tidak dapat melakukan *action*, biasanya identik dengan *action magic* atau *skill* namun tetap bisa bergerak dan melakukan *normal attack*.
b) *Disarm*: *Action Modifier* ini biasanya membuat suatu *agent* tidak dapat melakukan *action*, biasanya identik dengan *normal attack* atau serangan fisik namun tetap bisa bergerak dan melakukan *action magic* atau *skill*.
c) *Interrupt*: *Action Modifier* ini biasanya membuat suatu *agent* gagal dalam melakukan suatu *cast* (*Channeling*), biasanya *Interrupt* ini dikombinasikan dengan *modifier* seperti *stun* atau *silence* karena kemampuan *interrupt* yang dirasa sangat minim.

Masih banyak jenis *action modifier* lain, sama seperti *movement modifier* biasanya *action modifier* ini tergantung pada jenis *game* itu sendiri.

3. *Forced Action Modifier*

Forced Action Modifier ini pada dasarnya adalah pengembangan dari *Action Modifier*. Di mana suatu *agent* akan dipaksa melakukan suatu *action* karena *modifier* tertentu. Dalam *crowd*, *Forced Action Modifier* ini biasanya

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

digunakan untuk menselaraskan *multi agent* dalam suatu lingkungan yang sama. Contoh *Forced Action Modifier* dalam *game* antara lain adalah:

a. *Fear*: *Forced Action Modifier* ini memaksa *agent* untuk takut. Biasanya agent akan melakukan *action* berlari menjauh tanpa bisa terkontrol.
b. *Taunt*: *Forced Action Modifier* ini memaksa *agent* untuk menuju pada hal yang menyebabkan *taunt*. Sehingga *agent* akan berjalan mendekat tanpa bisa terkontrol.
c. *Charm*: *Forced Action Modifier* ini memaksa *agent* untuk menirukan *action* yang dilakukan oleh suatu entitas yang melakukan *charm*. Sehingga *agent* akan melakukan *action* yang sama tanpa bisa terkontrol.

Dan masih banyak jenis *forced action* modifier, sama seperti *movement modifier* dan *action modifier*. *forced action modifier* ini biasanya juga tergantung pada jenis *game* itu sendiri.

2.1.3 Crowd Behavior

Simulasi kerumunan juga dapat merujuk ke simulasi berdasarkan dinamika kelompok dan kerumunan psikologi manusia. Hal ini sering digunakan untuk perencanaan keselamatan public. Contohnya simulasi bagaimana orang-orang harus bertindak ketika terjadi gempa bumi dan lain-lain. Banyak penelitian telah difokuskan pada perilaku sosial kolektif orang di pertemuan sosial, majelis, protes, pemberontakan, konser, acara olahraga dan upacara keagamaan yang berhubungan dengan kerumunan. Hal ini menghasilkan wawasan tentang perilaku alami manusia pada berbagai jenis situasi stres yang akan memungkinkan terciptanya model yang lebih baik yang dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pengendalian kerumunan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Teknik pemodelan simulasi kerumunan atau keramaian dilakukan dari jaringan pendekatan untuk memahami aspek individualistis atau perilaku setiap *agent* atau personal. Misalnya Social Force Model menggambarkan kebutuhan bagi individu untuk menemukan keseimbangan antara interaksi fisik dan sosial. Sebuah pendekatan yang menggabungkan kedua aspek dan mampu beradaptasi tergantung pada situasi akan lebih menggambarkan perilaku alami manusia. Dengan menggunakan model multi-agent, memahami perilaku kompleks akan menjadi tugas yang mudah dipahami. Sistem dapat diuji dibawah kondisi ekstrem dan mensimulasikan kondisi jangka waktu yang lama dalam hitungan detik. (Kurniawati, Nugroho, & Hariadi, 2010)

2.1.3.1 Pathfinding

Pergerakan dalam suatu simulasi sangat erat kaitannya dengan path finding (pencarian jalan). Pathfinding adalah salah satu dasar algoritma dalam konsep menggerakkan karakter. Pergerakan obyek menuju sasaran dengan mengambil nilai potential field

2.1.3.2 Collision Prediction

Dalam setiap *frame* simulasi kerumunan (crowd simulation), kebutuhan untuk memprediksi tabrakan dengan orang lain menjadi sebuah keharusan. Setelah seseorang berhasil menghindari tabrakan, maka ia akan kembali ke jalur aslinya. Jika sebuah tabrakan telah dapat diprediksikan, maka jenis tabrakan yang terjadi harus ditentukan. Ada tiga kemungkinan jenis tabrakan, yakni:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1. *Toward collision* atau *face-to-face*/berhadap-hadapan, yaitu terjadi ketika seseorang berjalan menuju satu sama lain.
2. *Away collision* atau *rear*/di belakangnya. Tabrakan ini akan terjadi ketika seseorang berjalan di belakang orang lain atau ada hambatan di depannya.
3. *Glancing collision*, yaitu tabrakan yang berasal dari samping kanan atau samping dan berjalan menuju daerah yang sama.

2.1.3.3 Collision Avoidance

Penghindaran tabrakan antar orang ternyata dapat menimbulkan banyak permasalahan ketika berurusan dalam kerumunan. Sebuah metode untuk menghindari tabrakan antar individu menjadi tidak efisien ketika digunakan dalam kerumunan banyak orang. Ada lebih banyak kendala yang terjadi dalam sebuah variabel lingkungan yang kompleks (dengan hambatan yang tetap, rintangan mobile/bergerak dan daerah yang kecil untuk berjalan) dan mencakup banyak orang. Namun, jika struktur grup dalam kelompok harus dipertahankan, maka harus ada penambahan parameter lain dalam kerumunan kompleksitas untuk menghindari tabrakan. Walaupun *collision avoidance* (penghindaran tabrakan) terlihat begitu kompleks dalam realitanya, namun hal ini dapat didefinisikan menjadi beberapa aturan yang sederhana. Berikut ini adalah cara-cara bagaimana mengantisipasi berbagai jenis tabrakan:

1. Toward Collisions

Tahap pertama adalah menentukan apakah akan bertabrakan di sebelah kiri atau kanan dari seseorang. Pengamatan menunjukkan bahwa seseorang akan memiliki tiga cara yang berbeda untuk menghindari tabrakan:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

a. Mengubah arah saja

b. Mengubah kecepatan saja

c. Mengubah arah dan kecepatan

Jika tidak ada perilaku yang ditemukan untuk menghindari tabrakan, maka seseorang tersebut hanya akan berhenti berjalan. Setelah orang lain keluar dari jalur tabrakan maka seseorang tersebut akan melanjutkan jalannya.

2. Away Collisions

Jika seseorang berjalan di belakang orang lain atau dengan kata lain seseorang tersebut tepat di belakang orang lain, sehingga akan terjadi tabrakan dengan orang lain yang ada di depannya. Untuk mengatasi situasi ini, maka seseorang tersebut ada dua pilihan:

a. Menyesuaikan kecepatan dengan orang yang ada di depannya dengan memperlambat kecepatan berjalannya.

b. Berjalan dengan kecepatan tinggi dengan mengambil jalur di samping depan orang lain.

3. Glancing Collisions

Cara untuk mengantisipasi jenis tabrakan ini sama seperti dengan metode nomor 1 (toward collisions).

2.1.4 Crowd AI

Entitas (juga disebut agen) diberikan kecerdasan buatan, yang memandu entitas didasarkan pada satu atau lebih fungsi, seperti penglihatan, pendengaran, emosi dasar, tingkat energi, tingkat agresivitas, dll Entitas diberi tujuan dan kemudian berinteraksi satu sama lain hanya sebagai anggota kerumunan nyata akan. Mereka sering diprogram untuk merespon perubahan di lingkungan mereka;

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

misalnya, mereka dapat mendaki bukit, melompati lubang, tangga skala, dan lain-lain. Sistem ini jauh lebih realistis dari gerakan partikel, tapi sangat mahal untuk program dan melaksanakan.

Contoh yang paling terkenal dari simulasi AI dapat dilihat di New Line Cinema The Lord of the Rings film, di mana AI ribuan karakter tentara bertempur satu sama lain. Simulasi kerumunan ini dilakukan dengan menggunakan software besar Weta Digital. Kecerdasan buatan (AI) adalah kecerdasan yang ditunjukkan oleh mesin atau perangkat lunak. Ini juga merupakan bidang akademik studi. Peneliti AI utama dan buku teks mendefinisikan lapangan sebagai "studi dan desain agen cerdas", di mana suatu agen cerdas adalah sistem yang memandang lingkungannya dan mengambil tindakan yang memaksimalkan peluang keberhasilannya. John McCarthy, yang menciptakan istilah pada tahun 1955, mendefinisikan sebagai "ilmu dan teknik pembuatan mesin yang cerdas".

Penelitian AI sangat teknis dan khusus, dan sangat dibagi menjadi subbidang yang sering gagal untuk berkomunikasi satu sama lain Beberapa divisi ini karena faktor sosial dan budaya:. Subbidang telah tumbuh di sekitar lembaga tertentu dan pekerjaan individu peneliti. Penelitian AI juga dibagi oleh beberapa masalah teknis. Beberapa subbidang fokus pada solusi dari masalah-masalah tertentu. Lain fokus pada salah satu dari beberapa pendekatan yang mungkin atau pada penggunaan alat tertentu atau terhadap pemenuhan aplikasi tertentu.

Masalah sentral (atau tujuan) penelitian AI meliputi penalaran, pengetahuan, perencanaan, pembelajaran, pengolahan bahasa alami (komunikasi), persepsi dan kemampuan untuk bergerak dan memanipulasi objek. kecerdasan umum masih antara tujuan-tujuan jangka panjang dari lapangan tersebut. Saat ini

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pendekatan yang populer meliputi metode statistik, kecerdasan komputasi dan simbolis AI tradisional.. Ada sejumlah besar alat yang digunakan dalam AI, termasuk versi pencarian dan optimasi matematika, logika, metode berdasarkan probabilitas dan ekonomi, dan banyak lainnya. Bidang AI adalah interdisipliner, di mana sejumlah ilmu dan profesi berkumpul, termasuk ilmu komputer, psikologi, linguistik, filsafat dan ilmu saraf, serta bidang khusus lainnya seperti psikologi buatan.

Bidang ini didirikan pada klaim bahwa properti pusat manusia, intelijen-yang cita rasa dari Homo sapiens-"bisa begitu tepat dijelaskan bahwa mesin dapat dibuat untuk mensimulasikan itu." Hal ini menimbulkan persoalan filosofis tentang sifat pikiran dan etika menciptakan makhluk buatan diberkahi dengan kecerdasan manusia-seperti, masalah yang telah ditangani oleh mitos, fiksi dan filsafat sejak jaman dahulu. kecerdasan buatan telah menjadi subjek optimisme yang luar biasa tetapi juga telah menderita menakjubkan kemunduran.

Hari ini telah menjadi bagian penting dari industri teknologi, menyediakan angkat berat bagi banyak masalah yang paling menantang dalam ilmu komputer. Artificial Intelegence Crowd Behaviour, percobaan untuk memperkenalkan beberapa kecerdasan buatan dalam skenario dimana terdapat kerumunan besar dari karakter-karakter dan kerumunan ini menjalankan suatu perilaku tertentu. Selain itu, agen dapat memancarkan spora di lingkungan, dan mereka pada gilirannya digunakan dalam algoritma genetika untuk berevolusi agen. Banyak perilaku yang menarik diamati, ledakan populasi dan kepunahan yang umum. Sebuah framework juga tersedia untuk menggunakan algoritma mesin pembelajaran bukan saat eksplisit AI, seperti jaringan saraf.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.5 *Crowd Rendering*

Kerumunan orang dapat menjadi tontonan yang mengesankan dan sering digunakan secara efektif oleh film untuk menyampaikan kesempatan dan keagungan. Meski berpose serangkaian tantangan yang unik, membawa orang banyak ke domain real-time dapat meningkatkan realisme yang dirasakan dari lingkungan virtual. Namun, upaya saat ini umumnya jatuh pendek dari peningkatan user-harapan dengan rasa perendaman cepat terhalau ketika anggota berhenti tampil realistis dan berbeda.

Dengan demikian, ada 3 tujuan dalam mendefinisikan sistem rendering kerumunan :

1. Kemampuan untuk mengelola karakter dalam jumlah besar
2. Grafis berkualitas tinggi, penampilan menarik dan animasi
3. Individualis

2.1.6 *Simulation*

Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi atau menggambarkan ciri, tampilan, dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya, dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasar hasil dari simulasi. Dengan cara ini, sistem di dunia nyata tidak disentuh atau dirubah sampai keuntungan dan kerugian dari apa yang menjadi kebijakan utama suatu keputusan di uji cobakan dalam sistem model. (Almaida, Rosseti, & Coelho, 2013)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.7 Metode *Simulation*

Metode simulasi merupakan proses perancangan model dari suatu sistem nyata (riil) dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model ini untuk tujuan memahami tingkah laku sistem atau untuk menyusun strategi (dalam suatu batas atau limit yang ditentukan oleh sebuah satu atau beberapa kriteria) sehubungan dengan operasi sistem tersebut. Metode simulasi dapat menjelaskan tingkah laku sebuah sistem dalam beberapa waktu dengan mengobservasi tingkah laku dari sebuah model matematika yang dibuat sesuai dengan karakter sistem yang asli sehingga seorang analis bisa mengambil kesimpulan tentang tingkah laku dari sistem dunia nyata.

2.1.8 Klasifikasi *Simulation*

Model Simulasi Statik vs. Dinamik Model merepresentasi sistem pada waktu tertentu. Waktu tidak berperan di sini. Contoh dari model ini yaitu Monte Carlo. Model dinamik merepresentasikan sistem dalam perubahannya terhadap waktu. Contoh dari model dinamik yaitu sistem conveyor di pabrik.

Model Simulasi Deterministik vs. Stokastik Model deterministic tidak memiliki komponen probabilistik (random). Model stokastik memiliki komponen input random, dan menghasilkan output yang random pula.

Model Simulasi Kontinu vs. Diskrit Model kontinu statusnya berubah secara kontinu terhadap waktu. Contohnya gerakan pesawat terbang. Sedangkan model diskrit, statusnya berubah secara instan pada titik-titik waktu yang terpisah. Sebagai contoh yaitu jumlah customer di bank.(Almaida, Rosseti, & Coelho, 2013)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.6 Algoritma *Menge* dalam *Crowd Simulation*

Algoritma *Menge* pertama dikembangkan di *University of North Carolina – Chapel Hill*. *Crowd Simulation* merupakan hal yang besar dan kompleks. Untuk mengembangkannya dibutuhkan banyak komponen *interlocking*. Algoritma *Menge* ini merupakan implementasi dari komponen komponen tersebut. Komponen komponen ini pada dasarnya adalah perhitungan dasar dalam *Crowd Simulation* seperti *Motion Planing, Collision-Avoidance, Spatial Acceleration, Behavioral Modeling,* dan lain sebagainya. Dalam pengembangan lebih lanjut peneliti dapat berfokus pada salah satu aspek dari komponen untuk meningkatkan fungsionalitas antar komponen tersebut. Pada dasarnya ada 4 arsitektur Algoritma *Menge*, antara lain:

1. *BFSM Element.*

   BFSM *Element* merupakan metode dasar untuk menentukan *target* dan menentukan jalan untuk mencapai *target* tersebut atau lebih dikenal dengan istilah *pathfinding*.

2. *Velocity Component Element.*

   Velocity Component Element merupakan akselerasi atau kecepatan dari suatu objek untuk mencapai *target*. Hal ini akan dipengaruhi oleh *movement modifier* seperti yang dijelaskan pada *crowd simulation* sebelumnya.

3. *Pedestrian Model Element.*

   Pedestrian Model Element merupakan deteksi *collision* antara *multi agent*. Sehingga nantinya *agent* akan membuat *pathfinding* baru untuk menghindari tumbukan antar *agent*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. *Spatial Query Element.*

Spatial Quary Element merupakan visibilitas dari suatu *agent* sehingga *agent* akan bisa menghitung jarak *spasial* antara *agent* dengan suatu *object* atau dengan *agent* lain.

2.1.6 Penempatan Materi Edukasi pada Object *NPC*

Materi edukasi yang dimasukkan pada *object NPC* ini adalah Materi *Perkuliahan PKPBA UIN Maulana Malik Ibrahim Malang* yang membahas tentang dasar bahasa arab. Di mana dalam buku *PKPBA* ini dijelaskan berbagai macam dasar dasar bahasa arab seperti *nahwu* dan *shorof*, *al-harfu* (huruf), *al-kalimah* (kalimat), dan juga macam macam *fi'il* secara khusus.

2.1.7 Game Engine

2.1.5.1 Unity

Unity merupakan salah satu *game engine* paling terkemuka dewasa ini. Unity adalah sebuah *software development* yang terintegrasi untuk menciptakan *video game* atau konten lainnya seperti visualisasi arsitektur atau *real-time* animasi baik yang bernuansa 2D maupun 3D. Unity dapat digunakan pada Microsoft Windows dan Mac OS X. Permainan yang dihasilkan dapat dijalankan secara *multiplatform*. Unity juga dapat menghasilkan permainan untuk browser dengan menggunakan plugin *Unity Web Player*.

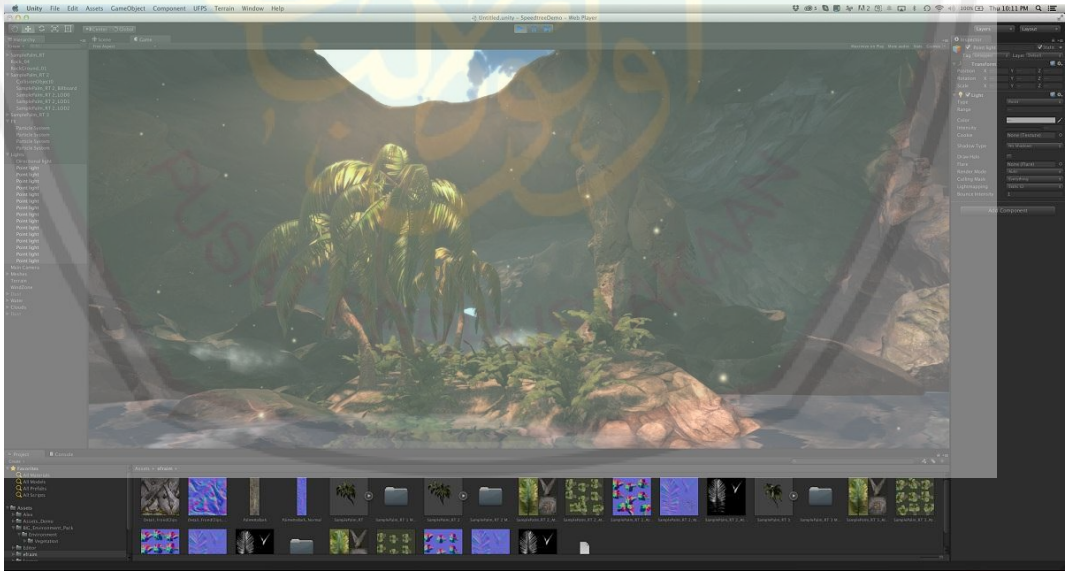
Unity merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan game *multiplatform* yang didesain secara *user friendly*. Editor pada Unity dibuat dengan *user interface* yang sederhana dan mudah dipahami oleh *game developer* pemula. Grafis pada unity dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk OpenGL dan directX. Unity mendukung semua format file, terutamanya

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

format umum. Unity cocok dengan versi 64-bit. Dapat beroperasi pada Mac OS X dan Windows dan dapat menghasilkan *game* untuk Mac, Windows, Wii, iPhone, iPad maupun Android.

Unity secara lebih rinci dapat dimanfaatkan untuk pengembangan *3D video game*, *real time* animasi 3D, dan visualisasi arsitektur maupun konten interaktif serupa lainnya. Editor Unity menggunakan *plugin* untuk *web player* dan menghasilkan *game browser* yang didukung oleh Windows maupun Mac.

Plugin web player dapat juga dipakai untuk widgets Mac. Unity juga mendukung *console* terbaru seperti PlayStation 3 dan Xbox 360. Tahun 2009 Unity Technology menjadi 5 perusahaan game terbesar di dunia setelah tahun sebelumnya di tahun 2006, menjadi juara dua pada *Apple Design Awards*. Hingga puncaknya di tahun 2010 Unity berhasil memperoleh *Technology Innovation Award* yang diberikan oleh *Wall Street Journal*.



Gambar 2. 1 Interface Halaman Kerja pada Unity3D

Unity Technology yang merupakan pengembang resmi Unity juga menyediakan *asset store*. *Asset store* terdiri dari berbagai konten, *model*, *prefab*,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

script, *sound* dan kebutuhan lain yang diperlukan dalam pembangunan sebuah permainan. Editor Unity dapat menyimpan metadata. Editor Unity juga dapat diperbaharui dengan sesegera mungkin seperti file yang telah dimodifikasi. Server aset Unity juga berjalan pada Mac, Windows, Linux dan juga berjalan pada PostgreSQL, database server *opensource*.

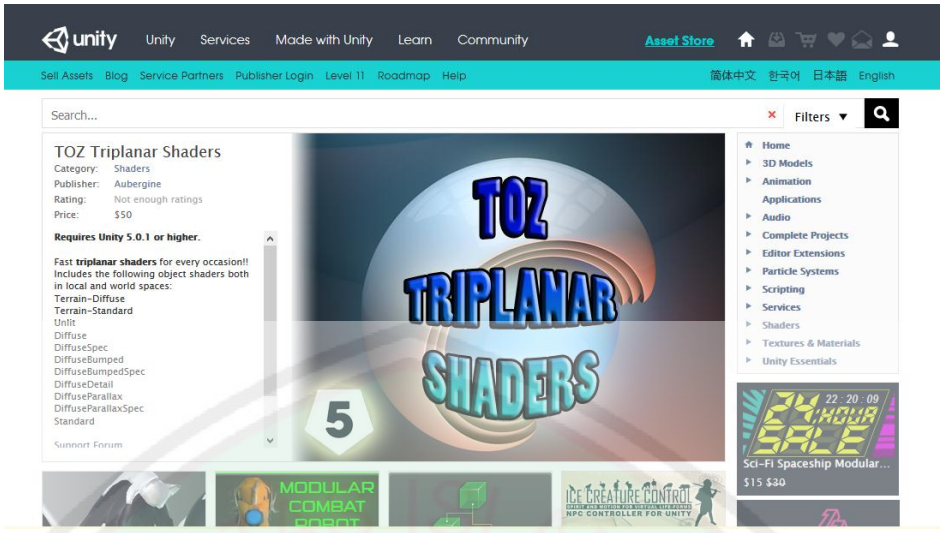
Unity memiliki dua lisensi yakni Unity Free dan Unity Pro. Versi Unity Free tersedia dalam bentuk gratis, sedang versi Unity Pro didistribusikan secara berbayar. Versi Unity Pro memiliki berbagai fitur bawaan seperti efek *post processing, render*, efek tekstur serta berbagai fitur spesial yang tidak tersedia di versi gratis. Unity Free dan Unity Pro menyediakan berbagai tutorial, konten, *completed project*, wiki, dukungan melalui forum dan pembaruan kedepannya.

2.1.5.2 Fitur-Fitur Unity

1. Asset Store.

Diluncurkan November 2010, Unity Asset Store adalah sebuah *resource* yang hadir di Unity editor. Asset store terdiri dari koleksi lebih dari 4.400 *asset packages*, beserta *3D models, textures, materials, particle system*. Juga dilengkapi dengan musik, efek suara, tutorial, *complete project, scripting package, editor extensions* dan servis online.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2. 2 Halaman Asset Store

2. Asset Tracking.

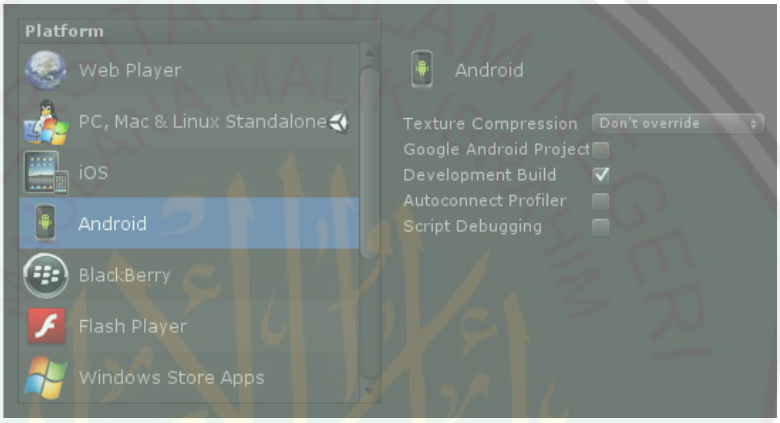
Unity juga menyertakan Server Unity Asset yang merupakan sebuah solusi terkontrol untuk *game asset developer* dan *script*. Server tersebut menggunakan PostgreSQL sebagai *backend*. Sistem audio dibuat menggunakan FMOD library yang memiliki kemampuan untuk memutar Ogg Vorbis compressed audio. *Video playback* menggunakan Theora *codec*. *Terrain engine* dan vegetasi (dimana mensuport *tree billboarding*, *occlusion culling* dengan Umbra), *built-in lightmapping* dan *global illumination* dengan Beast. *Multiplayer networking* menggunakan RakNet dan navigasi mesh sebagai jalur built-in.

3. Platforms.

Unity mendukung pengembangan ke berbagai platform. Di dalam *project*, *developer* memiliki kontrol untuk mengembangkan permainan ke berbagai perangkat mobile, *web browser*, *desktop*, dan *console*. Unity juga mengijinkan spesifikasi kompresi tekstur dan pengaturan resolusi di setiap platform yang didukung.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Saat ini platform yang didukung adalah BlackBerry 10, Windows 8, Windows Phone 8, Windows, Mac, Linux, Android, iOS, Unity Web Player, Adobe Flash, PlayStation 3, Xbox 360, Wii U and Wii. Meskipun tidak semua terkonfirmasi secara resmi, Unity juga mendukung PlayStation Vita yang dapat dilihat pada game *Escape Plan dan Oddworld: New 'n' Tasty*. Rencana *platform* berikutnya adalah PlayStation 4 dan Xbox One. Bahkan Unity telah mendukung HTML dan plug-in Adobe baru dimana akan disubtitusikan ke Flash Player.



Gambar 2. 3 Beberapa Platform yang Didukung Unity

4. Physics.

Unity juga memiliki *support built-in* untuk PhysX physics engine (sejak Unity 3.0) dari Nvidia (sebelumnya Ageia) dengan penambahan kemampuan untuk simulasi *real-time cloth* pada *arbitrary*, *skinned meshes*, *thick ray cast*, dan *collision layers*.

5. Rendering.

Graphics engine yang digunakan adalah Direct3D (Windows, Xbox 360), OpenGL (Mac, Windows, Linux, PS3), OpenGL ES (Android, iOS), dan proprietary APIs (Wii). Ada pula kemampuan untuk *bump mapping*, *reflection mapping*, *parallax mapping*, *screen space ambient occlusion (SSAO)*, *dynamic*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

shadows using shadow maps, render-to-texture and full-screen post-processing effects.

Unity dapat mengambil format desain dari 3ds Max, Maya, Softimage, Blender, modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks and Allegorithmic Substance. Asset tersebut dapat ditambahkan ke *game project* dan diatur melalui *graphical user interface* Unity.

ShaderLab adalah bahasa yang digunakan untuk *shaders*, bertujuan agar mampu memberikan deklaratif "programming" dari *fixed-function pipeline* dan program shader ditulis dalam GLSL atau Cg. Sebuah shader dapat menyertakan banyak varian dan sebuah spesifikasi *fallback declarative*. Hal tersebut membuat Unity dapat mendeteksi berbagai macam *video card* terbaik saat ini, dan jika tidak ada yang kompatibel, maka akan dilempar menggunakan *shader* alternatif yang mungkin dapat menurunkan fitur dan performa.

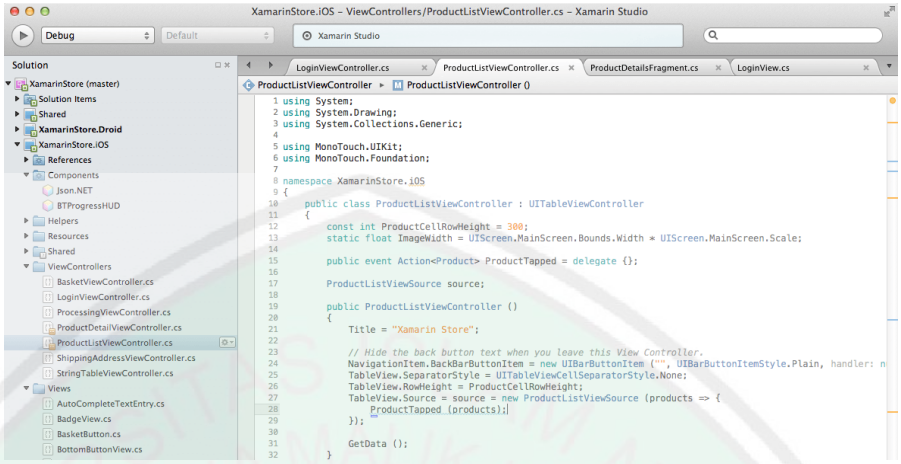
Pada 3 Agustus 2013, seiring dengan diluncurkannya versi 4.2, Unity mengijinkan developer indie mengunakan *realtime shadows* untuk *directional lights* dan juga menambahkan kemampuan dari DirectX11 yang memberikan *shadows* dengan resolusi pixel yang lebih sempurna. Tekstur untuk membuat objek 3D dari *grayscale* menjadi lebih mudah serta pengembangan animasi yang lebih halus dan mempercepat FPS.

6. Scripting.

Script game engine dibuat dengan Mono 2.6, sebuah implementasi open-source dari .NET Framework. *Programmer* dapat menggunakan UnityScript (bahasa terkustomisasi yang terinspirasi dari sintax ECMAScript, dalam bentuk JavaScript), C#, atau Boo (terinspirasi dari sintaks bahasa pemrograman phyton).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dimulai dengan dirilisnya versi 3.0, Unity menyertakan versi MonoDevelop yang terkustomisasi untuk *debug script*.



Gambar 2. 4 MonoDevelop sebagai Default Scripting pada Unity

2.1.5.3 Bahasa Pemrograman C#

C# atau yang dibaca C sharp adalah bahasa pemrograman sederhana yang digunakan untuk tujuan umum, dalam artian bahasa pemrograman ini dapat digunakan untuk berbagai fungsi misalnya untuk pemrograman server-side pada website, membangun aplikasi desktop ataupun mobile, pemrograman game dan sebagainya. Selain itu C# juga bahasa pemrograman yang berorientasi objek, jadi C# juga mengusung konsep objek seperti *inheritance*, class, *polymorphism* dan *encapsulation*.

C# merupakan salah satu bahasa pemrograman pilihan yang tersedia di Unity3D selain Javascript dan Boo yang bermanfaat dalam pembangunan sebuah *game*. C# merupakan sebuah 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, Delphi, Visual Basic, dan lain-lain.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dalam prakteknya C# sangat bergantung dengan framework yang disebut .NET Framework, framework inilah yang nanti digunakan untuk mengcompile dan menjalankan kode C#. C# dikembangkan oleh Microsoft dengan merekrut Anders Helsberg. Tujuan dibangunnya C# adalah sebagai bahasa pemrograman utama dalam lingkungan .NET Framework (lihat C#). Banyak pihak juga yang menganggap bahwa Java dengan C# saling bersaing, bahkan ada juga yang menyatakan jika pernah belajar Java maka belajar C# akan sangat mudah dan begitu juga sebaliknya. Anggapan tersebut sebenarnya tidak salah karena perlu diketahui sebelum adanya C# Microsoft mengembangkan J++ dengan maksud mencoba membuat Java agar berjalan pada platform Windows, karena adanya masalah dari pihak luar maka Microsoft menghentikan proyek J++ dan beralih untuk mengembangkan bahasa baru yaitu C#.

2.1.5.4 Bahasa Pemrograman Javascript

Javascript merupakan salah satu bahasa pemrograman pilihan yang tersedia di Unity3D. JavaScript pertama kali dikembangkan oleh Brendan Eich dari Netscape di bawah nama Mocha, yang nantinya namanya diganti menjadi LiveScript, dan akhirnya menjadi JavaScript.

Navigator sebelumnya telah mendukung Java untuk lebih bisa dimanfaatkan para programmer yang non-Java. Maka dikembangkanlah bahasa pemrograman bernama LiveScript untuk mengakomodasi hal tersebut. Bahasa pemrograman inilah yang akhirnya berkembang dan diberi nama JavaScript, walaupun tidak ada hubungan bahasa antara Java dengan JavaScript.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.8 Blender

Blender merupakan aplikasi gratis untuk perancangan grafis 3D terkemuka yang dikembangkan diawal tahun 1990 untuk studio animasi Belanda yakni NeoGeo. Blender ditemukan oleh Ton Roosendaal dan awalnya lisensi distribusi dipegang oleh NaN Technology. Tahun 2002 NaN mengalami kebangkrutan sehingga lisensi Blender disebarkan secara GNU *General Public License (GPL)*. Bermula dari sanalah Blender kian berkembang karena terkenal gratis dan powerful. Blender sendiri seringkali dimanfaatkan sebagai media *modeling*, *rendering*, animasi ataupun pembuatan *game* berbasis 3D.

2.2 Penelitian Terkait

1. *DenseSense Interactive Crowd Simulation using Density-Dependant Filters* oleh A. Best, S. Narang, S Curtis, dan D. Manocha tahun 2014

Penelitian ini meneliti *Crowd Simulation* dengan parameter *DenseSense* (Densitas / Kepadatan) di mana setiap *crowd behavior* dihitung berdasarkan *crowd density* atau dalam penelitian ini disebut dengan *density-dependent behaviours*. Di mana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan *human crowd* yang nyata dengan densitas yang pekat ke dalam sebuah *crowd simulation*.

Pada penelitian ini peneliti berhasil mewujudkan simulasi *crowd* dengan tingkat densitas yang cukup tinggi. Namun karena penelitian ini sebatas membuat *crowd simulation* dalam suatu ruangan tanpa adanya *target* atau tujuan pada setiap *agentnya*, maka banyak nilai nilai penting dalam *crowd simulation* yang diabaikan, seperti *velocity* dan *pathfinding element*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. *Dynamic Group Simulation for Crowd Simulation* oleh Liang He, Jia Pan, Sahil Narang, Wenping Wang, dan Dinesh Manocha tahun 2016

Penelitian ini meneliti *Crowd Simulation* dalam suatu *group* berdasarkan pengamatan keadaan nyata. Dalam *crowd, group* merupakan suatu kumpulan agent yang mana memiliki tujuan dan *behavior* yang sama. Setiap individu atau *agent* akan merespon terhadap situasi (contoh : panik atau evakuasi). Sehingga ketika hal ini terjadi akan muncul *behavior* baru (contoh : menyebar atau membentuk group baru).

Pada penelitian ini peneliti berhasil mensimulasikan *crowd simulation* dalam suatu group yang sifatnya adaptif dan model dari setiap *agent* merespon terhadap lingkungan. Namun *agent* di sini sifatnya harus *homogen* dan algoritma *crowd simulation* hanya berdasarkan *position* dan *velocity* dari setiap *agent*. Sehingga *agent* dalam suatu *group* ini tidak memiliki personalitas yang beraneka ragam padahal menurut pengamatan keadaan nyata dalam suatu *group* belum tentu personalitasnya akan sama.

3. *Controlling Individual Agents in High Density Crowd Simulation* oleh Pelechano Nuria, Badler Norman, dan Allbeck Jan tahun 2007.

Penelitian ini meneliti tentang bagaimana menentukan tingkah individu atau *agent* yang terdapat dalam suatu *crowd simulation*. Secara umum dalam penelitian ini terdapat 3 pendekatan untuk menentukan tiap individu dalam *crowd*, antara lain adalah *social forces models*, *rule based models*, dan *cellular automata models*.

Pada penelitian ini peneliti berhasil mensimulasikan *crowd* dengan individu yang bertindak sesuai dengan 3 pendekatan yang telah ditentukan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Bahkan dalam penelitiannya peneliti membuat satu pendekatan khusus yaitu *HiDAC* yang mana pada dasarnya adalah gabungan dari 3 pendekatan yang telah ditentukan sebelumnya. Namun simulasi *crowd* pada penelitian ini sifatnya masih cenderung individu. Sedangkan secara nyata *crowd* juga mempunyai konsep seperti *leadership, agent communication, environmental knowledge*.

4. *Modelling Individual Behavior in Crowd Simulation* oleh Adrian Braun, Soraja R. Musse, Luiz P. L de Oliveira, dan Bardo E. J. Bodmann tahun 2003

Penelitian ini meneliti tentang bagaimana pengaruh setiap *agent* dalam suatu *group* di *Crowd Simulation* yang mana interaksi lokal dalam *crowd* hanya berupa proses evakuasi saja. Model *Crowd Simulation* yang digunakan adalah model yang diajukan oleh *Helbing* yang mana dalam modelnya telah ditentukan metode untuk membedakan setiap *behavior* dari individu dan *group*.

Pada penelitian ini peneliti berhasil membuat suatu simulasi dengan 5 populasi dengan individu yang berbeda. Setiap populasi memiliki *behavior* unik sehingga didapatkan hasil simulasi yang berbeda beda pada setiap populasinya. Simulasi terlihat tampak nyata karena setiap *agent* memiliki homogenitas yang tidak sama

5. *Scable Behavior in Crowd Simulation* oleh Mangkyu Sung, Michael Gleicher, dan Stephen tahun 2004.

Penelitian ini meneliti tentang bagaimana cara melakukan control terhadap individu dalam suatu *crowd*. Metode yang digunakan pada dasarnya adalah mekanisme probabilitas namun pembobotannya lebih kompleks dikarenakan pilihan probabilitas yang bisa digunakan harus disesuaikan dengan keadaan *environment* yang telah ditentukan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pada penelitian ini peneliti berhasil melakukan *control* pada setiap individu dalam *crowd* dengan *environment* yang telah disetting kompleks sekalipun. Namun setiap *environment* ini harus disetting terlebih dahulu sehingga bisa dilakukan komputasi oleh *agent* sebelum terjadinya simulasi.

6. *Pedestrian Simulation Using Geometric Reasoning in Velocity Space oleh Sean Curtis dan Denish Manocha tahun 2014.*

Penelitian ini meneliti tentang bagaimana mensimulasikan *agent* berdasarkan *collision-free trajectory* dengan metode *geometric optimization*. *Agent* dalam penelitian ini disebut dengan *ORCA*. Setiap *behavior* yang dilakukan *agent* murni berdasarkan *environment* tanpa terpengaruh apapun.

Pada penelitian ini peneliti membuat simulasi *agent* (*pedestrian*) berdasarkan tingkah seperti dalam robotic. Setiap *agent* mampu menganalisis dan menghitung jarak tempuh untuk mencapai suatu *target* dengan *obstacle* yang *random* tanpa harus ditentukan terlebih dahulu. Namun penelitian ini mengabaikan unsur *Crowd Simulation* seperti personalitas, tingkat densitas, dan semacamnya.

7. Hybrid Long-range Collision Avoidance for Crowd Simulation Abhinav Golas, Rahul Narain, Sean Curtis, dan Ming C. Lin tahun 2013.

Penelitian ini meneliti tentang bagaimana setiap *agent* akan mendeteksi *collision* (tumbukan) yang nilainya dapat ditentukan dahulu sebelum tumbukan itu terjadi. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya perilaku *agent* yang keluar dari lintasan, karena pada umumnya ketika densitas *crowd simulation* terlalu tinggi maka *agent* akan berusaha selalu menghindari *collision* hingga akhirnya keluar lintasan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pada penelitian ini peneliti berhasil membuat algoritma perhitungan pendeteksi *collision* (tumbukan) yang mana sifatnya bisa berupa *diskrit* maupun *continue*, sehingga akan didapat *collision* yang halus dan menurut pengamatan sesuai dengan keadaan nyata. Namun dalam pengamatannya selalu ada agent tersendiri yang melakukan putar balik dikarenakan perhitungan *collision* yang tidak memungkinkan. Hal ini merupakan *behavior* yang diluar kejadian nyata.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

PERANCANGAN GAME

3.1 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian, diantaranya:

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

1. Studi literature.

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

   a. Pengumpulan informasi tentang *Materi PKPBA UIN Maliki Malang.*

   b. Pengumpulan informasi tentang pembuatan simulasi 3D dengan *Unity*.

   c. Pengumpulan informasi tentang metode *Menge.*

   d. Pengumpulan informasi tentang penelitian terkait.

2. Desain Skenario.

   Pada tahap ini dirancang bagaimana simulasi dan game akan dijalankan dan metode akan bekerja.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. Desain *NPC* dan *Environment.*

   Pada tahap ini dirancang bagaimana desain interface dan desain NPC.

4. Pembuatan Simulasi.

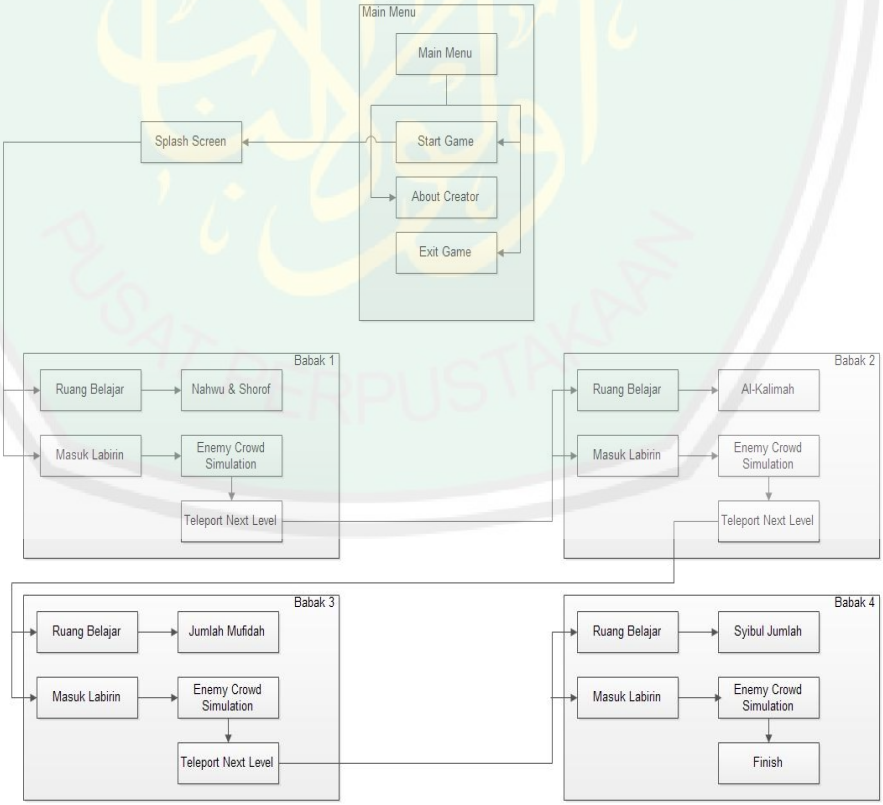
   Proses pembuatan simulasi dibangun dengan memanfaatkan Unity3D engine dengan menggunakan bahasa C# dan Javascript. Scripting dilakukan dengan Visual Studio.

5. Uji Coba Metode.

   Uji coba dalam penelitian ini dilakukan pada simulasi dan karakter pada NPC yang telah diimplementasi algoritma *Menge,* kemudian dicek apakah output yang keluar sudah sesuai dengan rule yang dibuat.

6. Penyusunan Laporan.

3.2 Desain Game dan Penerapan *Crowd Simulation*



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Block diagram diatas adalah proses permainan game secara keseluruhan. Yang mana pertama adalah Main Menu yang terdiri dari 3 pilihan yaitu Start Game, About Creator, dan Exit Game dengan fungsinya masing masing. Ketika pemain memilihat start game maka akan muncul splash screen dan masuk ke Babak 1. Pemain akan dihadapkan dengan ruang belajar dan pintu masuk labirin. Di ruang belajar pemain dapat belajar tentang pelajaran bahasa arab yang mana pada babak ini adalah Nahwu & Shorof yang berguna sebagai bekal pengetahuan untuk melawan musuh di dalam labirin. Di dalam labirin terdapat beberapa musuh dengan metode *Crowd Simulation*. Pemain harus mencari musuh yang membawa kunci di setiap ruangan. Setiap musuh yang membawa kunci dalam *Crowd Simulation* memiliki *behavior* yang berbeda dan pemain harus mencarinya. *Behaviour* ini terjadi secara random dan antara lain adalah:

1. Musuh berlari menjauhi pemain dalam *Crowd Simulation*.
2. Musuh diam di dalam *Crowd Simulation*.
3. Musuh berlari mendekati pemain dalam *Crowd Simulation*.

Ketika pemain menemukan ruang *Level UP* dan masuk ke dalam *Teleport*. Pemain akan dipindahkan ke babak berikutnya dengan materi yang berbeda dan berlanjut demikian hingga babak akhir.

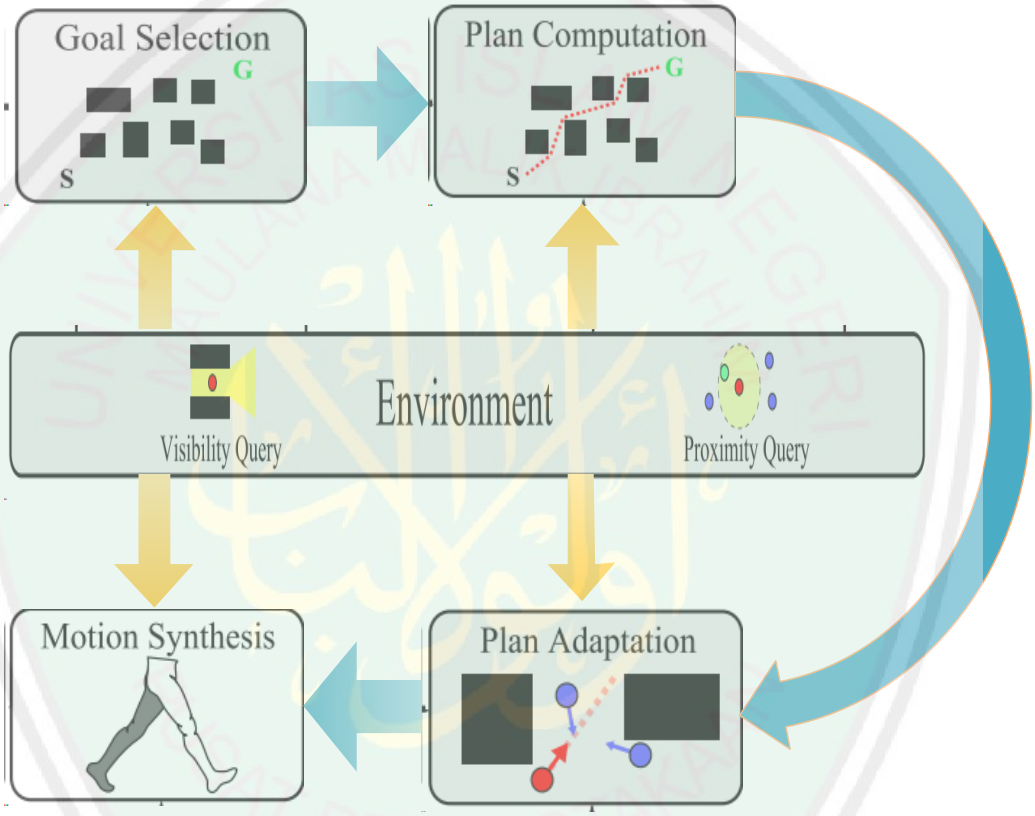
3.3 Perancangan Algoritma Menge

Di dalam pergerakan kelompok NPC terdapat beberapa hal yang diperhitungkan. Yang pertama, target dari tiap individu atau agent sebagai tujuan yang ingin dicapai oleh agent (BSFM). Kedua, velocity dari tiap individu yang berarti adalah kecepatan yang dibutuhkan agent untuk mencapai target. Ketiga, pedistrian model merupakan identifikasi collision antara agent untuk menghindari

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

tumbukan. Keempat, Spatial Query merupakan visibilitas dari setiap agent sehingga dapat menentukan proximity radius.

Di dalam pemrograman algoritma menge setiap NPC pada penelitian ini terdapat beberapa tahap yang diatur atau dikomputasi pada NPC. Tahapan tahapan tersebut adalah *Goal Selection*, *Plan Computation*, *Plan Adaptation*, dan *Motion Synthesis* dan semua itu terhubung secara langsung ke dalam *Environtment*.



Gambar 3. 2 Abstraction Crowd Simulation

1. *Goal Selection*.

Tahap ini merupakan tahap di mana agent akan menentukan target atau tujuan yang akan dicapai. Tujuan yang akan dicapai ini dapat berubah sewaktu waktu berdasarkan kondisi dan waktu. Kompleksitas dari tahap ini berdasarkan dari skenario simulasi yang dibuat.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. *Plan Computation.*

Tahap ini merupakan tahap di mana agent akan menentukan jalan untuk mencapai target. Di mana pada tahap ini proses akan berkerja langsung bersamaan dengan *motion planning*. Dalam crowd simulation, ketika agent itu hanya sendiri dan tidak mendeteksi adanya simulation environtment lain (berdasarkan visibilitas dari agent itu sendiri), maka agent akan melakukan penentuan jalan dan langsung mengerjakan motion synthesis. Namun ketika agent mendeteksi suatu simulasi dalam visibilitasnya maka agent akan mengerjakan *path planning* dan *motion synthesis*.

3. *Plan Adaptation.*

Komputasi awal hanya menentukan objek penghalang yang statis tanpa ada perubahan. Pada tahap plan adaptation ini perhitungan dilakukan secara dinamis berdasarkan Environtment yang didapatkan oleh visibilitas dari setiap agent. Secara umum tahap ini adalah proses di mana *preferred velocity* dapat berubah menjadi *feasible velocity*.

4. *Motion Synthesis.*

Seluruh tahap diperlukan aplikasi visual untuk menunjukkan pergerakan dari perhitungan tersebut. Untuk aplikasi visual, diperlukan perhitungan karakter secara fisik yang konsisten dengan perhitungan secara matematis di setiap tahapnya.

5. *Environmental Queries.*

Tahap terakhir adalah *Environmental Queries*, yang mana pada tahap ini seluruh perhitungan pada tahap tahap sebelumnya diterapkan ke dalam spatial queries di dalam environtment. Contoh dari spatial queries ini adalah efek dari

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

environtment terhadap agent dikarenakan pandangan agent (visible) atau jarak antar sesama agent (proximal).

Arsitektur menge secara umum adalah memfasilitasi agent yang bergerak yang saling memberikan ruang di satu environtment yang sama. Hal ini dapat dihitung secara matematis dengan rumus:

$$x_i(t) = v_i(t) = v_i(t, S(t))$$

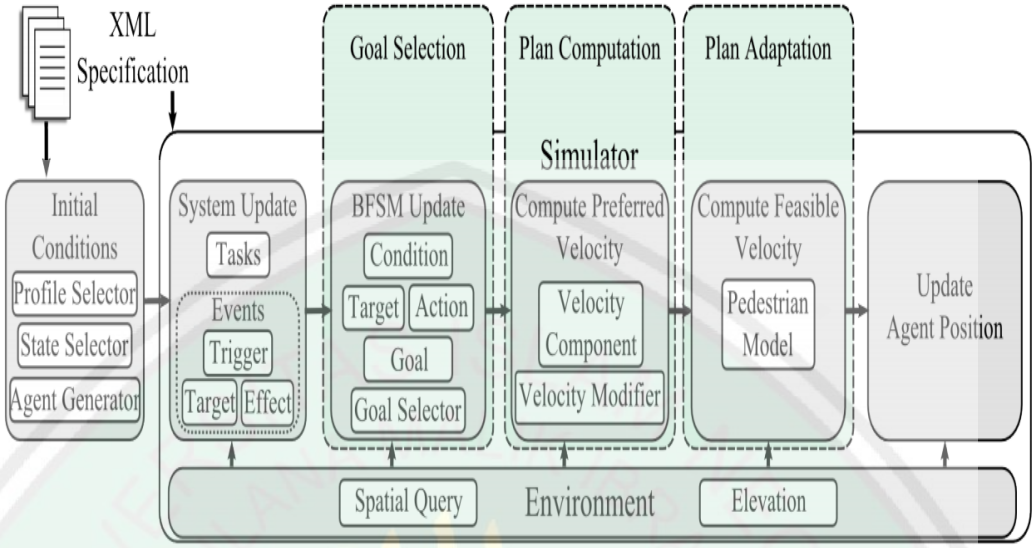
Di mana $X_i(t)$ atau $v_i(t)$ adalah velocity dari agent (i) berdasarkan time (t), S(t) merupakan keadaan simulator (Simulator State), yang mana sama dengan v dan t fungsinya adalah untuk menentukan velocity dari agent.

Dengan menentukan $x_i(t)$, maka akan bisa didapatkan posisi dari agent berdasarkan waktu. Simulator state S adalah union dari semua entitas di dalam scene, termasuk fitur dari lingkungan simulasi (seperti obstacles) dan keadaan space crowd (Crowd State Space). Crowd State Space ini adalah $X = U_i X_i$ adalah union dari state space setiap agent. Tingkat minimum state space dari setiap agent ini dibutuhkan untuk menentukan persamaan differensial yang mana $x_i = [x_i\ v_i]^T$, yang mana x_i dan $v_i \in R^2$.

Jadi secara umum, crowd simulator dan tingkah dari setiap agent ini dipengaruhi oleh agent state, terutama pada velocity fungsi V_i

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4 *Architectural Menge*



Gambar 3. 3 Menge's Computation Pipeline

Arsitektur dari menge berdasarkan konsep dari elemen. Setiap jenis elemen memiliki aspek penyelesaian tersendiri. Setiap elemen juga bisa diselesaikan dengan banyak implementasi namun harus memiliki output yang sama. Gambar di atas merupakan serangkaian komputasi dalam menge atau dikenal dengan istilah *Menge's Computation Pipeline*. Kotak berwarna putih merupakan modular dari setiap elemen, Sedangkan kotak berwarna hijau adalah bagaimana setiap elemen berelasi pada konsep masalah yang sama. Output akhir dari komputasi ini adalah pergerakan dari agent atau dalam gambar dijelaskan dengan Update Agent Position.

Setiap element dikelompokkan berdasarkan tujuan yang berbeda. Secara konsep, mencari tujuan (*goal*) dan jalan (*planning path*) dimasukkan ke dalam *agent behaviour*. *agent behaviour* ini berubah berdasarkan hubungan waktu sesuai dengan *Behavioural Finite State Machine* (*BFSM*), sehingga masalah dalam *goal*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

selection dan *planning path* ini dapat dipecahkan dengan *BFSM*. Sedangkan masalah *Plan Adaptation* dapat dipecahkan dalam *Pedestrian Model Element*.

Dari penjelasan dan gambar diatas dapat dimengerti bahwa sistem dalam menge ini berkenaan langsung dengan sistem element, setiap elemen ini mempunyai kondisi masing masing untuk bisa terpenuhi. Untuk lebih jelas bagaimana *BFSM* dapat menentukkan *goal selection* dan *planning path* pada *agent behavior*.

3.4.1 Behavioral Finite State Machine Elements

Behavioral Finite State Machine Elements adalah sistem utama dari *agent behavior*. Setiap keadaan di dalam *BFSM* mengatur apa yang dicari oleh agent, bagaimana cara agent mendapatkannya, dan bahkan hal ini dapat menyebabkan karakteristik fundamental dari agent.

Transisi dari setiap keadaan ini terjadi di dalam *agent's behavior.* Tahapan detail setiap interaksi sudah dijelaskan sesuai dengan Gambar 3. 2 Abstraction Crowd Simulation. Dari tahapan tersebut dapat dianalisis bahwa ada 3 hal utama bagaimana agents berinteraksi dengan lingkungan atau sesame agentnya, yaitu :

a. Condition

Condition Element berhubungan langsung dengan *Target Element* dalam *BFSM*. *Condition* ini memberikan Boolean test untuk membuktikan bahwa element ini benar benar sesuai. Jika sesuai maka transisi keadaan ini akan berjalan. Agent akan berpindah dari *FSM* lama ke *FSM* baru yang ditentukan oleh *target*. Transisi ini urut sesuai dengan *priority element* yang telah ditentukan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Condition Boolean Test bisa berupa *arbitrary logic*. Ini dikarenakan implementasi dari menge parameternya bersifat *temporal, spatial,* dan *stochastic*. Sebagai contoh : Misal penumpang dari pesawat akan keluar dari pesawat secara beramai ramai. Maka kondisi yang diberikan adalah penumpang akan keluar ketika lorong pesawat tidak ramai.

b. Target

Target Elements akan menentukan *FSM* mana yang akan dikerjakan oleh *agent* ketika sebuah kondisi telah terpenuhi. Secara umum, satu *FSM* akan menghubungkan *FSM* lain dengan keadaan *FSM* sebelumnya. Sehingga ketika menentukan *agent behavior* ke dalam *BFSM*, tidak menutup kemungkinan bahwa satu kondisi saja sudah bisa menjalankan banyak *FSM*.

Target Elements bisa membuat *FSM* bekerja secara kompak. Hal ini dapat diilustrasikan seperti cara kerja stasiun : misal seorang penumpang membeli sebuah tiket. Maka secara otomatis element dari tempat duduk dalam kereta akan terisi dan juga element ruang tunggu juga terisi.

c. Action

Action Elements dapat membuat *FSM* dari suatu agent berubah dari keadaan a ke keadaan b. *Action* dilakukan ketika *agent* mengerjakan sebuah ***FSM*** dan proses ini bisa diulang berdasarkan permintaan *FSM* tersebut sesuai dengan kebutuhan simulasi.

Action Elements ini dapat digunakan sebagai deteksi keadaan *agent*. Sebagai contoh: peningkatan stress akan terjadi ketika *agent* telah menyelesaikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

suatu *FSM* atau bisa juga sebagai penghitung tingkat kenyamanan yang dirasakan oleh *agent*.

3.4.2 BFSM Goal Selection Elements

Secara sederhana, goal selection dapat didefinisikan sebagai lama waktu simulasi akan berlangsung. Untuk lebih kompleksnya goal dari agent ini dapat berubah dari satu moment ke moment lainnya. Perubahan goal ini di dasari oleh FSM. Ketika memasuki FSM *agent* akan memilih *goal* sesuai dengan *goal selector element* yang terdapat di dalam proses FSM.

a. Goal

Goal element adalah elemen dasar untuk membuat ruang di mana agent akan mencapainya. *Goals* secara efisien dapat dikerjakan oleh beberapa agent tanpa saling mempengaruhi agent lainnya. *Goal* juga harus didasari oleh region. *Region* ini secara tidak langsung dapat mempengaruhi kapasitas dari agent. Sehingga dapat disimpulkan *Menge Goals* tidak terbatas oleh agent yang melakukannya. Namun setiap agent yang melakukan goal akan memakan kapasitas, ketika kapasitas sudah penuh, maka agent tidak bisa mengerjakan goal tersebut.

b. Goal Selector

Goal Selector element adalah elemen dasar di mana agent akan mengerjakan suatu goal. Ketika agent memasuki FSM, *Goal Selector* akan mengevaluasi *Goal* yang dituju oleh agent. Ketika agent keluar dari FSM, goal akan dilepas oleh agent. Namun *Goal Selector* masih menyimpan *goal* tersebut, ketika goal selector memilih suatu goal, tidak menuntut kemungkinan untuk

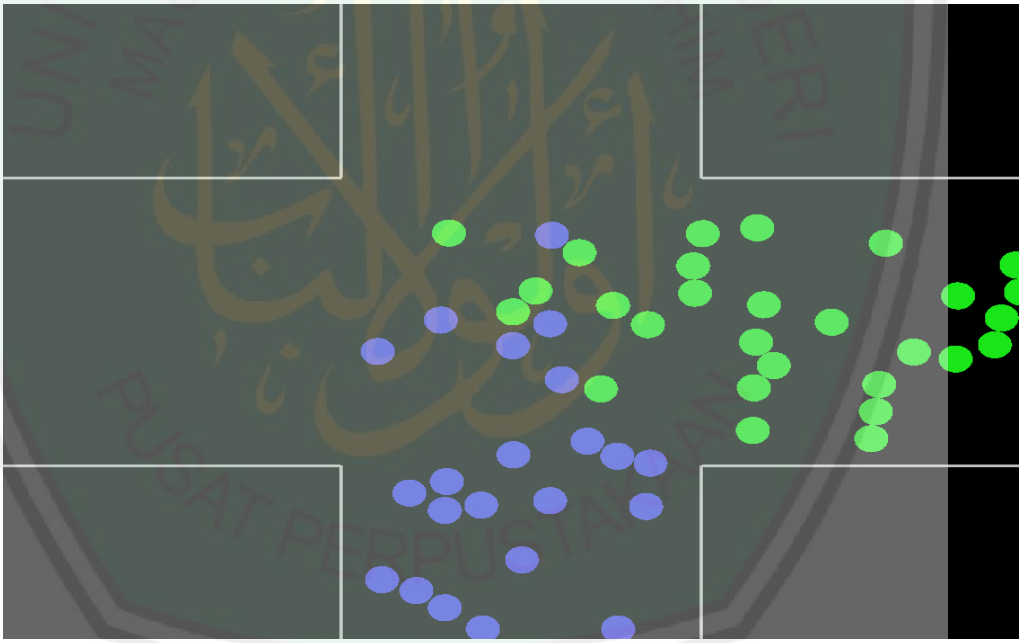
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

mengulang goal yang sama. Ini berarti kapasitas dari goal tersebut juga tidak berkurang. Ke depannya goal ini bisa digunakan untuk "*Goal Sharing"*.

3.5 Simulasi Perhitungan Praktik Algoritma *Menge*

Pada tahap ini peneliti akan menerapkan perhitungan metode untuk algoritma *menge*. Ada banyak cara untuk mengilustrasikan algoritma menge, di sini peneliti akan menjabarkan dengan cara memberikan contoh untuk setiap tahap algoritma menge, antara lain:

1. *Cross Flow*: *Cross Flow* merupakan ilustrasi sederhana dari percobaan untuk pedestrian atau kumpulan agent dalam simulasi. Dua pedestrian akan berjalan saling berpotongan seperti pada gambar berikut.

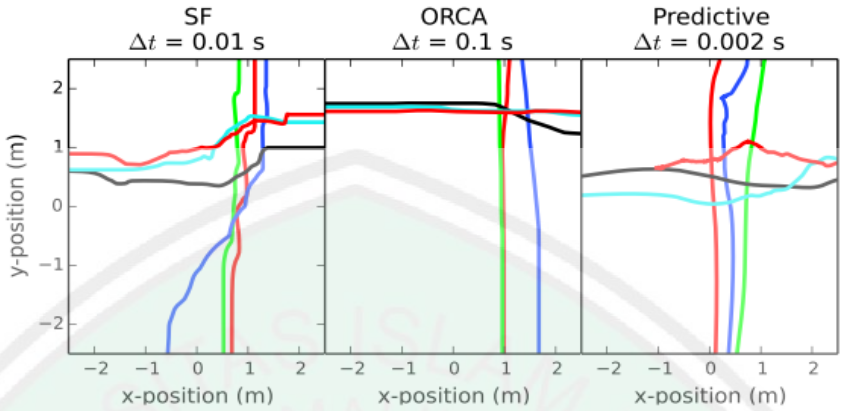


Gambar 3. 4 Contoh Perpotongan Dua Pedestrian

Pada percobaan ini pedestrian model diberi 3 macam implementasi algoritma menge, antara lain adalah *velocity-obstacle model, simple social-force model,* dan *predictive social-force model*. Untuk penjelasan lebih

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

terperinci tentang perhitungan tiap implementasi dijelaskan pada gambar berikut.

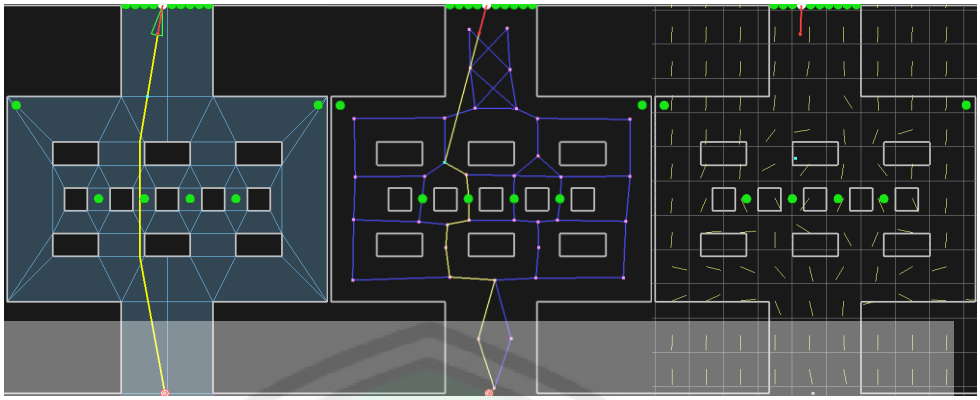


Gambar 3. 5 Trajectory Implementasi Pedestrian Pada Cross Flow

Gambar di atas merupakan arus lintasan pada setiap pedestrian dalam Cross Flow scenario. SF merupakan arus lintasan berdasarkan perhitungan *simple social-force*, ORCA merupakan arus lintasan berdasarkan perhitungan *velocity-obstacle model*, dan Predictive merupakan perhitungan arus lintasan berdasarkan *predictive forces model*.

2. *Obstacle Course: Obstacle Course* merupakan percobaan simulasi agent dalam memilih lintasan untuk mencapai target dan menghindari semua halangan atau lebih dikenal dengan istilah pathfinding. Untuk contoh visualisasinya perhatikan gambar berikut.

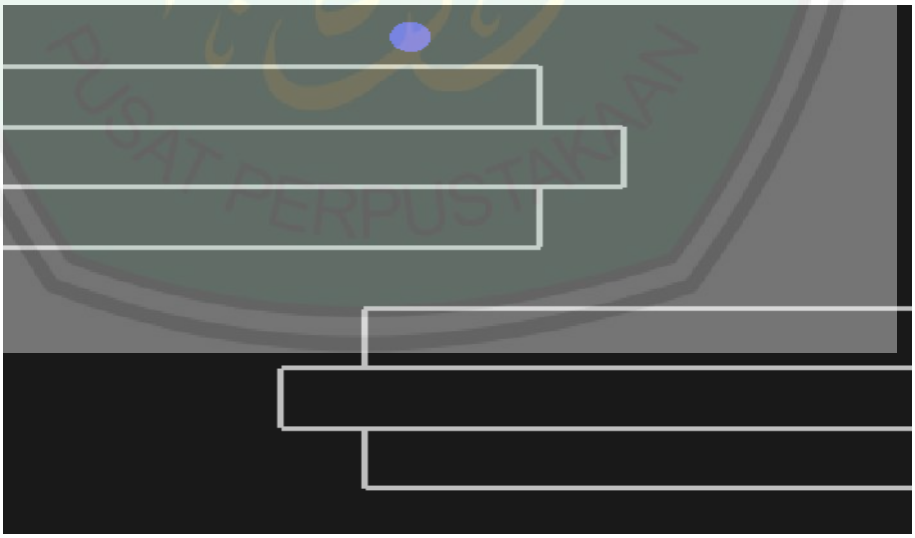
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3. 6 Visualisasi Navigasi Untuk Obstacle Course

Gambar tersebut menjelaskan secara visual tentang method yang digunakan dalam mengaplikasikan eksperimen Obstacle Course. Titik hijau merupakan contoh posisi agent, sedangkan garis kuning merupakan hasil komputasi pathfinding untuk satu agent. Gambar pertama merupakan perhitungan dengan navigation mesh, sedangkan gambar kedua adalah road map, dan ketiga adalah *guidance field*.

3. *SteerBench*: *SteerBench* merupakan percobaan simulasi untuk mengevaluasi algoritma *steering*. Uji coba yang dilakukan adalah seperti gambar berikut:



Gambar 3. 7 Benchmark Uji Coba SteerBench

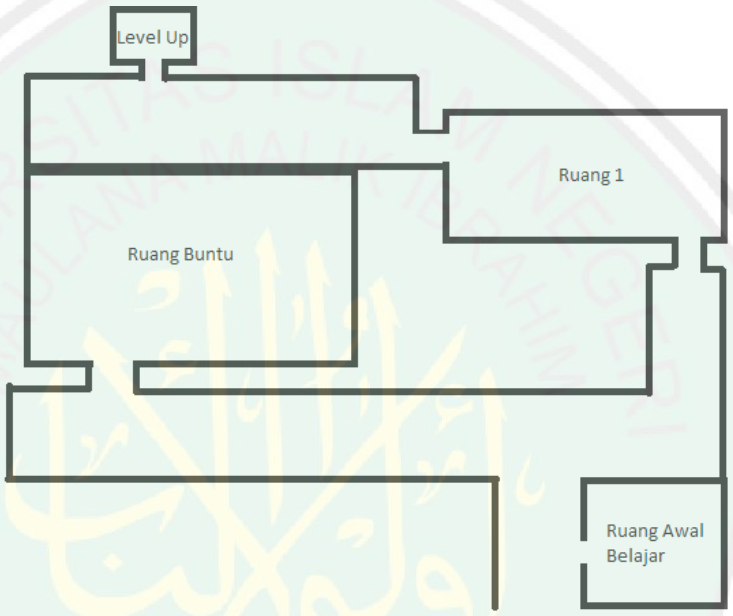
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar tersebut merukapan benchmark dari uji coba SteerBench. Setiap benchmark memiliki behavior yang cukup berpengaruh nantinya pada *crowd simulation* berdasarkan kriteria kriteria khusus.

3.5.1 Desain Detail

1. Latar Permainan

Babak 1 (Level 1)

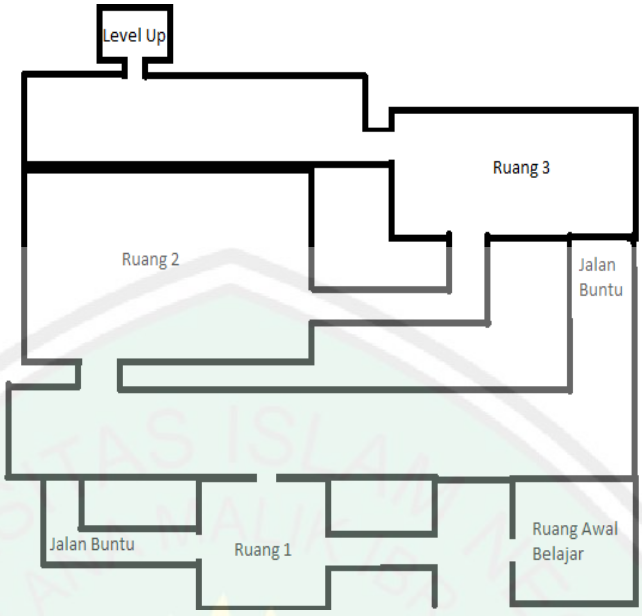


Gambar 3. 8 Latar Level

Gambar 3.7 adalah latar permainan level 1 di mana hanya terdiri dari 3 ruang dan 1 ruang yang buntu. Pemain akan menuju babak selanjutnya ketika menemukan ruang *Level Up*. Setiap ruangan diisi *NPC* dengan metode Crowd Simulation. Di antara NPC tersebut ada 1 *NPC* yang membawa kunci untuk bisa lanjut ke ruangan berikutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

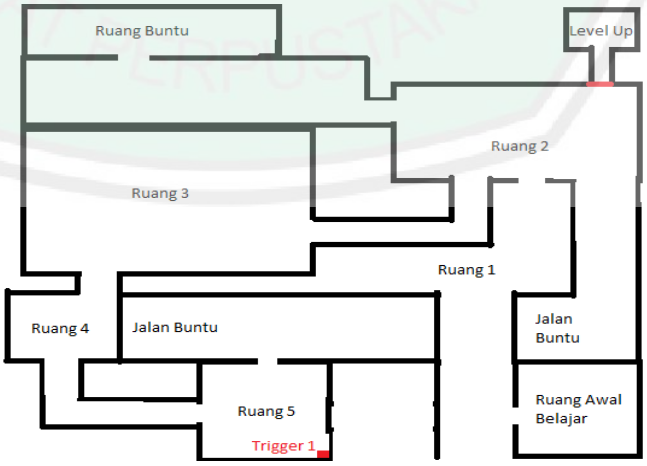
Babak II (Level 2)



Gambar 3. 9 Latar Level 2

Gambar 3.8 adalah latar permainan level 2 di mana terdiri dari 4 ruang dan 2 ruang yang buntu. Pemain akan menuju babak selanjutnya ketika menemukan ruang *Level Up*. Setiap ruangan diisi *NPC* dengan metode Crowd Simulation. Di antara NPC tersebut ada 1 *NPC* yang membawa kunci untuk bisa lanjut ke ruangan berikutnya.

Babak III (Level 3)

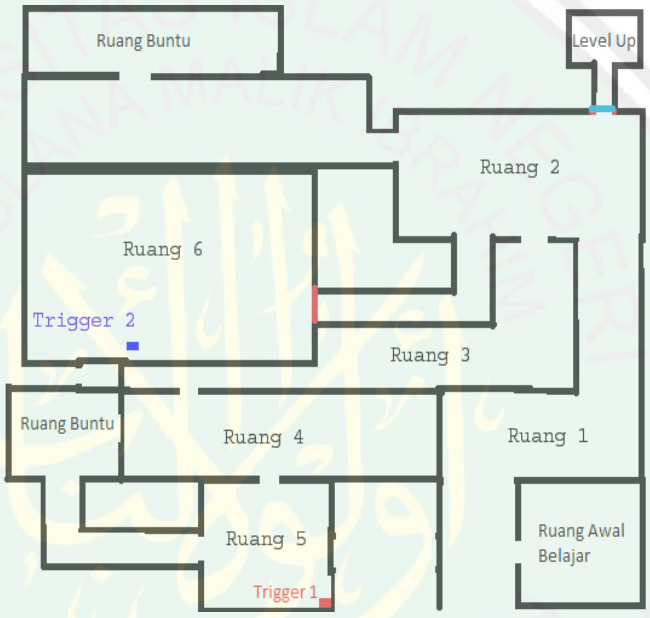


Gambar 3. 10 Latar Level 3

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 3.9 adalah latar permainan level 3 di mana terdiri dari 7 ruang dan 3 ruang yang buntu. Pada level ini terdapat 1 trigger yang mana fungsinya untuk membuka ruangan yang tersegel. Pemain akan menuju babak selanjutnya ketika menemukan ruang *Level Up*. Setiap ruangan diisi *NPC* dengan metode Crowd Simulation. Di antara NPC tersebut ada 1 *NPC* yang membawa kunci untuk bisa lanjut ke ruangan berikutnya.

Babak IV (Level 4)



Gambar 3. 11 Latar Level 4

Gambar 3.10 adalah latar permainan level 4 di mana terdiri dari 9 ruang dan 2 ruang yang buntu. Pada level ini terdapat 2 trigger yang mana fungsinya untuk membuka ruangan yang tersegel. Pemain akan menuju babak selanjutnya ketika menemukan ruang *Level Up*. Setiap ruangan diisi *NPC* dengan metode Crowd Simulation. Di antara NPC tersebut ada 1 *NPC* yang membawa kunci untuk bisa lanjut ke ruangan berikutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Deskripsi Permainan

Game ini merupakan pembelajaran Bahasa Arab di mana terdapat 4 babak yang harus diselesaikan. Materi pembelajaran Bahasa Arab pada tiap babak adalah:

a. Hukum akhir bacaan (*Nahwu & Shorof*).
b. Huruf-huruf Bahasa Arab.
c. Kalimat dalam Bahasa Arab.
d. Jumlah Mufidah dan Syibul Jumlah.

Pemain mulanya memasuki ruang belajar yang di dalamnya terdapat papan materi yang disediakan sebagai dasar pengetahuan. Setelah cukup paham dengan materi tersebut pemain masuk ke dalam labirin menyusuri lorong lorong dan membuka pintu di setiap ruangnya untuk mencari *portal* menuju level selanjutnya. Untuk membuka pintu, pemain harus mencari salah satu musuh dalam *Crowd Simulation*. Musuh ini memiliki aksi yang berbeda di dalam *Crowd Simulation*, terkadang musuh mendekat, menjauh, atau kadang diam bersembunyi.

Pada level awal pemain diberi 3 nyawa untuk menyelesaikan permainan. Nyawa akan berkurang jika pemain menemui musuh dan tidak dapat menjawab pertanyaan yang diberikan oleh musuh. Musuh juga akan menduplikat dirinya ketika pemain tidak bisa menjawab pertanyaan, sehingga akan terdapat banyak musuh ketika pemain tidak bisa menjawab dengan benar.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

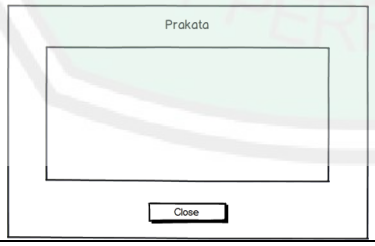
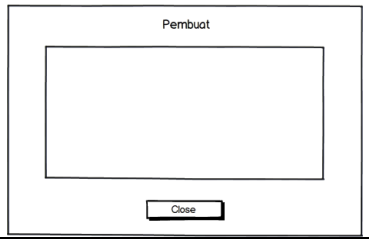
a. Kondisi Menang / Kalah

Final dari permainan ini adalah menyelesaikan 4 babak yang terdapat dalam permainan. Apabila pemain dapat menyelesaikan semua level maka pemain akan menang. Sebaliknya jika ditengah permainan pemain kehabisan nyawa maka pemain dikatakan kalah.

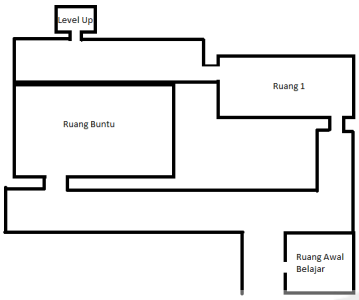
b. StoryBoard

Cerita dalam game ini berdasarkan level. Dalam game ini terdapat 4 level dan ditiap level memiliki portal untuk bisa lanjut ke level selanjutnya. Dalam game ini terdapat 7 chapter yang akan dilewati oleh pemain.

Tabel 3. 1 *Story Board*

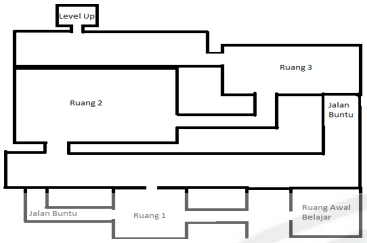
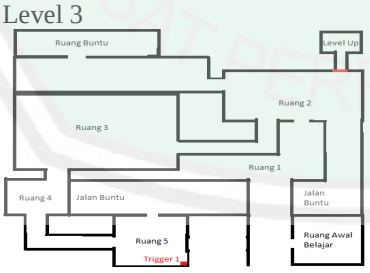
No	Frame	Isi	Keterangan
1.	Menu	1. Mulai 2. Prakata 3. Pembuat 4. Judul Game 5. Background 6. Musik	1. Tombol Mulai berfungi memulai game. 2. Tombol Prakata berfungsi untuk menampilkan prakata. 3. Tombol Pembuat berfungsi menampilkan biografi pembuat.
2	Prakata 	1. Tombol Close	1.Tombol silang berfungsi untuk menutup jendela prakata ke frame menu screen.
3	Pembuat 	1. Tombol Close	1.Tombol silang berfungsi untuk menutup jendela prakata ke frame menu screen.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

<table>
<tr>
<td>4.</td>
<td>Level 1
 
</td>
<td>1. Labirin
2. Papan Belajar
3. Portal
4. NPC 1
5. Health
Audio</td>
<td>1. Labirin adalah lorong-lorong yang harus dilewati oleh player dalam game ini.
2. Papan Belajar merupakan tempat materi pembelajaran yang akan diterima oleh player.
3. Portal merupakan gerbang yang harus dilewati player untuk menuju level selanjutnya.
4. NPC 1 merupakan musuh yang harus dilawan oleh player.
Health adalah nyawa yang dimiliki player.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td colspan="3">Alur Cerita:
Pada level 1 ini adalah pembelajaran bahasa arab dasar, yaitu pengertian tentang hukum akhir bacaan (Nahwu dan Shorof), Huruf-huruf Bahasa Arab, dan Kalimat dalam bahasa arab.
5. Mulanya player dibekali dengan 3 Health dan untuk cerita awal player masuk ke ruang awal belajar dan di sana terdapat 3 papan penjelasan tentang Nahwu dan Shorof, Huruf Bahasa Arab, Kalimat dalam bahasa arab beserta dengan audio. Setelah player paham dengan materi tersebut maka kemudian player harus mencari ruang level up. Di dalam labirin tersebut player akan bertemu dengan Enemy dengan implementasi crowd simulation dan memberikan pertanyaan tentang Materi yang telah dipelajari. Player harus mencari enemy yang bersikap tidak sama diantara crowd simulation tersebut. Jika player menjawab dengan benar maka enemy akan menghilang, jika player menjawab salah maka akan muncul 2 soal tambahan dan hp dari player dikurangi 1. Ketika player menemukan portal menuju level 2 maka player akan dipindahkan langsung ke level 2.</td>
</tr>
</table>

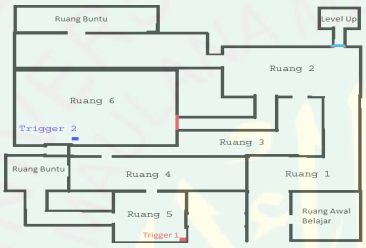
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3. 1 *Story Board* (Sambungan)

No	Frame	Isi	Keterangan
5.	Level 2  	1. Labirin 2. Papan Belajar 3. Portal 4. NPC 1 5. Health 6. Audio	1. Labirin adalah lorong-lorong yang harus dilewati oleh player dalam game ini. 2. Papan Belajar merupakan tempat materi pembelajaran yang akan diterima oleh player. 3. Portal merupakan gerbang yang harus dilewati player untuk menuju level selanjutnya. 4. NPC 1 merupakan musuh yang harus dilawan oleh player. 5. Health adalah nyawa yang dimiliki oleh player.
	Alur Cerita: Pada level 2 ini adalah pembelajaran tentang kalimah. Dimana dalam Bahasa Arab kalimah dibagi menjadi tiga yaitu isim, fi'il, dan huruf. Sehingga player akan dibei materi tentang ciri-ciri dan perbedaan tiap kalimah serta contohnya. Sama seperti level 1 player masuk ke ruang awal belajar namun pada saat ini health dari player menjadi 4. Cerita awal player masuk ke ruang awal belajar dan di sana terdapat 3 papan penjelasan tentang materi kalimah dalam Bahasa Arab beserta audio. Setelah player paham dengan materi tersebut maka kemudian player harus mencari ruang level up. Di dalam labirin tersebut player akan bertemu dengan Enemy dengan implementasi crowd simulation dan memberikan pertanyaan tentang Materi yang telah dipelajari. Player harus mencari enemy yang bersikap tidak sama diantara crowd simulation tersebut. Jika player menjawab dengan benar maka enemy akan menghilang, jika player menjawab salah maka akan muncul 2 soal tambahan dan hp dari player dikurangi 1. Ketika player menemukan portal menuju level 3 maka player akan dipindahkan langsung ke level 3.		
6.	Level 3  	1. Labirin 2. Papan Belajar 3. Portal 4. NPC 1 5. Health 6. Audio	1. Labirin adalah lorong-lorong yang harus dilewati oleh player dalam game ini. 2. Papan Belajar merupakan tempat materi pembelajaran yang akan diterima. 3. Portal merupakan gerbang yang harus dilewati player untuk menuju level selanjutnya. 4. NPC 1 merupakan musuh yang harus dilawan oleh player. 5. Health adalah nyawa yang dimiliki olehplayer.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3. 1 *Story Board* (Sambungan)

No	Frame	Isi	Keterangan
	Alur Cerita: Pada level 3 ini adalah pembelajaran tentang Jumlah Mufidah. Player akan diberi materi serta contoh-contoh dan penerapannya. Sama seperti level-level sebelumnya player masuk ke ruang awal belajar namun pada saat ini health dari player menjadi 5. Cerita awal player masuk ke ruang awal belajar dan di sana terdapat 3 papan penjelasan tentang materi jumlah mufidah dalam Bahasa Arab beserta audio. Setelah player paham dengan materi tersebut maka kemudian player harus mencari ruang level up. Di dalam labirin tersebut player akan bertemu dengan Enemy dengan implementasi crowd simulation dan memberikan pertanyaan tentang Materi yang telah dipelajari. Player harus mencari enemy yang bersikap tidak sama diantara crowd simulation tersebut. Jika player menjawab dengan benar maka enemy akan menghilang, jika player menjawab salah maka akan muncul 2 soal tambahan dan hp dari player dikurangi 1. Ketika player menemukan portal menuju level 4 maka player akan dipindahkan langsung ke level 4.		
7.	Level 4 	1. Labirin 2. Papan Belajar 3. Portal 4. NPC 1 5. Health 6. Audio	1. Labirin adalah lorong-lorong yang harus dilewati oleh player dalam game ini. 2. Papan Belajar merupakan tempat materi pembelajaran yang akan diterima oleh player. 3. Portal merupakan gerbang yang harus dilewati player untuk menuju level selanjutnya. 4. NPC 1 merupakan musuh yang harus dilawan oleh player. 5. Health adalah nyawa yang dimiliki oleh player.
	Alur Cerita: Pada level 4 ini adalah pembelajaran tentang Syibhul Jumlah. Player akan diberi materi serta contoh-contoh dan penerapannya. Sama seperti level-level sebelumnya player masuk ke ruang awal belajar namun pada saat ini health dari player menjadi 5. Cerita awal player masuk ke ruang awal belajar dan di sana terdapat 3 papan penjelasan tentang materi Syibhul Jumlah dalam Bahasa Arab beserta audio. Setelah player paham dengan materi tersebut maka kemudian player harus mencari ruang level up. Di dalam labirin tersebut player akan bertemu dengan Enemy dengan implementasi crowd simulation dan memberikan pertanyaan tentang Materi yang telah dipelajari. Player harus mencari enemy yang bersikap tidak sama diantara crowd simulation tersebut. Jika player menjawab dengan benar maka enemy akan menghilang, jika player menjawab salah maka akan muncul 2 soal tambahan dan hp dari player dikurangi 1. Ketika player menyelesaikan level ini maka permainan akan selesai.		

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

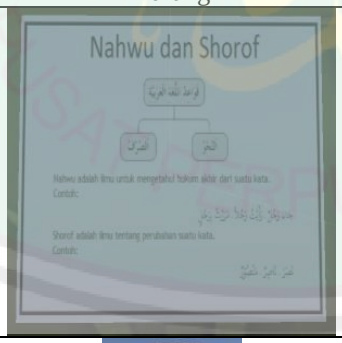
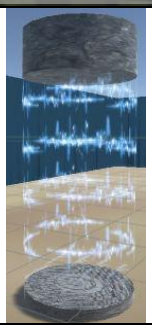
3. Desain Karakter

Tabel 3. 2 Desain Karakter

No	Karakter	Keterangan
1.		Merupakan player yang memainkan game ini.
2.		Merupakan Enemy yang akan ditemui player ketika perjalanan menuju portal untuk melanjutkan ke level selanjutnya.

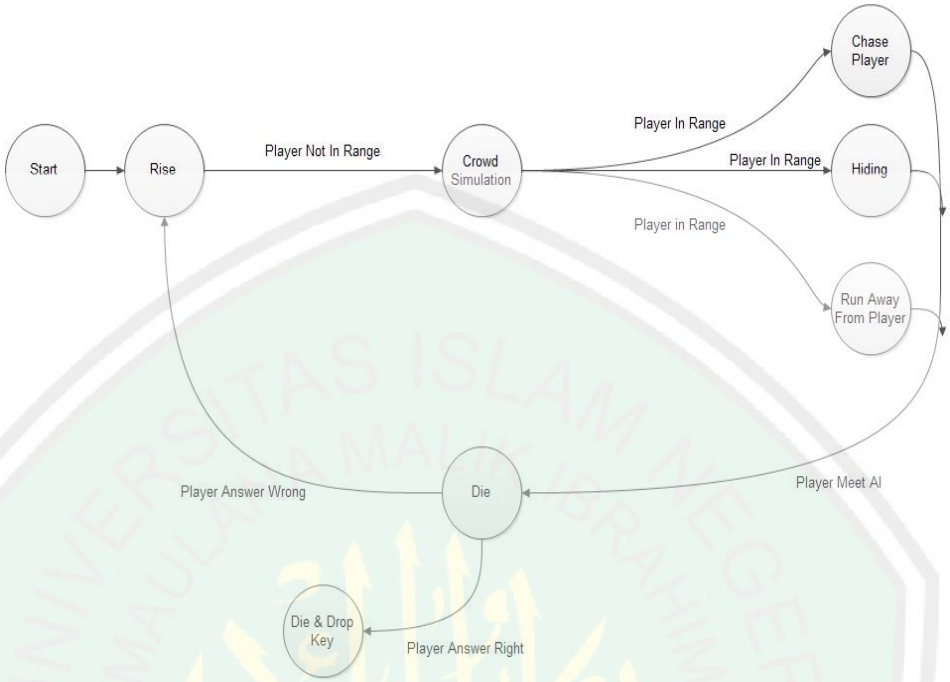
4. Desain Barang

Tabel 3. 3 Desain Barang

No	Barang	Keterangan
1.		Merupakan tempat materi pembelajaran untuk player.
2.		Merupakan gerbang untuk menuju ke level selanjutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5. Finite State Machine (FSM)



Gambar 3. 12 Finite State Machine dari Agent

Terdapat 5 *state*: *Rise*, *Crowd Simulation*, *Chase Player* / *Hiding* / *Run Away from Player*, *Die*, dan *Delete Object*. Antar state terdapat aturan transisi agar dapat melakukan perubahan *state*, misal pada saat *Player in Range*, maka *AI* akan berubah state dari *Crowd Simulation* menjadi *Chase Player*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

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

4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

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

Tabel 4. 1 Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1.	Processor	AMD A8-5550M 2,1 GHz
2.	RAM	4 GB
3.	VGA	AMD Radeon HD Graphics
4.	HDD	500 GB
5.	Monitor	14’
6.	Speaker	On
7.	Mouse & Keyboard	On

4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

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

Tabel 4. 2 Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1.	Sistem Operasi	Windows 10 64 Bit
2.	*Game Engine*	Unity 3D 5.2.2f1
3.	Desain 3D	Blender 2.76
4.	*Script Writer*	Mono Develop

4.2 Implementasi Algoritma Menge pada Perilaku NPC

Proses implementasi adalah proses penerapan komponen sistem utama yang dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat dan diajukan sebelumnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Implementasi kecerdasaan buatan pada penelitian ini diterapkan pada perilaku crowd pada *NPC* dengan memanfaatkan metode *Menge*. Metode *Menge* digunakan sebagai pembangkit perilaku crowd *NPC*. *NPC* berjalan secara *random* dan melakukan *crowd simulation* berdasarkan identifikasi *collision* dengan *NPC* lain.

4.2.1 Menge Sebagai Metode Crowd Simulation

Pada bagian ini membahas penerapan metode *Menge* pada NPC. Algoritma *Menge* pada *NPC* bekerja pada saat game pertama dijalankan. *NPC* memiliki kecerdasan untuk mendeteksi posisi NPC atau object lain. Ketika NPC mendeteksi *collision* maka *NPC* akan melakukan menghindar dari NPC atau object lain tersebut. Tahapan-tahapan algoritma *Menge* dalam game ini akan diimplementasikan menggunakan bahasa C# dengan source code sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Source Code Algoritma Menge

No	*Method* / Fungsi	Keterangan
1.	*public override void PerformSteeringBehavior() {* *m_WanderCirclePosition = transform.position +* *transform.forward * m_WanderDistance;* *m_DesiredVelocity = (m_RandomPoint -* *transform.position).normalized * *SteeringCore.MaxSpeed;* *SteeringForce = m_DesiredVelocity -* *SteeringCore.Velocity;* *UpdateTimer();*	*Method* Untuk Menentukan Jalannya *NPC* secara *random*. Dalam *Algoritma Menge* hal ini masuk dalam tahap *Goal Selection*.
2.	*private void ApplySteering (){* *Vector3 steeringForceAverage = Vector3.zero;* *float priorityScale = 1;* *for (int i = 0; i < m_SteeringBehaviorList.Count; i++){* *if (m_SteeringBehaviorList.Count > 1){* *priorityScale=m_SteeringBehaviorList[i].BlendScale;* *}* *steeringForceAverage+=* *m_SteeringBehaviorList[i].SteeringForce** *priorityScale;* *}* *steeringForceAverage.y = 0;* *steeringForceAverage=* *Vector3.ClampMagnitude(steeringForceAverage,* *m_MaxSteeringForce);*	*Method* Untuk Melakukan Steering Pada *NPC*. Dalam *Algoritma Menge* hal ini masuk dalam tahap *Plan Computation*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.3 Source Code Algoritma Menge (Sambungan)

No	*Method* / Fungsi	Keterangan
3.	*private bool GetSeparationVelocity(out Vector3 _SeparationForce){* *List<SteeringCrowdUnit>crowd= SteeringCrowdUnit.CrowdUnitList;* *List<SteeringCrowdUnit> crowdNeighbors = new List<SteeringCrowdUnit>();* *float sqrDist = 0; _SeparationForce = Vector3.zero;* *for (int i = 0; i < crowd.Count; i++){* *SteeringCrowdUnit crowdUnit = crowd[i];* *if (crowdUnit != null){* *if (crowdUnit.gameObject != gameObject){* *sqrDist = (crowdUnit.transform.position - transform.position).sqrMagnitude;1* *if (sqrDist < m_NeighborHoodRadius * m_NeighborHoodRadius) {* *crowdNeighbors.Add(crowdUnit);* *}}}}* *if(crowdNeighbors.Count< m_MinNeighborHoodUnitCount) {* *return false;* *}* *Vector3 force;* *for (int i = 0; i < crowdNeighbors.Count; i++){* *force = transform.position - crowdNeighbors[i].transform.position;* *force *= 1 - Mathf.Min(force.sqrMagnitude / (m_NeighborHoodRadius * m_NeighborHoodRadius), 1);* *_SeparationForce += force;}* *_SeparationForce /= crowdNeighbors.Count;* *return true; }*	*Method* Untuk Melakukan *Crowd Separation*. Dalam *Algoritma Menge* hal ini masuk dalam tahap *Plan Adaptation*

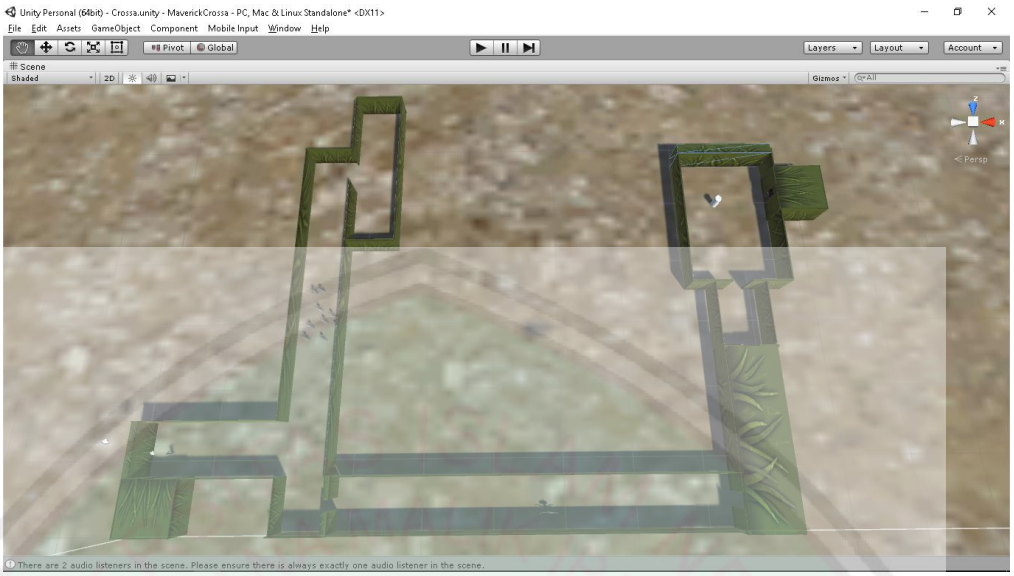
4	private void UpdateTimer(){
	m_Timer += Time.deltaTime;
	if (m_Timer > m_RandomPointFrequency) {
	m_RandomPoint = Random.insideUnitCircle * m_WanderRadius;
	m_RandomPoint.z = m_RandomPoint.y;
	m_RandomPoint.y = 0;
	m_RandomPoint += m_WanderCirclePosition;
	m_Timer = 0;
	}}	

4.3 Implementasi Aplikasi Game

Implementasi merupakan proses pembangunan komponen-komponen pokok suatu sistem. Komponen tersebut dibangun berdasarkan desain dan rancangan yang telah dibuat sebelumnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1. Pembangunan Labirin Level 1



Gambar 4. 1 Labirin Level 1

2. Pembangunan Labirin Level 2

Gambar 4. 2 Labirin Level 2

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. Pembangunan Labirin Level 3

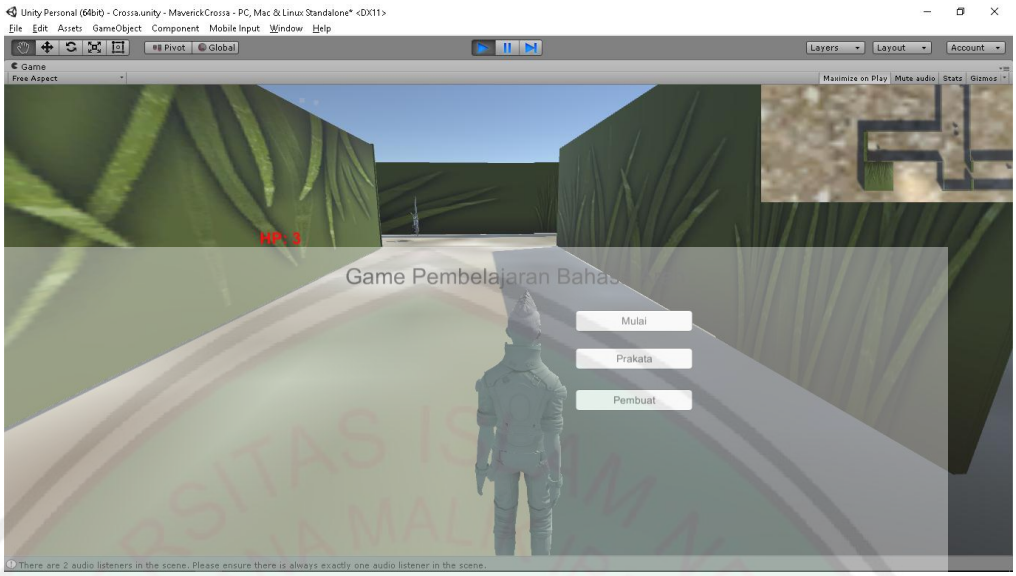
Gambar 4. 3 Labirin Level 3

4. Pembangunan Labirin Level 4

Gambar 4. 4 Labirin Level 4

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5. *Scene Game* Pada Bagian Awal



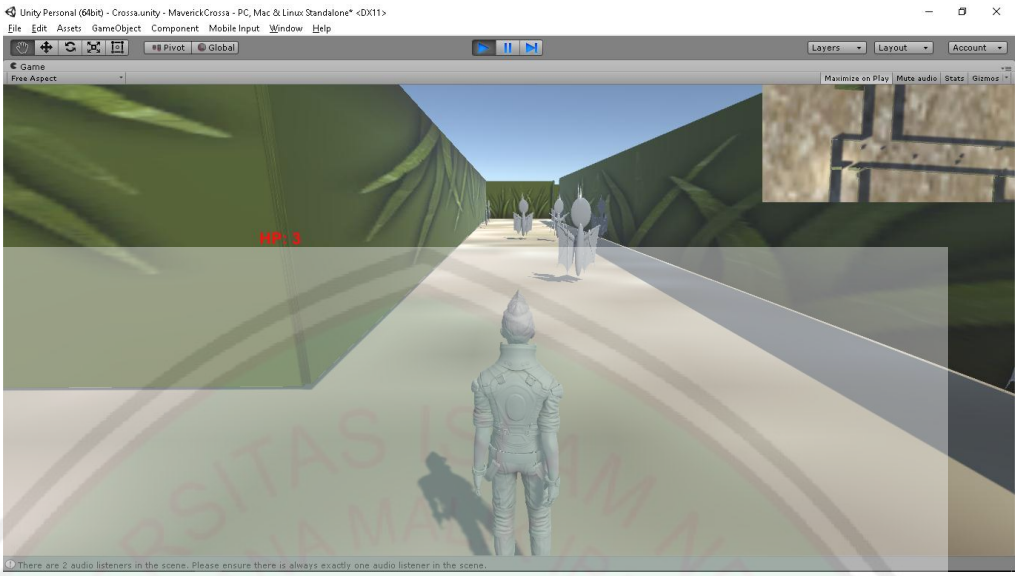
Gambar 4. 5 Antarmuka Menu

6. *Scene Game* Pada Bagian Ruang Belajar

Gambar 4. 6 Tampilan Game Pada Ruang Belajar

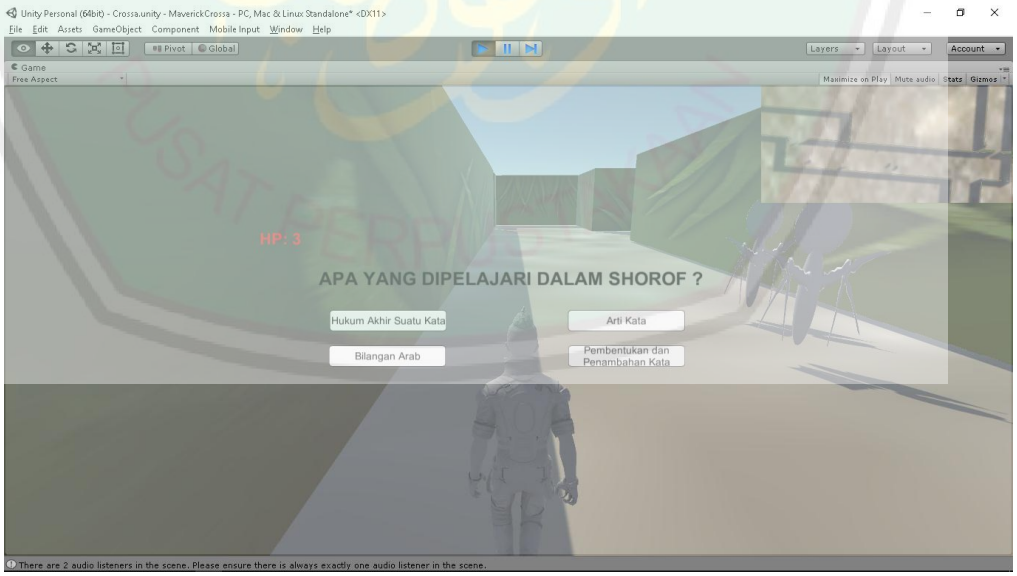
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

7. *Scene Game* dalam Labirin



Gambar 4. 7 Tampilan Game Pada Labirin Dengan Musuh

8. *Scene Game* Saat *NPC* Memberikan Pertanyaan



Gambar 4. 8 Tampilan Game Saat NPC Memberikan Pertanyaan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.4 Uji Coba

Pada subbab ini membahas tentang uji coba yang telah dilakukan. Terdapat dua uji coba implementasi algoritma *Menge* dan uji coba pada *game*. Berikut pembahasan uji coba tersebut.

4.4.1 Uji Coba Algoritma

Uji coba *Menge* dilakukan untuk mengetahui nilai Goal Selection, Plan Computation, Plan Adaptation, dan Environmental Queries dalam menentukan posisi atau perilaku. Proses ini dilakukan dengan menginputkan nilai nilai posisi dan keadaan NPC secara manual.

WanderRadius = 5;

WanderDistance = 5;

ObstacleRadius =1;

ObstacleDistance = 10;

RandomFrequency = 1;

NeighborHoodRadius = 6

maxSteeringForce = 1

maxSpeed = 4

Rotation = 5

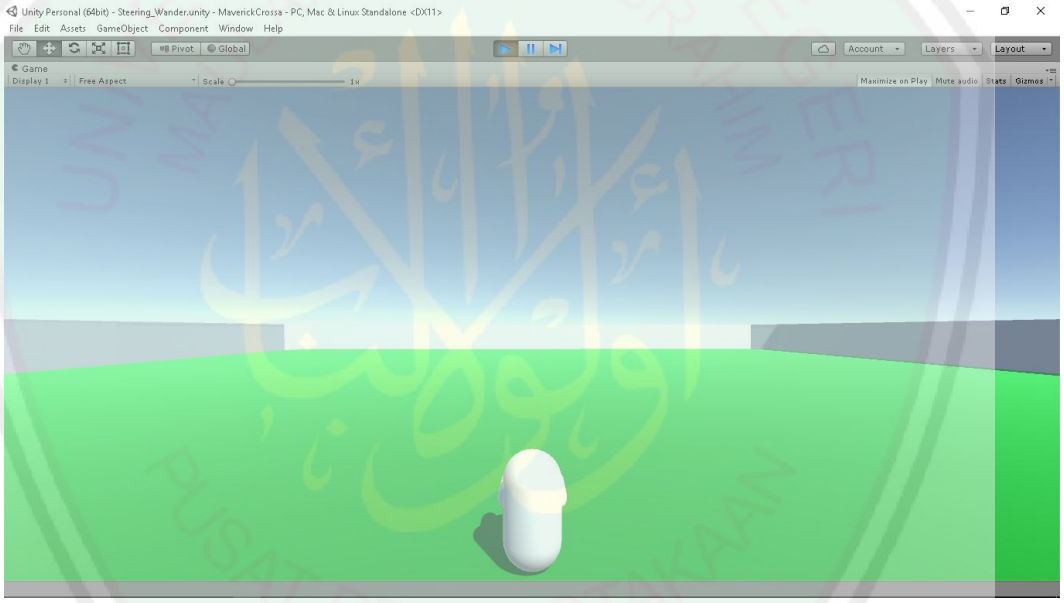
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.4.1.1 Uji Coba Wandering

Wandering Terhadap 5 Random Point Yang Berbeda

Transform Position	Transform Forward	Wander Distance	Random Point	Steering Max	Velocity
(0, 0.1, 0)	(0, 0, 1)	8	(0,0,0)	8	(0,0,0)
(0, 0.1, 0)	(0, 0, 1)	8	(-2.3, 0.1, 9,5)	8	(0,0,0)
(0, 0.1, 0)	(0, 0, 1)	8	(-1.8, 0.1, 10.1)	8	(0,0,0)
(0, 0.1, 0)	(0, 0, 1)	8	(-1.5, 0.1, 6.2)	8	(0,0,0)
(0, 0.1, 0)	(0, 0, 1)	8	(-1.6, 0.1, 9,9)	8	(0,0,0)

Wander Circle Position	Desired Velocity	Steering Force
(0, 0,1, 8)	(0, -8, 0)	(0, -8, 0)
(0, 0,1, 8)	(-1.9, 0.0, 7.8)	(-1.9, 0.0, 7.8)
(0, 0,1, 8)	(-1.4, 0, 7.9)	(-1.4, 0.0, 7.9)
(0, 0,1, 8)	(-1.9, 0.0, 7.8)	(-1.8, 0, 7.3)
(0, 0,1, 8)	(-1.2, 0, 7.9)	(-1.1, 0, 7.1)



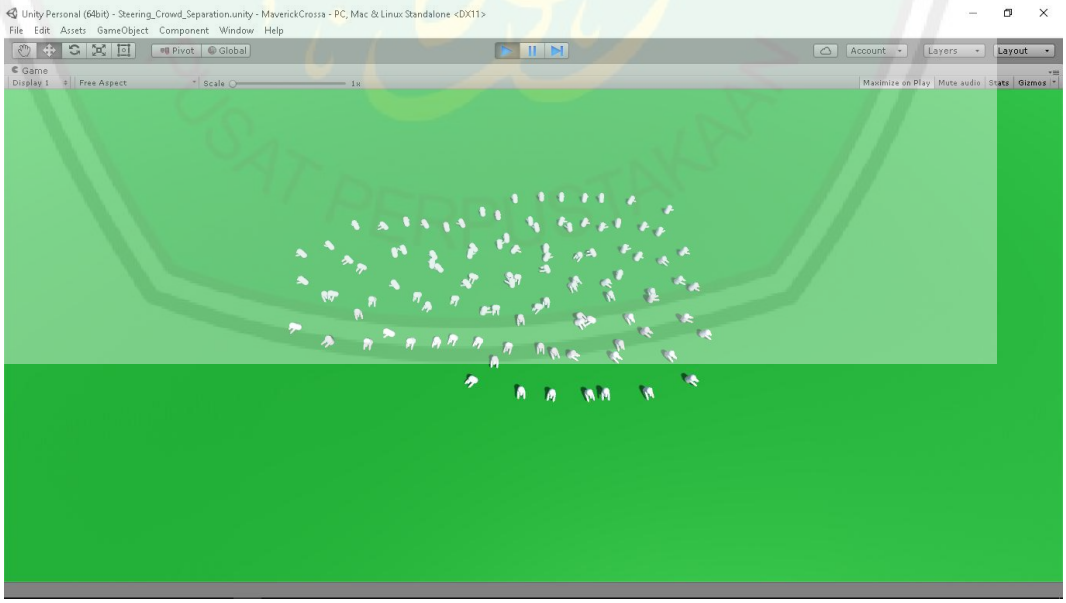
Gambar 4. 9 Uji Coba Steering Wandering dan Obstacle

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.4.1.2 Uji Coba Crowd Separation

Obstacle Avoidance Terhadap 3 Kejadian

Velocity	Avoidance force	Avoidance right
(4.9, 0, 6)	(4.9, 0, -6)	(0.8, 0, -0.6)
(4.8, 0, 5.7)	(4.8, 0, -5.7)	(0.8, 0, -0.6)
(4.8, 0, 5.4)	(4.8, 0, -5.4)	(0.8, 0, -0.6)
(4.7, 0, 5.1)	(4.7, 0, -5.1)	(0.8, 0, -0.6)
(4.7, 0, 4.8)	(4.7, 0, -4.8)	(0.8, 0, -0.6)
(4.6, 0, 4.6)	(4.6, 0, -4.6)	(0.8, 0, -0.6)
Velocity	**Avoidance Force**	**Avoidance Right**
(3.9, 0, -2.9)	(-3.9, 0, -2.9)	(-0.4, 0, -0.9)
(3.7, 0, -2.9)	(-3.7, 0, -2.9)	(-0.4, 0, -0.9)
(3.4, 0, -2.9)	(-3.4, 0, -2.9)	(-0.4, 0, -0.9)
(4.2, 0, -2.8)	(-4.2, 0, -2.8)	(-0.4, 0, -0.9)
(4.5, 0, -2.8)	(-4.5, 0, -2.8)	(-0.4, 0, -0.9)
(4.8, 0, -2.7)	(-4.8, 0, -2.7)	(-0.4, 0, -0.9)
Velocity	**Avoidance Force**	**Avoidance Right**
(4.8, 0, -2.7)	(-4.8, 0, -2.7)	(-0.3, 0, -0.9)
(4.5, 0, -2.8)	(-4.5, 0, -2.8)	(-0.3, 0, -0.9)
(4.2, 0, -2.8)	(-4.2, 0, -2.8)	(-0.3, 0, -0.9)
(3.9, 0, -2.9)	(-3.9, 0, -2.9)	(-0.3, 0, -0.9)
(3.7, 0, -2.9)	(-3.7, 0, -2.9)	(-0.3, 0, -0.9)
(3.4, 0, -2.9)	(-3.4, 0, -2.9)	(-0.3, 0, -0.9)



Gambar 4. 10 Uji Coba Steering Crowd Separation

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.4.2 Uji Coba Game

Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui apakah *game* yang telah dibuat dapat diimplementasikan di PC. Berikut hasil pengujian yang disajikan dalam table.

Tabel 4. 4 Device untuk Pengujian

No	Versi OS	Layar	Spesifikasi	RAM	Keterangan
1.	Windows 10	15.6’	Asus XD550P Processor AMD A8-5550M 2.1 GHz	8 GB	

Dari pengujian yang dilakukan sebanyak 4 kali pada berbagai platform windows yang memiliki sistem operasi dan spesifikasi berbeda. Dapat diketahui presentase pengujian adalah 100% game dapat berjalan dengan baik pada device tersebut.

4.5 Integrasi Dengan Islam

Pembelajaran merupakan hal yang sangat penting bagi umat manusia khususnya umat muslim. Manusia berkewajiban untuk senantiasa belajar segala sesuatu terkait hubungan manusia secara vertikal (*hablum minallah*) dan hubungan manusia secara horizontal (*hablum minannas*).

Dalam lingkup mikro, masih minimnya panduan Integrasi Nilai-nilai Islami pada proses pembelajaran di sekolah baik model, metode, ataupun pendekatan pembelajaran, dirasa perlu untuk menginterpretasikan kembali seluruh materi pelajaran sekolah dengan muatan-muatan nilai yang Islami. Tujuan kurikulum pendidikan Islami tidak semata-mata mendorong anak didik untuk mampu berkomunikasi tanpa bimbingan orang lain dan sekaligus dapat memecahkan masalah dengan baik, akan tetapi lebih sebagai jiwa atau ruh dari pendidikan itu.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Sebagaimana pendidikan yang diajarkan Rasulullah Muhammad saw., yang lebih mengutamakan akhlak bagi ummatnya "li utammima makarim al-akhlak".

Tujuan pendidikan nilai pada dasarnya membantu mengembangkan kemahiran berinteraksi pada tahapan yang lebih tinggi serta meningkatkan kebersamaan dan kekompakan interaksi atau apa yang disebut Piaget sebagai ekonomi interaksi atau menurut Oser dinyatakan dengan peristilahan kekompakan komunikasi. Tujuan pendidikan nilai tidak dapat tercapai tanpa aturan-aturan, indoktrinasi atau pertimbangan prinsip-prisnip belajar. Namun sebaliknya, dorongan moral komponen pembentukan struktur itu sangat penting. Oleh karena itu, pendidik seharusnya tidak hanya sekedar membekali dan menjejali siswa dengan pengetahuan tentang tujuan serta analisis dari hubungan antara tujuan dengan alat (W. Sumpeno, 1996:27).

Berkaitan dengan sains dan teknologi, Al-Qur'an memerintahkan manusia supaya terus berupaya meningkatkan kemampuan ilmiahnya untuk terus mengembangkan teknologi dengan memanfaatkan anugerah Allah yang dilimpahkan kepadanya. Menurut sebagian ulama, terdapat sekitar 750 ayat Al-Qur'an yang berbicara tentang alam materi dan fenomenanya, dan yang memerintahkan manusia untuk mengetahui dan memanfaatkan alam ini.

Para ahli peneliti kandungan Al-Qur'an dari aspek ilmu dan teknologi; antara lain Prof. Afzalurrahman dan Prof Dr. Maurice Bucaille mendapatkan kesimpulan-kesimpulan bahwa kitab suci Al-qur'an memberi dorongan daya cipta umat manusia dalam berpikir dan menganalisa serta mengembangkan fenomena semesta alam ciptaan Allah yang bergerak secara sistematis dan bertujuan itu, menjadi benda-benda atau alat-alat teknologi yang tepat guna bagi kesejahteraan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

hidup manusia, sejak dari ilmu dan teknologi pertanian, irigasi, botani, perkebunan, bio-kimia, arsitektur, archeology, astronomi, fisika, matematika sampai kepada ilmu dan teknologi ruang angkasa dan kedokteran. Ayat-ayat Al-Qur'an yang menjelaskan hal tersebut di atas dapat kita telah dalam surat-surat berikut :

Al-An'am ayat 99 yang berbunyi :

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ
فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخْلِ
مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ
مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۗ ٱنظُرُوٓا۟ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَيَنْعِهِۦٓ ۚ إِنَّ فِى
ذَٰلِكُمْ لَـَٔايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Qaaf ayat 9 yang berbunyi :

وَنَزَّلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً مُّبَٰرَكًا فَأَنۢبَتْنَا بِهِۦ جَنَّٰتٍ وَحَبَّ ٱلْحَصِيدِ ﴿٩﴾

Dan Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam,

Abasa ayat 26-27 yang berbunyi :

ثُمَّ شَقَقْنَا ٱلْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾

فَأَنۢبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾

kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu,

Al-Baqarah ayat 266 yang berbunyi :

أَيَوَدُّ أَحَدُكُمْ أَن تَكُونَ لَهُۥ جَنَّةٌ مِّن نَّخِيلٍ وَأَعْنَابٍ تَجْرِى مِن تَحْتِهَا ٱلْأَنْهَٰرُ لَهُۥ فِيهَا مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ وَأَصَابَهُ ٱلْكِبَرُ وَلَهُۥ ذُرِّيَّةٌ ضُعَفَآءُ فَأَصَابَهَآ إِعْصَارٌ فِيهِ نَارٌ فَٱحْتَرَقَتْ ۗ كَذَٰلِكَ يُبَيِّنُ ٱللَّهُ لَكُمُ ٱلْءَايَٰتِ لَعَلَّكُمْ تَتَفَكَّرُونَ ﴿٢٦٦﴾

Apakah ada salah seorang di antaramu yang ingin mempunyai kebun kurma dan anggur yang mengalir di bawahnya sungai-sungai; dia mempunyai dalam kebun itu segala macam buah-buahan, kemudian datanglah masa tua pada orang itu sedang dia mempunyai keturunan yang masih kecil-kecil. Maka kebun itu

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ditiup angin keras yang mengandung api, lalu terbakarlah. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepada kamu supaya kamu memikirkannya.

An-Nahl ayat 15 yang berbunyi :

وَأَلْقَىٰ فِي ٱلْأَرْضِ رَوَٰسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَٰرًا وَسُبُلًا
لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ١٥

Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk,

Dalam kasus paradigma epistemologi Islam, integrasi antara agama dengan sains dan teknologi dalam artian sebagai upaya untuk menghubungkan dan memadukan antara pendidikan agama dengan sains dan teknologi adalah sesuatu yang mungkin adanya, karena didasarkan pada gagasan Keesaan (tauhid). Dalam hal ini, ilmu pengetahuan, studi tentang alam, dianggap terkait dengan konsep Tauhid (Keesaan Tuhan), seperti juga semua cabang pengetahuan lainnya. Dalam Islam, alam tidak dilihat sebagai entitas yang terpisah, melainkan sebagai bagian integral dari pandangan holistik Islam pada Tuhan, kemanusiaan, dan dunia.

Dalam pandangan Islam, ilmu pengetahuan dan alam adalah berkesinambungan dengan agama dan Tuhan. Hubungan ini menyiratkan aspek yang suci untuk mengejar pengetahuan ilmiah oleh umat Islam, karena alam itu sendiri dilihat dalam Al Qur'an sebagai kumpulan tanda-tanda menunjuk kepada Tuhan. Secara normatif, sejak awal diwahyukannya, al-Qur’an melalui surah al-

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Alaq 1-5, sudah tergambar bahwa konstruksi pengetahuan dalam Islam dibangun di atas nilai-nilai tauhid. Dari ayat-ayat yang pertama turun tersebut terlihat bahwa ada perintah untuk "membaca" yang merupakan proses pencapaian ilmu pengetahuan dengan rambu-rambu "atas nama Tuhan" sehingga proses pencapaian ilmu pengetahuan semestinya ekuivalen dengan proses makrifat kepada Tuhan. Disini teknologi dapat dijadikan sebagai media pembuktian atas keesaan dan kekuasaan Allah.

Dari penjelasan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa Allah telah menurunkan Al-Qur'an kepada hambanya untuk dijadikan sumber pedoman dalam melakukan atau memutuskan sesuatu. Al-Qur'an ditulis dengan menggunakan bahasa 'arab, oleh karena itu, untuk memahami al-qur'an, terlebih dahulu harus memahami kaidah-kaidah bahasa 'arab salah satunya yang paling penting adalah *sharaf,* karena sharaf adalah ibunya ilmu. Seperti kaidah fiqh yang artinya "Sesuatu yang tidak akan sempurna (wajibnya) kecuali dengan sesuatu yang lain, maka sesuatu yang lain itu menjadi wajib pula". Dari kaidah ini dapat ditarik kesimpulan bahwa mempelajari sharaf hukumnya wajib sebagaimana memahami Al-Qur'an.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari implementasi dan pengujian yang dilakukan peneliti, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan *adventure game* berbasis desktop sebagai pembelajaran Bahasa Arab dapat menggunakan unity 3D sebagai *game engine*.
2. Penggunaan *Algoritma Menge* berhasil diterapkan dalam *Crowd Simulation* pada NPC, yang mana dijabarkan dalam table uji coba algoritma. Terdapat 2 komponen utama dalam Crowd Simulation yaitu Wandering Behaviour dan Crowd Separation Behaviour.
3. Berdasarkan uji coba algoritma dapat dibuktikan bahwa Goal Selection, Plan Computation, Plan Adaptation, dan Environmental Queries menentukan posisi atau perilaku dari setiap multiagent

5.2 Saran

Peneliti yakin dengan penuh kesadaran bahwa dalam pembuatan permainan ini masih banyak kekurangan yang nantinya sangat perlu untuk dilakukan pengembangan terhadap ilmu pengetahuan, diantaranya:

1. Membuat desain sehingga penampilan permainan terlihat lebih menarik.
2. Menambah level permainan dan soal sehingga varietas dalam game semakin bertambah.
3. Menambah platform selain desktop (misal mobile), sehingga perkembangan game dan tingkat peminat semakin tinggi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Alif, I. (2015). 3D Wayang Adventure Game Untuk Pengenalan Budaya Wayang Nusantara Menggunakan A* Pathfinding. 87.

Almaida, J. E., Rosseti, R., & Coelho, A. L. (2013). Crowd Simulation Modeling Applied to Emergency and Evacuation Simulations using Multi-agent Systems. *LIACC, FEUP, LNEC. Portugal*, 12.

Barnett, A., Shum, H. P., & Komura, T. (2015). Coordinated Crowd Simulation With Topological Scene Analysis. *COMPUTER GRAPHICS forum*, 13.

Berg, V. d., J., Guy, S., & Lin, M. (2011). Reciprocal n-body collision avoidance. *In: Inter. Symp. On Robotic Research*, 16.

Best, A., Narang, S., Curtis, S., & Manocha, D. (2014). DenseSense: Interactive Crowd Simulation Using Density-Dependant Filters. *University of North Carolina at Chapel Hill*, 6.

Braun, A., & Soraia R. Musse, L. P. (2003). Modelling Individual Behaviors in Crowd Simulation. *16th International Conference on Computer Animation and Social Agents*, 6.

Curtis, S., & Manocha, D. (2014). Pedestrian Simulation using Geometric Reasoning in Velocity Space. *University of North Carolina at Chapel Hill*, 15.

Curtis, S., Best, A., & Manocha, D. (2013). Menge: A Modular Framework for Simulating Crowd Movement. *University of North Carolina at Chapel Hill*, 15.

Durupınar, F., & Gudukbay, U. (2010). Visualization of crowd synchronization on footbridges. *Journal of Visualization*, 11.

Golas, A., Narain, R., Curtis, S., & Lin, M. C. (2013). Hybrid Long-Range Collision Avoidance for Crowd Simulation. *University of North Carolina at Chapel Hill and University of California, Berkeley*, 7.

He, L., Pan, J., Narang, S., Wenping, & Manocha, D. (2016). Dynamic Group Behaviors for Interactive Crowd Simulation. *Eurographics/ ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animatio*, 9.

Helbing, D., Farkas, I., & Vicsek. (2000). Tiling Motion Patches. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph 19(11)*, 10.

Karamouzas, I., Heil, P., Beek, v., P., . . . M.H. (2009). A predictive collision avoidance model for pedestrian simulation. *In: Motion in Games, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5884*, 11.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Nuria, P., Norman, B., & Jan, A. (2007). Controlling Individual Agents in High-Density Crowd simulation. *Eurographics / ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation*, 10.

Paul, R, D., & M.S. (2015). Game day emergency: A flow and vector based GIS stadium evacuation model. *THE UNIVERSITY OF ALABAMA*, 64.

Singh, S., Kapadia, M., Faloutsos, P., . . . G. (2009). SteerBench: a benchmark suite for evaluating steering behaviors. *Computer Animation and Virtual Worlds 20*, 15.

Sung, M., Gleicher, M., & Stephen. (2004). Scalable Behaviors for Crowd Simulation. *Eurographics on Computer Animation Volume 23*, 10.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG