PERMAINAN EDUKATIF *PUZZLE* SURAT AL-QUR'AN (*Q-PUZZLE*) MENGGUNAKAN *FUZZY SUGENO* SEBAGAI PENENTU *LEVEL* PERMAINAN

SKRIPSI

Oleh:

MUTTAQIYUDDIN ROMADLONI
NIM. 09650116

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

2016

PERMAINAN EDUKATIF *PUZZLE* SURAT AL-QUR'AN (*Q-PUZZLE*) MENGGUNAKAN *FUZZY SUGENO* SEBAGAI PENENTU *LEVEL* PERMAINAN

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:
MUTTAQIYUDDIN ROMADLONI
NIM. 09650116

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016

PERMAINAN EDUKATIF *PUZZLE* SURAT AL-QUR'AN (*Q-PUZZLE*) MENGGUNAKAN *FUZZY SUGENO* SEBAGAI PENENTU *LEVEL* PERMAINAN

SKRIPSI

Oleh:

Nama : MUTTAQIYUDDIN ROMADLONI
NIM. : 09650116
Jurusan : TEKNIK INFORMATIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:

Tanggal, 22 Juni 2016

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
HANI NURHAYATI, M.T.	**Dr. MUHAMMAD FAISAL, M.T.**
NIP. 197806252008012006	**NIP. 197405102005011007**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. CAHYO CRYSDIAN
NIP. 197404242009011008

PERMAINAN EDUKATIF *PUZZLE* SURAT AL-QUR'AN
(*Q-PUZZLE*) MENGGUNAKAN *FUZZY SUGENO*
SEBAGAI PENENTU *LEVEL* PERMAINAN

SKRIPSI

Oleh:

MUTTAQIYUDDIN ROMADLONI
NIM. 09650116

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

Tanggal, 1 Juli 2016

Susunan Dewan Penguji:			**Tanda Tangan**
1. Penguji Utama	**:**	**FACHRUL KURNIAWAN, M.M.T.** **NIP. 197710202009011001**	**( )**
2. Ketua Penguji	**:**	**YUNIFA MIFTACHUL ARIF, M.T.** **NIP. 198306162011011004**	**( )**
3. Sekretaris	**:**	**HANI NURHAYATI, M.T.** **NIP. 197806252008012006**	**( )**
4. Anggota	**:**	**Dr. MUHAMMAD FAISAL, M.T.** **NIP. 197405102005011007**	**( )**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. CAHYO CRYSDIAN
NIP. 197404242009011008

PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	MUTTAQIYUDDIN ROMADLONI
NIM.	:	09650116
Fakultas/Jurusan	:	SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK INFORMATIKA
Judul Penelitian	:	PERMAINAN EDUKATIF *PUZZLE* SURAT AL-QUR'AN (*Q-PUZZLE*) MENGGUNAKAN *FUZZY SUGENO* SEBAGAI PENENTU *LEVEL* PERMAINAN

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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, 22 Juni 2016

Yang Membuat Pernyataan,

MUTTAQIYUDDIN ROMADLONI
NIM. 09650116

MOTTO

....

“SEBAIK-BAIKNYA MANUSIA ADALAH YANG MEMBERI MANFAAT BAGI ORANG LAIN”

....

“SERIBU DIMULAI DARI SATU, TERUS BERUSAHA, PANTANG MENYERAH”

....

“LAKUKAN YANG KAMU SUKAI, SUKAI YANG KAMU LAKUKAN”

....

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan mengharap ridlo ilahi

Kupersembahkan karya ini kepada:

....

Ayah dan Ibu yang tersayang dan tercinta

Bapak **NUR WAKHID** dan Ibuk **UMI NADHIROH**

Yang senantiasa memberikan kasih sayangnya, perhatiannya, bimbingannya, dukungannya, dan do'anya dalam setiap langkahku. Yang menjadi motivasi terbesarku dalam setiap langkahku. Yang selalu sabar dalam menghadapiku. Yang menjadi panutan terbaikku.

Semoga Allah SWT. selalu melindungi dan menyayangi keduanya. Amin....

....

Istriku yang tersayang dan tercinta

Sayang **NUR LAILI**

Yang tetap setia menemaniku dalam suka maupun duka. Yang tetap sabar menghadapiku. Yang selalu mendukung setiap langkahku. Yang dengan besar hati menerima kelebihan dan kekuranganku.

Aku mencintaimu....

....

Keluarga besarku, khususnya Mbak **UVA**, Mbak **FIFI**, Mas **MIFTAH**, Mas **KOKO**, **ABDIL**, Abah **KAYADI**, Umik **AMINAH**, Mas **ARIP**, Mas **AFID**, **OVI**, Mbak **AYUL**, Mbak **ERNA**, **ICHA**, dan **MAMAD** yang selalu mendukungku.

....

Sahabat-sahabatku semua, khususnya **MSC08** yang sudah menemani hari-hari perjuanganku. Terimakasih kawan.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul "Permainan Edukatif *Puzzle* Surat al-Qur'an (*Q-Puzzle*) Menggunakan *Fuzzy Sugeno* Sebagai Penentu *Level* Permainan" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang teknik informatika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

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

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

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, drh., M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Dr. Cahyo Crysdian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Hani Nurhayati, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Dr. Muhammad Faisal, M.T., selaku dosen pembimbing II, yang selalu memberikan masukan, nasehat serta petunjuk dalam penyusunan laporan skripsi ini.
6. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
7. Keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan kepada penulis selama menuntut ilmu serta dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga besar Perpustakaan Pusat Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah memberi kesempatan serta dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh civitas akademika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, khususnya jurusan Teknik Informatika angkatan 2009 yang telah memberikan banyak pengalaman berharga bagi penulis.
10. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, atas segala yang telah diberikan kepada penulis dan dapat menjadi pelajaran.

Sebagai penutup, penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya. Penulis berharap karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, 20 Juni 2016

Penulis

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
PUSAT PERPUSTAKAAN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN v
HALAMAN MOTTO vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR *SOURCE CODE* xvii
ABSTRAK xviii
BAB I : PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 6
1.3. Batasan Masalah 6
1.4. Tujuan 7
1.5. Manfaat 7
BAB II : KAJIAN PUSTAKA 8
2.1. Al-Qur'an 8
2.2. Permainan (*Game*) 9
2.2.1. Permainan Edukatif 11

2.2.2. Permainan *Puzzle* 14
2.2.3. Permainan (*Game*) dalam Perspektif Islam 15
2.3. Logika *Fuzzy* 16
2.3.1. Fungsi Keanggotaan 20
2.3.2. Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan *Fuzzy* 22
2.3.3. Penalaran Monoton 24
2.3.4. Fungsi Implikasi 24
2.3.5. *Fuzzy Inference System* 25
2.4. Penelitian Terkait 31
BAB III : ANALISIS DAN PERANCANGAN 33
3.1. Deskripsi 33
3.2. Perancangan *Puzzle* 33
3.3. Perancangan *Level* 34
3.4. Perancangan Penilaian 36
3.5. Skenario Permainan 37
3.6. *Finite State Machine* (FSM) 39
3.7. Pembangkit *Puzzle* 39
3.8. Perancangan *Fuzzy Sugeno* 41
3.8.1. Variabel Rata-rata Waktu Penyelesaian per Blok (Waktu) 41
3.8.2. Variabel Proporsi Kesalahan Penempatan Blok (Kesalahan) 44
3.8.3. Variabel Proporsi Penggunaan Bantuan (Bantuan) 46
3.8.4. Variabel *Level* 49
3.9. Uji Coba Penerapan *Fuzzy Sugeno* 54
3.10. Perancangan Tampilan Antarmuka Permainan 74

3.10.1. Perancangan Ikon 74
3.10.2. Perancangan Tampilan Menu Utama 74
3.10.3. Perancangan Tampilan *Loading Screen* 75
3.10.4. Perancangan Tampilan Papan Permainan (*Puzzleboard*)..... 76
3.10.5. Perancangan Tampilan Nilai Permainan (*Score*) 76
3.10.6. Perancangan Tampilan Papan Nilai (*Scoreboard*) 77
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN 78
4.1. Implementasi Permainan 78
4.2. Implementasi *Fuzzy Sugeno* 83
4.3. Pengujian Implementasi *Fuzzy Sugeno* 91
4.4. Integrasi Permainan *Q-Puzzle* dengan Islam..... 94
BAB V : PENUTUP 96
5.1. Kesimpulan..... 96
5.2. Saran..... 97
DAFTAR PUSTAKA 98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.3.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Umur 18

Gambar 2.3.2. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Temperatur 19

Gambar 2.3.1.1. Representasi Linear Naik 21

Gambar 2.3.1.2. Representasi Linear Turun 21

Gambar 2.3.1.3. Representasi Kurva Segitiga 22

Gambar 2.3.5.1. FIS dengan Metode Tsukamoto 28

Gambar 2.3.5.2. Proses *Defuzzy* 29

Gambar 3.2.1. Rancangan Potongan Puzzle 33

Gambar 3.6.1. FSM Permainan 39

Gambar 3.7.1. Diagram Alur Pembangkit *Puzzle* 40

Gambar 3.8.1. Diagram *Fuzzy Sugeno* pada *Q-Puzzle* 41

Gambar 3.8.1.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Waktu 42

Gambar 3.8.2.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Kesalahan 45

Gambar 3.8.3.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Bantuan 47

Gambar 3.8.4.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Level* 49

Gambar 3.9.1. Matlab: Diagram *Fuzzy Sugeno* 69

Gambar 3.9.2. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Waktu 69

Gambar 3.9.3. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Kesalahan 70

Gambar 3.9.4. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Bantuan 70

Gambar 3.9.5. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Level* 71

Gambar 3.9.6. Matlab: Komposisi Aturan 71

Gambar 3.9.7. Matlab: Hasil Uji Coba ($\boldsymbol{a}$=4.533; $\boldsymbol{pb}$=0; $\boldsymbol{pc}$=0.0667) 72

Gambar 3.9.8. Matlab: Grafik Permukaan ($\boldsymbol{a}$=NaN; $\boldsymbol{pb}$=NaN; $\boldsymbol{pc}$=0) 72

Gambar 3.9.9. Matlab: Grafik Permukaan ($\boldsymbol{a}$=NaN; $\boldsymbol{pb}$=0; $\boldsymbol{pc}$=NaN) 73

Gambar 3.9.10. Matlab: Grafik Permukaan ($\boldsymbol{a}$=3; $\boldsymbol{pb}$=NaN; $\boldsymbol{pc}$=NaN) 73

Gambar 3.10.1. Rancangan Ikon *Q-Puzzle* 74

Gambar 3.10.2. Rancangan Tampilan Menu Utama 75

Gambar 3.10.3. Rancangan Tampilan *Loading Screen* 75

Gambar 3.10.4. Rancangan Tampilan Papan Permainan (*Puzzleboard*) 76

Gambar 3.10.5. Rancangan Tampilan Nilai Permainan (*Score*) 76

Gambar 3.10.6. Rancangan Tampilan Papan Nilai (*Scoreboard*) 77

Gambar 4.1.1. Tampilan Bagian Menu Utama 78

Gambar 4.1.2. Tombol Menu Main 79

Gambar 4.1.3. Tombol Menu Pengaturan 79

Gambar 4.1.4. Tombol Menu Papan Nilai (*Scoreboard*) 79

Gambar 4.1.5. Tombol Menu Keluar 79

Gambar 4.1.6. Tampilan Bagian *Loading Screen* 80

Gambar 4.1.7. Tampilan Bagian Papan Permainan *Puzzle* (*Puzzleboard*) 81

Gambar 4.1.8. Tampilan Bagian Nilai Permainan 82

Gambar 4.1.9. Tampilan Tombol Selanjutnya 82

Gambar 4.3.1. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 1 92

Gambar 4.3.2. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 2 92

Gambar 4.3.3. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 3 93

Gambar 4.3.4. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 4 93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3.5.1. Keuntungan Metode *Mamdani* dan *Sugeno* 31

Tabel 3.3.1. Data Pemetaan *Puzzle* dan *Level* 35

Tabel 3.3.2. Aturan Blok Kosong Berdasarkan *Level* 35

Tabel 3.3.3. Data Blok Kosong 36

Tabel 3.4.1. Aturan Pemberian Nilai 37

Tabel 3.8.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Penentuan *Level* 50

Tabel 3.9.1. Hasil Uji Coba Penerapan *Fuzzy Sugeno* 68

Tabel 4.3.1. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy Sugeno* 94

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

DAFTAR *SOURCE CODE*

Source Code 4.2.1. Derajat Keanggotaan Variabel Waktu 84

Source Code 4.2.2. Derajat Keanggotaan Variabel Kesalahan 86

Source Code 4.2.3. Derajat Keanggotaan Variabel Bantuan 87

Source Code 4.2.4. Penerapan Fungsi Implikasi Min dan Proses *Defuzzy* 91

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
PUSAT PERPUSTAKAAN

ABSTRAK

Romadloni, Muttaqiyuddin. 2016. **Permainan Edukatif *Puzzle* Surat al-Qur'an (*Q-Puzzle*) Menggunakan *Fuzzy Sugeno* Sebagai Penentu *Level* Permainan**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T., (II) Dr. Muhammad Faisal, M.T.

Kata kunci: *permainan, edukatif, puzzle, al-Qur'an, Fuzzy, Sugeno, level, Android*

Pembelajaran al-Qur'an pada anak-anak sangatlah penting. Belajar membaca, menghafal, serta memahami isi al-Qur'an pada masa anak-anak bisa memberikan pengaruh yang baik dan membentuk karakter yang baik pada anak ketika dewasa nanti. Mengingat pentingnya kegiatan belajar pada anak-anak, permainan edukatif merupakan salah satu metode solutif pembelajaran pada anak-anak. Mengikuti perkembangan teknologi yang semakin canggih, adanya permainan edukatif yang memanfaatkan teknologi tentu akan menjadi sebuah media pembelajaran yang menyenangkan untuk anak-anak.

Permainan menyusun benda atau gambar (*puzzle*) merupakan salah satu permainan yang bisa menumbuhkembangkan kreativitas dan imajinasi anak serta melatih saraf motorik anak. Permainan *Q-Puzzle* dibangun untuk menjadi sebuah permainan edukatif yang menarik yang bertema pembelajaran al-Qur'an.

Pada permainan *Q-Puzzle* ini, *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan *level* permainan pada *puzzle* selanjutnya. Penggunaan *Fuzzy Sugeno* ini dapat menentukan *level* permainan sesuai dengan statistik pemain dalam menyelesaikan *puzzle*.

ABSTRACT

Romadloni, Muttaqiyuddin. 2016. **Educative al-Qur'an Surah Puzzle Game (Q-Puzzle) Using Fuzzy Sugeno as Determinants of Game Level**. Thesis. Department of Informatics Faculty of Science and Technology of The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang, Supervisor: (I) Hani Nurhayati, M.T., (II) Dr. Muhammad Faisal, M.T.

Keywords: *game, educational, puzzle, al-Qur'an, Fuzzy, Sugeno, level, Android*

Studying al-Qur'an is so important for children. Learning to read, memorize and understand the content of al-Qur'an on the childhood can give a good influence and forming a good character of the children when they grow up. Based on the importance of learning for children, educative games is one of the solutions of children learning methods. By the developing of technology which getting more sophisticated, the existence of educative game will be a fun learning media for children.

An arranging objects or images game (puzzle) is one of the games which able to foster the children's creativity and imagination and also trains the children's motor nerves. Q-Puzzle game was created to be an al-Qur'an based educative game application.

On this Q-Puzzle game, Fuzzy Sugeno is used to determines the game level on the next puzzle. The use of Fuzzy Sugeno is use to determines the game level in accordance with the player's statistics in solving the puzzle.

المستخلص البحث

رمضان, متقي الدين. ٢٠١٦. **لعبة التعليمية لغز لسورة القران (ق-لغز) باستخدام فوزي سوكينو لتعيين مستوي في لعبتها**. أطروحة. قسم المعلوماتية كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الدولة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (١) هاني نور حيتي، م.ه.، (٢) د. محمد فيصل، م.ه.

الكلمات الاساسية: لعبة، التعليمية، لغز، القران، فوزي سوكينو، مستوي، اندرويد

ان تعليم القران عند الطلبة هو مهم جدا. واما في مرحلة الطفولة ان تعليم القراعة وتخفيظه وفي تدبر القران هو يؤثر جيدا وتكوين الشخصية الجيدة حتي علي مرحلة الشباب. لان تعليم الطلبة مهم جدا ان هناك اللعبة التعليمية وهي احد من طرائق جيدة في عملية التعليم والتعلم عند الطلبة. متابعة تطور التكنولوجيا المؤثرة هناك لعبة التعليمية الجذابية وهي وسيلة التعليمية المجدية عند الطلبة.

واما هذه اللعبة هي احد من الالعاب التي تكوين الابداع وخيال الطلبة وتدريب الخلايا العصبية الحركية للطلبة. وان تصميم هذه اللعبة هي لتكوين التطبيقة للعبة التعليمية الجذابية تحت الموضوع تعليم القران.

واما في هذه اللعبة (ق-لغز) فوزي سوكينو تستخدم لتعيين الي مستوي اللعبة علي هذا اللغز الاخر، وان في استخدام هذه اللعبة (فوزي سوكينو) تستطيع ان تعيين مستوي اللعبة بمناسبة اللاعب في انتهاء اللغز.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Al-Qur'an adalah kitab suci agama Islam. Sebagai orang Islam al-Qur'an merupakan salah satu pedoman hidup yang sangat penting dengan didampingi pedoman lainnya yaitu al-Hadits. Penting bagi kita sebagai penganut agama Islam untuk mengerti dan memahami isi dari kitab sucinya. Karena sesungguhnya al-Qur'an merupakan sebuah petunjuk (hidayah) yang diturunkan Allah SWT. kepada umat Islam. Sebagaimana firman Allah SWT. dalam surat al-Baqarah ayat 1-2:

الٓمٓ ۝١ ذَٰلِكَ ٱلۡكِتَٰبُ لَا رَيۡبَۛ فِيهِۛ هُدٗى لِّلۡمُتَّقِينَ ۝٢

"Alif lâm mîm. Kitab (al-Qur'an) ini tidak ada keraguan padanya; petunjuk bagi mereka yang bertaqwa." (Q.S. al-Baqarah [2]: 1-2)

Selain memberikan petunjuk, al-Qur'an juga menjanjikan pahala yang besar. Sebagaimana firman Allah SWT. dalam surat al-Isrâ ayat 9:

إِنَّ هَٰذَا ٱلۡقُرۡءَانَ يَهۡدِي لِلَّتِي هِيَ أَقۡوَمُ وَيُبَشِّرُ ٱلۡمُؤۡمِنِينَ ٱلَّذِينَ يَعۡمَلُونَ ٱلصَّٰلِحَٰتِ أَنَّ لَهُمۡ أَجۡرٗا كَبِيرٗا ۝٩

"Sesungguhnya al-Qur'an ini memberikan petunjuk kepada (jalan) yang lebih lurus dan memberi kabar gembira kepada orang-orang mu'min yang

mengerjakan amal shaleh bahwa bagi mereka ada pahala yang besar." (Q.S. al- Isrâ *[17]: 9)*

Salah satu cara untuk mengerti dan memahami isi al-Qur'an adalah dengan mempelajarinya. Faktanya, dalam Islam memang sangat dianjurkan untuk mempelajari al-Qur'an dan juga mengajarkannya. Sebagaimana dijelaskan dalam hadits berikut:

وَعَنْ عُثْمَانَ بْنِ عَفَّانَ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: خَيْرُ كُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ. (رواه البخارى)

Dari 'Utsman bin 'Affan R.A., ia berkata: "Rasulullah SAW. bersabda: 'Orang yang paling baik di antara kalian adalah mempelajari al-Qur'an dan mengajarkannya.'" (H.R. al-Bukhari).

Mempelajari al-Qur'an bisa dilakukan dengan cara membacanya, memahami artinya, atau menghafalnya. Salah satu keutamaan al-Qur'an adalah diberikan pahala bagi siapa yang membacanya. Seperti yang dijelaskan dalam hadits berikut:

وَعَنِ ابْنِ مَسْعُوْدٍ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: مَنْ قَرَأَ حَرْفًا مِنْ كِتَابِ اللهِ فَلَهُ حَسَنَةٌ، وَالْحَسَنَةُ بِعَشْرِ أَمْثَالِهَا لاَ أَقُلُ: ﴿الٓمٓ﴾ حَرْفٌ، وَلٰكِنْ: أَلِفٌ حَرْفٌ، وَلاَمٌ حَرْفٌ، وَمِيْمٌ حَرْفٌ. (رواه الترمذى وقال: حديث حسن صحيح)

Dari Ibnu Mas'ud R.A., ia berkata: "Rasulullah SAW. bersabda: 'Barangsiapa yang membaca satu huruf dari kitab Allah, maka ia

mendapatkan satu kebaikan dan satu kebaikan itu sama dengan sepuluh kali lipat ganjarannya. Aku tidak mengatakan alif laam miim satu huruf, tapi alif satu huruf, laam satu huruf, dan miim satu huruf.'" (H.R. at-Tirmidzi, dan ia berkata: "Hadits ini hasan shahih").

Terlebih lagi jika menghafalnya, pahala yang didapatkan akan lebih besar. Sebagaimana dijelaskan dalam hadits berikut:

وَعَنْ عَبْدُ اللهِ بْنِ عَمْرُو بْنُ الْعَصِ رَضِىَ اللهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: يُقَالُ لِصَاحِبِ الْقُرْآنِ إِقْرَأْ وَارْتَقِ وَرَتِّلْ كَمَا كُنْتَ تُرَتِّلُ فِي الدُّنْيَا، فَإِنَّ مَنْزِلَكَ عِنْدَ آخِرِ آيَةٍ تَقْرَؤُهَا (رواه أبو داود و الترمذى وقال: حديث حسن صحيح)

Dari Abdullah bin Amru bin al-Ash R.A., ia berkata: "Rasulullah SAW. bersabda: 'Dikatakan kepada pemilik (orang yang hafal) al-Qur'an, 'Bacalah (al-Qur'an), teruslah naiki (derajat-derajat surga) dan bacalah dengan tartil (pelan-pelan) sebagaimana kamu membacanya dengan tartil di dunia, karena sesungguhnya tempatmu (di surga) berada pada akhir ayat yang kamu baca'.'" (H.R. Abu Dâud dan at-Tirmidzi, dan ia berkata: "Hadits ini hasan shahih").

Pembelajaran al-Qur'an pada anak-anak sangatlah penting. Belajar membaca, menghafal, serta memahami isi al-Qur'an pada masa anak-anak bisa memberikan pengaruh yang baik dan membentuk karakter yang baik pada anak ketika dewasa nanti. Karena sesungguhnya al-Qur'an mengandung nilai-nilai positif yang menuntun anak menuju kebaikan. Selain itu, seorang

anak yang mempelajari al-Qur'an akan memberikan kebaikan untuk kedua orang tuanya. Sebagaimana dijelaskan dalam sebuah hadits:

وَعَنْ مُعَاذِ بْنِ أَنَسٍ رَضِىَ اللهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: مَنْ قَرَأَ الْقُرْآنَ وَعَمِلَ بِمَا فِيْهِ أُلْبِسَ وَالِدَاهُ تَاجًا يَوْمَ الْقِيَامَةِ ضَوْؤُهُ أَحْسَنُ مِنْ ضَوْءِ الشَّمْسِ فِى بُيُوْتِ الدُّنْيَا لَوْ كَانَتْ فِيْكُمْ فَمَا ظَنُّكُمْ بِالَّذِى عَمِلَ بِهَذَا

(رواه احمد، أبو داود، البيهقى، والحاكم)

Dari Mu'adz bin Anas R.A., ia berkata: "Rasulullah SAW. bersabda: 'Barangsiapa yang membaca al-Qur'an dan mengamalkannya maka akan dipakaikan kepada kedua orangtuanya mahkota yang sinarnya lebih terang daripada sinar matahari di dunia pada hari kiamat nanti, kalaulah sekiranya ada bersama kalian, maka apa perkiraan kalian tentang orang yang mengamalkannya (al-Qur'an)?.'" (H.R. Ahmad, Abu Dâud, al-Baihaqi, dan al-Hâkim)

Bermain adalah dunianya anak-anak. Di mana dan dengan siapa mereka berkumpul di situ pula akan muncul permainan. Melalui bermain mereka akan mengenal sekaligus belajar berbagai hal tentang kehidupannya, juga dapat melatih keberanian dan menumbuhkan kepercayaan diri, baik dengan mempergunakan alat maupun tidak memakai alat (peraga) (Ismail, 2012: 15).

Mengingat pentingnya kegiatan belajar pada anak-anak, permainan edukatif merupakan salah satu metode solutif pembelajaran pada anak-anak. Permainan edukatif merupakan perwujudan dari istilah bermain sambil

belajar. Menurut Ismail (2012: 264), Istilah bermain sambil belajar menunjukkan bahwa aktivitas bermain merupakan kegiatan utama, namun dengan bermain didapatkan hasil berupa pengalaman dan pengetahuan baru. Perolehan pengetahuan dan pengalaman hanyalah efek dari aktivitas bermain. Dengan demikian, anak tidak akan merasa terbebani dalam memperoleh pengetahuan dan pengalaman tadi. Anak justru senang sebab pengetahuan dan pengalaman diperolehnya tanpa disadari. Bermain di sini menjadi metode yang digunakan dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Seiring dengan perkembangan teknologi, model permainan edukatif pun juga ikut berkembang. Permainan edukatif sudah banyak yang dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi dalam bentuk *software*. Dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih sekarang ini, adanya permainan edukatif yang memanfaatkan teknologi tentu akan menjadi sebuah media pembelajaran yang menyenangkan untuk anak-anak yang bisa menumbuhkembangkan kreativitas dan imajinasi anak serta melatih saraf motorik anak. Sehingga perlu rasanya dikembangkan sebuah permainan edukatif yang membantu anak untuk belajar al-Qur'an. Menurut Ismail (2012: 177), salah satu permainan yang bisa menumbuhkembangkan kreativitas dan imajinasi anak serta melatih saraf motorik anak adalah permainan menyusun benda atau gambar (*puzzle*). Maka dari itu, muncullah sebuah ide untuk mengembangkan sebuah permainan edukatif *puzzle* surat al-Qur'an (*Q-Puzzle*) sebagai sebuah permainan edukatif yang bertema pembelajaran al-Qur'an.

Kata *puzzle* berasal dari bahasa inggris yang berarti "teka-teki" atau "menyusun gambar". Pada permainan *puzzle* pemain akan dihadapkan pada sebuah teka-teki, di mana pemain akan ditugaskan untuk menyusun potongan-potongan gambar sehingga menjadi gambar yang utuh kembali. Permainan *puzzle* akan melatih daya ingat pemainnya.

Pada permainan *puzzle* surat al-Qur'an, potongan gambar diganti dengan potongan kata. Pada permainan *puzzle* surat al-Qur'an ini pemain akan dihadapkan pada surat al-Qur'an yang beberapa katanya dihilangkan dan pemain bertugas untuk menyusun potongan-potongan kata yang telah disediakan dengan benar sehingga menjadi surat yang utuh kembali. Permainan edukatif *puzzle* surat al-Qur'an ini diharapkan akan membantu pemainnya untuk belajar al-Qur'an khususnya dalam hal menghafal al-Qur'an.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana membangun permainan edukatif *puzzle* surat al-Qur'an (*Q-Puzzle*) dengan menggunakan *Fuzzy Sugeno* sebagai penentu *level* permainan?

1.3. Batasan Masalah

1. Permainan dirancang berbasis *mobile*.
2. Permainan dirancang berjalan pada *platform Android OS Mobile*.
3. Permainan ini dimainkan oleh satu orang (*single player*).

4. Surat yang digunakan sebagai *puzzle* adalah 10 surat terakhir dalam al-Qur'an (al-Fil - an-Nas).
5. *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan *level* permainan.
6. Permainan ini ditujukan untuk anak-anak yang sudah bisa baca tulis al-Qur'an.

1.4. Tujuan

Membangun permainan edukatif *puzzle* surat al-Qur'an (*Q-Puzzle*) dengan menggunakan *Fuzzy Sugeno* sebagai penentu *level* permainan.

1.5. Manfaat

Diharapkan permainan edukatif *puzzle* surat al-Qur'an (*Q-Puzzle*) ini bisa menjadi permainan edukatif dan media pembelajaran yang menarik dan menyenangkan bagi anak-anak yang membantu anak-anak untuk belajar al-Qur'an, khususnya menghafal surat-surat dalam al-Qur'an. Selain itu, permainan ini diharapkan juga bisa menjadi alat ukur sejauh mana pemain menghafal surat-surat dalam al-Qur'an.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Al-Qur'an

Qur'an menurut pendapat yang paling kuat seperti yang dikemukakan Dr. Subhi As Saleh berarti "bacaan". Adapun definisi al-Qur'an ialah kalam Allah SWT. yang merupakan mu'jizat yang diturunkan (diwahyukan) kepada nabi Muhammad SAW. yang ditulis di mushaf dan diriwayatkan dengan mutawatir serta membacanya adalah ibadah (Departemen Agama RI, 1992: 13).

Al-Qur'an memiliki beberapa nama lain (Departemen Agama RI, 1992: 15), diantaranya:

1. *Al-Kitaab* atau *Kitaabullah,* merupakan sinonim dari kata al-Qur'an.
2. *Al-Furqaan,* artinya "pembeda", yang membedakan yang benar dan yang batil.
3. *Adz-Dzikir*, artinya "peringatan".

Jumlah surat dalam al-Qur'an ada 114 surat. Nama-namanya, batas-batas tiap surat, dan susunan ayat-ayatnya adalah menurut ketentuan yang ditetapkan dan diajarkan oleh Rasulullah SAW. sendiri (Departemen Agama RI, 1992: 15).

2.2. Permainan (*Game*)

Game adalah sebuah sistem di mana pemain terlibat dalam konflik buatan, didefinisikan oleh aturan, yang menghasilkan hasil kuantitatif. Permainan muncul dari hubungan antara tindakan pemain dan sistem, itu adalah proses dimana seorang pemain mengambil tindakan dalam sistem yang dirancang dari sebuah permainan dan sistem merespon tindakan. Artinya dari suatu tindakan dalam permainan ada hubungan antara tindakan dan hasil (Salen dan Zimmerman, 2004:80).

Perkembangan *game* berawal dari dibuatnya *microchip* oleh Jack St. Kirby, Robert Noyce, dan Jean Hoerni di Fairchild Semiconductor *Corp*.. Dengan lompatan teknologi itu maka komputer beranjak dari sirkuit elektronik ke penggunaan *chip*. Masih jauh dari model PC sekarang tetapi sudah lebih mudah untuk digunakan oleh para pakar komputer pada saat itu. Pada tahun 1960 beberapa staf dari The Hingham Institute in Cambridge membuat *game* pertama yang dinamakan dengan Spacewar. *Game* kuno ini berupa pertempuran dua pesawat antariksa yang berbentuk segitiga saling menembaki musuhnya. Ini adalah cikal bakal permainan dengan *genre Arcade*. Permainan ini sangat menarik pada masa itu karena bisa dimainkan oleh dua orang dan segera saja permainan ini populer di berbagai kampus di Amerika. Inilah *game* pertama yang muncul pada tahun itu. Jadi, *game* sudah ada pada tahun 1960 walaupun beredar pada kalangan yang terbatas. Setelah Spacewar muncul berbagia jenis *game* lain. Ada yang berupa *text adventure seperti* Hammurabi dan Lunar lander serta *game* lainnya (Henry, 2005: 41-42).

Ada berbagai jenis game yang ada sekarang ini. Perbedaan jenis didasarkan pada model permainan, aturan permainan, maupun konten permainan. Adapun jenis-jenis *game,* menurut Samuel Henry (2005: 44-53), antara lain:

1. *Maze Game*
2. *Board Game*
3. *Card Game*
4. *Battle Card Game*
5. *Quiz Game*
6. *Puzzle Game*
7. *Shoot Them Up*
8. *Sice Scroller Game*
9. *Fighting Game*
10. *Racing Game*
11. *Flight Sim*
12. *Turn-Based Strategy Game (TBS)*
13. *Real-Time Strategy Game (RTS)*
14. *Sim*
15. *First Person Shooter (FPS)*
16. *First Person 3D Vehicle Based*
17. *Third Person 3D Game*
18. *Role Playing Game (RPG)*
19. *Adventure Game*
20. *Full Motion Video Games (FMV)*

21. *Educational and Edutainment*

22. *Sports*

2.2.1. Permainan Edukatif

Permainan edukatif adalah suatu kegiatan yang sangat menyenangkan, dapat mendidik dan bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan berbahasa, berpikir serta bergaul anak dengan lingkungan. Selain itu, untuk menguatkan dan menerampilkan anggota badan si anak, mengembangkan kepribadian, mendekatkan hubungan antara pengasuh dengan pendidik (anak didik), kemudian menyalurkan kegiatan anak didik dan sebagainya (Ismail, 2012: 112).

Permainan edukatif juga dapat berarti sebuah bentuk kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh kesenangan atau kepuasan dari cara atau alat pendidikan yang digunakan dalam kegiatan bermain, yang disadari atau tidak memiliki muatan pendidikan yang dapat bermanfaat dalam mengembangkan diri secara seutuhnya. Ringkasnya, permainan edukatif merupakan sebuah bentuk kegiatan mendidik yang dilakukan dengan menggunakan cara atau alat permainan yang bersifat mendidik (Ismail, 2012: 112).

Dari penelitian yang dilakukan para ilmuwan, diperoleh bahwa bermain mempunyai manfaat yang besar bagi perkembangan anak. Bermain merupakan pengalaman belajar yang sangat berguna bagi anak, misalnya saja memperoleh pengalaman dalam membina hubungan dengan sesama teman, menambah perbendaharaan kata,

menyalurkan perasaan-perasaan tertekan. Masih banyak manfaat yang dapat dipetik dari kegiatan bermain (Ismail, 2012: 116).

Jika dipandang sebagai sebuah kegiatan bermain, permainan tidaklah memiliki tujuan yang tetap, sebab tujuan dari permainan lebih ditekankan pada pencapaian kesenangan dan kepuasan batin. Sedangkan jika ditinjau sebagai sebuah kegiatan yang mendidik, permainan harus dapat diarahkan untuk dapat menghasilkan perubahan sikap. Dengan bermain diharapkan daya pikir, daya cipta, bahasa, keterampilan, dan jasmani anak-anak dapat berkembang maksimal (Ismail, 2012: 116-117).

Menurut Ismail, dalam bukunya berjudul *Education Games* (2012: 138-139), permainan edukatif mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut:

1. Memberikan ilmu pengetahuan kepada anak melalui proses pembelajaran bermain sambil belajar;
2. Merangsang pengembangan daya pikir, daya cipta, dan bahasa, agar dapat menumbuhkan sikap, mental serta akhlak yang baik;
3. Menciptakan lingkungan bermain yang menarik, memberikan rasa aman, dan menyenangkan;
4. Meningkatkan kualitas pembelajaran anak-anak.

Sekarang ini, perkembangan teknologi sudah semakin pesat. Teknologi yang ada saat ini sudah semakin canggih. Salah satunya teknologi komputer yang saat ini telah dimanfaatkan dalam berbagai

hal. Pemanfaatan komputer sangat membantu manusia dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang ada.

Pada awalnya komputer dititikberatkan pada proses pengolahan data. Tetapi, seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, saat ini teknologi komputer (khususnya internet) sudah menjadi sarana informasi dan pendidikan. Dalam hal pendidikan, komputer dapat dipergunakan sebagai alat bantu (media) dalam proses belajar mengajar, baik untuk guru maupun siswa yang mempunyai fungsi sebagai media tutorial, alat peraga dan juga alat uji (Ismail, 2012: 176).

Sebelum memperkenalkan komputer kepada anak, orangtua maupun guru seharusnya dapat memahami perkembangan pemahaman anak, di mana usia 0-2 tahun anak mendapatkan pemahamannya dari pengindraannya. Kemudian usia 2-7 tahun anak mulai belajar menggunakan bahasa, angka dan simbol-simbol tertentu. Pada usia 7-12 tahun anak mulai dapat berpikir logis, terutama yang berhubungan dengan objek yang tampak langsung olehnya (Ismail, 2012: 176).

Yang saat ini perlu menjadi perhatian orangtua maupun guru adalah bagaimana cara mengenalkan komputer kepada anak. Hal yang perlu dicoba adalah dengan program-program aplikasi (*software*) yang bersifat *edutaiment*, yaitu perpaduan antara *education* (pendidikan) dan *entertaiment* (hiburan). *Software edutaiment* tersebut mempunyai kemampuan menumbuhkembangkan kreativitas

dan imajinasi anak serta melatih saraf motorik anak. Contohnya program permainan kombinasi benda, menyusun benda atau gambar (*puzzle*) serta program berhitung dan *software-software* lain yang didukung perangkat multimedia (Ismail, 2012: 177).

2.2.2. Permainan *Puzzle*

Kata *puzzle* berasal dari bahasa inggris yang berarti "teka-teki" atau "menyusun gambar". *Puzzle* termasuk salah satu alat permainan edukatif yang dirancang untuk mengembangkan kemampuan anak belajar sejumlah keterampilan, misal melatih motorik halus, melatih anak untuk memusatkan perhatian dan memahami konsep tertentu seperti bentuk, warna, ukuran dan jumlah. Media *Puzzle* terbuat dari bahan-bahan yang mudah dibongkar pasang (karton tebal atau kayu yang tipis). Mempunyai gerigi yang berpasangan satu sama lain. Bila gerigi tersebut dipasangkan satu sama lain akan membentuk suatu gambar utuh (Wahyuni dan Maureen, 2010).

Puzzle dapat berupa *jigsaw* atau bentuk 3 dimensi, menganut asas potongan homogen ataupun acak, biasa berupa kepingan besar atau kecil atau gabungan keduanya, dapat berupa gambar yang dipecah atau komponen yang digabungkan, serta dapat pula berupa benda yang disusun pada landasan/bingkai tertentu atau harus dirakit menjadi bentuk tertentu (seperti *woodcraft*) (Resiyati, 2010: 20).

Menurut Mary Mayeski, sisi edukasi mainan jenis *puzzle* berfungsi untuk (Resiyati, 2010: 20):

1. Melatih konsentrasi, ketelitian, dan kesabaran.
2. Memperkuat daya ingat.
3. Mengenalkan anak pada sistem dan konsep hubungan.
4. Dengan memilih gambar/bentuk, dapat melatih anak untuk berfikir matematis (menggunakan otak kirinya).

2.2.3. Permainan (*Game*) dalam Perspektif Islam

Hukum asal dari *game* adalah mubah (boleh). Hal ini sesuai dengan kaedah fiqih:

"*Hukum asal segala sesuatu adalah mubah, kecuali setelah ada dalil yang mengharamkannya.*"

Akan tetapi *game* bisa saja dilarang ketika tujuan dan tata caranya menyimpang dari ajaran Islam. Adapun beberapa permainan yang dilarang (Qardhawi, 1997), antara lain:

1. Permainan yang sangat berbahaya tanpa darurat.
2. Permainan yang menampakkan tubuh wanita yang tidak halal dilihat oleh laki-laki yang bukan muhrimnya.
3. Permainan sihir yang sesungguhnya.
4. Permainan yang menipu orang demi memperoleh harta dengan kebathilan.
5. Permainan yang mengadu binatang dan menyakitinya.
6. Permainan berdasarkan nasib.
7. Permainan judi.

8. Permainan yang merendahkan kehormatan manusia atau menghinanya atau menjadikan orang lain sebagai bahan tertawaan.
9. Berlebihan dalam bermain.

2.3. Logika *Fuzzy*

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan ini disebut dengan Himpunan Kabur (*Fuzzy Set*) (Kusumadewi, 2002: 1).

Dalam kamus Oxford, istilah *fuzzy* didefinisikan sebagai *blurred* (kabur atau remang-remang), *indistinct* (tidak jelas), *imprecisely defined* (didefinisikan secara tidak presisi), *confused* (membingungkan), *vague* (tidak jelas). Dalam teori *fuzzy logic*, kata *fuzzy* lebih dipandang sebagai sebuah *technical adjective*. Penggunaan istilah "sistem *fuzzy*" tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sebuah sistem yang tidak jelas/kabur/remang-remang definisinya, cara kerjanya, atau deskripsinya. Sebaliknya, yang dimaksud dengan sistem *fuzzy* adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada teori *fuzzy logic*. Secara umum, *fuzzy logic* adalah sebuah metodologi "berhitung" dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan (Naba, 2009: 1).

Menurut Dr. Eng. Agus Naba (2009: 3-4), ada beberapa alasan digunakannya logika *fuzzy*, antara lain:

1. Konsep *fuzzy logic* adalah sangat sederhana sehingga mudah dipahami. Kelebihannya dibanding konsep yang lain bukan pada kompleksitasnya, tetapi pada *naturalness* pendekatannya dalam memecahkan masalah.
2. *Fuzzy logic* adalah fleksibel, dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus memulainya dari "nol".
3. *Fuzzy logic* memberikan toleransi terhadap ketidakpresisian data. Hal ini sangat cocok dengan fakta sehari-hari. Segala sesuatu di alam ini relatif tidak presisi, bahkan meskipun kita lihat/amati secara lebih "dekat" dan hati-hati. *Fuzzy logic* dibangun berdasar fakta ini.
4. Pemodelan/pemetaan untuk mencari hubungan data *input-output* dari sembarang sistem *black-box* bisa dilakukan dengan memakai sistem *fuzzy*.
5. Pengetahuan atau pengalaman dari para pakar dapat dengan mudah dipakai untuk membangun *fuzzy logic*. Hal ini merupakan kelebihan utama *fuzzy logic* dibanding JST. Pemodelan sistem dengan JST berdasar data *input-output* hanya akan menghasilkan model JST yang masih juga sebagai *black-box*, karena kita sulit mengetahui bagaiamana cara kerja model JST yang dihasilkan. Dalam pemodelan sistem dengan JST, tidak ada mekanisme untuk melibatkan pengetahuan manusia (pakar) dalam proses pelatihan JST. Jika kita menggunakan *fuzzy logic*, pengetahuan manusia bisa relatif lebih mudah dilibatkan dalam pemodelan sistem *fuzzy*.
6. *Fuzzy logic* dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang sudah terlebih dahulu ada.
7. *Fuzzy logic* berdasar pada bahasa manusia.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 6-8), yaitu:

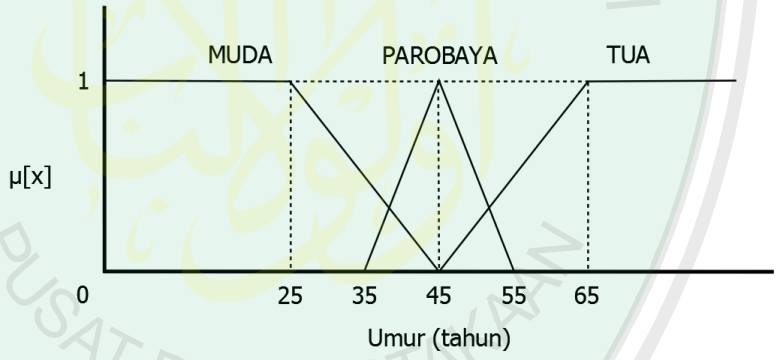
a. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

b. Himpunan *Fuzzy*

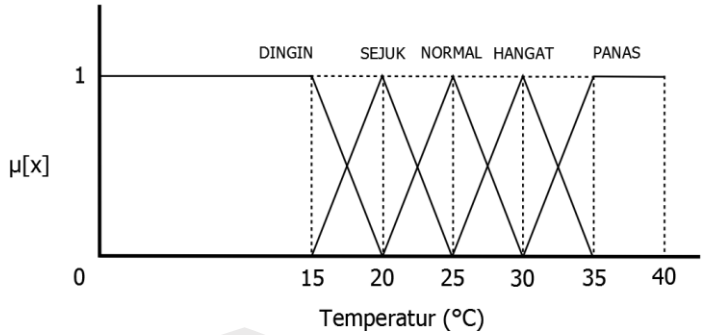
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh:

- Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: MUDA, PAROBAYA, dan TUA.



Gambar 2.3.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Umur

- Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.



Gambar 2.3.2. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Temperatur

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakala nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contoh:

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur adalah [0 +∞).
- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur adalah [0 40].

d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh domain himpunan *fuzzy*:

- MUDA = [0, 45]
- PAROBAYA = [35, 55]

- TUA = [45, +∞)
- DINGIN = [0, 20]
- SEJUK = [15, 25]
- NORMAL = [20, 30]
- HANGAT = [25, 35]
- PANAS = [30, 40]

2.3.1. Fungsi Keanggotaan

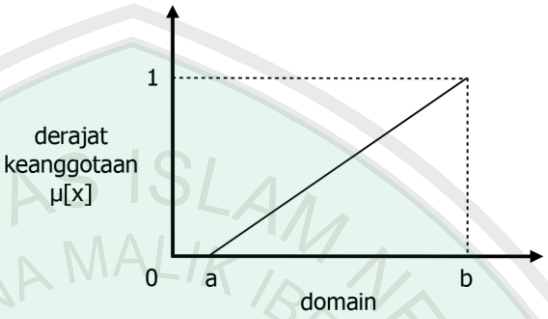
Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Kusumadewi, 2002: 18). Fungsi keanggotaan mendefinisikan bagaimana tiap titik dalam ruang input dipetakan menjadi bobot atau derajat keanggotaan antara 0 dan 1 (Naba, 2009: 18).

Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 8-12), antara lain:

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

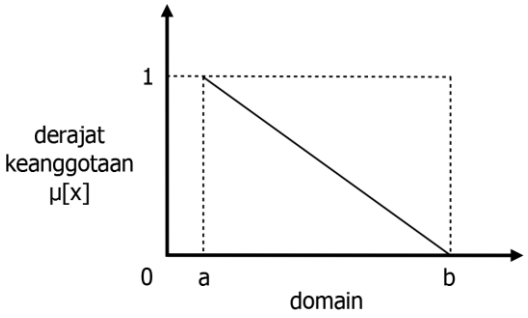


Gambar 2.3.1.1. Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaan representasi linear naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \dfrac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian menurun ke nilai domainyang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



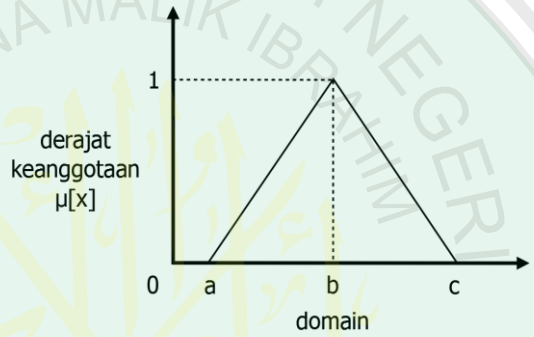
Gambar 2.3.1.2. Representasi Linear Turun

Fungsi keanggotaan representasi linear turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \dfrac{b-x}{b-a}; & a < x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear).



Gambar 2.3.1.3. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & a \geq x \geq c \\ \dfrac{x-a}{b-a}; & a < x \leq b \\ \dfrac{c-x}{c-b}; & b < x < c \end{cases}$$

2.3.2. Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α-

predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 25-27), yaitu:

1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A\cap B} = min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A\cup B} = max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

3. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

Karena himpunan *fuzzy* tidak dapat dibagi dengan tepat seperti halnya pada himpunan *crisp*, maka operasi-operasi ini diaplikasikan

pada tingkat keanggotaan. Suatu elemen dikatakan menjadi anggota himpunan *fuzzy* jika (Kusumadewi, 2002: 60):

1. Berada pada domain himpunan tersebut.
2. Nilai kebenaran keanggotaannya ≥ 0.
3. Berada di atas ambang α-predikat yang berlaku.

2.3.3. Penalaran Monoton

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknilk implikasi *fuzzy*. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun terkadang masih digunakan untuk penskalaan *fuzzy*. Jika 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut:

$$\boldsymbol{IF\ x\ is\ A\ THEN\ y\ is\ B}$$

Transfer fungsi:

$$\boldsymbol{y = f((x, A), B)}$$

maka sistem *fuzzy* dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi *fuzzy*. Nilai output diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 27).

2.3.4. Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$\boldsymbol{IF\ x\ is\ A\ THEN\ y\ is\ B}$$

Dengan $\boldsymbol{x}$ dan $\boldsymbol{y}$ adalah skalar, dan $\boldsymbol{A}$ dan $\boldsymbol{B}$ adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti $\boldsymbol{IF}$ disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti $\boldsymbol{THEN}$ disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

$$\boldsymbol{IF\ (x_1\ is\ A_1) \circ (x_2\ is\ A_2) \circ \ldots \circ (x_n\ is\ A_n)\ THEN\ y\ is\ B}$$

Dengan ∘ adalah operator (misal: OR atau AND) (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 30).

Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 30-31), yaitu:

a. Min (*minimum*). Fungsi ini akan memotong output himpunan *fuzzy*.
b. Dot (*product*). Fungsi ini akan menskala output himpunan *fuzzy*.

2.3.5. *Fuzzy Inference System*

Biasanya seorang operator/pakar memiliki pengetahuan tentang cara kerja dari sistem yang bisa dinyatakan dalam sekumpulan *IF-THEN rule*. Dengan melakukan *fuzzy inference*, pengetahuan tersebut bisa ditransfer ke dalam perangkat lunak yang selanjutnya memetakan suatu *input* menjadi *output* berdasarkan *IF-THEN rule* yang diberikan. Sistem *fuzzy* yang dihasilkan disebut *Fuzzy Inference System* (FIS) (Naba, 2009: 29).

Proses *fuzzy inference* bisa dibagi dalam 5 bagian (Naba, 2009: 31-35):

1. Fuzzifikasi variabel masukan (*input*). FIS mengambil masukan-masukan dan menentukan derajat keanggotaannya dalam *fuzzy set* menggunakan fungsi keanggotaan masing-masing *fuzzy set*.
2. Operasi *fuzzy logic*. Operasi *fuzzy logic* perlu dilakukan jika bagian *antecedent* lebih dari satu pernyataan. Hasil akhir dari operasi ini adalah derajat kebenaran *antecedent* yang berupa bilangan tunggal. Bilangan ini nantinya diteruskan ke bagian *consequent*.
3. Implikasi. Implikasi adalah proses mendapatkan *consequent*/keluaran sebuah *IF-THEN rule* berdasarkan derajat kebenaran *antecedent*. Namun ketika *rule* diberi bobot maka keluaran *IF-THEN rule* juga harus dikalikan dengan bobot tersebut.
4. Agregasi. Agregasi adalah proses mengombinasikan keluaran semua *IF-THEN rule* menjadi sebuah *fuzzy set* tunggal. Jika bagian *consequent* terdiri lebih dari satu pernyataan maka proses agregasi dilakukan secara terpisah untuk tiap variabel keluaran *IF-THEN rule*.
5. Defuzzifikasi. Kalau masukan dari fuzzifikasi adalah sebuah bilangan tunggal, yaitu harga variabel masukan, dan keluarannya adalah derajat keanggotaan dalam suatu *fuzzy set* dalam *antecedent*, maka masukan dan keluaran defuzzifikasi adalah kebalikannya. Masukan defuzzifikasi adalah sebuah *fuzzy set* (dalam hal ini *fuzzy set* hasil agregasi) dan keluarannya adalah sebuah bilangan tunggal untuk diisikan ke sebuah variabel keluaran FIS.

Ada 3 metode yang bisa digunakan dala FIS, yaitu metode *Tsukamoto*, metode *Mamdani*, dan metode *Sugeno*.

1. Metode *Tsukamoto*

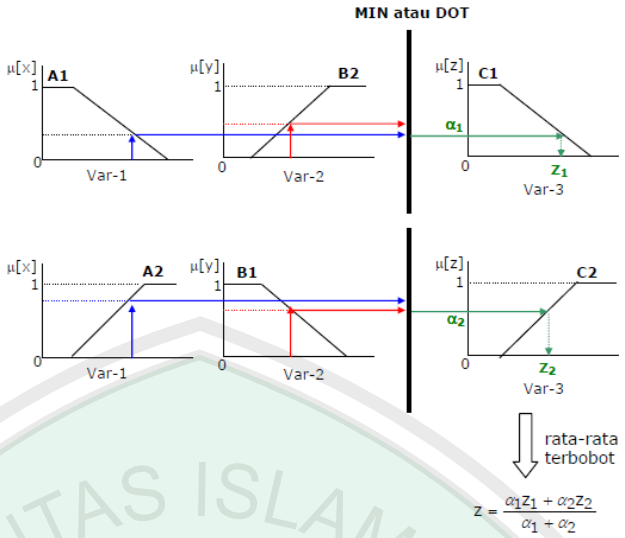
Pada metode *Tsukamoto*, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α-predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 33).

Misalkan ada 2 variabel *input*, Var-1 ($\boldsymbol{x}$) dan Var-2 ($\boldsymbol{y}$), serta 1 variabel *output*, Var-3 ($\boldsymbol{z}$), dimana Var-1 dibagi atas 2 himpunan yaitu $\boldsymbol{A_1}$ dan $\boldsymbol{A_2}$, Var-2 terbagi atas 2 himpunan yaitu $\boldsymbol{B_1}$ dan $\boldsymbol{B_2}$, Var-3 juga terbagi atas 2 himpunan yaitu $\boldsymbol{C_1}$ dan $\boldsymbol{C_2}$ ($\boldsymbol{C_1}$ dan $\boldsymbol{C_2}$ harus monoton). Ada 2 aturan yang digunakan, yaitu:

$$[\boldsymbol{R1}]\ \boldsymbol{IF}\ (\boldsymbol{x}\ \boldsymbol{is}\ \boldsymbol{A_1})\ \boldsymbol{and}\ (\boldsymbol{y}\ \boldsymbol{is}\ \boldsymbol{B_1})\ \boldsymbol{THEN}\ (\boldsymbol{z}\ \boldsymbol{is}\ \boldsymbol{C_1})$$

$$[\boldsymbol{R2}]\ \boldsymbol{IF}\ (\boldsymbol{x}\ \boldsymbol{is}\ \boldsymbol{A_2})\ \boldsymbol{and}\ (\boldsymbol{y}\ \boldsymbol{is}\ \boldsymbol{B_2})\ \boldsymbol{THEN}\ (\boldsymbol{z}\ \boldsymbol{is}\ \boldsymbol{C_2})$$

Alur inferensi untuk mendapatkan satu nilai *crisp* $\boldsymbol{z}$ seperti berikut (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 33-34):



Gambar 2.3.5.1. FIS dengan Metode Tsukamoto

2. Metode *Mamdani*

Metode *Mamdani* sering dikenal sebagai metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 39-45):, yaitu:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

   Pada metode *Mamdani*, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi implikasi

   Pada metode *Mamdani*, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.

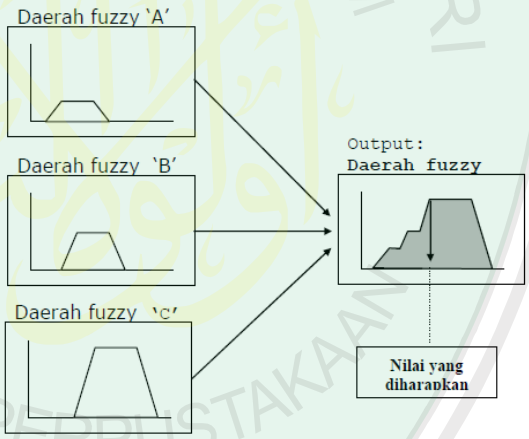
3. Komposisi aturan

   Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan

dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: *max*, *additive*, dan *probabilistik OR* (*probor*).

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses *defuzzy* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output.



Gambar 2.3.5.2. Proses *Defuzzy*

Ada beberapa metode *defuzzy* yang bisa dipakai pada komposisi aturan *Mamdani*, antara lain:

a. Metode *Centroid* (*Composite Moment*).
b. Metode *Bisektor*.
c. Metode *Mean of Maximum* (MOM).
d. Metode *Largest of Maximum* (LOM).

e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM).

3. Metode *Sugeno*

Penalaran dengan metode *Sugeno* hampir sama dengan penalaran *Mamdani*, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

Ada 2 bentuk model *fuzzy Sugeno*, yaitu:

a. Model *fuzzy Sugeno* orde-nol

Secara umum bentuk model *fuzzy Sugeno* orde-nol adalah:

$$\boldsymbol{IF\ (x_1\ is\ A_1) \circ (x_2\ is\ A_2) \circ \dots \circ (x_i\ is\ A_i)\ THEN\ z = k}$$

dengan $\boldsymbol{A_i}$ adalah himpunan ke-$\boldsymbol{i}$ sebagai anteseden, dan $\boldsymbol{k}$ adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model *fuzzy Sugeno* orde-satu

Secara umum bentuk model *fuzzy Sugeno* orde-satu adalah:

$$\boldsymbol{IF\ (x_1\ is\ A_1) \circ \dots \circ (x_i\ is\ A_i)\ THEN\ z = p_1 * x_1 + \dots + p_i * x_i + q}$$

dengan $\boldsymbol{A_i}$ adalah himpunan ke-$\boldsymbol{i}$ sebagai anteseden, dan $\boldsymbol{p_i}$ adalah suatu konstanta (tegas) ke-$\boldsymbol{i}$ dan $\boldsymbol{q}$ juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode *Sugeno*, maka *defuzzy* dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

Proses defuzzifikasi dalam FIS tipe *Sugeno* jauh lebih efisien dari pada FIS tipe *Mamdani*. Hal ini karena FIS tipe *Sugeno* menghitung nilai keluaran dengan cara seperti berikut:

$$\boldsymbol{Output} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i z_i}}{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i}}$$

di mana $\boldsymbol{w_i}$ adalah hasil proses operasi *fuzzy logic antecedent* dan $\boldsymbol{z_i}$ adalah keluaran *rule* ke- $\boldsymbol{i}$. Keluaran akhir, *Output*, tidak lain adalah sebuah *weighted average* (Naba, 2009: 38).

Menurut Sri Kusumadewi (2002: 99), ada beberapa keuntungan dari metode *Mamdani* dan metode *Sugeno* yang dijelaskan dalam tbel berikut:

MAMDANI	***SUGENO***
Lebih intuitif	Komputasinya lebih efisien
Lebih diterima oleh banyak pihak	Bekerja paling baik untuk teknik-teknik linear
Lebih cocok apabila *input* diterima dari manusia (bukan mesin)	Bekerja paling baik untuk teknik optimasi dan adaptif
	Menjamin kontinuitas permukaan *output*
	Lebih cocok untuk analisis secara matematis

Tabel 2.3.5.1. Keuntungan Metode *Mamdani* dan *Sugeno*

2.4. Penelitian Terkait

1. Penggunaan Metode *Fuzzy Sugeno* untuk Penentuan Soal *Quis* Berdasarkan *Scoring* dalam Permainan Santri Story 2 oleh Gunawan

Prianto (Prianto, 2015). Pada penelitian ini *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan skor kuis berdasarkan nilai dan waktu. Selanjutnya skor ini akan menentukan di *level* mana pemain akan bermain.

2. Pergantian Senjata NPC pada *Game* FPS Menggunakan *Fuzzy Sugeno* oleh Yunifa Miftachul Arif, Ady Wicaksono, dan Fachrul Kurniawan (Arif dkk., 2012). Pada penelitian ini *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan pergantian senjata pada NPC berdasarkan jarak musuh dan jumlah teman.
3. Implementasi Agen Cerdas Pengambil Keputusan *Auto-Leveling* Menggunakan Sistem Berbasis Aturan Logika *Fuzzy* pada *Game* RPG Pedagogik Kimia oleh Samuel Gandang Gunanto, Mitra Istiar Wardhana, Sura Andi Nugroho, Bimbi Sushadiyati, dan Moch. Hariadi (Gunanto dkk., 2009). Pada penelitian ini *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan *level game* berdasarkan nilai dan uang.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1. Deskripsi

Permainan edukatif puzzle surat al-Qur'an ini akan diberi nama *Q-Puzzle*. Permainan ini dirancang sebagai sebuah permainan berjenis *Puzzle Game* dan dimainkan oleh pemain tunggal (*single player*). Permainan ini dirancang berbasis *mobile* dan berjalan pada *platform Android OS Mobile*. Pada permainan *puzzle* surat al-Qur'an ini pemain akan dihadapkan pada surat al-Qur'an yang beberapa katanya dihilangkan dan pemain bertugas untuk menyusun potongan-potongan kata yang telah disediakan dengan benar sehingga menjadi surat yang utuh kembali.

3.2. Perancangan *Puzzle*

Pada permainan ini, sebuah surat akan ditampilkan sebagai sebuah *puzzle*. *Puzzle* yang ditampilkan berupa *jigsaw puzzle* dengan asas potongan homogen. Setiap kata dalam surat akan dijadikan sebagai potongan *puzzle*. Sehingga jumlah potongan *puzzle* pada sebuah *puzzle* surat akan sama dengan jumlah kata dalam surat. Dasar penentuan potongan kata dalam surat adalah *Quranic Arabic Corpus - Word by Word Grammar, Syntax and Morphology of the Holy Quran* (http://corpus.quran.com/wordbyword.jsp).

Gambar 3.2.1. Rancangan Potongan Puzzle

3.3. Perancangan *Level*

Jumlah surat al-Qur'an yang akan digunakan sebagai *puzzle* berjumlah 10 surat. Surat yang akan digunakan merupakan 10 surat terakhir dalam al-Qur'an (al-Fil - an-Nas). Urutan *puzzle* akan dimulai dari surat an-Nas sampai dengan surat al-Fil (urut dari belakang). Pada setiap *puzzle* akan dibagi menjadi 3 *level* (tingkat kesulitan), yaitu: mudah, normal, dan sulit.

NO.	SURAT		*PUZZLE*	*LEVEL*	
	NOMOR	NAMA			
1	114	AN-NAS	*PUZZLE 1*	1	MUDAH
				2	NORMAL
				3	SULIT
2	113	AL-FALAQ	*PUZZLE 2*	4	MUDAH
				5	NORMAL
				6	SULIT
3	112	AL-'IKHLAS	*PUZZLE 3*	7	MUDAH
				8	NORMAL
				9	SULIT
4	111	AL-MASAD	*PUZZLE 4*	10	MUDAH
				11	NORMAL
				12	SULIT
5	110	AN-NASR	*PUZZLE 5*	13	MUDAH
				14	NORMAL
				15	SULIT
6	109	AL-KAFIRUN	*PUZZLE 6*	16	MUDAH
				17	NORMAL
				18	SULIT
7	108	AL-KAWTHAR	*PUZZLE 7*	19	MUDAH
				20	NORMAL
				21	SULIT
8	107	AL-MA'UN	*PUZZLE 8*	22	MUDAH
				23	NORMAL
				24	SULIT

9	106	QURAYSH	*PUZZLE 9*	25	MUDAH
				26	NORMAL
				27	SULIT
10	105	AL-FIL	*PUZZLE 10*	28	MUDAH
				29	NORMAL
				30	SULIT

Tabel 3.3.1. Data Pemetaan *Puzzle* dan *Level*

Perbedaan dari setiap *level* pada setiap *puzzle* adalah jumlah blok kosong (potongan *puzzle* yang hilang) pada surat. Pada *level* mudah, jumlah blok kosong adalah 25% dari jumlah total kata pada surat. Pada *level* normal, persentasenya lebih tinggi, yaitu 50%. Sedangkan pada *level* sulit, persentasenya lebih tinggi lagi, yaitu 75%.

Selain itu, perbedaan dari setiap *level* adalah pada aturan penempatan blok kosong. Aturan yang dimaksud adalah jumlah maksimal blok kosong yang diperbolehkan dalam 1 rangkaian. Pada *level* mudah, jumlah maksimal blok kosong yang diperbolehkan dalam 1 rangkaian adalah 1. Pada *level* normal, jumlah maksimal blok kosong yang diperbolehkan dalam 1 rangkaian adalah 3. Sedangkan pada *level* sulit, jumlah maksimal blok kosong yang diperbolehkan dalam 1 rangkaian adalah 5.

NO.	*LEVEL*	JUMLAH BLOK KOSONG	JUMLAH MAKSIMAL BLOK KOSONG DALAM 1 RANGKAIAN
1	MUDAH	25%	1
2	NORMAL	50%	3
3	SULIT	75%	5

Tabel 3.3.2. Aturan Blok Kosong Berdasarkan *Level*

NO.	SURAT				JUMLAH BLOK KOSONG		
	NOMOR	NAMA	JUMLAH		*LEVEL*		
			AYAT	KATA	MUDAH	NORMAL	SULIT
					25%	50%	75%
1	114	AN-NAS	6	20	5	10	15
2	113	AL-FALAQ	5	23	6	12	17
3	112	AL-'IKHLAS	4	15	4	8	11
4	111	AL-MASAD	5	23	6	12	17
5	110	AN-NASR	3	19	5	10	14
6	109	AL-KAFIRUN	6	26	7	13	20
7	108	AL-KAWTHAR	3	10	3	5	8
8	107	AL-MA'UN	7	25	6	13	19
9	106	QURAYSH	4	17	4	9	13
10	105	AL-FIL	5	23	6	12	17

Tabel 3.3.3. Data Blok Kosong

3.4. Perancangan Penilaian

Pada saat pemain menyelesaikan permainan, pemain akan mendapatkan penilaian. Penilaian ini akan menjadi tolak ukur kemampuan pemain. Pemain akan mendapatkan penilaian dalam bentuk nilai dan catatan waktu penyelesaian. Untuk nilai, semakin besar nilai yang didapat artinya semakin bagus. Sedangkan untuk catatan waktu penyelesaian, semakin cepat waktu yang dicatatkan artinya semakin baik.

Aturan pemberian nilai pada permainan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk setiap penempatan blok dengan benar akan mendapatkan penambahan nilai sebesar 100;
2. Untuk setiap kesalahan penempatan blok akan mendapatkan pengurangan nilai sebesar 10;

3. Untuk setiap penggunaan bantuan tidak akan mendapatkan nilai.

NO.	PARAMETER	NILAI
1	Penempatan Blok dengan Benar	+ 100
2	Kesalahan Penempatan Blok	- 10
3	Penggunaan Bantuan	0

Tabel 3.4.1. Aturan Pemberian Nilai

3.5. Skenario Permainan

Pada permainan ini pemain akan dihadapkan dengan *puzzle* surat al-Qur'an. Pemain akan bertugas untuk meletakkan potongan *puzzle* yang telah disediakan pada posisi yang benar. Ketika pemain meletakkan potongan *puzzle* pada posisi yang benar, maka pemain akan mendapatkan tambahan nilai sebesar 100. Akan tetapi jika pemain meletakkan potongan *puzzle* pada posisi yang salah, maka pemain akan mendapatkan pengurangan nilai sebesar 10. Apabila pemain tidak tahu posisi dari potongan *puzzle*, pemain bisa menggunakan bantuan yang telah disediakan. Bantuan ini akan membantu pemain untuk meletakkan potongan *puzzle* pada posisi yang benar. Jumlah bantuan yang akan disediakan tidak terbatas dan bisa digunakan sewaktu-waktu. Selanjutnya, apabila seluruh potongan *puzzle* sudah diletakkan pada posisi yang benar yang artinya *puzzle* telah tersusun dengan benar, maka pemain telah berhasil menyelesaikan *puzzle*. Setelah itu akan ditampilkan nilai dan statistik permainan pemain dalam menyelesaikan *puzzle.*

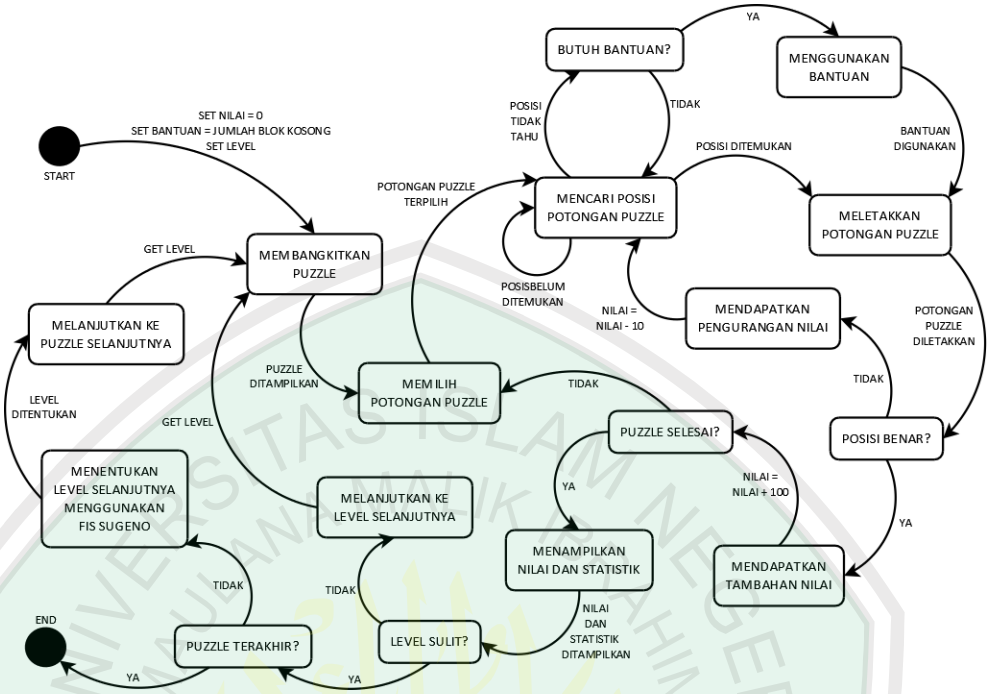
Pemain akan memulai permainan dari *Puzzle 1: an-Nas* pada *level* mudah dan berakhir di *Puzzle 10: al-Fil* pada *level* sulit. Ketika pemain

selesai bermain 1 *level* pada suatu *puzzle*, maka pemain akan melanjutkan ke *level* selanjutnya pada *puzzle* tersebut. Akan tetapi ketika pemain telah selesai bermain pada *level* sulit yang merupakan *level* tertinggi pada suatu *puzzle*, maka pemain akan melanjutkan permainan ke *puzzle* yang selanjutnya.

Pada saat pemain selesai bermain pada *level* sulit pada suatu *puzzle* dan akan melanjutkan ke *puzzle* selanjutnya, statistik dari permainan pada *level* sulit akan menentukan di *level* mana pemain akan bermain pada *puzzle* selanjutnya, apakah akan bermain di *level* mudah, normal, atau sulit. Artinya, pemain bisa saja melewati beberapa *level* jika memang statistik dari permainannya memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Misalnya, pemain langsung bermain pada *level* normal pada *puzzle* selanjutnya tanpa harus bermain pada *level* mudah terlebih dahulu atau langsung bermain pada *level* sulit tanpa harus bermain pada *level* mudah dan normal terlebih dahulu. Penentuan *level* ini akan diproses menggunakan *Fuzzy Sugeno*.

Ketika seluruh *puzzle* telah dimainkan, maka nilai dan catatan waktu penyelesaian akan dijumlahkan. Apabila ada *level* yang dilewati maka pemain akan mendapatkan nilai maksimal dari *level* tersebut tanpa harus memainkannya. Selanjutnya, nilai akhir dan total catatan waktu penyelesaian akan ditampilkan pada papan nilai sehingga pemain bisa tahu sejauh mana kemampuannya.

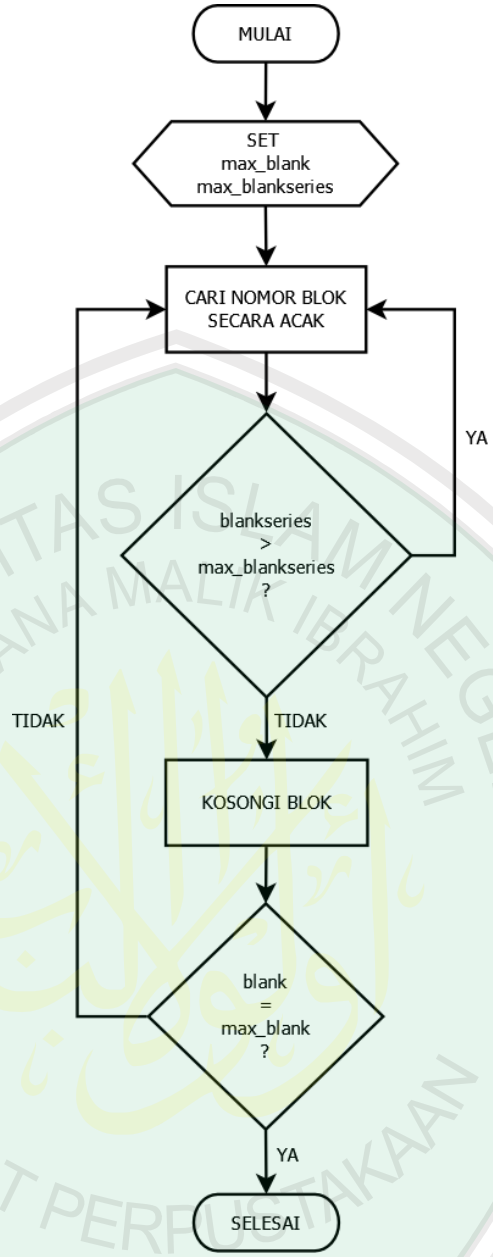
3.6. *Finite State Machine* (FSM)



Gambar 3.6.1. FSM Permainan

3.7. Pembangkit *Puzzle*

Pada permainan ini, *puzzle* akan dibangkitkan secara otomatis. Posisi blok kosong akan ditentukan secara acak. Bilangan acak didapatkan dengan menggunakan fungsi pembangkit bilangan acak pada bahasa pemrograman java (*java.util.random*). Penentuan jumlah dan posisi blok kosong disesuaikan dengan aturan jumlah blok kosong dan aturan penempatan blok kosong yang telah ditentukan sesuai dengan *level puzzle* (Tabel 3.3.2.). Dengan begitu, posisi blok kosong pada *puzzle* pada setiap permainan tidak akan selalu sama. Meskipun begitu, jumlah blok kosong dan jumlah maksimal blok kosong dalam 1 rangkaian akan tetap sama sesuai dengan *level*-nya.



Gambar 3.7.1. Diagram Alur Pembangkit *Puzzle*

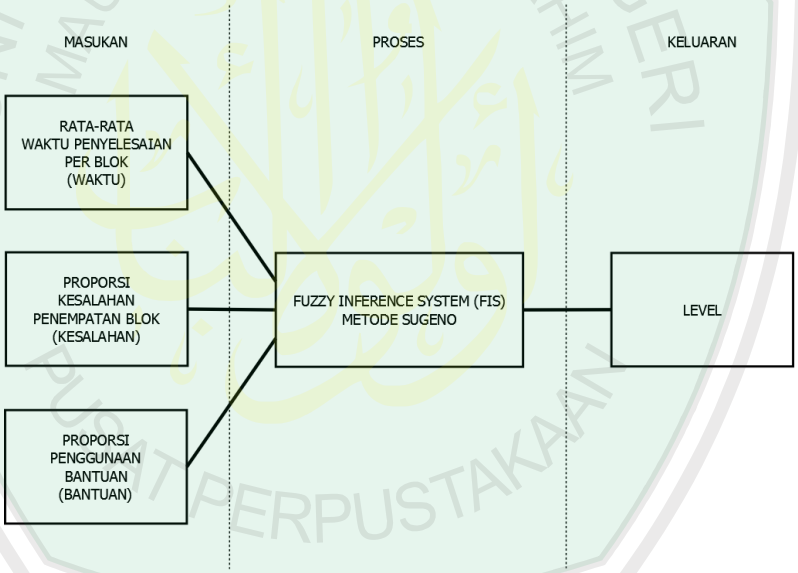
Keterangan:

blank	:	Jumlah blok yang telah dikosongi.
max_blank	:	Jumlah blok yang harus dikosongi.
blankseries	:	Jumlah blok kosong dalam 1 rangkaian.
max_blankseries	:	Jumlah maksimal blok kosong dalam 1 rangkaian yang diperbolehkan.

3.8. Perancangan *Fuzzy Sugeno*

Dalam permainan ini, *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan *level* yang akan dimainkan pada *puzzle* selanjutnya. *Fuzzy Sugeno* hanya diterapkan pada *level* sulit yang merupakan *level* tertinggi dari suatu *puzzle*. Variabel (*input*) yang digunakan sebagai penentu *level* (output) pada *puzzle* selanjutnya ada 3, yaitu:

1. Rata-rata waktu penyelesaian per-blok (Waktu).
2. Proporsi kesalahan penempatan blok (Kesalahan).
3. Proporsi penggunaan bantuan (Bantuan).



Gambar 3.8.1. Diagram *Fuzzy Sugeno* pada *Q-Puzzle*

3.8.1. Variabel Rata-rata Waktu Penyelesaian per Blok (Waktu)

Variabel Rata-rata Waktu Penyelesaian per Blok (Waktu) merepresentasikan seberapa cepat pemain menyelesaikan permainan. Variabel ini didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{a} = \frac{\sum a_i}{n}$$

dimana:

$\bar{a}$ = Rata-rata waktu penyelesaian per blok (detik).

$\sum a_i$ = Jumlah data waktu penyelesaian per blok.

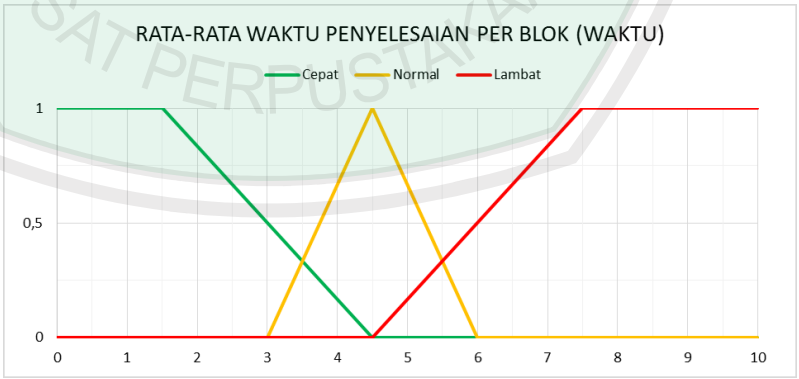
n = Banyaknya data waktu penyelesaian per blok.

Pada variabel Waktu terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

- Cepat
- Normal
- Lambat

Semesta pembicaraan pada variabel Waktu adalah [0 +∞). Sedangkan untuk domain himpunan *fuzzy*-nya adalah sebagai berikut:

- Cepat = [0, 4.5]
- Normal = [3, 6]
- Lambat = [4.5, +∞)



Gambar 3.8.1.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Waktu

Pada himpunan Cepat fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi linear turun, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Cepat digunakan rumus:

$$\mu WaktuCepat[\bar{a}] = \begin{cases} 1; & \bar{a} \leq 1,5 \\ \dfrac{4,5 - \bar{a}}{4,5 - 1,5}; & 1,5 < \bar{a} < 4,5 \\ 0; & \bar{a} \geq 4,5 \end{cases}$$

dimana:

$\mu WaktuCepat[\bar{a}]$ = Derajat keanggotaan $\bar{a}$ terhadap himpunan Cepat.

Pada himpunan Normal fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi kurva segitiga, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Normal digunakan rumus:

$$\mu WaktuNormal[\bar{a}] = \begin{cases} 0; & 3 \geq \bar{a} \geq 6 \\ \dfrac{\bar{a} - 3}{4,5 - 3}; & 3 < \bar{a} \leq 4,5 \\ \dfrac{6 - \bar{a}}{6 - 4,5}; & 4,5 < \bar{a} < 6 \end{cases}$$

dimana:

$\mu WaktuNormal[\bar{a}]$ = Derajat keanggotaan $\bar{a}$ terhadap himpunan Normal.

Pada himpunan Lambat fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi linear naik, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Lambat digunakan rumus:

$$\mu WaktuLambat[\bar{a}] = \begin{cases} 0; & \bar{a} \leq 4,5 \\ \dfrac{\bar{a} - 4,5}{7,5 - 4,5}; & 4,5 < \bar{a} < 7,5 \\ 1; & \bar{a} \geq 7,5 \end{cases}$$

dimana:

$\mu WaktuLambat[\bar{a}]$ = Derajat keanggotaan $\bar{a}$ terhadap himpunan Lambat.

3.8.2. Variabel Proporsi Kesalahan Penempatan Blok (Kesalahan)

Variabel Proporsi Kesalahan Penempatan Blok (Kesalahan) merepresentasikan berapa banyak kesalahan penempatan blok yang dilakukan pemain selama menyelesaikan permainan. Variabel ini didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$p_b = \frac{f_b}{\sum f_b}$$

dimana:

p_b = Proporsi pergerakan salah (kesalahan penempatan blok).

f_b = Frekuensi pergerakan salah.

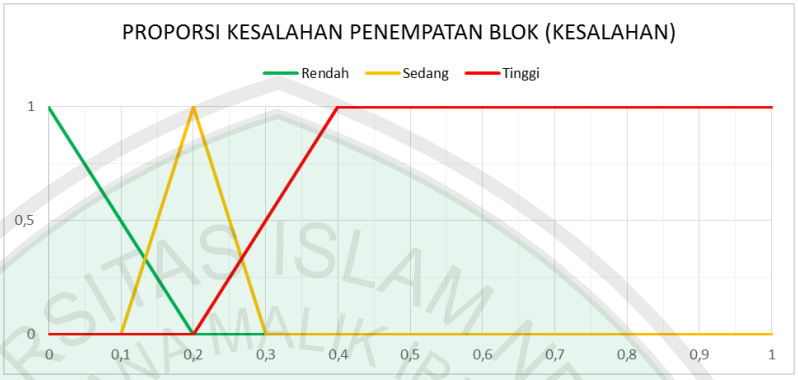
$\sum f_b$ = Total frekuensi pergerakan.

Pada variabel Kesalahan terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

- Rendah
- Sedang
- Tinggi

Semesta pembicaraan pada variabel Kesalahan adalah [0 1]. Sedangkan untuk domain himpunan *fuzzy*-nya adalah sebagai berikut:

- Rendah = [0, 0.2]
- Sedang = [0.1, 0.3]
- Tinggi = [0.2, 1]



Gambar 3.8.2.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Kesalahan

Pada himpunan Rendah fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi linear turun, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Rendah digunakan rumus:

$$\mu KesalahanRendah[p_b] = \begin{cases} \frac{0,2 - p_b}{0,2 - 0}; & 0 \leq p_b < 0,2 \\ 0; & p_b \geq 0,2 \end{cases}$$

dimana:

$\mu KesalahanRendah[p_b]$ = Derajat keanggotaan p_b terhadap himpunan Rendah.

Pada himpunan Sedang fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi kurva segitiga, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Sedang digunakan rumus:

$$\mu KesalahanSedang[p_b] = \begin{cases} 0; & 0,1 \geq p_b \geq 0,3 \\ \dfrac{p_b - 0,1}{0,2 - 0,1}; & 0,1 < p_b \leq 0,2 \\ \dfrac{0,3 - p_b}{0,3 - 0,2}; & 0,2 < p_b < 0,3 \end{cases}$$

dimana:

$\mu KesalahanSedang[p_b]$ = Derajat keanggotaan p_b terhadap himpunan Sedang.

Pada himpunan Tinggi fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi linear naik, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Tinggi digunakan rumus:

$$\mu KesalahanTinggi[p_b] = \begin{cases} 0; & p_b \leq 0,2 \\ \dfrac{p_b - 0,2}{0,4 - 0,2}; & 0,2 < p_b < 0,4 \\ 1; & p_b \geq 0,4 \end{cases}$$

dimana:

$\mu KesalahanTinggi[p_b]$ = Derajat keanggotaan p_b terhadap himpunan Tinggi.

3.8.3. Variabel Proporsi Penggunaan Bantuan (Bantuan)

Variabel Proporsi Penggunaan Bantuan (Bantuan) merepresentasikan berapa banyak bantuan yang digunakan pemain untuk menyelesaikan permainan. Variabel ini didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$p_c = \frac{f_c}{\sum f_c}$$

dimana:

p_c = Proporsi penggunaan bantuan.

f_c = Frekuensi penggunaan bantuan.

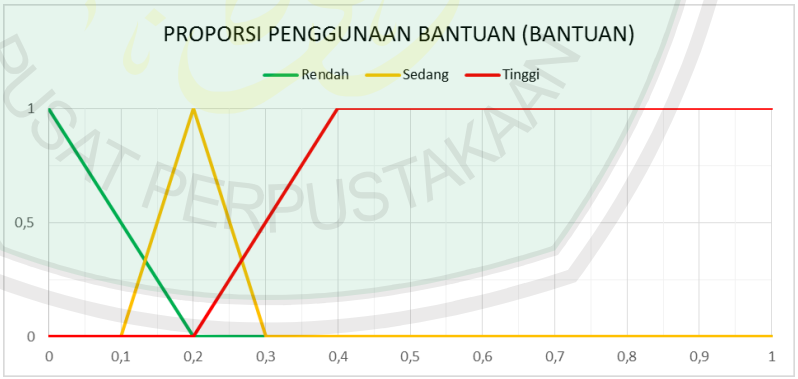
$\sum f_c$ = Total frekuensi bantuan tersedia.

Pada variabel Bantuan terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

- Rendah
- Sedang
- Tinggi

Semesta pembicaraan pada variabel Bantuan adalah [0 1]. Sedangkan untuk domain himpunan *fuzzy*-nya adalah sebagai berikut:

- Rendah = [0, 0.2]
- Sedang = [0.1, 0.3]
- Tinggi = [0.2, 1]



Gambar 3.8.3.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Bantuan

Pada himpunan Rendah fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi linear turun, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Rendah digunakan rumus:

$$\mu BantuanRendah[p_c] = \begin{cases} \frac{0,2 - p_c}{0,2 - 0}; & 0 \leq p_c < 0,2 \\ 0; & p_c \geq 0,2 \end{cases}$$

dimana:

$\mu BantuanRendah[p_c]$ = Derajat keanggotaan p_c terhadap himpunan Rendah.

Pada himpunan Sedang fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi kurva segitiga, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Sedang digunakan rumus:

$$\mu BantuanSedang[p_c] = \begin{cases} 0; & 0,1 \geq p_c \geq 0,3 \\ \frac{p_c - 0,1}{0,2 - 0,1}; & 0,1 < p_c \leq 0,2 \\ \frac{0,3 - p_c}{0,3 - 0,2}; & 0,2 < p_c < 0,3 \end{cases}$$

dimana:

$\mu BantuanSedang[p_c]$ = Derajat keanggotaan p_c terhadap himpunan Sedang.

Pada himpunan Tinggi fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi representasi linear naik, sehingga untuk mendapatkan derajat keanggotaan pada himpunan Tinggi digunakan rumus:

$$\mu BantuanTinggi[p_c] = \begin{cases} 0; & p_c \leq 0,2 \\ \frac{p_c - 0,2}{0,4 - 0,2}; & 0,2 < p_c < 0,4 \\ 1; & p_c \geq 0,4 \end{cases}$$

dimana:

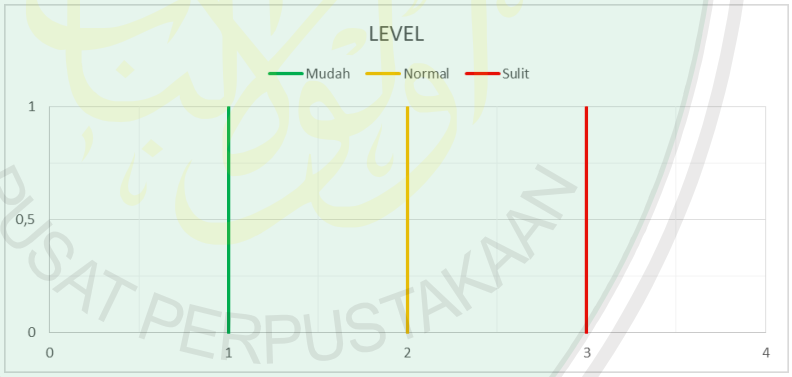
$\boldsymbol{\mu BantuanTinggi}[\boldsymbol{p_c}]$ = Derajat keanggotaan $\boldsymbol{p_c}$ terhadap himpunan Tinggi.

3.8.4. Variabel *Level*

Variabel *Level* merupakan variabel *output* (keluaran) pada proses *fuzzy* ini. Pada Variabel *Level* terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

- Mudah = [1]
- Normal = [2]
- Sulit = [3]

Semua himpunan pada variabel *Level* menggunakan fungsi keanggotaan *singleton*.



Gambar 3.8.4.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Level*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

FUNGSI	VARIABEL	HIMPUNAN	DOMAIN	FUNGSI KEANGGOTAAN
Input	Waktu	Cepat	[0, 4.5]	Linear turun
		Normal	[3, 6]	Kurva segitiga
		Lambat	[4.5, +∞)	Linear naik
	Kesalahan	Rendah	[0, 0.2]	Linear turun
		Sedang	[0.1, 0.3]	Kurva segitiga
		Tinggi	[0.2, 1]	Linear naik
	Bantuan	Rendah	[0, 0.2]	Linear turun
		Sedang	[0.1, 0.3]	Kurva segitiga
		Tinggi	[0.2, 1]	Linear naik
Output	*Level*	Mudah	[1]	Singleton
		Normal	[2]	Singleton
		Sulit	[3]	Singleton

Tabel 3.8.1. Himpunan *Fuzzy* untuk Penentuan *Level*

Model *fuzzy Sugeno* yang dipakai adalah model *fuzzy Sugeno* orde-nol dengan komposisi aturan sebagai berikut:

[R1] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is RENDAH THEN Level is SULIT (3)

[R2] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

[R3] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R4] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is RENDAH THEN Level is NORMAL (2)

[R5] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

[R6] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R7] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

[R8] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

[R9] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R10] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is RENDAH THEN Level is NORMAL (2)

[R11] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

[R12] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R13] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is RENDAH THEN Level is NORMAL (2)

[R14] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

[R15] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R16] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

[R17] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

[R18] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R19] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

[R20] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

[R21] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R22] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

[R23] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

[R24] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

[R25] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

[R26] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

[R27] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

Pada *Fuzzy Sugeno*, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi min (*minimum*). Fungsi implikasi min ini akan diaplikasikan terhadap setiap aturan yang telah dibuat. Pada fungsi implikasi min, *output*

didapat dengan mengambil derajat keanggotaan terendah dari variabel *input*-nya. Secara umum fungsi ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\alpha\text{-}predikat_i = min(\mu Waktu_i[\bar{a}]; \mu Kesalahan_i[p_b]; \mu Bantuan_i[p_c])}$$

dimana:

$\boldsymbol{\alpha\text{-}predikat_i}$ = *Fire strength* sebagai hasil fungsi implikasi pada aturan ke-$\boldsymbol{i}$.

$\boldsymbol{\mu Waktu_i[\bar{a}]}$ = Derajat keanggotaan $\boldsymbol{\bar{a}}$ terhadap himpunan variabel Waktu pada aturan ke-$\boldsymbol{i}$.

$\boldsymbol{\mu Kesalahan_i[p_b]}$ = Derajat keanggotaan $\boldsymbol{p_b}$ terhadap himpunan variabel Kesalahan pada aturan ke-$\boldsymbol{i}$.

$\boldsymbol{\mu Bantuan_i[p_c]}$ = Derajat keanggotaan $\boldsymbol{p_c}$ terhadap himpunan variabel Bantuan pada aturan ke-$\boldsymbol{i}$.

Hasil dari fungsi implikasi pada setiap aturan akan digunakan untuk proses *defuzzy*. Pada metode *Sugeno* proses *defuzzy* dilakukan dengan cara mencari rata-rata dari hasil fungsi implikasi pada komposisi aturan yang telah ditentukan, sehingga keluaran (output) akhirnya adalah sebuah *weighted average*. Secara umum proses *defuzzy* ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{z = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha\text{-}predikat_i z_i}{\sum_{i=1}^{n} \alpha\text{-}predikat_i}}$$

dimana:

$\boldsymbol{z}$ = Keluaran (*output*) akhir.

$\boldsymbol{n}$ = Jumlah aturan.

$\boldsymbol{\alpha\text{-}predikat_i}$ = *Fire strength* hasil fungsi implikasi aturan ke-$\boldsymbol{i}$.

$\boldsymbol{z_i}$ = Keluaran (*output*) dari aturan ke-$\boldsymbol{i}$.

Nilai $\boldsymbol{z}$ yang berupa nilai desimal akan dibulatkan ke nilai satuan. Hasil pembulatan nilai $\boldsymbol{z}$ ini akan digunakan sebagai parameter penentuan *level* dengan aturan sebagai berikut:

- Jika hasil pembulatan nilai $\boldsymbol{z}$ sama dengan 1 maka *level*-nya adalah mudah;
- Jika hasil pembulatan nilai $\boldsymbol{z}$ sama dengan 2 maka *level*-nya adalah normal;
- Jika hasil pembulatan nilai $\boldsymbol{z}$ sama dengan 3 maka *level*-nya adalah sulit.

3.9. Uji Coba Penerapan *Fuzzy Sugeno*

Uji coba dilakukan untuk mengetahui sejauh mana metode yang akan dipakai bisa berjalan dengan baik. Uji coba akan dilakukan secara manual dan dengan menggunakan aplikasi Matlab.

Contoh kasus:

seorang pemain telah menyelesaikan *puzzle* pada *Puzzle 1: an-Nas* dengan *level* sulit (15 blok kosong). Waktu yang dicatatkan untuk menyelesaikan *puzzle* adalah 1 menit 14 detik. Jumlah kesalahan penempatan blok adalah 0 dari 15 pergerakan. Jumlah bantuan yang dipakai adalah 1 dari 15 bantuan yang disediakan. Di *level* manakah pemain akan bermain pada *puzzle* selanjutnya (*Puzzle 2: al-Falaq*)?.

Penyelesaian:

Dari contoh kasus tersebut, maka bisa diketahui:

$\sum \boldsymbol{a_i}$ = 1 menit 8 detik = 68 detik

$\boldsymbol{n}$ = 15

$\boldsymbol{f_b}$ = 0 pergerakan

$\sum f_b$ = 15 pergerakan

f_c = 1 bantuan

$\sum f_c$ = 15 bantuan

Sehingga:

$$\bar{a} = \frac{\sum a_i}{n} = \frac{68}{15} = 4,5333$$

$$p_b = \frac{f_b}{\sum f_b} = \frac{0}{15} = 0$$

$$p_c = \frac{f_c}{\sum f_c} = \frac{1}{15} = 0,0667$$

Selanjutnya dicari derajat keanggotaan terhadap setiap himpunan yang ada.

- **Derajat keanggotaan $\bar{a}$ pada variabel Waktu**

  Untuk derajat keanggotaan a terhadap himpunan Cepat, karena $\bar{a} \geq 4,5$, maka:

  $$\mu WaktuCepat[\bar{a}] = 0$$

  Sehingga:

  $$\mu WaktuCepat[4,5333] = 0$$

  Untuk derajat keanggotaan $\bar{a}$ terhadap himpunan Normal, karena $4,5 < \bar{a} < 6$, maka:

  $$\mu WaktuNormal[\bar{a}] = \frac{6 - \bar{a}}{6 - 4,5}$$

  Sehingga:

  $$\mu WaktuNormal[4,5333] = \frac{6 - 4,5333}{6 - 4,5} = \frac{1,4667}{1,5} = 0,9778$$

Untuk derajat keanggotaan $\bar{a}$ terhadap himpunan Lambat, karena $4,5 < \bar{a} < 7,5$, maka:

$$\mu WaktuLambat[\bar{a}] = \frac{\bar{a} - 4,5}{7,5 - 4,5}$$

Sehingga:

$$\mu WaktuLambat[4,5333] = \frac{4,5333 - 4,5}{7,5 - 4,5} = \frac{0,0333}{3} = 0,0111$$

- **Derajat keanggotaan p_b pada variabel Kesalahan**

Untuk derajat keanggotaan p_b terhadap himpunan Rendah, karena $0 \leq p_b < 0,2$, maka:

$$\mu KesalahanRendah[p_b] = \frac{0,2 - p_b}{0,2 - 0}$$

Sehingga:

$$\mu KesalahanRendah[0] = \frac{0,2 - 0}{0,2 - 0} = \frac{0,2}{0,2} = 1$$

Untuk derajat keanggotaan p_b terhadap himpunan Sedang, karena $0,1 \geq p_b \geq 0,3$, maka:

$$\mu KesalahanSedang[p_b] = 0$$

Sehingga:

$$\mu KesalahanSedang[0] = 0$$

Untuk derajat keanggotaan p_b terhadap himpunan Tinggi, karena $p_b \leq 0,2$, maka:

$$\mu KesalahanTinggi[p_b] = 0$$

Sehingga:

$$\mu KesalahanTinggi[0] = 0$$

- **Derajat keanggotaan p_c pada variabel Bantuan**

Untuk derajat keanggotaan $\boldsymbol{p_c}$ terhadap himpunan Rendah, karena $\boldsymbol{0 \leq p_c < 0,2}$, maka:

$$\boldsymbol{\mu BantuanRendah}[\boldsymbol{p_c}] = \frac{\boldsymbol{0,2 - p_c}}{\boldsymbol{0,2 - 0}}$$

Sehingga:

$$\boldsymbol{\mu BantuanRendah}[\boldsymbol{0,0667}] = \frac{\boldsymbol{0,2 - 0,0667}}{\boldsymbol{0,2 - 0}} = \frac{\boldsymbol{0,1333}}{\boldsymbol{0,2}} = \boldsymbol{0,6665}$$

Untuk derajat keanggotaan $\boldsymbol{p_c}$ terhadap himpunan Sedang, karena $\boldsymbol{0,1 \geq p_c \geq 0,3}$, maka:

$$\boldsymbol{\mu BantuanSedang}[\boldsymbol{p_c}] = \boldsymbol{0}$$

Sehingga:

$$\boldsymbol{\mu BantuanSedang}[\boldsymbol{0,0667}] = \boldsymbol{0}$$

Untuk derajat keanggotaan $\boldsymbol{p_c}$ terhadap himpunan Tinggi, karena $\boldsymbol{p_c \leq 0,2}$, maka:

$$\boldsymbol{\mu BantuanTinggi}[\boldsymbol{p_c}] = \boldsymbol{0}$$

Sehingga:

$$\boldsymbol{\mu BantuanTinggi}[\boldsymbol{0,0667}] = \boldsymbol{0}$$

Selanjutnya dilakukan penerapan fungsi implikasi min pada setiap aturan yang ada untuk mendapatkan nilai $\boldsymbol{\alpha}$-***predikat*** dari masing-masing aturan.

[R1] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is RENDAH THEN Level is SULIT (3)

$$\alpha\text{-}predikat_1 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0; 1; 0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_1 = 3$$

[R2] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_2 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0; 1; 0)$$
$$= 0$$
$$z_2 = 2$$

[R3] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_3 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0; 1; 0)$$
$$= 0$$
$$z_3 = 1$$

[R4] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is RENDAH THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_4 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0; 0; 0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_4 = 2$$

[R5] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_5 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_5 = 2$$

[R6] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_6 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_6 = 1$$

[R7] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_7 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0;0;0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_7 = 1$$

[R8] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_8 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0;0;0)$$
$$= 0$$
$$z_8 = 1$$

[R9] IF Waktu is CEPAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_9 = min(\mu WaktuCepat[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0;0;0)$$
$$= 0$$
$$z_9 = 1$$

[R10] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is RENDAH THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_{10} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 1; 0,6665)$$
$$= 0,6665$$
$$z_{10} = 2$$

[R11] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_{11} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 1; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{11} = 2$$

[R12] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{12} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 1; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{12} = 1$$

[R13] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is RENDAH THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_{13} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 0; 0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_{13} = 2$$

[R14] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is SEDANG THEN Level is NORMAL (2)

$$\alpha\text{-}predikat_{14} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{14} = 2$$

[R15] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{15} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{15} = 1$$

[R16] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{16} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 0; 0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_{16} = 1$$

[R17] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{17} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{17} = 1$$

[R18] IF Waktu is NORMAL and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{18} = min(\mu WaktuNormal[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0,9778; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{18} = 1$$

[R19] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{19} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 1; 0,6665)$$
$$= 0,0111$$
$$z_{19} = 1$$

[R20] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{20} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 1; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{20} = 1$$

[R21] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is RENDAH and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{21} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanRendah[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 1; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{21} = 1$$

[R22] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{22} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 0; 0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_{22} = 1$$

[R23] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{23} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{23} = 1$$

[R24] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is SEDANG and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{24} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanSedang[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{24} = 1$$

[R25] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is RENDAH THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{25} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanRendah[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 0; 0,6665)$$
$$= 0$$
$$z_{25} = 1$$

[R26] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is SEDANG THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{26} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanSedang[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{26} = 1$$

[R27] IF Waktu is LAMBAT and Kesalahan is TINGGI and Bantuan is TINGGI THEN Level is MUDAH (1)

$$\alpha\text{-}predikat_{27} = min(\mu WaktuLambat[4,5333]; \mu KesalahanTinggi[0]; \mu BantuanTinggi[0,0667])$$
$$= min(0,0111; 0; 0)$$
$$= 0$$
$$z_{27} = 1$$

Setelah nilai $\boldsymbol{\alpha\text{-}predikat}$ dari masing-masing aturan sudah didapat, maka selanjutnya dilakukan proses *defuzzy* untuk mendapatkan nilai $\boldsymbol{z}$.

$$\boldsymbol{z} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha\text{-}predikat_i z_i}{\sum_{i=1}^{n} \alpha\text{-}predikat_i}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{27} \alpha\text{-}predikat_i z_i}{\sum_{i=1}^{27} \alpha\text{-}predikat_i}$$

$$= \frac{\begin{array}{c}\alpha\text{-}predikat_1 * z_1 + \alpha\text{-}predikat_2 * z_2 + \alpha\text{-}predikat_3 * z_3 + \\ \alpha\text{-}predikat_4 * z_4 + \alpha\text{-}predikat_5 * z_5 + \alpha\text{-}predikat_6 * z_6 + \\ \alpha\text{-}predikat_7 * z_7 + \alpha\text{-}predikat_8 * z_8 + \alpha\text{-}predikat_9 * z_9 + \\ \alpha\text{-}predikat_{10} * z_{10} + \alpha\text{-}predikat_{11} * z_{11} + \alpha\text{-}predikat_{12} * z_{12} + \\ \alpha\text{-}predikat_{13} * z_{13} + \alpha\text{-}predikat_{14} * z_{14} + \alpha\text{-}predikat_{15} * z_{15} + \\ \alpha\text{-}predikat_{16} * z_{16} + \alpha\text{-}predikat_{17} * z_{17} + \alpha\text{-}predikat_{18} * z_{18} + \\ \alpha\text{-}predikat_{19} * z_{19} + \alpha\text{-}predikat_{20} * z_{20} + \alpha\text{-}predikat_{21} * z_{21} + \\ \alpha\text{-}predikat_{22} * z_{22} + \alpha\text{-}predikat_{23} * z_{23} + \alpha\text{-}predikat_{24} * z_{24} + \\ \alpha\text{-}predikat_{25} * z_{25} + \alpha\text{-}predikat_{26} * z_{26} + \alpha\text{-}predikat_{27} * z_{27}\end{array}}{\begin{array}{c}\alpha\text{-}predikat_1 + \alpha\text{-}predikat_2 + \alpha\text{-}predikat_3 + \alpha\text{-}predikat_4 + \\ \alpha\text{-}predikat_5 + \alpha\text{-}predikat_6 + \alpha\text{-}predikat_7 + \alpha\text{-}predikat_8 + \\ \alpha\text{-}predikat_9 + \alpha\text{-}predikat_{10} + \alpha\text{-}predikat_{11} + \alpha\text{-}predikat_{12} + \\ \alpha\text{-}predikat_{13} + \alpha\text{-}predikat_{14} + \alpha\text{-}predikat_{15} + \alpha\text{-}predikat_{16} + \\ \alpha\text{-}predikat_{17} + \alpha\text{-}predikat_{18} + \alpha\text{-}predikat_{19} + \alpha\text{-}predikat_{20} + \\ \alpha\text{-}predikat_{21} + \alpha\text{-}predikat_{22} + \alpha\text{-}predikat_{23} + \alpha\text{-}predikat_{24} + \\ \alpha\text{-}predikat_{25} + \alpha\text{-}predikat_{26} + \alpha\text{-}predikat_{27}\end{array}}$$

$$= \frac{\begin{array}{c}0*3+0*2+0*1+0*2+0*2+0*1+0*1+0*1+0*1+0{,}6665*2+0*2+0*1+ \\ 0*2+0*2+0*1+0*1+0*1+0*1+0{,}0111*1+0*1+0*1+0*1+0*1+0*1+ \\ 0*1+0*1+0*1\end{array}}{\begin{array}{c}0+0+0+0+0+0+0+0+0+0{,}6665+0+0+0+0+0+0+0+0+0{,}0111+0+ \\ 0+0+0+0+0+0+0\end{array}}$$

$$= \frac{\begin{array}{c}0+0+0+0+0+0+0+0+0+1{,}333+0+0+0+0+0+0+0+0+0{,}0111+0+ \\ 0+0+0+0+0+0+0\end{array}}{\begin{array}{c}0+0+0+0+0+0+0+0+0+0{,}6665+0+0+0+0+0+0+0+0+0{,}0111+0+ \\ 0+0+0+0+0+0+0\end{array}}$$

$$= \frac{1{,}3411}{0{,}6776}$$

$$= 1{,}9792$$

Nilai $\boldsymbol{z}$ yang didapatkan selanjutnya akan dibulatkan menjadi nilai satuan, sehingga **1,9792** dibulatkan menjadi **2**. Sesuai dengan aturan

penentuan *level* yang telah dibuat, hasil pembulatan nilai ***z*** sama dengan **2** maka *level*-nya adalah **normal**.

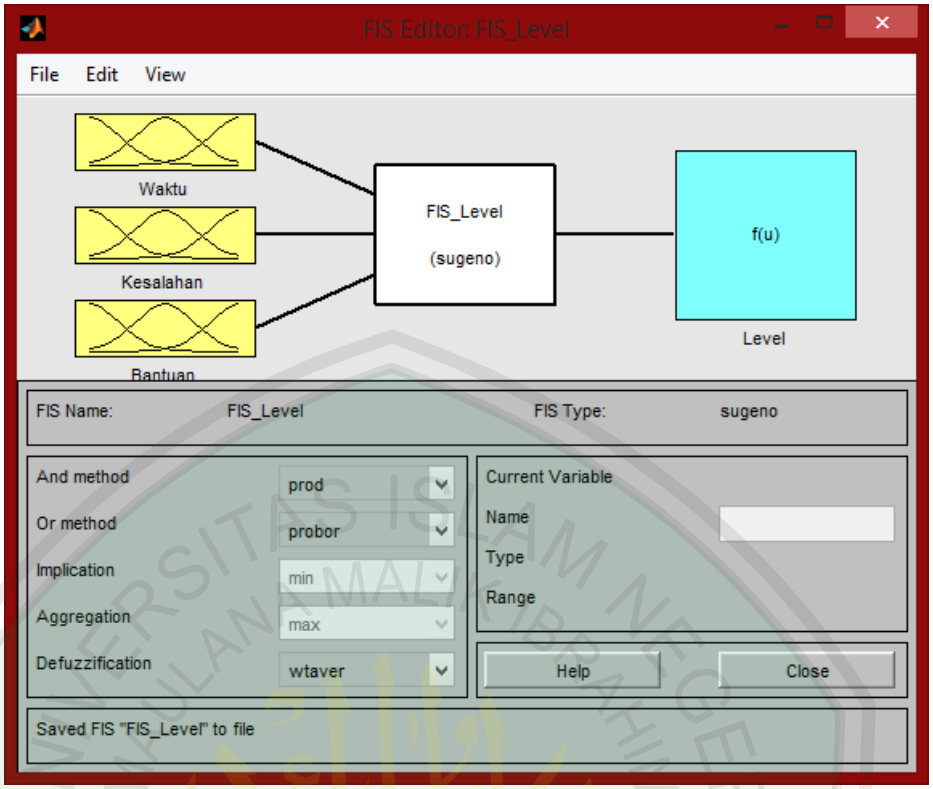
Sehingga pada contoh kasus di atas, berdasarkan statistik permainan pada *level* sulit pada *Puzzle 1: an-Nas*, pemain akan bermain pada *level* **normal** pada ***Puzzle 2: al-Falaq***.

Selain berdasarkan contoh kasus di atas, uji coba juga dilakukan dengan beberapa variasi *input*-an yang berbeda. Uji coba dilakukan dengan studi kasus *Puzzle 1: an-Nas*.

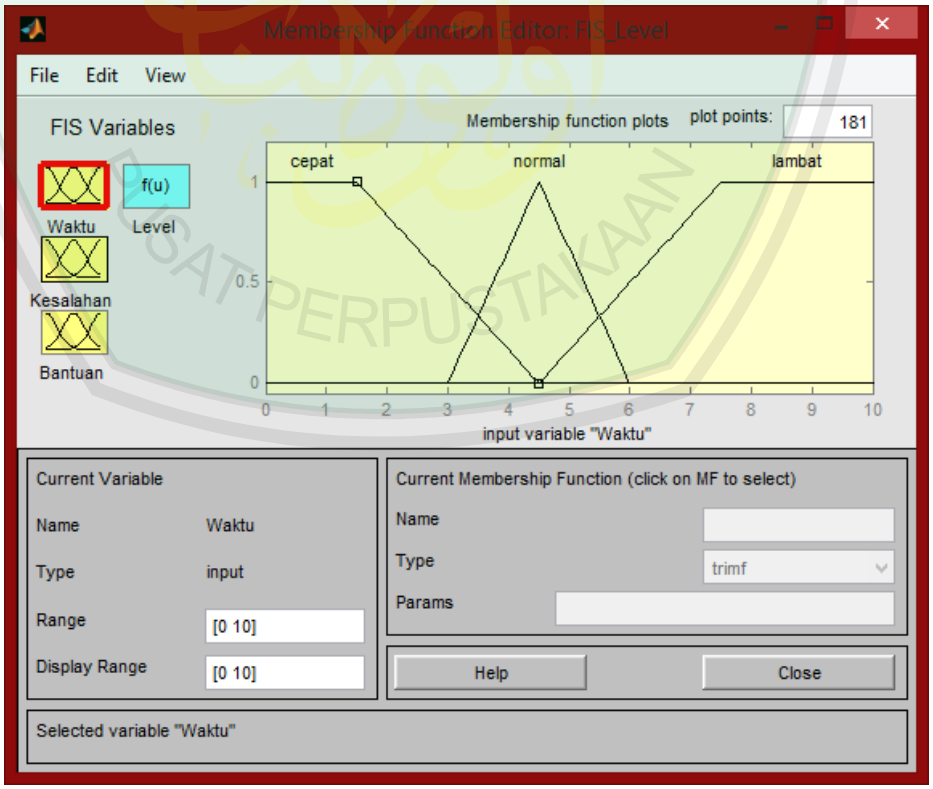
NO.	BLOK KOSONG	TOTAL WAKTU (DETIK)	PERGERAKAN SALAH (KALI)	PENGGUNAAN BANTUAN	FIS SUGENO					*LEVEL*
					$\bar{a}$	p_b	p_c	z		
1	15	68	0	1	4,5333	0,0000	0,0667	1,9792	2	NORMAL
2	15	46	0	0	3,0667	0,0000	0,0000	2,9149	3	SULIT
3	15	59	2	0	3.9333	0,1176	0,0000	2,1981	2	NORMAL
4	15	51	1	1	3,4000	0,0625	0,0667	2,5789	3	SULIT
5	15	48	0	3	3,2000	0,0000	0,2000	2,0000	2	NORMAL
6	15	63	0	0	4,2000	0,0000	0,0000	2,1111	2	NORMAL
7	15	40	0	0	2,6667	0,0000	0,0000	3,0000	3	SULIT
8	15	77	6	0	5,1333	0,2857	0,0000	1,1544	1	MUDAH
9	15	60	1	1	4,0000	0,0625	0,0625	2,2000	2	NORMAL
10	15	90	0	2	6,0000	0,0000	0,1333	1,0000	1	MUDAH

Tabel 3.9.1. Hasil Uji Coba Penerapan *Fuzzy Sugeno*

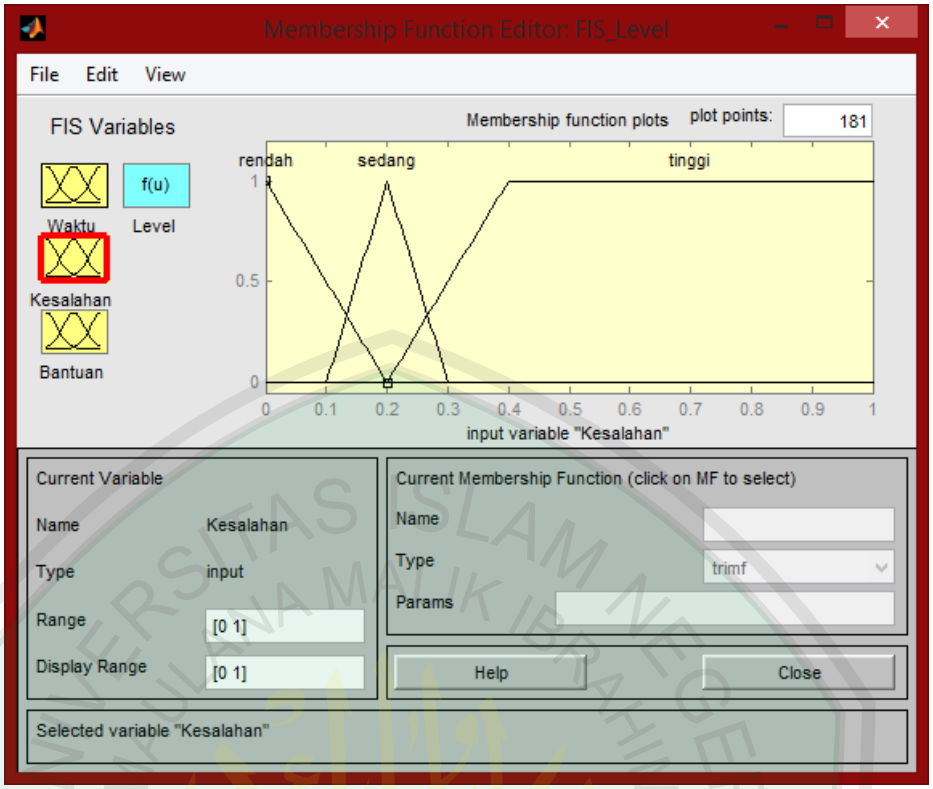
Uji coba juga dilakukan dengan menggunakan aplikasi Matlab. Pada aplikasi Matlab terdapat *Fuzzy Logic Tool* yang bisa digunakan untuk simulasi penerapan *Fuzzy Sugeno* ini.



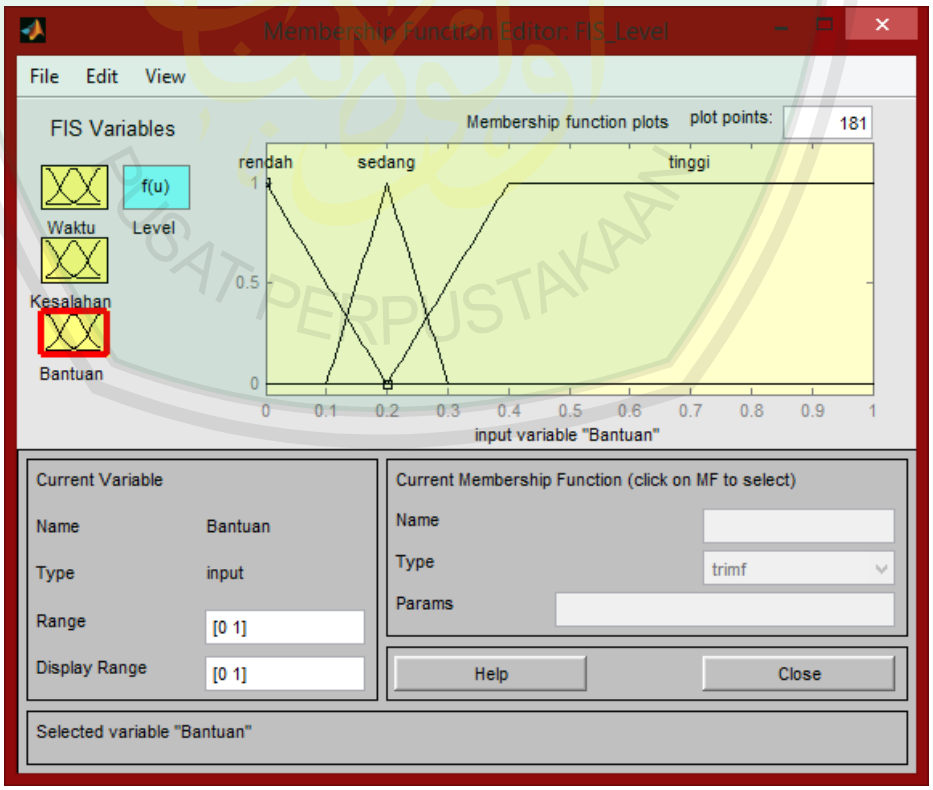
Gambar 3.9.1. Matlab: Diagram *Fuzzy Sugeno*



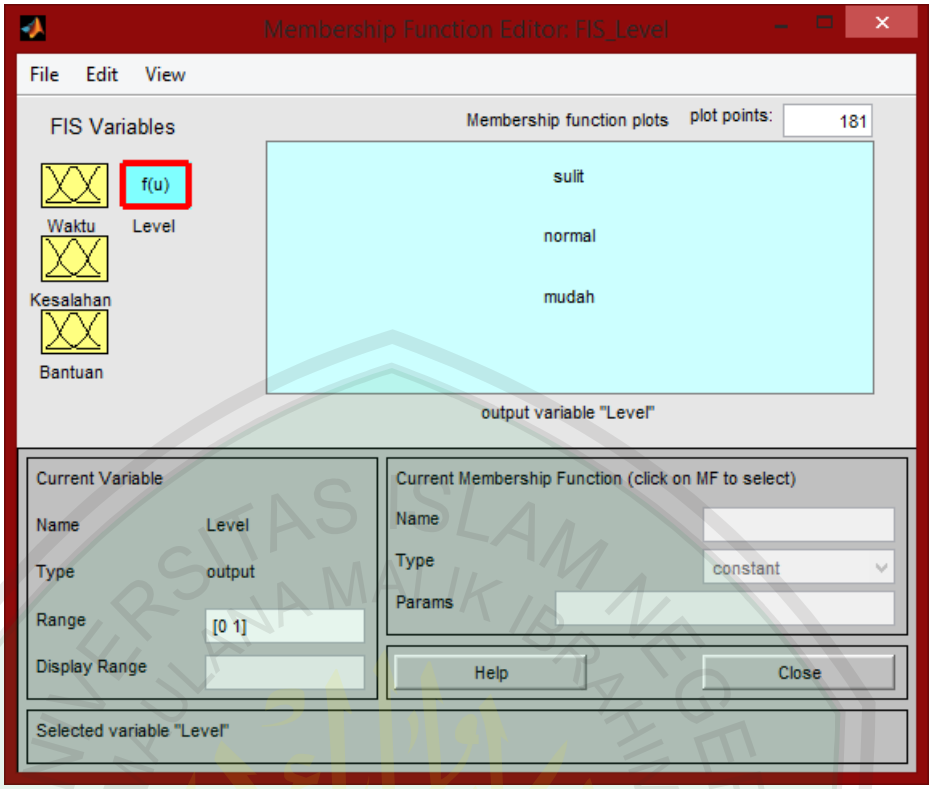
Gambar 3.9.2. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Waktu



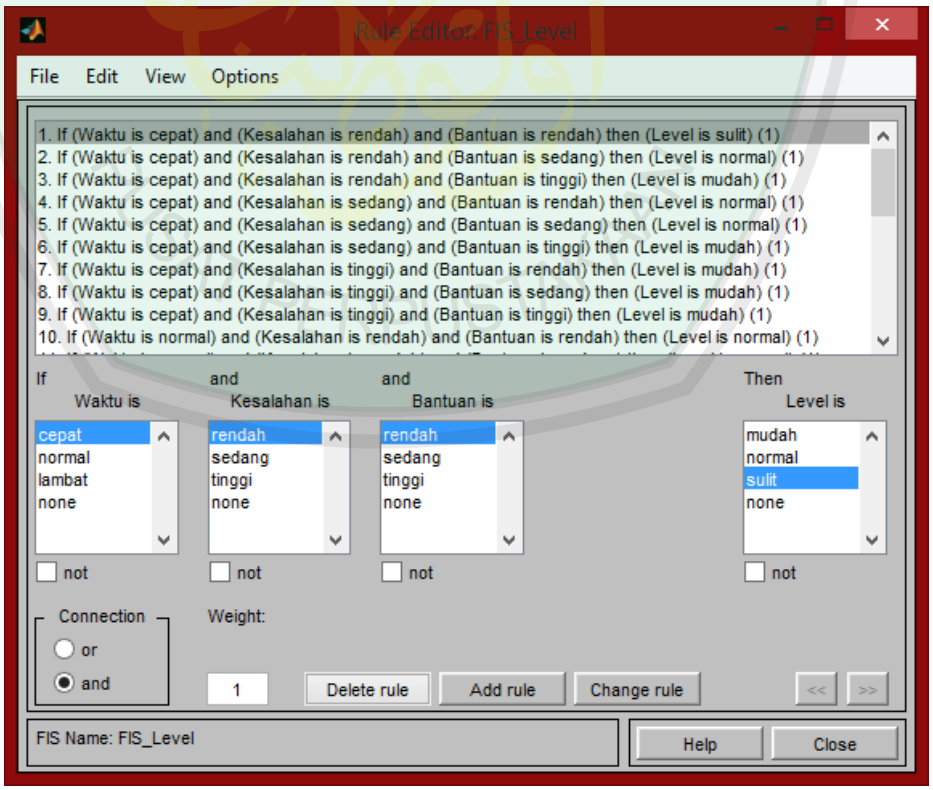
Gambar 3.9.3. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Kesalahan



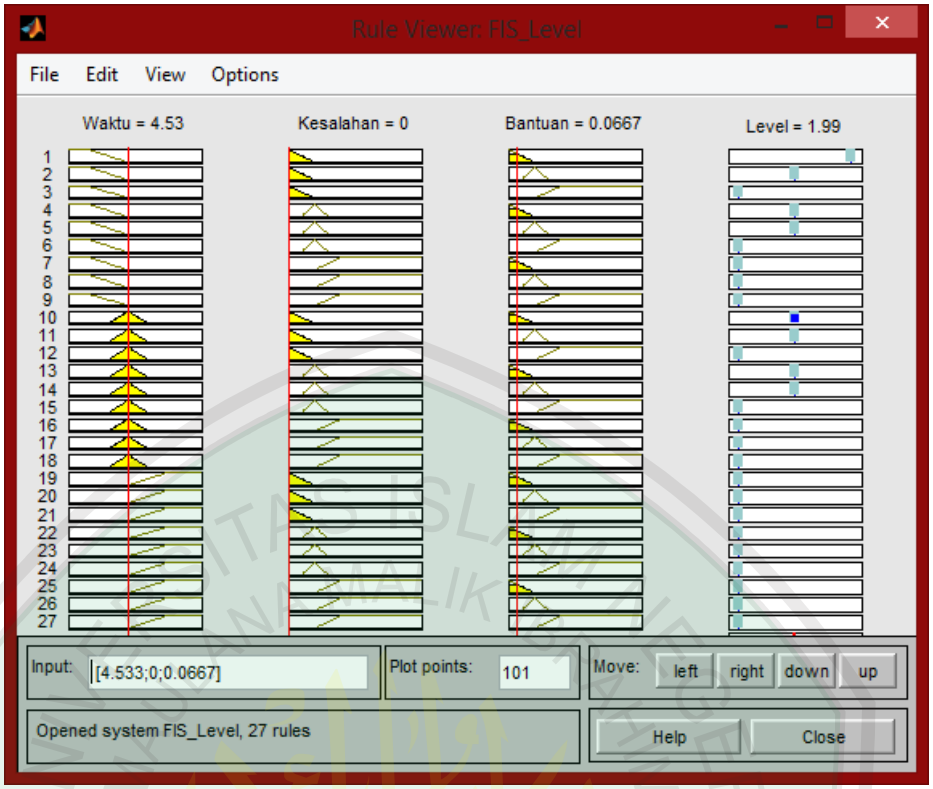
Gambar 3.9.4. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Bantuan



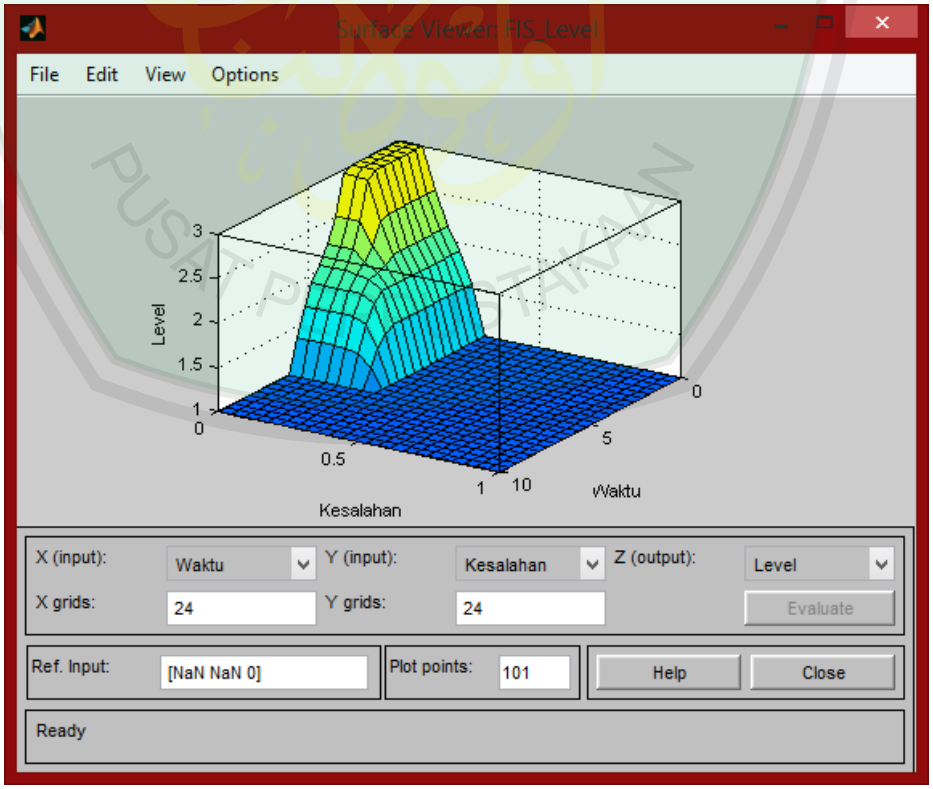
Gambar 3.9.5. Matlab: Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Level*



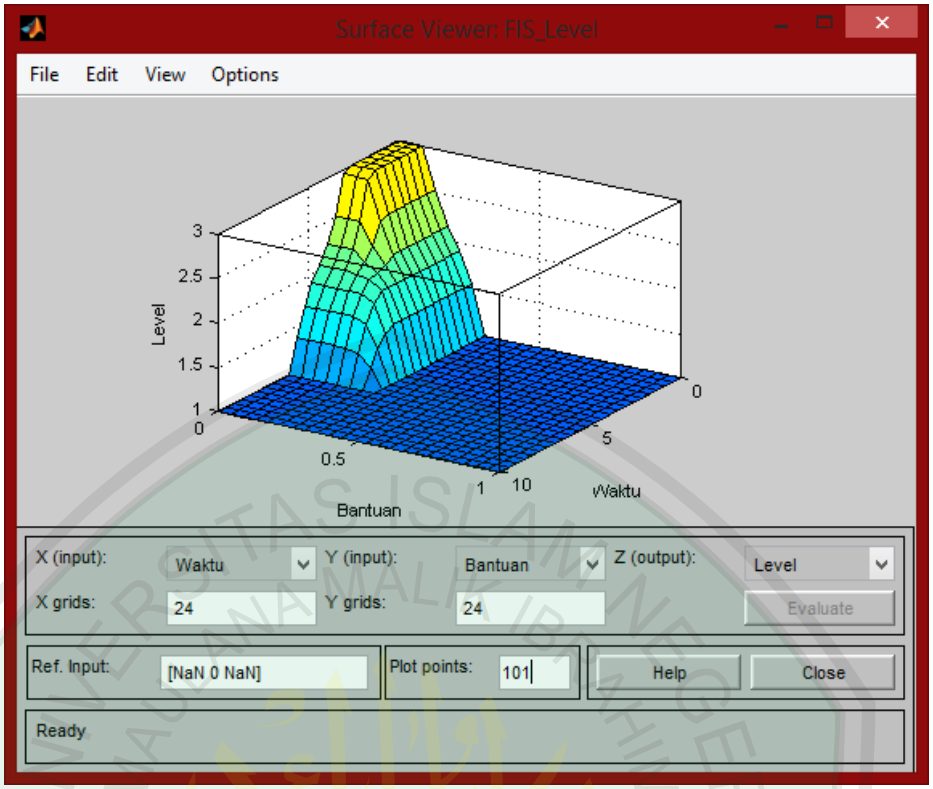
Gambar 3.9.6. Matlab: Komposisi Aturan



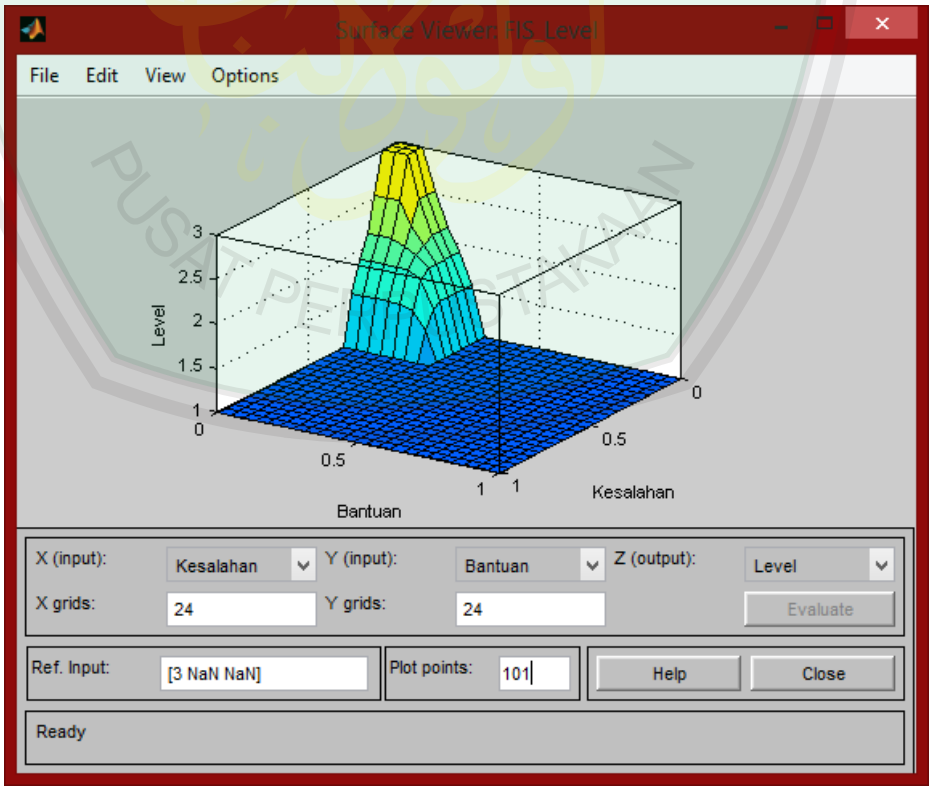
Gambar 3.9.7. Matlab: Hasil Uji Coba ($\bar{a}$=4.533; p_b=0; p_c=0.0667)



Gambar 3.9.8. Matlab: Grafik Permukaan ($\bar{a}$=NaN; p_b=NaN; p_c=0)



Gambar 3.9.9. Matlab: Grafik Permukaan ($\bar{a}$=NaN; p_b=0; p_c=NaN)



Gambar 3.9.10. Matlab: Grafik Permukaan ($\bar{a}$=3; p_b=NaN; p_c=NaN)

3.10. Perancangan Tampilan Antarmuka Permainan

Pada saat pemain memainkan permainan *Q-Puzzle* ini, pemain akan berinteraksi langsung dengan antarmuka permainan. Tampilan antarmuka permainan yang sesuai akan menambah minat pemain untuk memainkan permainan ini. Tampilan antarmuka dirancang sebagus mungkin agar menarik dan menyenangkan saat dimainkan.

3.10.1. Perancangan Ikon

Ikon *Q-Puzzle* dirancang berbentuk seperti rangkaian potongan *puzzle* yang membentuk huruf "Q". Huruf "Q" sendiri merupakan representasi dari nama permainan ini, yaitu *Q-Puzzle*.

Gambar 3.10.1. Rancangan Ikon *Q-Puzzle*

3.10.2. Perancangan Tampilan Menu Utama

Bagian Menu Utama merupakan bagian yang pertama kali akan dijumpai oleh pemain saat memulai permainan ini. Pada bagian Menu Utama akan disediakan 4 pilihan menu, yaitu: "Main", "Pengaturan", "Papan Nilai", dan "Keluar". Berikut fungsi dari masing-masing menu:

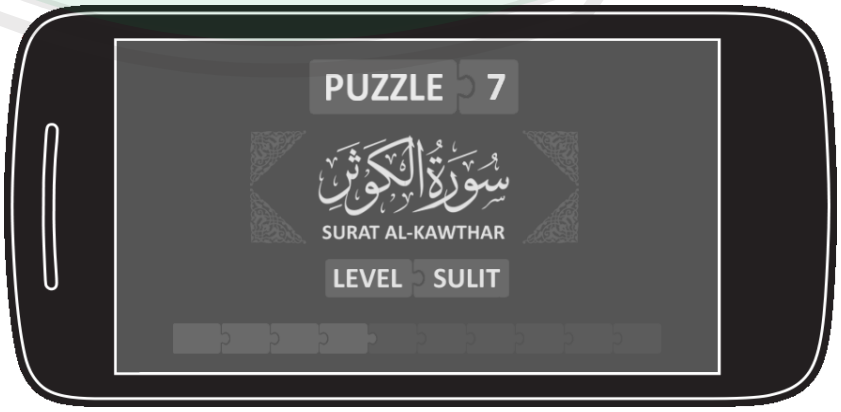
1. "Main", berfungsi untuk memulai permainan.
2. "Pengaturan", berfungsi untuk menuju ke bagian Pengaturan dari permainan *Q-Puzzle*.

3. “Papan Nilai”, berfungsi untuk menuju bagian Papan Nilai (Scoreboard).
4. “Keluar”, berfungsi untuk keluar dari permainan.

Gambar 3.10.2. Rancangan Tampilan Menu Utama

3.10.3. Perancangan Tampilan *Loading Screen*

Ketika pemain akan memainkan sebuah *puzzle*, maka akan ditampilkan *Loading Screen* terlebih dahulu. Pada bagian *Loading Screen* ini akan ditampilkan informasi tentang *puzzle* nomor berapa yang akan dimainkan, surat apa yang akan dijadikan *puzzle*, dan *level* apa yang akan dimainkan.



Gambar 3.10.3. Rancangan Tampilan *Loading Screen*

3.10.4. Perancangan Tampilan Papan Permainan (*Puzzleboard*)

Pada bagian Papan Permainan (*Puzzleboard*), akan ditampilkan rangkaian *puzzle* yang harus diselesaikan. Selain itu juga akan ditampilkan informasi terkait waktu dan nilai. Pada bagian ini juga terdapat menu "Bantuan" dan "Pengaturan".

Gambar 3.10.4. Rancangan Tampilan Papan Permainan (*Puzzleboard*)

3.10.5. Perancangan Tampilan Nilai Permainan (*Score*)

Pada bagian Nilai Permainan, akan ditampilkan informasi terkait nilai dan statistik permainan. Selain itu juga akan ditampilkan informasi tentang *puzzle* selanjutnya yang harus dimainkan.

Gambar 3.10.5. Rancangan Tampilan Nilai Permainan (*Score*)

3.10.6. Perancangan Tampilan Papan Nilai (*Scoreboard*)

Pada bagian Papan Nilai (*Scoreboard*) akan ditampilkan total nilai dan total waktu penyelesaian permainan dari para pemain yang diurutkan dari total nilai tertinggi ke total nilai terendah. Apabila total nilainya sama, maka akan diurutkan dari total waktu tercepat ke total waktu terlambat.

Gambar 3.10.6. Rancangan Tampilan Papan Nilai (*Scoreboard*)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Permainan

Pada saat pemain menjalankan permainan *Q-Puzzle*, maka bagian yang muncul pertama kali adalah bagian Menu Utama. Pada bagian Menu Utama, pemain diberikan 4 pilihan menu, yaitu “Main”, “Pengaturan”, “Papan Nilai”, dan “Keluar”. Berikut fungsi dari masing-masing menu:

1. “Main”, berfungsi untuk memulai permainan.
2. “Pengaturan”, berfungsi untuk menuju ke bagian Pengaturan dari permainan *Q-Puzzle*.
3. “Papan Nilai”, berfungsi untuk menuju bagian Papan Nilai (*Scoreboard*).
4. “Keluar”, berfungsi untuk keluar dari permainan.

Gambar 4.1.1. Tampilan Bagian Menu Utama

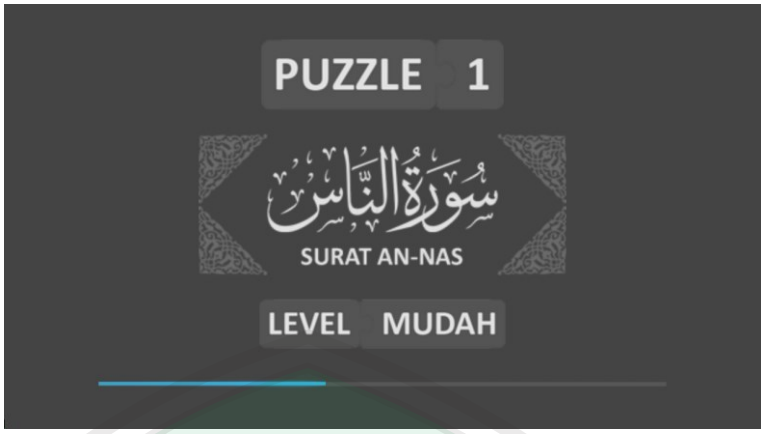
Gambar 4.1.2. Tombol Menu Main

Gambar 4.1.3. Tombol Menu Pengaturan

Gambar 4.1.4. Tombol Menu Papan Nilai (*Scoreboard*)

Gambar 4.1.5. Tombol Menu Keluar

Ketika pemain memilih menu "Main", maka pemain akan dibawa menuju bagian Papan Permainan *Puzzle* (*Puzzleboard*), tetapi sebelumnya akan ditampilkan bagian *Loading Screen* yang menampilkan informasi tentang *puzzle* ke berapa yang akan dimainkan, surat apa yang akan dijadikan *puzzle*, dan *level* apa yang akan dihadapi pemain pada *puzzle* tersebut.



Gambar 4.1.6. Tampilan Bagian *Loading Screen*

Papa bagian Papan Permainan *Puzzle* (*Puzzleboard*), pemain akan dihadapkan dengan *puzzle* surat yang harus diselesaikan oleh pemain. Untuk menyelesaikan *puzzle*, pemain tinggal memilih blok kosong mana yang akan selesaikan dan selanjutnya memilih potongan *puzzle* yang yang sesuai yang telah disediakan di bagian bawah. Pada saat *Puzzleboard* ditampilkan, maka waktu akan otomatis berjalan, sehingga pemain harus segera menyelesaikan *puzzle*. Semakin cepat waktu yang didapat untuk menyelesaikan permainan maka akan semakin baik. Waktu ditampilkan di pojok kanan atas *Puzzleboard*.

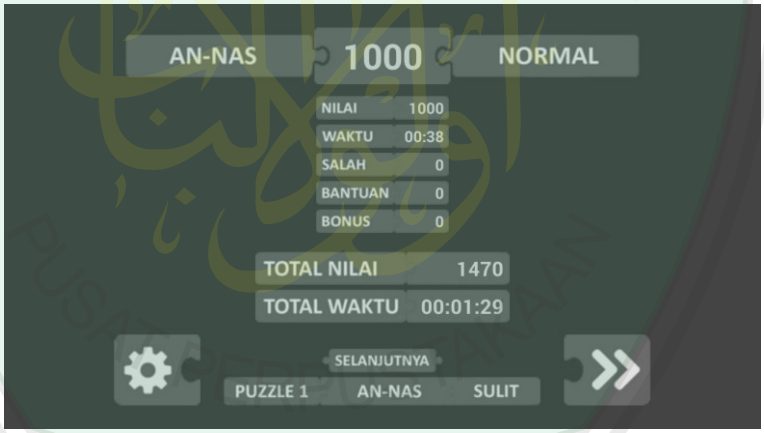
Ketika pemain memilih potongan *puzzle* yang sesuai, maka pemain mendapatkan tambahan nilai sebesar 100 dan pemain bisa melanjutkan untuk memilih blok kosong selanjutnya yang akan diselesaikan. Akan tetapi, ketika pemain memilih potongan *puzzle* yang tidak sesuai, maka pemain menerima pengurangan nilai sebesar 10 dan pemain bisa memilih potongan *puzzle* selanjutnya atau pemain juga bisa untuk mencoba untuk menyelesaikan blok kosong yang lain dahulu. Nilai ditampilkan di pojok kiri atas *Puzzleboard*.

Apabila pemain merasa kesulitan dalam menyelesaikan *puzzle*, pemain bisa menggunakan fitur bantuan yang disediakan. Untuk menggunakan bantuan, pemain tinggal memilih blok kosong yang akan diselesaikan dan selanjutnya memilih tombol "Bantuan" yang yang ada di pojok kiri bawah. Jumlah bantuan yang disediakan tidak terbatas dan bisa digunakan sewaktu-waktu. Ketika tombol "Bantuan" dipilih, maka blok kosong yang telah dipilih akan secara otomatis diganti dengan potongan *puzzle* yang sesuai. Akan tetapi, ketika pemain menggunakan bantuan, pemain tidak mendapatkan tambahan nilai.

Gambar 4.1.7. Tampilan Bagian Papan Permainan *Puzzle* (*Puzzleboard*)

Ketika pemain sudah menyelesaikan *puzzle* surat yang artinya semua blok kosong yang ada sudah dipasangkan dengan potongan *puzzle* yang sesuai, maka selanjutnya ditampilkan bagian Nilai Permainan. Pada bagian Nilai Permainan ditampilkan informasi terkait nilai, statistik pemain dalam menyelesaikan sebuah *puzzle* surat, dan juga *puzzle* selanjutnya yang harus diselesaikan oleh pemain.

Informasi nilai yang ditampilkan meliputi nilai dari *puzzle* yang baru saja diselesaikan, bonus nilai, dan juga total nilai dari *puzzle-puzzle* yang telah diselesaikan. Sedangkan untuk informasi statistik yang ditampilkan meliputi waktu penyelesaian *puzzle*, jumlah kesalahan yang dilakukan, jumlah bantuan yang digunakan, dan total waktu yang telah digunakan pemain dalam menyelesaikan *puzzle-puzzle* yang telah diselesaikan. Selain itu, ditampilkan juga informasi tentang *puzzle* ke berapa yang akan dimainkan selanjutnya, surat apa yang akan dijadikan *puzzle* pada *puzzle* selanjutnya, dan *level* apa yang akan dihadapi pemain pada *puzzle* selanjutnya. Selanjutnya pemain tinggal memilih tombol "Selanjutnya" untuk melanjutkan menyelesaikan *puzzle* yang selanjutnya.



Gambar 4.1.8. Tampilan Bagian Nilai Permainan

Gambar 4.1.9. Tampilan Tombol Selanjutnya

4.2. Implementasi *Fuzzy Sugeno*

Dalam permainan *Q-Puzzle*, *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan *level* permainan yang akan dimainkan pada *puzzle* yang selanjutnya. *Fuzzy Sugeno* hanya diimplementasikan pada *level* sulit saja pada setiap *puzzle*. Statistik pemain pada *level* sulit menentukan di *level* mana pemain akan memulai permainan pada *puzzle* selanjutnya. Setatistik yang dimaksud adalah waktu penyelesaian *puzzle,* banyaknya kesalahan yang dilakukan, dan banyaknya bantuan yang digunakan.

Variabel (input) yang digunakan sebagai penentu *level* (output) pada *puzzle* selanjutnya ada 3, yaitu:

1. Rata-rata waktu penyelesaian per-blok (Waktu);
2. Proporsi kesalahan penempatan blok (Kesalahan);
3. Proporsi penggunaan bantuan (Bantuan).

Proses penggunaan *Fuzzy Sugeno* dimulai dengan mencari derajat keanggotaan variabel Waktu terhadap himpunan *fuzzy* variabel Waktu yang telah dirancang sebelumnya. Himpunan *fuzzy* pada variabel Waktu adalah himpunan Cepat, himpunan Normal, dan himpunan Lambat.

```
public double getWaktuCepat(double waktu) {
    a = waktu;
    if(a<=1.5) {
        waktuCepat = 1;
    }
    else if(a>1.5 && a<4.5) {
```

```
        waktuCepat = (4.5-a)/(4.5-1.5);
    }
    else if(a>=4.5) {
        waktuCepat = 0;
    }
    return waktuCepat;
}
public double getWaktuNormal(double waktu) {
    a = waktu;
    if(a<=3 || a>=6) {
        waktuNormal = 0;
    }
    else if(a>3 && a<=4.5) {
        waktuNormal = (a-3)/(4.5-3);
    }
    else if(a>4.5 && a<6) {
        waktuNormal = (6-a)/(6-4.5);
    }
    return waktuNormal;
}
public double getWaktuLambat(double waktu) {
    a = waktu;
    if(a<=4.5) {
        waktuLambat = 0;
    }
    else if(a>4.5 && a<7.5) {
            waktuLambat = (a-4.5)/(7.5-4.5);
    }
    else if(a>=7.5) {
        waktuLambat = 1;
    }
    return waktuLambat;
}
```

***Source Code* 4.2.1. Derajat Keanggotaan Variabel Waktu**

Selanjutnya mencari derajat keanggotaan variabel Kesalahan terhadap himpunan *fuzzy* variabel Kesalahan yang telah dirancang sebelumnya. Himpunan *fuzzy* pada variabel Kesalahan adalah himpunan Rendah, himpunan Sedang, dan himpunan Tinggi.

```
public double getKesalahanRendah(double kesalahan) {
    b = kesalahan;
    if(b>=0 && b<0.2) {
        kesalahanRendah = (0.2-b)/(0.2-0);
    }
    else if(b>=0.2) {
        kesalahanRendah = 0;
    }
    return kesalahanRendah;
}
public double getKesalahanSedang(double kesalahan) {
    b = kesalahan;
    if(b<=0.1 || b>=0.3) {
        kesalahanSedang = 0;
    }
    else if(b>0.1 && b<=0.2) {
        kesalahanSedang = (b-0.1)/(0.2-0.1);
    }
    else if(b>0.2 && b<0.3) {
        kesalahanSedang = (0.3-b)/(0.3-0.2);
    }
    return kesalahanSedang;
}
public double getKesalahanTinggi(double kesalahan) {
    b = kesalahan;
    if(b<=0.2) {
        kesalahanTinggi = 0;
    }
```

```
    else if(b>0.2 && b<0.4) {
        kesalahanTinggi = (b-0.2)/(0.4-0.2);
    }
    else if(b>=0.4) {
        kesalahanTinggi = 1;
    }
    return kesalahanTinggi;
}
```

***Source Code* 4.2.2. Derajat Keanggotaan Variabel Kesalahan**

Selanjutnya mencari derajat keanggotaan variabel Bantuan terhadap himpunan *fuzzy* variabel Bantuan yang telah dirancang sebelumnya. Himpunan *fuzzy* pada variabel Bantuan adalah himpunan Rendah, himpunan Sedang, dan himpunan Tinggi.

```
public double getBantuanRendah(double bantuan) {

    c = bantuan;

    if(c>=0 && c<0.2) {

        bantuanRendah = (0.2-c)/(0.2-0);
    }
    else if(c>=0.2) {

        bantuanRendah = 0;
    }

    return bantuanRendah;
}
```

```
public double getBantuanSedang(double bantuan) {
    c = bantuan;
    if(c<=0.1 || c>=0.3) {
        bantuanSedang = 0;
    }
    else if(c>0.1 && c<=0.2) {
        bantuanSedang = (c-0.1)/(0.2-0.1);
    }
    else if(c>0.2 && c<0.3) {
        bantuanSedang = (0.3-c)/(0.3-0.2);
    }
    return bantuanSedang;
}

public double getBantuanTinggi(double bantuan) {
    c = bantuan;
    if(c<=0.2) {
        bantuanTinggi = 0;
    }
    else if(c>0.2 && c<0.4) {
        bantuanTinggi = (c-0.2)/(0.4-0.2);
    }
    else if(c>=0.4) {
        bantuanTinggi = 1;
    }
    return bantuanTinggi;
}
```

***Source Code* 4.2.3. Derajat Keanggotaan Variabel Bantuan**

Setelah derajat keanggotaan ketiga variabel telah didapatkan, selanjutnya adalah mencari nilai $\boldsymbol{\alpha}$-***predikat*** dari setiap aturan yang telah dirancang sebelumnya dengan cara menerapkan fungsi implikasi min pada

setiap aturan. Setelah itu dilakukan proses *defuzzy* untuk mendapatkan nilai ***z***. Nilai ***z*** yang didapatkan selanjutnya dibulatkan untuk menentukan *level*, dimana 1 untul *level* mudah, 2 untuk *level* normal, dan 3 untuk *level* sulit.

```
public int getLevel(double waktu, double kesalahan,
double bantuan) {
    this.waktu = waktu;
    this.kesalahan = kesalahan;
    this.bantuan = bantuan;
    waktuCepat = getWaktuCepat(this.waktu);
    waktuNormal = getWaktuNormal(this.waktu);
    waktuLambat = getWaktuLambat(this.waktu);
    kesalahanRendah =
getKesalahanRendah(this.kesalahan);
    kesalahanSedang =
getKesalahanSedang(this.kesalahan);
    kesalahanTinggi =
getKesalahanTinggi(this.kesalahan);
    bantuanRendah = getBantuanRendah(this.bantuan);
    bantuanSedang = getBantuanSedang(this.bantuan);
    bantuanTinggi = getBantuanTinggi(this.bantuan);
    r1 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanRendah));
    z1 = 3;
    r2 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanSedang));
    z2 = 2;
    r3 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanTinggi));
    z3 = 1;
    r4 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanRendah));
    z4 = 2;
```

```
    r5 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanSedang));
    z5 = 2;
    r6 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanTinggi));
    z6 = 1;
    r7 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanRendah));
    z7 = 1;
    r8 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanSedang));
    z8 = 1;
    r9 = Math.min(waktuCepat,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanTinggi));
    z9 = 1;
    r10 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanRendah));
    z10 = 2;
    r11 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanSedang));
    z11 = 2;
    r12 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanTinggi));
    z12 = 1;
    r13 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanRendah));
    z13 = 2;
    r14 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanSedang));
    z14 = 2;
    r15 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanTinggi));
    z15 = 1;
```

```
    r16 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanRendah));
    z16 = 1;
    r17 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanSedang));
    z17 = 1;
    r18 = Math.min(waktuNormal,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanTinggi));
    z18 = 1;
    r19 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanRendah));
    z19 = 1;
    r20 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanSedang));
    z20 = 1;
    r21 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanRendah, bantuanTinggi));
    z21 = 1;
    r22 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanRendah));
    z22 = 1;
    r23 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanSedang));
    z23 = 1;
    r24 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanSedang, bantuanTinggi));
    z24 = 1;
    r25 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanRendah));
    z25 = 1;
    r26 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanSedang));
    z26 = 1;
```

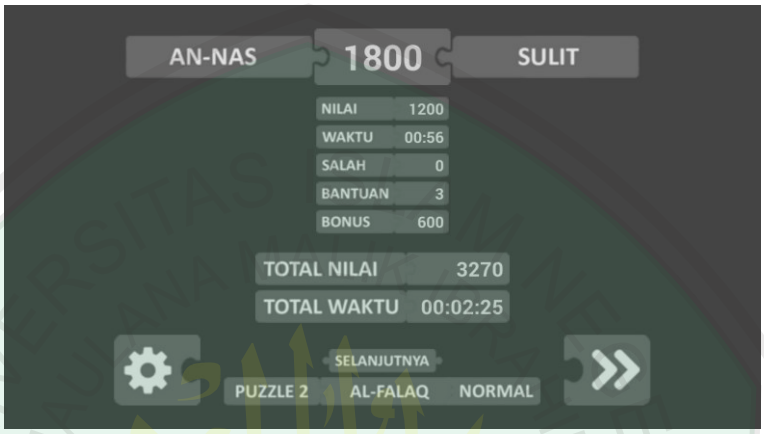
```
    r27 = Math.min(waktuLambat,
Math.min(kesalahanTinggi, bantuanTinggi));
    z27 = 1;
    rizi =
(r1*z1)+(r2*z2)+(r3*z3)+(r4*z4)+(r5*z5)+(r6*z6)+(r7*
z7)+(r8*z8)+(r9*z9)+(r10*z10)+
(r11*z11)+(r12*z12)+(r13*z13)+(r14*z14)+(r15*z15)+(r
16*z16)+(r17*z17)+(r18*z18)+(r19*z19)+(r20*z20)+
(r21*z21)+(r22*z22)+(r23*z23)+(r24*z24)+(r25*z25)+(r
26*z26)+(r27*z27);
    ri =
r1+r2+r3+r4+r5+r6+r7+r8+r9+r10+r11+r12+r13+r14+r15+r
16+r17+r18+r19+r20+r21+r22+r23+r24+r25+r26+r27;
    z = rizi/ri;
    this.level = (int) Math.round(z);
    return this.level;
}
```

Source Code* 4.2.4. Penerapan Fungsi Implikasi Min dan Proses *Defuzzy

4.3. Pengujian Implementasi *Fuzzy Sugeno*

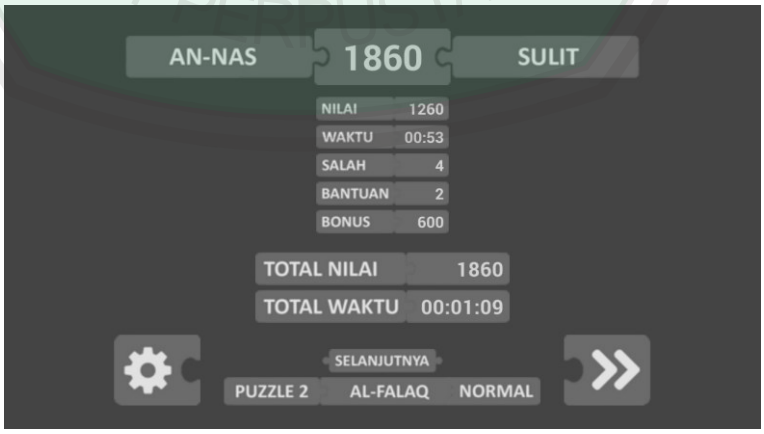
Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana *Fuzzy Sugeno* berhasil diimplementasikan untuk menentukan *level* permainan pada *puzzle* selanjutnya. Pengujian dilakukan pada *Puzzle 1: Surat an-Nas level* sulit. Pengujian dilakukan beberapa kali dengan statistik yang berbeda-beda. Dari statistik tersebut didapat variabel masukan yang digunakan pada proses *Fuzzy Sugeno*. Statistik tersebut akan menentukan di *level* mana pemain akan memulai permainan pada *puzzle* selanjutnya (*Puzzle 2: Surat al-Falaq*).

Pada pengujian yang pertama, dengan waktu = 56 detik, salah = 0, dan bantuan = 3, *level* yang didapatkan adalah normal. Sehingga pemain akan memulai *puzzle* selanjutnya langsung pada *level* normal tanpa menyelesaikan *level* mudah terlebih dahulu.



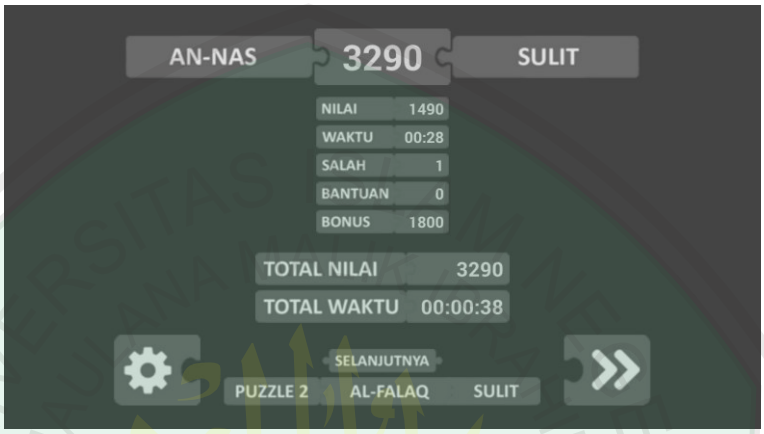
Gambar 4.3.1. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 1

Pada pengujian yang kedua, dengan waktu = 53 detik, salah = 4, dan bantuan = 2, *level* yang didapatkan adalah normal. Sehingga pemain akan memulai *puzzle* selanjutnya langsung pada *level* normal tanpa menyelesaikan *level* mudah terlebih dahulu.



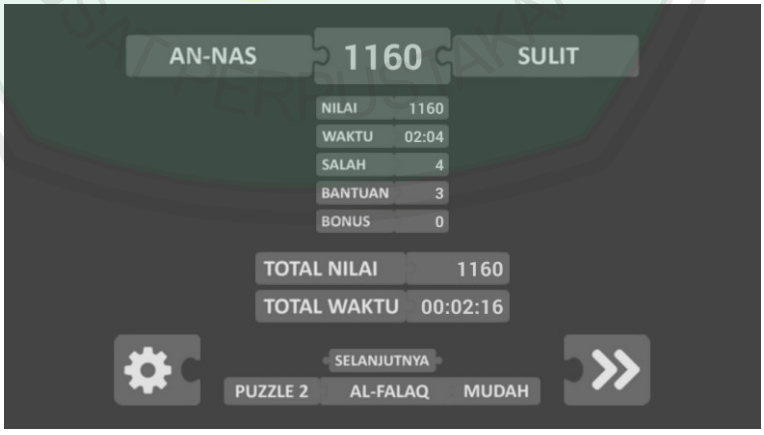
Gambar 4.3.2. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 2

Pada pengujian yang ketiga, dengan waktu = 28 detik, salah = 1, dan bantuan = 0, *level* yang didapatkan adalah sulit. Sehingga pemain akan memulai *puzzle* selanjutnya langsung pada *level* sulit tanpa menyelesaikan *level* mudah dan normal terlebih dahulu.



Gambar 4.3.3. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 3

Pada pengujian yang keempat, dengan waktu = 2 menit 4 detik, salah = 4, dan bantuan = 3, *level* yang didapatkan adalah mudah. Sehingga pemain akan memulai *puzzle* selanjutnya pada *level* mudah.



Gambar 4.3.4. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy* Sugeno 4

NO.	*PUZZLE*		WAKTU	SALAH (KALI)	BANTUAN (KALI)	*LEVEL PUZZLE* SELANJUTNYA
	NAMA	*LEVEL*				
1.	*Puzzle 1: an-Nas*	Sulit	56 detik	0	3	Normal
2.	*Puzzle 1: an-Nas*	Sulit	53 detik	4	2	Normal
3.	*Puzzle 1: an-Nas*	Sulit	28 detik	1	0	Sulit
4.	*Puzzle 1: an-Nas*	Sulit	2 menit 4 detik	4	3	Mudah

Tabel 4.3.1. Hasil Pengujian Implementasi *Fuzzy Sugeno*

4.4. Integrasi Permainan *Q-Puzzle* dengan Islam

Keberadaan al-Qur'an sangatlah penting bagi umat Islam. Di dalam al-Qur'an terdapat petunjuk yang sangat berguna bagi umat Islam untuk menjadi pedoman dalam menjalani kehidupan ini. Sebagaimana firman Allah SWT. dalam surat al-Baqarah ayat 1-2:

الٓمٓ ۝١ ذَٰلِكَ ٱلۡكِتَٰبُ لَا رَيۡبَۛ فِيهِۛ هُدٗى لِّلۡمُتَّقِينَ ۝٢

"Alif laam miim. Kitab (al-Qur'an) ini tidak ada keraguan padanya; petunjuk bagi mereka yang bertaqwa." (Q.S. al-Baqarah [2]: 1-2)

Mengingat pentingnya al-Qur'an bagi umat islam, pembelajaran al-Qur'an menjadi hal yang mutlak untuk dilakukan. Faktanya, dalam Islam sangat dianjurkan untuk mempelajari al-Qur'an. Sebagaimana dijelaskan dalam hadits berikut:

وَعَنْ عُثْمَانَ بْنِ عَفَّانَ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: خَيْرُ كُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ. (رواه البخارى)

Dari 'Utsman bin 'Affan R.A., ia berkata: "Rasulullah SAW. bersabda: 'Orang yang paling baik di antara kalian adalah mempelajari al-Qur'an dan mengajarkannya.'" (H.R. al-Bukhari).

Permainan *Q-Puzzle* merupakan sebuah media pembelajaran al-Qur'an yang mengikuti perkembangan teknologi saat ini. Permainan ini dibangun untuk membantu pemainnya belajar al-Qur'an khususnya dalam hal menghafal al-Qur'an. Dengan adanya permainan ini, pemain bisa belajar al-Qur'an melalui media pembelajaran yang menarik dan menyenangkan.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Permainan *Q-Puzzle* hadir sebagai sebuah permainan edukatif yang bisa menjadi media pembelajaran yang menarik dan menyenangkan dalam hal pembelajaran al-Qur'an khususnya dalam hal menghafal al-Qur'an. Permainan *Q-Puzzle* dibangun dengan mengikuti perkembangan teknologi saat ini sehingga menarik minat pemain untuk dimainkan.

Dari hasil implementasi dan uji coba yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Fuzzy Sugeno* untuk menentukan *level* permainan cukup sesuai. Hal ini dibuktikan dengan hasil dari pengujian yang telah dilakukan (Tabel 4.3.1.). Pengujian yang dilakukan pada *Puzzle 1: an-Nas level* sulit menunjukan bahwa jika statistik pemain dalam menyelesaikan *puzzle* tergolong bagus (waktu: 28 detik, salah: 1 kali, bantuan: 0 kali), maka *level* yang didapatkan adalah sulit. Akan tetapi jika statistik pemain dalam menyelesaikan *puzzle* tergolong tidak bagus (waktu: 2 menit 4 detik, salah: 4 kali, bantuan: 3 kali), maka *level* yang didapatkan adalah mudah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan *Fuzzy Sugeno* ini dapat menentukan *level* permainan sesuai dengan statistik pemain dalam menyelesaikan *puzzle*. Semakin bagus statistik pemain dalam menyelesaikan *puzzle*, maka semakin tinggi *level* yang didapatkan. Sebaliknya, semakin tidak bagus statistik pemain dalam menyelesaikan *puzzle*, maka *level* yang didapatkan semakin rendah.

5.2. Saran

Permainan *Q-Puzzle* ini belum sepenuhnya sempurna. masih perlu dilakukan pengembangan yang inovatif dan kreatif untuk menjadikan aplikasi ini lebih baik. Oleh karena itu ada beberapa saran dari penulis untuk pengembangan selanjutnya, antara lain:

1. Mengembangkan permainan ini dengan tampilan dan animasi yang lebih menarik agar lebih menyenangkan saat dimainkan.
2. Mengembangkan permainan ini pada sistem operasi yang lebih beragam.
3. Menambah konten pada permainan dengan menambahkan konten surat, audio surat, terjemahan surat, dan lain sebagainya sehingga menambah sisi edukasi pada permainan ini.
4. Mengembangkan *artificial intelligence* pada permainan ini sehingga lebih menarik untuk dimainkan.

DAFTAR PUSTAKA

al-Hilali, Syaikh Salim bin 'Ied. 2006. *Syarah Riyadhus Shalihin: Jilid III*. Terjemahan Badrussalam, Lc. dan A. Sjinqithy Djamaluddin. Jakarta: PT. Pustaka Imam Asy-Syafi'i.

Arif, Yunifa Miftachul, dkk.. 2012. *Pergantian Senjata NPC pada Game FPS Menggunakan Fuzzy Sugeno*. Seminar Nasional *Competitive Advantage* II: Vol 1, No 2 (2012). Universitas Pesantren Tinggi Darul 'Ulum Jombang.

az-Zawawi, Yahya Abdul Fattah. 2010. *Revolusi Menghafal al-Qur'an: Cepat Menghafal, Kuat Hafalan, dan Terjaga Seumur Hidup*. Terjemahan Dinta. Surakarta: Penerbit Insan Kamil.

Departemen Agama RI. 1992. *Al-Qur'an dan Terjemahannya: Edisi Lux*. Semarang: CV. Asy-Syifa'.

Dukes, Kais. *The Quranic Arabic Corpus - Word by Word Grammar, Syntax and Morphology of the Holy Quran*. 2009. http://corpus.quran.com/wordbyword.jsp diakses pada 31 Maret 2016.

Gunanto, Samuel Gandang, dkk.. 2009. *Implementasi Agen Cerdas Pengambil Keputusan Auto-Leveling Menggunakan Sistem Berbasis Aturan Logika Fuzzy pada Game RPG Pedagogik Kimia*. Seminar Nasional *Electrical, Informatics, and It's Educations* 2009.

Henry, Samuel. 2005. *Panduan Praktis Membuat Game 3D*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Ismail, Andang. 2012. *Education Games*, Cetakan ke 2. Yogyakarta: Pro-U Media.

Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Naba, Agus. 2009. *Belajar Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.

Prianto, Gunawan. 2015. *Penggunaan Metode Fuzzy Sugeno untuk Penentuan Soal Quis Berdasarkan Scoring dalam Permainan Santri Story 2*. Skripsi. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Qardhawi, Yusuf. 1997. *Sistem Masyarakat Islam dalam Al Qur'an & Sunnah (Malaamihu Al Mujtama' Al Muslim Alladzi Nasyuduh)*.Solo: Citra Islami Press.

Resiyati. 2010. *Upaya Meningkatkan Kemampuan Membaca Peta Lingkungan Setempat dengan Media Puzzle Peta pada Siswa Kelas IV SD Negeri 02 Petarukan Pemalang*. Skripsi. Dipublikasikan. Universitas Sebelas Maret. https://eprints.uns.ac.id/8627/ diakses pada 20 Mei 2016.

Salen, Katie dan Eric Zimmerman. 2004. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*.Cambridge (MA): The MIT Press.

The Noble Quran. http://quran.com/ diakses pada 31 Maret 2016.

Turmudi dan Sri Harini. 2008. *Metode Statistika: Pendekatan Teoritis dan Aplikatif*. Malang: UIN-Malang Press.

Wahyuni, Nanik dan Irena Yolanita Maureen. 2010. *Pemanfaatan Media Puzzle Metamorfosis dalam Pembelajaran Sains untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas II SDN Sawunggaling I/382 Surabaya*. Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan: Vol 1, No 2 (2010). Universitas Negeri Surabaya.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
PUSAT PERPUSTAKAAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
PUSAT PERPUSTAKAAN