

**PERSONALISASI PENYEIMBANG KESULITAN DAN SKENARIO BERBASIS  
PROFIL PEMAIN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA GUNUNG MELETUS  
MENGUNAKAN METODE *FEEDFORWARD NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

**Oleh :  
SETA MURDHA PAMUNGKAS  
NIM. 18650043**



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

**PERSONALISASI PENYEIMBANG KESULITAN DAN SKENARIO  
BERBASIS PROFIL PEMAIN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA  
GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *FEEDFORWARD  
NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

**Oleh:  
SETA MURDHA PAMUNGKAS  
NIM. 18650043**

**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**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERSONALISASI PENYEIMBANG KESULITAN DAN SKENARIO  
BERBASIS PROFIL PEMAIN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA  
GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *FEEDFORWARD  
NEURAL NETWORK***

Oleh :  
**SETA MURDHA PAMUNGKAS**  
NIM. 18650043

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
Tanggal: 17 Oktober 2022

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



Dr. M. Imamudin Lc, MA  
NIP. 19740602 200901 1 010

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



  
Dr. Fachrud Kurniawan, M.MT, IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERSONALISASI PENYEIMBANG KESULITAN DAN SKENARIO  
BERBASIS PROFIL PEMAIN PADA *GAME* EDUKASI BENCANA  
GUNUNG MELETUS MENGGUNAKAN METODE *FEEDFORWARD  
NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**SETA MURDHA PAMUNGKAS**  
NIM. 18650043

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan Diterima  
Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer ( S.Kom )  
Tanggal: 7 November 2022

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Hani Nurhayati, M.T  
NIP. 19780625 200801 2 006

Anggota Penguji I : Puspa Miladin N. S. A. B., M.Kom  
NIP. 19930828 201903 2 018

Anggota Penguji II : Dr. Fresy Nugroho, M.T  
NIP. 19710722 201101 1 001

Anggota Penguji III : Dr. M. Imamudin Lc, MA  
NIP. 19740602 200901 1 010



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



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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Seta Murdha Pamungkas  
NIM : 18650043  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Jurusan : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Personalisasi Penyeimbang Kesulitan dan Skenario Berbasis  
Profil Pemain pada *Game* Edukasi Bencana Gunung Meletus  
menggunakan Metode *Feedforward Neural Network*

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

Malang, 7 November 2022  
Yang membuat pernyataan,



Seta Murdha Pamungkas  
NIM. 18650043

**MOTTO**

*HOME IS WHERE YOUR HEART IS*

**HALAMAN PERSEMBAHAN**

*THANKS TO YOU, MY DEAR BELOVED MOTHER*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Syukur *alhamdulillah* penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. 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. M. Zainuddin, M.A., Selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Bapak Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan dorongan.
3. Bapak Dr. Fresy Nugroho, M.T, selaku dosen pembimbing I yang telah memberi arahan serta membimbing sehingga penulis dapat menyelesaikan pengerjaan skripsi.
4. Bapak Dr. M. Imamudin Lc, MA, selaku dosen pembimbing II telah membimbing dan memberi arahan dan masukkan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
5. Keluarga penulis terutama orang tua yang selalu membantu dan memberikan motivasi dan dukungan agar penulis dapat menyelesaikan skripsi.
6. Chandra Gunawan dan Kurnia Zulda Matondang, selaku teman penulis yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data dan peminjaman fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
7. Penulis sendiri yang telah berusaha sebaik mungkin agar skripsi ini dapat selesai tepat waktu dan percaya dengan kemampuan tanpa harus melihat orang lain.

Skripsi yang telah ditulis ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat menghargai dan senang jika terdapat kritik dan saran. Semoga skripsi ini memberikan manfaat.

*Wassalamu'alaikum, Wr. Wb*

Malang, 7 November 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>المخلص.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.2 Personalisasi.....	6
2.3 Penyeimbang Kesulitan.....	7
2.4 Game.....	11
2.4.1 Game Petualangan.....	11
2.4.2 Game Edukasi.....	12
2.4.3 Non-Playable Character.....	13
2.5 Konten Edukasi.....	13
2.6 Neural Network.....	18
2.6.1 Metode Neural Network.....	20
2.6.2 Data.....	22
<b>BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>24</b>
3.1 Alur Penelitian.....	24
3.2 Fokus Penelitian.....	26
3.3 Perancangan Sistem Game.....	27
3.3.1 Desain Menu <i>Flow</i> .....	27
3.3.2 <i>Gameplay Flowchart</i> .....	28

3.4 Perancangan Skenario.....	31
3.4.1 <i>Storyboard</i> .....	31
3.4.2 <i>Level Design</i> Penyeimbang Kesulitan.....	31
3.5 Desain Penyeimbang Kesulitan.....	33
3.6 Perancangan Implementasi Neural Network.....	36
3.6.1 Desain Sistem Feedforward Neural Network.....	36
3.6.2 Implementasi Neural Network.....	39
3.7 Skenario Pengujian.....	45
3.8 Perhitungan.....	46
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>50</b>
4.1 Game.....	50
4.1.1 UI Game.....	50
4.1.1.1 Title Screen.....	50
4.1.1.2 Kuis Screen.....	50
4.1.1.3 Tampilan Menang.....	51
4.1.1.4 Tampilan Kalah.....	51
4.1.2 Gameplay.....	52
4.1.2.1 Tampilan Gameplay.....	52
4.1.2.2 Perubahan Kabut.....	53
4.2 Pengujian Level tanpa Neural Network.....	54
4.2.1 Pengujian 1.....	55
4.2.2 Pengujian 2.....	55
4.2.3 Pengujian 3.....	56
4.2.4 Pengujian 4.....	57
4.2.5 Pengujian 5.....	57
4.2.6 Pengujian 6.....	58
4.2.7 Pengujian 7.....	59
4.2.8 Pengujian 8.....	59
4.2.9 Pengujian 9.....	60
4.2.10 Pengujian 10.....	60
4.3 Pengujian Level dengan Neural Network.....	61
4.3.1 Data.....	61
4.3.2 Pencarian Arsitektur Neural Network.....	61
4.3.3 Hasil Pengujian.....	64
4.3.3.1 Pengujian 80:20.....	64
4.3.3.2 Pengujian 70:30.....	66
4.3.4 Sebaran Bobot dan Bias.....	69
4.4 Integrasi dengan Islam.....	73

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>78</b>
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Personalisasi pada Game.....	7
Gambar 2.2 Ilustrasi Penyeimbang Kesulitan.....	8
Gambar 2.3 Ilustrasi Sederhana Arsitektur <i>Neural Network</i> .....	19
Gambar 2.4 Arsitektur <i>Neural Network</i> .....	20
Gambar 2.5 Ilustrasi Arsitektur <i>Feedforward Neural Network</i> .....	21
Gambar 2.6 Ilustrasi Normalisasi.....	23
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Fokus Penelitian.....	27
Gambar 3.3 <i>Game Menu Flow</i> .....	28
Gambar 3.4 <i>Gameplay Flowchart</i> .....	30
Gambar 3.5 Arsitektur Feedforward Neural Network Game Edukasi.....	37
Gambar 3.6 Ilustrasi Arsitektur Neural Network 3-20-10.....	38
Gambar 3.7 Ilustrasi Arsitektur Neural Network 3-12-6-10.....	38
Gambar 3.8 Block Diagram Feedforward Neural Network Game Edukasi....	39
Gambar 4.1 Tampilan menu awal.....	50
Gambar 4.2 Tampilan kuis.....	51
Gambar 4.3 Tampilan apabila player menyelesaikan misi.....	51
Gambar 4.4 Tampilan apabila player gagal menyelesaikan misi.....	52
Gambar 4.5 Tampilan game world.....	52
Gambar 4.6 Tampilan fitur perubahan kabut.....	53
Gambar 4.7 Tampilan fitur perubahan kabut.....	53
Gambar 4.8 Tampilan fitur perubahan kabut.....	54
Gambar 4.9 Tampilan fitur perubahan kabut.....	54
Gambar 4.10 Ilustrasi Arsitektur Jaringan 3-12-6-10.....	64
Gambar 4.11 Grafik komparasi hasil pengujian skenario.....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai maksimal dan minimal <i>input data</i> .....	10
Tabel 2.2 Pertanyaan ranah kognitif.....	15
Tabel 2.3 Pertanyaan ranah afektif.....	16
Tabel 2.4 Pertanyaan ranah psikomotorik.....	18
Tabel 3.1 Penentuan nilai variabel setiap <i>level</i> desain skenario.....	32
Tabel 3.2 Kemampuan musuh setiap <i>level</i> .....	34
Tabel 3.3 Nilai skala selisih setiap <i>level</i> .....	35
Tabel 3.4 Hasil perhitungan testing data tanpa <i>Neural Network</i> .....	35
Tabel 3.5 Sebaran bobot dan bias layer <i>input</i> → <i>hidden layer 1</i> .....	40
Tabel 3.6 Sebaran bobot dan bias <i>hidden layer 1</i> → <i>hidden layer 2</i> .....	40
Tabel 3.7 Sebaran bobot dan bias <i>hidden layer 2</i> → <i>output layer</i> .....	41
Tabel 3.8 Lanjutan sebaran bobot dan bias <i>hidden layer 2</i> → <i>output layer</i> ..	41
Tabel 3.9 Hasil perhitungan <i>Level</i> .....	45
Tabel 3.10 Hasil perbandingan perhitungan <i>Level</i> .....	47
Tabel 3.11 Hasil confusion matrix.....	47
Tabel 3.12 Hasil perhitungan TP, TN, FP, dan FN.....	48
Tabel 4.1 Hasil Pengujian 1 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	55
Tabel 4.2 Hasil Pengujian 2 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	55
Tabel 4.3 Hasil Pengujian 3 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	56
Tabel 4.4 Hasil Pengujian 4 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	57
Tabel 4.5 Hasil Pengujian 5 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	57
Tabel 4.6 Hasil Pengujian 6 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	58
Tabel 4.7 Hasil Pengujian 7 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	59
Tabel 4.8 Hasil Pengujian 8 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	59
Tabel 4.9 Hasil Pengujian 9 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	60
Tabel 4.10 Hasil Pengujian 10 Tanpa <i>Neural Network</i> .....	60
Tabel 4.11 <i>Training Data</i> .....	61
Tabel 4.12 Eksperimen menggunakan Arsitektur Jaringan 3-20-10.....	62
Tabel 4.13 Eksperimen menggunakan Arsitektur Jaringan 3-12-6-10.....	62
Tabel 4.14 Komparasi nilai 2 arsitektur yang optimal.....	63
Tabel 4.15 <i>Confusion Matrix</i> 80:20.....	65
Tabel 4.16 Nilai TP, FP, TN, dan FN 80:20.....	65
Tabel 4.17 Nilai Precision, Recall, dan F1-Score 80:20.....	66
Tabel 4.18 Rata-rata Precision, Recall, dan F1-Score 80:20.....	66
Tabel 4.19 <i>Confusion Matrix</i> 70:30.....	67
Tabel 4.20 Nilai TP, FP, TN, dan FN 70:30.....	67
Tabel 4.21 Nilai Precision, Recall, dan F1-Score 70:30.....	68
Tabel 4.22 Rata-rata Precision, Recall, dan F1-Score 70:30.....	68
Tabel 4.23 Nilai Bobot Input → Hidden Layer 1.....	70
Tabel 4.24 Lanjutan Nilai Bobot Input → <i>Hidden Layer 1</i> .....	70
Tabel 4.25 Nilai Bobot Hidden Layer 1 → <i>Hidden Layer 2</i> .....	71
Tabel 4.26 Nilai Bobot Hidden Layer 2 → <i>Output</i> .....	72
Tabel 4.27 Lanjutan Nilai Bobot <i>Hidden Layer 2</i> → <i>Output</i> .....	72

## ABSTRAK

Pamungkas, Seta Murdha. 2022. **Personalisasi Penyeimbang Kesulitan dan Skenario Berbasis Profil Pemain pada Game Edukasi Bencana Gunung Meletus menggunakan Metode Feedforward Neural Network**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fresy Nugroho, M.T (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

---

**Kata Kunci:** *feedforward neural network, game edukasi, neural network*

*Game* agar dapat digemari oleh pemain harus memiliki sebuah daya tarik tersendiri agar pemain tidak cepat merasa bosan. Salah satu cara agar *game* tidak terkesan monoton adalah dengan memberikannya fitur personalisasi. Personalisasi adalah sebuah proses atau perbuatan yang mengubah atau memodifikasi sesuatu agar menunjukkan sebuah ciri tertentu. Personalisasi akan berpengaruh pada pembangunan tingkat kesulitan setiap pemain sehingga apabila pemain merasa terlalu sulit, maka tingkat kesulitan akan otomatis turun begitu pula sebaliknya. Pada *game*, penggunaan personalisasi dapat memberikan sebuah manfaat pembelajaran karena setiap pemain mendapatkan pengalaman yang berbeda saat bermain. Terdapat banyak metode yang dapat diterapkan untuk membangun sebuah personalisasi pada *game* salah satunya ada metode *Feedforward Neural Network*. Perancangan *game* edukasi ini melewati beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, perancangan sistem *game*, perancangan skenario, implementasi penyeimbang kesulitan disertai *neural network*, dan pengujian hasil. Pengujian menggunakan skenario 80 : 20 dan 70 : 30. Skenario 80 : 20 mendapatkan nilai akurasi 90% sedangkan skenario 70 : 30 mendapatkan akurasi sebesar 77%.

## ABSTRACT

Pamungkas, Seta Murdha. 2022. **Personalized Difficulty Balancing and Scenarios Based on Player Profiles in the Mount Erupting Disaster Educational Game using the Feedforward Neural Network Method.** Skripsi. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Fresy Nugroho, M.T (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

---

**Kata Kunci:** *feedforward neural network, game edukasi, neural network*

In order for the game to be liked by players, it must have a special attraction so that players don't get bored quickly. One way to make the game not seem monotonous is to give it a personalization feature. Personalization is a process or action that changes or modifies something to show a certain characteristic. Personalization will affect the development of the difficulty level of each player so that if the player finds it too difficult, the difficulty level will automatically decrease and vice versa. In games, the use of personalization can provide a learning benefit because each player gets a different experience while playing. There are many methods that can be applied to build a personalization in games, one of which is the Feedforward Neural Network method. The design of this educational game went through several stages, namely data collection, game system design, scenario design, implementation of difficulty balancing with neural networks, and testing results. The test uses a scenario of 80: 20 and 70: 30. The 80: 20 scenario gets an accuracy value of 90% while the 70: 30 scenario gets an accuracy of 77%.

## المخلص

بامونجكاس، سيتا مردا. ٢٠٢٢. تخصيص موازنات الصعوبة والسيناريوهات المستندة إلى ملف تعريف اللاعب في اللعبة التعليمية للكوارث الجبلية المندلعة باستخدام طريقة تغذية الشبكة العصبية. البحث الجامعي، قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) فريسي نوغروهو الماجستير (٢) الدكتور محمد إمام الدين الماجستير.

الكلمات المفتاحية: تغذية الشبكة العصبية، لعبة تعليمية، شبكة عصبية

يجب أن يكون للألعاب من أجل أن يفضلها اللاعبون الجاذبية الخاصة حتى لا يشعر اللاعبون بسرعة بالملل. إحدى الطرق للحفاظ على اللعبة من أن تبدو مملا هي منحها ميزة التخصيص. التخصيص هو عملية أو إجراء يغير أو يعدل شيئا ما لإظهار خاصية معينة. سيؤثر التخصيص على بناء مستوى صعوبة كل لاعب بحيث إذا وجد اللاعب صعوبة كبيرة، فسيخفض مستوى الصعوبة تلقائيا وعكسها. في الألعاب، يمكن أن يوفر استخدام التخصيص فائدة تعليمية لأن كل لاعب يحصل على تجربة مختلفة أثناء اللعب. هناك العديد من الطرق التي يمكن تطبيقها لبناء التخصيص في الألعاب، واحدة منها هي طريقة تغذية الشبكة العصبية. يمر تصميم هذه اللعبة التعليمية بعدة مراحل، وهي جمع البيانات، وتصميم نظام اللعبة، وتصميم السيناريو، وتنفيذ موازنة الصعوبة المصحوبة بالشبكات العصبية، ونتائج الاختبار. استخدم الاختبار سيناريوهات ٨٠ : ٢٠ و ٧٠ : ٣٠. السيناريو ٨٠ : ٢٠ حصل على قيمة دقة ٩٠٪ بينما السيناريو ٧٠ : ٣٠ حصل على دقة ٧٧٪.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Belajar adalah sebuah proses seseorang dari tidak tahu menjadi tahu atau dari tidak bisa menjadi bisa. Belajar atau menuntut ilmu bagi seorang muslim adalah suatu kewajiban. Sebagaimana dikutip dari Hadis riwayat Ibnu Abdil Barr sebagai berikut.

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ وَمُسْلِمَةٍ

Artinya: "*Mencari ilmu itu adalah wajib bagi setiap Muslim laki-laki maupun Muslim perempuan*". (HR Ibnu Abdil Barr)

Menuntut ilmu tidak semata-mata hanya dari membaca buku. Ilmu juga bisa diraih dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi. Salah satunya adalah menggunakan media permainan *digital* atau *game*.

*Game* agar dapat digemari oleh pemain harus memiliki sebuah daya tarik tersendiri agar pemain tidak cepat merasa bosan. Salah satu cara agar *game* tidak terkesan monoton adalah dengan memberikannya fitur personalisasi. Personalisasi menurut KBBI memiliki arti yaitu sebuah proses atau perbuatan yang mengubah atau memodifikasi sesuatu agar menunjukkan sebuah ciri tertentu. Pada *game*, penggunaan personalisasi dapat memberikan sebuah manfaat pembelajaran karena setiap pemain mendapatkan pengalaman yang berbeda saat bermain (Schreiber & Romero, 2022). Selain itu, *game* yang memiliki fitur personalisasi dapat

memberikan pengaruh kemampuan kognitif pada pemainnya sehingga membantu perangsangan pengambilan keputusan secara cepat dan tepat (Bruno et al., 2014).

Agar *game* dapat menerapkan personalisasi sederhana setiap pemain maka dibutuhkan sebuah metode penyeimbang untuk memberikan tingkat kesulitan berdasarkan kemampuan dari pemain. Penyeimbang kesulitan ini pernah diajukan oleh Wang (2013) di dalam penelitiannya yaitu penyeimbang kesulitan menggunakan aturan *fuzzy* yang diintegrasikan untuk memberikan tingkat kesulitan terhadap musuh di dalam *game*-nya (Wang & Tseng, 2022). Selain itu Ahmadi (2018) juga menggunakan logika *fuzzy* sebagai penyeimbang kesulitan yang diintegrasikan kepada pemilihan *level* kesulitan tingkatan berikutnya berdasarkan kemampuan pemain (Ahmadi et al., 2018). Metode penyeimbang kesulitan memberikan pengaruh kepada permainan sesuai dengan pola setiap pemain yang memainkannya. Di awal bermain, setiap pemain akan diberikan tingkat kesulitan yang sama selama 30 detik. Setelah 30 detik berlalu, tingkat kesulitan setiap pemain akan berbeda. Pemberian tingkat kesulitan setiap pemain akan mempengaruhi setiap kemampuan kognitif, keterampilan, dan strategi setiap pemain dengan maksimal (Guardiola & Natkin, 2013).

*Game* akan difokuskan dalam pembangunan *game* edukasi. *Game* edukasi adalah permainan yang bersifat menyenangkan akan tetapi memiliki konten pembelajaran bagi pemainnya (Muhajarah & Rachmawati, 2019). *Game* edukasi agar digemari oleh pemainnya harus memiliki beberapa fitur. Fitur-fitur tersebut diantaranya yaitu penasaran, tantangan, khayalan, timbal balik, kendali, keterkaitan *game* dan pemain, umpan balik, dan imersi (Blumberg & Fisch, 2013).

Setiap *game* edukasi memerlukan topik pembelajaran untuk memperluas pengetahuan pemainnya. Pemilihan konten diusahakan memiliki kemiripan sesuai dengan latar tempat tinggal pemain. Karena target pemain adalah Masyarakat Indonesia, maka konten yang ditawarkan pada *game* ini adalah edukasi gunung meletus. Penerapan konten edukasi ini akan berupa kuis yang apabila pemain menjawab dengan benar, maka akan menambah poin.

Metode penyeimbang *level* dalam pelaksanaannya memerlukan algoritma pembelajaran mesin agar sistem dapat memberikan penetapan keputusan secara otomatis berdasarkan masukan yang diberikan oleh pemain. Salah satu algoritma pembelajaran mesin adalah jaringan saraf buatan atau *Neural Network*. *Neural Network* adalah salah satu jenis pembelajaran mesin yang memiliki arsitektur menyerupai sistem saraf manusia (Kinsley & Kukiela, 2020). *Neural Network* memiliki bermacam-macam jenis, salah satunya yaitu *Feedforward Neural Network*. *Feedforward Neural Network* adalah arsitektur *Neural Network* yang paling sederhana karena jenis-jenis *Neural Network* adalah hasil dari pengembangan *Feedforward Neural Network* (Reed & Marks, 1999). Pada penelitiannya sebelumnya, *Feedforward Neural Network* digunakan sebagai metode untuk meramalkan tingkat temperatur di suatu kota. Pada penelitian tersebut, masukan data berupa pola temperatur kota yang dituju dengan harapan menggunakan pola tersebut dapat mendapatkan prediksi keluaran sesuai keinginan (Zahrati, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan mengajukan penerapan *Feedforward Neural Network* untuk penyeimbangan tingkat kesulitan

dan skenario dalam *game* edukasi yang mengangkat konten gunung meletus. *Feedforward Neural Network* akan memberikan nilai keputusan yang optimal untuk menentukan tingkat *level* yang akan dimainkan oleh pemain, sehingga penulis akan mengangkat judul “**Personalisasi Penyeimbangan Kesulitan dan Skenario Berbasis Profil Pemain Pada *Game* Edukasi Bencana Gunung Meletus menggunakan Metode *Feedforward Neural Network*”**”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana optimalisasi penyeimbangan tingkat kesulitan *game* edukasi bencana gunung meletus menggunakan *Feedforward Neural Network*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membangun *game* edukasi bencana gunung meletus yang mampu beradaptasi dengan kemampuan pemain secara dinamis dengan menerapkan *Feedforward Neural Network*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

- a. Memberikan suasana permainan yang menyenangkan kepada pemain karena tingkat kesulitan yang dialami didapatkan berdasarkan kemampuan pemain dalam menyelesaikan misi sebelumnya.
- b. *Game* edukasi bencana gunung meletus dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran sekaligus sosialisasi bencana terutama bencana

gunung meletus yang menghindarkan pemain *game* dari kebosanan saat bermain

### 1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh hal-hal berikut :

- a. *Game* bencana gunung meletus menggunakan konten edukasi yang berdasarkan konsep Taksonomi Bloom.
- b. Pengaturan *level* kesulitan merupakan hasil dari perhitungan menggunakan *Feedforward Neural Network*
- c. Pengaturan *level* kesulitan dan skenario dibutuhkan 3 masukan yang diperoleh pemain setelah pemain bermain beberapa saat.
- d. *Game* edukasi ini difokuskan untuk pembelajaran siswa kelas 4 sekolah dasar.
- e. *Game* edukasi ini memerlukan 3 *input* yaitu *health*, *score*, dan *time* dan menghasilkan probabilitas 10 *output* berupa *level* kesulitan.
- f. Setiap *level* kesulitan mempengaruhi 8 variabel yaitu *level* kabut, kecepatan musuh, nilai poin penambah *score*, nilai poin penambah *health*, nilai poin penambah waktu, dan tingkat kesulitan kuis.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

*Difficulty Balancing* atau penyeimbang tingkat kesulitan telah diajukan oleh (Tim et al.,2008) dalam penelitiannya yaitu menyeimbangkan *game* secara dinamis berdasarkan hasil yang diperoleh pemain. Penelitian ini bertujuan untuk menghindari perasaan bosan dan stres. Pada penelitiannya, Tim menggunakan permainan Pacman untuk mengimplementasikan algoritma *game balancing*-nya. Algoritma ini akan mempengaruhi *game* mekanis, kecepatan pergerakan *game* yang terbagi menjadi 3 *level* (*level* lambat, *level* sedang, dan *level* cepat). Tes subjek menggunakan 24 orang dewasa untuk memainkan Pacman yang telah dirancang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 96% tes subjek bermain pada *level* sedang karena tidak terlalu membosankan dan tidak terlalu tertekan.

Victor juga mengusulkan penyeimbang kesulitan pada penelitiannya yang berfokus dalam *game multiplayer*. Dalam penelitiannya ini, Victor menyeimbangkan *game* dengan merubah peraturan-peraturan di dalam *game* sesuai dengan kemampuan pemain. Penelitian melibatkan 13 pasang pemain. Setiap pemain akan dievaluasi berdasarkan tingkat kesulitan, frustrasi, kebosanan, dan keinginan bermain kembali. Hasil dari penelitian ini adalah pemain yang memiliki pengalaman bermain yang masih sebentar memiliki tingkat depresi yang semakin berkurang dibandingkan awal bermain selain itu pemain juga memiliki minat untuk memainkan *game* kembali. Selain itu, penelitian ini mengungkap

bahwa hasil *game* dengan implementasi penyeimbang kesulitan dan tidak memiliki perbandingan nilai akhir yang sangat tinggi (Victor, 2013).

Aljaafreha mengusulkan penelitian pembuatan lawan permainan untuk *game Seejeh Board Game* menggunakan *Deep Reinforcement Learning*. Penelitian ini memanfaatkan strategi yang dimiliki *game Seejeh* itu sendiri, yaitu posisi bertahan dan bergerak. Penelitian ini membuktikan semakin banyak *training sample* yang diterima oleh sistem. Kompleksitas jaringan akan semakin berkembang dan kemampuan sistem dalam bermain akan semakin tinggi (Aljaafreha et al.,2019).

Mengulik dari penelitian Aljaafreha, pada penelitian ini tidak akan menggunakan *Reinforcement Learning*, tetapi jenis *Neural Network* yang akan digunakan adalah *Feedforward Neural Network* dibantu dengan logika sederhana di dalam fungsi aktivasi sebagai metode untuk menentukan *level* perubahan sebagai keputusan terakhir. Perubahan akan dilakukan secara kontinyu hingga waktu berhenti.

## **2.2 Personalisasi**

Dikutip dari KBBI, personalisasi memiliki arti yaitu sebuah proses atau perbuatan yang mengubah atau memodifikasi sesuatu agar menunjukkan sebuah ciri tertentu. Sedangkan personalisasi pada *game* adalah sebuah modifikasi pada bentuk audio, visual, bahkan *level* kesulitan pada *game* (Streicher & Smeddinck, 2019). Berikut adalah contoh personalisasi pada *game* yang sudah pernah di-*publish* sebagai berikut.



Gambar 2.1 Contoh Personalisasi pada *Game*

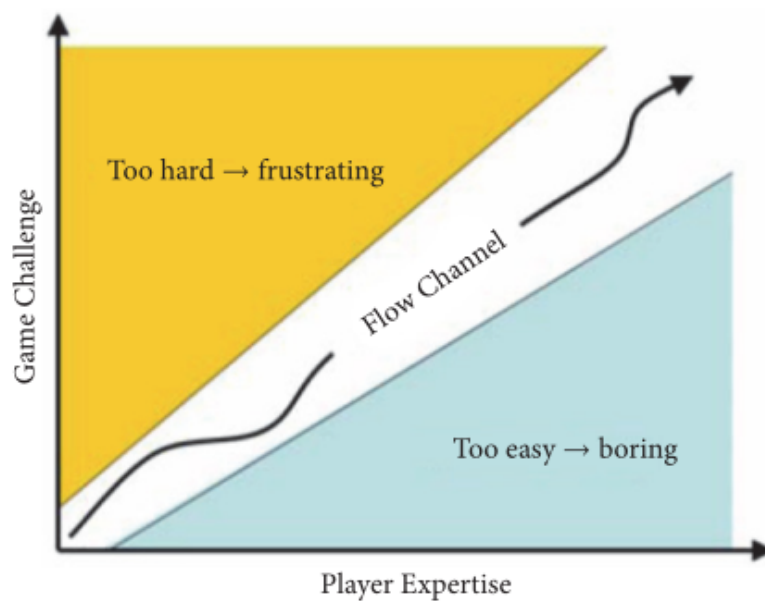
Pada Gambar 2.1 ditampilkan salah satu contoh personalisasi dalam *video games*. Pada *game* tersebut, pemain dapat secara dinamis mengubah struktur wajah karakter utama berdasarkan kreativitas pemain. Sedangkan pada penelitian ini setiap pemain akan diberikan fitur personalisasi terletak pada capaian level pemain yang berbeda antara pemain satu dan lainnya.

### 2.3 Penyeimbang Kesulitan

Dikutip dari Ernest Adam dalam bukunya “*Fundamental of Game Design*” menyatakan bahwa keseimbangan aspek dalam *game* atau yang sering disebut dengan *Game Balancing* adalah salah satu faktor yang menyebabkan *game* diminati oleh pemain. Apabila *game* tidak terlalu sulit dan tidak terlalu mudah, pemain akan merasa tertantang begitu pula *enjoy* dalam bermain. Salah satu metode *game* balancing otomatis adalah *Dynamic Difficulty Adjustment* atau yang

disebut dengan *Difficulty Balancing*. Pada penelitian ini *Difficulty Balancing* akan disebut dengan penyeimbang kesulitan.

Penyeimbang kesulitan memiliki tujuan utama yaitu untuk memberikan keseimbangan setiap elemen di dalam *game* secara *real time*. Menurut Zohaib dalam reviewnya tentang penyeimbang kesulitan dijelaskan bahwa penyeimbang secara otomatis memodifikasi fitur, skenario, dan pergerakan secara *real time* berdasarkan kemampuan masing-masing pemain (Zohaib, 2018). Sehingga hasil dari penggunaan penyeimbang kesulitan dapat diilustrasikan sesuai gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ilustrasi Penyeimbang Kesulitan

Gambar 1 mengilustrasikan bahwa apabila kemampuan pemain sangat tinggi akan tetapi tantangan dalam *game* terlalu rendah akan mengindikasikan bahwa *game* akan sangat membosankan sedangkan apabila tantangan dalam *game*

terlalu tinggi dan kemampuan pemain terlalu rendah, maka *game* akan membuat pemain merasa tertekan atau stres.

Dalam implementasinya, menurut Vidman di dalam penelitiannya, bahwa algoritma yang digunakan dalam menyeimbang kesulitan tidak ada yang bersifat universal karena setiap *game* memiliki keunikan tersendiri. Jadi algoritma yang digunakan tergantung oleh pengembangnya dalam menentukan variabel yang digunakan sebagai parameter penentuan keputusan (Vidman, 2018). Pada penelitian ini variabel yang akan digunakan untuk penentuan keputusan antara lain :

- a. *Player health*
- b. *Time remaining*
- c. *Score*

Sedangkan untuk algoritma penyeimbang kesulitan yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah *Feedforward Neural Network*. Menggunakan masukan *player health*, *time remaining*, dan *score*, *Neural network* akan mengeluarkan keluaran antara *level 1* hingga *level 10* yang setiap *level* mempunyai komposisi kesulitan yang berbeda. Komposisi ini akan mempengaruhi variabel, antara lain :

- a. Kecepatan Musuh
- b. Tambahan waktu
- c. Tambahan *health*
- d. Tambahan *score*
- e. Jenis kabut
- f. Pertanyaan yang muncul pada kuis

Sehingga penelitian ini memberikan batas maksimal dan minimal setiap variabel *input* sebagaimana yang telah ditampilkan pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Nilai maksimal dan minimal *input data*

<b>Variabel</b>	<b>Maksimal</b>	<b>Minimal</b>
<i>Health</i>	100	0
<i>Time</i>	300	0
<i>Score</i>	200	0

Nilai yang ditunjukkan setiap variabel di atas akan digunakan sebagai dasar penentuan keputusan.

### 2.3.1 Skenario dan *Level Design*

Mayer dalam bukunya yang berjudul “Making Games Better” menyebutkan bahwa *game* akan berhasil dibuat apabila pemain terasa asyik saat memainkannya. Sedangkan apabila *game* semakin tidak dinikmati pemain, maka pemain akan cepat meninggalkan *game* tersebut dan mencari *game* yang lain. Sehingga diperlukan sebuah *level design* atau desain *level* untuk pembuatan *game* ini (Mayer,2016).

Dikutip dari Adams dalam bukunya “*Fundamentals of Game Design*” menjelaskan bahwa desain *level* adalah fase pengembangan *game* yang berhubungan dengan pembuatan latar, tantangan, dan tujuan *game*. Tujuan desain *level* ini adalah untuk menciptakan sebuah lingkungan yang dapat dinikmati oleh pemain (Adams, 2014). Desain *level* dibagi menjadi 2 jenis sebagai berikut

1. *Environment design*, bertanggung jawab dalam desain latar tempat dan waktu
2. *Level design*, bertanggung jawab dalam pembangunan komposisi yang terdiri dari *game* mekanis, *gameplay*, tantangan, skenario, dan lain-lain.

Pada penelitian ini hanya akan menggunakan *environmental design* untuk membangun *game*.

## **2.4 Game**

*Game* seperti yang dijelaskan oleh Adams di dalam bukunya yang berjudul “*Fundamentals of Game Design*” menjelaskan dengan jelas bahwa *Game* atau secara lengkap yaitu *video game* adalah sebuah aktivitas atau kegiatan bermain yang dirancang agar terasa sangat realistis untuk para pemain sehingga menimbulkan perasaan yang menggebu-gebu untuk mencapai tujuan utama berdasarkan peraturan yang telah tertera di dalamnya (Adams, 2014).

*Video game* memiliki persamaan dengan film yang ditayangkan di televisi, akan tetapi *game* adalah film yang dapat dikendalikan ceritanya oleh penonton (Schreiber & Romero, 2022). Sehingga hal ini menyebabkan penonton atau konsumen dapat mengendalikan jalan cerita, bahkan untuk *game* yang berkelas AA, pemain dapat merubah bentuk anatomi karakter utama dalam *game* sesuai dengan selera pemain. Hal-hal tersebut memberikan sebuah pengalaman secara nyata kepada pemain seolah-olah pemain memasuki *game* yang dimainkan.

### 2.4.1 *Game* Petualangan

Dikutip dari Adams di dalam bukunya yang berjudul “*Fundamentals of Adventure Game Design*” menjelaskan bahwa *game* petualangan memiliki perbedaan dengan *game* pada umumnya. *Game* pada umumnya menawarkan strategi dan taktik untuk menghancurkan musuhnya. Akan tetapi, *game* petualangan adalah *game* yang bersumber kepada sebuah cerita. Pemain akan berperan sebagai karakter utama pada *game* sehingga pemain dapat merasakan emosi yang dirasakan oleh tokoh utama (Adams, 2014).

Pada penelitian ini *game* petualangan akan dijadikan sebagai *genre* utama dalam proses pembuatan *game* edukasi.

### 2.4.2 *Game* Edukasi

Dikutip dari Jaaska *Game* edukasi adalah *game* yang khusus didesain untuk keperluan edukasi sehingga dapat disebut dengan *serious game*, *game* edukasi, dan *game* simulasi (Jaaska et al., 2022). *Game* juga dinyatakan sebagai fasilitas bermain yang menyediakan pembelajaran secara tingkat kognitif, afektif, dan sosial. Berbeda dengan media-media pembelajaran lain yang memiliki fungsi untuk bermain seperti dalam *game* (Plass et al., 2016). Pada penelitian ini *game* edukasi akan digabungkan dengan *game* petualangan agar pemain tidak merasa jenuh dan selalu merasa tertantang.

### 2.4.3 *Non-Playable Character*

Dikutip dari Heussner, *Non-Playable Character* atau biasa disebut dengan NPC adalah karakter dalam *video game* yang tidak bisa dikendalikan oleh pemain. Dalam sebuah *video game* terdapat 2 jenis NPC, yaitu *static* NPC dan *dynamic* NPC. *Static* NPC yaitu NPC yang hanya dapat diajak berinteraksi akan tetapi tidak bergerak atau berpindah tempat, sedangkan untuk *dynamic* NPC yaitu NPC yang bergerak atau berpindah tempat secara looping (Heussner, 2019). NPC sangat dibutuhkan dalam proses desain latar dalam setiap *game*. NPC akan berperan sebagai penjahat (*enemies*) dan sebagai rekan (*allies*), bahkan NPC adalah salah satu komponen utama dalam membangun sebuah suasana permainan. Berikut adalah beberapa contoh NPC yang dapat ditemukan dalam dunia *video game*.

Dari contoh tersebut dapat kita simpulkan bahwa NPC adalah komponen yang sangat penting dalam proses pembuatan *video game* karena tanpa NPC, *video game* akan terasa ‘mati’. Pada penelitian ini NPC yang akan digunakan berupa *enemies* yang dapat mengurangi *health* pemain. Penyeimbang kesulitan akan mempengaruhi kecepatan NPC sehingga apabila *level* semakin bertambah, maka kecepatan bergerak NPC akan semakin cepat, begitu pula sebaliknya.

## 2.5 Konten Edukasi

Dalam permainan yang akan dibangun, konten edukasi yang digunakan akan berpacu pada Taksonomi Bloom. Dikutip dari Nugroho menyatakan pengertian dari Taksonomi Bloom, yaitu struktur hierarki yang

mengklasifikasikan kemampuan dari tingkat bawah menuju tingkat atas. Syarat untuk mencapai tingkat atas, tingkat bawah harus sudah dipastikan terpenuhi terlebih dahulu (Nugroho et al.,2019). Taksonomi Bloom dibagi menjadi 3 domain yaitu Kognitif, Afektif, dan Psikomotorik.

**a. Kognitif**

Dikutip dari Sideeg menyatakan bahwa aspek kognitif adalah ranah pembelajaran yang mengedepankan nalar dan kemampuan berpikir. Aspek ini akan mengembangkan aktivitas berpikir secara rasional (Sideeg, 2016).

Penelitian ini merumuskan pertanyaan yang menyangkut aspek kognitif yang bersumber dari internet, sesuai yang ditampilkan pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.2 Pertanyaan ranah kognitif

<b>Kognitif</b>		
1	- Apa yang kamu ketahui tentang bencana alam?	Kognitif-1
	- Apa yang kamu ketahui tentang lahar ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang gunung meletus ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang tsunami ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang gempa bumi ?	
2	- Sebutkan 3 jenis bencana alam yang sering terjadi di Indonesia!	Kognitif-2
	- Sebutkan 3 bencana alam gunung meletus yang pernah terjadi di Indonesia !	
	- Sebutkan 3 bencana alam tsunami yang pernah terjadi di Indonesia!	
	- Sebutkan 3 bencana alam gempa bumi yang pernah terjadi di Indonesia !	
	- Sebutkan 3 bencana alam banjir yang pernah terjadi di Indonesia	
	- Sebutkan 3 bencana alam banjir yang pernah terjadi di Indonesia	

### **b. Afektif**

Dikutip dari Sideeg menyatakan bahwa aspek afektif adalah ranah pembelajaran yang mengedepankan emosi dari peserta belajar. Sehingga ranah ini akan melatih empati dari peserta didik terhadap suatu hal (Sideeg, 2016).

Penelitian ini merumuskan pertanyaan yang menyangkut aspek afektif bersumber dari internet, sesuai yang ditampilkan pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.3 Pertanyaan ranah afektif

<b>Afektif</b>		
1	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana gunung meletus?	Afektif-1
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana tsunami ?	
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana gempa bumi	
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana banjir ?	
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana tanah longsor	
2	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di sungai?	Afektif-2
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di laut ?	
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di selokan	
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di halaman	
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di masjid	

### **c. Psikomotorik**

Dikutip dari Sideeg menyatakan bahwa aspek psikomotorik adalah ranah pembelajaran yang mengedepankan pembelajaran keterampilan motorik dan kemampuan fisik (Sideeg, 2016).

Penelitian ini merumuskan pertanyaan yang menyangkut aspek psikomotorik bersumber dari internet, sesuai yang ditampilkan pada tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.4 Pertanyaan ranah psikomotorik

<b>Psikomotorik</b>		
1	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana gunung meletus di daerahmu?	Psikomotorik-1
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana tsunami di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana alam banjir di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana tanah longsor di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana angin puting beliung di daerahmu ?	
2	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana gunung berapi?	Psikomotorik-2
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana banjir ?	
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana tanah longsor di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana angin puting beliung di daerahmu ?	

## **2.6 Neural Network**

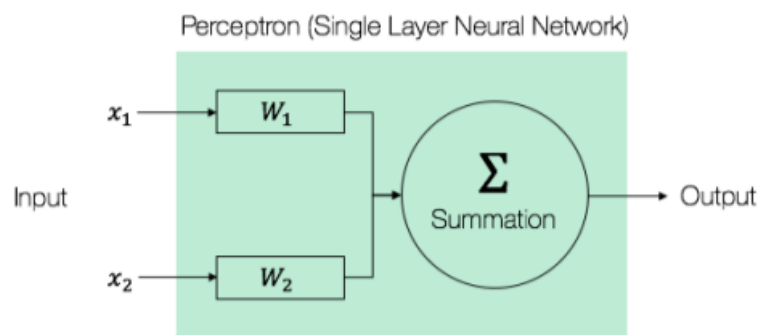
Dikutip dari buku “*Neural Smithing*” karya Russel & Marks menyatakan bahwa *Neural Network* atau *Artificial Neural Network* adalah sistem pemetaan nonlinear yang strukturnya terbentuk berdasarkan sistem saraf manusia dan hewan. *Neural Network* terbentuk dari bermacam-macam variabel yang

terkoneksi dengan bobot (*weight*) dengan analogi variabel tersebut dapat disebut sebagai neuron (Reed & Marks, 1999).

Dikutip dari Kinsley & Kukiela di dalam bukunya “*Neural Network from Scratch*” menyatakan bahwa neuron tunggal tidak bernilai apa-apa, akan tetapi apabila neuron tersebut tersambungkan dengan neuron lain maka konektivitas antar neuron tersebut dapat menghasilkan sebuah nilai bilangan yang dapat memutuskan suatu perkara (Kinsley & Kukiela, 2020). Perhitungan sebuah keputusan ini dikutip dari Loy yang berjudul “*Neural Network Projects with Python*” menyatakan bahwa perhitungan *Neural Network* dapat dicari dengan penggunaan formula

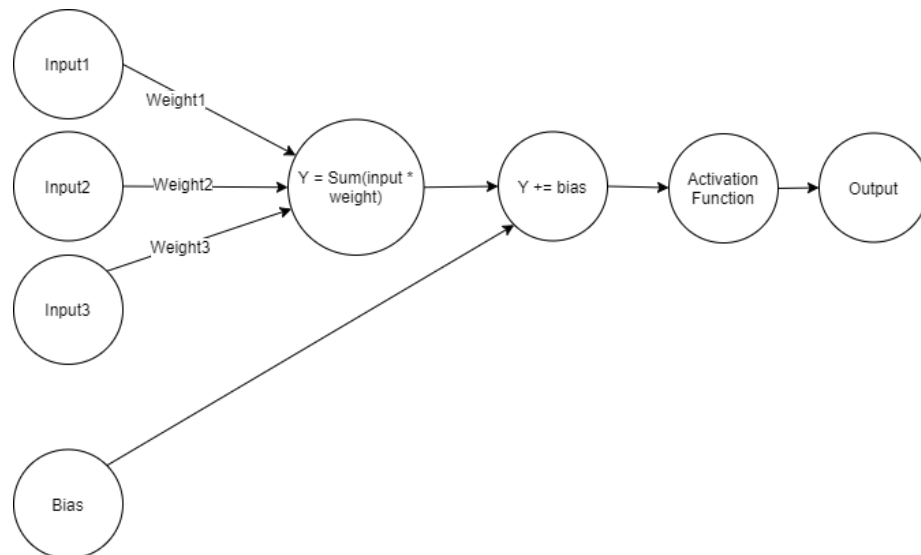
$$y = \sum(W_i \cdot X_i) \quad (\text{II.1})$$

Loy juga menyatakan bahwa arsitektur *neural network* yang paling sederhana bernama Perceptron atau *Single Layer Neural Network* (*Neural Network* Selapis). Perceptron diilustrasikan oleh Loy pada gambar 2 berikut (Loy, 2019).



Gambar 2.3 Ilustrasi Sederhana Arsitektur *Neural Network*

Sehingga pada penelitian ini arsitektur *Neural Network* yang akan digunakan adalah Perceptron yang diilustrasikan pada gambar 3 berikut.

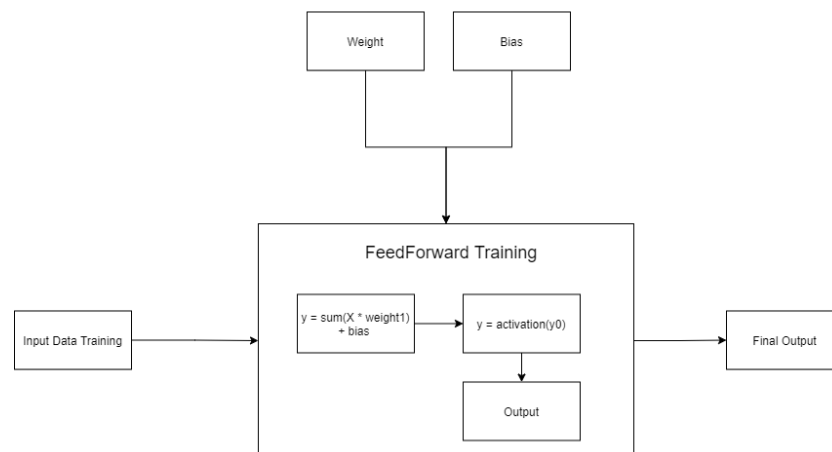


Gambar 2.4 Arsitektur *Neural Network* yang diajukan

## 2.6.1 Metode Neural Network

### - *Feedforward Neural Network*

Dikutip dari Loy yang berjudul “*Neural Network Projects with Python*” *Feedforward* adalah kalkulus sederhana yang menjadi dasar dari *Neural Network* (Loy, 2019). Pada penelitian ini *Feedforward Neural Network* dijadikan sebagai algoritma utama yang akan digunakan sebagai penentu *level* penyeimbang kesulitan di dalam permainan. Ilustrasi *Feedforward* yang akan dipakai diilustrasikan pada gambar 4 berikut.



Gambar 2.5 Ilustrasi *Feedforward Neural Network*

## - *Activation Function*

### a. ReLu

*Rectified linear activation function* atau ReLU adalah fungsi aktivasi non-linear yang merubah nilai output sesuai dengan input apabila nilai input bernilai positif. Apabila tidak, akan mengeluarkan 0. Fungsi aktivasi ini menggunakan formula II.2.

$$f(x) = \max(0, x) \quad (\text{II.2})$$

### b. Logistic

Fungsi Logistic adalah salah satu aktivasi fungsi pilihan yang digunakan karena output scale bernilai antara 0 dan 1. Fungsi aktivasi ini menggunakan formula II.3.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (\text{II.3})$$

### c. Tanh

Aktivasi Fungsi Tanh adalah aktivasi fungsi non-linear

yang berfungsi menekan nilai input menjadi nilai output dengan scale -1, 1. Fungsi aktivasi ini menggunakan formula II.4.

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (\text{II.4})$$

#### d. Softmax

Fungsi Aktivasi Softmax adalah fungsi aktivasi yang digunakan untuk memprediksi distribusi probabilitas multinomial. Fungsi aktivasi ini menggunakan formula II.5.

$$f(x) = \frac{\exp(x_i)}{\sum_j \exp(x_j)} \quad (\text{II.5})$$

### 2.6.2 Data

#### - Data Latih

Dikutip dari Loy menyatakan bahwa data latih adalah kumpulan data yang digunakan untuk mengajari sistem *machine learning*. Data latih digunakan untuk mengarahkan hasil prediksi agar menghasilkan nilai output yang diharapkan (Loy, 2019).

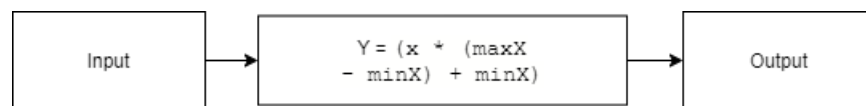
Penelitian ini akan menggunakan data latih yang *generate* dengan algoritma penyeimbang kesulitan tanpa menggunakan *Neural Network*. Data akan didapatkan dari 10 pengujian. Setiap pengujian akan menghasilkan 10 data sehingga total data yang didapatkan berjumlah 100 data.

#### - Feature Scaling

Raja menyatakan *Feature Scaling* adalah suatu cara untuk membuat numerical data pada dataset memiliki rentang nilai (*scale*) yang sama. Tidak ada

lagi satu variabel data yang mendominasi variabel data lainnya. Pada penelitian ini akan menggunakan teknik normalisasi (Raja et al., 2022).

Raja juga menjelaskan normalisasi data adalah proses membuat beberapa variabel memiliki rentang nilai yang sama, tidak ada yang terlalu besar maupun terlalu kecil sehingga dapat membuat analisis statistik menjadi lebih mudah (Raja et al., 2022). Normalisasi diilustrasikan pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Ilustrasi Normalisasi

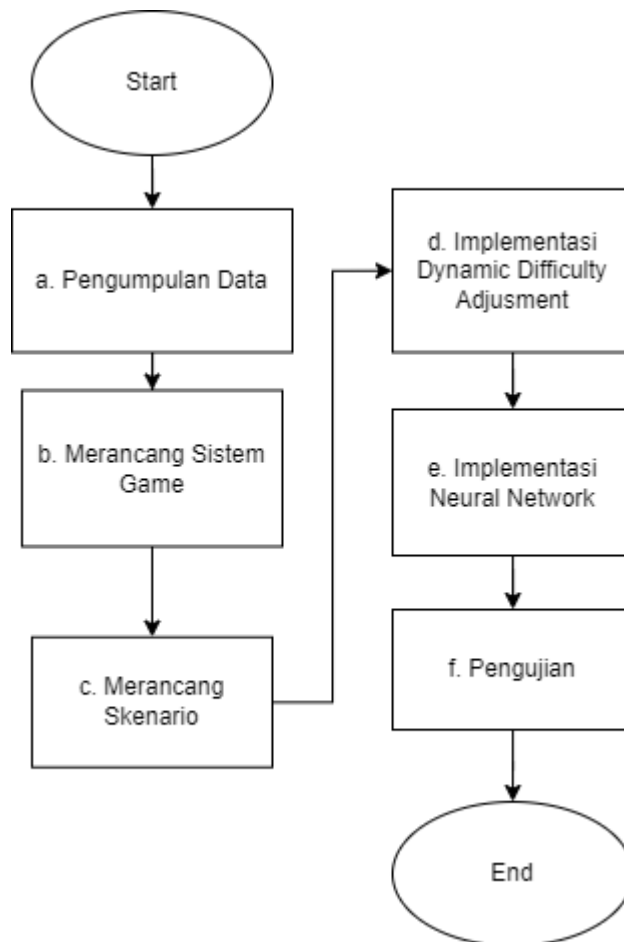
Penelitian ini menggunakan proses normalisasi sebagai teknik *Feature Scaling* dikarenakan sebagai berikut:

- a. Data latih yang akan digunakan tidak memiliki data yang mempunyai perbedaan nilai yang sangat besar antara satu dengan lainnya
- b. *Range data* yang akan dihadapi telah ditentukan pada range tertentu. Sehingga penggunaan normalisasi akan lebih feature scaling menggunakan normalisasi akan lebih efektif.

## BAB III

### DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini akan memiliki alur sebagai berikut :

- a. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data sebagai dasar dari proses training dan testing. Proses ini akan menghasilkan nilai

bobot yang akan digunakan diimplementasikan pada *Feedforward Neural Network*.

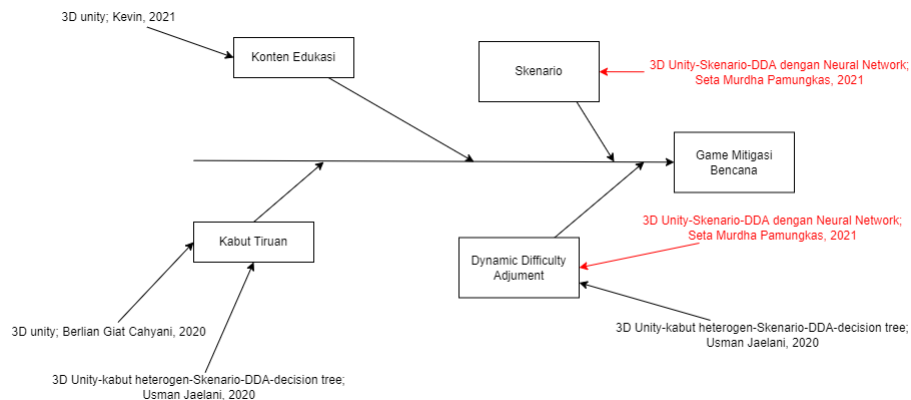
- b. Setelah data terkumpul, penelitian berlanjut dalam proses merancang Sistem Game. Sistem game yang dirancang disini berupa *menu flow* dan *game flowchart*. Perancangan sistem *game* ini difokuskan untuk mendesain alur bagaimana game bekerja.
- c. Setelah alur *game* sudah tergambar jelas, penelitian dilanjutkan dengan mendesain dan merancang skenario *game*. Rancangan skenario *game* ini berupa *Storyboard game*, *Level design* penyeimbang kesulitan, dan *level design* cerita. Tahap ini difokuskan untuk menentukan variabel-variabel apa saja yang akan berubah ketika tingkat kesulitan bertambah maupun berkurang.
- d. Pada tahap ini *game* sudah dapat dimainkan akan tetapi belum diintegrasikan dengan penyeimbang kesulitan sehingga game akan bergerak secara monoton tanpa ada perubahan nilai variabel yang telah ditentukan pada Langkah C. Sehingga pada tahap ini akan dirancang penyeimbang kesulitan berdasarkan *score* yang dikumpulkan oleh pemain. Semakin banyak *score* yang diperoleh pemain, maka tingkat kesulitan akan semakin tinggi.
- e. Pada tahap ini, akan dibuat penyeimbang kesulitan lain yang terimplementasi oleh *Feedforward Neural Network*. Arsitektur *Neural Network* yang dipakai adalah *Multi-Layered Perceptron*

dengan jumlah *hidden layer* yang akan dicari dengan menggunakan *training* dan *testing* data yang didapatkan pada Langkah A.

- f. Pada tahap terakhir, hasil perhitungan dari penyeimbang kesulitan tanpa *Neural Network* dan dengan *Neural Network* akan dibandingkan antara satu dengan lainnya sehingga menghasilkan rata-rata dari tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F-measures*.

### **3.2 Fokus Penelitian**

Penelitian ini berfokus pada pembuatan *game* dengan penerapan *Neural Network* sebagai algoritma yang digunakan dalam penyeimbang kesulitan. penyeimbang kesulitan akan digunakan untuk menyesuaikan tantangan yang cocok bagi pemain. penyeimbang kesulitan akan merubah elemen-elemen antara lain pertanyaan kuis yang berdasarkan konsep Taksonomi Bloom sehingga pertanyaan kuis terbagi menjadi 3 kelompok yaitu afektif, kognitif, dan psikomotorik. Sedangkan untuk elemen yang lain yaitu tingkatan kabut, akan 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* pada penelitian ini melibatkan beberapa desain awal.

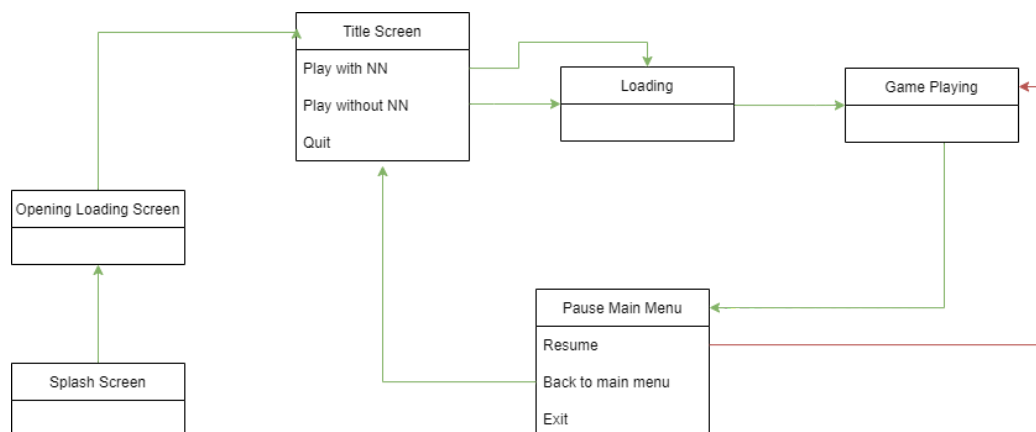
#### 3.3.1 Desain *Menu Flow*

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

1. *Splash Screen*
2. *Opening Loading Screen*
3. *Title Screen*
  - a. *Play with* penyeimbang kesulitan, menghubungkan *Title Screen* dengan *Game Loading Screen*
  - b. *Play without* penyeimbang kesulitan, menghubungkan *Title Screen* dengan *Game Loading Screen*
  - c. *Settings*, menghubungkan *Title Screen* dengan *Option Screen*

- d. Quit
4. *Game Loading*
5. *Game Playing*
6. *Pause Main Menu*
  - a. *Resume*, kembali bermain
  - b. *Back to Main Menu*, menghubungkan kepada *Title Screen*
  - c. *Exit*

Rancangan *menu flow* diilustrasikan pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 *Game Menu Flow*

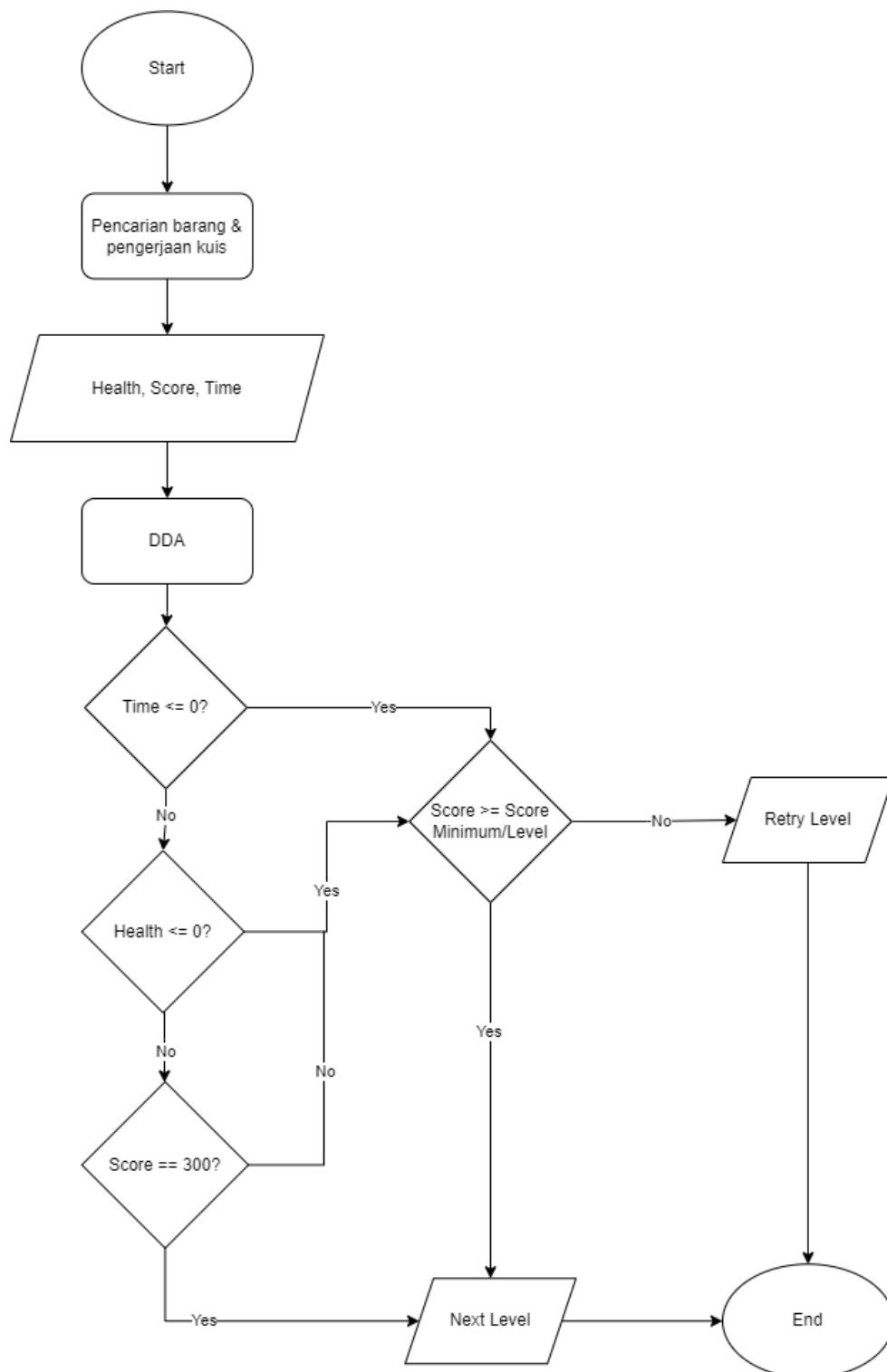
### 3.3.2 *Gameplay Flowchart*

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

1. *Game* dimulai
2. Pemain diwajibkan untuk mengumpulkan barang dan menjawab kuis dengan cara membuka peti kuis.
3. Dari proses sebelumnya, skor akan terkumpul

4. Bersamaan dengan terkumpulnya skor, penyeimbang kesulitan akan bekerja
5. Sistem akan mengecek apakah  $Time \leq 0$ ?  
Jika ya, maka akan lanjut ke step 8 sedangkan jika tidak maka akan lanjut ke *step 6*.
6. Sistem akan mengecek apakah  $Health \leq 0$ ?  
Jika ya, maka akan lanjut ke step 8 sedangkan jika tidak maka akan lanjut ke *step 7*.
7. Sistem akan mengecek apakah  $Score = 300$ ?  
Jika ya, maka akan lanjut ke step 10 sedangkan jika tidak maka akan lanjut ke *step 8*.
8. Sistem akan mengecek apakah  $Score \geq score$  minimal setiap level?  
Jika ya, maka akan lanjut ke step 10 sedangkan jika tidak maka akan lanjut ke *step 9*.
9. *Level* akan diulangi
10. Level akan berpindah ke *level* selanjutnya

Flowchart *game* diilustrasikan pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 *Gameplay Flowchart*

### **3.4 Perancangan Skenario**

Skenario yang dirancang pada penelitian ini menghasilkan Storyboard, *Level Design* Penyeimbang Kesulitan, dan *Level Design* Cerita.

#### **3.4.1 Storyboard**

*Game* ini menceritakan pendaki yang akan bersiap-siap untuk mendaki gunung kelud, pendaki tersebut perlu mengumpulkan barang-barang yang akan 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.

#### **3.4.2 Level Design Penyeimbang Kesulitan**

Desain *level* penyeimbang kesulitan yang diajukan adalah sebagai berikut seperti yang ditampilkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Penentuan nilai variabel setiap level desain skenario

Scenario Design								
Masukan			Keluaran					Level Skenario
Waktu	Kesehatan	Skor	Kecepatan Musuh	Jenis Kabut	Afektif	Kognitif	Psikomotorik	
+15	+3	+10	0	Cerah	A1-1	K1-1	P1-1	Level 1
+12	+3	+10	3	Asap	A1-2	K1-2	P1-2	Level 2
+10	+3	+10	9	<i>Mist</i>	A1-3	K1-3	P1-3	Level 3
+10	+3	+9	12	<i>Ground Fog</i>	A1-4	K1-4	P1-4	Level 4
+7	+3	+9	15	<i>Fog</i>	A2-1	K2-1	P2-1	Level 5
+7	+2	+9	18	<i>Heavy Fog</i>	A2-2	K2-2	P2-2	Level 6
+5	+2	+7	21	<i>Sand storm</i>	A2-3	K2-3	P2-3	Level 7
+5	+2	+7	24	<i>Low Clouds</i>	A3-1	K3-1	P3-1	Level 8
+2	+2	+5	27	<i>Heavy Sand Storm</i>	A3-2	K3-2	P3-2	Level 9
+2	+2	+5	30	<i>Foggy Lake</i>	A3-3	K3-3	P3-3	Level 10

Pada tabel 3.1 diatas dijelaskan bahwa variabel yang akan diubah antara lain kecepatan musuh, nilai tambahan waktu, nilai tambahan *score*, nilai tambahan *health*, jenis kabut, dan 3 jenis pertanyaan yang akan muncul saat kuis. Semakin bertambah *level* penyeimbang kesulitan yang dilewati, maka tantangan akan semakin sulit dan begitu pula sebaliknya.

### 3.5 Desain Penyeimbang Kesulitan

Penyeimbang kesulitan akan dijalankan secara *real time* dengan batas waktu permainan selesai atau berhenti. Proses berjalannya penyeimbang kesulitan adalah sebagai berikut.

1. Pemain akan mengumpulkan barang-barang yang nantinya akan terakumulasi menjadi *input* penyeimbang kesulitan yaitu variabel *score*.
2. Selama waktu berjalan, sistem akan menghitung nilai kemampuan pemain yang diambil dari variabel *score* dan nilai kemampuan musuh yang diambil dari nilai variabel kecepatan musuh.

Perhitungan dilakukan dengan formula normalisasi sebagai berikut.

$$efF = \frac{F_{val} - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \quad (III.1)$$

3. Kemampuan musuh dihitung semua dari paling lambat hingga paling cepat menggunakan formula pada langkah 2. Sehingga menghasilkan nilai sebagai berikut.

Tabel 3.2 Kemampuan musuh setiap level

Level	Kemampuan
1	1
2	0.9
3	0.7
4	0.6
5	0.5
6	0.4
7	0.3
8	0.2
9	0.1
10	0

Tabel 3.2 menampilkan nilai kemampuan setiap musuh setiap level yang akan dilewati oleh pemain.

- Setelah kemampuan pemain dan musuh dihitung, lalu dihitung selisih nilai antara satu dengan yang lainnya seperti yang dituliskan pada formula berikut.

$$diffef = |efp - efo| \quad (III.2)$$

- Apabila nilai selisih sudah diketahui maka, nilai selisih akan dikategorikan berdasarkan skala yang telah ditetapkan untuk mendapatkan nilai target level yang diinginkan. Penetapan nilai skala ditampilkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.3 Nilai skala selisih setiap level

Level	Skala
1	1
2	0.9
3	0.8
4	0.7
5	0.6
6	0.5
7	0.4
8	0.3
9	0.2
10	0.1

Jika hasil selisih lebih besar dari skala yang dimasukkan maka *output* adalah level pada skala tersebut. Sehingga hasil dari perhitungan *testing data* menghasilkan nilai *output* sebagai berikut seperti yang ditampilkan pada tabel 3.5.

Tabel 3.4 Hasil perhitungan *testing data* tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level
90	1	131	8
6	69	181	10
222	85	116	7
75	93	141	9
112	62	110	7
244	50	44	4
216	40	83	6
201	17	10	2
73	1	130	8
205	2	133	8

### 3.6 Perancangan Implementasi *Neural Network*

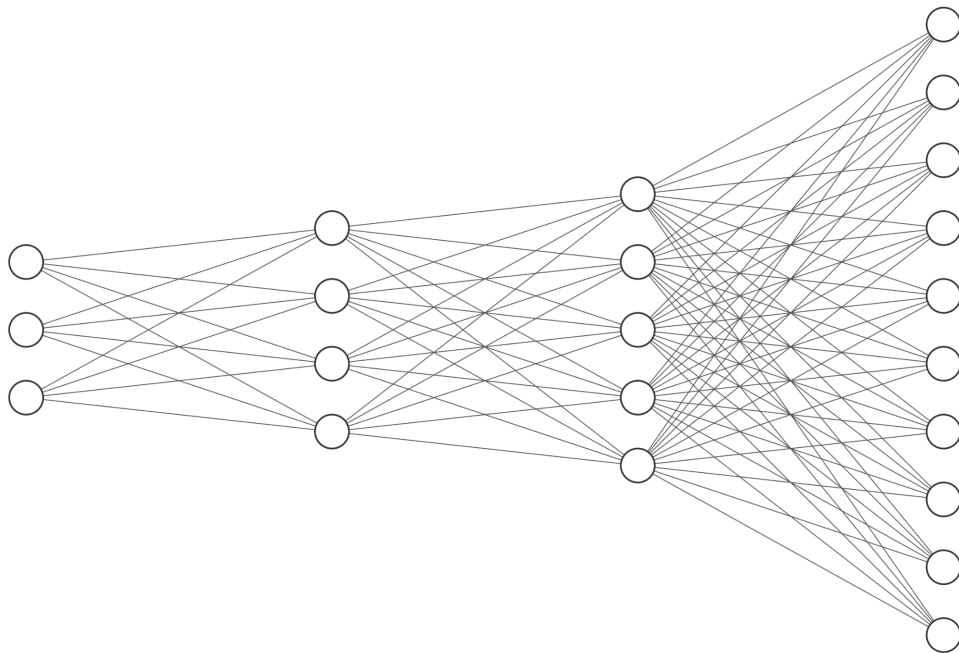
*Neural Network* dirancang sebagai algoritma yang akan diimplementasikan ke dalam penyeimbang kesulitan agar metode penyeimbang kesulitan dapat bekerja lebih dinamis dibanding tanpa *Neural Network*.

#### 3.6.1 Desain Sistem *Feedforward Neural Network*

Penelitian ini menggunakan *Feedforward Neural Network* sebagai algoritma penentu utama nilai penyeimbang kesulitan untuk *game balancing*. Proses kerja *Feedforward Neural Network* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

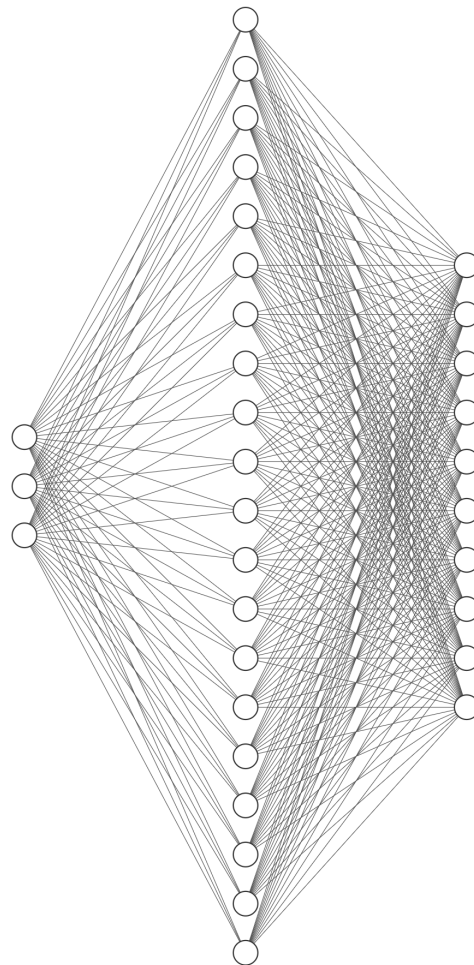
1. *Input* utama dalam algoritma ini adalah *Time*, *Health*, dan *Score*.
2. Setiap *input* dikalikan dengan bobot masing-masing yang telah ditetapkan
3. Hasil setiap perkalian dijumlah semuanya.
4. Hasil penjumlahan lalu ditambahkan dengan bias yang telah ditetapkan seperti nilai bobot.
5. Langkah 1 hingga 4 akan dijalankan terus menerus hingga perhitungan melewati *hidden layer* menuju *output*.
6. *Output* yang didapatkan lalu diklasifikasikan dan akan jatuh kepada *level n*.

Ilustrasi sederhana *Feedforward Neural Network* yang akan digunakan ditampilkan pada gambar 3.7 berikut.

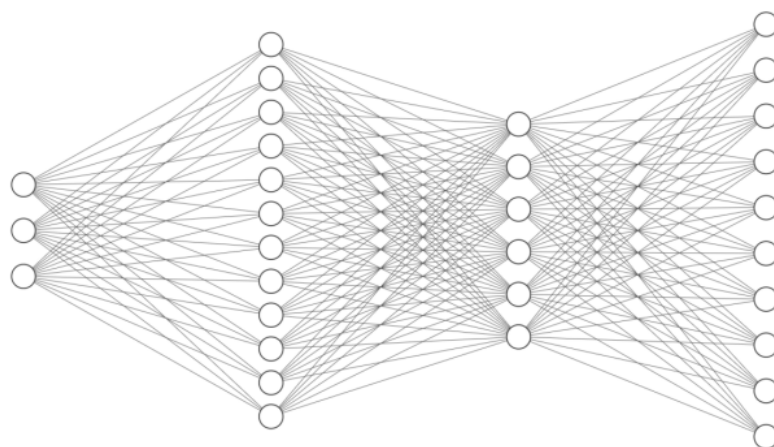


Gambar 3.5 Arsitektur *Feedforward Neural Network Game* Edukasi

Gambar 3.5 mengilustrasikan arsitektur yang akan diimplementasikan pada penelitian ini. Terdapat 2 jenis arsitektur yang akan diujicobakan pada penelitian ini, yaitu arsitektur 3-20-10 dan arsitektur 3-12-6-10. Kedua arsitektur itu akan diuji coba menggunakan data *training* untuk mendapatkan arsitektur yang memiliki tingkat akurasi tertinggi ketika diimplementasikan ke dalam *game* ini. Berikut adalah ilustrasi arsitektur 3-20-10 (Gambar 3.6) dan 3-12-10 (Gambar 3.7) yang akan digunakan untuk implementasi Neural Network.

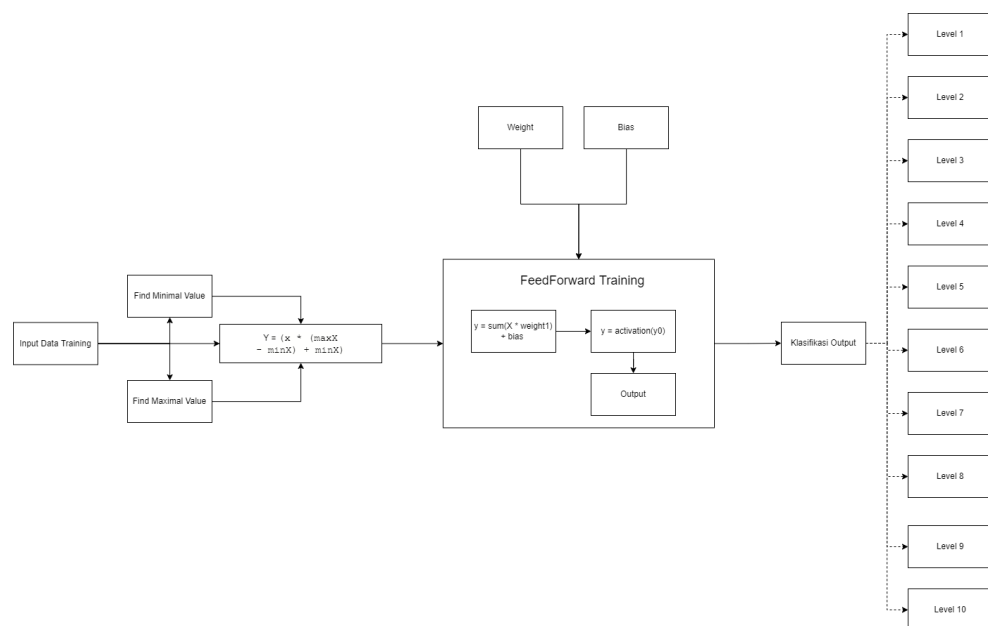


Gambar 3.6. Ilustrasi Arsitektur *Neural Network* 3-20-10



Gambar 3.7. Ilustrasi Arsitektur *Neural Network* 3-12-6-10

Sebelum diproses nilai *input* akan dinormalisasi agar mendapatkan nilai antara rentang 0 hingga 1. Nilai dari *input* yang telah dinormalisasikan ini akan diolah menggunakan *Feedforward Neural Network* untuk mencari tingkat kesulitan yang akan dihadapkan kepada pemain. Sehingga menghasilkan *block diagram* seperti yang diilustrasikan pada gambar 13 berikut.



Gambar 3.8 *Block Diagram Feedforward Neural Network Game Edukasi*

### 3.6.2 Implementasi *Neural Network*

Perancangan implementasi *Neural Network* dapat dianalogikan sebagai berikut :

Player mengumpulkan barang-barang di dalam arena bermain. Barang-barang yang dikumpulkan itu dapat terakumulasi sebagai poin penambah *score*, kesehatan dan waktu. Ketiga poin yang terakumulasi tersebut lalu diproses oleh sistem untuk menentukan *level* pemain.

Pada implementasi ini digunakan arsitektur *neural network* 3-4-5-10 (Gambar 3.7). Arsitektur tersebut menjelaskan bahwa penelitian ini akan menggunakan 3 masukan yaitu *Health*, *Time*, *Score* sedangkan untuk 10 keluaran yaitu rentang *level* 1 hingga 10. Setiap satu *level* akan mempengaruhi 8 variabel yang telah dijelaskan pada tabel 3.1. Karena probabilitas *output* melebihi 2 probabilitas maka *Neural Network* ini termasuk jenis klasifikasi ***Multi-Class Classification Neural Network***.

Sebaran bobot dan bias yang akan diberikan untuk arsitektur tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 3.5 Sebaran bobot dan bias *layer input* → *hidden layer 1*

	Hidden_Neuron _1 1	Hidden_Neuron _1 2	Hidden_Neuron _1 3	Hidden_Neuron _1 4
<b>Input 1</b>	1.87261018	0.41031148	0.63081258	0.35641789
<b>Input 2</b>	2.37518684	0.8796005	0.6896482	0.13858948
<b>Input 3</b>	-7.7199116	7.41395101	6.9707972	-7.3541071
<b>Bias</b>	1	1	1	1

Tabel 3.6 Sebaran bobot dan bias *hidden layer 1* → *hidden layer 2*

	Hidden_Neuron _2 1	Hidden_Neuron _2 2	Hidden_Neuron _2 3	Hidden_Neuron _2 4	Hidden_Neuron _2 5
<b>Hidden_Neuron _1 1</b>	9.27696675	6.37080397	-4.94287925	-6.6074039	4.48699968
<b>Hidden_Neuron _1 2</b>	-4.82573117	-6.81463926	6.59633757	5.95767716	-6.82949897
<b>Hidden_Neuron _1 3</b>	-2.44645049	-4.82248308	7.7796574	5.94803777	-6.92924016
<b>Hidden_Neuron _1 4</b>	7.1363182	6.97538103	-5.08157592	-6.91861256	5.36259004
<b>Bias</b>	1	1	1	1	1

Tabel 3.7 Sebaran bobot dan bias *hidden layer 2* → *output layer*

	Output_1	Output_2	Output_3	Output_4	Output_5
Hidden_Neuron_2 1	2.88630213	3.39691474	0.83681601	-2.24778128	2.10663923
Hidden_Neuron_2 2	2.74441364	2.85615474	1.37981792	0.75754229	3.51416917
Hidden_Neuron_2 3	-8.18749827	-7.03327264	1.49978319	9.79154451	5.03005849
Hidden_Neuron_2 4	-2.71941579	-3.46257681	-4.12797469	-6.14264354	-5.12761418
Hidden_Neuron_2 5	3.57637048	3.78973029	6.53861593	5.52781917	-4.69917267
Bias	1	1	1	1	1

Tabel 3.8 Lanjutan sebaran bobot dan bias *hidden layer 2* → *output layer*

	Output_6	Output_7	Output_8	Output_9	Output_10
Hidden_Neuron_2 1	2.68261086	7.33545376	3.00310967	-2.76676809	-11.02378749
Hidden_Neuron_2 2	8.97100855	0.20449651	-5.62468156	-6.14210749	-5.39336463
Hidden_Neuron_2 3	-1.36392488	-1.113517	2.31095983	3.42135249	4.76601547
Hidden_Neuron_2 4	6.51453327	9.0133694	3.77756528	4.93087874	5.47334467
Hidden_Neuron_2 5	-5.72143377	-4.37472553	-2.45488806	-2.548577	-2.60571791
Bias	1	1	1	1	1

Memfaatkan sebaran bobot dan bias yang ditampilkan pada tabel 3.6,

3.7, 3.8, dan 3.9 perhitungan *Neural Network* seperti berikut :

a. Perhitungan *Input Layer* → *Hidden Layer 1*

Perhitungan nilai menggunakan formula III.3.

$$y = \sum(W_i \cdot X_i) + \beta \quad (\text{III.3})$$

$$y1 = ((0.3 \cdot 1.87261018) + (0.01 \cdot 2.37518684) + (0.655 \cdot -7.7199116)) + 1$$

$$= -3.4710071756$$

$$y2 = 5.98802736055$$

$$y3 = 5.762012422$$

$$y4 = -3.7086288887$$

b. Perhitungan Fungsi Aktivasi Sigmoid

Fungsi Aktivasi yang digunakan menggunakan Fungsi Aktivasi Sigmoid. Nilai diperoleh dari formula

$$f(x) = \frac{1}{1 - e^{-x}} \quad (\text{III.4})$$

$$z1 = \frac{1}{1 - e^{3.4710071756}}$$

$$= 0.0301485181490709$$

$$z2 = 0.997497669614258$$

$$z3 = 0.996865082008157$$

$$z4 = 0.0239246871165569$$

c. Perhitungan *Hidden Layer 1* → *Hidden Layer 2* menggunakan formula seperti yang digunakan pada poin a.

$$y = \sum(W_i \cdot z_i) + \beta \quad (\text{III.5})$$

$$y1 = -5.80201568407274$$

$$y_2 = -10.2459976643637$$

$$y_3 = 15.064504567388$$

$$y_4 = 12.5074311656167$$

$$y_5 = -12.4563521874319$$

d. Perhitungan Fungsi Aktivasi Sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{1 - e^x} \quad (\text{III.6})$$

$$z_1 = 0.00301235658800766$$

$$z_2 = 0.0000354980368493376$$

$$z_3 = 0.999999713206919$$

$$z_4 = 0.999996300951245$$

$$z_5 = 0.00000389290037549669$$

e. Perhitungan *Hidden Layer 2* → *Output Layer*

$$y = \sum(W_i \cdot z_i) + \beta \quad (\text{III.7})$$

$$y_1 = -9.898095737643773$$

$$y_2 = -9.48548576524102$$

$$y_3 = -1.62558143731935$$

$$y_4 = 4.64219817555696$$

$$y_5 = 0.908914235967562$$

$$y_6 = 6.15896184430563$$

$$y_7 = 8.92190660977007$$

$$y_8 = 7.09734768924557$$

$$y_9 = 9.34364956302114$$

$$y_{10} = 11.2059293504441$$

f. Perhitungan Fungsi Aktivasi Softmax

$$z = \frac{\exp(y_i)}{\sum_j \exp(y_j)} \quad (\text{III.8})$$

$$\begin{aligned} z_1 &= \frac{\exp(-9.89809573764377)}{\exp(-9.89809573764377) + \exp(-9.48548576524102) + \exp(4.64219817555696) + \exp(6.15896184430563) + \exp(7.09734768924557) + \exp(11.2059293504441)} \\ &\quad + \frac{\exp(-1.62558143731935)}{\exp(-9.89809573764377) + \exp(-9.48548576524102) + \exp(4.64219817555696) + \exp(6.15896184430563) + \exp(7.09734768924557) + \exp(11.2059293504441)} \\ &\quad + \frac{\exp(0.908914235967562)}{\exp(-9.89809573764377) + \exp(-9.48548576524102) + \exp(4.64219817555696) + \exp(6.15896184430563) + \exp(7.09734768924557) + \exp(11.2059293504441)} \\ &\quad + \frac{\exp(8.92190660977007)}{\exp(-9.89809573764377) + \exp(-9.48548576524102) + \exp(4.64219817555696) + \exp(6.15896184430563) + \exp(7.09734768924557) + \exp(11.2059293504441)} \\ &\quad + \frac{\exp(9.34364956302114)}{\exp(-9.89809573764377) + \exp(-9.48548576524102) + \exp(4.64219817555696) + \exp(6.15896184430563) + \exp(7.09734768924557) + \exp(11.2059293504441)} \\ &= 0.000000000533236937789658 \end{aligned}$$

$$z_2 = 0.000000000805590729674196$$

$$z_3 = 0.00000208750506469216$$

$$z_4 = 0.00110075239102997$$

$$z_5 = 0.0000263235842586851$$

$$z_6 = 0.00501662605217789$$

$$z_7 = 0.0794956554744624$$

$$z8 = 0.0128217564606998$$

$$z9 = 0.121200394102186$$

$$z10 = 0.780336403091293$$

Nilai tertinggi ada pada Z10 sehingga penentuan berada pada level 10.

- g. Sehingga hasil dari perhitungan semua *testing data* dengan perhitungan seperti di atas menghasilkan hasil yang ditampilkan pada tabel 3.9

Tabel 3.9 Hasil perhitungan *Level*

Time	Health	Score	Level NN
90	1	131	10
6	69	181	10
222	85	116	6
75	93	141	7
112	62	110	6
244	50	44	4
216	40	83	6
201	17	10	2
73	1	130	7
205	2	133	7

### 3.7 Skenario Pengujian

Tahap ini adalah tahap terakhir dalam penelitian ini. Proses pada tahap ini digunakan untuk menentukan nilai akurasi, precision, recall, dan F1-Score. Data akan dibagi menjadi 2 jenis yaitu *data training* dan *data testing*. Data training adalah data yang digunakan untuk melatih model yang telah dibangun. Model dilatih agar dapat menghasilkan nilai keluaran yang sesuai dengan nilai yang diharapkan. Sedangkan data testing adalah data yang digunakan untuk menguji model yang telah melewati tahap *training*. Hasil uji dari data *testing* ditampung di

dalam *confusion matrix* untuk dihitung nilai *True Positive*, *True Negative*, *False Positive*, dan *False Negative*. Hasil perhitungan *True Positive*, *True Negative*, *False Positive*, dan *False Negative* lalu dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

$$1. \text{ Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (\text{III.9})$$

$$2. \text{ Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (\text{III.10})$$

$$3. \text{ Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (\text{III.11})$$

$$4. \text{ Recall} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{recision} + \text{Recall}} \times 100\% \quad (\text{III.12})$$

Perhitungan menggunakan formula III.9, III.10, III.11, dan III.12 menghasilkan nilai akurasi, precision, recall, dan F1-Score. Sedangkan pengujian pada penelitian ini diajukan dengan 2 skenario pengujian, yaitu:

a. Skenario Pengujian 80 : 20

Pengujian 80 : 20 adalah membagi *raw data* secara acak menjadi data training dan data testing dengan presentasi 80% data *training* dan 20% data *testing*.

b. Skenario Pengujian 70 : 30

Pengujian 70 : 30 adalah membagi *raw data* secara acak menjadi data training dan data testing dengan presentasi 80% data *training* dan 20% data *testing*.

### 3.8 Perhitungan

Pengujian metode ini melibatkan *confusion matrix*

Tabel 3.10 Hasil perbandingan perhitungan *Level*

Time	Health	Score	Level tanpa NN	Level NN
90	1	131	8	10
6	69	181	10	10
222	85	116	7	6
75	93	141	9	7
112	62	110	7	6
244	50	44	4	3
216	40	83	6	6
201	17	10	2	2
73	1	130	8	7
205	2	133	8	7

Setelah diketahui hasil perhitungan, maka dilakukan pengujian menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* digunakan untuk mencari nilai akurasi. Langkah pengukuran adalah sebagai berikut.

- a. Data hasil pada tabel 3.10 sehingga menghasilkan *confusion matrix* seperti pada tabel 3.11

Tabel 3.11 Hasil *confusion matrix*

Level	2	4	6	7	8	9	10
2	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	2	0	0	0	0
8	0	0	0	2	0	0	1
9	0	0	0	1	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1

b. *Confusion matrix* lalu dicari nilai *True Positive*, *False Positive*, *True Negative*, *False Negative*

Perhitungan hasil dapat dilihat pada tabel 3.12

Tabel 3.12 Hasil perhitungan *True Positive*, *True Negative*, *False Positive*, dan *False Negative*

Level	TP	TN	FP	FN
2	1	9	0	0
4	1	9	0	0
6	1	7	2	0
7	0	5	3	0
8	0	7	0	3
9	0	9	0	1
10	1	8	1	0
<b>Total</b>	4	54	6	4

Dari tabel 3.12 tersebut diketahui bahwa *confusion matrix* di atas memiliki

- *True Positive* = 4
- *False Positive* = 6
- *False Negative* = 4
- *True Negative* = 54

Tabel 3.13 Hasil perhitungan *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*

Level	Precision	Recall	F1-Score
2	1	1	1
4	1	1	1
6	0.33	1	0.5
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0.5	1	0.67

c. Nilai Akurasi

$$accuracy = \frac{4}{4+(0.5*(6+4))}$$

$$accuracy = 0.9$$

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 *Game*

##### 4.1.1 *UI Game*

Berikut adalah tampilan UI yang terimplementasi di dalam game sebagai berikut.

##### 4.1.1.1 *Title Screen*

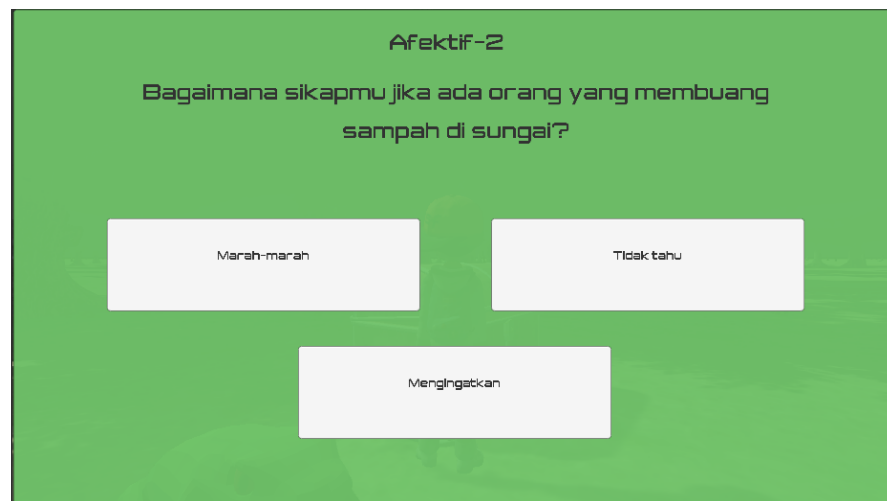
Title screen pada game ini terdapat 3 opsi yaitu opsi menggunakan NN, tanpa NN, dan keluar. *Title screen* ditampilkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tampilan menu awal

##### 4.1.1.2 *Kuis Screen*

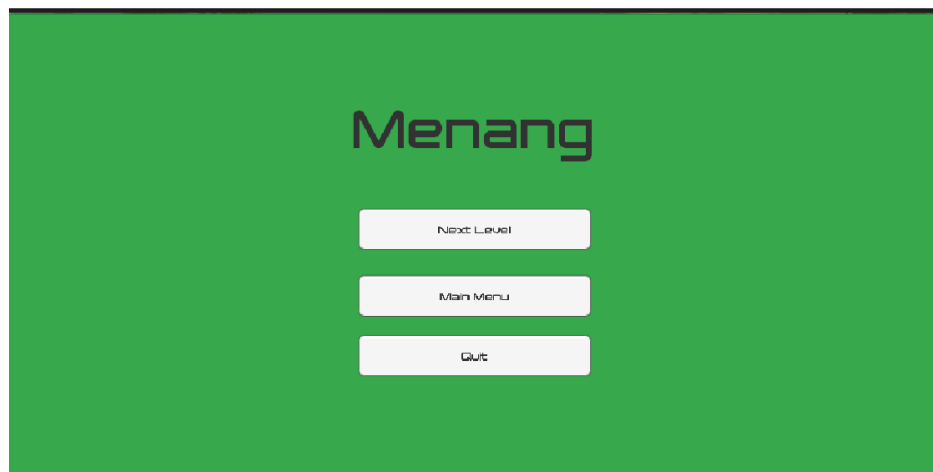
Tampilan kalah ditampilkan pada gambar 4.2 yang menandakan bahwa pemain sedang mengerjakan kuis yang disediakan oleh *game* ini.



Gambar 4.2 Tampilan kuis

#### 4.1.1.3 Tampilan Menang

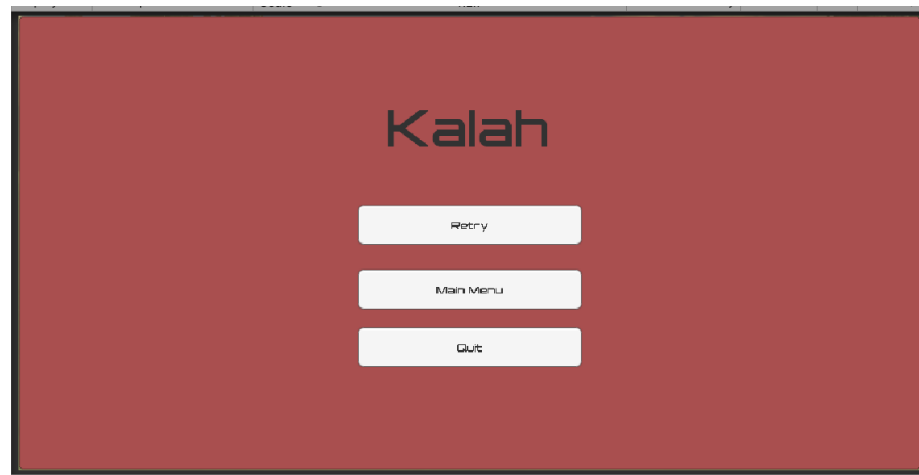
Tampilan menang ditampilkan pada gambar 4.3 yang menandakan bahwa pemain gagal menjalankan misi yang diberikan di dalam game.



Gambar 4.3 Tampilan apabila player menyelesaikan misi

#### 4.1.1.4 Tampilan Kalah

Tampilan kalah ditampilkan pada gambar 4.4 yang menandakan bahwa pemain gagal menjalankan misi yang diberikan di dalam game.



Gambar 4.4 Tampilan apabila player gagal menyelesaikan misi

#### 4.1.2 *Gameplay*

##### 4.1.2.1 Tampilan *Gameplay*

Tampilan *gameplay* ditampilkan pada gambar 4.5 yang menandakan bahwa pemain sedang bermain *game* edukasi bencana gunung meletus.



Gambar 4.5 Tampilan *game world*

#### 4.1.2.2 Perubahan Kabut

Tampilan perubahan kabut ditampilkan pada gambar 4.6 yang menandakan bahwa sistem bekerja dengan perhitungan matematis untuk merubah tingkat kesulitan yang dihadapi pemain.



Gambar 4.6 Tampilan fitur perubahan kabut



Gambar 4.7 Tampilan fitur perubahan kabut



Gambar 4.8 Tampilan fitur perubahan kabut



Gambar 4.9 Tampilan fitur perubahan kabut

#### 4.2 Pengujian *Level* tanpa *Neural Network*

Pengujian tanpa menggunakan *Neural Network* berpedoman pada rancangan subbab 3.6 Desain Penyeimbang Kesulitan. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan nilai *input* yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian ini akan dijadikan *data training* untuk implementasi *Neural Network*.

### 4.2.1 Pengujian 1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian 1 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
141	65	68	5
99	53	20	3
271	22	41	4
97	60	103	7
83	98	95	6
157	52	124	8
128	59	140	9
114	5	44	4
170	31	162	10
23	93	26	3

Tabel 4.1 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

### 4.2.2 Pengujian 2

Tabel 4.2 Hasil Pengujian 2 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
210	75	106	7
89	20	17	2
205	48	190	10
123	8	27	3
225	1	24	3
23	72	4	2
26	50	91	6
136	63	130	8
267	13	88	6
44	4	114	7

Tabel 4.2 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

### 4.2.3 Pengujian 3

Tabel 4.3 Hasil Pengujian 3 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
64	53	4	1
217	50	16	2
110	82	164	10
105	45	159	9
168	4	139	8
170	70	10	2
125	33	191	10
220	61	91	6
4	63	68	5
105	42	185	10

Tabel 4.3 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.4 Pengujian 4

Tabel 4.4 Hasil Pengujian 4 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
262	18	34	3
214	4	120	8
268	56	99	6
175	23	73	5
29	20	110	7
28	97	191	10
152	89	149	9
182	42	192	10
58	87	160	10
273	62	63	5

Tabel 4.4 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.5 Pengujian 5

Tabel 4.5 Hasil Pengujian 5 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
116	50	160	10
204	82	38	3
3	97	162	10
54	93	27	3
275	40	140	9
103	14	89	6
36	52	23	3
169	21	115	7
38	32	129	8
31	57	9	1

Tabel 4.5 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.6 Pengujian 6

Tabel 4.6 Hasil Pengujian 6 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
32	1	195	10
102	96	185	10
188	81	74	5
38	82	68	5
205	91	60	5
170	37	151	9
208	49	141	9
249	13	158	9
251	88	40	4
282	7	138	8

Tabel 4.6 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.7 Pengujian 7

Tabel 4.7 Hasil Pengujian 7 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
112	31	188	10
193	13	58	4
179	4	130	8
58	82	143	9
26	17	120	8
254	9	26	3
242	77	140	9
152	71	171	10
80	32	119	7
163	1	32	3

Tabel 4.7 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.8 Pengujian 8

Tabel 4.8 Hasil Pengujian 8 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
224	82	85	6
6	100	69	5
127	61	40	4
276	45	125	8
217	51	150	9
236	79	116	7
271	25	31	3
89	98	28	3
166	92	128	8
269	93	188	10

Tabel 4.8 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.9 Pengujian 9

Tabel 4.9 Hasil Pengujian 9 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
171	85	32	3
185	21	55	4
258	54	140	9
210	83	24	3
153	69	96	6
64	18	196	10
42	44	110	7
43	35	176	10
208	90	92	6
86	87	158	9

Tabel 4.9 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

#### 4.2.10 Pengujian 10

Tabel 4.10 Hasil Pengujian 10 Tanpa *Neural Network*

Time	Health	Score	Level tanpa NN
17	48	103	7
175	36	77	5
179	38	92	6
290	15	146	9
176	96	48	4
29	91	59	4
262	11	100	7
300	46	90	6
17	72	137	8
205	57	25	3

Tabel 4.10 menampilkan data yang didesain sebagai data latih dengan perhitungan nilai *output* menggunakan metode tanpa *Neural Network* yang berada pada kolom “Level tanpa NN”.

### 4.3 Pengujian *Level* dengan *Neural Network*

#### 4.3.1 Data

Seluruh hasil pengujian tanpa menggunakan *Neural Network* yang berjumlah 100 data dijadikan *training data* yang akan digunakan untuk mengolah arsitektur *Neural Network* yang telah ditentukan pada subbab 4.3 Pengujian *Level* dengan *Neural Network*.

Tabel 4.11 *Training Data*

No	Time	Health	Score	Level tanpa NN
1	141	65	68	5
2	99	53	20	3
3	271	22	41	4
4	97	60	103	7
5	83	98	95	6

Tabel 4.11 menampilkan gabungan data yang telah dihasilkan dari pengujian tanpa menggunakan metode *Neural Network*.

#### 4.3.2 Pencarian Arsitektur *Neural Network*

Tahap ini menjelaskan eksperimen pencarian arsitektur yang dapat menghasilkan nilai keluaran yang paling mendekati dengan nilai keluaran yang diharapkan sehingga arsitektur ini bisa disebut sebagai arsitektur yang optimal. Arsitektur *Neural Network* yang digunakan disini adalah arsitektur 3,20,10 dan 3,12,6,10. Hasil dari pencarian arsitektur ditunjukkan pada tabel 4.12 dan 4.13.

Tabel 4.12 Eksperimen menggunakan Arsitektur Jaringan 3-20-10

Arsitektur Jaringan	3,20,10	3,20,10	3,20,10	3,20,10	3,20,10	3,20,10
Fungsi Aktivasi	ReLu	ReLu	Logistic	Logistic	Tanh	Tanh
Epoch	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Learning Rate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Optimizer	Adam	SGD	Adam	SGD	Adam	SGD
Loss	0.0633698 2689	0.8471915 645	0.1715303 48	1.7971422 34	0.0568893 3267	0.8646947 943
Accuracy	1	0.8387096 774	0.9677419 355	0.5483870 968	1	0.8064516 129

Tabel 4.12 menampilkan hasil eksperimen menggunakan arsitektur *Neural Network* 3,20,10. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa arsitektur paling optimal adalah arsitektur yang memiliki Fungsi Aktivasi ReLu dan Optimizer Adam karena memiliki nilai Loss paling kecil yakni 0.06336982689.

Tabel 4.13 Eksperimen menggunakan Arsitektur Jaringan 3-12-6-10

Arsitektur Jaringan	3,12,6,10	3,12,6,10	3,12,6,10	3,12,6,01	3,12,6,10	3,12,6,10
Fungsi Aktivasi	ReLu	ReLu	Logistic	Logistic	Tanh	Tanh
Epoch	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Learning Rate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Optimizer	Adam	SGD	Adam	SGD	Adam	SGD
Loss	0.0193301 7901	0.4894803 393	0.1610093 458	2.2770519 08	0.1353361 134	0.6549742 709
Accuracy	1	0.9677419 355	0.9677419 355	0.1290322 581	0.9677419 355	0.9032258 065

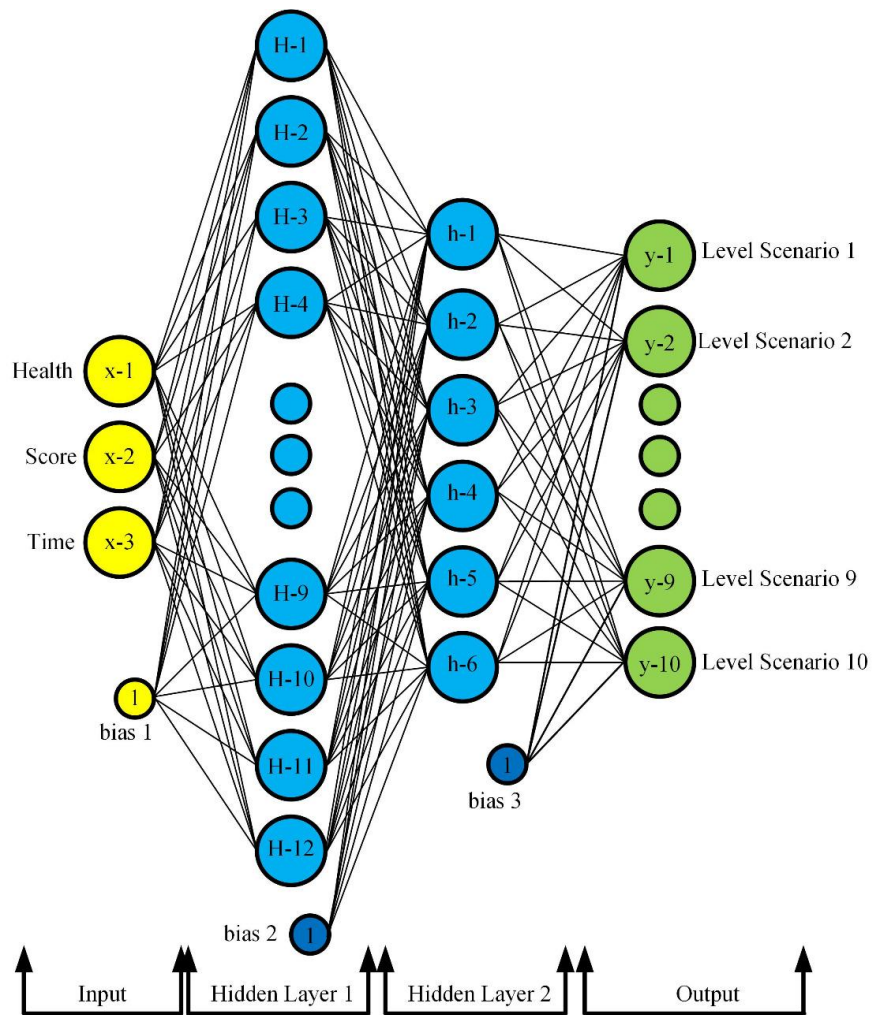
Tabel 4.12 menampilkan hasil eksperimen menggunakan arsitektur *Neural Network* 3,12,6,10. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa arsitektur paling

optimal adalah arsitektur yang memiliki Fungsi Aktivasi ReLu dan Optimizer Adam karena memiliki nilai Loss paling kecil yakni 0.01933017901.

Tabel 4.14 Komparasi nilai 2 arsitektur yang optimal

<b>Arsitektur Jaringan</b>	<b>3,20,10</b>	<b>3,12,6,10</b>
Fungsi Aktivasi	ReLu	ReLu
Epoch	1000	1000
Learning Rate	0.01	0.01
Optimizer	Adam	Adam
Loss	0.06336982689	0.01933017901
Accuracy	1	1

Hasil komparasi yang ditampilkan pada tabel 4.14 dapat disimpulkan bahwa arsitektur yang optimal jatuh kepada arsitektur 3,12,6,10 dengan fungsi aktivasi ReLu. Hal ini disimpulkan karena arsitektur itu menghasilkan nilai loss yang paling kecil dan nilai akurasi yang paling tinggi dibandingkan arsitektur yang lain. Ilustrasi arsitektur tersebut ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Ilustrasi Arsitektur Jaringan 3-12-6-10

### 4.3.3 Hasil Pengujian

Pengujian menggunakan *Neural Network* dibagi ke dalam 2 skenario, yaitu skenario pengujian 80:20 dan pengujian 70:30.

#### 4.3.3.1 Pengujian 80:20

##### a. *Confusion Matrix*

Dari hasil pengujian menggunakan *data training* yang ditampilkan pada tabel 4.11 didapatkan nilai *confusion matrix* yang ditampilkan pada tabel 4.15

Tabel 4.15 *Confusion Matrix* 80:20

	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Level 10
Level 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Level 4	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Level 5	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Level 6	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Level 7	0	0	0	0	0	2	1	0	0
Level 8	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Level 9	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Level 10	0	0	0	0	0	0	0	0	3

- b. Nilai *True Positive*, *False Positive*, *True Negative*, dan *False Negative*  
 Nilai *confusion matrix* lalu dikonversikan ke dalam nilai *True Positive*,  
*False Positive*, *True Negative*, *False Negative* yang menghasilkan nilai  
 sebagai berikut.

Tabel 4.16 Nilai TP, FP, TN, dan FN 80:20

Level	TP	FP	TN	FN
Level 2	1	0	0	19
Level 3	1	0	0	19
Level 4	2	0	1	17
Level 5	2	1	0	17
Level 6	3	0	0	17
Level 7	2	1	0	17
Level 8	2	0	1	17
Level 9	2	0	0	18
Level 10	3	0	0	17

- c. Nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score*

Nilai poin b dapat dihitung nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score* sebagai  
 berikut.

Tabel 4.17 Nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* 80:20

Level	Precision	Recall	F1-Score
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00
4	0.67	1.00	0.80
5	1.00	0.67	0.80
6	1.00	1.00	1.00
7	1.00	0.67	0.80
8	0.67	1.00	0.80
9	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00

Tabel 4.17 dihitung mendapatkan rata rata sebagai berikut.

Tabel 4.18 Rata-rata *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* 80:20

Precision	Recall	F1-Score
0.93	0.93	0.91

Tabel 4.18 menampilkan hasil perhitungan rata-rata nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* pada seluruh level keluaran.

d. Nilai Akurasi

Nilai akurasi juga didapatkan pada pengujian 80:20 ini yaitu sebesar 90%

#### 4.3.3.2 Pengujian 70:30

a. *Confusion Matrix*

Dari hasil pengujian menggunakan *data training* yang ditampilkan pada tabel 4.11 didapatkan nilai *confusion matrix* yang ditampilkan pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Confusion Matrix 70:30

	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Level 10
Level 2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Level 3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Level 4	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Level 5	0	0	1	2	1	0	0	0	0
Level 6	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Level 7	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Level 8	0	0	0	0	0	1	2	0	0
Level 9	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Level 10	0	0	0	0	0	0	0	0	4

- b. Nilai *True Positive*, *False Positive*, *True Negative*, dan *False Negative* Nilai *confusion matrix* lalu dikonversikan ke dalam nilai *True Positive*, *False Positive*, *True Negative*, *False Negative* yang menghasilkan nilai sebagai berikut.

Tabel 4.20 Nilai TP, FP, TN, dan FN 70:30

Level	TP	FP	TN	FN
Level 2	2	0	0	28
Level 3	3	0	0	27
Level 4	2	0	1	27
Level 5	2	2	0	26
Level 6	5	0	1	24
Level 7	3	0	1	26
Level 8	2	1	0	27
Level 9	0	4	0	26
Level 10	4	0	4	22

- c. Nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score*

Nilai poin b dapat dihitung nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score* sebagai berikut.

Tabel 4.21 Nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* 70:30

Level	Precision	Recall	F1-Score
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00
4	0.67	1.00	0.80
5	1.00	0.50	0.67
6	0.83	1.00	0.91
7	0.75	1.00	0.86
8	1.00	0.67	0.80
9	0.00	0.00	0.00
10	0.50	1.00	0.67

Tabel 4.21 dihitung mendapatkan rata rata sebagai berikut.

Tabel 4.22 Rata-rata *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* 70:30

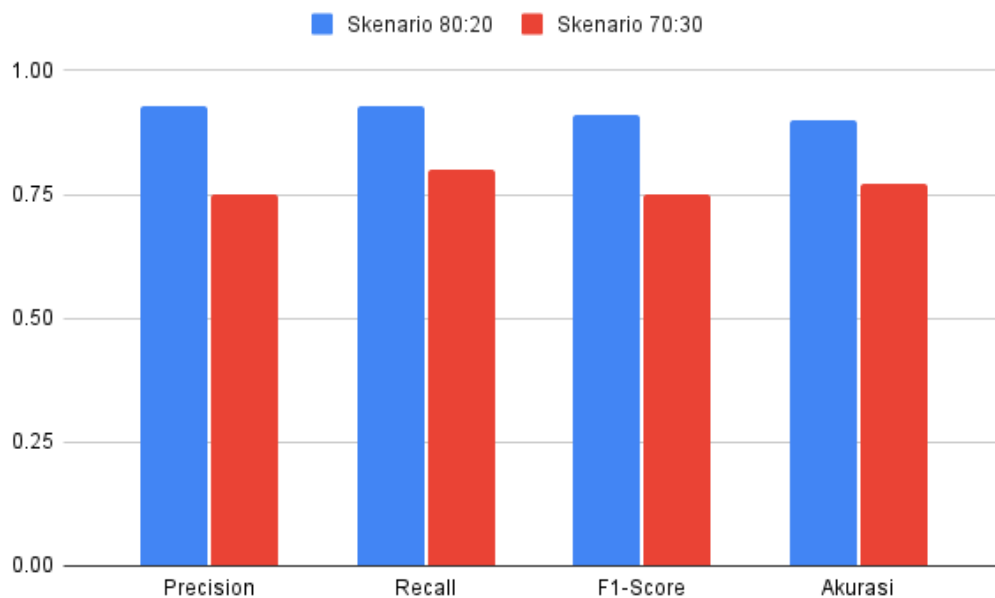
Precision	Recall	F1-Score
0.75	0.80	0.75

Tabel 4.18 menampilkan hasil perhitungan rata-rata nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* pada seluruh level keluaran.

d. Nilai Akurasi

Nilai akurasi juga didapatkan pada pengujian 70:30 ini yaitu sebesar 77%

Hasil kedua pengujian skenario tersebut didapatkan nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan akurasi yang dapat dikomparasi seperti yang ditunjukkan pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11 Grafik komparasi hasil pengujian skenario

Berdasarkan grafik pada gambar 4.11 menunjukkan bahwa skenario 80:20 memiliki hasil prediksi yang lebih baik daripada skenario 70:30. Sehingga model *neural network* yang akan digunakan adalah **model *neural network* arsitektur 3-12-6-10 dengan skenario pengujian 80:20.**

#### 4.3.4 Sebaran Bobot dan Bias

Berikut adalah sebaran nilai bobot dan bias masing masing *hidden layer* yang didapatkan dari pengujian arsitektur *neural network* 3-12-6-10 dengan skenario 80:20. Tabel 4.23 dan 4.24 menampilkan nilai bobot dan bias *Input* → *Hidden Layer* 1. Sedangkan tabel 4.25 menampilkan bobot dan bias *Hidden Layer* 1 → *Hidden Layer* 2 dan Tabel 4.26 dan 4.27 menampilkan sebaran bobot dan bias *Hidden Layer* 2 → *Output*.

Tabel 4.23 Nilai Bobot *Input* → *Hidden Layer 1*

	dden Neuron	Hidden Neuron_1 2	Hidden Neuron_1 3	Hidden Neuron_1 4	Hidden Neuron_1 5	Hidden Neuron_1 6
<b>Input 1</b>	2.75406816	1.93888346	0.27807871	1.8331007	0.44846808	0.45977312
<b>Input 2</b>	2.79505498	1.05952059	0.48564273	2.47665643	0.70934712	0.44867745
<b>Input 3</b>	2.56571307	-2.75881904	2.29795178	2.60054399	2.68592574	1.97540409
<b>Bias 1</b>	1	1	1	1	1	1

Tabel 4.24 Lanjutan Nilai Bobot *Input* → *Hidden Layer 1*

	den Neuron	Hidden Neuron_1 8	Hidden Neuron_1 9	Hidden Neuron_1 10	Hidden Neuron_1 11	dden Neuron_1
<b>Input 1</b>	2.4280907	0.98277991	1.97530386	1.47213585	1.00386937	2.56290019
<b>Input 2</b>	2.42115531	1.61253267	2.55968608	1.25524219	1.85708886	3.05354759
<b>Input 3</b>	1.08780295	2.63312336	0.57272291	0.8871622	1.64674642	1.25433569
<b>Bias 1</b>	1	1	1	1	1	1

Tabel 4.23 dan 4.24 menampilkan nilai bobot dan bias yang akan diimplementasikan ke dalam *game* edukasi dari *layer input* → *hidden layer 1*.

Tabel 4.25 Nilai Bobot *Hidden Layer 1* → *Hidden Layer 2*

	den Neuron	Hidden Neuron_2 2	Hidden Neuron_2 3	Hidden Neuron_2 4	Hidden Neuron_2 5	dden Neuron_
<b>Hidden Neuron_1 1</b>	-1.40E-14	2.68E+00	1.97E+00	2.38E-14	1.35E-01	1.61E+00
<b>Hidden Neuron_1 2</b>	5.62E-15	-1.97E+00	1.40E-01	1.69E-13	2.31E+00	-1.76E+00
<b>Hidden Neuron_1 3</b>	3.51E-14	2.44E+00	5.64E-01	-3.87E-15	-1.92E+00	2.39E+00
<b>Hidden Neuron_1 4</b>	1.53E-13	2.21E+00	2.02E+00	2.54E-14	3.14E-01	1.50E+00
<b>Hidden Neuron_1 5</b>	-2.76E-13	1.89E-01	1.13E-01	1.12E-14	-2.53E+00	1.92E+00
<b>Hidden Neuron_1 6</b>	-4.87E-13	1.82E+00	-1.30E+00	4.56E-14	2.61E+00	7.13E-01
<b>Hidden Neuron_1 7</b>	-5.42E-13	-3.58E+00	1.96E+00	8.55E-15	-2.76E+00	3.45E+00
<b>Hidden Neuron_1 8</b>	1.19E-13	2.62E+00	1.27E+00	1.16E-13	-5.00E-01	2.30E+00
<b>Hidden Neuron_1 9</b>	-2.48E-13	-1.91E+00	2.88E+00	-4.63E-15	-1.92E+00	2.46E+00
<b>Hidden Neuron_1 10</b>	4.12E-13	9.44E-01	-6.12E-01	-2.39E-13	2.63E+00	-1.02E+00
<b>Hidden Neuron_1 11</b>	5.58E-16	-1.38E+00	9.72E-01	1.40E-13	-2.91E+00	2.02E+00
<b>Hidden Neuron_1 12</b>	-3.24E-13	-2.59E+00	2.55E+00	1.43E-13	-1.96E+00	2.42E+00
<b>Bias 2</b>	1	1	1	1	1	1

Tabel 4.25 menampilkan nilai bobot dan bias yang akan diimplementasikan ke dalam *game* edukasi dari *Hidden Layer 1* → *Hidden Layer 2*.

Tabel 4.26 Nilai Bobot *Hidden Layer 2* → *Output*

	<b>Output 1</b>	<b>Output 2</b>	<b>Output 3</b>	<b>Output 4</b>	<b>Output 5</b>
<b>Hidden Neuron_2 1</b>	7.57E-14	-2.69E-13	5.21E-13	-3.25E-14	7.02E-13
<b>Hidden Neuron_2 2</b>	-3.30E+00	4.53E-01	2.44E+00	1.72E+00	7.96E-01
<b>Hidden Neuron_2 3</b>	8.53E-01	-1.87E+00	-2.73E+00	-2.39E-01	-1.29E-01
<b>Hidden Neuron_2 4</b>	1.93E-13	1.09E-14	-2.17E-13	-3.16E-14	2.42E-13
<b>Hidden Neuron_2 5</b>	2.19E+00	1.88E+00	1.20E+00	1.28E+00	1.47E+00
<b>Hidden Neuron_2 6</b>	-5.82E-01	-1.79E+00	-4.01E+00	-3.10E+00	-1.57E+00
<b>Bias 3</b>	1	1	1	1	1

Tabel 4.27 Lanjutan Nilai Bobot *Hidden Layer 2* → *Output*

	<b>Output 6</b>	<b>Output 7</b>	<b>Output 8</b>	<b>Output 9</b>	<b>Output 10</b>
<b>Hidden Neuron_2 1</b>	-1.37E-13	3.90E-14	-4.09E-14	-5.47E-13	2.38E-13
<b>Hidden Neuron_2 2</b>	3.76E-01	8.40E-02	-6.55E-01	-2.14E+00	2.15E+00
<b>Hidden Neuron_2 3</b>	1.41E-01	5.08E-01	1.26E+00	7.21E-01	-1.43E+00
<b>Hidden Neuron_2 4</b>	-1.54E-14	8.49E-14	-5.04E-14	3.04E-13	5.54E-13
<b>Hidden Neuron_2 5</b>	4.28E-01	-4.93E-01	-2.30E+00	-3.35E+00	-1.95E+00
<b>Hidden Neuron_2 6</b>	2.96E-02	6.34E-01	1.09E+00	2.46E+00	1.44E+00
<b>Bias 3</b>	1	1	1	1	1

Tabel 4.26 dan 4.27 menampilkan nilai bobot dan bias yang akan diimplementasikan ke dalam *game* edukasi dari *Hidden Layer 2* → *Output layer*.

#### 4.4 Integrasi dengan Islam

##### a. *Mu'amalah Ma'a Allah*

*Game* yang dirancang ini bertema bencana alam. Bencana alam adalah salah satu peringatan yang didatangkan kepada manusia agar manusia tetap mengingat kebesaran Allah berdasarkan yang telah difirmankan di dalam Al-Qur'an pada Surah An-Nahl Ayat 112.

وَضَرَبَ اللَّهُ مَثَلًا قَرْيَةً كَانَتْ آمِنَةً مُطْمَئِنَّةً يَأْتِيهَا رِزْقُهَا رَغَدًا مِنْ كُلِّ مَكَانٍ فَكَفَرَتْ بِأَنْعُمِ اللَّهِ فَأَذَاقَهَا اللَّهُ لِبَاسَ الْجُوعِ وَالْخَوْفِ بِمَا كَانُوا يَصْنَعُونَ

Artinya : “Dan Allah telah membuat suatu perumpamaan (dengan) sebuah negeri yang dahulunya aman lagi tenteram, rezekinya datang kepadanya melimpah ruah dari segenap tempat, tetapi (penduduk)nya mengingkari nikmat-nikmat Allah; karena itu Allah merasakan kepada mereka pakaian kelaparan dan ketakutan, disebabkan apa yang selalu mereka perbuat.”

Dikutip dari az - Zuhaili, berdasarkan Tafsir Al-Munir jilid 7 menjelaskan bahwa ayat ini menunjukkan sebuah kewajiban umat muslim agar selalu beriman kepada Allah dan para rasul. Allah akan memberikan azab sebagai bentuk peringatan dan ancaman bagi penduduk yang durhaka dan ingkar terhadap nikmat Allah agar mereka kembali lagi untuk bersyukur kepada Allah SWT. Hal tersebut menunjukkan bahwa Allah senantiasa mengingatkan manusia agar tidak lupa bersyukur terhadap berkah dan rahmat-Nya. Sehingga apabila manusia lupa untuk bersyukur, maka Allah akan mengingatkan manusia salah satunya lewat bencana alam yang dahsyat. Sehingga bencana alam dijadikan sebagai tema dasar

perancangan *game* ini dengan harapan agar pemain yang memainkan *game* ini dapat senantiasa mengingat Allah SWT.

b. *Mu'amalah Ma'a An-Nas*

*Game* ini dirancang untuk memudahkan aktivitas pertukaran ilmu antar manusia, sebagai contohnya adalah pengajaran antara guru dan murid. Guru dapat memanfaatkan *game* ini sebagai media pengajaran agar murid lebih memahami ilmu yang dibagikan dari guru. Disisi lain, murid merasa lebih senang karena materi pembelajaran ditunjang *game* yang menyenangkan. Sehingga aktivitas menuntut ilmu akan terasa lebih menyenangkan bagi murid maupun bagi guru. Hal tersebut dapat menumbuhkan rasa penasaran untuk menuntut ilmu lebih dalam. Bagi muslim, hukum menuntut ilmu adalah wajib. Orang yang berilmu akan ditinggikan derajatnya oleh Allah *subhanahu wa ta'ala*. Hal ini telah difirmankan di dalam Al-Qur'an pada Surah Al-Mujadalah: 11 sebagai berikut.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحَ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا  
يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya: “*Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: ‘Berlapang-lapanglah dalam majlis’, maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: ‘Berdirilah kamu’, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.*”

Dikutip dari Quraish Shihab, Ayat di atas tidak menyebut secara tegas bahwa Allah akan meninggikan derajat orang berilmu. Tetapi menegaskan bahwa mereka memiliki derajat-derajat yakni yang lebih tinggi dari yang sekadar beriman. Tidak disebutnya kata meninggikan itu, sebagai isyarat bahwa sebenarnya ilmu yang dimilikinya itulah yang berperan besar dalam ketinggian derajat yang diperolehnya, bukan akibat dari faktor di luar ilmu itu.

Tentu saja yang dimaksud dengan الَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ (yang diberi pengetahuan) adalah orang-orang yang beriman dan rajin untuk menuntut ilmu. Ini berarti ayat di atas membagi kaum beriman kepada dua kelompok besar, yang pertama sekadar beriman dan beramal saleh, dan yang kedua beriman dan beramal saleh serta memiliki pengetahuan. Derajat kelompok kedua ini menjadi lebih tinggi, bukan saja karena nilai ilmu yang disandangnya, tetapi juga amal dan pengajarannya kepada pihak lain baik secara lisan, atau tulisan maupun dengan keteladanan.

Sehingga dengan memanfaatkan media *game* sebagai media pembelajaran yang menyenangkan, pemain dapat menimba ilmu sebanyak-banyaknya. Ilmu tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk memajukan bangsa dan negara. Proses pemajuan bangsa negara tersebut adalah salah satu faktor yang dapat ‘meninggikan’ derajat seseorang berdasarkan ilmu yang telah diperoleh.

c. *Mu'amalah Ma'a Al-Alam*

*Game* yang dirancang ini bertema bencana alam. *Game* ini memberikan pengalaman kepada pemain tentang bahaya yang disebabkan oleh bencana alam dan dicontohkan menggunakan bencana gunung meletus. Selain itu, konten kuis pada *game* ini mengajarkan kepada pemain secara tidak langsung bahwa bencana alam terjadi karena ulah tangan manusia. Hal ini telah difirmankan di dalam Al-Qur'an pada Surah Ar-Ruum : 41 sebagai berikut.

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

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Dikutip dari az - Zuhaili, berdasarkan Tafsir Al-Munir jilid 11 ayat diatas menjelaskan bahwa bencana-bencana di muka bumi seperti paceklik disebabkan oleh kejahatan-kejahatan manusia seperti pembegalan, perampokan, dan kezaliman lainnya terhadap lingkungan. Sehingga alam yang sebelumnya subur setelah dirusak oleh kejahatan manusia dapat menjadi gersang dan tidak dapat ditinggali atau bahkan dapat membunuh manusia.

*Game* ini memiliki pertanyaan-pertanyaan kuis yang berupa ajakan untuk merawat lingkungan. Sehingga *game* ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih kepada pemain bahwa setiap manusia perlu menjaga alam. Apabila alam yang ditinggali lebih terjaga maka alam

akan memberikan kebaikan untuk manusia sehingga manusia dapat hidup dengan tentram dan jauh dari terjadinya bencana seperti kelaparan dan tanah longsor.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari implementasi *Neural Network* pada *game* edukasi bencana gunung meletus, maka dapat diambil kesimpulan adalah sebagai berikut:

- a. Pada pembangunan *game* edukasi bencana gunung meletus ini terdapat 3 *input* yang berperan sangat penting dalam penentuan hasil kesulitan yang dikeluarkan. *Input* tersebut antara lain adalah *Time*, *Health*, dan *Score* dimana ketiga variabel tersebut didapatkan dari usaha pemain untuk mengumpulkannya. Setelah didapatkan, nilai ketiga variabel tersebut diproses menggunakan formula matematis sederhana untuk mendapatkan tingkat kesulitan yang optimal. Tingkat kesulitan ini lalu dibandingkan dengan tingkat kesulitan yang dihasilkan oleh perhitungan penyeimbang kesulitan menggunakan metode *Neural Network*. Penerapan metode *Neural Network* bertujuan untuk menggantikan metode sebelumnya agar penyeimbangan kesulitan dapat lebih dinamis dibandingkan sebelumnya.
- b. Berdasarkan hasil pengujian 2 arsitektur yaitu arsitektur 3-20-10 dan 3-12-6-10 didapatkan nilai arsitektur terbaik yaitu 3-12-6-10 dengan perolehan *loss* terendah yaitu 0.01933017901. Lalu arsitektur ini akan diuji kembali menggunakan skenario 80:20 dan 70:30. Pengujian menggunakan skenario 80:20 dan 70:30 didapatkan bahwa pengujian menggunakan skenario 80:20 adalah pengujian terbaik karena didapatkan nilai F1-Score tertinggi yaitu 0.91 dan akurasi sebesar 90%. Sehingga

*neural network* dengan arsitektur 3-12-6-10 menggunakan pengujian 80:20 dijadikan arsitektur yang akan diimplementasikan ke dalam sistem *game* edukasi.

## 5.2 Saran

Dalam penelitian ini Penulis yakin bahwa dalam pembuatan penyeimbang kesulitan *game* edukasi bencana gunung meletus ini mempunyai banyak kekurangan yang nantinya sangat perlu untuk dilakukan pengembangan demi kontribusi terhadap ilmu pengetahuan, yakni sebagai berikut:

1. Perlunya penambahan objek atau *items* yang memberikan efek dalam pengurangan nilai *score* pada saat permainan karena pada penelitian ini hanya diberikan *items* yang berguna untuk menambahkan *score*.
2. Pada penelitian ini *game* masih bersifat *singleplayer*. Hal ini dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya ke dalam *game multiplayer*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, E. (2014a). *Fundamentals of Adventure Game Design*. New Riders.
- Adams, E. (2014b). *Fundamentals of Game Design* (Third Edition). New Riders.
- Ahmadi, I. A., Jonemaro, M. A., & Akbar, M. A. (2018). Penerapan Algoritme Logika Fuzzy Untuk Dynamic Difficulty Scaling Pada Game Labirin. *Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya*, 2, 3609–3617.
- Al Sallami, N. M., Al daoud, A., & Al Alousi, S. A. (2013). Load Balancing with Neural Network. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4, 138.
- Aljaafreha, A., & Al-Oudat, N. (2019). Development of a Computer Player for Seejeh (A.K.A Seega, Siga, Kharbga) Board Game with Deep Reinforcement Learning. *The 10th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks*, 241–247. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.463>
- Amalia, R., Akbar, Z., & Nurani, Y. (2022). Pengembangan Media Game Edukasi Adventure Cooking untuk Meningkatkan Perilaku Prososial Anak Usia Dini. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(3), 1501–1513. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i3.1697>
- Beyer, M., Agureikin, A., Anokhin, A., Laenger, C., Nolte, F., Winterberg, J., Renka, M., Rieger, M., Pflanzl, N., Preuss, M., & Volz, V. (2016). *An Integrated Process for Game Balancing*.
- Bruno, M. A., Aldunate, R. G., & Melendez, J. (2014). Personalization of Serious Video Games for Self Care in Aging. 12. <https://doi.org/10.1109/TLA.2014.6827877>
- Bycer, J. (2019). *20 Essential Games to Study*. Taylor & Francis Group.
- Cahyani, B. G. (2020). *Implementasi Perlin Noise pada Simulasi Kabut*.
- Guardiola, E., & Natkin, S. (2010). Player's Model: Criteria for a Gameplay Profile Measure. *International Federation for Information Processing*, 366–371.
- Heussner, T. (2019). *The Advanced Game Narrative Toolbox*. Taylor & Francis Group.

- Jaaska, E., & Aaltonen, K. (2022). Teachers' experiences of using game-based learning methods in project management higher education. *Project Leadership and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2022.100041>
- Jeylani, U. (2020). *Sistem Level Kabut pada Game Adventure Gunung Kelud menggunakan Dynamic Difficulty Adjustment*.
- Kim, S., Song, K., Lockee, B., & Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education*. Springer International Publishing.
- Kinsley, H., & Kukiela, D. (2020). *Neural Networks from Scratch in Python*.
- Kulle, H. (2016). Nilai-Nilai Tarbawi dalam Surah Al-Mujadalah Ayat 11. *Al-Asas*, 4.
- Loy, J. (2019). *Neural Network Projects with Python*. Packt Publishing.
- Mayer, A. (2016). *Making Games Better*. Pyr books.
- Muhajarah, K., & Rachmawati, F. (2019). *Game Edukasi berbasis Android: Urgensi Penggunaan, Pengembangan dan Penguji Kelayakan*. 2, 29–36. <https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.3733>
- Nandy, A., & Biswas, M. (2018). *Neural Networks in Unity*. APRESS.
- Nugroho, F., Yuniarno, E. M., & Hariadi, M. (2019). *Penerapan materi ilmu pengetahuan alam pada serious game sosialisasi mitigasi bencana berbasis model teori aktivitas dan taksonomi bloom*. 106–117. <https://doi.org/10.26594/register.v5i2.1479>
- Pfau, J., Liapis, A., Volkmar, G., Yannakakis, G., & Malaka, R. (2020). *Dungeons & Replicants: Automated Game Balancing via Deep Player Behavior Modeling*. <https://doi.org/10.1109/CoG47356.2020.9231958>
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2016). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Purmonen, S. (2017). *Predicting Game Level Difficulty Using Deep Neural Networks*. *School of Computer Science and Communication*.
- Raja, R., Nagwanshi, K. K., Kumar, S., & Laxmi, K. R. (2022). *Data Mining and Machine Learning Applications*. Scrivener Publishing.
- Reed, R. D., & Marks, R. J. (1999). *Neural smithing: Supervised learning in feedforward artificial neural networks*. The MIT Press.

- Sajjadi, P., Eiwas, A., & De Troyer, O. (2021). *Individualization in Serious Games: A Systematic Review of the Literature on the Aspects of the Players to Adapt To*. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100468>
- Schreiber, I., & Romero, B. (2022). *Game Balance* (First edition). CRC Press.
- Shihab. (2001). *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an* (Vol. 14). Lentera Hati.
- Sideeg, A. (2016). *Bloom's Taxonomy, Backward Design, and Vygotsky's Zone of Proximal Development in Crafting Learning Outcomes*. *International Journal of Linguistics*, 8(2), 158–186. <https://doi.org/10.5296/ijl.v8i2.9252>
- Streicher, A., & Smeddinck, J. D. (2019). *Personalized and Adaptive Serious Games*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_14)
- Sudana, A. A. K. O., Suarwibawa, K., & Parwa, I. Pt. P. P. N. (2015). *Perancangan Aplikasi Game Edukasi Mitigasi Bencana Alam Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran dalam Mitigasi Bencana Alam*. *Dielektrika*, 2, 141–150.
- Sunny Sharma, Rana, V., & Vivek, K. (2021). *Deep learning based semantic personalized recommendation system*. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2021.100028>
- Tijs, T. J. W., Brokken, D., & IJsselsteijn, W. A. (2008). *Dynamic Game Balancing by Recognizing Affect*. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 88–93.
- Wang, J.-Y., & Tseng, Y.-R. (2013). *Dynamic Difficulty Adjustment by Fuzzy Rules Using in a Neural Network Controlled Game*. *IEEE*.
- Xia, W., & Anand, B. (2016). *Game Balancing with Ecosystem Mechanism*. <https://doi.org/10.1109/SAPIENCE.2016.7684145>
- Zahrati, Z. (2016). *Multi Output Neural Network untuk Peramalan Temperatur di Semarang dengan Pendekatan Bayesian*.
- Zohaib, M. (2018). *Dynamic Difficulty Adjustment (DDA) in Computer Games: A Review*. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5681652>
- Zuhaily, W. (n.d.-a). *Tafsir Al-Munir Jilid 7*. Gema Insani.
- Zuhaily, W. (n.d.-b). *Tafsir Al-Munir Jilid 11*. Gema Insani.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1

Pertanyaan kuis kognitif

<b>Kognitif</b>		
1	- Apa yang kamu ketahui tentang bencana alam?	Kognitif-1
	- Apa yang kamu ketahui tentang lahar ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang gunung meletus ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang tsunami ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang gempa bumi ?	
2	- Sebutkan 3 jenis bencana alam yang sering terjadi di Indonesia!	Kognitif-2
	- Sebutkan 3 bencana alam gunung meletus yang pernah terjadi di Indonesia !	
	- Sebutkan 3 bencana alam tsunami yang pernah terjadi di Indonesia!	
	- Sebutkan 3 bencana alam gempa bumi yang pernah terjadi di Indonesia !	
	- Sebutkan 3 bencana alam banjir yang pernah terjadi di Indonesia	
3	- Sebutkan 3 dampak bencana alam gunung meletus ?	Kognitif-3
	- Sebutkan 3 dampak bencana alam tsunami ?	
	- Sebutkan 3 dampak bencana alam gempa bumi ?	
	- Sebutkan 3 dampak bencana alam banjir ?	
	- Sebutkan 3 dampak bencana tanah longsor ?	
4	- Sebutkan 2 penyebab gunung meletus ?	Kognitif-4

	- Sebutkan 2 penyebab tsunami ?	
	- Sebutkan 2 penyebab gempa bumi ?	
	- Sebutkan 2 penyebab banjir ?	
	- Sebutkan 2 penyebab tanah longsor ?	
5	- Apa tujuan dari mitigasi bencana gunung meletus?	Kognitif-5
	- Apa tujuan dari mitigasi bencana tsunami ?	
	- Apa tujuan dari mitigasi bencana gempa bumi ?	
	- Apa tujuan dari mitigasi bencana banjir ?	
	- Apa tujuan dari mitigasi bencana tanah longsor ?	
6	- Apa yang kamu ketahui tentang ciri ciri gunung meletus ?	Kognitif-6
	- Apa yang kamu ketahui tentang ciri ciri tsunami ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang ciri ciri gempa bumi ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang ciri ciri banjir ?	
	- Apa yang kamu ketahui tentang ciri ciri tanah longsor ?	
7	- Apa yang salah dari cara penanganan bencana gunung meletus ?	Kognitif-7
	- Apa yang salah dari cara penanganan bencana tsunami ?	
	- Apa yang salah dari cara penanganan bencana gempa bumi ?	
	- Apa yang salah dari cara penanganan bencana banjir ?	
	- Apa yang salah dari cara penanganan bencana tanah longsor ?	
8	- Apa yang perlu ditingkatkan dari penanganan gunung	Kognitif-8

	meletus ?	
	- Apa yang perlu ditingkatkan dari penanganan tsunami ?	
	- Apa yang perlu ditingkatkan dari penanganan gempa bumi ?	
	- Apa yang perlu ditingkatkan dari penanganan banjir ?	
	- Apa yang perlu ditingkatkan dari penanganan tanah longsor ?	
9	- Sebutkan lembaga yang menangani bencana kekeringan ?	Kognitif-9
	- Sebutkan lembaga yang menangani bencana kebakaran hutan ?	
	- Sebutkan lembaga yang menangani bencana puting beliung ?	
	- Sebutkan lembaga yang menangani bencana abrasi laut ?	
	- Sebutkan lembaga yang menangani bencana penyakit malaria ?	
10	- Sebutkan akibat dari terlambatnya penanganan gunung meletus ?	Kognitif-10
	- Sebutkan akibat dari terlambatnya penanganan tsunami ?	
	- Sebutkan akibat dari terlambatnya penanganan gempa bumi ?	
	- Sebutkan akibat dari terlambatnya penanganan banjir ?	
	- Sebutkan akibat dari terlambatnya penanganan tanah longsor ?	

## Lampiran 2

### Pertanyaan kuis Afektif

Afektif		
1	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana gunung meletus?	Afektif-1
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana tsunami ?	
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana gempa bumi	
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana banjir ?	
	- Bagaimana sikapmu jika ada teman yang tertimpa bencana tanah longsor	
2	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di sungai?	Afektif-2
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di laut ?	
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di selokan	
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di halaman	
	- Bagaimana sikapmu jika ada orang yang membuang sampah di masjid	
3	- Bagaimana sikapmu jika melihat percikan api yang berpotensi menimbulkan kebakaran hutan?	Afektif-3
	- Bagaimana sikapmu jika terjadi guncangan bumi ?	

	- Bagaimana sikapmu jika gunung berapi mengeluarkan awan panas ?	
	- Bagaimana sikapmu jika melihat pantai yang terkikis ?	
	- Bagaimana sikapmu jika melihat sungai yang meluap ?	
4	- Bagaimana pendapatmu jika ada orang yang mengabaikan peringatan bencana kekeringan ?	Afektif-4
	- Bagaimana pendapatmu jika ada orang yang mengabaikan peringatan bencana kebakaran hutan ?	
	- Bagaimana pendapatmu jika ada orang yang mengabaikan peringatan bencana puting beliung ?	
	- Bagaimana pendapatmu jika ada orang yang mengabaikan peringatan bencana abrasi laut	
	- Bagaimana pendapatmu jika ada orang yang mengabaikan peringatan bencana malaria ?	
5	- Bagaimana sikapmu jika melihat warga Ketawanggede sedang bergotong-royong membersihkan sungai ?	Afektif-5
	- Bagaimana sikapmu jika melihat warga Ketawanggede sedang bergotong-royong membersihkan pantai ?	
	- Bagaimana sikapmu jika melihat warga Ketawanggede sedang bergotong-royong menanam pohon bakau ?	
	- Bagaimana sikapmu jika melihat warga Ketawanggede sedang bergotong-royong dalam hal reboisasi ?	
	- Bagaimana sikapmu jika melihat warga Ketawanggede sedang bergotong-royong membersihkan selokan ?	
6	- Bagaimana sikapmu terhadap warga yang enggan bergotong-royong membantu korban bencana alam gunung meletus ?	Afektif-6

	- Bagaimana sikapmu terhadap warga yang enggan bergotong-royong membantu korban bencana alam tsunami ?	
	- Bagaimana sikapmu terhadap warga yang enggan bergotong-royong membantu korban bencana alam gempa bumi ?	
	- Bagaimana sikapmu terhadap warga yang enggan bergotong-royong membantu korban bencana alam tanah longsor ?	
	- Bagaimana sikapmu terhadap warga yang enggan bergotong-royong membantu korban bencana alam kekeringan ?	
7	- Apa yang kamu rasakan jika seseorang kehilangan keluarganya karena bencana alam gunung meletus ?	Afektif-7
	- Apa yang kamu rasakan jika seseorang kehilangan keluarganya karena bencana alam tsunami ?	
	- Apa yang kamu rasakan jika seseorang kehilangan keluarganya karena bencana alam gempa bumi ?	
	- Apa yang kamu rasakan jika seseorang kehilangan keluarganya karena bencana alam tanah longsor ?	
	- Apa yang kamu rasakan jika seseorang kehilangan keluarganya karena bencana alam kekeringan ?	
8	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat memberikan bantuan terhadap korban bencana gunung meletus ?	Afektif-8
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat memberikan bantuan terhadap korban bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat memberikan bantuan terhadap korban bencana gempa bumi ?	

	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat memberikan bantuan terhadap korban bencana tanah longsor ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat memberikan bantuan terhadap korban bencana kekeringan ?	
9	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat melakukan evakuasi terhadap korban bencana gunung meletus ?	Afektif-9
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat melakukan evakuasi terhadap korban bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat melakukan evakuasi terhadap korban bencana gempa bumi ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat melakukan evakuasi terhadap korban bencana tanah longsor ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika pemerintah telat melakukan evakuasi terhadap korban bencana kekeringan ?	
10	- Apa yang kamu lakukan jika mobilmu digunakan untuk evakuasi korban bencana alam gunung meletus ?	Afektif-10
	- Apa yang kamu lakukan jika mobilmu digunakan untuk evakuasi korban bencana alam tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mobilmu digunakan untuk evakuasi korban bencana alam banjir ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mobilmu digunakan untuk evakuasi korban bencana alam angin puting beliung ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mobilmu digunakan untuk evakuasi korban bencana alam kebakaran hutan ?	

### Lampiran 3

#### Pertanyaan kuis psikomotorik

<b>Psikomotorik</b>		
1	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana gunung meletus di daerahmu?	Psikomotorik-1
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana tsunami di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana alam banjir di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana tanah longsor di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika mendengar kabar akan terjadi bencana angin puting beliung di daerahmu ?	
2	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana gunung berapi?	Psikomotorik-2
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana banjir ?	
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana tanah longsor di daerahmu ?	
	- Apa yang kamu lakukan saat terjadi bencana angin puting beliung di daerahmu ?	
3	- Apa yang kamu lakukan setelah terjadi bencana gempa bumi ?	Psikomotorik-3
	- Apa yang kamu lakukan setelah terjadi bencana gunung meletus ?	
	- Apa yang kamu lakukan setelah terjadi bencana angin puting beliung ?	

	- Apa yang kamu lakukan setelah terjadi bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan setelah terjadi bencana banjir ?	
4	- Jenis bantuan apa yang akan kamu berikan kepada korban bencana gunung meletus ?	Psikomotorik-4
	- Jenis bantuan apa yang akan kamu berikan kepada korban bencana tsunami ?	
	- Jenis bantuan apa yang akan kamu berikan kepada korban bencana gempa bumi ?	
	- Jenis bantuan apa yang akan kamu berikan kepada korban bencana kebakaran hutan ?	
	- Jenis bantuan apa yang akan kamu berikan kepada korban bencana angin puting beliung ?	
5	- Apa usaha yang dapat kamu lakukan untuk mencegah terjadinya banjir kembali?	Psikomotorik-5
	- Apa usaha yang dapat kamu lakukan untuk mencegah selokan yang meluap ?	
	- Apa usaha yang dapat kamu lakukan untuk mencegah terjadinya kebakaran hutan ?	
	- Apa usaha yang dapat kamu lakukan untuk mencegah terjadinya tanah longsor ?	
	- Apa usaha yang dapat kamu lakukan untuk mencegah terjadinya abrasi laut ?	
6	- Apa yang kamu lakukan ketika temanmu mengajakmu membantu korban bencana gunung meletus ?	Psikomotorik-6
	- Apa yang kamu lakukan ketika temanmu mengajakmu membantu korban bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika temanmu mengajakmu	

	membantu korban bencana banjir ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika temanmu mengajakmu membantu korban bencana kebakaran hutan ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika temanmu mengajakmu membantu korban bencana tanah longsor ?	
7	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat kotak sumbangan bencana alam gunung meletus ?	Psikomotor ik-7
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat kotak sumbangan bencana alam tsunami ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat kotak sumbangan bencana alam banjir ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat kotak sumbangan bencana alam kebakaran hutan ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat kotak sumbangan bencana alam puting beliung ?	
8	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat korban bencana gunung meletus yang sakit?	Psikomotor ik-8
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat korban bencana tsunami yang sakit ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat korban bencana gempa bumi yang sakit ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat korban bencana kebakaran hutan yang sakit ?	
	- Apa yang kamu lakukan ketika melihat korban bencana banjir yang sakit ?	
9	- Apa yang kamu lakukan jika melihat korban bencana gunung meletus yang kelaparan?	Psikomotor ik-9

	- Apa yang kamu lakukan jika melihat korban bencana tsunami yang kelaparan ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika melihat korban bencana gempa bumi yang kelaparan ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika melihat korban bencana tanah longsor yang kelaparan ?	
	- Apa yang kamu lakukan jika melihat korban bencana banjir yang kelaparan ?	
10	- Apa yang kamu rasakan ketika keluargamu terdampak bencana gunung meletus ?	Psikomotorik-10
	- Apa yang kamu rasakan ketika keluargamu terdampak bencana tsunami ?	
	- Apa yang kamu rasakan ketika keluargamu terdampak bencana gempa bumi ?	
	- Apa yang kamu rasakan ketika keluargamu terdampak bencana tanah longsor ?	
	- Apa yang kamu rasakan ketika keluargamu terdampak bencana kebakaran hutan ?	

#### Lampiran 4

##### Dataset

No	Time	Health	Score	Level tanpa NN
1	141	65	68	5
2	99	53	20	3
3	271	22	41	4
4	97	60	103	7
5	83	98	95	6
6	157	52	124	8

7	128	59	140	9
8	114	5	44	4
9	170	31	162	10
10	23	93	26	3
11	210	75	106	7
12	89	20	17	2
13	205	48	190	10
14	123	8	27	3
15	225	1	24	3
16	23	72	4	2
17	26	50	91	6
18	136	63	130	8
19	267	13	88	6
20	44	4	114	7
21	64	53	4	1
22	217	50	16	2
23	110	82	164	10
24	105	45	159	9
25	168	4	139	8
26	170	70	10	2
27	125	33	191	10
28	220	61	91	6
29	4	63	68	5
30	105	42	185	10
31	262	18	34	3
32	214	4	120	8
33	268	56	99	6
34	175	23	73	5

35	29	20	110	7
36	28	97	191	10
37	152	89	149	9
38	182	42	192	10
39	58	87	160	10
40	273	62	63	5
41	116	50	160	10
42	204	82	38	3
43	3	97	162	10
44	54	93	27	3
45	275	40	140	9
46	103	14	89	6
47	36	52	23	3
48	169	21	115	7
49	38	32	129	8
50	31	57	9	1
51	32	1	195	10
52	102	96	185	10
53	188	81	74	5
54	38	82	68	5
55	205	91	60	5
56	170	37	151	9
57	208	49	141	9
58	249	13	158	9
59	251	88	40	4
60	282	7	138	8
61	112	31	188	10
62	193	13	58	4

63	179	4	130	8
64	58	82	143	9
65	26	17	120	8
66	254	9	26	3
67	242	77	140	9
68	152	71	171	10
69	80	32	119	7
70	163	1	32	3
71	224	82	85	6
72	6	100	69	5
73	127	61	40	4
74	276	45	125	8
75	217	51	150	9
76	236	79	116	7
77	271	25	31	3
78	89	98	28	3
79	166	92	128	8
80	269	93	188	10
81	171	85	32	3
82	185	21	55	4
83	258	54	140	9
84	210	83	24	3
85	153	69	96	6
86	64	18	196	10
87	42	44	110	7
88	43	35	176	10
89	208	90	92	6
90	86	87	158	9

91	17	48	103	7
92	175	36	77	5
93	179	38	92	6
94	290	15	146	9
95	176	96	48	4
96	29	91	59	4
97	262	11	100	7
98	300	46	90	6
99	17	72	137	8
100	205	57	25	3