

## PERANCANGAN GAME DUMA 3D MENGGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE

Kasih Asyam Naufal, Febriana Santi Wahyuni, Mira Orisa  
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia  
*kasih.asyam@gmail.com*

### ABSTRAK

Matematika merupakan bidang ilmu yang dipelajari dan dipahami oleh setiap orang dalam pendidikan, pekerjaan, maupun kehidupan sehari – hari sehingga anak – anak hingga orang dewasa pasti menemukan hal – hal yang berhubungan dengan matematika pada kehidupan sehari – hari. Namun, tidak sedikit siswa bahkan orang dewasa yang mengeluh dengan mata pelajaran tersebut karena dirasa sulit dan membosankan sehingga berkurangnya minat untuk mempelajari lebih lanjut. *Game* dirancang dari pengembangan *game* 3D dengan materi kelas 4 yang dipadukan dengan kecerdasan buatan *Finite State Machine* di mana player dapat berinteraksi dengan *Non Player Character* tertentu yang akan memberikan misi dalam bentuk interaksi dialog berkaitan dengan materi matematika. Pada pengujian user yang digunakan, sebagian besar responden sekitar 23 user dengan presentase penilaian didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa bahwa 61.73% menyatakan Baik, 33,04% menyatakan Cukup, dan 7.83% menyatakan Kurang.

**Kata kunci :** *Game, Kecerdasan Buatan, Finite State Machine, Matematika*

### 1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan bidang ilmu yang dipelajari dan dipahami oleh setiap orang dalam pendidikan, pekerjaan, maupun kehidupan sehari – hari. Anak – anak hingga orang dewasa pasti menemukan hal – hal yang berhubungan dengan matematika pada kehidupan sehari – hari. Berhitung menjadi salah satu hal yang tidak bisa lepas dari segala aspek kehidupan dan akan terus digunakan. Matematika telah lama menjadi bidang ilmu pendidikan yang wajib di instansi pendidikan.

Namun, tidak sedikit siswa bahkan orang dewasa yang mengeluh dengan mata pelajaran tersebut karena dirasa sulit dan membosankan sehingga berkurangnya minat untuk mempelajari lebih lanjut. Matematika telah dikenalkan semenjak masa kecil dan terus berkembang seiring bertambahnya usia. Di samping itu, pembelajaran yang kebanyakan masih berpacu pada buku dan penjelasan guru saja menjadi metode pembelajaran kuno dan tidak adanya inovasi baru.

Dewasa ini, perkembangan teknologi sangatlah pesat bahkan sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari – hari yang sulit dilepaskan. Anak – anak maupun orang dewasa sudah tidak asing lagi dengan *game* yang dijalankan menggunakan perangkat elektronik, seperti komputer. Dengan adanya perkembangan tersebut dan banyaknya peminat digitalisasi, penulis memiliki gagasan dalam mengembangkan *game* 3D dengan materi kelas 4 yang dipadukan dengan kecerdasan buatan *Finite State Machine* di mana player dapat berinteraksi dengan *Non Player Character* tertentu yang akan memberikan misi dalam bentuk interaksi dialog berkaitan dengan materi matematika.

Perancangan *game* menggunakan materi kelas 4 karena materi tersebut menjadi materi dasar yang

berkelanjutan dan berkembang ke jenjang yang lebih tinggi serta menjadi lebih kompleks. Materi kelas 4 yang digunakan dalam soal *game* dapat menjadi pondasi untuk siswa kelas 4, siswa pada jenjang yang lebih tinggi hingga orang dewasa untuk mengingat kembali materi yang pernah dipelajari. Dari gagasan pengembangan tersebut diharapkan dapat menjadi inovasi baru yang mematahkan persepsi bahwa matematika itu sulit dan membosankan.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Game Duma 3D Menggunakan Metode *Finite State Machine*”. Perancangan *game* Duma (Dunia Matematika) 3D menggabungkan *game* edukasi matematika dengan *game* 3 dimensi dengan level yang cukup luas sehingga dapat belajar sekaligus berkeliling.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang berjudul “Penerapan Metode *Finite State Machine* Pada Game “Adventure In Dark Territory”” yang bertujuan untuk menggunakan metode *Finite State Machine* pada *Non Player Character* yang dapat mendekat dan menyerang. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil penerapan kecerdasan buatan pada *enemy* dapat berjalan dengan baik beserta kontrol pada *player* [1].

Dalam penelitian “Media Pembelajaran Matematika Untuk Siswa Sekolah Dasar Kelas 4 Menggunakan Adobe Flash” yang bertujuan untuk menggabungkan materi matematika kelas 4 dengan visualisasi yang menarik menggunakan Adobe Flash CS6. Berdasarkan hasil pengujian *user* siswa kelas 4 didapatkan total hasil 16 baik dan 4 cukup baik [2].

Dalam penelitian dengan judul “Penerapan Metode *Finite State Machine* Pada Game Adventure the Guardian” yang bertujuan untuk menggunakan metode *Finite State Machine* pada *Non Player Character* sebagai pengambilan keputusan karakter. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan rata-rata dari 6 aspek yang ditanyakan menjawab 55.56% baik, 40% cukup, dan 4.44% kurang sehingga mayoritas *user* menilai game The Guardian baik [3].

## 2.2. Game

*Game* ialah satu diantara bentuk permainan karena dapat menyurutkan kelelahan seseorang dari rutinitas sehari - hari. *Game* juga dapat meningkatkan intelek ketika *game* tersebut membutuhkan *skill* tertentu dari pemainnya. Sejumlah *game* yang ada saat ini memiliki elemen pendidikan, keterampilan dan kekerasan sehingga ada batasan usia pengguna saat *game* tersebut dijual [1].

*Game* ialah permainan komputer yang dibuat dengan teknik dan metode animasi. Jika ingin mempelajari cara menggunakan animasi, perlu memahami cara membuat *game*. Jika ingin membuat *game*, maka perlu memahami teknik dan metode animasi karena saling terkait satu sama lain.[4].

## 2.3. Matematika

Matematika adalah ilmu tentang logika bentuk, susunan besaran, dan konsep- konsep yang saling terkait dengan jumlah besar, yang dibagi menjadi tiga bidang, yaitu aljabar, analisis, dan geometri. [5].

Matematika merupakan model penalaran, organisasi, dan pembuktian logis. Matematika ialah bahasa yang menggunakan istilah - istilah yang didefinisikan secara cermat, jelas dan presisi yang direpresentasikan oleh simbol dan padat, lebih berupa simbol tentang ide daripada suara. [6].

## 2.4. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (AI) adalah kecerdasan yang dimiliki oleh entitas buatan. Kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam sebuah mesin (komputer) sehingga dapat berperilaku bagaikan manusia. Beberapa bidang yang menggunakan kecerdasan buatan ialah sistem pakar dan permainan komputer (*game*). [7].

*Game* berbasis kecerdasan buatan sangat bergantung pada kemampuan komputer dalam mengendalikan elemen yang ada pada *game* dan memberikan keputusan pada situasi tertentu. Kecerdasan buatan pada *game* bergantung pada hasil akhir, komputer akan memiliki beberapa keputusan untuk mengatasi suatu keadaan.

Adapun beberapa macam jenis kecerdasan *game*, yaitu :

### 1. Pathfinding

*Pathfinding* adalah metode untuk menemukan rute tercepat dari titik awal hingga tujuan. Cara kerja metode *pathfinding* adalah dengan mencari grafik mulai dari satu node dan menjelajahi node yang

bersebelahan sampai node target tercapai, biasanya dengan tujuan mencari rute terpendek. Namun, tidak perlu mengecek seluruh jalur yang mungkin untuk mendapatkan jalur ideal [8].

### 2. Decision Tree

*Decision tree* ialah penerapan dari teknik penggolongan suatu keputusan untuk dapat mengambil suatu keputusan pada suatu masalah agar memperoleh hasil akhir. Pengumpulan informasi dan pemodelan dapat digabungkan dalam *Decision tree*. Dengan kesanggupan dalam mengontrol proses pengambilan keputusan yang rumit tetapi disederhanakan. Konsepnya ialah bahwa perilaku dilaksanakan satu per satu atau berurutan [7].

### 3. Rule-Based System (RBS)

*Rule-based system* adalah program berbasis kecerdasan buatan yang memiliki kemampuan untuk mengambil keputusan oleh seorang pakar. *Rule-based system* sendiri merupakan metode sistem pakar, yaitu pengetahuan yang ditanamkan pada sebuah sistem oleh ahli. Algoritma yang mengacu pada metode *Rule-based system* berupa pola bagaimana cara memenuhi suatu aturan khusus yang menjadi basis pengetahuan pada sistem cerdas tersebut. [9].

### 4. Case-Based Reasoning (CBS)

*Case-based reasoning* adalah teknik yang digunakan untuk memberikan solusi untuk solusi yang ditemukan sebelumnya. Dengan metode ini, sistem mampu menyelesaikan kasus yang baru saja terjadi dengan melihat kasus yang telah terjadi dan kasus yang diselesaikan. *Case-based reasoning* melibatkan pemeriksaan dan penyelidikan data tentang masalah yang telah dipecahkan. [9]

## 2.5. Finite State Machine

*Finite State Machine* (FSM) adalah metodologi desain sistem kontrol yang menggambarkan perilaku atau prinsip operasi sistem dalam tiga hal berikut: *State*, *Event*, dan *Action*. Pada satu saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, sistem akan berada dalam keadaan aktif. Sistem dapat berubah atau bertransisi menjadi keadaan yang berbeda ketika menerima input atau peristiwa tertentu, baik dari perangkat eksternal maupun dari komponen sistem itu sendiri. Peralihan keadaan ini juga disertai dengan fungsi sistem yang merespons input yang terjadi. Aksi dapat berupa prosedur sederhana atau dapat melibatkan serangkaian proses yang relatif kompleks. [10].

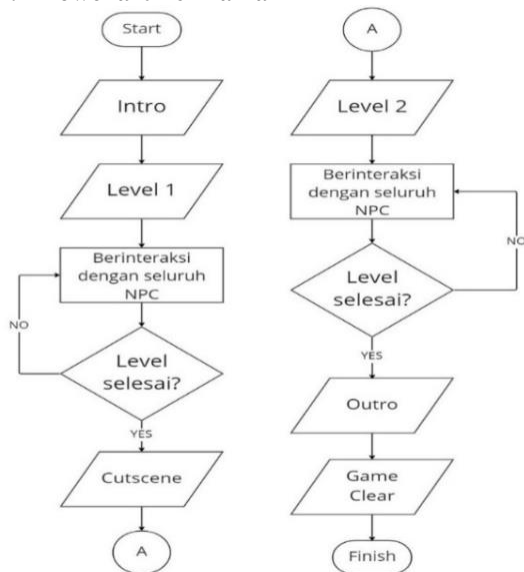
## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Analisis User

Analisis pengguna diperlukan dalam mengetahui spesifikasi pengguna untuk dapat memainkan *game* “Duma 3D”, diantaranya :

1. Pengguna diutamakan berumur 10 tahun ke atas.
2. Berlatar belakang pendidikan mulai dari sd kelas 4 hingga sma / smk sederajat dan orang dewasa.
3. Pengguna memiliki dan memahami pengoperasian komputer.

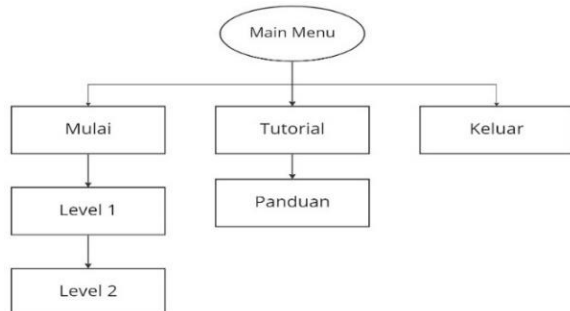
### 3.2. Flowchart Permainan



Gambar 1. Flowchart Permainan

Berdasarkan *flowchart* pada gambar 1, *game* dimulai dari tampilan intro sebagai pembuka yang dilanjutkan dengan *player* memasuki level 1. Kemudian mencari *Non Player Character* di berbagai area dan berinteraksi untuk melakukan dialog berupa pertanyaan matematika kelas 4. *Player* yang menyelesaikan dengan tepat akan membuat *Non Player Character* senang ditandai dengan teks dialog dan diberi petunjuk mengenai *Non Player Character* selanjutnya. Sebaliknya, *Non Player Character* sedih ditandai dengan teks dialog jika salah. Apabila *player* telah melakukan semua interaksi, maka melanjutkan ke level 2 yang diawali dengan *cutscene*. *player* akan memasuki level 1. Pada level 2, *player* melakukan hal yang sama dan *game* akan berakhir jika *player* telah menyelesaikan misi.

### 3.3. Struktur Menu



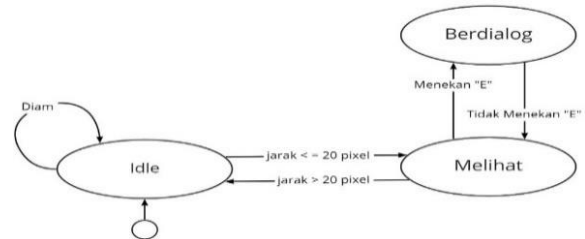
Gambar 2. Struktur Menu

Pada struktur menu yang terdapat dalam gambar 2, Main menu menjadi halaman *default* ketika *game* pertama kali dibuka. Terdapat menu mulai untuk bermain *game* yang terdiri atas 2 level yang harus dilalui, menu tutorial yang menjadi petunjuk bagi *player* untuk dapat menjalankan karakter *game*, dan menu keluar untuk menyudahi permainan.

### 3.4. Perancangan Finite State Machine

Garis besar dari *game Duma 3D* harus dipikirkan dengan baik karena menjadi salah satu bagian dari jalan cerita dan sistem *game* tersebut. *Game Duma 3D* memanfaatkan metode *Finite State Machine*, maka sistem diagram *Finite State Machine* sebagai berikut:

#### 1. Non Player Character Dialog



Gambar 3. Diagram FSM Dialog

Diagram *Finite State Machine* pada gambar 3 di atas digunakan untuk seluruh *Non Player Character* yang memberikan misi pada level 1 dan level 2. *Non Player Character* secara *default* berada pada *state idle* apabila diam. *Non Player Character* akan berada pada *state melihat* karakter apabila karakter berjarak  $\leq 20$  dan akan kembali ke *state idle* jika karakter berjarak  $\geq 20$ . *State Berdialog* dapat dilakukan jika karakter dan *Non Player Character* saling berinteraksi dengan cara *player* menekan tombol E pada *keyboard*.

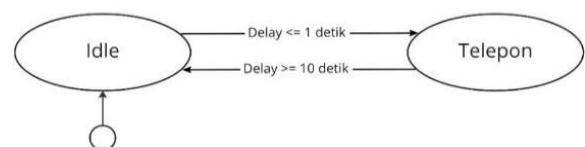
#### 2. Non Player Character Jogging



Gambar 4. Diagram FSM Jogging

Diagram *Finite State Machine* pada gambar 4 di atas digunakan untuk seluruh *Non Player Character jogging* pada dan level 2. *Non Player Character* secara *default* berada pada *state jogging*. Saat sampai target, maka akan berubah ke *state berputar* yang berlangsung selama 1 detik. Kemudian akan meninggalkan *target point* dan masuk ke *state jogging* kembali.

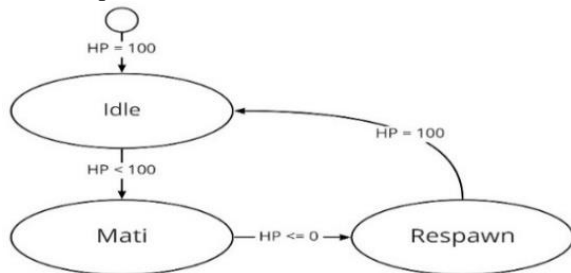
#### 3. Non Player Character Mengangkat Telepon



Gambar 5. Diagram FSM Telepon

Diagram *Finite State Machine* pada gambar 5 di atas digunakan untuk seluruh *Non Player Character telepon* pada level 1 dan level 2. *Non Player Character* secara *default* berada pada *state idle* selama  $\leq 1$  detik. Apabila lebih dari itu, maka akan ke *state telepon* yang berlangsung selama  $\geq 10$  detik.

4. Respawn Karakter



Gambar 6. Diagram FSM Respawn Karakter

Keadaan pertama dari nyawa karakter ialah *idle* seperti pada gambar 6. Jika karakter bersigungan dengan objek yang dapat mengurangi nyawa maka nyawa karakter akan berkurang hingga mati. Saat karakter mati, akan *respawn* ke titik semula dan *health point* karakter penuh kembali.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

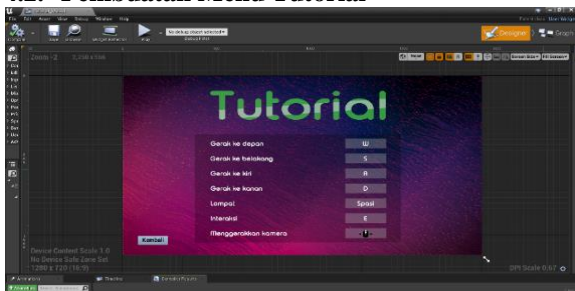
4.1. Pembuatan Main Menu



Gambar 7. Main Menu

Pada gambar 7 merupakan tampilan dari *main menu*. Terdapat *background* dengan gradasi warna antara biru tua dengan merah muda. Kemudian gambar wajah Duma yang diselimuti oleh awan dan beberapa *button* diantaranya adalah mulai untuk menjalankan game Duma 3D, tutorial untuk menampilkan panduan penggunaan *keyboard* dan *mouse*, dan keluar untuk mengakhiri permainan.

4.2. Pembuatan Menu Tutorial



Gambar 8. Menu Tutorial

Pada gambar 8 merupakan tampilan dari tutorial. Terdapat *background* dengan gradasi warna antara biru tua dengan merah muda. Kemudian gambar *button* diantaranya adalah mulai untuk menjalankan game Duma 3D, tutorial untuk menampilkan panduan penggunaan *keyboard* dan *mouse*, dan keluar untuk mengakhiri permainan.

4.3. Pembuatan Karakter

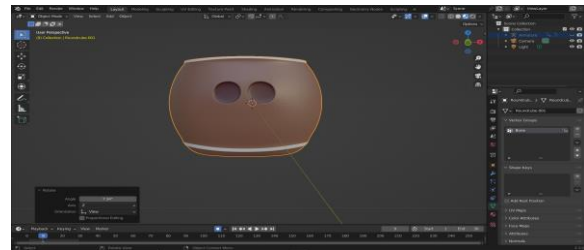
1. Karakter Duma



Gambar 9. Karakter Duma

Pada gambar 9 merupakan desain karakter Duma yang dibentuk menjadi *low poly* sederhana dengan desain sederhana, yaitu bertopi ungu, berbaju biru, dan bercelana panjang.

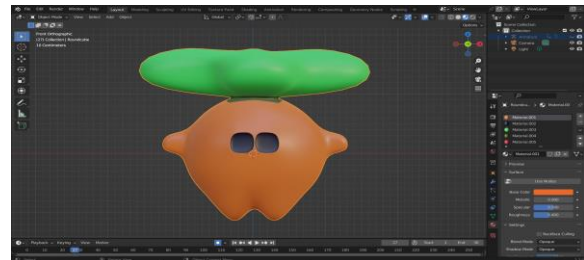
2. Karakter Barl



Gambar 10. Karakter Barl

Desain karakter Barl pada gambar 10 dibuat menyerupai sebuah *barrel* atau tong yang dominan berwarna coklat dengan hiasan garis berwarna perak.

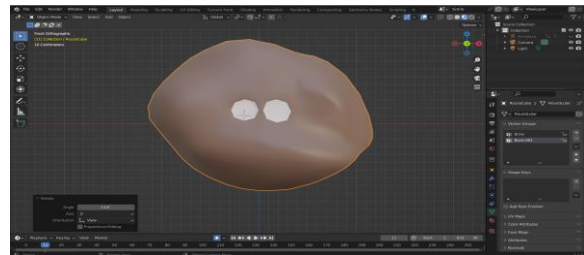
3. Karakter Rouhe



Gambar 11. Karakter Rouhe

Desain karakter Rouhe pada gambar 11 dibuat menyerupai sebuah wortel, terdapat daun berwarna hijau dan tubuh dominan jingga.

4. Karakter Dest



Gambar 12. Karakter Dest

Desain karakter pada gambar 12 dibuat menyerupai sebuah batu yang berwarna coklat dengan bentuk tidak jelas / abstrak dan memiliki mata berwarna putih.

5. Karakter Ghostly



Gambar 13. Karakter Ghostly

Pada gambar 13 merupakan desain karakter yang dibuat menyerupai sosok hantu kain terbang dan bermata kuning menyala.

6. Karakter Ghosi



Gambar 14. Karakter Ghosi

Desain karakter pada gambar 14 dibuat menyerupai sosok hantu kain terbang yang bertelinga, bertangan pendek, dan memiliki mata bulat.

7. Karakter Gho

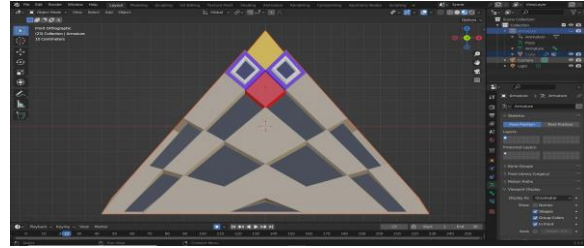


Gambar 15. Karakter Gho

Desain karakter pada gambar 15 dibuat menyerupai sosok hantu kain terbang yang bertangan dengan warna dominan kehijauan dan memiliki mata yang kecil berwarna jingga.

8. Karakter Pyra

Desain karakter Pyra pada gambar 16 di bawah dibuat menyerupai piramida dengan mata ungu, bermotif hitam dan puncak berwarna emas.



Gambar 16. Karakter Pyra

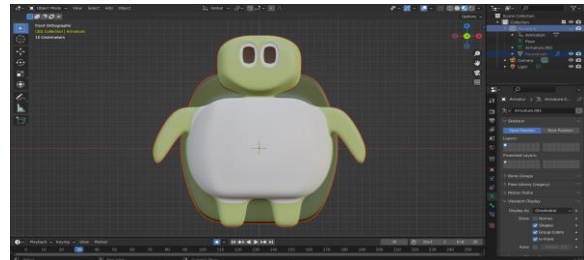
9. Karakter Cacs



Gambar 17. Karakter Cacs

Desain karakter Cacs pada gambar 17 dibuat menyerupai kaktus saguaro yang berduri dan bercabang. Cabang yang dibuat diibaratkan sebagai tangan.

10. Karakter Turt



Gambar 18. Karakter Turt

Desain karakter pada gambar 18 dibuat menyerupai seekor penyu yang memiliki badan gemuk. Memiliki warna dominan hijau dan tempurung dengan ornamen coklat.

11. Karakter Snobo



Gambar 19. Karakter Snobo

Desain karakter Snobo pada gambar 19 dibuat menyerupai sebuah manusia salju yang memiliki tangan, kaki, dan hidung berupa wortel.



12. Pembuatan Karakter Monow



Gambar 20. Karakter Monow

Desain karakter pada gambar 20 merupakan karakter Monow yang dibuat menyerupai sosok yeti yang memiliki badan besar dan berwarna dominan putih.

13. Karakter Icat

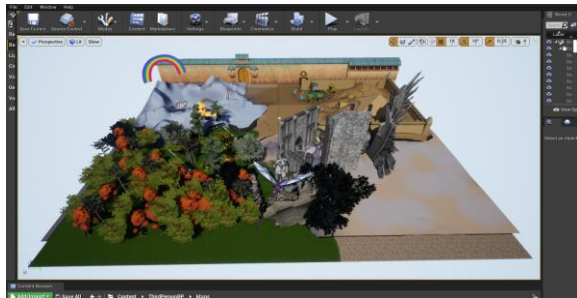


Gambar 21. Karakter Monow

Desain karakter pada gambar 21 merupakan karakter Icat yang dibuat menyerupai seekor kucing putih dengan mata berwarna hijau yang hidup di tempat dingin.

4.4. Pembuatan Level

1. Level 1

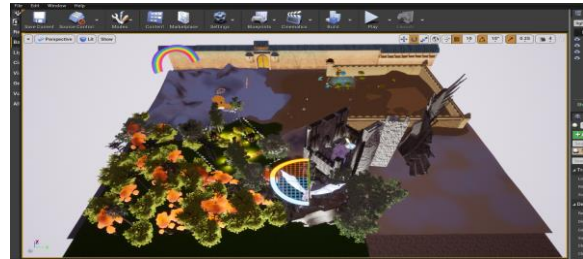


Gambar 22. Level 1

Desain level 1 pada gambar 22 ini disusun sesuai dengan konsep terang yang merepresentasikan pagi hari. Terdapat area besar yang dibagi menjadi 4 area kecil, yaitu *village*, *The Castle*, *the lost desert*, dan *ice world*. Pintu raksasa akan menghubungkan level 1 ke level 2.

2. Level 2

Desain level 2 pada gambar 23 di bawah disusun sesuai dengan konsep gelap yang merepresentasikan malam hari. Seperti pada level 1, terdapat area besar yang dibagi menjadi 4 area kecil, yaitu *village*, *The Castle*, *the lost desert*, dan *ice world*. Pintu raksasa akan menghubungkan level 2 ke *game over*.



Gambar 23. Level 2

4.5. Pengujian AI

Pengujian *Artificial Intelligence* ini berikatan dengan pengujian fungsi *Finite State Machine* yang ada dalam *game Duma 3D* seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian AI

NO	Fungsi	Tampilan	Hasil
1	AI berdialog.	NPC menghadap karakter yang mendekat.	Sesuai
2	AI berdialog.	NPC memberikan pertanyaan	Sesuai
3	AI jogging	NPC pergi ke titik yang dituju	Sesuai
4	AI telepon	NPC mengangkat telepon	Sesuai
5	AI Respawn	Karakter mati kemudian <i>respawn</i> ke titik semula	Sesuai

4.6. Pengujian Device

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui spesifikasi *device* yang dapat menjalankan *game Duma 3D* seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Device

NO	RAM	Processor	VGA	Hasil
1	4 GB	AMD E2-3800 APU with Radeon HD Graphics	AMD Radeon HD 8280	Sesuai
2	6 GB	Intel Core i5-3317U	Intel(R) HD Graphics 4000	Sesuai
3	8 GB	Intel Core i7-6700HQ	NVIDIA GeForce GTX 960M	Sesuai
4	16 GB	Intel Core i7-10750H	NVIDIA GeForce GTX 1650	Sesuai
5	24 GB	AMD Ryzen 5 3550H	NVIDIA GeForce GTX 1650	Sesuai

4.7. Pengujian Control Player

Pengujian *control player* menguji seluruh fungsi dari *keyboard* dan *mouse*. Hasil pengujian pada tabel 3 pengujian *control player* di bawah.

Tabel 3. Pengujian Control Player

No.	Tombol	Fungsi	Hasil
1	W	Player berjalan kedepan	Sesuai
2	A	Player berjalan ke kiri	Sesuai
3	S	Player berjalan mundur	Sesuai
4	D	Player berjalan ke kanan	Sesuai
5	Space	Player melompat	Sesuai
6	Gerak mouse	Menggerakkan kamera karakter	Sesuai

**4.8. Pengujian Benar Salah**

Pengujian benar salah menguji seluruh fungsi dari jawaban pada saat melakukan dialog. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Benar Salah

No.	Level	Jumlah		Hasil
		Benar	Salah	
1	Level 1	12	36	Sesuai
2	Level 2	12	36	Sesuai

**4.9. Pengujian User**

Pengujian user dilakukan untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan pada 23 subjek dan memiliki total seperti pada tabel 5 di bawah.

Tabel 5. Pengujian User

No.	Pertanyaan	Jawaban		
		Baik	Cukup	Kurang
1	Desain Karakter	15	7	1
2	Desain Menu	13	8	2
3	Design Level	15	7	1
4	Fitur Game	14	7	2
5	Game sudah menarik	14	9	0
Total		71	38	6

Jumlah pertanyaan : 5  
 Jumlah user : 23  
 Faktor pembagi :  $5 * 23 = 115$

Tabel 6. Persentase Responden Pada Pengujian User

No.	Persentase	Nilai
1	Baik	$(71/115 * 100\%) = 61.73\%$
2	Cukup	$(38/115 * 100\%) = 33.04\%$
3	Kurang	$(9 / 115 * 100\%) = 7.83\%$

Dari 23 responden pengujian tersebut, hasil persentase pada Tabel 6 menunjukkan bahwa 61,73% menyatakan “Baik”, 33,04% menyatakan “Cukup” dan 7,83% menyatakan “Kurang”.

**5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari game Duma 3D maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: game Duma 3D mengimplementasikan FSM yang diterapkan pada game 3 dimensi dengan indikasi NPC dapat melihat player, dialog, jogging, dan mengangkat telepon, serta karakter respawn setelah

mati. Hasil pengujian device berjalan pada beberapa perangkat dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil pengujian control player dengan tingkat keberhasilan 100%. Persentase penilaian sebanyak 23 subjek dan hasilnya menunjukkan 61.73% menyatakan “Baik”, 33,04% menyatakan “Cukup” dan 7.83% menyatakan “Kurang”.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Pradana, Dhimas Putra. 2019. Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game “Adventure In Dark Territory”. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 3(2): 1 – 7.
- [2] Rosadi, Choiron, dkk. 2020. Media Pembelajaran Matematika Untuk Siswa Sekolah Dasar Kelas 4 Menggunakan Adobe Flash. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 4(1): 49 – 55.
- [3] Huda, Miftakhul. 2018. Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game Adventure The Guardian. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 2(2): 176 – 183.
- [4] Nalwan, Agustinus. 1996. *Pemrograman Animasi dan Game Profesional*. Jakarta: Jakarta Elex Media Komputindo.
- [5] James, Glenn, dan Robert C. James. 1976. *Mathematics Dictionary*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [6] Johnson dan Rising. 1972. *Guidelines for Teaching Mathematics*. California: Wadsworth Publishing Company, Inc.
- [7] Sugianto, Bambang dan Utama, Gunawan Pria. 2021. Implementasi Algoritma Pathfinding Dan Decision Tree Dalam Pembuatan Video Game Bergenre Third Person Shooter. *SKANIKA*, 4(2): 7-14.
- [8] Setiawan, Saputra. 2019. Game “Edukasi Matematika” Menggunakan Metode Path Finding Berbasis Desktop”. *JATI*, 3(1): 411 – 414.
- [9] Diasmara, Arnan Dwika, dkk. 2021. Sistem Cerdas Permainan Papan The Battle Of Honor dengan Decision. *Jurnal Buana Informatika*, 12(2): 136-145.
- [10] Rahardian, Miftah Fauzan, dkk. 2016. Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game “The Relationship”. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 11(1): 14 – 22.