

SKRIPSI

**SIMULATOR PERMAINAN FUTSAL
BERBASIS SISTEM MULTI AGEN**



Devi Apriliani Siman

NPM: 2014730025

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2018**

UNDERGRADUATE THESIS

**MULTI AGENT SYSTEM
BASED FUTSAL SIMULATOR**



Devi Apriliani Siman

NPM: 2014730025

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2018**

LEMBAR PENGESAHAN



**SIMULATOR PERMAINAN FUTSAL
BERBASIS SISTEM MULTI AGEN**

Devi Apriliani Siman

NPM: 2014730025

Bandung, 18 Juli 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. rer. nat. Cecilia Esti Nugraheni

Ketua Tim Penguji

Luciana Abednego, M.T.

Anggota Tim Penguji

Rosa De Lima, M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng



PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

SIMULATOR PERMAINAN FUTSAL BERBASIS SISTEM MULTI AGEN

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 18 Juli 2018



Devi Apriliani Siman
NPM: 2014730025

ABSTRAK

Futsal merupakan salah satu permainan atau olahraga yang populer dan sering dimainkan. Tujuan dari permainan ini ialah mencetak gol sebanyak-banyaknya ke gawang lawan, dan mencegah lawan agar tidak mencetak gol. Untuk mempermudah memahami strategi pada permainan futsal dapat digunakan simulator. Skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan simulator permainan futsal dengan konsep sistem multi agen. Sistem multi agen digunakan karena pada permainan futsal terdiri dari banyak pemain. Masing-masing pemain merepresentasikan sebuah agen yang mempunyai kendali terhadap aksi yang dilakukan.

Simulator yang dikembangkan mampu menampilkan simulasi permainan futsal berdasarkan susunan formasi dan durasi waktu yang ditetapkan. Susunan formasi yang dapat dipilih pengguna yaitu formasi 2-2 dan formasi 1-3. Untuk setiap susunan formasi, dapat dilakukan pengaturan kecerdasan agen yang berbeda-beda. Lapangan disusun atas beberapa *region*. Pada tiap *region* memiliki nilai bobot yang akan bertambah jika terdapat pemain yang berada pada *region* tersebut. Koordinasi yang terjadi sesama pemain dilakukan dengan mencari bobot nilai *region* terkecil, yang menandakan *region* tersebut merupakan *region* yang terbaik. Pembuatan perangkat lunak menggunakan kaskas Greenfoot yang menggunakan bahasa pemrograman Java. Dari hasil pengujian fungsional dapat disimpulkan bahwa simulator sudah berjalan dengan benar.

Pada skripsi ini juga telah dilakukan sejumlah eksperimen untuk mengetahui pengaruh strategi (formasi dan radius sensor) yang diambil oleh suatu tim terhadap kinerja dari tim tersebut. Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil eksperimen adalah untuk mendapatkan peluang jumlah menang yang maksimal, tergantung dari radius sensor yang dimiliki oleh agen. Semakin besar nilai radius sensor agen, maka persepsi yang dimiliki agen semakin luas.

Kata-kata kunci: sistem multi agen, futsal, pemain, formasi 2-2, formasi 1-3, radius sensor agen, *region*

ABSTRACT

Futsal is one of the most popular and often played sports or games. The game is about scoring goal as many as possible and prevent the opponent score a goal. To make it easier to understand the strategy on futsal, it can be used simulator. This thesis aims to develop a futsal game system with multi agent system concept. Multi agent system is used because the futsal game consists of many players. Each player represents an agent who has the integrity of the action taken.

The developed simulator is able to display the futsal game simulation based on the arrangement of formation and duration of time. The formations are 2-2 and 1-3. For each arrangement of formations, different agent intelligence can be performed. The field is composed of several regions. Every region has a value, the value will increase if there are players who are in the region. Coordination that occurs among players is done by finding the smallest weights of the region value, which mean the region is the best. The development of this software use Greenfoot that applied in Java programming language. From the results of functional testing can be concluded that the simulator is running well.

In this thesis has also done a number of experiments to determine the influence of strategy (formation and sensor radius) taken by a team on the performance of the team. The conclusion that can be drawn from the experimental results is to get the maximum number of winning opportunities, depending on the sensor radius of the agent. The greater the value of the agent sensor radius, then the perception of the agent more broadly.

Keywords: multi agent system, futsal, player, formation 2-2, formation 1-3, agent sensor radius, region

Skripsi ini dipersembahkan untuk diri sendiri, mama dan papa

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi atau tugas akhir yang berjudul "Simulator Permainan Futsal Berbasis Sistem Multi Agen" dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Informatika, pada Fakultas Teknologi Informasi dan Sains di Universitas Katolik Parahyangan Bandung. Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, yang selalu mendoakan dan mendukung tanpa henti, juga membangkitkan kembali semangat penulis.
2. Kakak dan adik-adik penulis, yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam kuliah dan penyusunan skripsi.
3. William Weibisono, selaku pendamping yang selalu setia menemani, memberikan dukungan, motivasi dan semangat dari saat penulis masih kuliah di tingkat awal.
4. Ibu Cecilia Esti Nugraheni, selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan bersabar untuk memberikan arahan serta masukan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
5. Ibu Luciana Abednego dan Ibu Rosa De Lima, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran pada skripsi ini.
6. Teman yang bersama-sama berjuang untuk menyelesaikan kuliah tepat waktu, yaitu Jovanka Helen dan Carissa Ulibasa juga yang selalu ada menemani saat suka maupun duka selama kuliah di UNPAR.
7. Teman-teman kuliah lainnya, yaitu Sapta Kesuma, Reza Haznam, Kevin Pratama, dan Andre yang telah memberikan ide, saran, dukungan dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi.

Akhir kata, penulis memohon maaf jika terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi seluruh pihak yang membutuhkan.

Bandung, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Futsal	5
2.1.1 Sejarah Futsal	5
2.1.2 Aturan Permainan Futsal	5
2.1.3 Lapangan Futsal	6
2.1.4 Peran dan Posisi Pemain	6
2.2 Sistem Multi Agen	7
2.2.1 Agen	7
2.2.2 Konsep Rasionalitas	8
2.2.3 Karakteristik Agen	8
2.2.4 Arsitektur Agen	9
2.2.5 Properti dari Lingkungan	11
2.2.6 Komunikasi Agen	12
2.3 Simulasi	13
2.3.1 Definisi Simulasi	13
2.3.2 Jenis-jenis Simulasi	13
2.4 Grafika 2 Dimensi	13
2.4.1 Sistem Koordinat	14
2.4.2 Transformasi	14
2.4.3 Rumus Euclidean	14
2.5 Greenfoot	15
3 ANALISIS	17
3.1 Analisis Sistem Multi Agen untuk Simulator Futsal	17
3.1.1 Analisis Arsitektur Agen	17
3.1.2 Analisis Pemodelan Lingkungan pada Permainan Futsal	17
3.1.3 Analisis Karakteristik Agen	18

3.1.4	Analisis Komunikasi Agen	19
3.1.5	Analisis Peran dan Formasi Agen	19
3.2	Analisis Simulasi	19
3.3	Deskripsi Umum Perangkat Lunak	20
3.3.1	Lapangan dan Perhitungan Bobot <i>Region</i>	20
3.3.2	Skor	21
3.4	Analisis Penggunaan Greenfoot	22
3.4.1	Sistem Koordinat dan Kamera Greenfoot	22
3.4.2	<i>World</i>	22
3.4.3	<i>Actor</i>	22
3.4.4	<i>Button</i>	22
3.4.5	<i>Method</i>	23
3.5	Diagram <i>Use Case</i>	24
3.6	Rancangan <i>State Diagram</i>	25
4	PERANCANGAN	29
4.1	Rancangan Antarmuka	29
4.2	Rancangan Perangkat Lunak	33
4.2.1	Agen	33
4.2.2	Bola	34
4.2.3	Lapangan	34
4.2.4	Gawang	35
4.2.5	World	35
4.3	Diagram Kelas	38
4.3.1	<i>World</i>	39
4.3.2	<i>Actor</i>	41
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	59
5.1	Lingkungan Implementasi Perangkat Keras	59
5.2	Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak	59
5.3	Hasil Implementasi Perangkat Lunak	59
5.3.1	Hasil Implementasi Antarmuka	59
5.4	Pengujian Fungsional	64
5.4.1	Pengujian Fungsionalitas Fitur Pengguna	65
5.4.2	Pengujian Fungsionalitas Pemain Lapangan	66
5.4.3	Pengujian Fungsionalitas Penjaga Gawang	71
5.5	Eksperimen	73
5.5.1	Eksperimen 1	74
5.5.2	Eksperimen 2	75
5.5.3	Eksperimen 3	77
5.5.4	Eksperimen 4	79
5.5.5	Kesimpulan Eksperimen	81
6	KESIMPULAN DAN SARAN	85
6.1	Kesimpulan	85
6.2	Saran	85
	DAFTAR REFERENSI	87
	A KODE PROGRAM	89

DAFTAR GAMBAR

2.1 Lapangan Futsal	6
2.2 Susunan Formasi 2-2	7
2.3 Susunan Formasi 1-3	7
2.4 Gambar Agen Berinteraksi dengan Lingkungan Melalui Sensor dan Aktuator	8
2.5 Arsitektur <i>Simple Reflex Agents</i>	9
2.6 Arsitektur <i>Model-Based Reflex Agents</i>	10
2.7 Arsitektur <i>Goal-Based Agents</i>	10
2.8 Arsitektur <i>Utility-Based Agents</i>	11
2.9 <i>Main window pada Greenfoot</i>	15
3.1 <i>Use Case Diagram</i>	24
3.2 <i>State Diagram</i> Pemain Lapangan	26
3.3 <i>State Diagram</i> Penjaga Gawang	27
4.1 Rancangan Tampilan Awal	29
4.2 Rancangan Tampilan ketika Memasukkan Durasi	30
4.3 Rancangan Tampilan ketika Klik Kotak <i>Drop Down</i> untuk Tim Sebelah Kiri	30
4.4 Rancangan Tampilan ketika Telah Memilih Formasi untuk Tim Sebelah Kiri	31
4.5 Rancangan Tampilan ketika Klik Kotak <i>Drop Down</i> untuk Tim Sebelah Kanan	31
4.6 Rancangan Tampilan ketika Telah Memilih Formasi untuk Tim Sebelah Kanan	32
4.7 Rancangan Tampilan Awal Simulasi Dimulai dengan Susunan Formasi 2-2 dan 2-2	32
4.8 Rancangan Tampilan Awal Simulasi Dimulai dengan Susunan Formasi 2-2 dan 1-3	33
4.9 Pemain Merah	33
4.10 Pemain Biru	33
4.11 Bola	34
4.12 Gambar Satu <i>Region</i> untuk Lapangan	34
4.13 Gambar Lapangan yang Tersusun dari Banyak <i>Region</i>	34
4.14 Gambar Gawang Tim Sebelah Kiri	35
4.15 Gambar Gawang Tim Sebelah Kanan	35
4.16 Rancangan Tampilan Kelas <i>Opening</i>	36
4.17 Rancangan Tampilan Kelas Formasi2222	36
4.18 Rancangan Tampilan Kelas Formasi2213	37
4.19 Rancangan Tampilan Kelas Formasi1322	37
4.20 Rancangan Tampilan Kelas Formasi1313	38
4.21 Diagram Kelas	39
4.22 Diagram Kelas <i>Opening</i>	39
4.23 Diagram Kelas Formasi2222	40
4.24 Diagram Kelas Formasi2213	40
4.25 Diagram Kelas Formasi1322	40
4.26 Diagram Kelas Formasi1313	41
4.27 Diagram Kelas Bola	41
4.28 Diagram Kelas Player	42
4.29 Diagram Kelas PlayerMerah	43

4.30	Diagram Kelas <i>PlayerBiru</i>	46
4.31	Diagram Kelas <i>KiperMerah</i>	48
4.32	Diagram Kelas <i>KiperBiru</i>	49
4.33	Diagram Kelas <i>Score</i>	50
4.34	Diagram Kelas <i>Timer</i>	51
4.35	Diagram Kelas <i>Region</i>	52
4.36	Diagram Kelas <i>RegionMerah</i>	53
4.37	Diagram Kelas <i>RegionBiru</i>	54
4.38	Diagram Kelas <i>GawangKanan</i>	54
4.39	Diagram Kelas <i>GawangKiri</i>	54
4.40	Diagram Kelas <i>Wall</i>	54
4.41	Diagram Kelas <i>Wall2</i>	55
4.42	Diagram Kelas <i>DropDownListItem</i>	55
4.43	Diagram Kelas <i>DropDownList</i>	55
4.44	Diagram Kelas <i>TextSetFormasiA</i>	56
4.45	Diagram Kelas <i>TextSetFormasiB</i>	56
4.46	Diagram Kelas <i>InputStringDurasi</i>	56
4.47	Diagram Kelas <i>StartButton</i>	56
4.48	Diagram Kelas <i>BackgroundOpening</i>	57
5.1	Implementasi Tampilan Awal	60
5.2	Implementasi Tampilan ketika Memasukkan Durasi	60
5.3	Implementasi Tampilan ketika Klik Kotak <i>Drop Down</i> untuk Tim Sebelah Kiri	61
5.4	Implementasi Tampilan ketika Telah Memilih Formasi untuk Tim Sebelah Kiri	61
5.5	Implementasi Tampilan ketika Klik Kotak <i>Drop Down</i> untuk Tim Sebelah Kanan	62
5.6	Implementasi Tampilan ketika Telah Memilih Formasi untuk Tim Sebelah Kanan	62
5.7	Implementasi Tampilan Awal Simulasi Dimulai dengan Susunan Formasi 2-2 dan 2-2	63
5.8	Implementasi Tampilan Awal Simulasi Dimulai dengan Susunan Formasi 2-2 dan 1-3	63
5.9	Implementasi Tampilan Awal Simulasi Dimulai dengan Susunan Formasi 1-3 dan 2-2	64
5.10	Implementasi Tampilan Awal Simulasi Dimulai dengan Susunan Formasi 1-3 dan 1-3	64
5.11	<i>Screenshot</i> Pemain Sedang Mengejar Bola	67
5.12	<i>Screenshot</i> Agen Sedang Menggiring Bola	68
5.13	<i>Screenshot</i> Pemain Sedang Mengoper Bola ke Teman	69
5.14	<i>Screenshot</i> Pemain Menendang Bola ke Gawang Lawan	71
5.15	<i>Screenshot</i> Kiper Bergerak Mengikuti Bola yang Mendekat	72
5.16	<i>Screenshot</i> Kiper Menangkap Bola dan Mengopernya ke Teman	73

DAFTAR TABEL

5.1	Hasil Pengujian Fungsional Skenario Memasukkan Lama Durasi Simulasi	65
5.2	Hasil Pengujian Fungsional Skenario Memilih Susunan Formasi Tim Kiri	65
5.3	Hasil Pengujian Fungsional Skenario Memilih Susunan Formasi Tim Kanan	65
5.4	Hasil Pengujian Fungsional Menjalankan Simulasi	65
5.5	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 1 dengan Formasi 2-2 dan 2-2	74
5.6	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 1 dengan Formasi 2-2 dan 1-3	74
5.7	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 1 dengan Formasi 1-3 dan 2-2	75
5.8	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 1 dengan Formasi 1-3 dan 1-3	75
5.9	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 2 dengan Formasi 2-2 dan 2-2	76
5.10	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 2 dengan Formasi 2-2 dan 1-3	76
5.11	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 2 dengan Formasi 1-3 dan 2-2	77
5.12	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 2 dengan Formasi 1-3 dan 1-3	77
5.13	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 3 dengan Formasi 2-2 dan 2-2	78
5.14	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 3 dengan Formasi 2-2 dan 1-3	78
5.15	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 3 dengan Formasi 1-3 dan 2-2	79
5.16	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 3 dengan Formasi 1-3 dan 1-3	79
5.17	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 4 dengan Formasi 2-2 dan 2-2	80
5.18	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 4 dengan Formasi 2-2 dan 1-3	80
5.19	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 4 dengan Formasi 1-3 dan 2-2	81
5.20	Tabel Hasil Pengujian Eksperimen 4 dengan Formasi 1-3 dan 1-3	81
5.21	Tabel Hasil Kesimpulan Eksperimen terhadap Susunan Formasi	81
5.22	Tabel Hasil Kesimpulan Eksperimen terhadap Radius Sensor Agen	82
5.23	Tabel Hasil Kesimpulan Eksperimen terhadap Formasi 2-2 dan Radius Sensor Agen	82
5.24	Tabel Hasil Kesimpulan Eksperimen terhadap Formasi 1-3 dan Radius Sensor Agen	82
5.25	Tabel Hasil Kesimpulan Eksperimen terhadap Kesamaan dan Perbedaan Susunan Formasi	83
5.26	Tabel Hasil Kesimpulan Eksperimen terhadap Hasil Seri	83

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia terdapat banyak permainan yang digemari, baik oleh kaum remaja maupun dewasa. Salah satunya ialah permainan mengenai olahraga. Futsal merupakan salah satu olahraga yang sangat populer dan menjadi favorit. Futsal adalah jenis permainan sepak bola yang biasa dimainkan dalam ruangan. Permainan futsal terdiri dari dua tim, masing-masing terdiri dari 5 anggota. Tujuan dari permainan ini adalah mencetak gol sebanyak-banyaknya ke gawang lawan dengan batasan waktu yang sudah ditentukan.

Pada skripsi ini dibuat sebuah perangkat lunak yang dapat menampilkan simulasi permainan futsal. Simulator dibuat sebagai sarana untuk mempelajari cara bermain futsal dan mengatur strategi permainan. Manfaat dibuatnya simulator futsal ialah untuk mendapatkan gambaran bagaimana cara kerja permainan tersebut. Selain itu, simulator juga digunakan untuk mengetahui strategi terbaik yang dapat digunakan. Jika ada susunan pemain atau strategi tiap tim yang diganti-ganti, maka pengguna dapat mengetahui perbedaan yang dihasilkan dari permainan tersebut.

Pembuatan perangkat lunak simulator futsal menggunakan konsep sistem multi agen, karena permainan futsal terdiri dari banyak pemain. Sistem multi agen merupakan sistem yang terdiri dari sejumlah agen yang saling berinteraksi satu dengan yang lain. Agen-agen memerlukan kemampuan untuk bekerja sama dan komunikasi agar dapat berinteraksi dengan baik. Agen-agen nantinya dapat membuat keputusan sendiri dalam menentukan langkah selanjutnya yang akan dilakukan.

Sistem multi agen menjadi bahan penelitian yang diminati, karena keunikan cara bekerja agen-agen tersebut. Kalau biasanya komputer hanya bisa menjalankan tugas yang diberikan saja, namun agen dapat memutuskan sendiri langkah selanjutnya yang akan dijalankan. Seiring berkembangnya teknologi, semakin banyak peneliti yang menemukan kecerdasan buatan yang dapat berpikir layaknya manusia. Oleh karena itu, sistem multi agen menjadi ilmu yang populer untuk dipelajari. Namun, kekurangan dari menerapkan sistem multi agen ialah sulit untuk membuat agen yang memiliki kecerdasan tingkat tinggi.

Simulator akan dibuat menggunakan perangkat lunak Greenfoot versi 3.1.0. Greenfoot merupakan sebuah perkakas yang digunakan untuk mempelajari pemrograman berorientasi objek dengan bahasa pemrograman Java. Aplikasi Greenfoot bersifat visual dan interaktif sehingga membuat pembelajaran menjadi lebih mudah. Tampilan yang dihasilkan oleh aplikasi ini berupa gambar dua dimensi, yang hanya dapat dilihat dari sisi atas. Kelebihan Greenfoot yaitu memiliki banyak metode yang disediakan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mempermudah dalam membangun simulasi. Namun, kekurangan yang dimiliki Greenfoot yaitu pada saat digunakan di sistem operasi selain Windows, aplikasi ini berjalan lambat (*compile*, *run*, dan saat menjalankan Greenfoot pertama kali).

1.2 Rumusan Masalah

Agar pembahasan masalah tidak terlalu luas, rumusan masalah yang akan dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan simulator permainan futsal dengan konsep sistem multi agen?
2. Bagaimana mengimplementasikan simulator permainan futsal dengan konsep sistem multi agen?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk:

1. Memodelkan simulator permainan futsal dengan konsep sistem multi agen.
2. Mengimplementasikan simulator permainan futsal dengan konsep sistem multi agen.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada pelanggaran pada simulator, agar simulasi berfokus pada cara bermain pemain.
2. Tidak ada wasit pada simulator, karena diasumsikan agen tidak akan melakukan kesalahan
3. Tidak ada pergantian pemain, sehingga diasumsikan tidak ada pemain cadangan.
4. Permainan hanya dapat dilihat dari sisi atas, sehingga bola diasumsikan tidak dapat melambung.
5. Simulasi hanya terdiri dari satu babak, sehingga tidak ada pertukaran posisi kedua tim.
6. Tidak ada daerah penalti pada lapangan, karena diasumsikan tidak ada pelanggaran yang terjadi.
7. Ruang gerak untuk penjaga gawang hanya pada garis gawang saja, tidak dapat maju di sekitar depan gawang.
8. Masukan lama durasi pada simulator hanya bisa angka, dan angka maksimal 60. Angka tersebut dalam satuan menit.
9. Tidak ada perpanjangan waktu jika skor akhir pertandingan seri.

1.5 Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini adalah:

1. Melakukan studi literatur mengenai sistem multi agen, permainan futsal.
2. Melakukan analisis perilaku agen.
3. Melakukan perancangan perilaku agen.
4. Implementasi rancangan dan pengujian perangkat lunak menggunakan Greenfoot.
5. Melakukan beberapa eksperimen pada pengujian perangkat lunak.
6. Membuat kesimpulan berdasarkan pengujian yang dilakukan.
7. Menulis dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan
Pada bab pendahuluan akan dibahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan metodologi topik skripsi.
2. Bab 2 Dasar Teori
Pada bab 2 ini akan dibahas teori mengenai permainan futsal, agen, dan perangkat lunak Greenfoot.
3. Bab 3 Analisis
Pada bab analisis akan dibahas mengenai analisis perilaku agen dan pemodelan dari simulator permainan futsal yang akan dibangun.
4. Bab 4 Perancangan
Pada bab perancangan akan dibahas mengenai rancangan antarmuka dan struktur kelas pada perangkat lunak simulator permainan futsal.
5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian
Pada bab 5 ini berisi implementasi dan pengujian yang dilakukan pada perangkat lunak simulator permainan futsal.
6. Bab 6 Kesimpulan dan Saran
Pada bagian ini akan dibahas kesimpulan dan saran mengenai eksperimen yang dilakukan dalam perangkat lunak simulator permainan futsal.