

**PENGATURAN LEVEL KESULITAN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA  
GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *MARKOV CHAIN***

**SKRIPSI**

Oleh :

**MUKHAMAD FALIHUL ISBAH**  
**NIM. 16650008**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**PENGATURAN LEVEL KESULITAN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA  
GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *MARKOV CHAIN***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MUKHAMAD FALIHUL ISBAH  
NIM. 16650008**

**Diajukan kepada:**

**Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang Untuk  
Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Komputer (S.Kom)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGATURAN LEVEL KESULITAN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA  
GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *MARKOV CHAIN***

**SKRIPSI**

Oleh :

**MUKHAMAD FALIHUL ISBAH**  
**NIM. 16650008**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji Tanggal :  
3 Oktober 2022

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Hani Nurhayati, M.T  
NIP. 19780625 200801 2 006

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachri Kurniawan, M.MT  
NIP. 19771020 200912 1 001

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGATURAN LEVEL KESULITAN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *MARKOV CHAIN*

#### SKRIPSI

Oleh :

**MUKHAMAD FALIHUL ISBAH**  
**NIM. 16650008**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal : 13 Oktober 2022

Susunan Dewan Penguji	
Ketua Penguji	: <u>Roro Inda Melani, M.T, M.Sc</u> NIP. 19780925 2005012 008
Anggota Penguji I	: <u>Juniardi Nur Fadila, M.T</u> NIP. 19920605 201903 1 015
Anggota Penguji II	: <u>Dr. Fresy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001
Anggota Penguji III	: <u>Hani Nurhayati, M.T</u> NIP. 19780625 200801 2 006



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mukhamad Falihul Isbah

NIM : 16650008

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Pengaturan Level Kesulitan Pada *Game* Edukasi Bencana

Gunung Meletus Menggunakan Metode *Markov Chain*

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



**HALAMAN MOTTO**

**"MEMULAI DENGAN PENUH KEYAKINAN, MENJALANKAN  
DENGAN PENUH KEIKHLASAN, MENYELESAIKAN DENGAN PENUH  
KEBAHAGIAAN."**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT  
Shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW

Dengan segenap hati, penulis mempersembahkan sebuah karya ini kepada:

Kedua orang tua penulis tercinta, Bapak Khoirul Anam Mu'minin dan Ibu Siti Khuzaimah S.Pd.I serta keluarga dirumah yang selalu membimbing penulis, memberikan do'a, dukungan, serta motivasi yang tidak terhingga.

Dosen pembimbing Dr. Fresy Nugroho, M.T dan Hani Nurhayati, M.T yang telah membimbing penelitian ini dengan memberikan banyak pengarahan dan pengalaman yang berharga.

Roro Inda Melani, MT, M.Sc dan Juniardi Nur Fadila, M.T, selaku Dosen Penguji yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis sehingga tercapai hasil skripsi yang lebih baik.

Seluruh dosen Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan seluruh guru-guru penulis yang telah membimbing dan memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat.

Keluarga Teknik Informatika yang telah memberikan semangat, bantuan dan doanya hingga skripsi ini selesai.

Orang-orang yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta dapat meluangkan waktu kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis ucapkan "jazakumullah khairan katsiiraa". Semoga ukhuwah tetap terjaga dan selalu diridhoi Allah SWT. Aamiin Ya Rabbal 'Alamii

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah penulis hanturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaturan Level Kesulitan Pada Game Edukasi Gunung Meletus Menggunakan Metode Markov Chain” ini dengan lancar dan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik begitu juga keluarga, para sahabat dan para pengikutnya seluruh umat Islam. Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini.

Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Fresy Nugroho, M.T dan Hani Nurhayati, M.T selaku dosen
5. pembimbing Skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga

6. Roro Inda Melani, MT, M.Sc dan Juniardi Nur Fadilah, M.T, selaku Dosen Penguji yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis sehingga tercapai hasil skripsi yang lebih baik.
7. Segenap sivitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
9. Anggota keluarga dan kerabat yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu tanpa mengurasi rasa hormat dan terimakasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi.

Aamiin Ya Rabbal 'Alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 14 Oktober 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>المخلص</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.4.1 Untuk desainer <i>game</i> .....	5
1.4.2 Untuk <i>player</i> .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Penelitian Terkait .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 <i>Game</i> .....	7
2.2.2 <i>Game adventure</i> .....	8
2.2.3 <i>Non-Player Character (NPC)</i> .....	9
2.2.4 <i>Kabut (fog)</i> .....	9
2.2.5 Kognitif, Afektif dan Psikomotorik .....	11
2.2.6 Pengaturan Level Kesulitan .....	15
2.2.7 <i>Markov Chain</i> .....	20
2.2.8 Probabilitas Transisi .....	21
<b>BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN GAME</b> .....	23

3.1 Alur Penelitian.....	23
3.2 Fokus Penelitian .....	24
3.3 Perancangan Sistem <i>Game</i> .....	25
3.3.1 Desain Menu <i>Flow</i> .....	25
3.3.2 Game Flowchart.....	27
3.4 Perancangan Skenario .....	29
3.5 Perancangan Implementasi <i>Markov Chain</i> .....	29
3.5.1 Desain Sistem <i>Markov Chain</i> .....	29
3.5.2 Implementasi <i>Markov Chain</i> .....	31
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	41
4.1 <i>Game</i> .....	41
4.1.1 UI <i>Game</i> .....	41
4.1.2 <i>Gameplay</i> .....	43
4.2 Skenario Pengujian <i>Markov Chain</i> dan tanpa <i>Markov Chain</i> .....	44
4.3 Integrasi Islam .....	53
4.3.1 Surat ar-Rum Ayat 41 .....	53
4.3.2 Surat ar-Rum Ayat 42 .....	54
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahap perilaku NPC .....	9
Gambar 2. 2 Penerapan level kesulitan pada game .....	20
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Fokus Penelitian .....	25
Gambar 3. 3 Game Menu Flow .....	26
Gambar 3. 4 Gameplay Flowchart .....	27
Gambar 3. 5 Block Diagram Markov Chain pada game .....	29
Gambar 4. 1 Tampilan menu awal .....	41
Gambar 4. 2 Tampilan kuis.....	42
Gambar 4. 3 Tampilan player menang.....	42
Gambar 4. 4 Tampilan player kalah.....	43
Gambar 4. 5 Tampilan game world.....	43
Gambar 4. 6 Tampilan perubahan kabut.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Densitas 12 Citra Uji.....	10
Tabel 2. 2 Fitur Kabut dalam Game.....	11
Tabel 2. 3 Aspek Kognitif.....	12
Tabel 2. 4 Aspek Afektif.....	13
Tabel 2. 5 Aspek Psikomotorik.....	15
Tabel 2. 6 Kategori pada Variabel.....	16
Tabel 2. 7 Nilai Maximall dan Minimall pada setiap Variabel.....	17
Tabel 2. 8 Nilai Bobot pada Variabel.....	18
Tabel 3. 1 Nilai setiap variabel.....	31
Tabel 3. 2 nilai variabel parameter.....	33
Tabel 3. 3 Matriks Probabilitas Transisi Parameter.....	33
Tabel 3. 4 Hasil Matriks Probabilitas Transisi Parameter.....	34
Tabel 3. 5 Perhitungan hasil untuk mengetahui nilai selisih.....	37
Tabel 3. 6 Hasil perhitungan nilai terdekat terhadap parameter.....	37
Tabel 4. 1 Skenario Pengujian 1.....	44
Tabel 4. 2 Hasil level Tanpa Markov Chain dan Markov Chain.....	46
Tabel 4. 3 Skenario Pengujian 2.....	46
Tabel 4. 4 Hasil level Tanpa Markov Chain dan Markov Chain.....	48
Tabel 4. 5 Skenario Pengujian 3.....	49
Tabel 4. 6 Hasil level Tanpa Markov Chain dan Markov Chain.....	50

## ABSTRAK

Isbah, Mukhamad Falihul. 2022 **Pengaturan Level Kesulitan Pada Game Edukasi Bencana Gunung Meletus Menggunakan Metode Markov Chain**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Fresy Nugrono, M.T (II) Hani Nurhayati, M.T

---

**Kata Kunci:** *Game Edukasi, Gunung Meletus, Markov Chain*

Indonesia merupakan negara yang rawan bencana. Salah satunya adalah letusan gunung berapi yang menimbulkan banyak korban akibat bencana tersebut, dalam hal ini pendidikan pencegahan bencana harus dikenalkan sejak dini termasuk anak sekolah dasar. Saat ini media edukasi yang mempromosikan kemandirian dan keselamatan anak sekolah dasar dalam situasi krisis masih sangat minim. Kurangnya media pelatihan untuk mengenali, mencegah atau melarikan diri dari situasi berbahaya dan keterampilan komunikasi untuk melaporkan situasi ketika muncul. Dengan pesatnya perkembangan teknologi, game menjadi salah satu teknologi yang paling populer saat ini. Oleh karena itu, perlu adanya permainan edukatif yang menggabungkan mitigasi berupa simulasi dan informasi mitigasi bencana. *Game* yang dibuat ini menggunakan metode *Markov Chain* yang di bantu dengan *Dynamic Difficulty Adjustment* untuk pengaturan kesulitan level kabut yang disesuaikan dengan kemampuan pemain. Data masukan pada *game* ini terdapat 7 variabel diantaranya skor, waktu, darah pemain, jumlah barang, tipe barang, jumlah musuh dan tipe musuh. Setelah didapatkan nilai dari masing masing variabel. Kemudian data tersebut akan di olah menggunakan metode *Markov Chain* untuk mendapatkan keluaran berupa level. Pada skenario pengujian 2 dengan menetapkan variabel bebas pada nilai time (50,75,90,100,110,130,146,150 dan 160) memberikan hasil paling tinggi untuk diversifikasi pengaturan level kesulitan pada game edukasi bencana gunung meletus yaitu 2,5 kali. Bahwa penerapan metode *Markov Chain* pada *game* edukasi bencana gunung meletus ini tidak memberikan hasil berupa peningkatan diversifikasi level kesulitan.

## ABSTRACT

Isbah, Mukhamad Falihul. 2022 **Setting the Difficulty Level in the Mount Erupting Disaster Education Game Using the Markov Chain Method**. Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Supervisor: (I) Dr. Fresy Nugrono, M.T (II) Hani Nurhayati, M.T.

---

**Keywords:** *Educational Games, Volcano Erupting, Markov Chain*

Indonesia is a disaster-prone country. One of them is the volcanic eruption which caused many victims as a result of the disaster, in this case disaster prevention education must be introduced from an early age, including elementary school children. Currently educational media that promote independence and safety of elementary school children in crisis situations are still very minimal. Lack of media training to recognize, prevent or escape from dangerous situations and communication skills to report situations when they arise. With the rapid development of technology, games have become one of the most popular technologies today. Therefore, there is a need for educational games that combine mitigation in the form of simulations and information on disaster mitigation. This game is made using the Markov Chain method which is assisted by Dynamic Difficulty Adjustment for fog level difficulty settings that are adjusted to the player's abilities. Input data in this game there are 7 variables including score, time, player blood, number of items, type of item, number of enemies and type of enemy. After obtaining the value of each variable. Then the data will be processed using the Markov Chain method to get output in the form of levels. In test scenario 2 by setting the independent variable at the time value (50,75,90,100,110,130,146,150 and 160) gave the highest results for diversification of difficulty level settings in the volcanic eruption disaster educational game, namely 2.5 times. That the application of the Markov Chain method to this volcanic eruption disaster educational game did not produce results in the form of increasing diversification of difficulty levels.

## الملخص

إسبح، محمد فليهور. ٢٢٠٢ إعدادات مستوى الصعوبة لعام . في الألعاب التعليمية لانفجار الكوارث الجبلية باستخدام طريقة سلسلة ماركوف. اطروحه. قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا. مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانغ.

: المشرف(١) الدكتور فريسي نوغرونو املاجستر(٢)هاني نورحياتي املاجستر

### الكلمات المفتاحية: لعبة تعليمية, ثوران بركان, سلسلة ماركوف

وإندونيسيا بلد معرض للكوارث. واحد منهم هو الجبل المندلح ، حيث يوجد العديد من الضحايا بسبب الكارثة ، وفي هذه الحالة يجب إدخال التعليم حول التخفيف من حدة الكوارث منذ سن مبكرة ، بما في ذلك لطلاب المدارس الابتدائية. في الوقت الحاضر ، لا تزال وسائل الإعلام التعليمية لتعزيز الاستقلال والسلامة في حالات الطوارئ لطلاب المدارس الابتدائية تفتقر إلى حد كبير. عدم وجود وسائل إعلام تعليمية للتعرف على المواقف الخطرة أو منعها أو إنقاذها ، وكذلك مهارات الاتصال للإبلاغ عن المواقف في حالة حدوثها. فيما يتعلق بالتطور السريع للتكنولوجيا ، أصبحت الألعاب واحدة من التقنيات الشائعة في هذا العصر. لذلك ، من الضروري أن يكون لديك لعبة تعليمية تحتوي على التخفيف في شكل محاكاة ومعرفة حول التخفيف من حدة الكوارث. يتوقع المجتمع من الألعاب كوسيلة للنهج ، وخاصة الطلاب الأساسيين ، أن يكونوا قادرين على التعرف على التهديدات التي يساعدها ضبط **Markov Chain** والآثار المختلفة للكارثة الجبلية المندلحة والتغلب عليها. تستخدم هذه اللعبة طريقة الصعوبة الديناميكي لتحديد صعوبة مستويات الضباب التي يتم ضبطها وفقا لقدرات اللاعب. تحتوي بيانات الإدخال في هذه اللعبة على 7 متغيرات بما في ذلك النتيجة والوقت ودم اللاعب وعدد العناصر ونوع السلع وعدد الأعداء ونوع العدو. بعد الحصول على قيمة كل متغير. ثم سيتم الحصول على البيانات باستخدام طريقة سلسلة ماركوف للحصول على المخرجات في شكل مستويات

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang rawan bencana. Salah satunya adalah letusan gunung berapi yang menimbulkan banyak korban akibat bencana tersebut, dalam hal ini pendidikan pencegahan bencana harus dikenalkan sejak dini. Saat ini sangat sedikit media pendidikan yang mempromosikan kemandirian dan keselamatan siswa sekolah dasar dalam situasi darurat.. Dengan perkembangan teknologi yang pesat, *game* telah menjadi salah satu teknologi paling populer saat ini. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah *game* edukasi yang menggabungkan informasi mitigasi bencana dan pencegahan bencana melalui simulasi. Sebagai pendekatan media untuk *game*, Diharapkan masyarakat dapat mengenal dan menghadapi berbagai ancaman dan dampak dari letusan gunung berapi.(Muqorrobin, 2019)

Pendidikan masuk ke hal yang mudah dimana dapat terjadi setiap saat dan *game* sebagai cara belajar, dengan perubahan filsafat pendidikan, memiliki perubahan besar. Jelas, dibandingkan dengan cara tradisional belajar, *game* sebagai permainan non-hiburan, melalui permainan komputer dan video *game* untuk menunjukkan pesona, memiliki cara untuk membuat peserta akses ke pengetahuan atau meningkatkan keterampilan. Oleh karena itu, ruang lingkup dan efek permainan edukasi adalah jauh melampaui model pendidikan tradisional. Kemudian menarik cara interaktif permainan, secara efektif

memobilisasi minat belajar dan antusiasme(Wang & Hu, 2017). Dengan adanya *game* edukasi, seseorang dapat memanfaatkan waktu untuk memahami pelajaran yang telah disampaikan.

Dari berbagai masalah tersebut *game* edukasi dapat memberikan solusi membantu dalam pemberian pembelajaran dalam pendidikan mengenai bencana gunung meletus yaitu memberikan pengetahuan penanggulangan bencana, sikap yang harus diambil ketika bencana terjadi pada lingkungannya dan penyebab terjadinya bencana, dengan memberikan edukasi pembelajaran mengenai bencana gunung meletus dalam *game* dan menerapkannya pada lingkungan sekitar.

*Game* edukasi merupakan salah satu media permainan yang berisi cakupan materi pembelajaran yang digunakan untuk mendidik mengarahkan siswa dalam proses pembelajaran yang menyenangkan. Pembelajaran menggunakan konsep belajar sambil bermain menjadikan siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran (Naimah et al., 2019). *Game* edukasi sangat menarik untuk dikembangkan. Ada beberapa kelebihan dari *game* edukasi dibandingkan dengan metode edukasi konvensional. Salah satu kelebihan utama *game* edukasi adalah pada visualisasi dari permasalahan nyata. *Massachussets Insitute of Technology* (MIT) berhasil membuktikan bahwa *game* sangat berguna untuk meningkatkan logika dan pemahaman pemain terhadap suatu masalah melalui proyek *game* yang dinamai *Scratch*, tidak diragukan lagi bahwa *game* edukasi dapat menunjang proses pendidikan (Vitianingsih & Informatika, 2016) .

Membuat atau mengembangkan game memerlukan desain rancangan level yang menarik, yang sulit membuat pemain tetap tertarik dan terlibat dalam waktu yang lama., level terlalu mudah membuat pemain bosan bermain, dan level yang sulit dapat menyebabkan pemain keluar dari game. Kesulitan yang terlalu berat dapat menyebabkan pemain frustrasi dan keluar dari permainan, dalam banyaknya pengembangan *game* di dunia, sistem level hanya di terapkan secara manual dimana sistem tersebut tidak mengikuti penyesuaian kemampuan player sehingga mengakibatkan level yang semakin bertambah, namun *player* tidak bisa memainkan *game* tersebut, kemudian jika *player* sudah terlalu cerdas maka level tidak dapat mengimbangi kemampuan *player*. desain level dapat diterapkan pada banyak hal seperti contohnya: *point* yang di dapatkan *player*, waktu *time out*, dan lain sebagainya.

Dalam hal ini, upaya untuk meningkatkan keseruan *game* berdampak besar pada desain rancangan dan pembuatan *game*. Pengembangan *game* melakukan upaya besar untuk menghindari rasa frustrasi para pemain, sambil tetap terlibat dalam *gameplay*, dimana penggunaan *gameplay* adaptif dapat memungkinkan interaksi dengan *player* di tingkat yang lebih tinggi dengan memprediksi niat *player* berdasarkan urutan tindakan yang sebelumnya dikenali, dari pada sekadar merespon tindakan tingkat rendah (Soler-Dominguez et al., 2017)..

Metode *Markov Chain* memiliki beberapa kelebihan yang dimana permasalahan ketidakmampuan hitung integral dimensi lebih tinggi yang diperlukan untuk mengkarakterisasi distribusi posterior model. Ini sebagian besar dapat diselesaikan dengan menghitung metode Rantai Markov. Rantai

Markov memberikan solusi tidak langsung untuk masalah berdasarkan pengamatan dengan membangun rantai Markov sebagai ukuran probabilitas stasioner. Ini lebih efisien daripada simulasi langsung. (Haario et al., 2005).

Berdasarkan kelebihan itu, maka digunakan metode *Markov Chain* untuk pengaturan *level* kesulitan pada *game* edukasi bencana gunung Meletus. Penggunaan metode tersebut dapat membuat *player* untuk memainkan *game* semakin seru dengan tiap *level* rintangan (*range*) sulit di tebak.

Untuk mewujudkan solusi di atas maka penelitian ini membuat pengaturan *level* kesulitan menggunakan metode *Markov Chain*.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah penelitian ini didasarkan pada latar belakang sebagai berikut.

Bagaimana membangun pengaturan level kesulitan pada *game* edukasi bencana gunung meletus dengan menerapkan Metode *Markov Chain* sehingga menghasilkan tingkat level yang berbeda dengan tanpa metode *Markov Chain* didalam *game* dan mempengaruhi perubahan level secara dinamis dengan melihat kinerja player?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah membangun pengaturan level kesulitan pada *game* edukasi bencana gunung Meletus dengan menerapkan metode *markov chain*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang akan dilakukan adalah :

### 1.4.1 Untuk desainer *game*

1. Penentuan skenario *game* yang dipilih membuat beban dari *desainer game* berkurang.
2. Level kesulitan lebih dinamis membuat *game* lebih sulit ditebak oleh *player*.

### 1.4.2 Untuk *player*

1. Tidak mudah bosan dalam bermain *game*.
2. Dapat memainkan *game* sesuai tingkat kemampuannya.

## 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

1. *Software* yang digunakan adalah *unity 3D*.
2. *Game* bergenre *adventure* dimana pemain mengumpulkan barang-barang.
3. Penggunaan *NPC Player* untuk melakukan uji coba *game*.
4. *Game* ini mempunyai 7 masukan berupa *Score*, waktu, darah *player*, Barang yang diambil, nilai Barang, tipe musuh, jumlah musuh.
5. *Game* ini mempunyai 4 keluaran berupa level kabut, pertanyaan afektif, Pertanyaan efektif, pertanyaan psikomotorik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Markov lahir pada 14 Juni 1856, matematikawan Rusia Andrey (Andrei) Andreyevich. Dia terkenal karena karyanya pada proses stokastik. Subyek utama penelitiannya dikenal sebagai rantai *Markov*, yaitu urutan variabel acak di mana variabel masa depan ditentukan oleh variabel sekarang tetapi tidak tergantung pada cara keadaan sekarang muncul dari pendahulunya. Pada tahun 1877, Markov mendapatkan medali emas untuk solusi luar biasa dari masalah *Tentang Integrasi Persamaan Diferensial oleh Pecahan Kontinu dengan Aplikasi ke Persamaan*. Pada tahun 1880 lulus ujian kandidat, dan dia tetap di universitas untuk mempersiapkan posisi dosen., Markov mempertahankan tesis masternya dan lima tahun kemudian, pada Januari 1885, disusul tesis doktoralnya “ *Tentang Beberapa Aplikasi Aljabar Pecahan Kontinu* ”. Pada tahun 1883, Markov menikahi kekasih masa kecilnya, putri pemilik perkebunan yang dikelola ayahnya. Pada tahun 1886, satu tahun setelah mempertahankan tesis doktoralnya, Markov diangkat sebagai profesor luar biasa. Pada tahun 1890, setelah kematian Viktor Bunyakovsky, Markov menjadi anggota akademi yang luar biasa. Promosinya menjadi profesor biasa di Universitas St. Petersburg diikuti pada musim gugur 1894. (Vulpiani, 2015)

Rantai Markov (*Markov chains*) adalah teknik matematika yang banyak digunakan untuk memodelkan (memodelkan) berbagai sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan masa depan dalam

variabel dinamis berdasarkan perubahan masa lalu dalam variabel dinamis tersebut. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menganalisis peristiwa masa depan secara matematis. Rantai Markov secara matematis menjelaskan pergerakan beberapa variabel pada titik waktu tertentu di masa depan berdasarkan pergerakan variabel tersebut di masa sekarang. (Andry, 2015).

Dalam penelitian Nazar Pesona Wildan (2016) “*Desain Non Playable character* sebagai musuh dalam permainan roda menggunakan konsep mesin keadaan Markov, dari metode ini diterapkan pada perilaku sehingga *Non Playable character* memiliki banyak variabel untuk mengimplementasikan perilakunya, dimana Rantai Algoritma Markov digunakan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan keadaan yang dimasukkan ke dalam skenario yang menghasilkan proses baru, yaitu mesin keadaan markov.

## **2.2 Landasan Teori**

Berikut ini landasan teori dalam penelitian yang akan dibuat sebagai berikut.

### **2.2.1 Game**

Dalam kamus besar bahasa indonesia “*Game*” diartikan permainan. *Game* merupakan sebuah permainan interaktif yang membutuhkan *tools* atau komputer untuk bermain. *Game* bertujuan untuk menghibur siswa untuk memancing minat belajar dan dapat melatih kemampuan motorik anak, biasanya *game* sangat diminati oleh anak-anak remaja dan orang dewasa (Rahmawati et al., 2020). Pada dasarnya *game* mempunyai peran penting untuk perkembangan otak manusia, diantaranya untuk melatih memecahkan suatu masalah dan meningkatkan konsentrasi berfikir

dengan tepat dan benar, karena dalam *game* terdapat berbagai masalah yang menuntut kita untuk menyelesaikan dengan cepat dan tepat (Titisari, 2018).

### **2.2.2 Game adventure**

*Game* berbasis Adventure termasuk dalam *role play game* dimana pemain seolah-olah berperan sebagai seorang tokoh dalam lingkungan *game* tersebut. Cerita mempunyai peran penting dalam alur *game* yang akan membawa sang tokoh ke arah permasalahan. Selanjutnya, player yang berperan sebagai tokoh dalam *game* akan melakukan interaksi untuk memecahkan masalah. Kemudian tokoh akan bertemu dengan NPC (*Non Playable Charracters*) yang akan berinteraksi dengan tokoh (Marzuki, 2009).

Lebih lanjut menyebutkan terdapat beberapa sifat dari *game* petualangan (*Adventure game*) yakni:

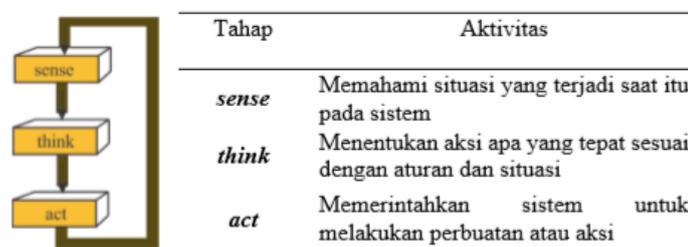
1. Alur permainan biasanya diarahkan oleh sebuah cerita narasi, selanjutnya tokoh akan bergerak sesuai alur permainan.
2. Cerita narasi juga bisa diambil dalam bentuk film, komik, novel.
3. Pemain akan mengendalikan tokoh utama.
4. *Game* biasanya dalam bentuk petualangan atau teka-teki, yang akan dipecahkan oleh tokoh melalui interaksi.
5. Menekankan pada penjelajahan, kemampuan berfikir, dan kemampuan dalam memecahkan masalah.

6. Terdapat elemen-elemen dasar misalnya peraturan permainan, area permainan, plot, tema, tokoh, animasi, grafik, teks, suara.

### 2.2.3 Non-Player Character (NPC)

*Non-Player Character* (NPC) merupakan objek atau karakter yang tidak dikendalikan oleh *player* tapi dijalankan oleh komputer. *NPC* juga disebut sebagai karakter otonom yang terdapat pada media interaktif seperti *game* dan *virtual reality*. Dikatakan karakter otonom karena *NPC* dapat melakukan tindakan sendiri atas perilakunya.

Menurut (Kim et al., 2006) perilaku *NPC* pada dasarnya akan berperilaku dengan cara mengulangi tiga tahap yaitu *sense*, *think*, dan *act* seperti ditunjukkan pada gambar 2.1. Perilaku *NPC* tersebut dilakukan secara otonom yang secara hierarkis dibagi menjadi tiga lapisan.



Gambar 2. 1 Tahap perilaku NPC  
sumber : (Kim et al., 2006)

### 2.2.4 Kabut (*fog*)

Kabut dapat terbentuk saat udara yang jenuh akan uap air didinginkan dibawah titik bekunya. Maka dari itu, daerah dataran tinggi yang memiliki suhu dingin dan lembab masih sering kita jumpai kabut. Jenis kabut pegunungan

terbentuk ketika uap air bergerak menuju ke atas melewati lerenglereng gunung, udara dingin bergerak ke atas lereng hingga tidak sanggup menahan uap air, titik-titik kabut kemudian terbentuk disepanjang lereng gunung (Arbaningrum, 2019).

**Tabel 2. 1 Densitas 12 Citra Uji**  
**Sumber: PRADANTI, 2018)**

Waktu	Densitas
06.00 WIB	3,554
07.00 WIB	3,373
08.00 WIB	2,41
09.00 WIB	3,424
10.00 WIB	4,108
11.00 WIB	3,257
12.00 WIB	2,761
13.00 WIB	4,209
14.00 WIB	3,093
15.00 WIB	8,181
16.00 WIB	5,123
17.00 WIB	4,154

Pada penelitian sebelumnya penerapan metode *Dynamic Difficulty Adjustment*, fitur kabut atau objek kabut pada penelitian Cahyani, B (2020) dengan metode *Perlin Noise* akan digunakan setelah mendapatkan perhitungan densitas (kedalaman) didalam *game*, dalam penelitiannya *digunakan Estimasi Transmission Map* dimana perkiraan tranmisi citra kabut sangatlah penting dalam menciptakan adegan kabut. *Transmission map* berguna untuk menunjukkan tingkat transparansi citra. Pada tabel 2.2 menjelaskan perkiraan yang akan digunakan sebagai berikut:

**Tabel 2. 2 Fitur Kabut dalam Game**

Kabut	Ketebalan
1	Sangat Jelas
2	Sangat Jernih
3	Kabut Jernih
4	Kabut Tipis
5	Kabut
6	Kabut Tipis
7	Kabut Tipis
8	Kabut Sedang
9	Kabut Sedang
10	Kabut Tebal

### 2.2.5 Kognitif, Afektif dan Psikomotorik

(Bloom et al., 1956) berpendapat bahwa tujuan pendidikan itu harus senantiasa mengacu kepada tiga ranah yang melekat pada diri peserta didik yaitu ranah proses berfikir (kognitif), ranah nilai atau sikap (afektif), dan ranah keterampilan (psikomotorik).

Ranah kognitif merupakan ranah yang berkaitan dengan aspek – aspek intelektual atau berpikir/nalar. Didalamnya mencakup pengetahuan, pemahaman, penerapan, penguraian, pemaduan, dan penilaian (Solichin et al., 2019.). Dalam ranah kognitif, sejauh mana peserta didik dan pada *level* yang lebih atas seorang peserta didik mampu menguraikan kembali kemudian memadukannya dengan pemahaman yang sudah ia peroleh untuk kemudian diberi penilaian/pertimbangan(Kasenda et al., 2016).

Penerapan, penguraian, pemaduan, dan penilaian (Solichin et al., 2019.).

Dalam ranah kognitif, sejauh mana peserta didik dan pada *level* yang lebih atas seorang peserta didik mampu menguraikan kembali kemudian memadukannya dengan pemahaman yang sudah ia peroleh untuk kemudian diberi penilaian/pertimbangan.

**Tabel 2. 3 Aspek Kognitif**

<b>Level</b>	<b>Output Pertanyaan</b>	<b>Kognitif</b>
1	Apa yang kamu ketahui tentang gunung meletus ?	K1-1
2	Berapakah jumlah gunung meletus di Indonesia ?	K1-2
3	Sebutkan nama gunung meletus di daerah anda ?	K1-3
4	Sebutkan tipe gunung meletus di indonesia ?	K1-4
5	Bagaimana ciri ciri gunung meletus ketika erupsi ?	K2-1
6	Apa nama lembaga yang memantau gunung berapi di Indonesia ?	K2-2
7	Apa nama gunung berapi terbesar di Indonesia ?	K2-3
8	Sebutkan nama gunung berapi di pulau Sumatera ?	K3-1
9	Sebutkan nama gunung berapi di pulau Jawa ?	K3-2
10	Sebutkan gunung berapi di pulau sulawesi ?	K3-3

Ranah afektif dalam bahasa Indonesia berasal dari kata “ ranah ” yang berarti “ bagian (satuan) perilaku manusia” dan “Afektif” berarti “berkenaan dengan perasaan”. Didalamnya mencakup penerimaan, sambutan, tata nilai, pengorganisasian, dan karakterisasi (Hasruddin et al., 2020). Dalam ranah ini peserta didik dinilai sejauh mana ia mampu menginternalisasikan nilai – nilai pembelajaran ke dalam dirinya. Ranah ini erat kaitannya dengan tata nilai dan konsep diri.

**Tabel 2. 4 Aspek Afektif**

<b>Level</b>	<b>Output Pertanyaan</b>	<b>Afektif</b>
1	Bagaimana sikapmu jika keluargamu terdampak erupsi gunung meletus ?	A1-1
2	Bagaimana sikapmu jika temanmu terdampak erupsi gunung meletus ?	A1-2
3	Bagaimana sikapmu jika saudaramu terdampak erupsi gunung meletus ?	A1-3
4	Bagaimana sikapmu jika melihat orang yang mengabaikan peringatan gunung meletus ?	A1-4
5	Bagaimana sikapmu jika melihat orang yang tidak peduli akan terjadinya gunung meletus ?	A2-1
6	Bagaimana sikapmu jika melihat warga desa sedang bergotong-royong ?	A2-2
7	Apa yang kamu rasakan jika ada warga yang enggan bergotong-royong membantu korban bencana erupsi gunung meletus ?	A2-3
8	Apa yang kamu rasakan jika kamu kehilangan keluargamu karena bencana erupsi gunung meletus ?	A3-1
9	Apa yang kamu rasakan jika desamu dikabarkan akan terjadi erupsi gunung meletus ?	A3-2
10	Apa yang kamu rasakan jika saudaramu terkena erupsi gunung berapi ?	A3-3

Ranah psikomotorik adalah domain yang meliputi perilaku gerakan koordinasi jasmani, keterampilan motorik dan kemampuan fisik seseorang. Keterampilan yang akan berkembang jika sering dipraktikkan dapat diukur berdasarkan jarak, kecepatan, ketetapan, teknik dan pelaksanaan (Kasenda et al., 2016). Dalam aspek psikomotorik terdapat beberapa kategori yaitu :

1. **Peniruan** : Kategori ini terjadi ketika anak bisa mengartikan rangsangan atau sensor menjadi suatu gerakan motorik. Anak dapat mengamati suatu gerakan kemudian mulai melakukan respons dengan yang diamati berupa gerakan meniru, bentuk peniruan belum spesifik dan tidak sempurna.
2. **Kesiapan** : Kesiapan anak untuk bergerak meliputi aspek mental, fisik, dan emosional. Pada tingkatan ini, anak menampilkan sesuatu hal menurut

petunjuk yang diberikan dan tidak hanya meniru. Anak juga menampilkan gerakan pilihan yang dikuasainya melalui proses latihan dan menentukan responsnya terhadap situasi tertentu.

3. Mekanisme merupakan tahap menengah dalam mempelajari suatu kemampuan yang kompleks. Pada tahap ini respon yang dipelajari sudah menjadi suatu kebiasaan dan gerakan bisa dilakukan dengan keyakinan serta ketepatan tertentu.
4. Respon tampak kompleks merupakan tahap gerakan motorik yang terampil yang melibatkan pola gerakan kompleks. Kecakapan gerakan diindikasikan dari penampilan yang akurat dan terkoordinasi tinggi tetapi dengan tenaga yang minimal. Penilaian termasuk gerakan yang mantap tanpa keraguan dan otomatis.
5. Adaptasi. Pada tahap ini, penguasaan motorik sudah memasuki bagian di mana anak dapat memodifikasi dan menyesuaikan keterampilannya hingga dapat berkembang dalam berbagai situasi berbeda.
6. Penciptaan. Artinya, menciptakan berbagai modifikasi dan pola gerakan baru untuk menyesuaikan dengan tuntutan suatu situasi. Proses belajar menghasilkan hal atau gerakan baru dengan menekankan pada kreativitas berdasarkan kemampuan yang telah berkembang pesat.

**Tabel 2. 5 Aspek Psikomotorik**

<b>Level</b>	<b>Output Pertanyaan</b>	<b>Psikomotorik</b>
1	Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana erupsi gunung meletus ?	P1-1
2	Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana gunung berapi?	P1-2
3	Apa yang kamu lakukan jika mendengar akan terjadi bencana gunung berapi di rumah saudaramu ?	P1-3
4	Apa yang kamu lakukan setelah terjadi erupsi gunung meletus ?	P1-4
5	Apa usaha yang dapat kamu lakukan untuk membantu tim sar dalam menangani bencana gunung meletus ?	P2-1
6	Apa yang kamu lakukan ketika temanmu mengajakmu membantu korban bencana erupsi gunung meletus ?	P2-2
7	Apa yang kamu lakukan ketika melihat kotak sumbangan bencana erupsi gunung meletus ?	P2-3
8	Apa yang kamu lakukan ketika melihat korban bencana erupsi gunung meletus yang butuh selimut ?	P3-1
9	Apa yang kamu lakukan jika melihat korban bencana erupsi gunung meletus yang kelaparan?	P3-2
10	Apa yang kamu rasakan ketika keluargamu terdampak bencana erupsi gunung meletus ?	P3-3

### 2.2.6 Pengaturan Level Kesulitan

Teknologi yang dapat mengubah tingkat kemampuan penyesuaian, adegan dan perilaku permainan secara *real time* atau dinamis sesuai dengan kemampuan dan keterampilan pemain. Penerapan metode penyesuaian kesulitan dinamis tidak umum digunakan dalam *game*. Meskipun metode ini diterapkan dengan benar, ini dapat bermanfaat bagi pengalaman bermain pemain secara keseluruhan. Ini akan memberikan pengalaman baru setiap kali bermain dan mencegah pemain bosan

dalam permainan jika permainan terlalu sulit, permainan terlalu mudah atau membuat frustrasi(Colwell & Glavin, 2017).

Tujuan utama dari pengaturan level kesulitan adalah untuk membuat pemain tertarik dari awal hingga akhir permainan, dan untuk memberikan tingkat kesulitan yang baik di seluruh level. Saat menggunakan sistem kesulitan pada *game* dalam permainan, ada beberapa variabel *input* seperti skor, darah player, waktu, jumlah musuh, jenis musuh, jumlah barang, dan nilai barang. Semua *input* dibagi menjadi dua kategori untuk kategori pemain dan musuh yang ada pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 6 Kategori pada Variabel**

Kategori	Kelompok Atribut	Bukti Proses	Variabel pada <i>Game</i>
Pemain	<i>Bigger Value of Better Player (BVBP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah jawaban benar dari pertanyaan pada permainan.</li> <li>- Sisa darah pemain dari awal hingga akhir permainan</li> <li>- Jumlah barang yang dikumpulkan dari <i>game</i></li> <li>- Nilai pada setiap barang yang dikumpulkan dari awal hingga akhir <i>game</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Score</i></li> <li>- Darah Pemain</li> <li>- Jumlah Barang</li> <li>- Nilai Barang</li> </ul>
	<i>Smaller Value of Better Player (SVBP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan misi dalam <i>game</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waktu</li> </ul>
Musuh	<i>Bigger Value of Better Player (BVBP)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banyak musuh yang dilawan saat <i>game</i> dimulai</li> <li>- Jumlah musuh yang dilawan ketika <i>game</i> dimulai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah Musuh</li> <li>- Tipe Musuh</li> </ul>

Pengelompokan dari tabel diatas, disetiap variabel tersebut terdapat nilai *maximall* ( $F_{\max}$ ) dan nilai *minimall* ( $F_{\min}$ ) yang dijelaskan pada tabel 2.7.

**Tabel 2. 7 Nilai Maximall dan Minimall pada setiap Variabel**

	Variabel	Nilai
<i>Max</i>	<i>Score</i>	100
	Waktu	500
	Darah Player	100
	Jumlah Barang	65
	Nilai Barang	5
	Jumlah Musuh	10
	Tipe Musuh	5
<i>Min</i>	<i>Score</i>	0
	Waktu	115
	Darah Player	15
	Jumlah Barang	5
	Nilai Barang	2
	Jumlah Musuh	2
	Tipe Musuh	1

Pada tabel diatas digunakan dalam menghitung nilai penyesuaian, nilai *maximall* ( $F_{\max}$ ) dan *minimall* ( $F_{\min}$ ) untuk menentukan nilai tertinggi dan terendah dari atribut yang digunakan. Untuk merancang *game* yang dinamis ada beberapa yang harus dikerjakan(Avi Shena et al., 2019).

Berdasarkan nilai atribut dalam *game* ( $F_{val_i}$ ), untuk menghitung *skill player* dan *enemy* ( $efF_i$ ) beserta nilai tertinggi ( $F_{\max}$ ) dan terendah ( $F_{\min}$ ) dari setiap atribut menggunakan rumus dibawah ini.

$$ef_i = \begin{cases} \frac{F_{val_i} - F_{min_i}}{F_{max_i} - F_{min_i}} \\ \frac{F_{max_i} - F_{val_i}}{F_{max_i} - F_{min_i}} \end{cases} \quad (2.1)$$

Nilai *skill player* dan *enemy* ditentukan menggunakan rumus nilai total *skill (ef)* yang ada di bawah ini :

Pada rumus 2.7 menghitung nilai atribut secara keseluruhan dengan nilai

$$ef = \frac{\sum_{i=1}^n (ef_i * weight_i)}{\sum_{i=1}^n weight_i} \quad (2.2)$$

bobot atribut masing – masing. Nilai bobot ini mewakili pentingnya atribut dalam menentukan keterampilan *player*.

**Tabel 2. 8 Nilai Bobot pada Variabel**

Atribut	Bobot
Skor atau Kekuatan	0.8176
Kecepatan Aksi atau Musuh	0.8124

Berdasarkan tabel (2.8) menunjukkan bahwa atribut skor atau kekuatan berbobot 0.8176, sedangkan atribut kecepatan musuh berbobot 0.8124.

Pada rumus (2.5) digunakan untuk membandingkan *skill enemy* dan *player* untuk penyesuaian *level*. Nilai *skill player* ( $ef_p$ ) dan nilai *skill enemy* ( $ef_0$ ) yang dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$diffef = | ef_p - ef_0 | \quad (2.3)$$

Pada rumus (2.6) digunakan untuk membandingkan penyesuaian kesulitan. Yang dimaksud *diffef* ini merupakan perbedaan nilai *player* dan *enemy*. *Player* akan naik *level* jika nilai lebih tinggi dari *enemy* ( $P_{lim}$ ).

$$diffef > P_{lim} * ef_p \quad (2.4)$$

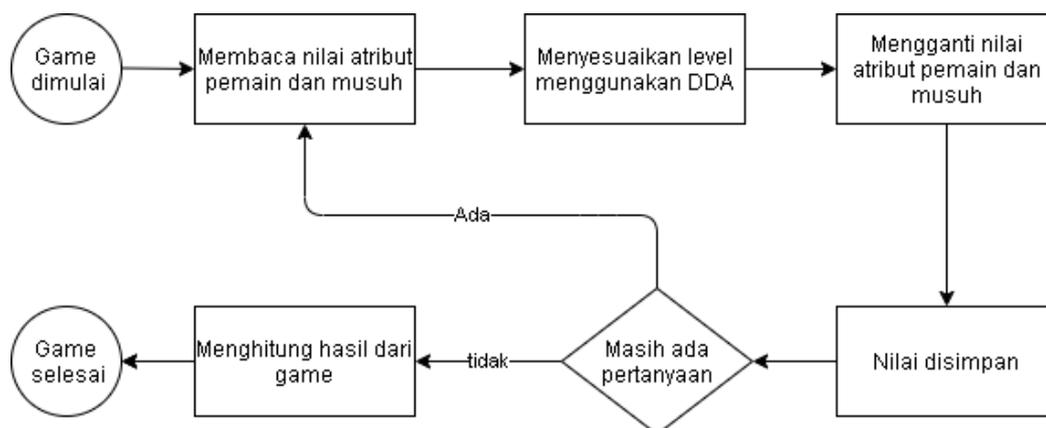
Untuk menghitung penyesuaian atribut pada *game* dapat dihitung dengan rumus (2.5) dan rumus (2.6) dimana atribut yang menjelaskan ketika nilai *player* lebih besar (*Bigger Value of Better Player / BVBP*). Sedangkan atribut yang menjelaskan ketika nilai *player* lebih kecil (*Smaller Value of Better Player /SVBP*).

$$adjF_i = \begin{cases} diffef * (F_{maxi} - F_{mini}) & \text{for BVBP} \\ -diffef * (F_{maxi} - F_{mini}) & \text{for SVBP} \end{cases} \quad (2.5)$$

$$Fval_{oi} = \begin{cases} Fvalold_{oi} + adjF_i & \text{for } ef_p > ef_0 \\ Fvalold_{oi} - adjF_i & \text{for } ef_p < ef_0 \end{cases} \quad (2.6)$$

Pada gambar dibawah ini merupakan penerapan *Dynamic Difficulty*

*Adjustment* pada *game* secara mekanisme sebagai berikut :



**Gambar 2. 2 Penerapan level kesulitan pada game**

Langkah awal pada gambar diatas membaca nilai atribut *player* dan *enemy* kemudian penyesuaian *level* menggunakan pengatural level kesulitan. Selanjutnya nilai atribut *player* dan *enemy* disesuaikan dengan nilai baru berdasarkan *level*. Proses tersebut akan diulangi jika ada pertanyaan dan nilai akan dihitung jika tidak ada pertanyaan.

### 2.2.7 Markov Chain

Analisis rantai markov adalah suatu metode yang mengkaji karakteristik suatu variabel pada masa kini berdasarkan karakteristiknya di masa lalu untuk memperkirakan di waktu yang akan datang. Konsep dasar rantai Markov baru diperkenalkan kurang lebih tahun 1907 sang matematikawan Rusia Andrej A. Markov (1856-1922) (Edi Abdurachman, 1999). Analisis rantai markov yg didapatkan adalah probabilistik yg bisa dipakai menjadi indera bantu pengambilan keputusan. Maka analisis rantai markov bukanlah teknik optimasi, melainkan teknik deskriptif. Analisis rantai markov adalah model probabilitas yang dikenal sebagai proses stokastik(Howard M. Taylor. 1998).

Analisis *Markov* ini sangat sering digunakan untuk membantu pembuatan keputusan dalam bisnis dan industri, misalnya dalam masalah ganti merek, masalah hutang-piutang, masalah operasi mesin, analisis pengawasan dan lain-lain. Informasi yang dihasilkan tidak mutlak menjadi suatu keputusan, karena sifatnya yang hanya memberikan bantuan dalam proses pengambilan keputusan.

Dalam penelitian ini operasi *markov chain* yang dimanfaatkan adalah matriks probabilitas transisi yang berfungsi untuk memperkirakan peluang kejadian di waktu yang akan datang ketika *player* berada dalam situasi saat ini. Rumus perhitungan probabilitas aksi dari *NPC* yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$[Jr \ Ny \ Kc] = [Jr \ Ny \ Kc] \times \text{Matriks Probabilitas}$$

*Transisi*

Keterangan :

Jr = Jarak antara *player*

Ny = Nyawa dari *player*

Kc = Kecepatan pergerakan *player*

Berdasarkan tiga masukan dari variabel Jarak (Jr), Nyawa (Ny), Kecepatan (Kc) nantinya yang akan memutuskan keluaran pergerakan dari variabel perilaku NPC untuk melakukan patrol, pengejaran ataupun penyerangan pada karakter *player* di dalam *game*.

### **2.2.8 Probabilitas Transisi**

Probabilitas transisi merupakan perubahan menurut satu keadaan ke keadaan lain selama periode (waktu) berikutnya. Matriks probabilitas transisi

merupakan matriks bujur sangkar dengan elemen real tak negatif dalam interval  $[0, 1]$  dan jumlah setiap baris = 1 (Siang, Jong Jek:2009). Informasi selengkapnya, lihat matriks probabilitas transisi berikut:

$$P = \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \dots & P_{0j} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1j} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i0} & P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{ij} \end{pmatrix}$$

$P_{ij}$  adalah probabilitas bersyarat bahwa nilai status berpindah dalam suatu bidang dari  $i$  ke  $j$ . Dikarenakan angka-angka ini mewakili probabilitas, semua angka non-negatif dan tidak lebih dari satu.

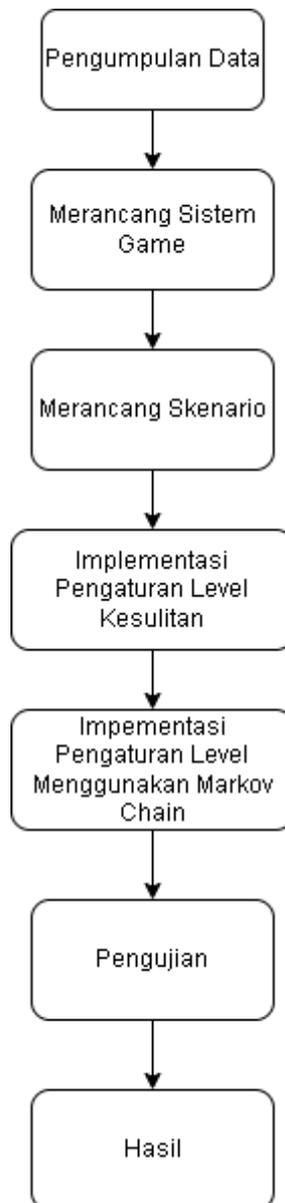
$$0 < P_{ij} < 1 \qquad i, j = 0, 1, 2, \dots$$

$$\sum_{j=0}^{\infty} p_{ij} = 1 \qquad i = 0, 1, 2, \dots$$

## BAB III

### DESAIN DAN PERANCANGAN GAME

#### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

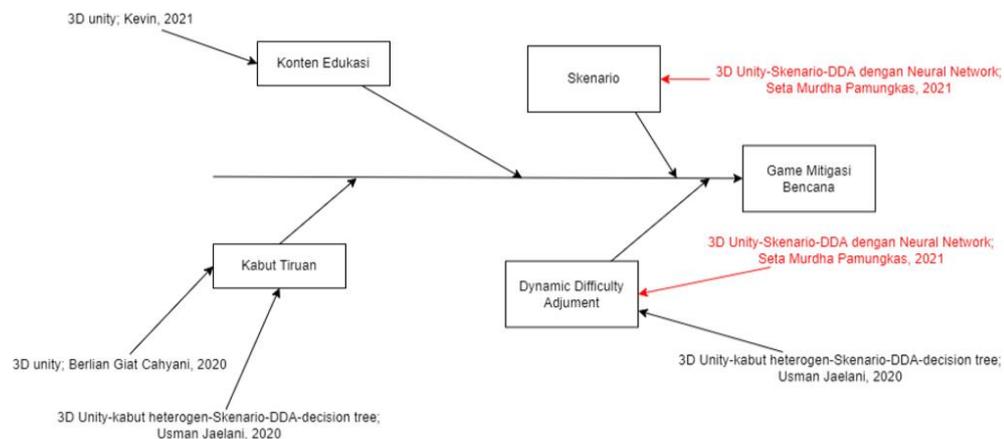
Alur penelitian gambar diatas sebagai berikut :

- a. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data sebagai dasar dari proses. Proses ini akan menghasilkan nilai yang akan diimplementasikan pada *Markov Chain*
- b. Setelah data terkumpul, berlanjut dalam proses merancang Sistem *Game*. Sistem *game* yang dirancang berupa menu *flow* dan *game flowchart*. Perancangan sistem *game* ini difokuskan untuk mendesain alur bagaimana *game* bekerja.
- c. Setelah alur *game* tergambar jelas, dilanjutkan dengan mendesain dan merancang skenario *game*. Rancangan skenario *game* ini berupa *Storyboard game, design level* kesulitan pada *game, level design* cerita. Tahap ini difokuskan untuk menentukan variabel-variabel apa saja yang akan berubah ketika tingka kesulitan bertambah maupun berkurang.
- d. Pada tahap ini *game* dapat dimainkan dengan mengimplementasikan *level* kesulitan menggunakan *Markov Chain*.
- e. Pada tahap terakhir, hasil perhitungan dari level kesulitan tanpa *Markov Chain* dan dengan *Markov Chain* akan dibandingkan antara satu dengan yang lainnya.

### **3.2 Fokus Penelitian**

Penelitian ini berfokus pada pembuatan *game* dengan menerapkan *Markov Chain* sebagai algoritma yang digunakan pengaturan level kesulitan.

Mengacu pada penelitiannya Cahyani dan Jeylani (Cahyani, 2020) (Jeylani, 2020). Penelitian ini akan menggunakan *Game Engine Unity*. Ilustrasi roadmap penelitian ditampilkan pada gambar 3.2 berikut.



**Gambar 3.2 Fokus Penelitian**

### 3.3 Perancangan Sistem *Game*

Proses pembuatan *game* ini ada beberapa desain awal terdiri dari desain menu *flow* dan *game flowchart*.

#### 3.3.1 Desain Menu *Flow*

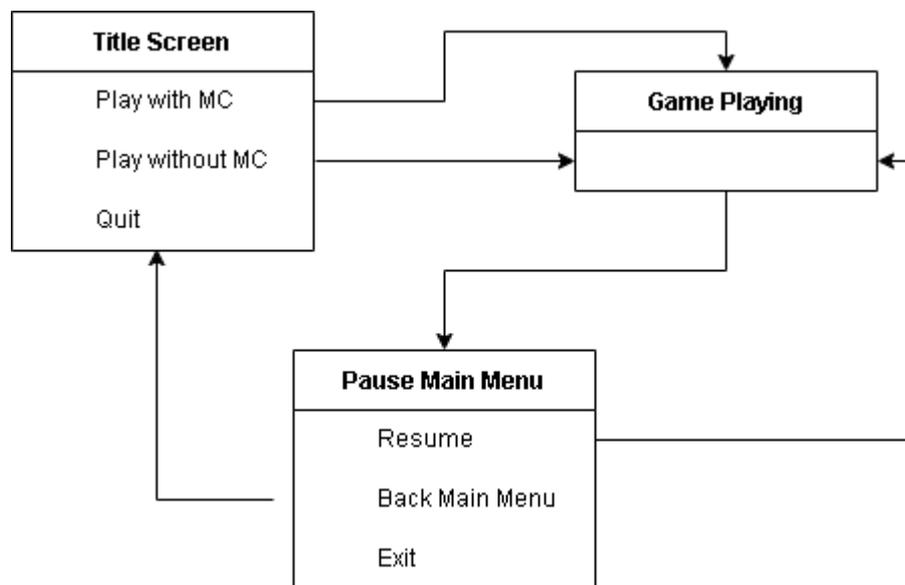
Desain menu *flow* untuk mempermudah pembuatan main menu yang akan digunakan di dalam *game*. Rancangan menu *flow* yang diajukan pada penelitian ini sebagai berikut.

##### 1. *Title Screen*

- a. *Play with* pengatural level kesulitan, menghubungkan *Title Screen* ke *Game* dengan *Markov Chain*

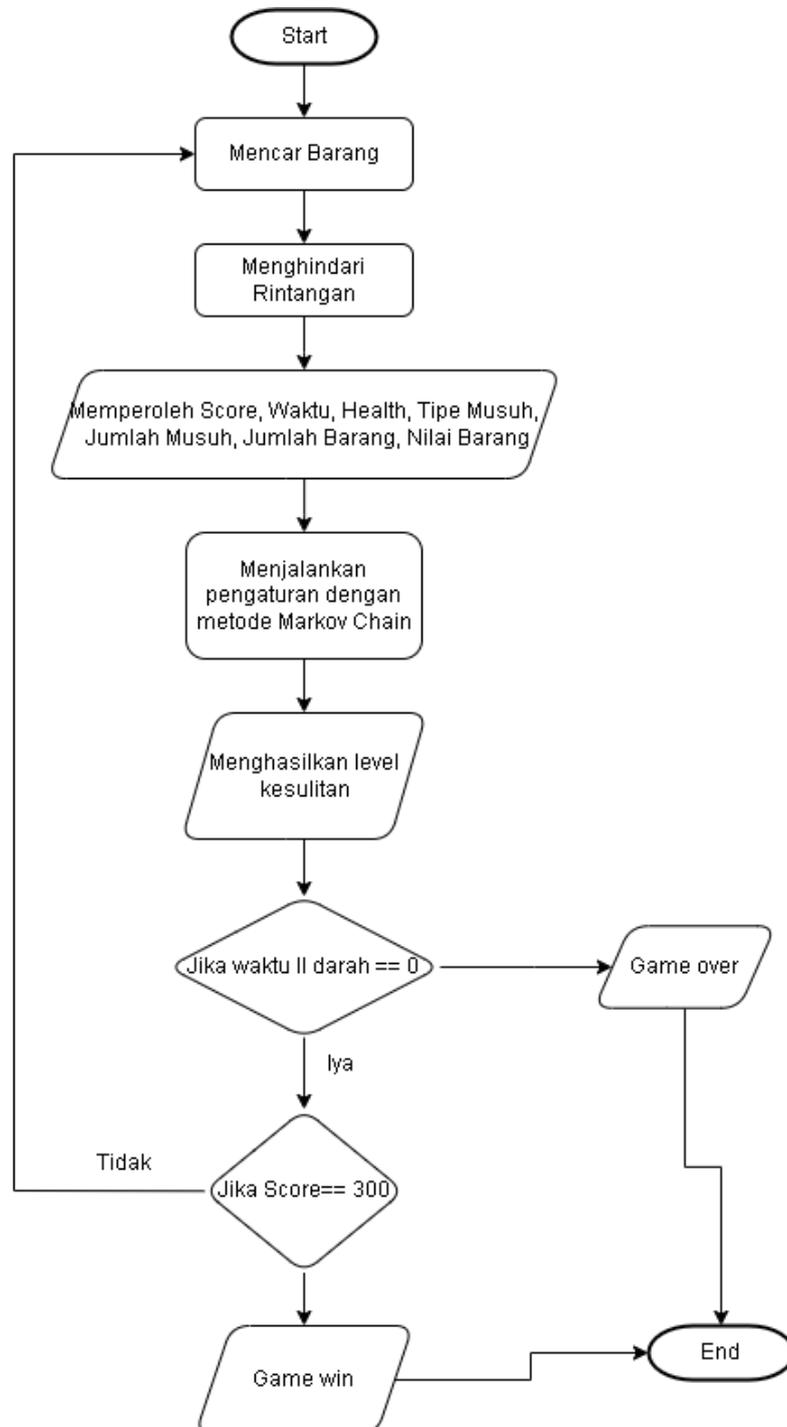
- b. *Play whitout* pengaturan level kesulitan, menghubungkan *Title Screen* ke *Game* tanpa *Markov Chain*
  - c. *Settings*, menghubungkan *Title Screen* dengan *Option Screen*
  - d. *Quit*
2. *Game Playing*
3. *Pause Main Menu*
- a. *Resume*, kembali bermain
  - b. *Back to Main Menu*, menghubungkan ke *Title Screen*
  - c. *Exit*

Rancangan mene *flow* diilustrasikan pada gambar 3.3 sebagai berikut.



**Gambar 3. 3 Game Menu Flow**

### 3.3.2 Game Flowchart



**Gambar 3. 4** *Game Flowchart*

*Flowchart* pada *game* yang dikembangkan sebagai berikut.

1. Pertama pemain bergerak mencari barang barang yang dibutuhkan untuk menghadapi bencana gunung meletus, dengan *score*, batas waktu, darah player, jenis musuh, jumlah musuh, serangan musuh.
2. Setelah itu, pemain mengumpulkan item sesuai kebutuhan Pemain menghindari rintangan yang ada didalam *game*, dimana dapat mengurangi darah pemain yang dapat menyebabkan darah habis.
3. Selanjutnya pemain akan mendapatkan nilai waktu, score, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang, nilai barang yang digunakan untuk input dari pengaturan level pada step 5.
4. Setelah mendapatkan input dari step 4 maka akan menjalankan pengaturan level kesulitan menggunakan metode *Markov Chain*.
5. Setelah step 5 dijalankan akan mendapatkan level
6. Sistem akan mengecek apakah waktu atau darah = = 0?  
Jika tidak, maka lanjut ke step 8, jika iya maka *game over*
7. Sistem akan mengecek apakah Score = = 300?  
Jika ya, maka *game* telah dimenangkan, jika tidak maka akan kembali ke step 1.

### 3.4 Perancangan Skenario

Skenario yang dirancang pada penelitian ini menghasilkan *Storyboard*, level desain pengaturan tingkat kesulitan, dan level desain cerita.

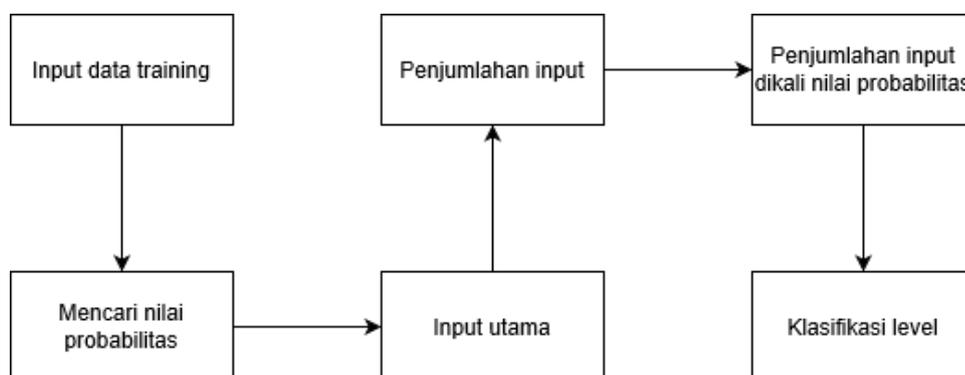
#### *Storyboard*

*Game* ini tentang para pendaki yang bersiap untuk mendaki Gunung Kelud. Pendaki ini harus mengumpulkan barang-barang yang digunakan untuk mendaki di hutan. Di dalam hutan pendaki akan berhadapan dengan hewan-hewan berbahaya. Apabila menyentuh hewan tersebut, pendaki akan terluka. Dalam mencari barang, pendaki harus cepat karena waktu pencarian barang terbatas oleh waktu. Pada *game* ini, pemain akan berperan sebagai pendaki yang mencari barang-barang tersebut.

### 3.5 Perancangan Implementasi *Markov Chain*

*Markov Chain* dirancang sebagai algoritma yang akan diimplementasikan ke dalam pengaturan level kesulitan agar metode pengaturan kesulitan level dapat bekerja lebih dinamis dibanding tanpa *Markov Chain*.

#### 3.5.1 Desain Sistem *Markov Chain*



Gambar 3. 5 Block diagram *Markov Chain* pada *game*

Penelitian ini menggunakan *Markov Chain* sebagai algoritma penentu utama nilai pengaturan level kesulitan untuk *game*. Proses kerja *Markov Chain* pada gambar 3.5 sebagai berikut.

1. Input data training

Memasukkan nilai parameter yang akan dijadikan acuan untuk mendapatkan hasil

2. Mencari nilai probabilitas

Untuk pencarian nilai probabilitas dengan cara membagi setiap nilai parameter dengan jumlah total parameter

3. Input utama

Nilai yang diperoleh player pada saat menjalankan permainan berupa score, waktu, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang dan nilai barang.

4. Penjumlahan input

Penjumlahan input dilakukan dengan menjumlahkan nilai yang diperoleh player.

5. Penjumlahan input dikali nilai probabilitas

Pada tahap ini hasil dari penjumlahan input yang dilakukan pada tahap 4 akan dikali dengan matriks probabilitas yang dihasilkan pada tahap 2.

6. Klasifikasi level

Pada tahap ini dilakukan klasifikasi level dengan cara nilai parameter yang di inputkan pada tahap 1 dikurangi dengan hasil dari tahap 5, lalu pada setiap parameter akan dicari nilai yang mendekati nilai 0 untuk mengecek level

disetiap parameter. Selanjutnya akan dilakukan pengecekan mana yang paling banyak level itulah yang menentukan hasil klasifikasi

### 3.5.2 Implementasi *Markov Chain*

Implementasi *Markov Chain*, player mengumpulkan barang-barang di dalam arena permainan. Barang –barang yang dikumpulkan itu dapat terakumulasi sebagai poin penambah *Score*, waktu, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang, dan nilai barang. Ketujuh point yang akan terakumulasi tersebut lalu diproses oleh sistem untuk menentukan level pemain. Kemudian dengan menyelesaikan *game* atau berakhirnya *game* ditentukan score target, berikutnya penentuan nilai setiap variabel yang mempengaruhi berubahnya level kabut.

**Tabel 3. 1 Nilai setiap variabel**

Input	Output							Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	
Score +	0	10	20	30	40	60	70	230
Waktu -	500	400	360	300	250	200	160	2170
Darah Player -	100	90	80	70	60	50	45	495
Tipe Musuh +	1	1	2	3	3	4	5	19
Jumlah Musuh +	2	4	5	6	6	7	7	37
Jumlah Barang +	5	10	15	30	40	45	50	195
nilai barang -	5	5	4	4	3	3	2	26

Keterangan :

1. Score : nilai yang didapatkan player saat permainan dimulai dengan cara mengumpulkan barang.
2. Waktu : Penentuan dalam permainan untuk mendapatkan kemenangan atau kekalahan.
3. Darah player : Nyawa player akan berkurang jika menabrak rintangan yang telah di buat didalam *game* dan mengakibatkan kekalahan.

4. Tipe musuh : Didalam *game* ini ada beberapa rintangan untuk menjalankan misi mengumpulkan barang seperti ular, tawon, katak dan lain-lain.
5. Jumlah musuh : Jumlah rintangan yang ada di dalam arena permainan yang akan mengganggu player saat menjalankan misi mengumpulkan barang.
6. Jumlah barang : jumlah barang yang ada didalam arena permainan seperti apel, semangka, jeruk dan lain-lain yang akan di dapatkan oleh player saat menjalankan misi.
7. Nilai barang : Didalam arena permainan ada beberapa barang yang akan dikumpulkan player untuk mendapatkan score, setiap barang yang diambil ada nilainya yaitu 7. Sebagai contoh player mendapatkan barang berupa buah semangka dan alpukat maka akan mendapatkan score 14.

Dengan menggunakan *Markov Chain* maka eksekusi setiap state dipengaruhi oleh 7 variabel *input* yaitu *score*, waktu, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang dan nilai barang. Ketujuh variabel input ini nantinya menjadi parameter konfigurasi level NPC.

Keadaan NPC dapat berubah sewaktu-waktu selama permainan, sehingga nilai masukan akan berubah setiap waktu, karena nilai acuan tindakan NPC untuk suatu level masih berupa range nilai mutlak sebagai parameter perilaku NPC berdasarkan level. Untuk membuat beberapa kemungkinan tabel seperti ini:

Tabel 3. 2 nilai variabel parameter

Input	Output							Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	
Score +	0	10	20	30	40	60	70	230
Waktu -	500	400	360	300	250	200	160	2170
Darah Player	100	90	80	70	60	50	45	495
Tipe Musuh +	1	1	2	3	3	4	5	19
Jumlah Musuh +	2	4	5	6	6	7	7	37
Jumlah Barang +	5	10	15	30	40	45	50	195
nilai barang -	5	5	4	4	3	3	2	26

Tabel 3.2 akan menghasilkan matriks probabilitas transisi. Nilai pada tabel ini merupakan variabel parameter yang menyatakan skor, waktu, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang dan nilai barang berupa *NPC* akan melakukan tingkat perlevelan. Jadi matriks probabilitas transisinya sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Matriks Probabilitas Transisi Parameter

Input	Output						
	1	2	3	4	5	6	7
Score +	$0 / 230 = 0$	$10 / 230 = 0,04$	$20 / 230 = 0,09$	$30 / 230 = 0,13$	$40 / 230 = 0,17$	$60 / 230 = 0,26$	$70 / 230 = 0,3$
Waktu -	$500 / 2170 = 0,23$	$400 / 2170 = 0,18$	$360 / 2170 = 0,17$	$300 / 2170 = 0,14$	$250 / 2170 = 0,12$	$200 / 2170 = 0,09$	$160 / 2170 = 0,07$
Darah Player -	$100 / 495 = 0,2$	$90 / 495 = 0,18$	$80 / 495 = 0,16$	$70 / 495 = 0,14$	$60 / 495 = 0,12$	$50 / 495 = 0,1$	$45 / 495 = 0,09$
Tipe Musuh +	$1 / 19 = 0,05$	$1 / 19 = 0,05$	$2 / 19 = 0,11$	$3 / 19 = 0,16$	$3 / 19 = 0,16$	$4 / 19 = 0,21$	$5 / 19 = 0,26$
Jumlah Musuh	$2 / 37 = 0,05$	$4 / 37 = 0,11$	$5 / 37 = 0,14$	$6 / 37 = 0,16$	$6 / 37 = 0,16$	$7 / 37 = 0,19$	$7 / 37 = 0,19$
Jumlah Barang +	$5 / 195 = 0,03$	$10 / 195 = 0,05$	$15 / 195 = 0,08$	$30 / 195 = 0,15$	$40 / 195 = 0,21$	$45 / 195 = 0,23$	$50 / 195 = 0,26$
nilai barang -	$5 / 26 = 0,19$	$5 / 26 = 0,19$	$4 / 26 = 0,15$	$4 / 26 = 0,15$	$3 / 26 = 0,12$	$3 / 26 = 0,12$	$2 / 26 = 0,08$

**Tabel 3. 4 Hasil Matriks Probabilitas Transisi Parameter**

Input	Output						
	1	2	3	4	5	6	7
Score +	0	0,04	0,09	0,13	0,17	0,26	0,3
Waktu -	0,23	0,18	0,17	0,14	0,12	0,09	0,07
Darah Player	0,2	0,18	0,16	0,14	0,12	0,1	0,09
Tipe Musuh +	0,05	0,05	0,11	0,16	0,16	0,21	0,26
Jumlah Musuh +	0,05	0,11	0,14	0,16	0,16	0,19	0,19
Jumlah Barang +	0,03	0,05	0,08	0,15	0,21	0,23	0,26
nilai barang -	0,19	0,19	0,15	0,15	0,12	0,12	0,08

Nilai atau value pada tabel di atas ditulis sebagai berikut:

$$\text{Matriks probabilitas transisi} = \begin{bmatrix} 0 & 0,04 & 0,09 & 0,13 & 0,17 & 0,26 & 0,3 \\ 0,23 & 0,18 & 0,17 & 0,14 & 0,12 & 0,09 & 0,07 \\ 0,2 & 0,18 & 0,16 & 0,14 & 0,12 & 0,1 & 0,09 \\ 0,05 & 0,05 & 0,11 & 0,16 & 0,16 & 0,21 & 0,26 \\ 0,05 & 0,11 & 0,14 & 0,16 & 0,16 & 0,19 & 0,19 \\ 0,03 & 0,05 & 0,08 & 0,15 & 0,21 & 0,23 & 0,26 \\ 0,19 & 0,19 & 0,15 & 0,15 & 0,12 & 0,12 & 0,08 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Matriks probabilitas transisi digunakan untuk menghitung probabilitas yang akan terjadi di masa depan, mengingat keadaan NPC saat ini. Saat menghitung probabilitas level NPC dapat dirumuskan berikut ini:

$$\begin{bmatrix} S & W & DP & TM & JM & JB & NB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S & W & DP & TM & JM & JB & NB \end{bmatrix} \times \text{Matrixs Probabilitas Transisi}$$

Keterangan :

S = Score

W = Waktu

DP = Darah player

TM = Tipe musuh

JM = Jumlah musuh

JB = Jumlah barang

NB = Nilai barang

Sebagai demonstrasi dari metode rantai Markov ini, ada beberapa contoh pemain dengan kondisi sebagai berikut:

Score = 180, Waktu = 70, Darah Player = 100, Tipe Musuh = 7, Jumlah Musuh = 14, Jumlah Barang = 28, dan Nilai Barang = 4.

Total = 403

Maka akan didapatkan nilai variabelnya adalah:

$$S = \frac{180}{403} = 0,447$$

$$W = \frac{70}{403} = 0,174$$

$$DP = \frac{100}{403} = 0,248$$

$$TM = \frac{7}{403} = 0,017$$

$$JM = \frac{14}{403} = 0,035$$

$$JB = \frac{28}{403} = 0,069$$

$$NB = \frac{4}{403} = 0,01$$

$$\begin{matrix} [S & W & DP & TM & JM & JB & NB] \\ = [S & W & DP & TM & JM & JB & NB] \times \text{Matrixs Probabilitas Transisi} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} [S & W & DP & TM & JM & JB & NB] \\ = [0,447 & 0,174 & 0,248 & 0,017 & 0,035 & 0,069 & 0,01] \begin{bmatrix} 0 & 0,04 & 0,09 & 0,13 & 0,17 & 0,26 & 0,3 \\ 0,23 & 0,18 & 0,17 & 0,14 & 0,12 & 0,9 & 0,07 \\ 0,2 & 0,18 & 0,16 & 0,14 & 0,12 & 0,1 & 0,09 \\ 0,05 & 0,05 & 0,11 & 0,16 & 0,16 & 0,21 & 0,26 \\ 0,05 & 0,11 & 0,14 & 0,16 & 0,16 & 0,19 & 0,19 \\ 0,03 & 0,05 & 0,08 & 0,15 & 0,21 & 0,23 & 0,26 \\ 0,19 & 0,19 & 0,15 & 0,15 & 0,12 & 0,12 & 0,08 \end{bmatrix} \\ = [0,096 & 0,104 & 0,123 & 0,137 & 0,151 & 0,184 & 0,198] \end{matrix}$$

Karena perhitungan di atas menetapkan pengaturan NPC ke level pada kondisi, maka hasil perhitungan akan dikalikan dengan total jumlah nilai kondisi NPC, yaitu 403, sehingga dapat dituliskan kondisi sebagai berikut:

$$S = 0,096 \times 403 = 38,688$$

$$W = 0,104 \times 403 = 41,912$$

$$DP = 0,123 \times 403 = 49,569$$

$$TM = 0,137 \times 403 = 55,211$$

$$JM = 0,151 \times 403 = 60,853$$

$$JB = 0,184 \times 403 = 74,152$$

$$NB = 0,198 \times 403 = 79,794$$

Dan mengacu pada tabel nilai variabel, penyesuaian dapat dilakukan di level NPC dengan menghitung nilai parameter selanjutnya. Dengan mereduksi parameter setiap input ke nilai yang dihitung di atas, diperoleh perbedaan terkecil. Perbedaan terkecil adalah nilai parameter berikutnya. Perhitungannya ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

**Tabel 3. 5 Perhitungan hasil untuk mengetahui nilai selisih**

Input	Output						
	1	2	3	4	5	6	7
Score +	0-38,688 = -38,688	10-38,688 = -28,688	20-38,688 = -18,688	30-38,688 = -8,688	40-38,688 = 1,312	60-38,688 = 21,312	70-38,688 = 31,312
Waktu -	500-41,912 = 458,088	400-41,912 = 358,088	360-41,912 = 318,088	300-41,912 = 258,088	250- 41,912 = 208,088	20-41,912 =158,088	160-41,912 =118,088
Darah Player -	100-49,569 =50,431	90-49,569 =40,431	80-49,569 =30,431	70-49,569 = 20,431	60-49,569 =10,431	50-49,569 =0,431	45-49,569 =-4,569
Tipe Musuh +	1-55,211 = -54,211	1-55,211 = -54,211	2-55,211 =-53,211	3-55,211 = -52,211	3-55,211 =-52,211	4-55,211 =-51,211	5-55,211 =-50,211
Jumlah Musuh +	2-60,853 =-58,853	4-60,853 =-56,853	5-60,853 =-55,853	6-60,853 =-54,853	6-60,853 =-54,853	7-60,853 =-53,853	7-60,853 =-53,853
Jumlah Barang +	5-74,152 =-69,152	10-74,152 =-64,152	15-74,152 =-59,152	30-74,152 =-44,152	40-74,152 =-34,152	45-74,152 =-29,152	50-74,152 =-24,152
nilai barang -	5-79,794 =-74,794	5-79,794 =-74,794	4-79,794 =-75,794	4-79,794 =-75,794	3-79,794 =-76,794	3-79,794 =-76,794	2-79,794 =-77,794

**Tabel 3. 6 Hasil perhitungan nilai terdekat terhadap parameter**

Input	Output						
	1	2	3	4	5	6	7
Score +	-38,688	-28,688	-18,688	-8,688	1,312	21,312	31,312
Waktu -	458,088	358,088	318,088	258,088	208,088	158,088	118,088
Darah Player -	50,431	40,431	30,431	20,431	10,431	0,431	-4,569
Tipe Musuh +	-54,211	-54,211	-53,211	-52,211	-52,211	-51,211	-50,211
Jumlah Musuh +	-58,853	-56,853	-55,853	-54,853	-54,853	-53,853	-53,853
Jumlah Barang +	-69,152	-64,152	-59,152	-44,152	-34,152	-29,152	-24,152
nilai barang -	-74,794	-74,794	-75,794	-75,794	-76,794	-76,794	-77,794

Pengaturan pada level NPC dilakukan dengan melihat kondisi yang paling mendekati dengan parameter dari masing-masing nilai input. Dalam hal ini nilai terdekat ditulis sebagai berikut :

**Skor** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu 1,312, dan berada pada level

**Waktu** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu 118,088 dan berada pada posisi level 7

**Darah Player** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu -4,567 dan berada pada posisi level 7

**Tipe Musuh** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu -50,211 dan berada pada posisi level 7

**Jumlah Musuh** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu -53,853 dan berada pada posisi level 6 dan 7

**Jumlah Barang** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu -24,152 dan berada pada posisi level 7

**Nilai Barang** tersebut memiliki nilai selisih paling kecil yaitu -74,794 dan berada pada posisi level 1 dan 2

Jadi kesimpulan akhirnya level NPC adalah level 7 karena kondisinya kebanyakan di level 7.

### **3.6 Rancangan Percobaan**

Dalam penelitian ini disusun tiga skenario pengujian sebagai bahan percobaan untuk melihat hasil penerapan pengaturan level tanpa menggunakan algoritma *Markov Chain* dibandingkan dengan menggunakan algoritma *Markov Chain*. Skenario Pengujian dibuat dengan menetapkan variable bebas pada nilai Score, waktu dan darah pemain dalam setiap skenarionya beserta jangkauan nilai

tiap variable bebas. Berikut adalah rancangan pengujian yang dibagi menjadi tiga Skenario Pengujian.

**Tabel 3.7 Skenario pengujian**

Skenario pengujian	Variabel Bebas dan Jangkauan Nilai	Variabel Kontrol					
		Waktu	Darah Player	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh
Satu	Score	Waktu	Darah Player	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh
	10, 12, 15, 20, 30, 46, 50, 75, 80, 100	250	100	6	6	4	7
Dua	Waktu	Score	Darah Player	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh
	50, 75, 90, 100, 110, 130, 146, 150, 160, 180	75	100	6	6	4	7
Tiga	Darah Player	Score	Waktu	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh
	3, 30, 32, 40, 50, 53, 60, 95, 90, 100	60	80	6	6	4	7

Skenario Pengujian Satu disusun berdasarkan 10 kali pengulangan dengan menetapkan variable bebas pada nilai *Score*, di mana nilai *Score* dengan perolehan sebesar = {10, 12, 15, 20, 30, 46, 50, 75, 80, 100}. Variabel kontrol ditetapkan pada nilai waktu sebesar = 250, Darah Player sebesar =100, Nilai Barang sebesar = 6, Jumlah Barang sebesar = 6, Tipe Musuh sebesar = 4, dan Jumlah Musuh sebesar = 7.

Skenario Pengujian dua disusun berdasarkan 10 kali pengulangan dengan menetapkan variable bebas pada nilai Waktu, di mana nilai Waktu dengan perolehan sebesar = {50, 75, 90, 100, 110, 130, 146, 150, 160, 180}. Variabel kontrol ditetapkan pada nilai *Score* sebesar = 75, Darah Player sebesar =100, Nilai Barang sebesar = 6, Jumlah Barang sebesar = 6, Tipe Musuh sebesar = 4, dan Jumlah Musuh sebesar = 7.

Skenario Pengujian tiga disusun berdasarkan 10 kali pengulangan dengan menetapkan variable bebas pada nilai darah player, di mana nilai darah player dengan perolehan sebesar = {3, 30, 32, 40, 50, 53, 60, 95, 90, 100}. Variabel kontrol ditetapkan pada nilai *Score* sebesar = 60, Waktu sebesar = 80, Nilai Barang sebesar = 6, Jumlah Barang sebesar = 6, Tipe Musuh sebesar = 4, dan Jumlah Musuh sebesar = 7.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### **4.1 Game**

*Game* bergenre *adventure* dimana pemain bergerak mencari barang barang yang dibutuhkan untuk menghadapi bencana gunung meletus dan menghindari rintangan yang ada didalam *game*, dimana dapat mengurangi darah pemain yang dapat menyebabkan darah habis. Selanjutnya pemain akan mendapatkan nilai waktu, *score*, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang dan nilai barang untuk menghasilkan level yang telah dicapai.

##### **4.1.1 UI Game**

Berikut ini implementasi tampilan UI di dalam *game* sebagai berikut.

###### **4.1.1.1 Title Screen**

*Title screen* pada *game* ini terdapat 3 opsi yaitu opsi mulai dengan *Markov Chain*, mulai tanpa *Markov Chain* dan keluar. *Title screen* di tampilkan pada gambar 4.1.



**Gambar 4. 1 Tampilan menu awal**

#### 4.1.1.2 Kuis Screen

Ketika pemain melakukan pencarian barang dan diserang musuh kemudian akan ada kemungkinan pemain untuk membuka peti yang berisikan pertanyaan dan kemudian pada saat di tabrak akan muncul *pop up* pertanyaan. Kuis *screen* ditampilkan pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Tampilan kuis

#### 4.1.1.3 Tampilan Menang

Tampilan menang ditampilkan pada gambar 4.3 jika skor terpenuhi maka player berhasil memenangkan *game*.



Gambar 4. 3 Tampilan player menang

#### 4.1.1.4 Tampilan Kalah

Tampilan kalah ditampilkan pada gambar 4.5 jika skor tidak terpenuhi maka player mengalami kekalahan.



Gambar 4. 4 Tampilan player kalah

#### 4.1.2 Gameplay

Berikut ini implementasi tampilan *Gameplay* di dalam *game* sebagai berikut.

##### 4.1.2.1 Tampilan *Gameplay*

Gameplay ditampilkan pada gambar 4.5 bahwa pemain sedang bermain *game* di area permainan.



Gambar 4. 5 Tampilan *game world*

#### 4.1.2.2 Perubahan Kabut

Kabut berubah menandakan bahwa sistem bekerja dengan perhitungan matematis untuk merubah tingkat kesulitan yang dihadapi pemain.



Gambar 4. 6 Tampilan perubahan kabut

#### 4.2 Skenario Pengujian *Markov Chain* dan tanpa *Markov Chain*

Berikut ini adalah pembahasan pengujian sesuai dengan Rancangan percobaan pada tabel 3.6. Tabel 4.1 sampai dengan tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Skenario Pengujian 1

Skenario Pengujian 1									
NO	Score	Waktu	Darah Player	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh	Level tanpa MC	Level MC
1	10	250	100	6	6	4	7	2	7
2	12	250	100	6	6	4	7	2	7
3	15	250	100	6	6	4	7	2	6
4	20	250	100	6	6	4	7	2	7
5	30	250	100	6	6	4	7	1	6
6	46	250	100	6	6	4	7	1	7
7	50	250	100	6	6	4	7	1	6
8	75	250	100	6	6	4	7	1	7
9	80	250	100	6	6	4	7	2	7
10	100	250	100	6	6	4	7	2	7

Tabel 4.1 merupakan hasil perhitungan Skenario Pengujian 1. Dari 10 kali pengulangan pada skenario satu tanpa menerapkan algoritma *Markov Chain* menghasilkan dua macam level, yaitu level 1 dan level 2. Terdapat 4 kali kemunculan level 1 dan 6 kali kemunculan level 2. Di bawah ini adalah perhitungan modus level permainan tanpa menerapkan algoritma *Markov Chain*.

Hasil dari tanpa *markov chain* :

**1. Level 1 :**

$$\frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

**2. Level 2 :**

$$\frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$$

Sedangkan dari 10 kali pengulangan pada Skenario Pengujian 1 yang menerapkan algoritma *Markov Chain* menghasilkan dua macam level, yaitu level 6 dan level 7. Terdapat 3 kali kemunculan level 6 dan 7 kali kemunculan level 7. Di bawah ini adalah perhitungan modus level permainan dengan menerapkan algoritma *Markov Chain*.

Hasil dari *markov chain* :

**1. Level 6 :**

$$\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

## 2. Level 7 :

$$\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$$

**Tabel 4. 2 Hasil level tanpa *Markov Chain* dan *Markov Chain***

Tanpa Markov Chain		Markov Chain	
Level	Hasil	Level	Hasil
Level 1	40%	Level 6	30%
Level 2	60%	Level 7	70%

Tabel 4.2 merupakan hasil perhitungan modus level permainan dari skenario pengujian 1 dengan menerapkan *algoritma Markov Chain* dan tanpa *algoritma Markov Chain*.

**Tabel 4. 3 Skenario Pengujian 2**

Skenario Pengujian 2									
NO	Score	Waktu	Darah Player	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh	Level tanpa MC	Level MC
1	75	50	100	6	6	4	7	8	7
2	75	75	100	6	6	4	7	6	7
3	75	90	100	6	6	4	7	6	7
4	75	100	100	6	6	4	7	3	7
5	75	110	100	6	6	4	7	5	7
6	75	130	100	6	6	4	7	4	7
7	75	146	100	6	6	4	7	4	6
8	75	150	100	6	6	4	7	3	6
9	75	160	100	6	6	4	7	3	6
10	75	180	100	6	6	4	7	2	6

Tabel 4.3 merupakan hasil perhitungan Skenario Pengujian 2. Dari 10 kali pengulangan pada skenario 2 tanpa menerapkan *algoritma Markov Chain* menghasilkan 6 macam level, yaitu level 2, 3, 4, 5, 6, dan 8. Terdapat 1 kali kemunculan level 2, 3 kali kemunculan level 3, 2 kali kemunculan level 4, 1 kali

kemunculan level 5, 2 kali kemunculan level 6 dan 1 kali kemunculan level 8. Di bawah ini adalah perhitungan modus level permainan tanpa menerapkan algoritma *Markov Chain*.

Hasil dari tanpa *markov chain* :

**1. Level 2 :**

$$\frac{1}{10} \times 100\% = 10\%$$

**2. Level 3 :**

$$\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

**3. Level 4 :**

$$\frac{2}{10} \times 100\% = 20\%$$

**4. Level 5 :**

$$\frac{1}{10} \times 100\% = 10\%$$

**5. Level 6 :**

$$\frac{2}{10} \times 10\% = 20\%$$

**6. Level 8 :**

$$\frac{1}{10} \times 10\% = 10\%$$

Sedangkan dari 10 kali pengulangan pada Skenario Pengujian 2 yang menerapkan algoritma Markov Chain menghasilkan dua macam level, yaitu level 6

dan level 7. Terdapat 4 kali kemunculan level 6 dan 6 kali kemunculan level 7. Di bawah ini adalah perhitungan modulus level permainan dengan menerapkan algoritma *Markov Chain*.

Hasil dari *markov chain* :

**1. Level 6 :**

$$\frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

**2. Level 7 :**

$$\frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$$

**Tabel 4. 4 Hasil level tanpa *Markov Chain* dan *Markov Chain***

Tanpa Markov Chain		Markov Chain	
Level	Hasil	Level	Hasil
Level 2	10%	Level 6	40%
Level 3	30%	Level 7	60%
Level 4	20%	-	-
Level 5	10%	-	-
Level 6	20%	-	-

Tabel 4.4 merupakan hasil perhitungan modulus level permainan dari skenario pengujian 2 dengan menerapkan algoritma *Markov Chain* dan tanpa algoritma *Markov Chain*.

Tabel 4. 5 Skenario Pengujian 3

Skenario Pengujian 3									
NO	Score	Waktu	Darah Player	Nilai Barang	Jumlah Barang	Tipe Musuh	Jumlah Musuh	Level tanpa MC	Level MC
1	60	80	3	6	6	4	7	10	6
2	60	80	30	6	6	4	7	10	6
3	60	80	32	6	6	4	7	10	6
4	60	80	40	6	6	4	7	10	6
5	60	80	50	6	6	4	7	9	6
6	60	80	53	6	6	4	7	9	7
7	60	80	60	6	6	4	7	9	6
8	60	80	95	6	6	4	7	7	6
9	60	80	90	6	6	4	7	7	7
10	60	80	100	6	6	4	7	7	7

Tabel 4.5 merupakan hasil perhitungan Skenario Pengujian 3. Dari 10 kali pengulangan pada skenario 3 tanpa menerapkan algoritma *Markov Chain* menghasilkan tiga macam level, yaitu level 7, 9 dan 10. Terdapat 3 kali kemunculan level 7, 3 kali kemunculan level 9 dan 4 kali kemunculan level 10. Di bawah ini adalah perhitungan modus level permainan tanpa menerapkan algoritma *Markov Chain*.

Hasil dari tanpa *markov chain* :

**1. Level 7 :**

$$\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

**2. Level 9 :**

$$\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

**3. Level 10 :**

$$\frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

Sedangkan dari 10 kali pengulangan pada Skenario Pengujian 3 yang menerapkan algoritma *Markov Chain* menghasilkan dua macam level, yaitu level 6 dan level 7. Terdapat 7 kali kemunculan level 6 dan 3 kali kemunculan level 7. Di bawah ini adalah perhitungan modus level permainan dengan menerapkan algoritma *Markov Chain*.

Hasil dari *markov chain* :

**1. Level 6 :**

$$\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$$

**2. Level 7 :**

$$\frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

**Tabel 4. 6 Hasil level tanpa *Markov Chain* dan *Markov Chain***

Tanpa Markov Chain		Markov Chain	
Level	Hasil	Level	Hasil
Level 7	30%	Level 6	70%
Level 9	30%	Level 7	30%
Level 10	40%	-	-

Tabel 4.6 merupakan hasil perhitungan modus level permainan dari sekenario pengujian 3 dengan menerapkan algoritma *Markov Chain* dan tanpa algoritma *Markov Chain*.

Kesimpulan yang didapat dari tabel 4.1 – 4.6 adalah bahwa telah dilakukan 3 model skenario pengujian menggunakan metode *Markov Chain* dan tanpa

menggunakan metode *Markov Chain* dengan pengulangan 10 kali di setiap skenario pengujian.

1. Pelaksanaan Skenario Pengujian 1 tampak pada pada tabel 4.2. Pengujian tanpa menggunakan algoritma *Markov Chain* mampu membangkitkan 2 macam level, yaitu level 1 dan level 2. Sedangkan pengujian dengan menggunakan algoritma *Markov Chain* mampu membangkitkan 2 macam level, yaitu level 6 dan level 7. Perbandingan atas dua beda perlakuan tersebut adalah 2:2 untuk jumlah macam level. Artinya tanpa menggunakan algoritma dibandingkan dengan menggunakan algoritma hasil yang dicapai sama-sama 2 jenis level.
2. Pelaksanaan Skenario Pengujian 2 tampak pada tabel 4.4. Pengujian tanpa menggunakan algoritma *Markov Chain* mampu membangkitkan 5 macam level, yaitu level 2, level 3, level 4, level 5 dan level 6. Sedangkan pengujian dengan menggunakan algoritma *Markov Chain* mampu membangkitkan 2 macam level, yaitu level 6 dan level 7. Maka dapat dibandingkan antara tidak menggunakan metode *Markov Chain* dan menggunakan metode *Markov Chain* yaitu  $5:2 = 2,5$ . Bahwa tanpa menggunakan *Markov Chain* didapatkan diversifikasi level kesulitan 2,5 kali lebih banyak dibandingkan bila menggunakan metode *Markov Chain*.
3. Pelaksanaan Skenario Pengujian 3 tampak pada tabel 4.6. Pengujian tanpa menggunakan algoritma *Markov Chain* mampu membangkitkan 3 macam level, yaitu level 7, level 9 dan level 10. Sedangkan pengujian

dengan menggunakan algoritma *Markov Chain* mampu membangkitkan 2 macam level, yaitu level 6 dan level 7. Maka dapat dibandingkan antara tidak menggunakan metode *Markov Chain* dan menggunakan metode *Markov Chain* yaitu  $3:2 = 1,5$ . Bahwa tanpa menggunakan *Markov Chain* didapatkan diversifikasi level kesulitan 1,5 kali lebih banyak dibandingkan bila menggunakan metode *Markov Chain*.

Kesimpulannya adalah skenario pengujian 2 memberikan hasil paling tinggi untuk diversifikasi pengaturan level kesulitan pada *game* edukasi bencana gunung meletus yaitu 2,5 kali.

### 4.3 Integrasi Islam

#### 4.3.1 Surat ar-Rum Ayat 41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

*“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (Q.S. ar-Rum : 41)*

Tersedia bermacam penafsiran dari beragam ulama tafsir mengenai isi surat ar-rum ayat 41, sebagaimana tercantum:

1. Telah terlihat kerusakan di daratan dan di lautan seperti kekeringan, minimnya hujan, banyaknya penyakit dan wabah, yang semua itu disebabkan kemaksiatan-kemaksiatan yang dilakukan oleh manusia, agar mereka mendapatkan hukuman dari sebagian perbuatan mereka di dunia, supaya mereka bertaubat kepada Allah dan kembali kepadaNya dengan meninggalkan kemaksiatan, selanjutnya keadaan mereka akan membaik dan urusan mereka menjadi lurus. (Tafsir al-Muyassar)
2. Telah nampak kerusakan di daratan maupun di lautan dalam kehidupan manusia dengan berkurangnya penghasilan dan di dalam diri mereka dengan timbulnya berbagai penyakit dan wabah, disebabkan karena kemaksiatan yang mereka lakukan. Hal itu timbul agar Allah merasakan kepada mereka balasan dari perbuatan buruk mereka di kehidupan dunia dengan harapan agar mereka kembali kepada-Nya dengan bertobat. (Tafsir al-Mukhtashar).
3. Telah tampak kerusakan di berbagai hal seperti kegersangan, kekeringan, kebakaran, banjir, penyakit, kegelisahan dan ditawan oleh musuh akibat

kemaksiatan dan dosa manusia. Supaya Allah membuat mereka merasakan balasan dari sebagian perbuatan mereka di dunia sebelum dihukum di akhirat dan supaya mereka bisa kembali dari kemaksiatan mereka dan bertaubat atas dosa-dosa (mereka). (Tafsir al-Wajiz).

#### 4.3.2 Surat ar-Rum Ayat 42

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلُ ۚ كَانَ أَكْثَرُهُم مُّشْرِكِينَ

*"Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah)."* (Q.S. ar-Rum : 42)

Tersedia bermacam penafsiran dari beragam ulama tafsir mengenai isi surat ar-rum ayat 42, sebagaimana tercantum:

1. Katakanlah (wahai Rasul) kepada orang-orang yang mendustakan apa yang kamu bawa, "Berjalanlah di penjuru bumi untuk merenungkan dan mengambil pelajaran, lalu lihatlah bagaimana kesudahan umat-umat terdahulu yang mendustakan seperti kaum Nuh, Ad dan Tsamud. Kalian akan melihat akibat mereka adalah akibat terburuk dan angan-angan mereka adalah angan-angan yang terjelek. Kebanyakan dari mereka adalah orang-orang yang mempersekutukan Allah. (Tafsir al-Muyassar)
2. Katakan -wahai Rasul- kepada orang-orang musyrik, "Berjalanlah kalian di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan umat-umat yang mendustakan sebelum kalian?" Kesudahan mereka adalah kesudahan yang buruk. Kebanyakan dari mereka menyekutukan Allah dengan menyembah selain Allah bergandeng dengan menyembah Allah. Maka

mereka dibinasakan karena kesyirikan mereka terhadap Allah. (Tafsir al-Mukhtashar)

3. Wahai rasulallah, katakanlah kepada orang-orang yang mendustakan risalahmu, “Berjalanlah ke penjuru bumi dan renungkanlah tentang apa yang terjadi di sana, supaya kalian bisa memastikan kebenaran janji Kami dan lihatlah takdir umat-umat terdahulu yang Kami hancurkan, karena kebanyakan mereka menyekutukan Allah dengan tuhan lain” (Tafsir al-Wajiz)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari implementasi *Markov Chain* pada *game* edukasi bencana gunung meletus, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Pada pembuatan sistem pengaturan level kesulitan pada *game* edukasi bencana gunung meletus menggunakan metode *Markov Chain* yang telah berhasil diterapkan, pada penerapan *game* ini membutuhkan variabel-variabel inputan untuk menghasilkan output berupa level. Inputan tersebut adalah score, waktu, darah player, tipe musuh, jumlah musuh, jumlah barang dan nilai barang dimana tujuh variabel tersebut didapatkan dari kinerja pemain dalam menjalankan permainannya. Setelah didapatkan nilai variabel tersebut diproses dengan formula matematis untuk mendapatkan output tingkat kesulitan level dalam *game*. Pada skenario pengujian 2 dengan menetapkan variabel bebas pada nilai waktu (50, 75, 90, 100, 110, 130, 146, 150, dan 160) memberikan hasil paling tinggi untuk diversifikasi pengaturan level kesulitan yaitu 2,5 kali. Bahwa penerapan metode *Markov Chain* pada *game* edukasi bencana gunung meletus ini tidak memberikan hasil berupa peningkatan diversifikasi level kesulitan.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan beberapa kekurangan dalam proses penelitian. Oleh karena itu, penulis memiliki beberapa saran yang dapat dilakukan dalam penelitian selanjutnya.

1. Perlu menambahkan objek atau items barang yang dapat mempengaruhi pengurangan score, dimana pada penelitian ini hanya terdapat item untuk mendapatkan skor.
2. Dalam pembuatan sistem ini diharapkan fokus pada banyak objek, dimana dalam penelitian ini hanya fokus pada satu objek yaitu level kabut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andry, J. F. (2015). *Implementasi Penerapan Markov Chain Pada Database Marketing Studi Kasus Pelanggan E-Commerce*. 5(1), 94–108.
- Arbaningrum, R. (2019). Kajian Bangunan Penangkap Kabut dan Penampung Air Hujan untuk Daerah Sentul sebagai Ganti Air Bersih. *Widyakala Journal*, 6, 21. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.167>
- Avi Shena, B. S., Sitohang, B., & Rukmono, S. A. (2019). Application of Dynamic Difficulty Adjustment on Evidence-centered Design Framework for Game Based Learning. *Proceedings of 2019 International Conference on Data and Software Engineering, ICoDSE 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICoDSE48700.2019.9092725>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). The Classification of Educational Goals. *Taxonomy of educational objectives*, 62–197.
- Colwell, A. M., & Glavin, F. G. (2017). Colwell's castle defence: A custom game using dynamic difficulty adjustment to increase player enjoyment. *CEUR Workshop Proceedings, 2086*, 275–282.
- Haario, H., Saksman, E., & Tamminen, J. (2005). Componentwise adaptation for high dimensional MCMC. *Computational Statistics*, 20(2), 265–273. <https://doi.org/10.1007/BF02789703>
- Hasruddin, Aryeni, Purnama, D., & Lestari, E. (2020). *Analysis of Students' Affective Character in Microbiology Class Through Mini Research Based on Learning Model*. 394(Icirad 2019), 43–48. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200115.008>
- Kasenda, L. M., Sentinuwo, S., & Tulenan, V. (2016). Sistem Monitoring Kognitif, Afektif dan Psikomotorik Siswa Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1). <https://doi.org/10.35793/jti.9.1.2016.14808>
- Kim, C.-H., Jeong, S.-M., Hur, G.-T., & Kim, B.-G. (2006). Verification of FSM using Attributes Definition of NPCs Models. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 6(7), 168–174.
- Marzuki, F. C. (2009). Game Berbasis Adventure Sebagai Pendukung Pembelajaran Pengenalan Kata Bahasa Inggris Untuk Anak. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 1–11. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=397060&val=6024&title=Game Berbasis Adventure Sebagai Pendukung Pembelajaran Pengenalan Kata Bahasa Inggris Untuk Anak Usia Dini>
- Muqorrobin, Y. (2019). Implementasi Game Sebagai Media Sosialisasi Mitigasi Gunung Meletus Pada Siswa SD Kelas 4 dengan Menggunakan Metode Finite State Machine dan Fuzzy Sugeno. *Skripsi eknik Informatika UIN*

*Maulana MAlik Ibrahim Malang*, 1–109.

- Naimah, J., Winarni, D. S., & Widiyawati, Y. (2019). Pengembangan Game Edukasi Science Adventure Untuk Meningkatkan Keterampilan pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 7(2), 91–100. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v7i2.14462>
- Rahmawati, I., Leksono, I., & Harwanto, H. (2020). Pengembangan Game Petualang untuk Pembelajaran Berhitung. *Edcomtech Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 5(1), 11–23. <https://doi.org/10.17977/um039v5i12020p011>
- Simulasi 2D Gambar Berkabut Berdasarkan Transmission MAP Menggunakan Citra Gunung Kedul*. (2018).
- Soler-Dominguez, J. L., Camba, J. D., Contero, M., & Alcañiz, M. (2017). A proposal for the selection of eye-tracking metrics for the implementation of adaptive gameplay in virtual reality based games. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10280, 369–380. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57987-0\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57987-0_30)
- Solichin, M. M., Ag, M., Penerapannya, M., Pondok, D. I., Al, P., & Sumenep, P. (n.d.). *Dr. Mohammad Muchlis Solichin, M.Ag.*
- Titisari, N. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Game Edukasi Terhadap Peningkatan Pengetahuan Anemia Pada Siswa SDIT Al-Falaah Sambi Boyolali. *program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Vitianingsih, A. V., & Informatika, T. (2016). *Game Edukasi Sebagai Media Pembelajaran Pendidikan Anak Usia Dini*. 1(1), 1–8.
- Vulpiani, A. (2015). Andrey Andreyevich Markov: a furious mathematician and his chains. *Lettera Matematica*, 3(4), 205–211. <https://doi.org/10.1007/s40329-015-0099-8>
- Wang, Y., & Hu, W. (2017). Analysis about serious game innovation on mobile devices. *Proceedings - 16th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, ICIS 2017*, 627–630. <https://doi.org/10.1109/ICIS.2017.7960068>