

**PENERAPAN FUSM (*FUZZY STATE MACHINE*) UNTUK MENENTUKAN
PERILAKU NPC (*NON PLAYABLE CHARACTER*) PADA *GAME*
MOBILE PENGENALAN HUKUM BACAAN MIM SUKUN**

SKRIPSI

Oleh:
MUCH SAIFUDDIN
NIM. 10650003



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**PENERAPAN FUSM (*FUZZY STATE MACHINE*) UNTUK MENENTUKAN
PERILAKU NPC (*NON PLAYABLE CHARACTER*) PADA GAME
MOBILE PENGENALAN HUKUM BACAAN MIM SUKUN**

SKRIPSI

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

**Oleh:
MUCH SAIFUDDIN
NIM. 10650003**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**PENERAPAN FUSM (*FUZZY STATE MACHINE*) UNTUK MENENTUKAN
PERILAKU NPC (*NON PLAYABLE CHARACTER*) PADA GAME
MOBILE PENGENALAN HUKUM BACAAN MIM SUKUN**

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Much Saifuddin
NIM : 10650003
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains Dan Teknologi

Telah Disetujui, 2014

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Fresy Nugroho, M. T.
NIP. 19710722 201101 1 001

Dr. H Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212199803 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crvsdian
NIP. 19740424 200901 1 008

SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Much Saifuddin
NIM : 10650003
Fakultas/Jurusan : Sains Dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : *Penerapan FuSM (Fuzzy State Machine) Untuk Menentukan PERILAKU NPC (Non Playable Character) Pada Game Mobile Pengenalan Hukum Bacaan Mim Sukun*

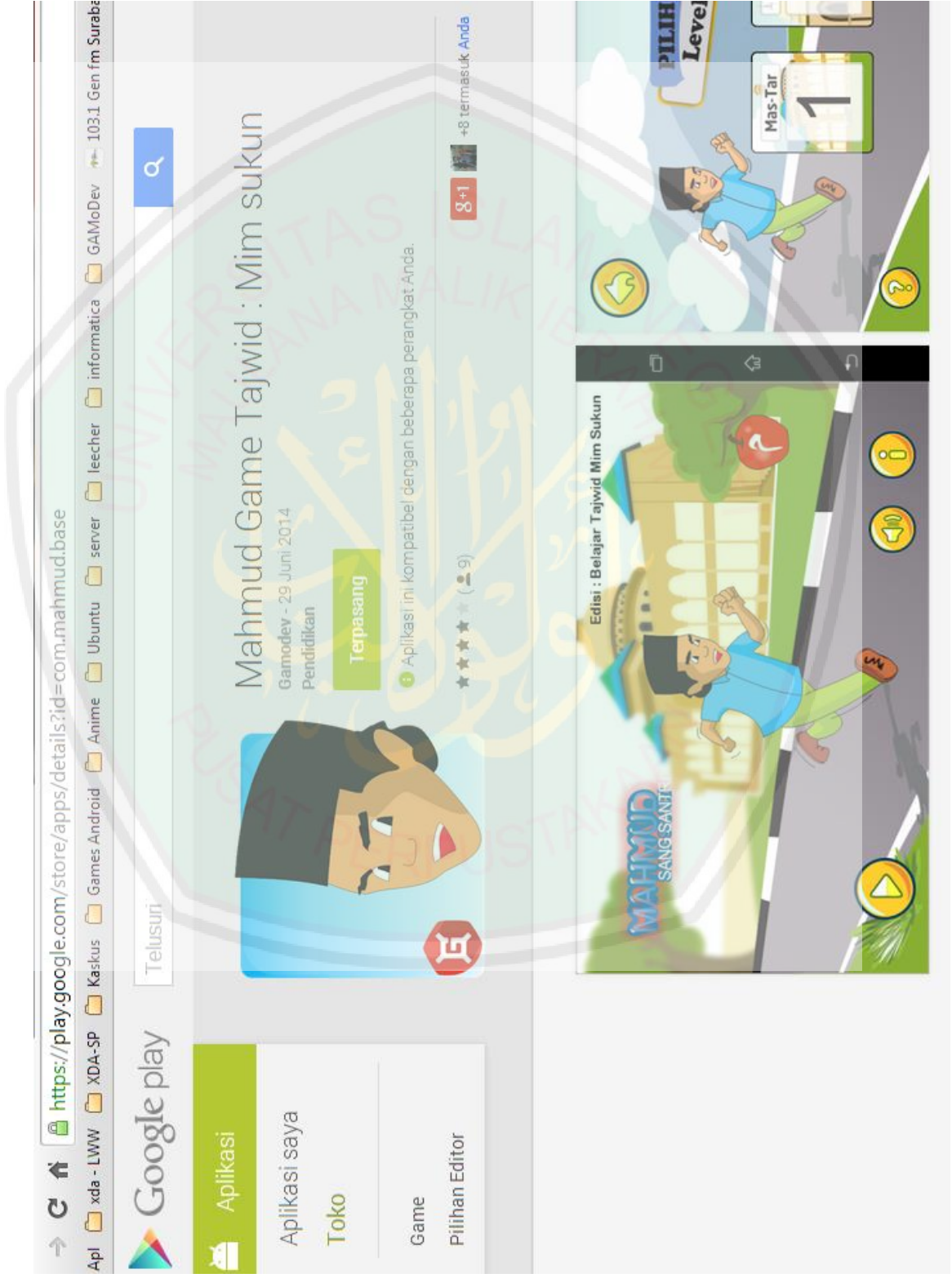
Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar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

Malang, 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Much Saifuddin

10650003



MOTTO

**“MENGUSAI DUNIA, DENGAN MENGUSAI ILMU
TEKNOLOGI INFORMASI”**



PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini kepada :

Ayahanda dan Ibunda tercinta

Mundzir Misbah S,Pdi dan Ibu Purwanti

Yang senantiasa mencurahkan kasih Sayang, perhatian, Doa, dan bimbingannya dalam setiap langkahku.

Semoga Allah SWT melindungi dan menyayangi keduanya .

Serta **Saudara–Saudariku** yang aku cinta **Mbak Ummi, Mas Azis,**

Khalifah, Roha, dan Bailah. Keponakan pertamaku, **Zahra.**

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “*Penerapan FuSM (Fuzzy State Machine) Untuk Menentukan PERILAKU NPC (Non Playable Character) Pada Game Mobile Pengenalan Hukum Bacaan Mim Sukun*”.

Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Agung Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari gelapnya kekufuran menuju cahaya Islam yang terang benderang.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, oleh karena itu tanpa keterlibatan dan sumbangsih dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan segenap kerendahan hati patutlah penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. DR. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crysdiyan, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Fresy Nugroho, M. T. dan Dr. H Ahmad Barizi, M.A selaku dosen pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Segenap sivitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
6. Bapak dan Ibuku tercinta, adikku dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu serta dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini.
7. Sahabat-sahabatku Muiz Lidinillah, Catur priyo W, A Wahyu, Syafei Karim dan Seluruh TI 2010, terkhusus untuk Riza Rifiyah yang telah memberikan semangat selama mengerjakan penelitian skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, atas segala yang telah diberikan, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Sebagai penutup, penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu peneulis selalu menerima segala kritik dan saran dari pembaca. Harapan penulis, semoga karya ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN BUKTI ORIGINALITAS.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pentingnya Pembelajaran al-Qur'an Dalam Islam.....	7
2.2 Pentingnya Teknologi Informasi Dalam Islam.....	9
2.3 Ilmu Tajwid.....	9
2.4 Android.....	12
2.5 Game.....	15

2.6	FSM (Finite State Machine)	16
2.7	Fuzzy Logic	18
2.8	FuSM (Fuzzy State Machine).....	20
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN		24
3.1	Analisa dan Perancangan Sistem.....	24
3.1.1	Keterangan Umum Game.....	24
3.1.2	Storyboard Game	25
3.1.3	Penampilan Umum Game	26
3.1.4	Deskripsi Karakter	26
3.2	Perancangan Fuzzy State Machine Perilaku NPC.....	28
3.2.1	FSM pada karakter NPC	29
3.2.2	FuSM Perilaku NPC.....	31
3.2.3	Desain Fuzzy NPC	31
3.3	Kebutuhan Sistem.....	41
3.3.1	Kebutuhan Perangkat Keras	41
3.3.2	Kebutuhan Perangkat Lunak	41
3.3.3	Kebutuhan Device Minimum Pemain.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Implementasi	43
4.2	Implementasi Fuzzy State Machine Perilaku NPC	43
4.2.1	Fusm Respon Perilaku NPC pada Semua Stage	43
4.3	Implementasi Aplikasi Game	47
4.4	Pengujian Fuzzy State Machine	51
4.5	Pengujian Aplikasi Game	53
BAB V PENUTUP.....		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran	55

DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN.....



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Riset Statcounter operating system smartphone tingkat dunia	3
Gambar 2.1 Arsitektur Android	14
Gambar 2.2 Contoh Diagram State Sederhana	17
Gambar 2.3 Hirarchy Finite state machine	22
Gambar 2.4 Finite State Machine untuk NPC.....	23
Gambar 2.5 FuSM Menembak untuk NPC	23
Gambar 3.1 StoryBoard game Mahmud	25
Gambar 3.2 Karakter Utama	26
Gambar 3.3 Karakter NPC 1	26
Gambar 3.4 Karakter NPC 2	27
Gambar 3.5 Huruf Hijaiyah.....	27
Gambar 3.6 Obstacle Peluru Pemain	28
Gambar 3.7 Obstacle Peluru Musuh	28
Gambar 3.8 Diagram Block Alur FuSM.....	29
Gambar 3.9 FSM untuk NPC	30
Gambar 3.10 FuSM Menyerang NPC.....	31
Gambar 3.11 Logika Fuzzy Perilaku NPC.....	32
Gambar 3.12 Desain Fuzzy untuk Keluaran Perilaku NPC	32
Gambar 3.13 Derajat Keanggotaan Input Jarak Terhadap Pemain	33
Gambar 3.14 Derajat Keanggotaan untuk Input Sekor	34
Gambar 3.15 Keanggotaan Output Perilaku	36
Gambar 4.1 Tampilan Implementasi FuSM Perilaku NPC.....	47
Gambar 4.2 Tampilan Splashscreen.....	48
Gambar 4.3 Tampilan Menu dan Level Game.....	48
Gambar 4.4 Tampilan Misi Level Pertama	49
Gambar 4.5 Tampilan Cara Bermain	49

Gambar 4.6 Tampilan Loading Game.....	50
Gambar 4.7 Tampilan Permainan Game Saat Dimulai.....	50
Gambar 4.8 Tampilan Pause Game.....	51
Gambar 4.9 Tampilan Saat Misi Selesai.....	51
Gambar 4.10 Presentase Versi Android.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel linguistik Input Jarak NPC Terhadap Pemain	33
Tabel 3.2 Variabel linguistik Input Sekor Pemain	35
Tabel 3.3 Variabel linguistik Output Perilaku NPC.....	36
Tabel 3.4 Aturan Fuzzy Perilaku NPC.....	37
Tabel 3.5 Hasil Implikasi	40
Tabel 3.6 Kebuthan Device Pemain.....	42
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Metode FuSM Pada Level 1	51
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Metode FuSM Pada Level 2	52
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Metode FuSM Pada Level 3	52
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Game.....	53

ABSTRAK

Saifuddin, Much. 2014. *Penerapan FuSM (Fuzzy State Machine) Untuk Menentukan PERILAKU NPC (Non Playable Character) Pada Game Mobile Pengenalan Hukum Bacaan Mim Sukun*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Dr. H Ahmad Barizi, MA

Kata Kunci : *Game Education, Tajwid, Mim Sukun, FSM, Finite State Machine, FuSM, Fuzzy State Machine*

Game edukasi merupakan salah satu media edukasi atau media pembelajaran yang memiliki pola pembelajaran *learning by doing*. *learning by doing* yakni berdasarkan pola yang dimiliki game, pemain dituntut untuk belajar sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Penelitian ini membahas mengenai penerapan penanaman kecerdasan buatan pada penentuan perilaku NPC yang menggunakan FuSM (*Fuzzy State Machine*). *Game* edukasi ini diciptakan sebagai media pembelajaran untuk mengenalkan hukum bacaan mim sukun.

Dari hasil pengujian penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan perhitungan jarak antara pemain dengan NPC dan nilai sekor yang didapatkan oleh pemain, FuSM dapat digunakan dengan baik untuk menentukan perilaku NPC yang bervariasi dengan varian output perilaku mengejar dan menembak.

ABSTRACT

Saifuddin, Much. 2014. *Implementation of FuSM (Fuzzy State Machine) to determine the behavior of NPCs (Non Playable Character) In Games Mobile "The Introduction to Reading Mem Sukun Rules"*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Supervisors: (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Dr. H Ahmad Barizi, MA

Keywords : *Game Education, Tajweed, Mem Sukun, FSM, Finite State Machine, FuSM, Fuzzy State Machine*

Educational game is one of educational media or media that has a learning pattern in learning by doing. In learning by doing, held by the pattern of the game, players are required to learn in order to solve existing problems in it. This study discusses the application of artificial intelligence planting in determining the behavior of NPCs that use FuSM (Fuzzy State Machine). This educational game created as a learning media to introduce the *mem sukun* reading rules.

From the test results of research that has been done by using a calculation of the distance between the NPC to the player and the score obtained by the player, FuSM can be used successfully to determine the behavior of the NPC which varies in output variant chasing and shooting.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu tajwid merupakan ilmu yang mempelajari tata cara membaca al-Qur'an. Dalam membaca al-Qur'an, seseorang diwajibkan untuk mempelajari ilmu tajwid, karena dituntut agar membaca al-Qur'an dengan *tartil*. Sebagaimana firman Allah pada surat Al-Muzzamil / 73, ayat 4 :

أَوْ زِدْ عَلَيْهِ وَرَتِّلِ الْقُرْآنَ تَرْتِيلاً ء

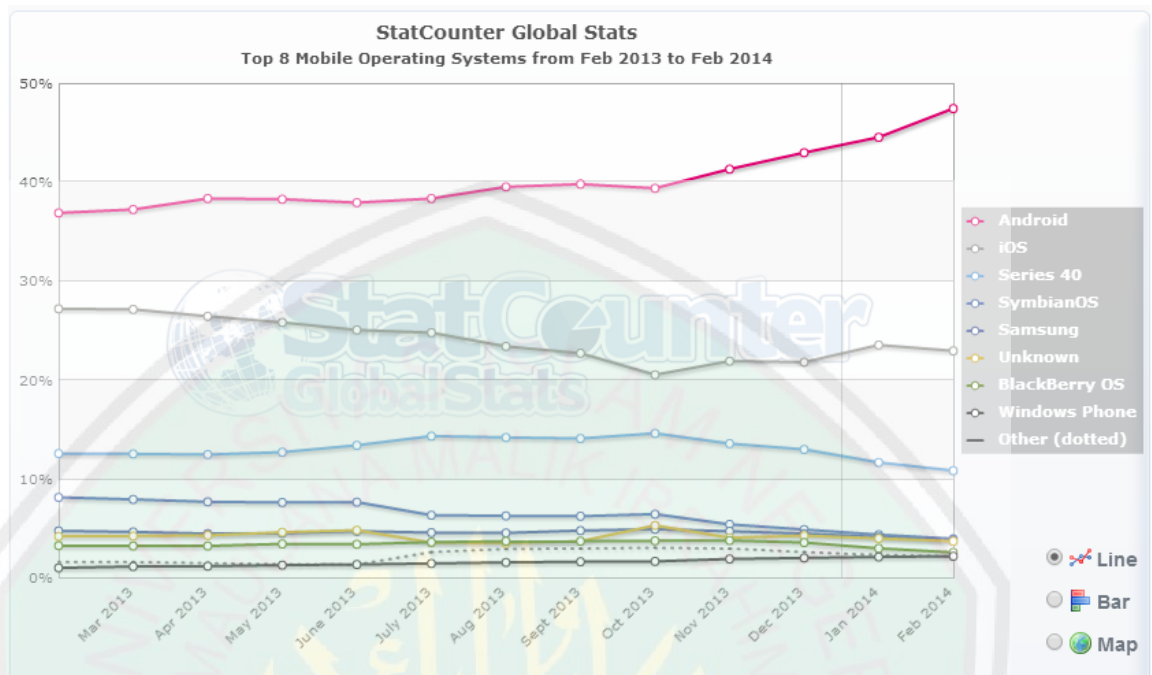
Artinya : “dan bacalah al-Qur'an itu dengan perlahan-lahan(tartil)”.

Ayat ini menunjukkan bahwa Allah SWT memerintahkan Rasulullah SAW. untuk membaca al-Qur'an yang diturunkan kepadanya dengan tartil, yaitu membaca dengan perlahan-lahan dan tidak tergesa-gesa (bertajwid). Diantaranya, memperhatikan potongan ayat, permulaan dan kesempurnaan makna, sehingga pembaca akan berpikir terhadap apa yang sedang dibaca.

Terdapat banyak macam-macam bacaan yang harus dikuasai dalam mempelajari ilmu tajwid. Berbagai media pembelajaran dibuat untuk memudahkan proses pembelajaran tersebut, namun mudah saja dirasa kurang cukup dalam meningkatkan semangat dalam mempelajari ilmu tajwid. Maka diperlukan sebuah media pembelajaran yang menarik dan mudah agar mampu menarik dan memacu semangat belajar dalam mempelajari ilmu tajwid.

Teknologi *mobile device* merupakan salah satu media yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang menarik dan mudah, melihat begitu marak penggunaannya bahkan menjadi sebuah kebutuhan pokok setiap orang.

Smartphone merupakan salah satu teknologi *mobile device* yang pada saat ini sedang berkembang dengan sangat pesat. *Smartphone* memiliki beberapa macam jenis *operating sistem* seperti: iOS, Android, Windows phone, BalckBary, dan Symbians OS. Dengan beberapa jenis *oerating sistem* tersebut menjadikan *smartphone* menjadi teknologi yang mutakhir, tidak seperti *mobile device* terdahulunya yang hanya bisa sms dan telpon, *smartphone* saat ini dilengkapi dengan future multimedia seperti: *Game*, lagu, kamera, internet, memudahkan melakukan pekerjaan dan lain-lainnya.



Gambar 1.1 Riset *statcounter* operating system *smartphone* tingkat dunia

(sumber : <http://gs.statcounter.com/> : diakses tanggal 7 maret 2014)

Berdasarkan hasil riset *statcounter* selama setahun terakhir seperti pada gambar 2.1, dapat dilihat bahwa Android mengalami peningkatan yang sangat besar jika dibandingkan dengan *operating sistem* lainnya. Dari hasil riset tersebut Android dipilih untuk dijadikan sebagai penelitian dalam penerapan *FuSM* (*Fuzzy state Machine*) untuk menentukan perilaku *NPC* (*Non Playable Character*) pada *game mobile* pengenalan hukum bacaan mim sukun. Pemanfaatan Android sebagai media pembelajaran ilmu tajwid yakni, agar dapat memaksimalkan, menarik dan memicu semangat mempelajari ilmu tajwid.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana membangun sebuah *game* berbasis *mobile* untuk mengenalkan hukum bacaan tajwid mim sukun dengan menggunakan metode *FuSM* (*Fuzzy State Machine*) yang diterapkan pada *NPC* (*Non Playable Character*) atau musuh.

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini, yakni:

1. Ilmu tajwid yang digunakan sebagai materi dalam *game* adalah hukum bacaan mim sukun
2. *Game* berbasis *mobile* dengan *operating sistem* Android
3. *Game* ditujukan untuk usia dibawah 11 tahun
4. Metode *FuSM* (*Fuzzy State Machine*) digunakan untuk menentukan perilaku pada *NPC* (*Non Playable Character*) atau musuh.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *game* berbasis *mobile* dengan *operating sistem* Android, yang digunakan untuk mengenalkan hukum bacaan tajwid terutama hukum bacaan mim sukun dengan menggunakan metode *FuSM* (*Fuzzy State Machine*) digunakan untuk menentukan perilaku pada *NPC* (*Non Playable Character*) atau musuh.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pembuatan aplikasi *game* ini diharapkan mampu memudahkan dan menarik minat anak-anak yang memainkan untuk bersemangat dalam mempelajari ilmu tajwid.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini, secara keseluruhan terdiri dari lima bab yang masing-masing bab disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan bab pendahuluan, yang di dalamnya memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka menjelaskan teori yang berhubungan dengan permasalahan penelitian meliputi: (1) Pentingnya Pembelajaran al-Qur'an Dalam Islam. (2) Pentingnya Teknologi Informasi Dalam Islam. (3) Ilmu Tajwid. (4) Android. (5) *Game*. (6) FSM (*Finite State Machine*). (7) *Fuzzy Logic*. (8) FuSM (*Fuzzy State Machine*)

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang pembuatan desain dan perancangan *game* hukum bacaan mim sukun dengan implementasi *Fuzzy State Machine* sebagai kecerdasan pada NPC, yang meliputi metode penelitian yang digunakan, perancangan aplikasi dan desain aplikasi yang akan digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil yang dicapai dari perancangan sistem dan implementasi program, yaitu dengan melakukan pengujian sehingga dapat ditarik kesimpulan.

BAB V PENUTUP

Pada bab terakhir berisi kesimpulan berdasarkan hasil yang telah dicapai dari pembahasan. Serta berisi saran yang diharapkan sebagai bahan pertimbangan oleh pihak-pihak yang akan melakukan pengembangan terhadap program ini.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pentingnya Pembelajaran al-Qur'an Dalam Islam

Belajar bahasa Arab merupakan cara untuk bisa memahami al-Qur'an karena bahasa Arab merupakan bahasa asli al-Qur'an. Sebagaimana dalam surat Yusuf / 12, ayat 2 :

إِنَّا أَنْزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ۚ

Artinya : “ Sesungguhnya Kami telah menurunkannya berupa al-Qur'an dengan berbahasa Arab, agar kamu memahaminya.”

Al-Qur'an diturunkan dalam bahasa Arab, karena bahasa Arab adalah bahasa yang paling fasih, paling jelas, paling luas dan paling tepat untuk dapat menyampaikan makna (maksud) yang ada dalam jiwa. Oleh karena itu, kitab yang paling mulia ini diturunkan dengan bahasa yang paling mulia, kepada Rasul yang paling mulia, dengan utusan malaikat yang paling mulia, diturunkan dalam bulan yang paling mulia, yaitu bulan Ramadhan.(Tafsir Ibnu Katsir, 2000).

Keistimewaan bahasa Arab dibandingkan dengan bahasa-bahasa lainnya yakni bahasa Arab merupakan bahasa ahli surga. Sebagaimana sabda rasulullah dari Ibnu Abbas :

أَجِبُوا الْعَرَبَ لثَلَاثٍ : لِأَنِّي عَرَبِيٌّ وَ الْقُرْآنُ عَرَبِيٌّ وَ كَلَامُ أَهْلِ الْجَنَّةِ عَرَبِيٌّ

Artinya : “Pelajarilah bahasa Arab karena 3 hal : 1] Karena Aku (Nabi SAW) orang Arab, 2] al-Qur’an berbahasa Arab, dan 3] Percakapan ahli surga adalah bahasa Arab”

Dalam mempelajari dan memahami bahasa Arab diperlukan ilmu tajwid. Tajwid merupakan bentuk *masdhar* dari *fi’il madhi* “*jawadda*” yang berarti memperbaiki, menyempurnakan, memantapkan. (Qawa’idut tajwid:24)

Proses pembelajaran bahasa Arab dan ilmu tajwid merupakan hal yang sangat penting bagi umat manusia terutama umat Islam. Terlebih untuk mempelajari al-Qur’an dan Al-Hadist sebagai petunjuk dan pedoman hidup umat Islam. Sebagaimana yang tercantum dalam surat Al-Baqarah / 2, ayat 185 :

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَىٰ وَالْفُرْقَانِ فَمَن شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ وَمَن كَانَ مَرِيضًا أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ فَعِدَّةٌ مِّنْ أَيَّامٍ أُخَرَ يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ وَلِتُكْمِلُوا الْعِدَّةَ وَلِتُكَبِّرُوا اللَّهَ عَلَىٰ مَا هَدَاكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ١٨٥

Artinya : “(Beberapa hari yang ditentukan itu ialah) bulan Ramadhan, bulan yang di dalamnya diturunkan (permulaan) al-Qur’an sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang hak dan yang bathil)...”

Untuk mempermudah proses pembelajaran tajwid inilah maka dibutuhkan Teknologi informasi sebagai media pembelajaran.

2.2 Pentingnya Teknologi Informasi Dalam Islam

Teknologi semakin hari semakin pesat perkembangannya sehingga menuntut perubahan mendasar dalam berbagai kehidupan. Kemajuan teknologi informasi ini telah banyak mengubah cara pandang dan gaya hidup masyarakat Indonesia dalam menjalankan kegiatannya.

Pentingnya teknologi informasi dalam Islam adalah sebagai media dakwah penyebaran Islam dan pendidikan agama Islam. Dengan memanfaatkan teknologi informasi sebagai pendidikan agama Islam dalam hal ini pembelajaran mengenai ilmu tajwid mim sukun agar dapat meningkatkan efektifitas pembelajaran, mengefisiensikan waktu dan menunjang metode pembelajara, yang diharapkan peserta didik dapat menerima materi pembelajaran ilmu tajwid dengan lebih baik dengan rasa senang dan tanpa adanya paksaan. Untuk merealisasikan hal tersebut maka salah satunya yakni dengan menggunakan integrasi *game*. Melalui *game* inilah, pengguna (anak-anak berusia dibawah 11 tahun) diharapkan mampu memahami ilmu-ilmu tajwid terutama hukum mim sukun melalui misi-misi yang harus diselesaikan oleh pengguna dan juga dari beberapa contoh dari hukum bacaan tersebut.

2.3 Ilmu tajwid

Seseorang yang membaca al-Qur'an, baik tanpa lagu maupun dilagukan dengan indah dan merdu, tidak boleh terlepas dari kaidah-kaidah tajwid. Tajwid merupakan bentuk *masdhar* dari *fi'il madhi* "jawadda" yang berarti membaguskan, meyempurnakan, memantapkan. (Qawa'idut tajwid:24)

Mempelajari ilmu tajwid hukumnya *fardhu kifayah* dan mengamalkannya *fardhu ain* bagi setiap pembaca al-Qur'an dari umat islam laki-laki maupun perempuan. (Mahmud Al-masyhud : 7)

Dalam ilmu tajwid, terdapat beberapa hukum bacaan, yaitu:

1. Hukum nun sukun dan tanwin
2. Hukum mim sukun
3. Hukum *idgham*
4. Hukum mim dan nun bertasydid
5. Hukum lam *ta'rif*
6. Hukum lam *fi'il*, lam *isim*, dan lam huruf
7. Hukum *ro'*
8. Hukum lam *jalalah*
9. *Qolqolah*
10. Hukum *madd*

Materi dalam *game* ini, menggunakan materi tajwid hukum mim sukun. Dalam buku Achmad Toha menerangkan apabila ada mim sukun (mim mati) bertemu dengan huruf hijaiyah maka hukum bacaannya ada tiga, yaitu: (Achmad Toha : 2011)

1. *Ikhfa' syafawi*

Secara bahasa *ikhfa'* mempunyai arti menyembunyikan, menyamarkan atau menutupi, sedangkan *syafawi* mempunyai arti bersifat bibir. Secara istilah *ikhfa'* berarti mengucapkan huruf dengan sifat tertentu antara *idzhar* dan *idgham*

dengan tanpa *tasydid* serta masih adanya *ghunnah* dengan panjang *ghunnah* kurang lebih dua harakat.

Huruf *ikhfa' syafawi* ada satu yaitu: *ba'* (ب). Ketika mim mati jatuh sebelum *ba'* maka mim mati tersebut wajib dibaca *ikhfa' syafawi*.

Contoh : *ikhfa' syafawi*

وَمَا هُمْ بِمُؤْمِنِينَ وَمَالَهُمْ بِذَلِكَ

2. *Idgham mimi/mutamasilain*

Secara bahasa *idgham* mempunyai arti memasukkan sesuatu kedalam sesuatu yang lain. *Mimi* mempunyai arti bersifat mim. *Mitslain* berarti dua hal yang sama. Secara istilah *idgham* mempunyai arti memasukkan huruf mati kedalam huruf hidup sekiranya keduanya menjadi sebuah huruf yang bertasydid. *Mimi* yakni kedua huruf tersebut adalah mim. *Mitslain* yakni kedua huruf itu sama *makhraj* dan sifatnya.

Huruf *idgham mimi* ada satu, yaitu: mim (م). Ketika ada mimi mati jatuh sebelum mim maka mim mati tersebut wajib dibaca *idgham mimi* dengan disertai *ghunnah*.

Contoh : *idgham mimi*

وَلَكُمْ مَّا كَسَبْتُمْ أَمْ مَنْ يَرْجُونَ

3. *Idzhar syafawi*

Secara bahasa *idzhar syafawi* mempunyai arti penjelasan, penerangan, pengungkapan. Dan *syafawi* berarti bersifat bibir. Secara istilah *idzhar syafawi*

mempunyai arti mengeluarkan huruf *idzhar* dengan *makhraj* aslinya dengan tanpa disertai dengung.

Huruf *idzhar syafawi* ada 26 huruf yaitu seluruh huruf hijaiyah selain mim dan *ba'*. Ketika ada mim mati jatuh sebelum salah satu dari ke – 26 huruf tersebut maka hukum bacaanya wajib dibaca *idzhar* atau jelas tanpa dengan disertai dengung.

Contoh : *idzhar syafawi*

عليهم ولا الضالين لهم فيها

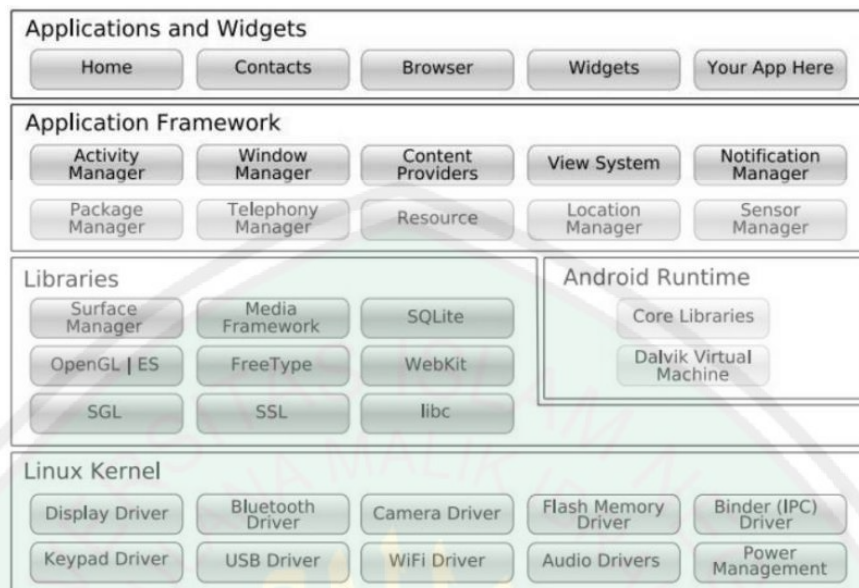
2.4 Android

Menurut Safaat (2001:1), android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. Android diakusisi oleh Google pada Juli 2005, dan baru dirilis perdana pada 5 November 2007. Android berlisensi di bawah GNU, *General Public Lisensi Versi 2* (GPLv2), yang memperbolehkan pihak ketiga untuk mengembangkannya dengan menyertakan *term* yang sama. Pendistribusiannya di bawah *Lisensi Apache Software* (ASL/Apache2), yang memungkinkan untuk distribusi kedua dan seterusnya.

Android dirancang dengan arsitektur sebagai berikut (Safaat, 2001:6-9) dan akan ditunjukkan dengan gambar 7.5:

- 1) *Application dan Widgets*, merupakan *layer* dimana kita berhubungan dengan aplikasi saja, seperti aplikasi untuk *browsing*. Selain itu, fungsi-fungsi seperti telepon dan sms juga terdapat pada layer ini.

- 2) *Application Frameworks*, merupakan layer dimana para pembuat aplikasi melakukan pengembangan/ pembuatan aplikasi yang akan dijalankan di sistem operasi Android. Beberapa komponen yang terdapat pada layer ini adalah, *Views*, *Content Provider*, *Resource Manager*, *Notification Manager* dan *Activity Manager*.
- 3) *Libraries*, merupakan layer dimana fitur-fitur Android berada yang dapat digunakan untuk menjalankan aplikasi. *Library* yang disertakan seperti *library* untuk pemutaran audio dan video, tampilan, grafik, SQLite, SSL dan Webkit, dan 3D.
- 4) *Android Run Time*, merupakan layer yang berisi *Core Libraries* dan *Dalvik Virtual Machine (DVK)*. *Core libraries* berfungsi untuk menerjemahkan bahasa Java/C. Sedangkan DVK merupakan sebuah virtual mesin berbasis register yang dioptimalkan untuk menjalankan fungsi-fungsi secara efisien.
- 5) *Linux Kernel*, merupakan *layer* yang berfungsi sebagai abstraction/ pemisah antara hardware dan software. Linux kernel inilah yang merupakan inti sistem operasi dari Android yang berfungsi untuk mengatur *sistem proses*, *memory*, *resouce*, dan *driver*. *Linux kernel* yang digunakan Android adalah *linux kernel release 2.6*.



Gambar 2.1 Arsitektur Android (Sumber: Safaat, 2011:9)

Beberapa keunggulan Platform Android adalah sebagai berikut (Safaat, 2001:3):

- Lengkap (*Complete Platform*). Para desainer dapat melakukan pendekatan yang komprehensif ketika sedang mengembangkan platform Android. Android menyediakan banyak tools dalam membangun software dan merupakan sistem operasi yang aman.
- Terbuka (*Open Source Platform*). Platform Android disediakan melalui lisensi *open source*.
- Bebas (*Free Platform*). Android merupakan platform atau aplikasi yang bebas untuk dikembangkan. Tidak ada lisensi atau biaya royalti untuk dikembangkan pada platform Android.

2.5 Game

Dalam bahasa Indonesia “*Game*” berarti “permainan”. Permainan yang dimaksud dalam *game* juga merujuk pada pengertian sebagai “kelincahan intelektual”. Kelincahan intelektual, pada tingkatan tertentu merupakan ukuran sejauh mana *game* itu menarik untuk dimainkan. (Arix. 2011:5)

Game pertama kali ditemukan oleh sekelompok ahli matematika pada tahun 1944, yang dikemukakan oleh Jhon Von Neumann dan Oskar Morgenstern yang mengatakan, “*permainan terdiri atas sekumpulan peraturan yang membangun situasi bersaing dari dua sampai beberapa orang atau kelompok dengan memilih strategi yang dibangun untuk memaksimalkan kemenangan lawan. Peraturan peraturan menentukan kemungkinan tindakan untuk setiap pemain, sejumlah keterangan diterima setiap pemain sebagai kemajuan bermain, dan sejumlah kemenangan atau kekalahan dalam berbagai situasi.*” (J. Von Neumann and O. Morgenstern, 1953).

Menurut Teresa Dillion dan Aeny (2010), elemen-elemen dasara sebuah *game* adalah :

a. Peraturan Permainan

Peraturan permainan merupakan sebuah aturan bagaimana menjalankan permainan dengan berbagai fungsi-fungsi objek dan karakter.

b. Plot

Plot merupakan informasi-informasi atau perintah-perintah yang dibutuhkan user pada sebuah permainan seperti bagaimana menyelesaikan sebuah permainan dan lin-lain.

c. Tema

Biasanya berisi pesan moral yang dibutuhkan.

d. Karakter

Karakter merupakan pemain-pemain yang memiliki pergerakan. Entah itu digerakkan player ataupun yang telah diberikan algoritma-algoritma.

e. Objek

Objek merupakan sesuatu yang dibutuhkan player dalam menyelesaikan sebuah permainan.

f. Teks, Grafik, dan Suara

Merupakan hal-hal penting yang harus terdapat dalam sebuah permainan sebagai pendukung permainan agar terlihat hidup.

g. Animasi

Animasi ini berisi gerakan-gerakan karakter yang ada pada sebuah permainan.

h. *User Interface*

Merupakan fitur-fitur dalam sebuah permainan sebagai media komunikasi dan interaksi antara pemain dengan aplikasi.

2.6 *FSM (Finite State Machine)*

FSM adalah sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal berikut: *State* (Keadaan), *Event* (kejadian) dan *action* (aksi). Pada satu saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, sistem akan berada pada salah satu *state* yang aktif. Sistem dapat beralih atau bertransisi menuju *state* lain jika

mendapatkan masukan atau *event* tertentu, baik yang berasal dari perangkat luar atau komponen dalam sistemnya itu sendiri. Transisi keadaan ini umumnya juga disertai oleh aksi yang dilakukan oleh sistem ketika menanggapi masukan yang terjadi. Aksi yang dilakukan tersebut dapat berupa aksi yang sederhana atau melibatkan rangkaian proses yang relatif kompleks. (Setiawan : 2006)



Gambar 2.2 Contoh diagram *state* sederhana.

Menurut Ian Millington [2006] dalam bukunya yang berjudul *Artificial Intelligence for Games* menyebutkan bahwa *Finite State Machines* (FSM) masuk dalam ranah *Decision Making* (pembuat keputusan) pada *Artificial Intelligence* (AI).

Dalam FSM masing-masing karakter menempati satu *state*. Biasanya, tindakan atau perilaku yang terkait dengan masing-masing *state*. Jadi selama karakter tetap dalam keadaan itu, ia akan terus melakukan tindakan yang sama. *State* terhubung bersama oleh *transition*. Setiap *transition* mengarah dari satu *state* ke *state* lain yang biasanya *state* tujuan *state target* ini disebut dengan *action* dan masing-masing memiliki seperangkat kondisi yang terkait. Jika permainan

menentukan bahwa kondisi *transition* terpenuhi, maka karakter berubah dari *state* ke *state* target (*action*) melalui *transition* itu.

FSM melacak himpunan *state* yang ada kemudian inputan masuk ke masing-masing *state*, serangkaian keadaan *transition* tetap. Setiap *transition* dapat diimplementasikan dengan kondisi yang sesuai. Pada setiap iterasi (biasanya setiap frame), fungsi update FSM digunakan. Ini memeriksa untuk melihat apakah ada perubahan *transition* dari kondisi saat dipicu oleh inputan. Kemudian menyusun daftar *action* dari *state* yang sedang aktif. Jika *transition* telah menemukan *action* yang dituju, maka *transition* berhenti. (Ian Millington : 2006)

2.7 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* pertama dikenalkan oleh Prof. Lotfi Astar Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok diimplementasikan pada sistem mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, jaringan PC dan lain lain. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner yang artinya hanya mempunyai dua kemungkinan, “ya atau tidak”, “benar atau salah”, “baik atau buruk”, dan lain lain. Oleh sebab itu, semua dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Namun, dalam logika *fuzzy* memungkinkan untuk nilai keanggotaan berada antara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “ya dan tidak”, “benar dan salah” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Jika dibandingkan dengan logika *konvensional*, kelebihan logika *fuzzy* adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan penamaan matematik yang rumit. Untuk memahami logika *fuzzy*, sebelumnya perhatikan tentang konsep himpunan *fuzzy*, himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. *Linguistik*, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, misalnya DINGIN, SEJUK, PANAS mewakili variable temperature.
2. *Numeris*, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variable, misalnya 10, 30 dan sebagainya. (T.sutejo. 2011)

Definisi formal logika *fuzzy*, logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang dipresentasikan oleh ekspresi *fuzzy* (rumus) yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

- i. Nilai kebenaran, 0 dan 1, dan variabel $x_i (\in [0,1], i = 1,2,..n)$ merupakan ekspresi *fuzzy*.
- ii. Jika f merupakan ekspresi *fuzzy*, $\sim f$ juga merupakan ekspresi *fuzzy*.
- iii. Jika f dan g merupakan ekspresi *fuzzy*, $f \wedge g$ dan $f \vee g$ juga merupakan ekspresi *fuzzy* (Lee,2005:201).

Terdapat banyak model aturan *Fuzzy* yang bisa digunakan dalam proses *inference* akan tetapi ada dua model aturan yang paling sering digunakan yaitu :

1. Model Mamdani

Bentuk aturan yang digunakan pada model Mamdani adalah sebagai berikut :

IF x_1 is A_1 AND ... AND x_n is A_n THEN y is B Dimana

A_1, \dots, A_n, B adalah nilai nilai linguistik, sedangkan “ x_1 is A_1 “ menyatakan bahwa nilai dari variabel x_1 adalah anggota himpunan fuzzy A.

2. Model Sugeno

Model Sugeno merupakan varian dari model Mamdani dan memiliki bentuk aturan sebagai berikut : IF x_1 is A_1 AND ... AND x_n is A_n THEN $y = f(x_1, \dots, x_n)$ Dimana f bisa berupa sembarang fungsi dari variabel-variabel masukan yang nilainya berada dalam interval variabel keluaran. Dari penjelasan tentang logika *Fuzzy* dapat diketahui bahawa suatu sistem yang menggunakan logika *Fuzzy* mampu menangani suatu masalah ketidakpastian dimana masukan yang diperoleh merupakan suatu nilai yang kebenarannya bersifat sebagian (Dewi, 2003).

Atas dasar itulah pada penelitian ini, logika *fuzzy* digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan respon perilaku NPC/musuh berdasarkan variabel input yang dimiliki. Selanjutnya dalam menentukan perubahannya digunakan model *Fuzzy* Sugeno, dimana setiap *output* NPC/musuh diwakili oleh konstanta tetap yang sudah ditentukan sebelumnya.

2.8 *FuSM (Fuzzy State Machine)*

Dalam mengurangi tingkat prediksi perilaku *Artificial Intelligent (AI)* yakni dapat menggunakan cara memungkinkan agen AI untuk menggabungkan beberapa perilaku pada waktu yang sama. Hal ini dapat dicapai melalui penggunaan *Fuzzy logic* dalam mengimplementasikan *Fuzzy state machine (FuSM)*. *FuSM* menyatukan atau menggabungkan logika *Fuzzy* dan *FSM*,

memberikan derajat yang berbeda pada keanggotaan masing-masing *state*. Oleh karena itu, bukan hanya *state on / off*. FuSM dapat di *state 'on'* atau hampir *'off'* (Sweetser, Penelope & Wiles, Janet : 2002).

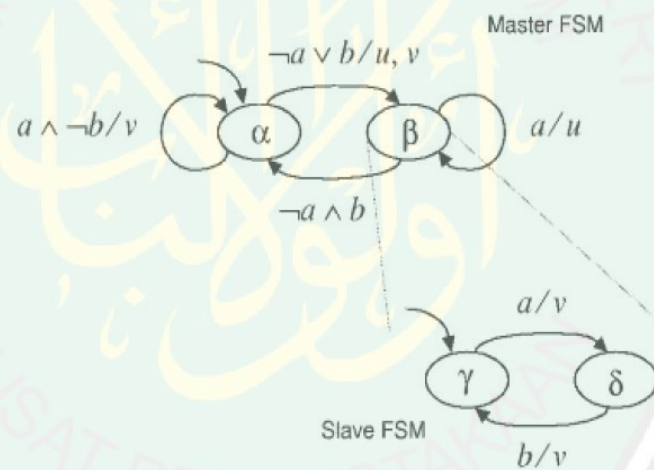
FuSM hampir sama dengan FSM biasa namun menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan transisi antara *state* dan / atau tindakan didalam *state-state*. Generalisasi FSM menjadi FuSM cukup mudah, sebuah *state fuzzy* adalah sebuah *state* dengan drajat kemungkinan keanggotaan $0 \leq \mu \leq 1$, sebagai lawan dari *state (crisp)* dengan derajat implisit dari keanggotaan nol atau satu. Artinya, *fuzzy state machine* memungkinkan sistem untuk menjadi bagian dalam kondisi saat ini. (David L, 1990)

FuSM punya kelebihan dibanding dengan FSM biasa, yaitu *state-nya* sangat modular, karena kita cukup fokus pada behaviour *state* tersebut, tidak perlu memikirkan *state* lain. Selain itu juga tidak akan tercipta *state oscillation* seperti pada FSM. Transisi diwakili oleh aturan *fuzzy*. Transisi menerima derajat keanggotaan. FuSM bisa berada di lebih dari satu *state* pada saat yang sama waktu. (Adriano Cruz : 2008)

Beberapa poin penting yang harus diperhatikan dalam FuSM ini adalah:

1. FuSM sedikit mengambil istilah-istilah dari *Fuzzy Logic*, misalnya: istilah *fuzzy* itu sendiri & istilah *Degree of Membership (DOM)* dari *fuzzy logic* diganti menjadi *Degree of Activation (DOA)*.
2. Terdapat *Degree of Activation (DOA)* yang akan menentukan apakah suatu *state* dapat diaktifkan atau tidak.

FSM dasar tersusun lebih sederhana dan berurutan, banyak memiliki kelemahan karena sistem yang paling praktis memiliki j *state* dan transisi yang banyak sehingga representasi dan analisis menjadi sulit. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan hirarki FSM. Pada Hirarki FSM, *state* dapat lebih disempurnakan ke dalam bentuk FSM lain. FSM lain ini merupakan pengembangan dari FSM dasar, dan bisa jadi di dalamnya diimplementasikan *Fuzzy State Machine*. Pada gambar di bawah, Mengambarkan FSM lain yang dimaksud disebut FSM *slave* dan FSM di luar disebut FSM *master* dalam suatu komposisi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 7.3.



Gambar 2.3 Hierarchy Finite State Machine

Contoh lain seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Ady Wicaksono (2009) yang mengatur strategi Menembak pada NPC dengan metode *Fuzzy State Machine (FuSM)*. FSM digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 *Finite State Machine* untuk NPC

Gambar di atas menjelaskan perubahan *state* yang terjadi. Pada *state* Menembak, akan ada *state* lain yang akan diatur oleh logika *fuzzy* sehingga *state* akan lebih variatif. Gambar 2.4 menjelaskan *state* baru yang diaktifkan dalam *state* Menembak.



Gambar 2.5 FuSM Menembak untuk NPC

Dengan menyertakan logika *fuzzy* dalam perancangan perilaku, maka aplikasi *multiple state* menjadi mungkin. Penerapan logika *fuzzy* dalam *finite state machine* disebut dengan *fuzzy state machine*.

BAB III

RANCANGAN DESAIN SISTEM

3.1 Analisis dan Perancangan Sistem

Game ini merupakan *game* edukasi yang mengaplikasikan teknologi *mobile* untuk mengenalkan ilmu tajwid melalui *visual* dan *audio* yang ditanamkan dalam *game*. *Game* ini ditargetkan untuk *user* berusia dibawah 11 tahun. *Game* ini dibangun menggunakan grafis 2 dimensi dengan sistem pemain tunggal atau *single player*. *Game* ini lebih bersifat bermain sambil belajar dan dapat memberikan pembelajaran mengenai hukum bacaan tajwid terlebih hukum mim sukun.

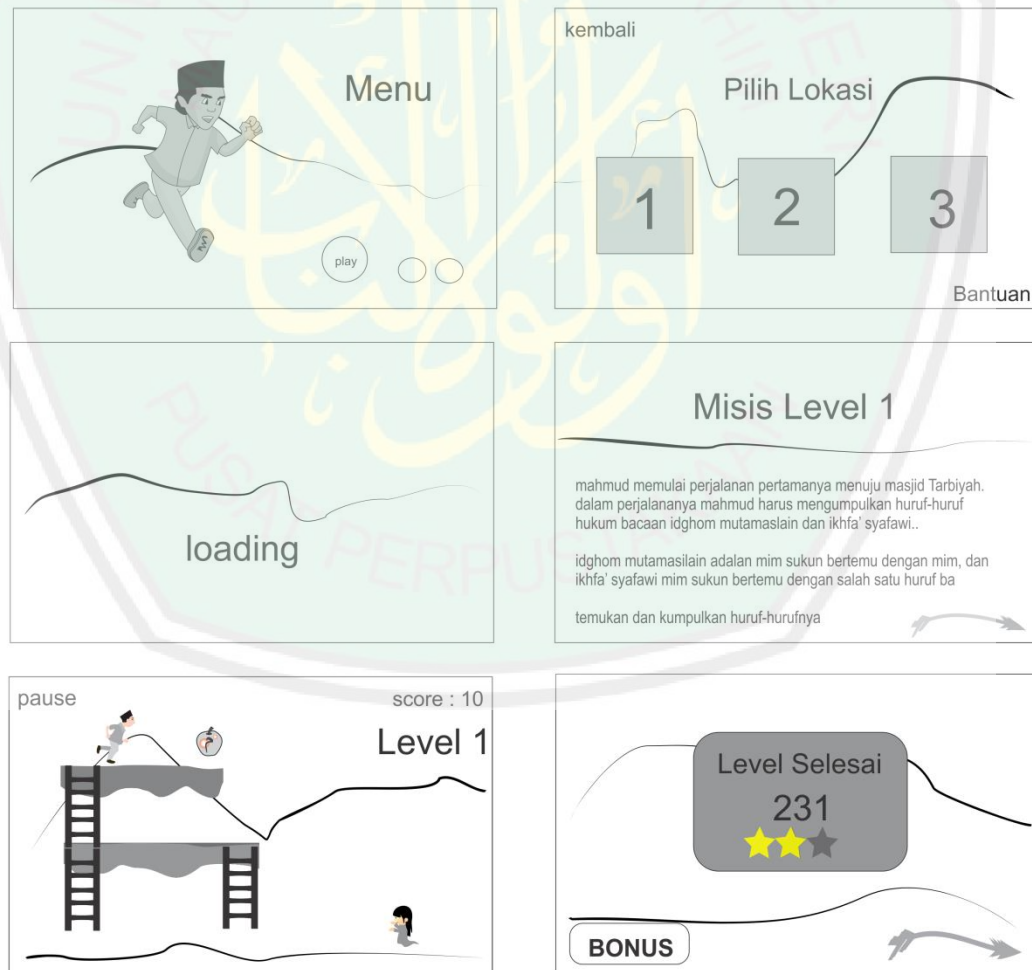
3.1.1 Keterangan Umum *Game*

Game ini mengisahkan sebuah perjalanan seorang santri bernama Mahmud dalam menyelesaikan misi untuk meningkatkan pengetahuannya mengenai ilmu tajwid. Mahmud akan melakukan perjalanan belajarnya di tiga tempat yang berbeda, yakni : Masjid Tarbiyah, Masjid Ulul Albab dan gedung *Student Center*. Dalam menyelesaikan setiap misi Mahmud akan diganngu oleh sayton atau lebih dikenal dengan musuh yang akan ditanamkan kecerdasan buatan untuk menambah kesulitan dalam *game* dan tentunya untuk menambah *game* menjadi lebih menarik. Pemain mencari item huruf hijaiyah yang merupakan huruf-huruf bacaan tajwid sesuai dengan setiap levelnya yang tersebar dalam *game*. Setiap level memiliki hukum bacaan tajwid yang berbeda-beda. Hukum bacaan tajwid setiap levelnya sebagai berikut :

1. Level pertama : materi tajwid idgham mutamaslain dan ikhfa' syafawi
2. Level kedua : materi tajwid idzhar syafawi
3. Level ketiga : materi tajwid ikhfa' syafawi dan idzhar syafawi

Pemain akan mendapatkan sekor setiap mengambil item huruf-huruf bacaan tajwid serta mendapatkan tambahan nilai bonus ketika berhasil mengalahkan musuh.

3.1.2 StoryBoard Game



Gambar 3.1 StoryBoard Game Mahmud

3.1.3 Penampilan Umum *Game*

Game ini dibangun dengan grafis 2 dimensi dengan rancangan yang menarik sehingga pengguna dapat menikmati permainan ini. Dalam permainan ini terdapat 6 karakter selain grafis *background*.

3.1.4 Deskripsi Karakter

Berikut beberapa karakter yang digunakan dalam *Game*.

A. Karakter Utama (pemain)

Karakter utama yang dimainkan oleh pemain adalah karakter manusia mengenakan baju biru dan songkok atau peci dikepalanya.



Gambar 3.2 karakter utama

B. Karakter Musuh 1 (NPC berwarna merah)

Karakter musuh yang pertama adalah sayton atau lebih dikenal dengan nama *devil* dengan warna merah mencolok serta bersenjatakan sebuah tongkat.



Gambar 3.3 karakter musuh 1 / NPC 1

C. Karakter Musuh 2 (NPC jin menyerupai hantu)

Karakter musuh yang kedua adalah karakter berbaju hitam dengan tangan melambai-lambai menyerupai hantu. Karakter musuh 2 ini ada pada *stage* 2 dan 3.



Gambar 3.4 karakter Musuh 2 / NPC 2

D. Huruf Hijaiyah

Huruf hijaiyah digambarkan menggunakan media buah-buahan agar lebih menarik.



Gambar 3.5 *obstacle* huruf hijaiyah

E. Peluru Pemain (cahaya)

Peluru pemain adalah peluru partikel cahaya.



Gambar 3.6 *obstacle* peluru pemain

F. Peluru Musuh (api)

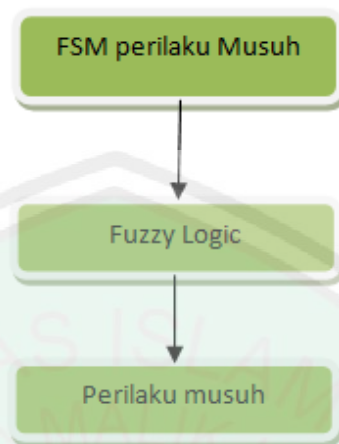
Peluru musuh adalah peluru yang menggunakan partikel api.



Gambar 3.7 *obstacle* peluru musuh

3.2 Perancangan *Fuzzy State Machine* Perilaku NPC

Penerapan FuSM ini terdapat pada penentuan kondisi dan perilaku karakter musuh. Dimana FSM digunakan sebagai metode dalam mendesain perilaku tindakan karakter musuh, dan *fuzzy logic* digunakan untuk menentukan perilaku dalam pergerakannya mengganggu pemain berdasarkan variable yang dimiliki.



Gambar 3.8 Diagram Block Alur FuSM

3.2.1 FSM Pada Karakter NPC

State utama yang tersusun dalam *FSM* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai

Merupakan *state* posisi awal *NPC*/musuh

2. Berjalan

State berjalan, *NPC*/musuh bergerak menuju area *player* (pemain)

3. Menyerang

Dipicu jarak terhadap *player* (pemain), *NPC* akan menyerang *player* (pemain) yang berada dalam jarak pandang *NPC*/musuh. Dalam *state* menyerang ini *NPC* dapat mengejar dan menembak pemain. *State* akan kembali ke *state* berjalan saat *player* (pemain) lari atau menghindar.

4. Mengeluarkan Bonus

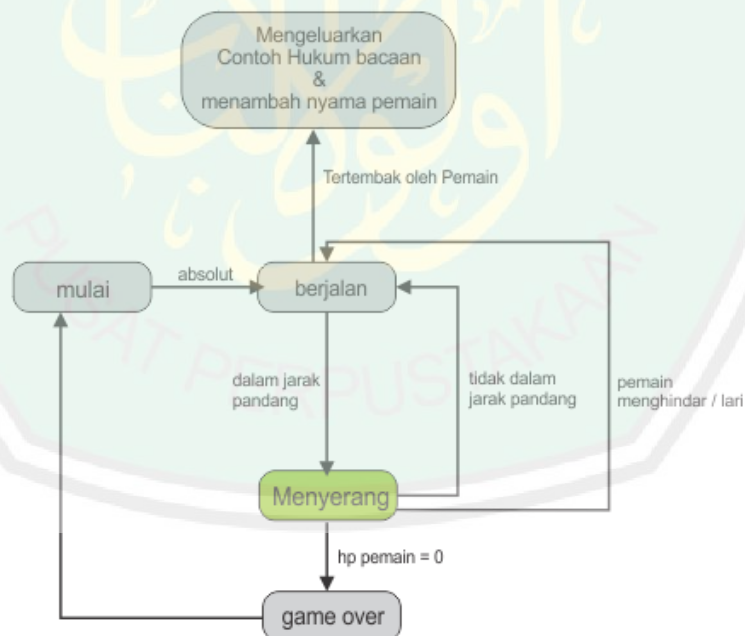
Musuh akan mengeluarkan bonus berupa contoh hukum bacaan. Bonus ini keluar ketika pemain menembak musuh.

5. *Game over*

Saat nilai hp (*health point*) dari pemain = 0.

Daftar *state transition* pada *FSM* dapat disusun dalam *list* sebagai berikut:

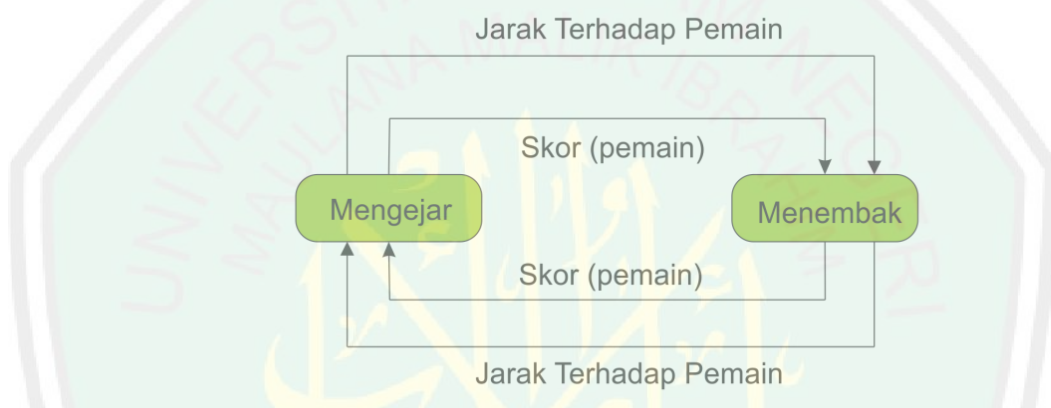
1. Player dalam jarak pandang
2. Player tidak dalam jarak pandang
3. Player menghindari atau lari
4. Player menembak Musuh
5. Player mendapatkan Bonus
6. Player kalah hp=0



Gambar 3.9 FSM untuk NPC / musuh

3.2.2 FuSM Perilaku NPC

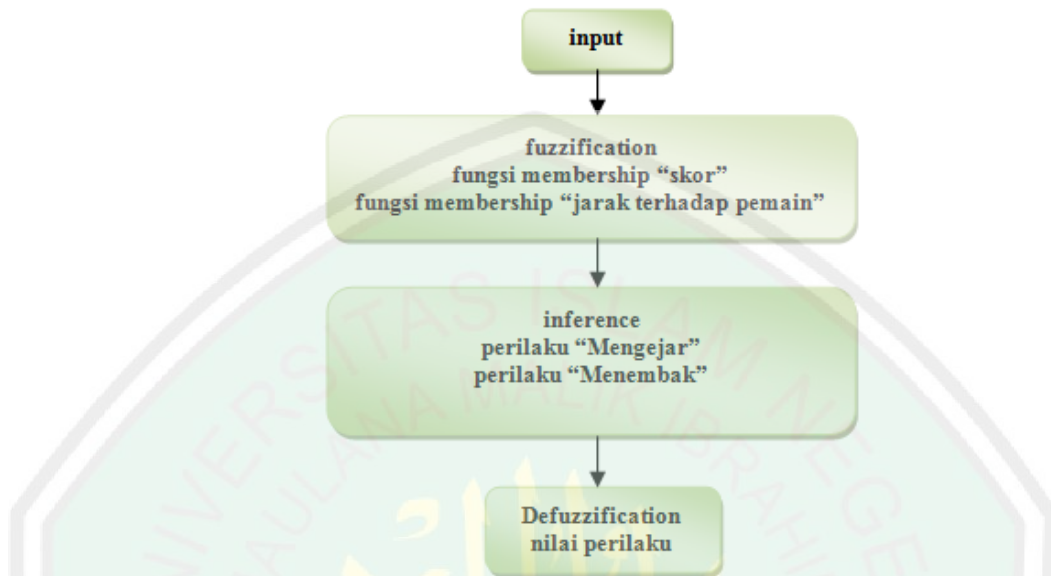
Dengan menggunakan logika *fuzzy* dalam perancangan perilaku maka aplikasi *multiple state* menjadi mungkin. Logika *fuzzy* ini diaplikasikan pada perilaku dari musuh/*NPC* pada saat Menembak pemain. Rancangan *state machine* untuk *state* Menyerang digambarkan pada gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10 FuSM Menyerang NPC / musuh

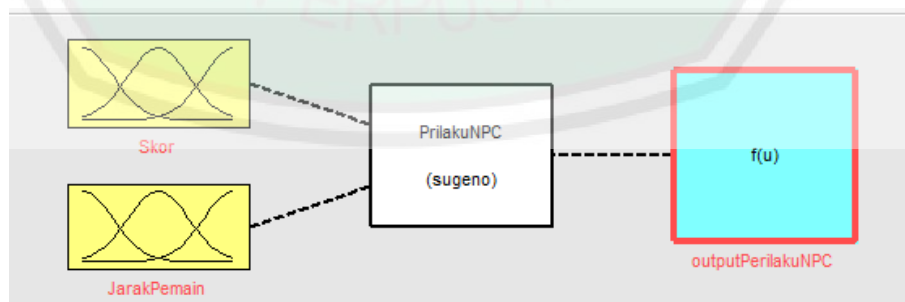
3.2.3 Desain Fuzzy NPC

Dua variabel digunakan untuk merancang perilaku *NPC*, yaitu variabel “sekor pemain” dan variabel “jarak terhadap player”. Logika *fuzzy* untuk menghasilkan perilaku *NPC* ditunjukkan pada gambar 3.11 berikut:



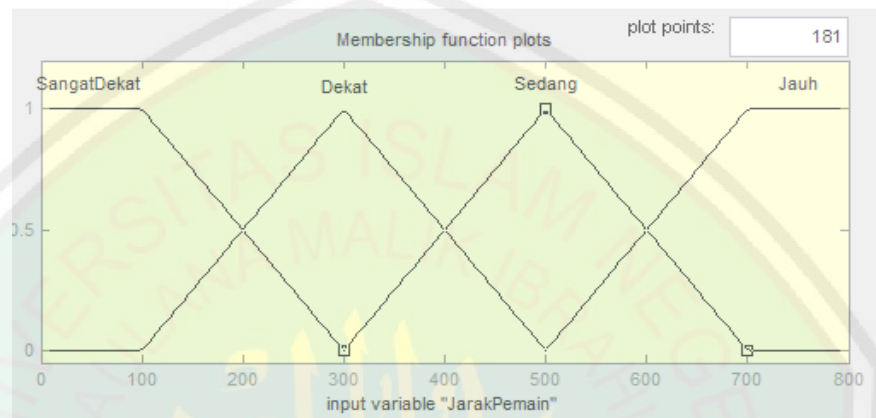
Gambar 3.11 Logika *Fuzzy* perilaku NPC

Desain *fuzzy* untuk menghasilkan perilaku NPC dapat dilihat pada gambar 3.12. Atribut yang diberikan untuk NPC adalah jarak terhadap pemain dan nilai Sekor yang diperoleh pemain.



Gambar 3.12 Desain *fuzzy* untuk keluaran perilaku NPC

Pada gambar 3.13 selanjutnya yakni drajat keanggotaan (*membership degree*) untuk *input* jarak terhadap pemain yang mempunyai nilai dalam interval 0 sampai 800.



Gambar 3.13 Derajat keanggotaan untuk *input* jarak terhadap pemain

Fungsi keanggotaan “jarak terhadap pemain” mempunyai beberapa variabel linguistik serta notasinya dengan interval beragam, dalam interval 0 sampai 800, yang ditentukan seperti tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel linguistik *input* jarak NPC terhadap pemain

Input jarak		
Variabel	Notasi	Nilai
SD	Sangat Dekat	0 – 300
D	Dekat	100 – 500
S	Sedang	300 – 700
J	Jauh	500 - 800

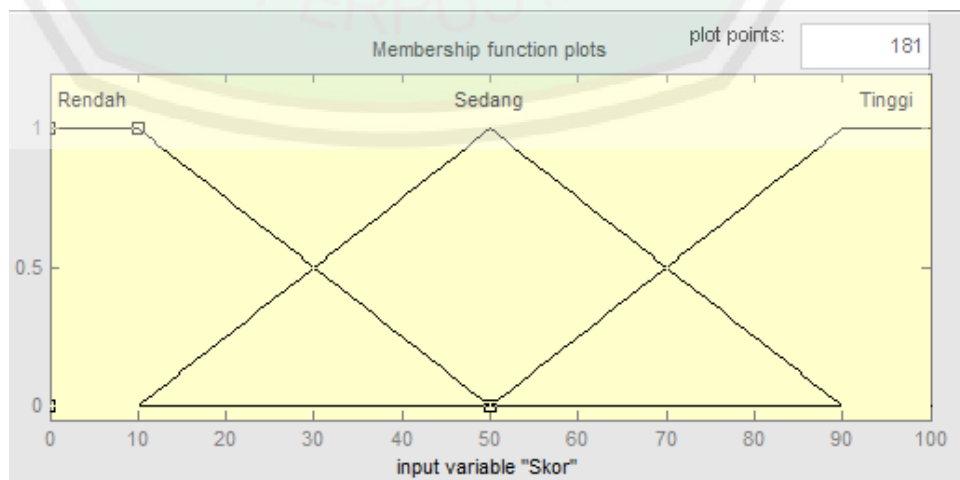
$$\mu_{sangatdekat}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{300-x}{200}; & 100 \leq x \leq 300 \\ 0; & x \geq 300 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_{dekat}[x] = \begin{cases} \frac{x-100}{200}; & 100 \leq x \leq 300 \\ \frac{500-x}{200}; & 300 \leq x \leq 500 \\ 0; & x \geq 500 \text{ atau } x \leq 100 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} \frac{x-300}{200}; & 300 \leq x \leq 500 \\ \frac{700-x}{200}; & 500 \leq x \leq 700 \\ 0; & x \geq 700 \text{ atau } x \leq 300 \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

$$\mu_{jauh}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 500 \\ \frac{x-500}{200}; & 500 \leq x \leq 700 \\ 1; & x \geq 700 \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

Untuk *input* “Sekor Pemain”, derajat keanggotaanya mempunyai nilai dalam interval 0 sampai 100, ditunjukkan pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Derajat keanggotaan untuk *input* sekor

Input Sekor juga mempunyai beberapa variabel linguistik serta notasi dengan interval nilai beragam, yang disusun seperti tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Variabel Linguistik *input* sekor pemain

Input Sekor		
Variabel	Notasi	Nilai
R	Rendah	0 – 50
S	Sedang	10 – 90
T	Tinggi	50 – 100

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{50-x}{40}; & 10 \leq x \leq 50 \\ 0; & x \geq 50 \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} \frac{x-10}{40}; & 10 \leq x \leq 50 \\ \frac{90-x}{40}; & 50 \leq x \leq 90 \\ 0; & x \geq 90 \text{ atau } x \leq 10 \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{40}; & 50 \leq x \leq 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

Selanjutnya *output* perilaku dari *NPC* dijelaskan pada tabel 3.3, nilai linguistik dibagi menjadi 2, dengan notasi Mengejar (MG), dan Menembak (MB). dengan nilai keanggotaan untuk *output* pada *NPC* seperti pada Gambar 3.15

Tabel 3.3 Variabel Linguistik *output* NPC

Output NPC	
Variabel	Notasi
MG	Mengejar
MB	Menembak

**Gambar 3.15** Keanggotaan *Output* perilaku NPC

Selanjutnya *fuzzy rule* atau aturan *fuzzy* yang disusun untuk menghasilkan perilaku bagi NPC. *Fuzzy rule* dibuat berdasarkan inputan “jarak terhadap pemain” dan “sekor pemain”. *Fuzzy rule* dibuat Seperti pada tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Aturan *Fuzzy* Perilaku NPC

		Sekor Pemain		
		Variabel	R	S
Jarak Terhadap Pemain	SD	MB	MB	MB
	D	MG	MG	MB
	S	MG	MG	MG
	J	MG	MG	MG

Fuzzy rule yang tersusun tersebut merupakan formulasi dari dua input yaitu jarak terhadap pemain dan Sekor dari pemain. Dari tabel *fuzzy rule* diperoleh rule **IF/THEN** yang menjelaskan hubungan antara *input* dan *output* variabel linguistik, yang tersusun sebagai berikut :

1. **IF** jarak Pemain = sangat dekat **AND** Sekor pemain = rendah **THEN** perilaku NPC = Menembak
2. **IF** jarak pemain = sangat dekat **AND** Sekor pemain = sedang **THEN** perilaku NPC = Menembak
3. **IF** jarak pemain = sangat dekat **AND** Sekor pemain = tinggi **THEN** perilaku NPC = Menembak
4. **IF** jarak pemain = dekat **AND** Sekor pemain = rendah **THEN** perilaku NPC = mengejar

5. **IF** jarak pemain = dekat **AND** Sekor pemain = sedang **THEN** perilaku NPC = Mengejar
6. **IF** jarak pemain = dekat **AND** Sekor pemain = tinggi **THEN** perilaku NPC = Menembak
7. **IF** jarak pemain = sedang **AND** Sekor pemain = rendah **THEN** perilaku NPC = mengejar
8. **IF** jarak pemain = sedang **AND** Sekor pemain = sedang **THEN** perilaku NPC = mengejar
9. **IF** jarak pemain = sedang **AND** Sekor pemain = tinggi **THEN** perilaku NPC = mengejar
10. **IF** jarak pemain = jauh **AND** Sekor pemain = rendah **THEN** perilaku NPC = mengejar
11. **IF** jarak pemain = jauh **AND** Sekor pemain = sedang **THEN** perilaku NPC = mengejar
12. **IF** jarak pemain = jauh **AND** Sekor pemain = tinggi **THEN** perilaku NPC = mengejar

Sehingga dalam menentukan output atau keputusan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Fuzzifikasi

Menghitung nilai $\mu_{[x]}$ sebagai nilai derajat keanggotaan fuzzy untuk setiap variabel input, menggunakan rumus fungsi keanggotaan 1 – 7.

2. Implikasi

$$\alpha_n = \mu_{predikatRn} = \min(\mu_{[x]}; \mu_{[y]}) \dots \dots \dots (8)$$

$(\mu_{[x]}; \mu_{[y]})$ = variabel input yang saling berhubungan, lihat tabel 3.4

3. Defuzzifikasi

$$k = \max(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \dots \dots \dots (9)$$

Berikut ini adalah studi kasus FuSM perilaku NPC: Contoh kasus, misal pemain berada pada jarak 120 dari NPC dan sekor pemain saat itu 40, maka untuk mengetahui perilaku pergerakan NPC sebagai berikut :

- Fuzzification jarak. Dengan rumus fungsi keanggotaan (1 – 4), nilai jarak 120 termasuk kedalam himpunan fuzzy sangat dekat dan dekat.

$$\mu_{sangatdekat}(120) = \frac{300-120}{200} = 0.9$$

$$\mu_{dekat}(120) = \frac{120-100}{200} = 0.1$$

$$\mu_{sedang}(120) = 0$$

$$\mu_{jauh}(120) = 0$$

- Fuzzyfication Skor. Dengan rumus fungsi keanggotaan (5 – 7), nilai skor 40 termasuk dalam himpunan fuzzy rendah dan sedang.

$$\mu_{rendah}(40) = \frac{50-40}{40} = 0.25$$

$$\mu_{sedang}(40) = \frac{40-10}{40} = 0,75$$

$$\mu_{tinggi}(40) = 0$$

- Implikasi, Dari perhitungan Fuzzyfication diatas maka didapatkan hasil pada tabel 3.5 (angka berwarna merah).

Table 3.5 Hasil Implikasi

		Skor Pemain		
Jarak Terhadap Pemain	Variabel	(0.25) R	(0.75) S	T
	(0.9) SD	(0.25) MB	(0.75) MB	MB
	(0.1) D	(0.1) MG	(0.1) MG	MB
	S	MG	MG	MG
	J	MG	MG	MG

- Kemudian pilih nilai minimum, dengan menggunakan rumus (8). Maka didapatkan hasil pada tabel 3.5 (angka berwarna hijau).
- Defuzzification dari Implikasi maka diperoleh himpunan

$$F = \{MB, MB, MG, MG\} = \{0.25, 0.75, 0.1, 0.1\}$$

Dengan menggunakan metode *max method* (9) diketahui *index* tertinggi adalah 0.75 dengan perilaku Menembak

3.3 Kebutuhan Sistem

3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Kebutuhan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan untuk mendukung proses pengembangan sistem aplikasi *game* ini adalah:

1. Processor Core i3-350M processor 2.26GHz, 3 MB cache
2. RAM (Random Acces Memory) 3 GB
3. VGA Onboard Intel 128 MB
4. Hardisk 75 GB
5. Keyboard
6. Mouse
7. Speaker
8. Mobile Phone Android Versi 4.3

3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk mendukung pembuatan *game* antara lain:

1. JDK, *Java Development Kit* adalah program *development environment* untuk menulis *Java applets* dan aplikasi.
2. ADT, *Android Development Tools* adalah plugin Eclipse IDE untuk membangun aplikasi Android.
3. Inkscape, adalah perangkat lunak yang bersifat *freeware* yang digunakan untuk membuat desain grafis pada *game*.

4. Andengine GLES-2, adalah salah satu *engine* yang sering digunakan dalam pembuatan *game* Android 2 Dimensi.

3.3.3 Kebutuhan *Device* Minimum pemain

Berikut ini merupakan daftar spesifikasi *device* yang harus dipenuhi untuk memainkan *game* ini.

Tabel 3.6 Kebutuhan *Device* Pemain

Kebutuhan	Spesifikasi Minimum	Spesifikasi Rekomendasi
Versi Android	4.0	4.0 keatas
GPU	Adreno 205	Adreno 205
Memori	1 GB	2GB

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Bab implementasi membahas mengenai implementasi dari perancangan sistem yang dibuat sebelumnya, dan juga melakukan pengujian sistem terhadap aplikasi *game* yang dibuat untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

4.2 Implementasi *Fuzzy State Machine* (FuSM) Perilaku NPC

Proses implementasi merupakan sebuah proses pembangunan komponen-komponen pokok suatu system yang didasarkan pada desain dan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Implementasi perancangan pada penelitian ini menerapkan *Artificial Intelligence* pada pengaturan respon perilaku NPC dengan metode *Fuzzy State Machine* (FuSM).

4.2.1 FuSM Respon Perilaku NPC Pada Semua Stage

Implementasi *Fuzzy State Machine* untuk pengaturan respon perilaku NPC untuk mendapatkan output perilaku yang diinginkan. FuSM bekerja sejak saat permainan dimulai oleh pemain sehingga NPC akan memberikan respon perilaku mengganggu pemain dengan mengejar dan menembak pemain. FuSM diterapkan pada bahasa pemrograman Java. Berikut adalah *source code* implementasi dari FuSM.

```
package GameScene;
public class FuSM {
private float sangatDekat;
private float dekat;
private float sedangJ;
private float jauh;
```

```

private float rendah;
private float sedangS;
private float tinggi;
private float hasilakhir;
public static int ind2;
int ind=0;

public FuSM(float jarak, float score){
//Fuzificztion nilai Jarak
//kategori sangat dekat
    if (jarak <= 100){
        sangatDekat = 1;}
    else if (jarak >= 100 && jarak <= 300){
        sangatDekat = (300-jarak)/200;}
    else if (jarak >= 300){
        sangatDekat = 0;}

//kategori dekat
    if (jarak >= 100 && jarak <= 300){
        dekat = (jarak-100)/200;}
    else if (jarak >= 300 && jarak <= 500){
        dekat = (500-jarak)/200;}
    else if (jarak >= 500 || jarak <= 100){
        dekat = 0;}

//kategori sedang
    if (jarak >= 300 && jarak <= 500){
        sedangJ = (jarak-300)/200;}
    else if (jarak >= 500 && jarak <=700){
        sedangJ = (700-jarak)/200;}
    else if (jarak >= 700 || jarak <= 300){
        sedangJ = 0;}

//kategori sangat jauh
    if (jarak <= 500){
        jauh = 0;}
    else if (jarak >= 500 && jarak <=700){
        jauh = (jarak-500)/200;}
    else if (jarak >= 700){
        jauh = 1;}

//Fuzification nilai Sekor
//kategori Rendah
    if( score <= 10){
        rendah = 1;}
    else if (score >= 10 && score <= 50){
        rendah = (50-score)/40;}
    else if (score >= 50){
        rendah = 0;}

//kategori Sedang
    if (score >= 10 && score <= 50){
        sedangS = (score-10)/40;}
    else if (score >= 50 && score <= 90){
        sedangS = (90-score)/40;}
    else if (score >= 90 || score <= 10){
        sedangS = 0;}

//kategori Tinggi
    if (score <= 50){
        tinggi = 0;}

```

```

else if (score >= 50 && score <= 90){
    tinggi = (score-50)/40;}
else if (score >= 90){
    tinggi = 1;}

//Implikasi
float min [] = new float[12];
min[0] = Math.min(sangatDekat, rendah);
min[1] = Math.min(sangatDekat, sedangS);
min[2] = Math.min(sangatDekat, tinggi);
min[3] = Math.min(dekat, rendah);
min[4] = Math.min(dekat, sedangS);
min[5] = Math.min(dekat, tinggi);
min[6] = Math.min(sedangJ, rendah);
min[7] = Math.min(sedangJ, sedangS);
min[8] = Math.min(sedangJ, tinggi);
min[9] = Math.min(jauh, rendah);
min[10] = Math.min(jauh, sedangS);
min[11] = Math.min(jauh, tinggi);

hasilakhir=min[0];
for(int i=0;i<12;i++){
    //System.out.println(i+" "+min[i]);
}
//Defuzification
for(int i=0;i<12;i++){
    if(min[i] > hasilakhir){
        hasilakhir=min[i];
        ind=i;
    }
}
ind2 = ind;
}}

```

Source code diatas mengimplementasikan *Fuzzy State Machine* (FuSM) dalam melakukan perhitungan dari variable “ jarak NPC terhadap player ” dan “ sekor pemain “. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan output perilaku yang akan dijalankan oleh NPC. Untuk *source code* output perilaku NPC berdasarkan perhitungan FuSM pada *class* FuSM diatas, sebagai berikut.

```

public void FuSM1 () {
new FuSM(jarak, score);

if (FuSM.ind2 == 0 || FuSM.ind2 == 1 || FuSM.ind2 == 2 || FuSM.ind2 ==
5) {
    PerilakuMenembak(musuh, musuh_body);
} else if (FuSM.ind2 == 9 || FuSM.ind2 == 10 || FuSM.ind2 == 11) {} else
{
    PerilakuMengejar(musuh, musuh_body);
}}

```



```

public void FuSM2(){
new FuSM(jarak2, score);

if (FuSM.ind2 == 0 || FuSM.ind2 == 1 || FuSM.ind2 == 2 || FuSM.ind2 ==
5){
    PerilakuMenembak(musuh2, musuh_body2);
}else if(FuSM.ind2 == 9 || FuSM.ind2 == 10 || FuSM.ind2 == 11) {else {
    PerilakuMengejar(musuh2, musuh_body2);
}}

public void PerilakuMenembak(AnimatedSprite _musuh, Body Mbody){
if(!isTembakM ){
    isTembakM = true;
    peluruM = new AnimatedSprite(_musuh.getX(), _musuh.getY(),
resourceManager.peluruM, vbom){
    protected void onManagedUpdate(float pSecondsElapsed)
    super.onManagedUpdate(pSecondsElapsed);{
    if(player.collidesWith(peluruM)){
    resourceManager.activity.runOnUiThread(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        detachSelf();
    });
    });
    healthPoint(health - 2);
    engine.enableVibrator(activity);
    engine.vibrate(30);
    isTembakM = false;
    }}}};
    peluruM.setScale(0.5f);
    peluruM.animate(100);

    IEntityModifierListener peluru2x = new IEntityModifierListener() {
    @Override
    public void onModifierStarted(IModifier<IEntity> pModifier, IEntity
pItem) {}

    @Override
    public void onModifierFinished(IModifier<IEntity> pModifier, IEntity
pItem) {
        removeSprite(peluruM);
        isTembakM = false;
    }
    });

    peluruM.registerEntityModifier(new MoveModifier(2f, peluruM.getX(),
player.getX(), peluruM.getY(), player.getY(), peluru2x));
    Mbody.setLinearVelocity(new Vector2(0, Mbody.getLinearVelocity().y));
    attachChild(peluruM);
    }}

public void PerilakuMengejar(AnimatedSprite _musuh, Body Mbody){
    Xmusuh = _musuh.getX();
    if(Xmusuh >= player.getX()){
        _musuh.stopAnimation(0);
        Mbody.setLinearVelocity(new Vector2(-1,
Mbody.getLinearVelocity().y));
    }

    if(Xmusuh <= player.getX()){
        Mbody.setLinearVelocity(new Vector2(1,
Mbody.getLinearVelocity().y));
        _musuh.stopAnimation(5);
    }
}

```

Source code diatas merupakan output perilaku untuk setiap NPC apabila telah memenuhi salah satu kondisi hasil dari *class* FuSM, yaitu mengejar, menembak dan kembali ke *state* berpatroli. Berikut gambaran dari hasil *run Source code* diatas.



Gambar 4.1 Implementasi FuSM Perilaku untuk setiap NPC

4.3 Implementasi Aplikasi *Game*

Berikut hasil implementasi pembuatan aplikasi *game* yang telah selesai dibuat :

4.3.1 Tampilan *Splash Game*

Pada bagian *Splashscreen game* akan muncul pertama kali saat aplikasi *game* mulai dijalankan. *Splashscreen* menampilkan icon dan judul *game*.



Gambar 4.2 Tampilan *Splashscreen Game*

4.3.2 Tampilan Menu *Game*

Tampilan menu pada *game* ini ada dua, yakni yang pertama menu utama dan yang kedua menu pilih leve atau latar tempat. Pada menu utama terdapat 3 *button*, yakni *button play* untuk memulai permainan, *button mute* suara dan *button* tentang *game*. Sedangkan pada menu level terdapat 3 pilihan level dan 2 *button*, yakni *button* kembali untuk kembali ke menu dan *button* tanda Tanya untuk mengetahui cara bermain.



Gambar 4.3 Tampilan Menu dan pilihan level *Game*

4.3.3 Tampilan Prolog/Misi *Game*

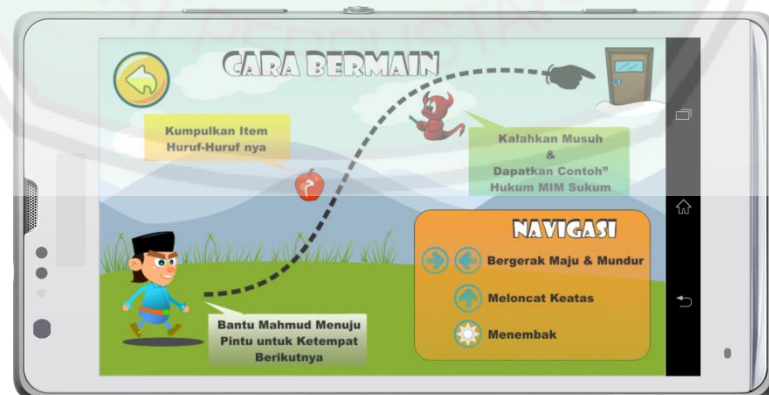
Pada bagian tampilan misi *game* menampilkan penjelasan dari misi yang harus diselesaikan pemain untuk menuju tempat selanjutnya.



Gambar 4.4 Tampilan misi level pertama

4.3.4 Tampilan Cara Bermain

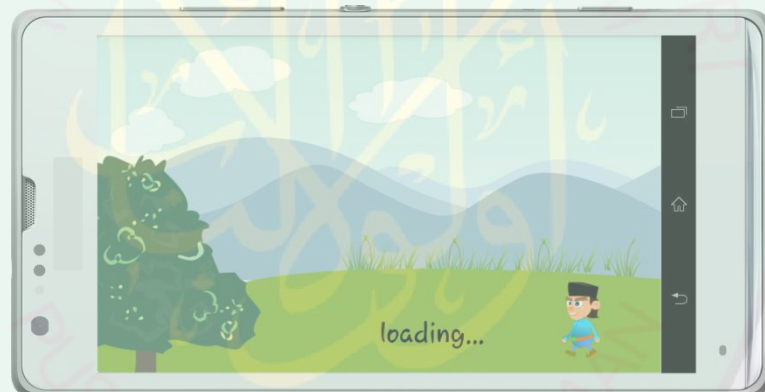
Pada bagian tampilan cara bermain *game* menampilkan penjelasan dari cara bermain yang harus dijalankan pemain untuk menyelesaikan misi. Tampilan cara bermain ini dibuat untuk memudahkan pemahaman pemain dalam memainkan *game*.



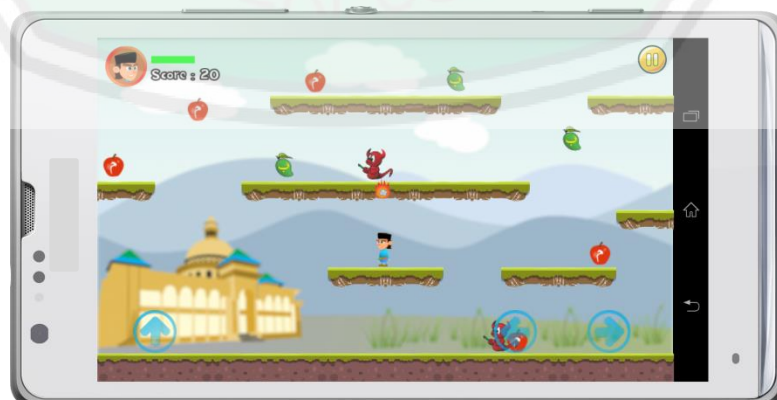
Gambar 4.5 Tampilan Cara bermain

4.3.5 Tampilan Permainan *Game*

Berikut adalah tampilan game mulai dari *loading*, saat *game* dimainkan, saat *game* di-*pause* dan tampilan ketika misi selesai dilakukan. Pada saat *game* di-*pause* akan muncul 4 *button*, yakni *button* untuk melanjutkan permainan, *button* untuk mengulangi permainan, *button* untuk keluar kembali ke menu dan *button* untuk keluar dari *game*. Selanjutnya pada tampilan ketika misi selesai akan tampilan konfirmasi misi selesai yang berisi nilai / skor total, bintang yang diperoleh berdasarkan nilai yang diperoleh, juga terdapat *button* kembali kemenu dan *button* melanjutkan ke level selanjutnya.



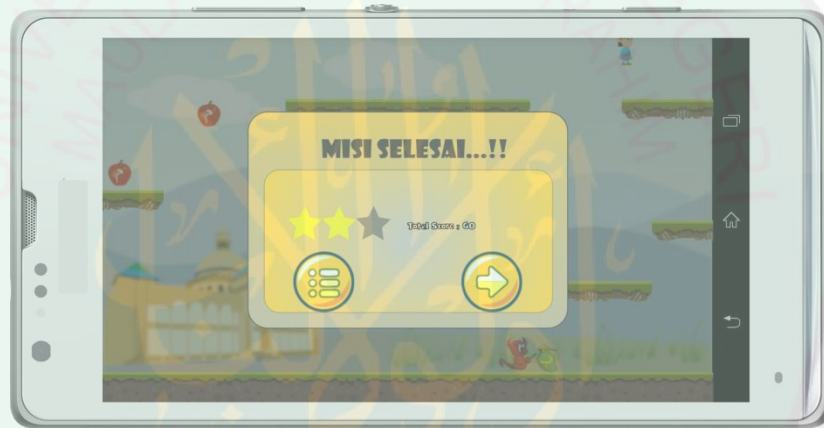
Gambar 4.6 Tampilan *Loading Game*



Gambar 4.7 Tampilan Permainan *Game* Saat Dimulai



Gambar 4.8 Tampilan *Pause Game*



Gambar 4.9 Tampilan Saat Misi Selesai

4.4 Pengujian *Fuzzy State Machine*

Berikut rekapitulasi hasil pengujian *Fuzzy State Machine* pada saat *game* dimainkan, dalam bentuk tabel pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Metode FuSM Pada Level 1

No	Nilai Input		Output FuSM	Keterangan
	Jarak	Sekor Pemain		
1	242	20	Mengejar	Sesuai
2	154	30	Menembak	Sesuai
3	170	30	Menembak	Sesuai

No	Jarak	Sekor Pemain	Output FuSM	Keterangan
4	199	40	Menembak	Sesuai
5	240	40	Mengejar	Sesuai
6	456	50	Mengejar	Sesuai
7	207	50	Menembak	Tidak sesuai
8	370	60	Mengejar	Sesuai
9	156	60	Menembak	Sesuai
10	368	70	Mengejar	Sesuai

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Metode FuSM Pada Level 2

No	Nilai Input		Output FuSM	Keterangan
	Jarak	Sekor Pemain		
1	163	10	Menembak	Sesuai
2	286	20	Mengejar	Sesuai
3	248	30	Mengejar	Sesuai
4	212	40	Mengejar	Sesuai
5	190	50	Menembak	Sesuai
6	158	60	Menembak	Sesuai
7	240	70	Mengejar	Sesuai
8	265	80	Menembak	Sesuai
9	297	90	Menembak	Sesuai
10	371	100	Menembak	Sesuai

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Metode FuSM Pada Level 3

No	Nilai Input		Output FuSM	Keterangan
	Jarak	Sekor Pemain		
1	223	10	Mengejar	Sesuai
2	123	20	Menembak	Sesuai
3	133	30	Menembak	Sesuai
4	239	40	Mengejar	Sesuai
5	187	50	Menembak	Sesuai
6	276	60	Mengejar	Sesuai
7	429	70	Mengejar	Sesuai
8	329	80	Menembak	Sesuai
9	293	90	Menembak	Sesuai

No	Jarak	Sekor Pemain	Output FuSM	Keterangan
10	424	100	Mengejar	Sesuai

Dari data di atas terdapat satu kali *error* dalam pengujian FuSM pada level 1 dengan jarak 207 dan Sekor pemain 50, yang seharusnya NPC memberikan respon perilaku Mengejar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa FuSM dapat berjalan sesuai dengan *Fuzzy rules* yang telah dibuat pada BAB III. Selain itu FuSM dalam perubahan respon perilaku NPC terlihat lebih halus atau dinamis pada saat *game* dimainkan.

4.5 Pengujian Aplikasi *Game*

Berikut rekapitulasi hasil pengujian dari sistem game pada beberapa *smartphone* ber-*platform* Android dalam bentuk tabel pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Game*

No	Versi Android	GPU	CPU	RAM	Keterangan
1.	4.3 (Jelly Bean)	Adreno 320	Qualcom Dual-core 1.7 GHz Krait	1 GB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.
2.	4.3 (Jelly Bean)	Adreno 305	Qualcom Dual-core 1 GHz Krait	1 GB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.
3.	4.0.3 (Ice Cream Sandwich)	Adreno 205	Qualcom Single-core 1GHz	512 MB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.
4.	4.2.2 (Jelly Bean)	PoweVR SGX 531	MTK Dual-core 1GHz	512 MB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.
5.	4.1.2 (Jelly Bean)	Adreno 200	Qualcom Single-core 1 GHz Cortex-A5	768 MB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.
6	4.0.3 (Ice Cream Sandwich)	Adreno 200	Qualcomm Single-core 1 GHz Cortex-A5	512 MB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.
7	4.2.2 (Jelly Bean)	Mali-400	Exynos 4212 Dual-core 1.5 GHz	1.5 GB	Sistem berjalan baik. Semua tombol berfungsi. Tampilan Baik.



Gambar 4.10 Presentase Versi Android

(sumber : Google Play Store : tanggal 5 Juli 2014)

Gambar 4.10 menunjukkan *presentase* dari beberapa versi Android yang telah menginstal *game* hukum bacaan mim sukun yang telah dibuat dan telah dirilis ke Google Play Store. Sejak dirilis pada tanggal 25 juni 2014 sampai tanggal 5 juli 2014, dengan versi1.0 terhitung 107 pengguna telah menginstal *game* hukum mim sukun.

BAB V

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy State Machine* (FuSM) dapat diterapkan dan mendesain perilaku NPC pada *game* pengenalan tajwid hukum bacaan mim sukun. Hasil dari penerapan FuSM dalam perubahan respon perilaku NPC pada *game* terlihat lebih dinamis pada saat *game* dimainkan dengan tujuan agar dapat membuat *player* merasa tidak bosan dan tertantang dalam memainkan *game*. Hal ini telah dibuktikan pada hasil pengujian metode tabel 4.1 pada bab IV.

5.2 Saran

Dalam penelitian pembuatan *game* ini penulis sadar, masih banyak kekurangan yang dikedepannya perlu dilakukan pengembangan, diantaranya:

1. Menambahkan materi lain dalam ilmu tajwid, tidak hanya sebatas materi mim sukun.
2. Mengembangkan *game* dengan tampilan yang jauh lebih menarik dengan perilaku yang lebih variatif, serta membuat *game* lebih ringan jika dijalankan pada *low device*.
3. Penambahan jumlah level permainan serta pemberian aturan kenaikan level untuk membuat *game* jauh lebih menarik.
4. Pengembangan *game* tidak hanya pada *platform* Android saja, dapat dikembangkan ke-*platform* lainnya seperti *IOS*, *Windows Phone* dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anuri, Ahmad. Pertama 2010. *Panduan Tahsin Tilawah Al-Qur'an & Pembahasan Ilmu tajwid*. Jakarta Timur: PUSTAKA AL-KAUTSAR
- Cruz, Adriano. 2008. *Fuzzy State Machine*. NCE/UFRJ.
- ee, K.H.2005. *First Course on Fuzzy Theory and Aplications*.(J. Kacprzyk, Penyunt.) Taejon, Republic of South Korea:Springer.
- Hermawan S, Stephanus. 2011. *Mudah Membuat Aplikasi Android*. Yogyakarta: Andi Offset.
- J. Von Neumann and O. Morgenstern. 1953. *Theory of Games and Economic Behavior (3d ed.)* Princeton University Press.
- Katsir, Ibnu. 2000. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bandung. Sinar Baru Algensindo.
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muhammad Mahmud Al-Masyhud bin Abi Rimah. *Hidayatu Al-Mustafid fi Ahkami At-tajwid*, Tahun 1343 H
- Milington, ian. 2006. *Artifical Inteleigent for Games*.San Fransisco, USA : Morgan Kaufman Publiser.
- Nofiantoro, Arix. 2011. *Analsis dan Perancangan Game "Bermain Bersama Dito & Dola"*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Yogyakarta: AMIKOM.
- Safaat H, Nazruddin. 2011. *Android, Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*. Bandung: Informatika.
- Setiawan Iwan, 2006, *Perancangan Software Embedded Sistem Berbasis FSM*, 2006.
- Sweetser, Penelope & Wiles, Janet. 2002. *Current AI in games : a review*. *Australian Journal of Intelligent Information Processing Sistems*, 8(1), pp.24-42.
- T sutejo. Mulyanto, edy. Suharyono, Vicent. 2011 . *kecerdasan buatan*.Yogyakarta: ANDI OFFSET

Toha Husein Al-mujahid, Achmad. 2011. *Ilmu Tajwid*. Jakarta Timur: Darus Sunnah Press

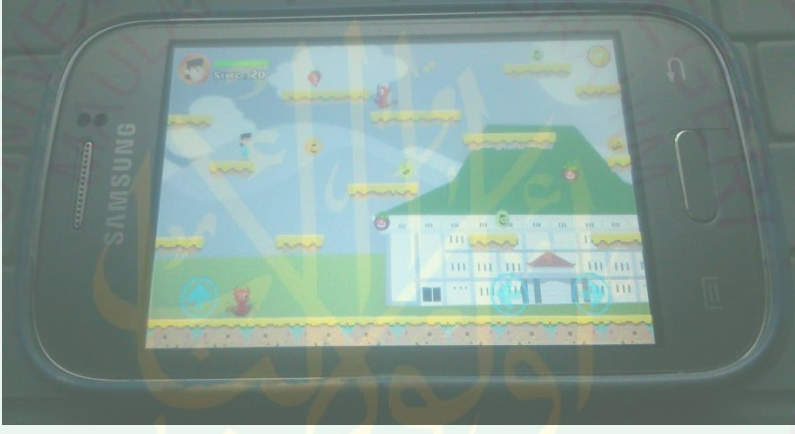
Yunifa Miftachul Arif, Fachrul Kurniawan dan Ady Wicaksono. *Pergantian Senjata NPC pada Game FPS Menggunakan Fuzzy Sugeno*. Seminas Competitive Advantage II, 2012.

Yunifa Miftachul Arif, Fachrul Kurniawan dan Fresy Nugroho. *Desain Perubahan Perilaku pada NPC Game Menggunakan Logika Fuzzy*. National Seminar on Electrical, Informatics, and Its Education, 2011.



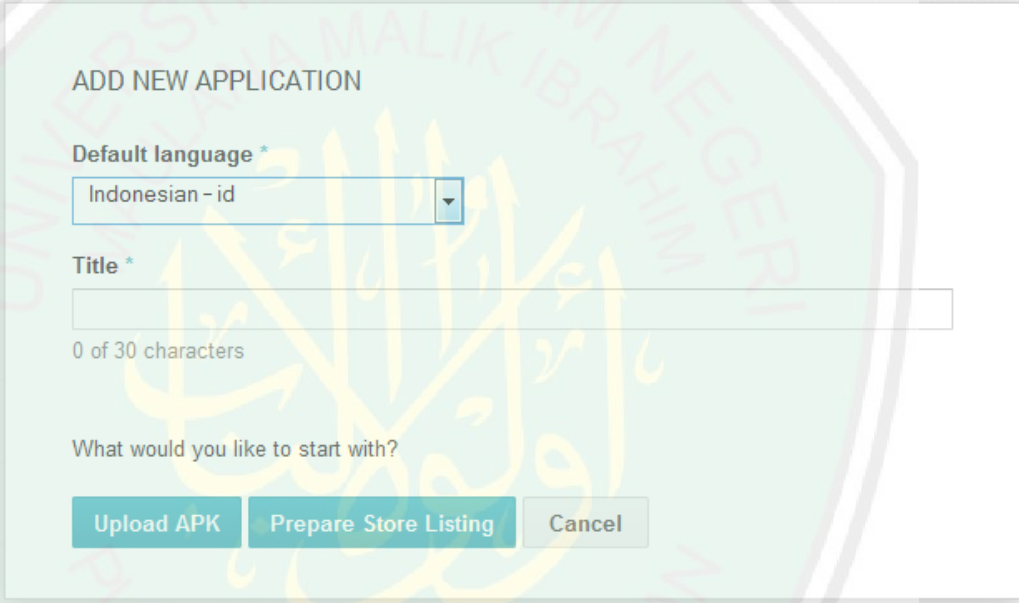
LAMPIRAN
Pengujian *Game* Pada Beberapa *Smartphone*





Cara Merilis Aplikasi Android di Google Play Store :

1. Klik tombol “Publish an Android App on Google Play” di halaman utama Google Play Developer Console atau “Add New Application” (jika sudah pernah merilis aplikasi).
2. Pilih “Default language” yang diinginkan beserta judul aplikasinya. Jika aplikasinya berbahasa Indonesia, pilih saja bahasa Indonesia untuk “Default language”.
3. Klik tombol “Upload APK” dan lalu unggah file APK dari aplikasi kamu.



ADD NEW APPLICATION

Default language *

Indonesian - id

Title *

0 of 30 characters

What would you like to start with?

Upload APK Prepare Store Listing Cancel

4. Setelah sukses mengunggah *file* APK, masuk ke bagian “Store Listing” di detail aplikasi untuk memasukkan informasi-informasi tentang aplikasi.

MAHMUD GAME TAJWID : MIM SUKUN – com.mahmud.base View in Google Play store Published

STORE LISTING Saved

PRODUCT DETAILS Fields marked with * need to be filled before publishing

Indonesian – id Add translations

Title* Indonesian – id Mahmud Game Tajwid : Mim sukun 30 of 30 characters

Description* Indonesian – id
Game ini mengisahkan sebuah perjalanan seorang santri bernama Mahmud dalam menyelesaikan misi untuk meningkatkan pengetahuannya mengenai ilmu tajwid. Mahmud akan melakukan perjalanan belajarnya di tiga tempat yang berbeda untuk saat ini, yakni :
-Masjid Tarbiyah,
-Masjid Ulul Albab dan
-gedung Student Center.
Dalam menyelesaikan setiap misi Mahmud akan diganggu oleh sayton atau lebih dikenal dengan musuh yang ditanamkan kecerdasan buatan untuk menambah kesulitan dalam game untuk saat ini Game memiliki tiga level, yakni:
-level satu (mudah)
-level dua (sedang)

5. Sekarang tinggal menyetting apakah aplikasinya berbayar atau gratis dan di negara mana saja aplikasinya dapat diunduh. Perlu dicatat jika aplikasinya diset gratis, maka tidak dapat dirubah ke berbayar.
6. Setelah bagian “APK”, “Store Listing”, dan “Pricing & Distribution” sudah tercentang hijau maka aplikasi sudah bisa dirilis. Jika salah satu dari ketiga bagian tersebut masih tercentang abu-abu, cek bagian tersebut untuk mencari data yang kurang.