

## PEMBANGUNAN GAME 3D REAL TIME STRATEGY “BUG INVASION” BERBASIS DESKTOP

Rudi Kurniawan<sup>1</sup>, Rizal Yudha Pradatama<sup>2</sup>  
STMIK "AMIKBANDUNG"

Jln. Jakarta No. 28 Bandung 40272 INDONESIA

<sup>1</sup>rudi.kurniawan@stmik-amikbandung.ac.id, <sup>2</sup>rizalyudha80@gmail.com

**Intisari**— Banyaknya judul-judul baru yang ditawarkan oleh permainan dengan genre *Real Time Strategy*, dari hasil pengamatan pada kenyataannya belum banyak yang menawarkan mekanisme baru dalam permainan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah mekanisme baru dengan menawarkan sebuah metode mikro ekonomi. Dengan metode mikro ekonomi permainan dapat memberikan tantangan baru bagi para Pemain berupa pembatasan (*boundary*) dalam penempatan posisi suatu objek, misalnya banyaknya jumlah bangunan yang dibangun dalam satu area tidak dapat dilakukan seara sembarangan. Pada permainan ini dikembangkan juga sebuah *Artificial Intelligence* (AI) yang digunakan sebagai kubu lawan dalam sebuah simulasi pertempuran melawan pemain nyata (manusia). Pada proses pembangunan game 3D digunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yaitu (1) Tahap konsep; (2) Tahap desain; (3) Tahap pengumpulan material (gambar, model character, animasi, video, audio dan lain-lain); (4) Tahap pembuatan (penggabungan semua objek berdasarkan tahap konsep dan tahap desain); (5) Tahap pengujian, alfa serta beta; (6) Tahap pendistribusian (rilis game kepada target pengguna). Adapun tools yang digunakan yaitu *Game Engine Unity* dengan bahasa pemrograman C#. Dari hasil ujicoba dengan mekanisme ini, permainan baru yang menggunakan sebuah metode mikro ekonomi telah mampu memberikan batasan terhadap penempatan posisi serta banyaknya bangunan yang ditempatkan yaitu dengan cara membuat sebuah border berbentuk lingkaran yang berpusat dimasing-masing *town hall* Pemain maupun AI. Pembuatan sebuah border yang berbentuk lingkaran digunakan sebagai penanda batas wilayah antara Pemain dan AI. Dengan demikian Pemain maupun AI tidak akan dapat membangun bangunan yang mereka miliki serta mengambil sumber daya yang berada di luar batas dari border/ wilayahnya.

**Kata Kunci**— *Real Time Strategy*, Metode Mikro Ekonomi, *Navigation System* Unity 3D, Game Simulasi.

**Abstract**— *The number of new titles offered by games with the Real Time Strategy genre, from the results of observations, in fact not many offer new mechanisms in the game. This study aims to produce a new mechanism by offering a micro-economic method. With the micro-economic method, the game can provide new challenges for players in the form of restrictions (boundaries) in the placement of an object's position, for example, the large number of buildings built in one area cannot be done arbitrarily. In this game also developed an Artificial Intelligence (AI) which is used as an opposing stronghold in a battle simulation against real players (humans). In the 3D game development process, the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method is used, namely (1) Concept stage; (2) Design stage; (3) The stage of collecting materials (images, character models, animation, video, audio and others); (4) Manufacturing stage (combining all objects based on the concept stage and design stage); (5) testing phase, alpha and beta; (6) Distribution stage (game release to target users). The tools used are Game Engine Unity with C# programming language. From the results of testing with this mechanism, a new game that uses a micro-economic method has been able to provide limits on the placement of positions and the number of buildings placed by creating a circle-shaped border centered on each player's town hall and the AI. The creation of a circle-shaped border is used as a marker of the boundary between the Player and the AI. Thus, players and AI will not be able to build the buildings they have and take resources that are outside the boundaries of their borders.*

**Keywords**— *Real Time Strategy*, Micro Economic Method, Unity 3D Navigation System, Simulation Game.

### 1. PENDAHULUAN

Secara historis, keberhasilan sebuah game terkait dengan kualitas grafisnya, tetapi pada dekade terakhir ini telah berubah, tidak selalu game dengan grafis yang bagus selalu menjamin penjualan yang tinggi. Pemain menuntut sebuah game yang menunjukkan lebih dari sekadar kualitas grafis yang bagus dan masalah lainnya, seperti musik, cerita, atau suasana permainan, memengaruhi keputusan pemain untuk mendapatkan game tertentu [1]. Game merupakan kegiatan yang melibatkan antara dua atau lebih pengambil keputusan yang ingin mencapai tujuan mereka yang dibatasi dalam beberapa konteks seperti peraturan [2]. Dapat dikatakan bahwa motivasi utama seseorang bermain game adalah untuk belajar, baik dinikmati secara sadar maupun tidak sadar. Motivasi lainnya adalah untuk mengisi waktu luang, mengganti pikiran yang penat dengan cerita fantasi serta petualangan, mengasah kemampuan, berlatih, bahkan sampai

dengan kebutuhan untuk diakui oleh pemain lain merupakan eksistensi dari seorang pemain game/gamers [3].

Salah satu jenis permainan yang menarik Penulis adalah genre *Real-time Strategy* (RTS), dimana dalam permainan ini seorang pemain membutuhkan semacam strategi, taktik dan logika yang harus dimainkan pada waktu *real-time* atau secara langsung dengan demikian pemain tidak mampu menghabiskan banyak waktu untuk mencari langkah yang terbaik selanjutnya, melibatkan aspek seperti gerakan simultan, tindakan duratif, dan observasi parsial yang memberlakukan pembatasan lebih lanjut pada kecerdasan buatan/*Artificial Intelligence* (AI) yang dapat digunakan, serta mengharuskan pemain mengendalikan sejumlah besar unit yang dapat dikontrol secara bersamaan untuk dapat memenangkan atau menentukan sebuah keputusan yang dapat menentukan sebuah hasil dalam memainkannya. Permainan dengan genre *Real-time Strategy*

(RTS) termasuk dalam domain yang kompleks, dengan *gameplay* berupa sebuah simulasi pertempuran antara sejumlah besar unit militer. Namun dari sekian banyaknya *game-game* baru yang dirilis ke pasar dari *genre Real-time Strategy (RTS)* ini, tidak banyak menawarkan hal baru pada mekanisme permainannya. Rata-rata mekanisme yang ditawarkan adalah berupa pertempuran *online* antar pemain (*MMORTS*) atau melawan kecerdasan buatan/ *Artificial Intelligence (AI)* yang dapat mengalahkan pemain dalam hal ini manusia, untuk menambah tingkat kesulitan serta tantangannya [4].

*Game* yang dibangun ini menceritakan tentang pertempuran antara dua belah kubu yaitu manusia dan serangga. Dimana para serangga berusaha untuk menguasai wilayah manusia agar dapat menguasai dunia. Pemain yang mengambil peran sebagai manusia harus dapat mempertahankan daerah mereka dan menggagalkan invasi serangga yang berusaha merebut wilayah mereka.

Penulis membatasi masalah kepada hal-hal: 1) *Game* berbasis *desktop* yang bergenre *Real Time Strategy (RTS)* dalam versi *prototype* dengan menggunakan *game engine* Unity3D dan pengembangan *Artificial Intelligence (AI)* sebagai musuh/ lawan dalam permainan. 3) *Game* hanya dapat dimainkan oleh satu pemain/*single player*.

Maksud dari penelitian ini yaitu merancang permainan yang a) dapat membandingkan pembelajaran teori dengan situasi yang nyata dalam mengembangkan sebuah *game*; b) Dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti lain yang berminat mengembangkan game ini lebih lanjut.

Secara menyeluruh, paper ini diorganisasikan ke dalam enam bagian yaitu bagian 2 akan menjelaskan mengenai studi literatur yang mendasari penelitian ini. Bagian 3 membahas metoda dan arsitektur system yang di usulkan. Bagian 4 berisi analisa dan pembahasan hasil dari metoda yang diusulkan. Bagian 5, berisi pengujian dari metoda yang diusulkan. Bagian 6 menyajikan sebuah ringkasan dari hasil penelitian.

## II. STUDI LITERATUR

Studi literatur yang akan dijelaskan meliputi pengertian simulasi, *multimedia* serta seputar *game*. Untuk memperjelas diberikan pula contoh-contoh tampilan gambar dari kategori *game* populer. Di bagian akhir dituliskan mengenai AI dan *Matriks Pay-Off* dalam Mikro Ekonomi.

Kategori game dibagi menjadi dua bagian, yaitu Skill and Action serta Strategy Game (S&A-S Game)[12]. Kategori pertama merupakan permainan terbesar dan paling populer. Kategori permainan ini memiliki ciri-ciri permainan real-time, penekanan pada grafik dan suara, serta penggunaan joystick bukan dengan keyboard. Jenis permainan ini mengharuskan pemain melakukan koordinasi tangan-mata dengan reaksi yang cepat. Berikut ini merupakan jenis-jenis subgenre S & A: 1) *Combat Games* (permainan perang), pemain ditantang untuk terus menghindari serangan musuh dan menghancurkan lawan sebanyak-banyaknya. Berikut ini merupakan salah satu gameplay dari kategori combat game yaitu game Metal Slug 3, dapat dilihat pada Gambar 1 Metal Slug 3 Gameplay.



Gambar 1. Metal Slug 3 Gameplay

Sumber:[https://apollo2.dl.playstation.net/cdn/UP0576/CUSA02048\\_0/FREE\\_CONTENT0i3MqqcnWBMh6gOXPaDf/PREVIEW\\_SCREENSHOT9\\_75142.jpg](https://apollo2.dl.playstation.net/cdn/UP0576/CUSA02048_0/FREE_CONTENT0i3MqqcnWBMh6gOXPaDf/PREVIEW_SCREENSHOT9_75142.jpg)

- 2) *Fighting game* (permainan perkelahian/ pertarungan), game ini memiliki elemen interaksi dan konflik yang sangat kuat dan cepat sehingga dapat sangat menjengkelkan bagi pemain apabila mereka megalami kekalahan.
- 3) *Maze/ Puzzle game* (permainan teka-teki), game ini menawarkan permainan yang menguras otak. Pemain akan mencari jalan keluar melalui jalan-jalan yang berlika-liku dan membingungkan.
- 4) *Sports games* (permainan olahraga), game dengan kategori ini membutuhkan kualitas grafik yang sangat tinggi dan gerakan yang mendekati nyata. Misalnya saja FIFA Soccer hapir tiap tahun sports game yang satu ini selalu melakukan pembaharuan dari segi gameplay, grafik serta kontrol yang realistik. Berikut ini merupakan salah satu gameplay dari kategori Sports yaitu game FIFA Soccer 2018.

- 5) *Paddle games* (permainan pantulan), permainan ini dimainkan dengan cara mengayuh atau menggerakan satu benda untuk mengenai benda yang lain. 6) *Race games* (permainan balapan), variasi dari permainan ini sangat beragam. Dimulai dari game mobil balap formula satu sampai mobil balap remote control yang beramunisi untuk dapat menjadi pemenang nomor satu di garis finish. Berikut ini merupakan salah satu gameplay dari kategori Race game yaitu game F1 2018, dapat dilihat pada Gambar 2.

6) F1 2018 Gameplay



Gambar 2. F1 2018 Gameplay

Sumber:<http://up.picr.de/29664173Dz.jpg>

Kategori kedua yaitu permainan dengan kategori *strategy* lebih menekankan kesabaran serta logika daripada manipulasi. Perbedaan utama antara *game strategy* dan S&A-S *Game* adalah penekanan pada keterampilan motorik. Semua S&A-S *Game* membutuhkan keterampilan motorik sementara *game strategy* tidak.

Berikut ini merupakan jenis-jenis *subgenre Strategy*: 1) Adventures (permainan petualangan), 2) *Real Time Strategy* (permainan RTS), permainan ini merupakan game paling kompleks dibandingkan dengan game dari kategori manapun juga. Hal ini disebabkan karena peraturan-peraturannya yang sangat banyak, dan menyita paling sedikitnya tiga puluh menit untuk memainkannya mulai dari awal hingga berakhir. Oleh karena itu game ini sangat sulit untuk dimainkan. Pemain diminta untuk menjadi pemimpin dan sekaligus pencinta. Dengan demikian, dibutuhkan kesabaran dalam membaca dan memahami peraturan-peraturan untuk memainkannya. Contoh game ini misalnya adalah *Stronghold*, *Command & Conquer*, *Warcraft*, *Age of Empire*, *Star Wars*, dan lain-lain. Berikut ini merupakan salah satu *gameplay* dari kategori *Real Time Strategy*, yaitu *game Stronghold 3*, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Stronghold 3 Gameplay*

Sumber: [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/91I--9-HHNL\\_AC\\_SL1500\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/91I--9-HHNL_AC_SL1500_.jpg)

7) *Game of change* (permainan kesempatan), selain termasuk sebagai game yang sederhana, permainan yang ada dalam kategori ini termasuk game yang kurang diminati karena sifatnya yang cenderung pasif dan unsur keberuntungan saat bermain sangat dominan. Game ini merupakan jiplakan dari dunia asli menjadi virtual. Misalnya Solitaire, Jackpot Machine, Pinball, Dominos, dan lain-lain. Salah satu *gameplay* dari kategori *Game of change* yaitu game Solitaire.

Berikut ini adalah pengertian AI menurut beberapa ahli: 1) Menurut Eysenck, M.W. [13], AI merupakan kecerdasan buatan dengan upaya mengembangkan program komputer kompleks yang dapat melakukan tugas-tugas kognitif yang sulit. 2) Menurut Prakhar Swarup [14], AI merupakan kecerdasan mesin dan cabang ilmu komputer yang menggabungkan antara ilmu sains dan teknik mesin dengan sebuah kecerdasan, terutama program komputer cerdas. Hal ini terkait dengan tugas menggunakan komputer untuk memahami kecerdasan manusia, tetapi AI tidak membatasi dirinya pada metode yang secara biologis dapat diamati.

*Matriks pay-off* didefinisikan sebagai representasi visual dari semua hasil yang mungkin yang dapat terjadi ketika dua belah pihak atau lebih harus membuat keputusan strategis [20]. Keputusan ini disebut sebagai keputusan strategis karena setiap pembuat keputusan harus mempertimbangkan bagaimana pilihan mereka akan mempengaruhi pilihan lawan mereka dan bagaimana pilihan lawan mereka akan mempengaruhi pilihan mereka sendiri. Pembuat keputusan ini berkompetisi untuk mendapatkan keuntungan yang

maksimal. Dalam sebuah permainan, jumlah keuntungan pihak kesatu sama dengan kerugian yang didapatkan oleh pihak kedua.

### III. METODA YANG DIUSULKAN

Metoda yang digunakan dalam pembangunan Game 3D ini adalah Metoda Multimedia Development Life Cycle (MDLC) [5]. Dengan tahapan sebagai berikut: a. Konsep (Concept), menentukan tujuan dan siapa pengguna game, tujuan pembuatan game, dan spesifikasi umum. b. Desain (Design), membuat spesifikasi secara rinci mengenai konsep game, alur game arsitektur program, tampilan dan kebutuhan material/ bahan untuk pembuatan game. c. Pengumpulan Material (Material Collecting), pengumpulan dan pembuatan bahan yang sesuai dengan kebutuhan 3D yang akan dibuat. Bahan – bahan tersebut, antara lain gambar-gambar, model character, animasi, video, audio, dan lain-lain. d. Pembuatan (Assembly), pembuatan semua objek atau bahan multimedia, pembuatan Game 3D berdasarkan konsep, bagian alur game (flowchart), kontroler dan struktur navigasi berdasarkan tahap desain, serta pembuatan kebutuhan 3D berdasarkan tahap pengumpulan material. e. Pengujian (Testing), pengujian game baik tahap alfa yang dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuat maupun beta yang melibatkan pengguna akhir (player), jika terdapat bug atau error harus langsung di respon. f. Distribusi (Distribution), distribusi atau perilisan game kepada target audien (player), sesuai yang telah ditentukan pada tahap konsep. Juga sebagai evaluasi produk game yang dibuat.

### IV. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PRODUK

#### A. *Storyline*

Game yang dibuat ini bergenre *Real-time Strategy* (RTS) merupakan game dimana para pemain harus memikirkan, membuat strategi serta mengontrol tiap-tiap unit tempurnya pada waktu real-time atau secara langsung. Game ini menceritakan tentang pertempuran antara dua kubu yaitu manusia dan serangga. Dimana para serangga berusaha untuk menguasai wilayah manusia untuk menguasai dunia. Pemain yang mengambil peran sebagai manusia harus dapat mempertahankan daerah mereka dan menggagalkan invasi serangga yang berusaha merebut wilayah mereka. Game RTS dibuat dengan menggunakan metode mikro ekonomi, dimana pemain tidak bisa sembarangan menempatkan posisi bangunan yang akan dibuatnya. Pemain harus terlebih dahulu memperluas daerahnya untuk dapat memperoleh sumber daya. Dalam permainan ini terdapat dua buah *gameplay* yaitu *gameplay Single Player* dimana player akan melakukan simulasi pertempuran melawan AI/ Bot dan *gameplay Free Build* dimana player bebas melakukan simulasi pembangunan wilayah. Adapun detail serta aturan main dalam game yang akan dibuat adalah sebagai berikut: 1) Game ini hanya dapat dimainkan oleh satu pemain / single player saja. 2) Pemain diberikan 5 slot populasi untuk awal permainan. Slot populasi dapat bertambah dengan membangun house. 3) Untuk dapat membuat bangunan, pemain terlebih dahulu membuat unit pekerja yang dapat dibuatnya melalui town hall. 4) Ada 5 jenis bangunan yang dapat dibuat oleh pekerja yaitu house, barrack, tower, food market dan warehouse. Selain membuat bangunan pekerja berfungsi untuk mengumpulkan sumber daya. 5) Satu buah town hall hanya dapat menampung 4 buah house, 1 barrack, 1 tower, 1 food market dan 1 warehouse. 6) Pada awal permainan wilayah masing - masing pemain maupun lawan seluas 25. 7) Untuk dapat memperluas wilayahnya pemain harus terlebih dahulu membangun town hall baru agar dapat memperoleh sumber daya yang lebih banyak. 8) Ada 3 jenis sumber daya yang terdapat dalam permainan yaitu food, wood, dan metal. Sumber daya

ini dapat diperoleh di sekitar wilayah town hall. 9) Sumber daya berfungsi untuk dapat membangun bangunan serta membuat unit pasukan. 10) Untuk menguasai sumber daya dalam permainan, pemain harus dapat mempertahankan atau merebut sumber daya dengan cara memperluas daerah kekuasannya. 11) Bila bangunan musuh berada di dekat sumber daya, untuk merebut sumber daya tersebut pemain harus terlebih dahulu menghancurkan bangunan musuh sebelum membuat bangunan milik pemain. 12) Ada 3 jenis unit tempur yang disediakan untuk menyerang musuh dengan kelebihan dan kekurangan yang berbeda-beda. 13) Permainan akan berakhir apabila salah satu town hall pemain atau musuh hancur.

#### B. NavMesh System

*Pathfinding* atau pencarian jalur yang akan digunakan dalam game ini menggunakan *NavMesh System* yang sudah disediakan oleh game engine Unity3D. *NavMesh* akan digunakan pada terrain yang digunakan sebagai area permainan, *NavMesh Agent* akan digunakan pada unit pemain maupun unit AI sebagai penanda agent/ unit yang dapat melalui area permainan dan *NavMesh Obstacle* akan digunakan pada object seperti bangunan, pepohonan maupun bebatuan yang berguna sebagai area rintangan atau penghambat unit untuk melalui area permainan. Beberapa contoh game dengan genre yang serupa digunakan sebagai pembanding terhadap penentuan nilai dasar pada statistic bangunan, unit pekerja dan unit tempur serta penentuan user experience dan user interface yaitu Army Man RTS, Age of Empire, Rise of Nation dan Company of Heroes. Hal ini berguna untuk dapat memberikan gambaran terhadap perancangan game yang akan dibuat.

#### C. Unit & Building Rate

Unit dan Building Rate yang ditentukan antara lain yaitu:

1. *Health Point (HP)*, semua unit & bangunan memiliki health point yang berbeda, ditentukan oleh penulis berdasarkan hasil benchmarking.

2. *Cost*, penentuan biaya produksi ditentukan oleh penulis berdasarkan hasil benchmarking.

3. *Building Time (BT)*, untuk menentukan waktu pembangunan tiap bangunan untuk satu unit pekerja dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$BT = \frac{\left( \frac{HP_b}{AB_c} \right)}{60} \quad (1)$$

Keterangan:

- $HP_b$  Health point building.
- $AB_c$  Ability build civilian atau kemampuan menambah jumlah HP bangunan tiap detiknya.
- 60 building/sec.

Misalnya Barrack memiliki HP sebanyak 2000 dan ability build pekerja sebesar 8, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$BT = \frac{\left( \frac{2000}{8} \right)}{60} = 4 \text{ min } 16 \text{ sec} \quad (2)$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh waktu sebanyak 4 menit 16 detik untuk dapat membangun satu unit barrack. Banyaknya pekerja yang digunakan dapat mengurangi jumlah waktu dalam pembangunan. Jumlah pekerja maksimum untuk membangun barrack adalah 3 pekerja, sehingga bila menggunakan 3 pekerja dapat mengurangi waktu pembangunan menjadi 1 menit 3.8 detik.

4. *Unit Production Time (UPT)*, untuk menentukan waktu produksi tiap unit dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$UPT = \sqrt{(a + b + c) \times totalresource} \quad (1)$$

Keterangan:

- $a$  : Sumber daya 1 (Food).
- $b$  : Sumber daya 2 (Wood).
- $c$  : Sumber daya 3 (Metal).
- $totalresource$  : Banyak jenis sumber daya yang digunakan.

Misalnya untuk membuat unit Robot membutuhkan 3 jenis sumber yaitu Food: 50, Wood: 60, Metal: 70, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$UPT = \sqrt{(50 + 60 + 70) \times 3} \\ = 23 \text{ detik} \quad (2)$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh waktu sebanyak 23 detik untuk memproduksi satu unit Robot.

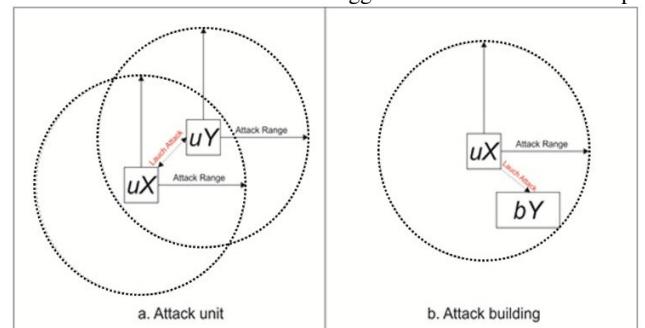
#### Algoritma 1 Unit AI direct attack

```

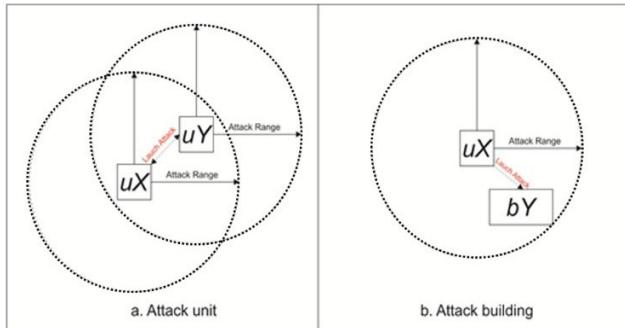
1: begin
2:   if DirectAttack == true then
3:     begin
4:       if Target.Unit then
5:         begin
6:           Target.Unit.AddHealth - UnitDamage
7:         end
8:       else if Target.Building then
9:         begin
10:            Target.Building.AddHealth -
11:              BuildingDamage
12:        end
13:      end

```

5. *Attack Range*, ketika unit musuh masuk kedalam area jangkauan, unit pemain dapat melakukan serangan secara otomatis. Untuk AI menggunakan Attack-Closest Strategy dimana unit akan menyerang lawan terdekat yang berada dalam jangkauan serang. Tetapi bila tidak dalam jangkauan serang, unit akan terus memuat ulang pencarian lawan dan menunggu di tempat



Gambar 4 & Algoritma 1 menjelaskan bagaimana AI melakukan penyerangan terhadap unit atau bangunan pemain bila berada dalam jangkauan serangnya.



Gambar 4 (uX): unit AI, (uY): unit Pemain, (bY): Bangunan Pemain

6. *Search Reload*, merupakan pencarian unit musuh setiap satu detik.
7. *Follow Range*, ketika target meninggalkan area jangkauan maka unit akan berhenti mengikuti / menyerang. Ditentukan oleh penulis berdasarkan hasil benchmarking.
8. *Attack Reload (aspd)*, merupakan seberapa cepat serangan unit tempur dimuat ulang dalam hitungan detik. Ditentukan oleh penulis berdasarkan hasil benchmarking.
9. *Damage (dmg)*, merupakan dampak kerusakan yang diberikan unit. Ditentukan oleh penulis berdasarkan hasil benchmarking.
10. *Damage Per Second (DPS)*, merupakan dampak kerusakan rata – rata yang dilakukan oleh unit tempur setiap detiknya. Rumus untuk menentukan DPS adalah sebagai berikut [19]:

$$DPS = \frac{dmg}{aspd} \quad (3)$$

11. *Life Time Damage (LDT)*, merupakan evaluasi dari dampak kerusakan yang dapat dilakukan suatu unit, sebanding dengan hasil kali HP dan DPS, rumus pemodelan pertempuran dapat dilakukan dengan pendistribusian HP yang seragam seperti berikut [19]:

$$LTD\ 2 = \sqrt{HP_{unitA}} \times DPS_{unitA} - \sqrt{HP_{unitB}} \times DPS_{unitB} \quad (4)$$

Keterangan:

- $HP_{unitA}$  : Health Point unit A.
- $HP_{unitB}$  : Health Point unit B.
- $DPS_{unitA}$  : Damage/sec unit A.
- $DPS_{unitB}$  : Damage/sec unit B.

Dimana bila hasilnya positif maka dimenangkan oleh unit A dan bila hasilnya negatif maka dimenangkan oleh unit X tetapi apabila hasilnya 0 maka Draw. Dengan catatan sisanya HP unit yang menang sebanding dengan DPS yang dikeluarkan. Untuk mengetahui rumus kekuatan komulatif (TotalStr) dari beberapa unit adalah sebagai berikut:

$$TotalStr = \sum_{i=1}^n (\sqrt{HP_i} \times DPS_i) \quad (5)$$

Keterangan:

- n : Batas atas
- 1 : Batas Bawah

#### D. Storyboard Scene

Pada Tabel 1 ini menjelaskan mengenai deskripsi serta perpindahan tiap-tiap scene.

Tabel 1 Storyboard Scene

No	Scene	Visual	Deskripsi	Link	Audio
----	-------	--------	-----------	------	-------

1	Scene Main Menu		Scene ini merupakan tampilan awal yang di panggil pada permainan, pada scene ini terdapat judul aplikasi, serta button-button menuju ke scene lainnya. Button yang terdapat pada	Scene 2 Scene 3 Scene 4	Musi k: Instrumen ta l Intro
			scene ini adalah Toggle Sound, Single Player, Free Build, Credit dan Exit Game		
2	Scene Gameplay Single Player		Scene ini merupakan sebuah simulasi medan pertempuran dimana terdapat dua belah kubu yaitu kubu pemain dan kubu lawan (bot). Pertandingan berakhir apabila salah satu town hall milik pemain atau lawan (bot) hancur. Button yang terdapat pada scene ini adalah Toggle Sound, Tutorial dan Exit Game.	Scene 1	Musi k: Instrumen ta l Game play  Naras i: Tutori al
3	Scene Gameplay Free Play		Pada scene ini pemain dapat bermain secara bebas untuk membangun sebuah wilayah yang diinginkannya. Button yang terdapat pada scene ini adalah Toggle Sound dan Exit Game.	Scene 1	Musi k: Instrumen ta l Game play
4	Scene Credit		Scene ini merupakan scene yang menampilkan informasi mengenai pembuat aplikasi. Button yang terdapat pada scene ini adalah Back to Menu.	Scene 1	-

#### E. Perancangan Arsitektur

##### 1 Town hall

Aset ini digunakan untuk membuat pekerja yang berguna untuk membangun suatu bangunan serta mengumpulkan sumber daya untuk dapat memperluas wilayahmu.

Tabel 2 Town hall Stats

Town hall	
Building Area	X: 9 m, Y: 8 m, Z: 9 m
Cost	Food: 500, Wood: 500
Health Point	2500
Min Health to Lauch Task	250
Max Builder	5 Civilian
Building Time	5 min 20 sec (1 Civilian) 1 min 4 sec (5 Civilian)
Building Task	Membuat Civilian Unit Upgrade Move Speed Civilian (+3)
Max Production Queue	5 Unit
Resource Drop Off	Yes
Border Size	luas wilayah (+25 m)

## 2 House

Bila slot Populasi mencapai maksimum, maka bangunan ini untuk menambah slot populasi baru sebanyak 5.

Tabel 2 House Stats

House	
Building Size	X: 9 m, Y: 5 , Z: 9 m
Cost	Food: 50, Wood: 50
Health Point	1200
Min Health to Lauch Task	-
Max Builder	2 Civilian

Tabel 3 House Stats Lanjutan 1

House	
Building Time	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 min 50 sec (1 Civilian)</li> <li>1 min 25 sec (2 Civilian)</li> </ul>
Population Add	Menambah Populasi (+5 slot)

## 3 Barrack

Melalui bangunan ini dapat dibuat unit tempur, terdapat tiga unit tempur yang dapat dibuat yaitu *soldier*, *general* dan *robot*.

Tabel 4 Barrack Stats

Barrack	
Building Area	X: 9 m, Y: 8 m, Z: 9 m
Cost	Food: 60, Wood: 90, Metal: 10
Health Point	2000
Min Health to Lauch Task	-
Max Builder	3 Civilian
Building Time	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 min 16 sec (1 Civilian)</li> <li>1 min 38 sec (3 Civilian)</li> </ul>
Building Task	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat <i>Soldier</i> Unit</li> <li>Membuat <i>General</i> Unit</li> <li>Membuat <i>Robot</i> Unit</li> <li><i>Upgrade damage</i> untuk semua unit tempur (+2)</li> </ul>
Max Production Queue	5 Unit

## 4 Tower

Bangunan ini berfungsi mempertahankan wilayah dari serangan musuh.

Tabel 5 Tower Stats

Tower	
Building Size	X: 9 m, Y: 19 m, Z: 9 m

Tabel 6 Tower Stats Lanjutan 1

Tower	
Cost	Food: 60, Wood: 80, Metal: 20
Health Point	2000
Min Health to Lauch Task	-
Max Builder	3 Civilian
Building Time	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 min 16 sec (1 Civilian)</li> <li>1 min 38 sec (3 Civilian)</li> </ul>
Abilities	
Attack Reload / sec	1
Min Attack Distance	4
Max Attack Distance	20
Search Reload / sec	1
Damage	17.85
Damage / sec	17.85

## 5 Food market

Bangunan ini berfungsi untuk menambah kecepatan pekerja pada saat mengumpulkan sumber daya.

Tabel 7 Food market Stats

Food market	
Building Area	X: 9 m, Y: 8 m, Z: 9 m
Cost	Food: 20, Wood: 30
Health Point	800
Min Health to Lauch Task	80
Max Builder	2 Civilian
Building Time	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 min 40 sec (1 Civilian)</li> <li>50 sec (2 Civilian)</li> </ul>
Add Collect Amount / sec	Menambah kecepatan pengumpulan Food (+0.5)

## 6 Warehouse

Bangunan ini ditempatkan di dekat area sumber daya agar pekerja tidak terlalu jauh menyimpan sumber daya yang sudah dikumpulkan.

Tabel 8 Warehouse Stats

Warehouse	
Building Area	X: 9 m, Y: 5 m, Z: 9 m
Cost	Food: 20, Wood: 50
Health Point	1000
Min Health to Lauch Task	100
Max Builder	2 Civilian
Building Time	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 min 0.8 sec (1 Civilian)</li> <li>1 min 0.4 sec (2 Civilian)</li> </ul>
Add Collect Amount / sec	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menambah kecepatan pengumpulan Wood (+0.5)</li> <li>Menambah kecepatan pengumpulan Metal (+0.5)</li> </ul>

## 7. Civilian

Pekerja digunakan untuk mengumpulkan sumber daya sebanyak mungkin, agar dapat membangun bangunan dan membuat unit yang dibutuhkan.

Tabel 9 Civilian Stats

Civilian	
Dapat membangun bangunan dan mengumpulkan sumber daya.	
Unit Size	X: 1 m, Y: 1.5 m, Z: 1 m
Cost	Food: 55
Health Point	95
Unit Production Time	7.4 detik
Create by	Town hall
Abilities	
Health / sec to Building	8
Collect Amount / sec	0.5

Tabel 10 Civilian Stats Lanjutan 2

Abilities	
Max Delivery Resource / time	10 Unit
Move Speed	4

## 8. Soldier

Unit ini digunakan untuk bertempur melawan unit musuh.

Tabel 11 Soldier Stats

Soldier	
Dampak kerusakan besar terhadap unit, tetapi kecil terhadap bangunan.	
Unit Size	X: 1 m, Y: 1.7 m, Z: 1 m
Cost	Food: 40, Wood: 50
Health Point	110
Unit Production Time	13.4 sec
Create by	Barrack
Abilities	
Attack Reload / sec	0.5 (2.0 shots per second)
Damage to Unit	14

Soldier	
Damage to Building	7
Damage / sec (dpsU)	28
Damage / sec (dpsB)	14
Attack Range	10
Search Reload / sec	1
Follow Range	15
Move Speed	5
Life Time Damage	293

### 9. General

Unit ini digunakan untuk menghancurkan bangunan lawan.

Tabel 12 General Stats

General	
Dampak kerusakan besar terhadap bangunan, tetapi kecil terhadap unit.	
Unit Size	X: 1 m, Y: 2 m, Z: 1 m
Cost	Food: 10, Wood: 50, Metal: 30
Health Point	125
Unit Production Time	16.4 sec
Create by	Barrack
Abilities	
Attack Reload / sec	1 (1.0 shots per second)
Damage to Unit	18.75
Damage to Building	28
Damage / sec (dpsU)	18.75
Damage / sec (dpsB)	28
Attack Range	10
Search Reload / sec	1
Follow Range	15
Move Speed	5
Life Time Damage	209

### 10. Robot

Unit ini digunakan untuk bertahan.

Tabel 13 Robot Stats

Robot	
Dampak kerusakan medium terhadap unit dan bangunan.	
Unit Size	X: 1 m, Y: 1.7 m, Z: 1 m
Cost	Wood: 100, Metal: 90
Health Point	150
Unit Production Time	19.4 sec
Create by	Barrack
Abilities	
Attack Reload / sec	1 (1.0 shots per second)
Damage to Unit	17.85
Damage to Building	21
Damage / sec (dpsU)	17.85
Damage / sec (dpsB)	21
Attack Range	12.5
Search Reload / sec	1
Follow Range	15
Move Speed	6
Life Time Damage	218

### 11. Camera Controller

Tabel 14 Camera Controller

No	Deskripsi	Kontrol Keyboard
1	Move Up	Key "W"
2	Move Down	Key "S"
4	Move Right	Key "D"
5	Move Left	Key "A"
6	Zoom In	Key "Z"

No	Deskripsi	Kontrol Keyboard
7	Zoom Out	Key "X"

### 12. Border Stats

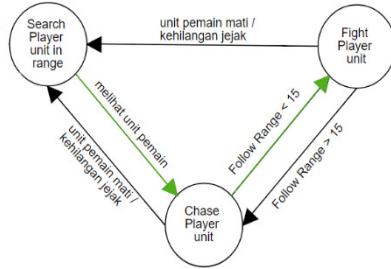
Wilayah kekuasaan ditandai oleh sebuah *border* berbentuk lingkaran. Warna *border* antara pemain serta AI dibedakan agar dapat membedakan tiap-tiap unit serta bangunan yang dimiliki. *Border* berfungsi sebagai area pembatas dimana pemain hanya bisa membangun serta mengambil sumberdaya yang terdapat didalamnya.

Tabel 15 Border Stats

Border	
Menandai Wilayah Kekuasaan	
Border Size	25 meter
<i>Buildings can build inside border</i>	
House	5 unit
Town hall	1 unit
Barrack	1 unit
Food market	1 unit
Warehouse	1 unit
Tower	1 unit

### 13. Combat Units Finite State (AI)

Berikut ini merupakan diagram yang menjelaskan tentang *state* keadaan unit tempur yang akan mencari dan melawan unit lawan. AI dapat melakukan serangan terhadap pemain apabila kekuatan tempur yang dimiliki lebih besar dibandingkan kekuatan tempur milik pemain, dapat dilihat pada Gambar 5 *Combat Unit Finite State*.



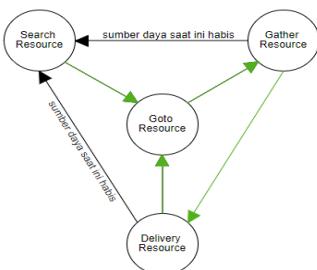
Gambar 5 Combat Unit Finite State

Deskripsi:

- Idle*, unit tidak melakukan apa-apa.
- Search Player unit in range*, mencari unit pemain yang berada dalam jangkauan serang.
- Chase Player unit*, mengejar unit player yang terlihat, bila unit pemain sudah mati atau kehilangan jejak maka akan memulai kembali *state* b.
- Fight Player unit*, meluncurkan serangan dan bertempur dengan unit pemain, bila unit pemain sudah mati atau kehilangan jejak maka akan memulai kembali *state* b.

### 14. Civilian Finite State (AI)

Berikut ini merupakan diagram yang menjelaskan tentang *state* keadaan unit pekerja / *civilian* yang akan mengumpulkan sumber daya. Diawali dengan melakukan pencarian sumber daya terdekat, bila sudah menemukannya *civilian* langsung menuju tempat sumber daya berada, bila sudah mengumpulkan sumber daya sebanyak 10 buah, *civilian* akan pergi menuju tempat penyimpanan terdekat / *warehouse*, dapat dilihat seperti pada Gambar 6 *Civilian Unit State*.



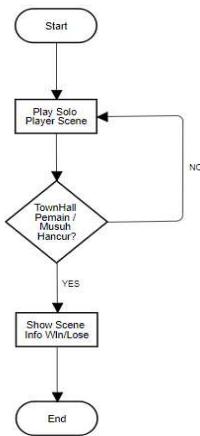
Gambar 6 Civilian Unit State

Deskripsi:

- Idle*, unit tidak melakukan apa-apa.
- Search Resource*, mencari sumber daya terdekat dari bangunan.
- Goto Resource*, menuju sumber daya yang dipilih.
- Gather Resource*, mulai mengumpulkan sumber daya, kapasitas sumber daya maksimal yang dapat dibawa adalah 10 unit. Keadaan ini berlangsung hingga kapasitas terpenuhi atau sumber daya habis.
- Delivery Resource*, bergerak menuju tempat penyimpanan sumber daya.

#### 15. Flowchart Game Scene

Game Scene ini bermula dari *Start Game* hingga berakhir di *End*. Pemain harus dapat mengatur serta menyusun strategi guna mengalahkan lawan dengan cara menghancurkan *town hall* musuh. Sebelum menghancurkan musuh pemain harus terlebih dahulu mencari sumber daya yang berguna untuk membangun wilayahnya agar dapat mebangun bangunan serta membuat unit pasukan tempur. Permainan akan berakhir apabila salah satu *town hall* pemain atau musuh hancur. Bila pemain berhasil menghancurkan *town hall* milik musuh akan muncul *Scene Info Win* yang menandakan pemain berhasil memenangkan pertempuran dan permainan berakhir. Tetapi bila *town hall* milik pemain dihancurkan oleh musuh akan muncul *Scene Info Lose* yang menandakan pemain gagal memenangkan pertempuran dan permainan berakhir. Berikut ini adalah gambaran flowchart *Game Scene*, yang dapat dilihat pada Gambar 7 Flowchart Game Scene.

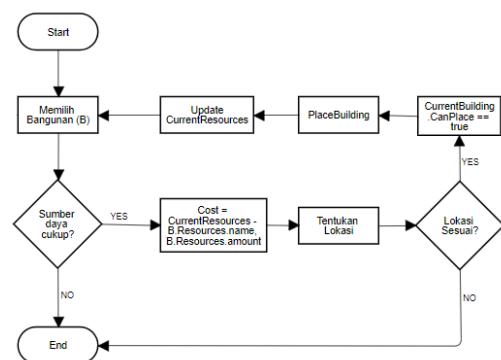


Gambar 7 Flowchart Game Scene

#### 16. Flowchart Building Manager

Flowchart building manager ini bermula dari *Start* lalu menggerakan unit pekerja, memilih bangunan yang akan di bangun, hingga berakhir di *End*. Terdapat 5 jenis bangunan yang dapat dibuat

oleh pekerja yaitu *house*, *barrack*, *tower*, *food market* dan *warehouse*. Setiap bangunan memiliki kebutuhan sumber daya yang berbeda – beda. Bila sumber daya yang di butuhkan tidak mencukupi maka bangunan tidak akan dapat di bangun. Selain sumber daya penentuan lokasi untuk membangun tidak bisa dilakukan di sembarang tempat, seperti lokasi yang terlalu jauh dari *town hall*, lokasi yang berada di atas *obstacle* atau bangunan lainnya. Penempatan lokasi bangunan harus sesuai agar bangunan dapat dibangun, dalam satu area *town hall* hanya dapat membangun 5 bangunan saja. *Border* berwarna hijau pada bangunan yang akan dibangun menandakan penempatan lokasi bangunan sesuai dan *border* warna merah pada bangunan yang akan dibangun menandakan penempatan lokasi bangunan yang tidak sesuai. Berikut ini merupakan gambaran *flowchart building manager*, yang dapat dilihat pada Gambar 8 Flowchart Building Manager.



Gambar 8 Flowchart Building Manager

#### 17. Game Controller

Berikut ini penjelasan mengenai *game controller* yang digunakan dalam permainan, dapat dilihat pada Tabel 16 Selection Unit & Placement Building dan Tabel 14 Camera Controller.

##### 1. Selection Unit & Placement Building

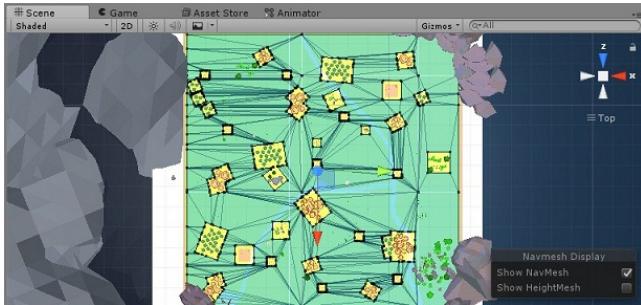
Tabel 16 Selection Unit & Placement Building

No	Deskripsi	Kontrol Mouse
<i>Selection</i>		
1	<i>Selection Unit &amp; Building</i>	Left Click
2	<i>Move Unit</i>	Right Click
<i>Placement</i>		
3	<i>Placement Building</i>	Left Click
4	<i>Cancel Placement Building</i>	Right Click

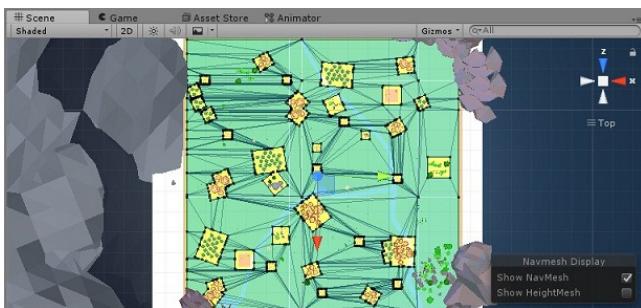
#### F. Implementasi

##### 1. NavMesh Area

*NavMesh* di tandai oleh warna biru pada area *terrain*. Warna biru ini merupakan area yang dapat dilalui oleh unit dan area yang tidak diberi warna biru merupakan *NavMesh Obstacle* atau rintangan yang berarti area tersebut tidak dapat dilalui oleh unit. Dapat dilihat pada



Gambar 9 NavMesh Area.



Gambar 9 NavMesh Area

## 2. Attack Range & Follow Range

Lingkaran warna merah menandai area serangan unit dan jangkauan mengikuti unit. Dimana bila ada unit pemain yang memasuki area serang, unit musuh akan bergerak mendekati unit pemain, tetapi bila unit pemain berhasil keluar dari area serangan, unit musuh akan berhenti mendekati unit pemain begitu pula sebaliknya.

Dapat dilihat pada



Gambar 10 Attack Range & Follow Range Tampak Atas pada gambar ini menjelaskan mengenai area dimana sebuah unit memiliki luas serangan berbentuk lingkaran.



Gambar 10 Attack Range & Follow Range Tampak Atas  
3 Wilayah Kekuasaan

Wilayah kekuasaan ditandai oleh sebuah *border* berbentuk lingkaran. Warna *border* antara pemain serta AI dibedakan agar dapat membedakan tiap-tiap unit serta bangunan yang dimiliki. *Border* berfungsi sebagai area pembatas dimana pemain hanya bisa membangun serta mengambil sumberdaya yang terdapat didalamnya. Titik pusat *border* adalah *Town hall*, dengan membangun *Town hall* baru pemain dapat menambah *border* untuk dapat memperluas wilayah kekuasaannya dapat dilihat pada Gambar 11 Wilayah Kekuasaan / *Border*. Warna pada *Border* yang hanya dapat dilihat melalui *Map* (Gambar 12) yang terdapat disebelah kanan bawah pada layar



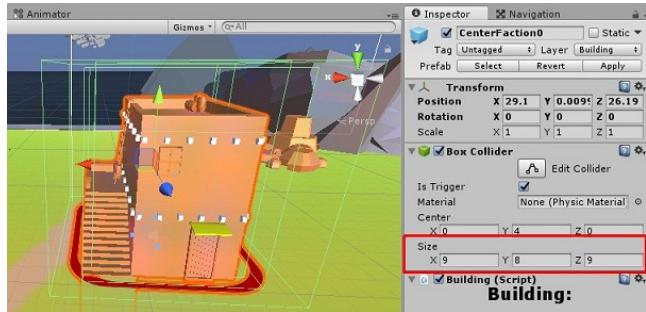
Gambar 11 Wilayah Kekuasaan / Border



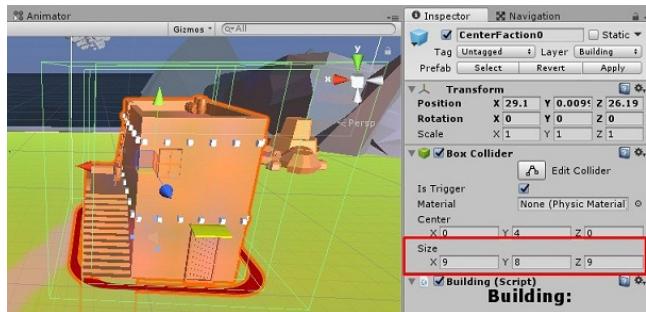
Gambar 12 Game Map

## 4. Building Size / Luas Bangunan

*Box collider* berfungsi sebagai penanda luas bangunan serta jarak antar bangunan. Semua luas bangunan adalah 9m x 9m persegi dapat dilihat pada



Gambar 13 Luas Bangunan. *Box collider* digunakan agar jarak tiap - tiap bangunan tidak saling berhimpitan. Selain *box collider* setiap bangunan juga menggunakan *NavMesh Obstacle* yang berfungsi apabila bangunan sudah dibangun/ ditempatkan dalam *terrain* akan maka bangunan tersebut dikenali oleh unit sebagai *obstacle/ rintangan* yang tidak dapat dilalui olehnya.



Gambar 13 Luas Bangunan

## V. PENGUJIAN

Pengujian terhadap *Game 3D Real Time Strategy* “Bug Invasion” ini dilakukan menggunakan pengujian *alpha*, pada tahap ini pengujian dilakukan untuk memastikan apakah fungsionalis sistem yang dibangun sudah sesuai dengan skenario pembangunan produk yang telah dilakukan sebelumnya.

### A Skenario Pengujian dan Hasil Pengujian

#### 1 Skenario Pengujian Alpha (Game Menu)

Tabel 18 Skenario Pengujian Alpha (Game Menu)

No	Proses	Metode Pengujian
1	Menampilkan <i>splash screen</i>	<i>Black Box</i>
2	Menampilkan <i>menu utama</i>	<i>Black Box</i>
3	Menampilkan <i>menu single player</i>	<i>Black Box</i>
4	Menampilkan <i>gameplay single player</i>	<i>Black Box</i>
5	Menampilkan <i>gameplay free build</i>	<i>Black Box</i>
6	Menampilkan <i>menu credit</i>	<i>Black Box</i>
7	Menampilkan <i>menu setting</i>	<i>Black Box</i>
8	Keluar dari permainan	<i>Black Box</i>

#### 2 Skenario Pengujian Alpha (Finite State AI)

Tabel 19 Skenario Pengujian Alpha (Finite State AI)

No	Proses	Metode Pengujian
1	AI membangun bangunan didalam <i>border</i>	<i>Black Box</i>
2	AI mulai mencari sumber daya yang berada disekitar wilayahnya	<i>Black Box</i>
3	AI melakukan penyerangan	<i>Black Box</i>

### 3 Skenario Pengujian Alpha (Unit & Building Rate)

Tabel 20 Skenario Pengujian Alpha (Unit & Building Rate)

No	Proses	Metode Pengujian
1	<i>Building Time</i>	<i>Black Box</i>
2	<i>Unit Production Time</i>	<i>Black Box</i>

## B. Hasil Pengujian

### 1 Hasil Pengujian Alpha (Game Menu)

Tabel 21 Hasil Pengujian Alpha (Game Menu)

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil	
				Fungsional Menu	
1	Menampilkan <i>Splash Screen</i>	Menjalankan <i>Launcher Bug Invasion, double klik kiri pada button mouse</i>	<i>Game</i> mulai dijalankan dan muncul tampilan <i>Splash Screen</i>	Baik	
2	Menampilkan <i>Menu Utama</i>	Pilih item menu <i>Single Player</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Single Player</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Free Play</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>Gameplay Free Build</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Credit</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Credit</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Setting</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Setting</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Exit Game</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Aplikasi berhenti berjalan dan keluar dari permainan	Baik	
3	Menampilkan <i>Menu Single Player</i>	Ketikkan Nama <i>Player</i> pada kolom <i>Name</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Aplikasi menerima <i>input</i> Nama <i>Player</i>	Baik	
		Pilih Type <i>Player</i> pada kolom <i>Type</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Aplikasi menerima <i>input</i> Type <i>Player</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Start Game</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>Gameplay Single Player</i>	Baik	
Fungsional Gameplay					
4	<i>Gameplay</i>	Pilih item menu <i>Tutorial</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Tutorial</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Options</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Options</i>	Baik	
		Pilih item menu <i>Pause</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Pause</i> dan <i>game</i>	Baik	

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
			berhenti sementara	
5	Menu Tutorial	Pilih item menu <i>Next</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan halaman <i>tutorial</i> selanjutnya.	Baik
6	Menu Options	Pilih item menu <i>Go To Menu</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menampilkan <i>menu Utama / Kembali ke menu Utama</i>	Baik
		Pilih item menu <i>Quit</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Aplikasi berhenti berjalan dan keluar dari permainan	Baik
7	Menu Pause	Pilih item menu <i>Resume</i> , klik kiri pada <i>button mouse</i>	Menutup <i>menu Pause</i> dan game kembali berjalan	Baik

## 2 Test Case (Game Menu)

a Tampilan *Menu Utama*



Gambar 14 Menu Utama

b. Tampilan *Menu Single Player*



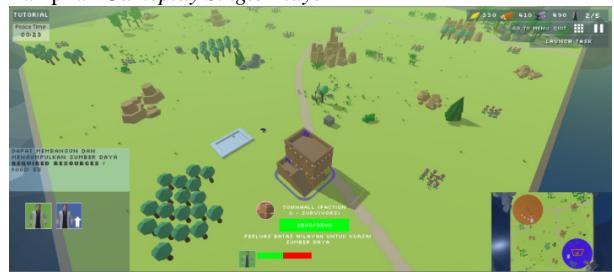
Gambar 15 Menu Single Player

c. Tampilan *Loading Screen*



Gambar 16 Loading Screen

## d Tampilan *Gameplay Single Player*



Gambar 17 Gameplay Single Player

## e Tampilan *Gameplay Free Build*



Gambar 18 Gameplay Free Build

## 3. Hasil Pengujian Alpha (*Finite State AI*)

Tabel 22 Hasil Pengujian Alpha (*Finite State AI*)

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
<i>Finite State AI</i>				
1	AI membangun bangunan	Memantau tindakan AI pada saat memulai permainan	AI membangun bangunan sesuai dengan <i>border</i> yang ditentukan	Baik
2	AI mulai mencari sumber daya	Memantau tindakan AI pada saat selesai membangun bangunan	AI mulai mencari sumber daya saat kekurangan sumber daya untuk mebangun bangunan.	Baik
3	AI mulai melakukan penyerangan	Memantau tindakan AI pada saat kekuatan tempur lebihnya lebih besar dibanding dengan pemain	AI melakukan penyerangan terhadap pemain yang kekuatan tempurnya lebih kecil	Baik

4. Test Case (*Finite State AI*)  
a AI Membangun Bangunan



Gambar 19 AI Membangun Bangunan

b AI Mencari Sumber Daya



Gambar 20 AI Mencari Sumber Daya Untuk Membangun Rumah

c AI Menambah Jumlah Populasi



Gambar 21 AI Membangun Rumah Untuk Menambah Populasi

d AI Melakukan Penyerangan



Gambar 22 AI Melakukan Penyerangan

e AI Memenangkan Permainan



Gambar 23 AI Memenangkan Permainan

5. Hasil Pengujian Alpha (*Unit & Building Rate*)

a Town hall

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh 3 kali percobaan yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan 2 kali percobaan yang mendekati hasil yang diharapkan.

Tabel 23 Pengujian Building Time Town hall

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Building Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama town hall dibangun oleh satu pekerja / civilian	5 min 20 sec	5 min 24 sec
2	<i>Building Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama town hall dibangun oleh satu pekerja / civilian	5 min 20 sec	5 min 20 sec
3	<i>Building Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama town hall dibangun oleh satu pekerja / civilian	5 min 20 sec	5 min 24 sec
4	<i>Building Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama town hall dibangun oleh satu pekerja / civilian	5 min 20 sec	5 min 20 sec
5	<i>Building Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama town hall dibangun oleh satu pekerja / civilian	5 min 20 sec	5 min 20 sec

b House

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh 3 kali percobaan yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan 2 kali percobaan yang mendekati hasil yang diharapkan.

Tabel 24 Pengujian Building Time House

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Building Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama barrack dibangun oleh satu pekerja / civilian	2 min 50 sec	2 min 46 sec
2	<i>Building Time</i>	Memantau berapa lama barrack	2 min 50 sec	2 min 50 sec

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
	(Pengujian-2)	dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>		
3	<i>Building Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>house</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 50 sec	2 min 45 sec
4	<i>Building Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>house</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 50 sec	2 min 46 sec
5	<i>Building Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>house</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 50 sec	2 min 50 sec

#### c Barrack

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh 4 kali percobaan yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan 1 kali percobaan yang mendekati hasil yang diharapkan.

Tabel 25 Pengujian Building Time Barrack

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Building Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>barrack</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec
2	<i>Building Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>barrack</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 20 sec
3	<i>Building Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>barrack</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec
4	<i>Building Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>barrack</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec
5	<i>Building Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>barrack</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec

#### d Tower

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh 3 kali percobaan yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan 2 kali percobaan yang mendekati hasil yang diharapkan.

Tabel 26 Pengujian Building Time Tower

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Building Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>tower</i> dibangun oleh	4 min 16 sec	4 min 20 sec

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
		satu pekerja / <i>civilian</i>		
2	<i>Building Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>tower</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 21 sec
3	<i>Building Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>tower</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec
4	<i>Building Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>tower</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec
5	<i>Building Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>tower</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	4 min 16 sec	4 min 16 sec

#### e Food market

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh 3 kali percobaan yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan 2 kali percobaan yang mendekati hasil yang diharapkan.

Tabel 27 Pengujian Building Time Food market

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Building Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>food market</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	1 min 40 sec	1 min 36 sec
2	<i>Building Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>food market</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	1 min 40 sec	1 min 36 sec
3	<i>Building Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>food market</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	1 min 40 sec	1 min 40 sec
4	<i>Building Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>food market</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	1 min 40 sec	1 min 40 sec
5	<i>Building Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>food market</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	1 min 40 sec	1 min 40 sec

#### f Warehouse

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh 4 kali percobaan yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan 1 kali percobaan yang mendekati hasil yang diharapkan.

Tabel 28 Pengujian Building Time Warehouse

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Building Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>warehosue</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 0.8 sec	2 min 0.8 sec
2	<i>Building Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>warehosue</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 0.8 sec	2 min 10 sec
3	<i>Building Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>warehosue</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 0.8 sec	2 min 0.8 sec
4	<i>Building Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>warehosue</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 0.8 sec	2 min 0.8 sec
5	<i>Building Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>warehosue</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civilian</i>	2 min 0.8 sec	2 min 0.8 sec

#### g Civilian

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh semuanya sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 29 Pengujian Unit Production Time Civilian

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>civilian</i> diproduksi	7.4 sec	7.4 sec
2	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>civilian</i> diproduksi	7.4 sec	7.4 sec
3	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>civilian</i> diproduksi	7.4 sec	7.4 sec
4	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>civilian</i> diproduksi	7.4 sec	7.4 sec
5	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>civilian</i> diproduksi	7.4 sec	7.4 sec

#### h Soldier

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh semuanya sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 30 Pengujian Unit Production Time Soldier

#### i General

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh semuanya sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 31 Pengujian Unit Production Time General

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>general</i> diproduksi	16.4 sec	16.4 sec

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>soldier</i> diproduksi	13.4 sec	13.4 sec
2	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>soldier</i> diproduksi	13.4 sec	13.4 sec
3	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>soldier</i> diproduksi	13.4 sec	13.4 sec
4	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>soldier</i> diproduksi	13.4 sec	13.4 sec
5	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>soldier</i> diproduksi	13.4 sec	13.4 sec

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
2	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>general</i> diproduksi	16.4 sec	16.4 sec
3	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>general</i> diproduksi	16.4 sec	16.7 sec
4	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>general</i> diproduksi	16.4 sec	16.4 sec
5	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>general</i> diproduksi	16.4 sec	16.4 sec

#### j Robot

Dari 5 kali hasil percobaan diperoleh semuanya sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 32 Pengujian Unit Production Time Robot

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-1)	Memantau berapa lama <i>robot</i> diproduksi	19.4 sec	19.4 sec
2	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-2)	Memantau berapa lama <i>robot</i> diproduksi	19.4 sec	19.6 sec
3	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-3)	Memantau berapa lama <i>robot</i> diproduksi	19.4 sec	19.4 sec
4	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-4)	Memantau berapa lama <i>robot</i> diproduksi	19.4 sec	19.4 sec

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
5	<i>Unit Production Time</i> (Pengujian-5)	Memantau berapa lama <i>robot</i> diproduksi	19.4 sec	19.4 sec

6. Rangkuman Hasil Pengujian Alpha (*Unit & Building Rate*)  
Secara keseluruhan hasil percobaan tahap *alpha* pada *unit & building rate* sudah sesuai dengan apa yang telah dirancang.

Tabel 33 Hasil Pengujian Alpha (*Unit & Building Rate*)

No	Proses	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil
<i>Building</i>				
1	<i>Building Time Town hall</i>	Memantau berapa lama <i>town hall</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civillian</i>	5 min 20 sec	Sesuai
2	<i>Building Time House</i>	Memantau berapa lama <i>house</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civillian</i>	2 min 50 sec	Sesuai
3	<i>Building Time Barrack</i>	Memantau berapa lama <i>barrack</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civillian</i>	4 min 16 sec	Sesuai
4	<i>Building Time Tower</i>	Memantau berapa lama <i>tower</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civillian</i>	4 min 16 sec	Sesuai
5	<i>Building Time Food market</i>	Memantau berapa lama <i>food market</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civillian</i>	1 min 40 sec	Sesuai
6	<i>Building Time Warehouse</i>	Memantau berapa lama <i>warehouse</i> dibangun oleh satu pekerja / <i>civillian</i>	2 min 0.8 sec	Sesuai
<i>Unit</i>				
7	<i>Unit Production Time Civilian</i>	Memantau berapa lama <i>civilian</i> diproduksi	7.4 sec	Sesuai
8	<i>Unit Production Time Soldier</i>	Memantau berapa lama <i>soldier</i> diproduksi	13.4 sec	Sesuai
9	<i>Unit Production Time General</i>	Memantau berapa lama <i>general</i> diproduksi	16.4 sec	Sesuai
10	<i>Unit Production Time Robot</i>	Memantau berapa lama <i>robot</i> diproduksi	19.4 sec	Sesuai

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari proses pembangunan *Game 3D Real Time Strategy* “Bug Invasion” ini, dapat diambil kesimpulan hasil yang telah dicapai diantaranya adalah bahwa penerapan metode mikro ekonomi pada permainan ini telah mampu memberikan batasan terhadap penempatan posisi serta banyaknya bangunan yang

dibangun dan telah berhasil diselesaikan dengan cara membuat sebuah *border* berbentuk lingkaran yang berpusat dimasing-masing *town hall* pemain maupun *AI*. Pembuatan sebuah *border* yang berbentuk lingkaran digunakan sebagai penanda batas wilayah antara pemain dan *AI*. Pemain maupun *AI* tidak akan dapat membangun bangunan yang mereka miliki serta mengambil sumber daya yang berada diluar batas dari *border/wilayahnya*.

Penerapan *AI* pada permainan yang bertujuan sebagai lawan bagi pemain sudah dapat berjalan dengan cukup baik. Walaupun masih terdapat sedikit masalah/ *bug*. Terkadang penempatan *town hall* tidak sesuai dengan *border*-nya saat pertama kali memasuki *gameplay single player* mengakibatkan *AI* tidak dapat membangun bangunan yang dimilikinya. Sebagai solusinya *town hall* pemain maupun *AI* sudah terlebih dahulu di tempatkan pada posisi yang telah ditentukan di area permainan.

Untuk pengembangan lebih lanjut untuk *Game 3D Real Time Strategy* “Bug Invasion” ini, diantaranya yaitu pada pembangunan mekanisme *save game* dan *load game* mencegah bilama permainan terlalu lama untuk diselesaikan dapat disimpan kemudian dimainkan di lain waktu serta pada pengembangan tingkat kesulitan pada *AI* untuk dapat menambah tantangan terhadap pemain. Seperti menambah kecepatan *search player unit* yang nilai *default* nya 1 detik untuk tingkat kesulitan normal, menjadi 0.5 detik untuk tingkat kesulitan yang lebih tingginya atau 1.5 detik untuk tingkat kesulitan yang lebih mudah. Menambahkan kecerdasan buatan pada *AI*, untuk memprioritaskan serangan kepada *unit* dengan *health point (HP)* yang lebih rendah terlebih dahulu. Perbaikan dapat dilakukan dengan penambahan *asset* yang sesuai dengan *genre* permainan, agar tampilan *user interface (UI)* maupun *user experience (UX)* pada *game* ini semakin menarik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Koster, dalam *A Theory Of Fun For Game Design*, Paraglyph Press, 2004.
- [2] C. A. Clark, dalam *Serious Games*, University Press of America, Viking Press, 1987, pp. 5-6.
- [3] G. Costikyan, “I Have No Words & I Must Design: Toward a Critical Vocabulary for Games,” dalam *Proceedings of Computer Games and Digital Cultures Conference*, Tampere, Tampere University Press, 2002, pp. 9-33.
- [4] M. Buro, S. Ontañón dan M. Preuss, “IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games,” *Guest Editorial Real-Time Strategy Games*, vol. VIII, no. 4, pp. 317-318, 2016.
- [5] Luther dalam Sutopo, Ariesto Hadi, dalam *Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Pendidikan*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2012, p. 128.
- [6] M. Prensky, dalam *Digital Game-Based Learning*, Saint Paul, Paragon House Publishers, 2001.
- [7] T. Vaughan, dalam *Multimedia : Making It Work*, Edisi ke-6, Yogyakarta, Tim Penerjemah ANDI, Tim Penerbit ANDI, 2006, pp. 150-162.

- [8] J. C. Black dan M. Wade, dalam *Got Game: How the Gamer Generation Is Reshaping Business Forever*, Boston, Harvard Business School Press, 2004.
- [9] K. Salen dan E. Zimmerman, dalam *Rules of Play: Game Design Fundamental*, Cambridge, MIT Press, 2003, p. 689.
- [10] C. Crawford, dalam *The Art of Computer Game Design, convert by Mario Croteau*, Washington, Department of History of Washington State University at Vancouver, 1982.
- [11] C. Network, "Game Design Concepts," Canvas Network, 2013. [Online]. Available: <https://learn.canvas.net>. [Diakses 4 May 2018].
- [12] R. Ahdell dan G. Andresen, "Games And Simulations In Workplace Elearning," dalam *Master of Science Thesis*, Trondheim, Norwegian University of Science and Technology, Department of Industrial Economics and Technology, 2001, p. 169.
- [13] M. Eysenck, dalam *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology*, Oxford, Basil Blackwell, 1990.
- [14] P. Swarup, "International Jurnal of Computing and Corporate Research," *Artificial Intelligence*, vol. II, no. 4, 2012.
- [15] Xiao Cui and Hao Shi, "IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security," *An Overview of Pathfinding in Navigation Mesh*, vol. XII, no. 12, p. 48, 2012.
- [16] M. Zikky, *EMITTER International Journal of Engineering Technology*, vol. IV, no. 1, pp. 142-149, 2016.
- [17] Jie Hu, Wang gen Wan, Xiaoqing Yu, *A Pathfinding Algorithm in Real-time Strategy Game based on Unity3D*, pp. 1159-1162, 2012.
- [18] N. N. B. R. Peter Hart, *A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths*, vol. IV, no. 2, pp. 100 - 107, 1968 .
- [19] A. Kovarsky and M. Buro, "Conference of the Canadian Society for Computational," *Heuristic search applied to abstract combat*, vol. 3501, p. 66–78, 2005.
- [20] Sinervo, B. and Lively, C. M., "The Rock-Paper-Scissors Game and The Evolution of Alternative Male," *Letter to Nature*, pp. 240-243, 1996.