

PENERAPAN METODE *BOX MULLER OF GAUSSIAN DISTRIBUTION* UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PADA *GAME* PEMBELAJARAN MITIGASI BENCANA GUNUNG API

SKRIPSI

Oleh:
AFIF NURIL IHSAN
NIM. 15650104



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENERAPAN METODE *BOX MULLER OF GAUSSIAN*
DISTRIBUTION UNTUK MENENTUKAN TINGKAT
KESULITAN PADA *GAME* PEMBELAJARAN
MITIGASI BENCANA GUNUNG API**

SKRIPSI

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

**Oleh:
AFIF NURIL IHSAN
NIM. 15650104**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENERAPAN METODE *BOX MULLER OF GAUSSIAN*
DISTRIBUTION UNTUK MENENTUKAN TINGKAT
KESULITAN PADA *GAME* PEMBELAJARAN
MITIGASI BENCANA GUNUNG API**

SKRIPSI

Oleh:
AFIF NURIL IHSAN
NIM. 15650104

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal : 10 Desember 2019

Dosen Pembimbing I



Fesy Nugroho, M. T.
NIP. 19710722 201101 1 001

Dosen Pembimbing II



Yunifa Miftachul Arif, M.T.
NIP. 19830616 201101 1 004

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



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *BOX MULLER OF GAUSSIAN DISTRIBUTION* UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PADA *GAME* PEMBELAJARAN MITIGASI BENCANA GUNUNG API

SKRIPSI

Oleh:
AFIF NURIL IHSAN
NIM. 15650104

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom) Pada Tanggal 10 Desember 2019

Susunan Dewan Penguji

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Penguji Utama | : <u>Ajib Hanani, M.T</u>
NIDT. 19840731 20160801 1 076 |
| 2. Ketua Penguji | : <u>Fachrul Kurniawan, M. MT</u>
NIP. 19771020 201912 1 001 |
| 3. Sekretaris Penguji | : <u>Fresy Nugroho, M.T</u>
NIP. 19710722 201101 1 001 |
| 4. Anggota Penguji | : <u>Yunifa Miftachul Arif, M.T</u>
NIP. 19830616 201101 1 004 |

Tanda tangan

()

()

()

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




Dr. Sahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Afif Nuril Ihsan
NIM : 15650104
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Infomatika
Judul Skripsi : Penerapan Metode *Box Muller of Gaussian Distribution*
Untuk Menentukan Tingkat Kesulitan Pada *Game* Pembelajaran Mitigasi Bencana
Gunung Api

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Desember 2019
Yang membuat pernyataan,



Afif Nuril Ihsan
NIM. 15650104

HALAMAN MOTTO



HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji syukur kehadiran Allah, shalawat dan salam bagi Rasul-Nya, dengan mengucapkan syukur alhamdulillah penulis persembahkan sebuah karya ini untuk orang-orang yang sangat berarti

Terima kasih diucapkan kepada kedua orang tua penulis tercinta, Bapak Sugino dan Ibu Siti Muthrotin yang selalu memberikan suntikan motivasi yang tak terhingga serta memberikan dukungan dan doa. Serta kepada kedua kakak penulis yang telah memberi semangat dan bantuan kepada penulis.

Untuk dosen pembimbing penulis Bapak Fresy Nugroho, M.T dan Bapak Yunifa Miftachul Arif, M.T yang telah dengan sabar membimbing jalannya penelitian skripsi ini dan selalu memberikan stimulus positif untuk tetap semangat menjalani setiap tahap ujian skripsi.

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

Sahabat-sahabat seperjuangan mulai pertama kali penulis menginjakkan kaki di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Sahabat yang selalu mendukung serta selalu menyemangati untuk belajar bersama tanpa menjatuhkan. Ribuan kalimat bahagia dan syukur yang tak akan cukup penulis tulis disini teruntuk mereka.

Keluarga Besar Teknik Informatika kelas D 2015 dan keluarga Interface (Teknik Informatika angkatan 2015) yang telah memberikan semangat dan doanya.

Orang-orang yang penulis sayangi, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang selalu menyemangati dan motivasi penulis untuk mengerjakan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang kami beri judul “Penerapan Metode *Box Muller Of Gaussian Distribution* Untuk Menentukan Tingkat Kesulitan Pada *Game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api”. Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana komputer pada Fakultas Sains dan Teknologi (FSAINTEK) Program Studi Teknik Informatika di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crysdian, Selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Fresy Nugroho, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Yunifa Miftachul Arif, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

6. Fresy Nugroho, M.T, Selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan banyak motivasi dan saran untuk kebaikan penulis.
7. Kedua orang tua tercinta Sugiono dan Siti Muthrotin yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Kakak tercinta Alif Fajrul Kholis dan Ahmad Ulil Absor juga anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan Muhammad Firyal Alfarisi, Yulfian Akbar, Yastaqim Muqorrobin, Abdul Aziz Iswahyudi, Nadya Putri Harfianti, Shovan Fanny Mahmad, Firhan Ade Prayoga, Ahmad Zaky Rozini, yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis serta target bersama untuk lulus skripsi dan wisuda bersama.
10. Rekan-rekan Interface Teknik Informatika 2015 yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

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

Malang, 10 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
المخلص	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Untuk pembuat <i>game</i> atau desainer <i>game</i>	4
1.5.2 Untuk pemain <i>game</i>	4
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6

2.1	Penelitian terkait.....	6
2.2	<i>Game</i> Edukasi	8
2.2.1	Contoh <i>Game Edukasi</i>	8
2.2.2	Komponen <i>Game Edukasi</i>	9
2.3	Level Kesulitan <i>Game</i>	9
2.3.1	PES	9
2.3.2	PUBG MOBILE	12
2.3.3	Reog Ponorogo <i>Game</i>	13
2.3.4	<i>Game</i> perang Reog Dewi Sanggalangit.....	13
2.4	<i>Gaussian Distribution</i>	14
2.5	<i>Box Muller</i>	16
2.6	<i>Box Muller Of Gaussian Distribution</i>	18
2.7	Validasi <i>Behavior</i>	19
BAB III.....		22
METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	<i>Game</i> Yang Digunakan	22
3.1.1	<i>Genre</i>	22
3.1.2	Setting Tempat.....	22
3.1.3	Metode yang digunakan	22
3.1.4	Alat yang digunakan.....	23
3.1.5	Sudut Pandang	23
3.2	Desain Alur <i>Game</i>	23
3.3	Tingkat Kesulitan level	24
3.3.1	Tempat Perpustakaan.....	29
3.3.2	Tempat Kelas	35
3.3.3	Tempat Ruang Guru	42

3.4	Proses Validasi.....	42
3.5	Perhitungan manual <i>Box Muller of Distribution Gaussian</i>	43
BAB IV		48
HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Implementasi.....	48
4.1.1	Implementasi Antramuka soal pada tiap ruang	48
4.1.1.1	Tampilan Pertanyaan di ruang kelas.....	49
4.1.1.1.1	Tampilan Pertanyaan Buku pertama.....	49
4.1.1.1.2	Tampilan Pertanyaan Buku kedua	50
4.1.1.1.3	Tampilan Pertanyaan Buku ketiga	50
4.1.1.1.4	Tampilan Pertanyaan Buku keempat	51
4.1.1.2	Tampilan Pertanyaan di Perpustakaan.....	51
4.1.1.2.1	Tampilan Pertanyaan Buku Pertama.....	52
4.1.1.2.2	Tampilan Pertanyaan Buku Kedua	52
4.1.1.2.3	Tampilan Pertanyaan Buku Ketiga	53
4.1.1.2.4	Tampilan Pertanyaan buku Keempat	54
4.1.1.3	Tampilan Pertanyaan di Ruang Guru	54
4.1.1.4	Tampilan Antarmuka saat Misi Berhasil.....	55
4.1.1.5	Tampilan Antarmuka saat Misi Gagal.....	56
4.2	Skenario Pengujian.....	56
4.3	Hasil Pengujian	57
4.4	Validasi Hasil Pengujian	64
4.5	Integrasi Sains Islam	71
BAB V.....		74
PENUTUP.....		74
5.1	Kesimpulan	74

5.2	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cover Game Pes 2019	9
Gambar 2. 2 Level Pes 2017	10
Gambar 2. 3 PUBG MOBILE	12
Gambar 2. 4 Kurva Gaussian Distribution	15
Gambar 3. 1 Desain alur	23
Gambar 3. 2 Fokus penelitian	24
Gambar 3. 3 Penentuan Kesulitan Game	25
Gambar 3. 4 Contoh Mean yang Ideal	28
Gambar 3. 5 Diagram Normal Distribusi z_0	46
Gambar 3. 6 Diagram Normal Distribusi z_1	47
Gambar 4. 1 Tampilan pertanyaan buku pertama di kelas	49
Gambar 4. 2 Tampilan pertanyaan buku kedua di kelas	50
Gambar 4. 3 Tampilan pertanyaan buku ketiga di kelas	50
Gambar 4. 4 Tampilan pertanyaan buku keempat di kelas	51
Gambar 4. 5 Tampilan pertanyaan buku pertama di perpustakaan	52
Gambar 4. 6 Tampilan pertanyaan buku kedua di perpustakaan	52
Gambar 4. 7 Tampilan pertanyaan buku ketiga di perpustakaan	53
Gambar 4. 8 Tampilan pertanyaan buku keempat di perpustakaan	54
Gambar 4. 9 Tampilan pertanyaan di ruang guru	54
Gambar 4. 10 Tampilan misi berhasil	55
Gambar 4. 11 Tampilan misi gagal	56
Gambar 4. 12 Mean/rata-rata ideal siswa kelas 4 SD	58
Gambar 4. 13 Kumpulan soal pada buku 1	59
Gambar 4. 14 Kumpulan soal pada buku 2	59
Gambar 4. 15 Soal yang tampil pada buku 1 (tanpa metode)	60
Gambar 4. 16 Soal yang tampil pada buku 2 (tanpa metode)	60
Gambar 4. 17 Kumpulan soal(1) pada tiap buku di level 1	61
Gambar 4. 18 Kumpulan soal(2) pada tiap buku di level 1	61
Gambar 4. 19 Soal yang tampil pada buku 1 (dengan metode)	62
Gambar 4. 20 Soal yang tampil pada buku 2 (dengan metode)	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Metode.....	7
Tabel 2. 2 Contoh Hasil Pengujian Validasi Behavior	19
Tabel 3. 1 Contoh Perhitungan Mencari Nilai Mean	28
Tabel 3. 2 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 1 versi 1	29
Tabel 3. 3 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 1 versi 2	30
Tabel 3. 4 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 2 versi 1	31
Tabel 3. 5 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 2 versi 2	31
Tabel 3. 6 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 3 versi 1	32
Tabel 3. 7 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 3 versi 2	33
Tabel 3. 8 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 4 versi 1	34
Tabel 3. 9 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 4 versi 2	35
Tabel 3. 10 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas buku 1 versi 1	36
Tabel 3. 11 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 1 versi 2	36
Tabel 3. 12 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas buku 2 versi 1	37
Tabel 3. 13 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 2 versi 2	38
Tabel 3. 14 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 3 versi 1	39
Tabel 3. 15 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 3 versi 2	40
Tabel 3. 16 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 4 versi 1	40
Tabel 3. 17 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 4 versi 2	41
Tabel 3. 18 Validasi tingkat kesulitan.....	43
Tabel 3. 19 Nilai bilangan acak.....	44
Tabel 3. 20 Perhitungan Nilai s.....	44
Tabel 3. 21 Nilai z_0 dan z_1	45
Tabel 3. 22 Perhitungan z_0 untuk menampilkan diagram.....	46
Tabel 3. 23 perhitungan z_1 untuk menampilkan diagram.....	47
Tabel 4. 1 Jumlah lolos dan tidak lolos.....	58
Tabel 4. 2 Perbandingan tampil dengan metode dan tanpa metode.....	63
Tabel 4. 3 Uji Coba Siswa Pertama	65
Tabel 4. 4 Uji Coba Siswa Kedua	66
Tabel 4. 5 Uji Coba Siswa Ketiga.....	68
Tabel 4. 6 Uji Coba Siswa Keempat	69

Tabel 4. 7 Uji Coba Siswa Kelima..... 70



ABSTRAK

Ihsan, Afif Nuril. 2019. *Penerapan Metode Box Muller of Gaussian Distribution Untuk Menentukan Tingkat Kesulitan Pada Game Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T.

Kata Kunci : *Box Muller, Gaussian Distribution, Tingkat Kesulitan Dinamis, Validasi Behavior, Game.*

Skenario tingkat kesulitan pada *game* merupakan komponen penting dalam pembuatan *game*. Supaya skenario tingkat kesulitan *game* lebih menantang dan tidak monoton maka skenario tingkat kesulitan harus ditentukan secara otomatis atau dinamis. Dalam penelitian ini, penentuan skenario tingkat kesulitan akan dibangun dengan metode *Box Muller Of Gaussain Distribution* supaya skenario tingkat kesulitan dapat berjalan secara otomatis atau dinamis, sehingga skenario bisa dipilih secara acak dan tidak bisa diprediksi oleh pemain. Pada penelitian ini skenario tingkat kesulitan digunakan pada *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api untuk mengatur kesulitan soal IPA yang akan muncul pada tiap *level*. Pada tahap pengujian akan dilakukan dua pengujian antara *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api dengan metode *Box Muller Of Gaussian Distribution* dan tanpa metode. Dari tahap pengujian ini didapat bahwa *game* yang menggunakan metode lebih bervariasi dalam penentuan skenario tingkat kesulitan. Pada tahap pengujian ini didapat *mean* / rata-rata ideal untuk siswa kelas 4 SD yaitu $\mu = 5.5$. Kemudian tahap validasi akan digunakan validasi *behavior* dengan cara mencari 5 siswa kelas 4 SD untuk memainkan permainan. Dari 5 siswa yang mencoba *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api didapat hasil bahwa, siswa pertama memiliki rata-rata keberhasilan 71.11111%, siswa kedua mendapatkan 81.48148148%, siswa ketiga 79.16666667%, siswa keempat 73.61111111%, dan siswa kelima 87.5%. Dari penelitian ini didapat kesimpulan bahwa *Box Muller of Gaussian Distribution* berhasil mengatur skenario tingkat kesulitan secara dinamik atau otomatis.

ABSTRACT

Ihsan, Afif Nuril. 2019. *Application of Box Muller's method of Gaussian Distribution to determine the difficulty level of Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api Game*. Essay. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim of Malang. Counselor: (I) Fresy Nugroho, M.T. (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T.

Keywords : *Box Muller, Gaussian Distribution, Tingkat Kesulitan Dinamis, Validasi Behavior, Game.*

The difficulty level scenario in a game is an important component in making a game. In order for the game difficulty scenario to be more challenging and not monotonous, the difficulty level scenario must be determined automatically or dynamically. In this study, the determination of the difficulty level scenario will be built with the Box Muller Of Gaussain Distribution method so that the difficulty level scenario can run automatically or dynamically, so that the scenario can be chosen randomly and cannot be predicted by the player. In this research, the difficulty level scenario is used in Pembelajaran Mitigasi Bencana Api game to manage the difficulty of science problems that will appear at each level. In the testing phase, two tests will be conducted between the Game of Pembelajaran Mitigasi Bencana Api with the Box Muller Of Gaussian Distribution method and without the method. From this testing phase it was found that the game using more varied methods in determining the level of difficulty scenarios. In this testing phase, the mean / average for the 4th grade elementary school students is obtained, namely $\mu = 5.5$. Then the validation stage will be used behavior validation by finding 5 4th grade elementary school students to play the game. Of the 5 students who tried the Pembelajaran Mitigasi Bencana Api game, it was found that, the first student had an average success of 71.11111%, the second student got 81.48148148%, the third student 79.16666667%, the fourth student 73.61111111%, and the fifth student 87.5%. From this study it was concluded that the Box Muller of Gaussian Distribution managed to manage the difficulty level scenario dynamically or automatically.

الملخص

احسان, عفيف نوريل. ٢٠١٩. تطبيق بوكس مولر لطريقة التوزيع الغوسية لتحديد مستوى الصعوبات في لعبة تعلم التخفيف من آثار الكوارث في البركان. قسم هندسة المعلوماتية لكلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانق. المشرف: (١) فريسي نوغراها، الماجستير. (٢) يونيفه مفاتشول عارف، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: بوكس مولر، توزيع غاوسي، مستوى الصعوبة الديناميكي، التحقق من صحة السلوك، اللعبة.

سيناريو مستوى الصعوبة في اللعبة هو عنصر مهم في صنع اللعبة. من أجل أن يكون سيناريو صعوبة اللعبة أكثر تحدياً وليس رتيباً، يجب تحديد سيناريو مستوى الصعوبة تلقائياً أو ديناميكياً. في هذه الدراسة، سيتم بناء تحديد سيناريو مستوى الصعوبة باستخدام طريقة صندوق مولر للتوزيع الغوسي بحيث يمكن تشغيل سيناريو مستوى الصعوبة تلقائياً أو ديناميكياً، بحيث يمكن اختيار السيناريو بشكل عشوائي ولا يمكن التنبؤ به من قبل اللاعب. في هذا البحث، يتم استخدام سيناريو مستوى الصعوبة في لعبة Pembelajaran Mitigasi Bencana Api لإدارة صعوبة المشكلات العلمية التي ستظهر في كل مستوى. في مرحلة الاختبار، سيتم إجراء اختبارين بين لعبة ال Pembelajaran Mitigasi Bencana Api باستخدام طريقة صندوق مولر للتوزيع الغوسي وبدون الطريقة. من مرحلة الاختبار هذه، تبين أن اللعبة تستخدم أساليب أكثر تنوعاً في تحديد مستوى سيناريوهات الصعوبة. في مرحلة الاختبار هذه، يتم الحصول على المتوسط / المتوسط لطلاب الصف الرابع الابتدائي، وهو $\mu = 5.5$. بعد ذلك، سيتم استخدام مرحلة التحقق من الصحة من خلال إيجاد 5 طلاب من الصف الرابع الابتدائي للعب اللعبة. من بين الطلاب الخمسة الذين جربوا لعبة Pembelajaran Mitigasi Bencana Api، وجد أن الطالب الأول حقق متوسط نجاح بلغ 71.11111%، وحصل الطالب الثاني على 81.48148148%.

، والطالب الثالث 79.16666667٪ ، والطالب الرابع 73.611111٪ ، الطالب الخامس 87.5٪. استنتج من هذه الدراسة أن صندوق مولر للتوزيع الغوسي توزيع تمكنت من إدارة سيناريو مستوى الصعوبة ديناميكيًا أو تلقائيًا.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini teknologi berkembang dengan pesat, khususnya teknologi pembuatan *game*. *Game* pada saat ini dapat dengan mudah di akses dan dimainkan oleh berbagai kalangan. Bermain *game* dapat meringankan dan mengalihkan perhatian dari rasa sakit yang diderita oleh seorang anak yang sedang dalam masa perawatan, misalnya seperti kemoterapi (Harsono, 2014). Bermain *game* juga dapat memberikan informasi pengetahuan yang baru, misalnya informasi bencana alam gempa bumi.

Dalam sebuah *game* terdapat beberapa komponen *game* seperti, skenario *game* merupakan gambaran alur cerita pada *game*. Dalam *game* juga terdapat NPC atau *Non Player Character*. Selanjutnya dalam *game* terdapat tema atau *genre game*, misal *game* edukasi, petualangan, aksi, *RPG*, dan lain-lain. Level kesulitan pada *game* juga mempengaruhi pemain yang menjadi pemain *game* tersebut. Semakin sulit *game* yang dimainkan akan semakin menarik bagi beberapa pemain atau bahkan dapat menjadi penyebab *game* tersebut tidak dimainkan oleh *player* karena terlalu sulit.

Desain rintangan dalam skenario *game* merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi motivasi pemain dalam bermain (Saurik, Yuniarno, & Susiki, 2015). Pembuat *game* atau desainer *game* selalu berusaha dalam menyesuaikan tingkat kesulitan suatu *game* dengan kemampuan pemain. Sedangkan tingkat kemampuan antara pemain satu dengan yang lain tentu berbeda. Jika *game* tersebut dibangun dengan tingkat kesulitan rendah maka pemain yang mempunyai tingkat

kemampuan tinggi dalam bermain *game* akan merasa bosan bahkan tidak akan memainkan *game* tersebut, begitu juga sebaliknya. Kebosanan pemain memainkan sebuah *game* didasarkan pada beberapa faktor, salah satunya adalah desain rintangan pada skenario *game* (Saurik, Yuniarno, & Susiki, 2015).

Terdapat penentuan tingkat kesulitan pada *game* dengan cara otomatis atau dinamis, jadi pemain tidak perlu memilih tingkat kesulitan *game* pada awal bermain *game*, seperti *easy*, *medium* atau *hard*. Jika dibangun secara otomatis atau dinamis maka kesulitan *game* dapat berubah sesuai dengan kemampuan pemainnya. Penentuan tingkat kesulitan secara dinamis atau otomatis dapat memberikan keuntungan bagi desainer *game* karena dapat menentukan tingkat kesulitan secara otomatis tanpa ditentukan langsung oleh desainer *game*. Bagi pemain dapat merasa nyaman karena tingkat kesulitan pada *game* sesuai dengan kemampuannya. Pemain tidak akan mudah merasa bosan terhadap *game*.

Terdapat metode-metode yang dapat menentukan tingkat kesulitan *game* secara dinamis atau otomatis. Metode pertama yaitu *Central Limit Theorem Approximation*, metode ini dapat digunakan dalam penentuan tingkat kesulitan akan tetapi variabel yang diacak pada metode ini yaitu *many uniform random variables*. Metode ini memiliki kekurangan terlalu banyaknya variabel yang diacak, semakin banyak variabel yang diacak maka proses akan semakin lama. Metode kedua yaitu *Box-Muller of Gaussian Distribution*, metode ini dapat menentukan tingkat kesulitan *game* secara otomatis atau dinamis. *Box-Muller of Gaussian Distribution* ini melakukan operasi acak untuk menentukan tingkat kesulitan *game* dengan mengacak dua variabel saja (Roa, Boiroju, & Reddy, 2011). *Box-Muller of Gaussian Distribution* menentukan rata-rata dan deviasi dari tingkat kesulitan *game*

dari para pemain setelah pemain memainkan *game*, sehingga penentuan tingkat kesulitan dengan metode *Box-Muller of Gaussian Distribution* sesuai dengan tingkat kemampaun *player*.

Jika pemain merasa bosan dapat menyebabkan popularitas dan pendapatan desainer *game* akan berkurang. Oleh karena itu dapat dilakukan *Generate* tingkat kesulitan *game* yang akan dipilih sesuai dengan kemampuan pemain. Untuk mewujudkan solusi di atas penelitian ini menggunakan metode *Box-Muller of Gaussian Distribution*.

Pada penelitian sebelumnya tentang *Box-Muller of Gaussian Distribution* untuk menentukan tingkat kesulitan *game* telah ditulis oleh I Nyoman Sukajaya dkk. *Game* yang digunakan pada penelitian sebelumnya menggunakan *game* 2D. Tetapi pada penelitian kali ini *game* yang digunakan menggunakan *game* 3D dengan judul Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api. Pada penelitian ini berfokus pada pengaturan tingkat kesulitan *game* dengan metode *Box-Muller of Gaussian Distribution*. Sedangkan untuk memvalidasi tingkat kesulitan apakah sesuai dengan kemampuan pemain atau tidak, pada penelitian ini akan menggunakan metode validasi *behavior*. Untuk validasi *behavior* dilakukan dengan cara melihat tingkat *completeness*. Tingkat *completeness* ini diuji dengan cara membandingkan skor yang didapat oleh pemain dan skor minimal yang harus didapatkan oleh pemain.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan penjelasan dilatar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat diambil. Bagaimana menentukan tingkat kesulitan *game* secara dinamis atau otomatis menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, adapun batasan-batasan masalahnya adalah :

1. *Game* yang digunakan adalah *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api.
2. *Genre* edukasi tentang bencana alam.
3. Materi yang digunakan dalam *game* ini yaitu materi IPA kelas 4 SD.

1.4 Tujuan

Tujuan dengan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memilih tingkat kesulitan *game* secara dinamis atau otomatis dengan menggunakan metode *Box-Muller of Gaussian Distribution* pada pemilihan skenario *game*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1.5.1 Untuk pembuat *game* atau desainer *game*

1. Mengurangi beban dalam menentukan skenario *game* yang dipilih.
2. Tidak merasa resah karena skenario tingkat kesulitan tidak mudah ditebak oleh pemain.

1.5.2 Untuk pemain *game*

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

1.6 Sistematika Penelitian

Penelitian ini tersusun dalam laporan dengan terdiri dari beberapa bab pembahasan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan : Pada bab pertama ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian.

Bab II Tinjauan Pustaka : bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan sebagai referensi dalam pembuatan skenario *game*.

Bab III Metodologi Penelitian : bab ini berisi perancangan metodologi penelitian meliputi kebutuhan dari *game* yang dibuat serta rancangan desain tingkat kesulitan pada *game*.

Bab IV Hasil dan Pembahasan : bab ini berisi hasil implementasi metode *Box Muller of Gaussian Distribution*.

Bab V Penutup : bab ini berisi kesimpulan secara keseluruhan pada penelitian atau implementasi *game* tersebut.

Daftar Pustaka : berisi daftar referensi yang tercantum dalam penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Teori-teori yang terkait pada tugas akhir ini adalah teori mengenai *game* edukasi, level kesulitan *game* dari *game* lain, *Box Muller*, dan *Gaussian Distribution*.

2.1 Penelitian terkait

Pada saat ini sudah banyak paper yang membahas tentang penentuan tingkat kesulitan secara dinamis. Salah satunya yaitu penentuan tingkat kesulitan pada *game* Labirin dengan metode algoritma logika *fuzzy* (Ahmadi dkk., 2018). Pada jurnal ini membahas tentang penerapan algoritma logika *fuzzy* untuk menyetarakan *softskill* yang dimiliki pemain dengan level *game* yang dimainkan. Untuk pengujian pada jurnal ini menggunakan dua pengujian, pengujian validasi *behavior* dan pengujian performa. Dari jurnal ini dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy* berhasil untuk menyetarakan *softskill* yang dimiliki pemain dengan level yang dimainkan.

Paper selanjutnya yaitu membahas metode *Box Muller of Gaussian Distribution* untuk penentuan tingkat kesulitan pada *game* Reog Ponorogo (Sukajaya dkk., 2012). Di dalam penelitian ini terdapat 5 kategori tingkat kesulitan *game* yaitu *easy*, *normal*, dan *hard*.

Selanjutnya penentuan tingkat kesulitan pada *game* penentuan lorong yang terbuka dengan menyelesaikan soal matematika (Vitianingsih & Mardi, 2011). Pada paper ini terdapat 3 tipe soal matematika yaitu sulit, sedang, dan mudah. Tiga tipe soal ini akan membuka lorong untuk bertemu dewa untuk meminta suatu petunjuk. Tiap tipe soal akan membuka lorong yang berbeda jika skor yang didapat sesuai dengan ketentuan.

Terdapat juga paper yang menceritakan dan membandingkan pencarian variabel acak dari distribusi normal standar. Pada paper ini menggunakan 3 metode untuk menentukan variabel acak (Roa dkk., 2011). Metodenya yaitu *Central Limit Theorem Approximation*, *Box Muller Method*, dan *Polar Method*. Dari tiga metode di atas dapat ditarik kesimpulan untuk menghasilkan satu standar variabel acak pada metode *Central Limit Theorem Approximation* memerlukan *many uniform random variables*. *Box Muller Method* memerlukan *two uniform variables* dan *Polar Method* memerlukan *two uniform variables* dan pada metode *Polar Method* ini terdapat keuntungan yaitu menghindari komputasi fungsi sinus dan kosinus. Dari jurnal ini dapat dibedakan antara 3 metode di atas menjadi table di bawah.

Tabel 2. 1 Perbedaan Metode

Sumber: (Roa, Boiroju, & Reddy, 2011)

<i>Central Limit Theorem Approximation</i>	<i>Box Muller Method</i>	<i>Polar Method</i>
<i>Many uniform random variables</i>	<i>Two uniform random variables</i>	<i>Two uniform random variables</i>
Tidak ada komputasi sinus dan kosinus	ada komputasi sinus dan kosinus	Tidak ada komputasi sinus dan kosinus

Pada *paper* selanjutnya metode *Box Muller* digunakan untuk penentuan perilaku NPC (Majid dkk., 2010). Dalam *paper* ini menggunakan *engine 3D Game Studio* dan melakukan simulasi perang antar NPC. Dari *paper* ini dapat disimpulkan bahwa dengan metode *Distribusi Gaussian* dapat memperlama peperangan antar NPC dan musuh tidak mudah untuk dikalahkan.

2.2 *Game* Edukasi

Game edukasi merupakan jenis *game* yang diperuntukkan penggunaannya sebagai media pembelajaran pada sesuatu hal (Rohman, 2016). Game edukasi saat ini dapat di mainkan pada semua *devices* seperti komputer atau laptop, dan *smartphone*. Untuk game edukasi di *smartphone* pada saat ini sangatlah banyak karena kemudahan dalam pembuatan game dan proses menjualnya terutama pada OS android.

2.2.1 Contoh *Game* Edukasi

Game edukasi pada saat ini sangat banyak, mulai dari komputer, *smartphone* dan *devices* lain dapat memainkan *game* edukasi tersebut. Contoh *game* pada *smartphone* dengan OS android adalah Belajar Bahasa Inggris *Learn English for Beginners*, Belajar Hijaiyah Interaktif, dan Soal Ujian SD.

Belajar Bahasa Inggris *Learn English for Beginners* dapat didownload dengan gratis melalui *playstore* dari *smartphone*. *Game* ini mengajarkan pemain untuk berlatih membaca, menulis, dan menghafal kata-kata baik kata kerja, kata sifat, nama buah-buahan, dan lain-lain. Pada tanggal 30 Maret 2019 yang mendownload sudah mencapai 28.816 orang (“Google Play,” 2019a).

Belajar Hijaiyah Interaktif juga dapat didownload dengan mudah dan gratis melalui *playstore*. Pada tanggal 30 Maret 2019 yang mendownload sudah mencapai 13 orang. Pada *game* ini membahas tentang huruf hijaiyah dari pengenalan huruf hijaiyah sampai dengan menulis huruf hijaiyah (“Google Play,” 2019b).

Soal Ujian SD dapat didownload dengan mudah dan gratis melalui *playstore*. Pada tanggal 30 Maret 2019 ini yang mendownload sudah mencapai 13,164 orang. Pada *game* ini membahas materi kelas 1 SD sampai 6 SD. Tiap kelas

terdapat materi Matematika, Bahasa Indonesia, IPA, IPS, Kewarganegaraan, dan Pendidikan Agama Islam (“Google Play,” 2019a).

2.2.2 Komponen *Game Edukasi*

Didalam *game* edukasi mempunyai beberapa komponen untuk dapat dikatakan sebagai *game* edukasi. Salah satunya pada buku (Prensky, 2001) berpendapat bahwa *game* edukasi tidak hanya menjadikan *game* sebagai media bermain dan bersenang-senang saja, tetapi juga menampilkan konten edukasi yang mendukung pembelajaran yang dapat diterapkan.

Komponen *game* edukasi sendiri tidak jauh dari komponen *game* dengan *genre* lain. Seperti skor, level kesulitan, konten / materi, dan lain-lain.

2.3 Level Kesulitan *Game*

Dari sekian banyak *game*, akan dibahas beberapa level kesulitan *game* pada *game*, seperti *game* PES, FIFA dan beberapa *game* yang menggunakan metode *Box Muller Gaussian Distribution*.

2.3.1 PES



Gambar 2. 1 Cover Game Pes 2019
(Sumber: Konami Digital Entertainment. 2018)

Dalam *game* PES (Pro Evolution Soccer) terdapat 6 level kesulitan dalam *game* PES. Ada *Beginner*, *Amateur*, *Regular*, *Professional*, *Top Player*, dan *Superstar*. *Game* ini pemainnya menggunakan *Stick* untuk mengontrol pemain-

pemain yang ada pada *game*, karena lebih mudah pengoperasiannya dibanding menggunakan *keyboard* atau yang lain.



Gambar 2. 2 Level Pes 2017
(Sumber: Adrian, 2016)

Dalam *game* PES 2017 cara mengatur *level* kesulitannya terletak dalam *main menu* kemudian *setting*, atau pada *menu* sebelum *play* permainan terdapat *General Settings*.

Beginner merupakan *level* kesulitan yang sangat tepat bagi para pemula yang baru memainkan *game* ini. Pada *level beginner* ini tidak terikat dalam penggunaan trik, hanya mengandalkan berlari, mengarahkan, dan tombol X saja untuk mengumpan bola ke pemain satu tim.

Amateur merupakan *level* bagi pemula yang sudah berpengalaman bermain *game* sepak bola seperti dari Winning Eleven, Fifa Soccer, pasti tidak merasa kesulitan untuk beradaptasi pada *game* PES ini karena kontrol *gamenya* hampir sama.

Regular merupakan tingkat *level* yang lawan pemain atau tim lawan sudah mulai menantang, mempunyai strategi, dan umpan yang matang. Cocok bagi pemula yang ingin tantangan di dunia PES. Disini pemain harus memulai

mempelajari kombinasi tombol R2, atau umpan lambung R1 bersama umpan terobos tombol Δ .

Professional dalam *level* ini sudah mengalami beberapa kesulitan. Lawan sudah lihai menghindari rebutan bola, serangan mampu di blok, bahkan *shot* dari *striker* lawan sudah *on target*. Perlu kesabaran dalam *level* ini, bahkan perlu waktu berminggu-minggu untuk dapat menguasai *level* ini. Menguasai *level* ini bisa dikatakan sudah menguasai permainan PES. Akan tetapi masih belum sempurna.

Top Player dalam *level* ini lawan banyak melakukan salah *passing*, *over passing*, dsb. Tetapi, disini lawan sudah bermain trik, bukan bermain permainan cantik seperti pada *level professional*. Jadi, anda bias banyak terkecoh oleh permainan lawan pada *level* ini.

Superstar menduduki sebagai *level* tersulit dalam dunia PES. Disini anda sudah harus benar-benar dapat bermain canggih dan cepat. Di *level* ini umpan yang anda lakukan sering dipotong oleh pemain lawan. *Dribble* anda sering di blok oleh *back* lawan, bahkan untuk *dribble* menggunakan *link feints*. Serangan lawan sangat tepat menuju sasaran, bahkan umpan lambung yang diumpankan selalu *on target*. *Dribble* yang dilakukan lawan di *level* ini sangat energik dan lihai, bahkan bisa melewati 2 pemain sekaligus. *Free Kick* juga sangat mematikan. Yang lebih menjengkelkan adalah jika anda merebut bola terkadang lawan sering jatuh atau *diving*, dan wasit menilai pelanggaran pada anda.

2.3.2 PUBG MOBILE

PUBG Mobile atau PLAYERUNKNOWN'S BATTLEGROUNDS Mobile merupakan *game* versi *mobile* dari *game* PLAYERUNKNOWN'S BATTLEGROUNDS. PUBG adalah *game* dengan tema *survival* yaitu bertahan hidup dengan cara sembunyi dari *player* lain atau dengan menyerang *player* lain menggunakan senjata yang sudah tersedia di berbagai bangunan- bangunan yang sudah disediakan. Dalam *game* ini terdapat 7 tier, *Bronze*, *Silver*, *Gold*, *Platinum*, *Diamond*, *Crown*, *Ace*, dan *Conqueror*. Tier paling rendah yaitu *Bronze* dan tier paling tinggi yaitu *Conqueror*.



Gambar 2. 3 PUBG MOBILE
(Sumber: PUBG Corporation. 2018)

Dalam *Matchmaking* PUBG Mobile ini *developer* membuat sesuai dengan tingkat *tier* yang dicapai atau bisa dikatakan sesuai dengan kemampuan *tier* yang telah tercapai. Sesuai dengan yang tertulis di *website* www.pubgmobile.com dimana *matchmaking* dalam *game* akan lebih cepat dan sesuai tingkatan *tier* yang dicapai .Semakin rendah *tier* yang dicapai maka musuh atau *player* lain yang menjadi musuh juga semakin rendah skilnya atau bahkan baru bermain *game* ini. Dalam *tier* *Crown* kebawah biasanya juga terdapat beberapa *bot*. Semakin tinggi *tier* yang dicapai maka musuh atau *player* lain yang menjadi musuh juga semakin

pintar dalam menggunakan senjata dan bidikannya juga sangat akurat. Dalam tier *Ace* dan *Conqueror* sedikit kemungkinan adanya *bot* dalam *game*.

2.3.3 Reog Ponorogo Game

Konsep dasar *game* ini terinspirasi dari cerita rakyat paling terkenal di Jawa Timur (Sukajaya dkk., 2012). Dalam *game* ini pemain dituntut untuk dapat membantu putri untuk memilih salah satu diantara tiga gang dan memecahkan 10 masalah yang didistribusikan pada setiap gang. 10 masalah tersebut terdiri dari 3 masalah dengan tingkat mudah, 4 masalah dengan tingkat normal, dan 3 masalah dengan tingkat sulit. Masalah dengan tingkat mudah mendapatkan 5 *point*, tingkat normal 10 *point*, dan tingkat sulit akan mendapatkan 15 *point*. Jika *point* pemain 75 keatas maka dapat melanjutkan ke gerbang selanjutnya. Maksimal *point* yang didapat adalah 100. Jika pemain mendapatkan *point* kurang dari 75 maka pemain akan kembali ke tahap sebelumnya dan menyelesaikan masalah lagi yang akan di acak dengan metode *Box-Muller* dengan total 30 masalah yang akan dipilih menjadi 10 masalah untuk di jawab oleh pemain. Tiga gang yang akan dipilih telah di tentukan oleh penulis bahwa gang pertama membahas urutan dan seri, probabilitas dan logika matematika. Gang kedua membahas aljabar dan trigonometri. Dan gang ketiga membahas aljabar dan diferensial.

2.3.4 Game perang Reog Dewi Sanggalangit

Dalam *game* ini karakter utamanya yang digunakan adalah tokoh Reog Dewi Sanggalangit (Vitianingsih & Mardi, 2011). Pada awal *game* ini pemain akanlihatkan empat pintu lorong yang dapat pilih salah satu untuk dapat menuju ke Dewa. Tiap lorong terdapat kriteria-kriteria supaya dapat terbuka. Pada lorong pertama pemain harus dapat menjawab soal dengan mendapatkan skor ≥ 90 . Lorong

kedua pemain harus dapat menjawab soal dengan mendapatkan skor ≥ 75 . Lorong ketiga pemain harus dapat menjawab soal dengan mendapatkan skor ≥ 60 . Dan lorong terakhir yaitu lorong ke empat pemain harus mendapatkan skor ≥ 80 . Setiap lorong akan terdapat 10 pertanyaan, dari 10 pertanyaan itu dibagi menjadi tiga golongan. Soal mudah jika dapat diselesaikan akan mendapatkan *point* 5 setiap soalnya, soal sedang jika dapat diselesaikan akan mendapatkan *point* 10 setiap soalnya, dan soal sulit akan mendapatkan skor 15 pada setiap soalnya. Setiap lorong akan mendapatkan soal yang berbeda. Lorong pertama akan membahas barisan dan deret, peluang, dan logika matematika. Lorong kedua membahas aljabar dan trigonometri.

2.4 *Gaussian Distribution*

Distribusi normal sering pula disebut distribusi Gauss untuk menghormati Karl Friedrich Gauss (1777-1855) yang juga menemukan persamaannya waktu meneliti galat dalam pengukuran yang berulang-ulang mengenai bahan yang sama (Andi Kaharuddin: 2018). Galat (bahasa Inggris: *error*) adalah sumber variasi data yang tidak dapat dimasukkan ke dalam model. Distribusi ini juga dijuluki kurva lonceng (*bell curve*) karena grafik fungsi kepekatan probabilitasnya mirip dengan bentuk lonceng. Dari jurnal (Kusdian, Ridwan, Tamin, & Syafruddin, 2005) menjelaskan persamaan normal distribusi sebagai berikut.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right]^2} \quad (1)$$

Keterangan.

$F(x)$ = probabilitas distribusi normal

x = variabel acak

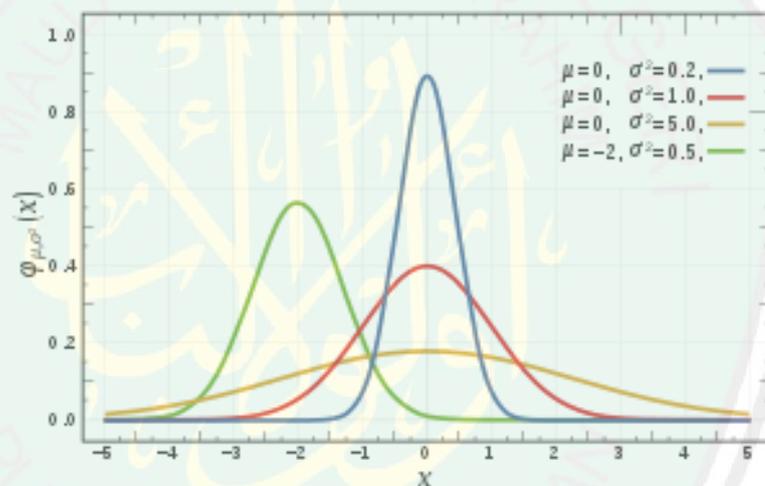
$\mu = \text{mean} / \text{rata-rata}$

$\sigma = \text{standar deviasi}$

$\pi = \text{pi}$

$e = \text{konstanta Napier} = 2,71828.$

Gaussian Distribution mempunyai ciri yaitu terdapat dua variabel μ atau *mean* dan σ . Pergantian mean atau μ akan merubah posisi titik tengah pada grafik. Semakin besar nilai σ , semakin lebar dan semakin pendek lebar grafik dan tinggi grafik, dan sebaliknya.



Gambar 2. 4 Kurva Gaussian Distribution
(Sumber: Sukajaya dkk., 2012)

Jika persamaan 1 memiliki $\mu = 0$ dan $\sigma = 1$, maka persamaan 1 disebut distribusi normal standar. Persamaan distribusi normal standar dapat ditulis menjadi persamaan 2.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2x^2}} \quad (2)$$

Pada persamaan 2 di atas dapat ditulis

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (3)$$

Persamaan 3 merupakan fungsi probabilitas densitas / kerapatan. Jika fungsi probabilitas distribusi normal (persamaan 1) ditulis menjadi fungsi probabilitas densitas (persamaan 2), maka dapat dihasilkan rumus seperti persamaan 4 dan 5 yang merupakan pembangkit *random variate* dari 2 independen normal diskrit dengan mean $\mu = 0$, Variance = 2π , dengan $\theta = 2\pi R$ (Kusdian dkk., 2005).

2.5 Box Muller

Box Muller ditemukan oleh George Edward Pelham Box dan Mervin Edgar Muller. *Box-Muller* umumnya diekspresikan dalam dua bentuk. Pertama bentuk dasar seperti yang diberikan oleh Box dan Muller mengambil dua sampel dari distribusi seragam pada interval $[0, 1]$ dan memetakannya ke dua sampel standar, terdistribusi normal. Kedua bentuk polar mengambil dua sampel dari interval yang berbeda, $[-1, 1]$, dan memetakannya ke dua sampel terdistribusi normal tanpa menggunakan fungsi sinus atau kosinus. Algoritma *Box-Muller* digunakan untuk generator bilangan acak yang terdistribusi gaussian dengan memberikan variasi pada pemilihan skenario yang dibuat untuk mensimulasikan skenario secara dinamik (Thomas, Luk, Leong, & Villasenor, 2007). *Box Muller* ini secara umum terdapat dua parameter *mean* (μ) dan standar deviasi (σ).

$$z1 = \sqrt{-2 \ln(U_1)} \cos(2\pi U_2) \quad (4)$$

dan

$$z2 = \sqrt{-2 \ln(U_1)} \sin(2\pi U_2) \quad (5)$$

Dari formula 4 seperti dapat disederhanakan menjadi formula 6. $\cos(2\pi U_2)$ dapat ditulis menjadi $\left(\frac{u}{\sqrt{s}}\right)$. U_1 dan U_2 dapat ditulis menjadi s . Dimana U_1 dan U_2

merupakan variabel acak dari interval (0, 1). Dari formula 6 dapat disederhanakan menjadi formula 7.

$$z1 = \sqrt{-2 \ln(s)} \left(\frac{u}{\sqrt{s}} \right) \quad (6)$$

$$z1 = u. \sqrt{\frac{-2 \ln s}{s}} \quad (7)$$

Demikian dengan formula 5 dapat disederhanakan menjadi formula 8. $\sin(2\pi U_2)$ dapat ditulis menjadi $\left(\frac{v}{\sqrt{s}}\right)$. U_1 dan U_2 dapat ditulis menjadi s . Dimana U_1 dan U_2 merupakan variabel acak dari interval (0, 1). Dari formula 5 dapat disederhanakan menjadi formula 9.

$$z2 = \sqrt{-2 \ln(s)} \left(\frac{v}{\sqrt{s}} \right) \quad (8)$$

$$z2 = v. \sqrt{\frac{-2 \ln s}{s}} \quad (9)$$

Dengan adanya penyederhanaan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa formula 4 dan 5 dapat disederhanakan menjadi formula 10 dan 11.

$$z1 = u. \sqrt{\frac{-2 \ln s}{s}} \quad (10)$$

Atau

$$z2 = v. \sqrt{\frac{-2 \ln s}{s}} \quad (11)$$

2.6 Box Muller Of Gaussian Distribution

Secara umum *Box Muller of Gaussian Distribution* merupakan metode untuk menentukan nilai *mean* dari *Gaussian Distribution* dengan menggunakan metode *box muller*. Pada jurnal (Sukajaya dkk., 2012) dijelaskan bahwa *Box Muller of Gaussian Distribution* digunakan pada saat awal permainan untuk penyesuaian tingkat kesulitan pada level selanjutnya. Sebagai contoh; pemain yang hanya menjawab 4 dari 10 dengan benar akan mendapatkan skor total 40. skor total 40 tercakup dalam interval $40 < \text{skor total} \leq 50$ dan diklasifikasikan dapat melanjutkan ke gerbang berikutnya dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi.

Pseudocode algoritma *Box-Muller* (Sukajaya dkk., 2012) :

- a. *Generate uniform random number* u, v in range $[-1, 1]$
- b. *Calculate* $s = u^2 + v^2$
- c. *Looping step 2* until $s < 1$
- d. *Find normal random numbers* $z_0 = u \cdot \sqrt{\frac{-2\ln s}{s}}$ and $z_1 = v \cdot \sqrt{\frac{-2\ln s}{s}}$

Dimana z_0 dan z_1 adalah variabel *random* independen yang terdistribusi normal standar. Dari *pseudocode* z_0 dan z_1 akan dimasukkan kedalam rumus pada formula 12 (Vitianingsih & Mardi, 2011).

$$rr = \text{mean} + sd * z_0 \text{ atau } z_1 \quad (12)$$

Keterangan:

rr = Box Muller Of Gaussain Distribution

$mean$ = *mean* atau rata-rata ideal

sd = standar deviasi

$z_0 = z_1$ = variabel random yang terdistribusi normal

Untuk sd atau standar deviasi akan digunakan angka 1 karena distribusi normal standar, standar deviasinya adalah 1 (Kusdian, Ridwan, Tamin, & Syafruddin, 2005). Selanjutnya dari *pseudocode* di atas akan di masukkan kedalam pembuatan game untuk membangkitkan angka random yang terdistribusi gaussian pada pemilihan jenis skenario.

2.7 Validasi Behavior

Validasi *behavior* dilakukan untuk melihat tingkat *completeness* pemain dalam menyelesaikan misi yang ada. Pada salah satu jurnal menjelaskan bahwa validasi *behavior* ini digunakan untuk melihat tingkat *completeness* pemain dalam menyelesaikan misi dengan cara membandingkan skor yang didapatkan agen dan skor yang tersedia (Ahsani dkk., 2017).

Tabel 2. 2 Contoh Hasil Pengujian Validasi Behavior

Sumber: (Ahsani dkk., 2017).

Ukuran Map	No Map	Skor Yang didapat			Total skor yang didapat	Total skor yang diinginkan	Completeness
		Treasure	Rare Treasure	Survive			
16x12	1	134	10	2	146	146	ya
	2	134	10	2	146	146	ya
	3	134	10	2	146	146	ya
	4	134	10	2	146	146	ya
	5	134	10	2	146	146	ya
24x18	1	302	10	2	314	314	ya

	2	302	10	2	314	314	ya
	3	302	10	2	314	314	ya
	4	302	10	2	314	314	ya
	5	302	10	2	314	314	ya
30x22	1	462	10	2	314	314	ya
	2	462	10	2	314	314	ya
	3	462	10	2	314	314	ya
	4	462	10	2	314	314	ya
	5	462	10	2	314	314	ya
40x30	1	839	10	2	851	851	ya
	2	839	10	2	851	851	ya
	3	839	10	2	851	851	ya
	4	839	10	2	851	851	ya
	5	839	10	2	851	851	ya
52x39	1	1420	10	2	1432	1432	ya
	2	1420	10	2	1432	1432	ya
	3	1420	10	2	1432	1432	ya
	4	1420	10	2	1432	1432	ya
	5	1420	10	2	1432	1432	ya

Dari tabel 2.2 dapat dilihat bahwa pada kolom Total skor yang didapatkan dan kolom Total yang diinginkan menghasilkan nilai yang sama. Kolom Skor terpenuhi akan bernilai benar apabila pada Kolom skor yang didapatkan dan kolom Total yang diinginkan memiliki nilai yang sama (Ahsani dkk., 2017).

Berikut ini adalah penjelasan dari tabel 2.2. Ukuran map merupakan luas map yang digunakan dalam *game*, dari map dengan ukuran 16x32 merupakan tempat atau *terrain level* pertama, *level* kedua memiliki ukuran *terrain* 24x18, *level* ketiga memiliki ukuran *terrain* 30x22, *level* keempat ukuran memiliki *terrain* 40x30, dan *level* yang terakhir atau *level* kelima memiliki luas *terrain* 52x39. Dalam kolom skor yang didapat merupakan jumlah skor yang didapat oleh pemain. Jumlah skor didapat dari pemain menemukan *treasure* dan *rare treasure*. Dan *survive* merupakan jumlah nyawa pemain yang tersisa, maksimal nyawa yang diperoleh adalah 2. Maksimal *treasure* dan *rare treasure* yang dapat diperoleh oleh pemain masing-masing 136 dan 10. Sedangkan total skor yang didapat merupakan jumlah skor yang dihitung dari jumlah pengambilan *treasure*, *rare treasure* dan jumlah *survive* atau nyawa yang tersisa. Total skor yang diinginkan merupakan jumlah skor yang bisa didapat oleh pemain. *Completeness* dapat ditulis ya jika jumlah skor pemain dan jumlah skor yang diinginkan memiliki jumlah yang sama. Pada validasi ini, perilaku pemain sangat penting dalam menentukan apakah validasi atau *completeness* dari suatu *game* sudah terpenuhi atau belum.

Pada penelitian ini akan menggunakan validasi *behavior* untuk menentukan tingkat *completeness* dengan cara membandingkan total skor yang didapat dengan minimal skor yang harus didapat. Tingkat *completeness* apakah skor selalu bisa dihabiskan oleh *enemy* atau tidak (Ahsani dkk., 2017).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Game* Yang Digunakan

Game yang akan di implementasikan adalah *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api dengan *software* Unity 3D. Berikut adalah ciri-ciri *game* yang akan dibuat

3.1.1 *Genre*

Terdapat banyak sekali *genre* pada *game*. *Genre game* yang digunakan pada penelitian ini adalah *game* edukasi. Dalam *game* ini terdapat unsur edukasi tentang bencana alam khususnya gempa bumi. *Game* edukatif adalah permainan yang dirancang atau dibuat untuk merangsang daya pikir termasuk meningkatkan konsentrasi dan memecahkan masalah. Dari pengertian di atas *game* edukasi adalah *game* yang fokus utamanya yaitu sebagai sarana pembelajaran, didalam *game* terdapat materi-materi yang dapat menambah wawasan pemain, serta dapat melatih daya pikir dan konsentrasi untuk menentukan solusi dari sebuah masalah.

3.1.2 *Setting Tempat*

Game yang digunakan pada penelitian ini terdapat 3 tempat. Ketiga tempat itu adalah ruang kelas, perpustakaan, dan lapangan sekolah.

3.1.3 *Metode yang digunakan*

Pada *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api ini menggunakan metode *Fisher Yates Shuffle*. Metode *Fisher Yates Shuffle* adalah sebuah metode untuk menghasilkan suatu permutasi acak dari suatu himpunan.

3.1.4 Alat yang digunakan

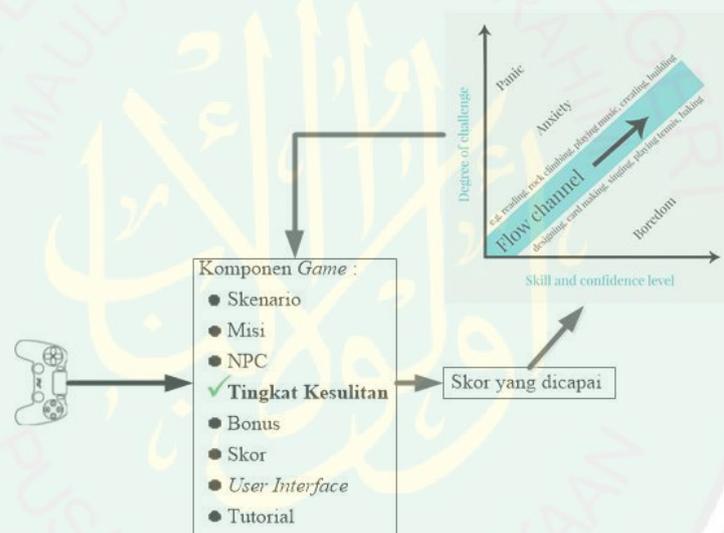
Alat yang digunakan dalam pembuatan *game* ini adalah Unity 3d versi Unity 2018.2.12f1 (64-bit).

3.1.5 Sudut Pandang

Pada *game* ini menganut sudut pandang orang ketiga untuk karakter utamanya.

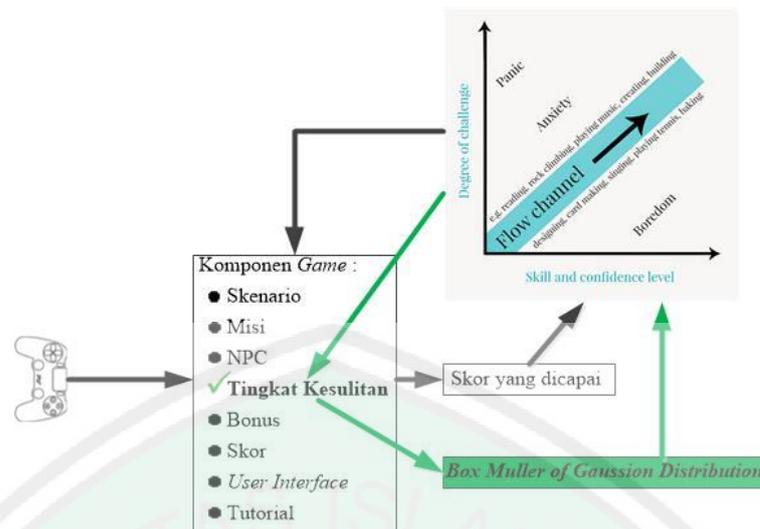
3.2 Desain Alur *Game*

Desain alur *game* pada penelitian ini akan menggunakan desain seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Alur

Dalam *game* pembelajaran mitigasi bencana api yang akan diimplementasikan dengan metode *Box Muller of Gaussian Distribution* memiliki desain alur *game* seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Fokus penelitian

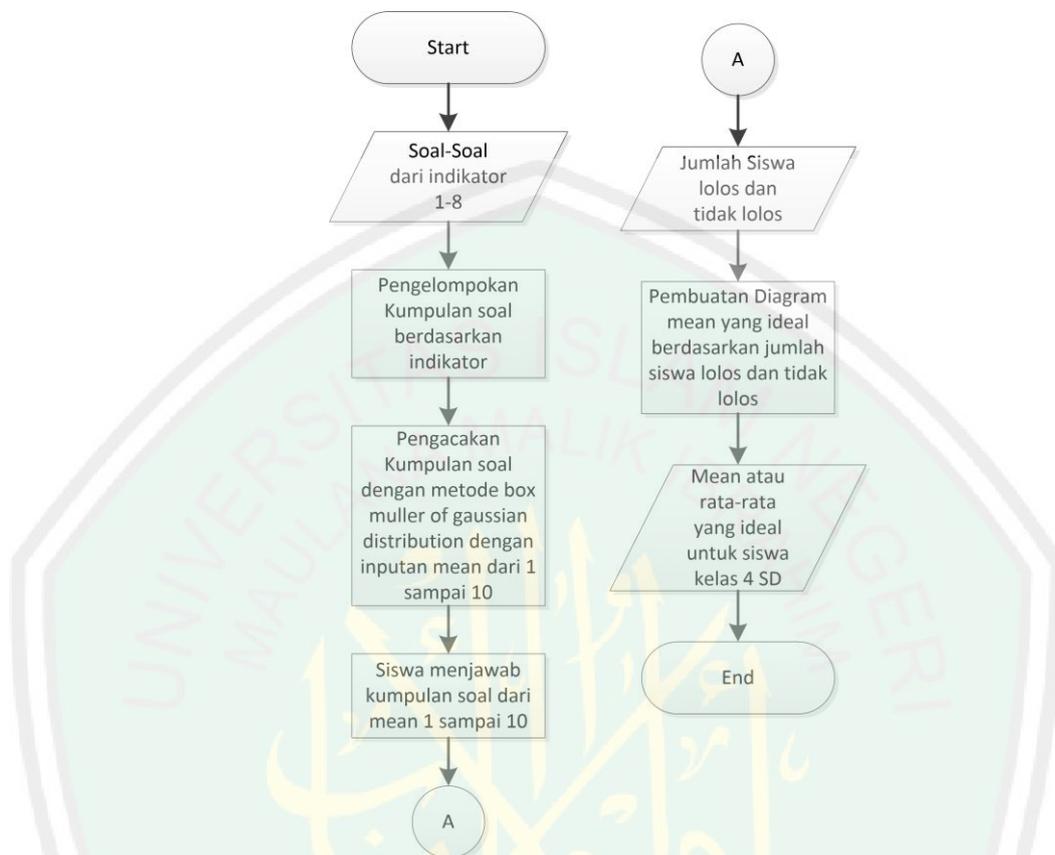
Pada penelitian ini berfokus pada implementasi metode *Box Muller of Gaussian Distribution* pada proses penentuan tingkat kesulitan atau yang ditandai dengan warna hijau pada Gambar 3.2. Dari Gambar 3.2 tingkat kesulitan akan diatur supaya tidak mendekati antara *boredom* dan *panic* serta *anxiety*. Jadi pemain tidak akan merasa bosan, panic, dan gelisah saat tingkat kesulitan *game* yang dimainkan tidak sesuai dengan kemampuannya baik lebih rendah atau lebih tinggi. Dalam penelitian ini tingkat kesulitan yang akan diatur adalah untuk mengatur kumpulan soal yang akan muncul dalam *game*.

3.3 Tingkat Kesulitan level

Pada *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api memiliki desain tingkat kesulitan yaitu pemain akan mencari beberapa buku, kemudian akan muncul pertanyaan dari masing-masing buku tersebut. Pertanyaan yang akan muncul akanurut dari indikator pertama sampai terakhir, sehingga pemain dapat merasa bosan karena pertanyaan yang akan muncul dapat ditebak oleh pemain.

Desain tingkat kesulitan *game* yang akan dibuat dalam penelitian ini adalah seperti pada Gambar 3.2. Dalam penentuan tingkat kesulitan menggunakan *Box*

Muller of Gaussian Distribution setiap siswa memiliki tingkat kesulitan berbeda-beda.



Gambar 3. 3 Penentuan Kesulitan Game

Pada penelitian ini menggunakan 5 soal tentang materi IPA kelas 4, pada 5 soal tersebut terdapat 3 tingkat kesulitan yaitu *easy*, *normal*, dan *hard*. Tiap tingkat kesulitan soal tersebut memperoleh skor yang berbeda-beda, *easy* mendapatkan skor 15, *normal* mendapatkan skor 20, dan *hard* mendapatkan skor 30. Pemain dapat melanjutkan ke level selanjutnya jika pemain mendapatkan total skor di atas atau sama dengan 75. Namun jika pemain mendapatkan total skor kurang dari 75 maka pemain akan mengulang *stage* ini dengan menjawab 5 pertanyaan lain yang akan diacak dengan menggunakan metode *Box Muller*.

Berikut adalah detail dari desain kesulitan yang akan digunakan.

Q5 : if $71 < \text{total skor} \leq 100$

Q4 : if $61 < \text{total skor} \leq 70$

Q3 : if $31 < \text{total skor} \leq 50$

Q2 : if $16 < \text{total skor} \leq 30$

Q1 : if $\text{total skor} \leq 15$

Sebagai contoh, pemain A menjawab dengan benar dua pertanyaan dari lima pertanyaan dengan tingkat kesulitan normal maka pemain A mendapatkan total skor 40. Total skor 40 maka dapat dikatakan pemain di klasifikasikan menjadi Q3 dengan interval $31 < \text{total skor} \leq 50$. Dari aturan yang sudah dibuat jika pemain mendapatkan total skor di bawah 75 maka pemain akan mengulang stage ini.

Pada *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api terdapat 3 *level*, yang membedakan antara tiap *level* pada *game* yaitu tempat atau latarnya. *Level* pertama berada di perpustakaan, *level* kedua berada dikelas dan *level* ketiga berada diruang guru.

Dari Gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa penentuan tingkat kesulitan *game* pada penelitian ini langkah pertama yaitu pengumpulan soal-soal berdasarkan 8 indikator. Berikut ini merupakan 8 indikator soal-soal yang akan muncul.

1. Menjelaskan pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan.
2. Menjelaskan tipe-tipe gunung api.
3. Mendemonstrasikan proses erupsi gunung api.
4. Mengidentifikasi berbagai dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api.

5. Menjelaskan bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api.
6. Mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana.
7. Mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana sebelum terjadi erupsi gunung api.
8. Mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api.

Langkah kedua pengelompokan soal-soal berdasarkan indikator menjadi kumpulan soal. Indikator 1 sampai 4 merupakan indikator yang akan muncul pada *level 1*. Indikator 5 sampai 8 merupakan indikator yang akan muncul pada *level 2*. Sedangkan pada *level 3* merupakan gabungan dari indikator 1 sampai 8. Setelah pengelompokan selesai, kumpulan soal ini akan diacak oleh *Box Muller of Gaussian Distribution* untuk mencari mean / rata-rata yang ideal untuk ditampilkan kedalam *game*. Pada proses pengacakan ini *mean* dari algoritma *box muller* akan diganti dari 1 sampai 10. Setiap nilai *mean* yang diubah akan menghasilkan kumpulan soal yang berbeda. Satu siswa dengan siswa lain tingkat kesulitannya akan berbeda, tergantung dengan tingkat kemampuan siswa dalam menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan yang akan muncul pada *game*. Setelah diketahui jumlah lolos menuju level selanjutnya atau tidak maka dapat ditentukan *mean* yang ideal dari siswa tersebut dengan cara membuat diagram dari data jumlah lolos dan tidak lolos. *Mean* tersebut merupakan tingkat kesulitan pada *game* untuk siswa kelas 4 SD yang akan dimasukkan kedalam *game*.

Berikut ini adalah contoh pelaksanaan pada penelitian ini. Pada contoh kali ini pemain akan menyelesaikan 5 soal, masing-masing soal terdapat 2 soal mudah, 2 soal normal, dan 1 soal sulit. Terdapat 5 *mean* / tingkat kesulitan yang akan dicoba

oleh pemain, tiap satu *mean* akan dilakukan oleh 3 pemain. Setelah pemain menjawab semua soal yang muncul maka dapat dibuat diagram seperti Gambar 3.3.



Gambar 3. 4 Contoh *Mean* yang Ideal

Perhitungan untuk menentukan diagram pada Gambar 3.3 di atas adalah.

Tabel 3. 1 Contoh Perhitungan Mencari Nilai *Mean*

	lolos	tidak lolos
1μ	0	3
2μ	0	3
3μ	1	2
4μ	3	0
5μ	3	0

Dari contoh perhitungan pada tabel 3.1 di atas dapat dibuat diagram seperti Gambar 3.4. Dari Gambar 3.4 dan tabel 3.1 dapat dilihat bahwa *mean*(μ) yang ideal adalah sekitar $\mu=3$ (pada garis tengah). Pada Gambar 3.4, μ pada sumbu *horisontal* merupakan “jenis soal” yang merupakan kombinasi untuk menentukan 5 soal yang terdiri dari soal *easy*, *normal*, dan *hard*. Sedangkan angka 0 sampai 4 pada sumbu *vertikal* menyatakan “Frekuensi” lolos atau tidak lolos. Dari Gambar 3.4 dapat ditarik kesimpulan bahwa distribusi yang ideal adalah dengan mean (μ) = 3 dan

standard deviasi (σ) = 1.5. Kemudian nilai *mean* dan standar deviasi ini akan dimasukkan kedalam *game*.

3.3.1 Tempat Perpustakaan

Di perpustakaan akan terdapat soal-soal tentang materi IPA kelas 4 dengan indikator 1 sampai 4. Indikator pertama menjelaskan pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan. Indikator kedua menjelaskan tipe-tipe gunung api. Indikator ketiga mendemonstrasikan proses erupsi gunung api. Indikator keempat mengidentifikasi berbagai dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api.

Tabel 3. 2 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 1 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan Soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A1	15
Q2			A2	15
Q3			A3	15
Q4	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B1	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C1	30

Pada Tabel 3.2 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara -0.7 sampai 0.5. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan

tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 3 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 1 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan Soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A4	15
Q2			A5	15
Q3			A6	15
Q4	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B2	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C2	30

Pada Tabel 3.3 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 0.6 sampai 2.1. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 4 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 2 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A7	15
Q2			A8	15
Q3	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B3	20
Q4			B4	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C3	30

Pada Tabel 3.4 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 2.2 sampai 2.9. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 5 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 2 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A9	15
Q2			A10	15
Q3			B5	20

Q4	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B6	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C4	30

Pada Tabel 3.5 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 3.0 sampai 4.1. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 6 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 3 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A11	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B7	20
Q3			B8	20
Q4			B9	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C5	30

Pada Tabel 3.6 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 4.2 sampai 4.9. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 85. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 7 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 3 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A12	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B10	20
Q3			B11	20
Q4			B12	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C6	30

Pada Tabel 3.7 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 5.0 sampai 6.0. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan

benar maka skor yang didapat yaitu 85. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 8 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 4 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A13	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B13	20
Q3			B14	20
Q4	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C7	30
Q5			C8	30

Pada Tabel 3.8 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 6.1 sampai 6.9. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 95. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 9 Pengelompokan Soal di Perpustakaan Buku 4 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	pengaruh faktor penyebab perubahan lingkungan terhadap daratan	A14	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	tipe-tipe gunung api dan proses erupsi gunung api	B15	20
Q3			B16	20
Q4	Soal dengan kesulitan sulit	dampak yang ditimbulkan dari erupsi gunung api	C9	30
Q5			C10	30

Pada Tabel 3.9 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 7.0 sampai 10.0. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 95. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

3.3.2 Tempat Kelas

Di kelas akan terdapat soal-soal tentang materi IPA kelas 4 dengan indikator 5 sampai 8. Indikator kelima menjelaskan bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api. Indikator keenam mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana. Indikator ketujuh mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana sebelum terjadi erupsi gunung api. Indikator kedelapan mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api.

Tabel 3. 10 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas buku 1 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan Soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A1	15
Q2			A2	15
Q3			A3	15
Q4	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B1	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C1	30

Pada Tabel 3.10 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara -0.7 sampai 0.5 . Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 11 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 1 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan Soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A4	15
Q2			A5	15
Q3			A6	15

Q4	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B2	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C2	30

Pada Tabel 3.11 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 0.6 sampai 2.1. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 12 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas buku 2 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A7	15
Q2			A8	15
Q3	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B3	20
Q4			B4	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C3	30

Pada Tabel 3.12 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 2.2 sampai 2.9. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 13 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 2 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A9	15
Q2			A10	15
Q3	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B5	20
Q4			B6	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C4	30

Pada Tabel 3.13 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 3.0 sampai 4.1. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan

benar maka skor yang didapat yaitu 80. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 14 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 3 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A11	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B7	20
Q3			B8	20
Q4			B9	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C5	30

Pada Tabel 3.14 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 4.2 sampai 4.9. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 85. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 15 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 3 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A12	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B10	20
Q3			B11	20
Q4			B12	20
Q5	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C6	30

Pada Tabel 3.15 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 5.0 sampai 6.0. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 85. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 16 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 4 versi 1

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A13	15
Q2			B13	20

Q3	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B14	20
Q4	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C7	30
Q5			C8	30

Pada Tabel 3.16 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 6.1 sampai 6.9. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 95. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

Tabel 3. 17 Pengelompokan Soal di Ruang Kelas Buku 4 versi 2

Nama	Deskripsi			Skor
	Tingkat Kesulitan soal	Indikator	Nomor Soal	
Q1	Soal dengan kesulitan mudah	bahaya yang ditimbulkan dari adanya erupsi gunung api	A14	15
Q2	Soal dengan kesulitan normal	langkah-langkah mitigasi bencana dan sebelum terjadi erupsi gunung api	B15	20
Q3			B16	20
Q4	Soal dengan kesulitan sulit	langkah-langkah mitigasi bencana pada saat terjadi erupsi gunung api	C9	30
Q5			C10	30

Pada Tabel 3.18 merupakan pengelompokan soal yang akan muncul jika perhitungan *Box Muller of Gaussian Distribution* antara 7.0 sampai 10.0. Misal pemain pertama menjawab soal Q1, Q4, dan Q5 dengan benar maka jumlah skor yang didapat yaitu 65. Karena skor yang didapat dibawah 75, pemain dinyatakan tidak lolos dalam misi, pemain memiliki pilihan dapat menyelesaikan soal lain atau dapat menyerah. Jika pemain kedua menjawab soal Q1, Q2, Q4, dan Q5 dengan benar maka skor yang didapat yaitu 95. Karena skor pemain kedua di atas 75 maka pemain dapat melanjutkan ke misi selanjutnya.

3.3.3 Tempat Ruang Guru

Di ruang guru akan terdapat soal-soal tentang materi IPA kelas 4 dengan indikator 1 sampai 8. Pengelompokan soal di ruang guru sama dengan pengelompokan soal di perpustakaan dan ruang kelas. Pada ruang guru ini soal yang muncul adalah gabungan dari soal yang ada di perpustakaan dan di ruang kelas.

3.4 Proses Validasi

Untuk proses validasi apakah *mean* / tingkat kesulitan yang didapat pada Gambar 3.4 adalah benar, maka akan dicek kebenarannya dengan validasi *behavior*. Pada validasi *behavior* ini akan membandingkan jumlah skor yang didapat pemain dengan jumlah minimum skor yang harus didapat. Pada penelitian ini jumlah skor yang ada yaitu 100, jadi yang akan dibandingkan dalam validasi ini adalah skor yang diinginkan dan skor yang didapat pemain dalam bermain *game*. Jika proses validasi pada penelitian ini menghasilkan skor yang harus didapat adalah 100, maka dapat dikatakan tingkat kesulitan yang didapat adalah benar.

Tabel 3. 18 Validasi tingkat kesulitan

Percobaan	Skor yang diinginkan	Skor yang didapat	<i>Completeness</i>
1	100	100	ya
2	100	100	ya
3	100	100	ya
4	100	100	ya
5	100	100	ya

Dari tabel 3.19 dapat dilihat bahwa skor yang didapat oleh pemain sudah melebihi skor yang diinginkan. Proses validasi tingkat kesulitan pada penelitian ini dikatakan benar jika skor yang didapat oleh pemain dibandingkan skor yang diinginkan. Pada tabel 3.19 juga dapat ditarik kesimpulan bahwa Gambar 3.4 merupakan *mean* / tingkat kesulitan yang ideal untuk pemain dalam menyelesaikan misi / *level* selanjutnya.

Dengan adanya *mean* / rata-rata yang ideal seperti Gambar 3.4 maka dapat mempermudah pemain dalam menyelesaikan soal-soal yang muncul. Misal pemain pertama menjawab soal buku 1 versi 1 dengan benar semua maka pemain dapat melanjutkan misi dan menjawab soal selanjutnya dengan pengelompokan buku ketiga versi 1. Selanjutnya pemain kedua menjawab soal buku 3 versi 1 tetapi pemain kedua hanya menjawab 2 soal dengan benar, maka soal yang akan muncul selanjutnya akan menjadi soal buku 2 versi 1. Jadi skor yang didapat akan mendekati skor yang diinginkan.

3.5 Perhitungan manual *Box Muller of Distribution Gaussian*

Pada perhitungan manual di bawah ini merupakan contoh perhitungan dari *pseudocode* yang tertulis di bab 2. Tahap pertama perhitungan manualnya adalah

membangkitkan nilai acak u dan v pada interval $[-1, 1]$. Pada tahap ini akan dilakukan 10 kali percobaan dengan $s < 1$ pertama, angka yang keluar dari perintah.

```
u = (2.0 * rand(1.0)) - 1.0;
v = (2.0 * rand(1.0)) - 1.0;
```

Tabel 3. 19 Nilai bilangan acak

NO	U	V
1	0.264718492	-0.80491919
2	-0.443003562	0.093763038
3	0.914333896	-0.029248703
4	0.600560938	-0.716227323
5	-0.156477435	0.83147105
6	0.311481398	-0.928576643
7	0.35747031	0.515480261
8	0.486264936	-0.215545961
9	0.310955578	-0.657626624
10	0.389657246	-0.36580104

Setelah bilangan acak u dan v sudah ditentukan maka mencari nilai s dengan rumus $s = u^2 + v^2$. Nilai s harus < 1 .

Tabel 3. 20 Perhitungan Nilai s

No	S
1	0.717970783
2	0.205043664
3	0.836861961
4	0.873655018
5	0.715829295
6	0.959275243

7	0.393504922
8	0.28291365
9	0.529166274
10	0.28564317

```

s = u*u + v*v;

if s<=1.0
    fprintf('Lanjut langkah 4\n');
    akar =log(s);

    s2 = sqrt( (-2.0 * akar) / s );

    z0=u*s2;
    z1=v*s2;

    fprintf('%d\n',round(z0));
    fprintf('%d\n',round(z1));
else
    fprintf('Tidak bisa lanjut\n');
end

```

dari kode di atas dapat di hasilkan angka z0 dan z1.

Tabel 3. 21 Nilai z0 dan z1

Dari subbab 3.4 ini dapat dibuat diagram *Normal Distribution* atau *Gaussian*

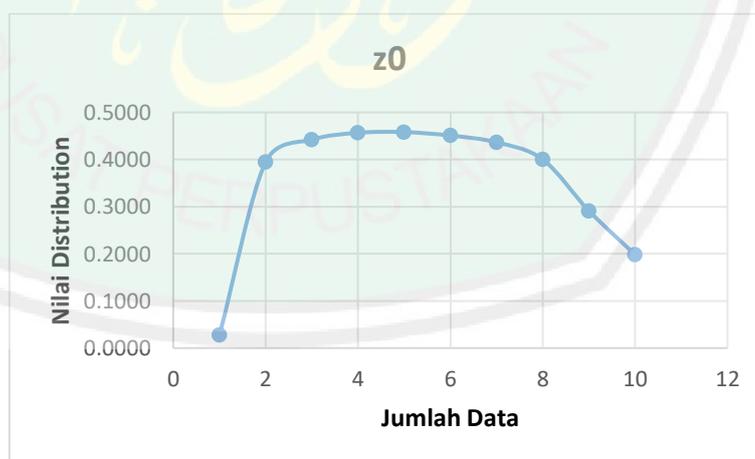
No	z0	z1
1	0.254316136	-0.77328915
2	-1.741604717	0.368615884
3	0.596513342	-0.019081915
4	0.333949698	-0.398267491
5	-0.151230356	0.803589752
6	0.091707171	-0.273393973
7	0.778290917	1.122313082
8	1.452767867	-0.643966329
9	0.482281473	-0.643966329
10	1.154153122	-1.083491753

Distribution kedalam MS.Excel seperti gambar 3.22 dan 3.23 di bawah.

Tabel 3. 22 Perhitungan z0 untuk menampilkan diagram

No	data asli	<i>Normal distribution</i>	<i>Average</i>	standar deviasi
1	-1.7416	0.0274	0.3251	0.870532213
2	-0.1512	0.3946	0.3251	0.870532213
3	0.0917	0.4421	0.3251	0.870532213
4	0.2543	0.4568	0.3251	0.870532213
5	0.3339	0.4583	0.3251	0.870532213
6	0.4823	0.4509	0.3251	0.870532213
7	0.5965	0.4365	0.3251	0.870532213
8	0.7783	0.4002	0.3251	0.870532213
9	1.1542	0.2912	0.3251	0.870532213
10	1.4528	0.1980	0.3251	0.870532213

Data asli merupakan data yang diambil dari data z0 yang sudah di urutkan dari kecil ke besar. *Average* merupakan mean dari data asli dengan rumus =Average(data awal : data akhir). Standar deviasi merupakan standar deviasi dari data asli dengan rumus =STDEV(data awal : data akhir). Dan kolom *Normal Distribution* merupakan angka yang akan ditampilkan pada gambar 3.5 di bawah. Kolom *Normal distribusi* dapat diselesaikan dengan rumus =NORM.DIST(data pertama, mean, standard_dev, cumulative).



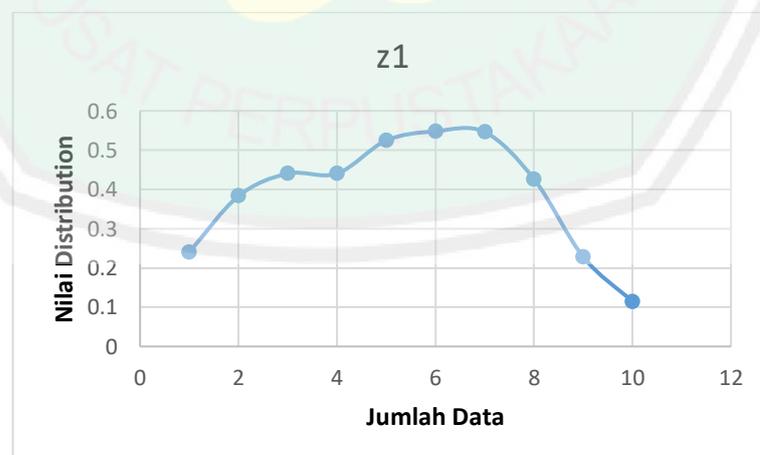
Gambar 3. 5 Diagram Normal Distribusi z0

Selanjutnya untuk data z1 juga sama akan dibuat diagram sesuai dengan data z0.

Tabel 3. 23 perhitungan z1 untuk menampilkan diagram

No	data asli	<i>Normal distribution</i>	<i>Average</i>	standar deviasi
1	-1.0835	0.240391114	-0.1541	0.7179
2	-0.7733	0.383090008	-0.1541	0.7179
3	-0.6440	0.440277753	-0.1541	0.7179
4	-0.6440	0.440277753	-0.1541	0.7179
5	-0.3983	0.524456828	-0.1541	0.7179
6	-0.2734	0.548064599	-0.1541	0.7179
7	-0.0191	0.545944346	-0.1541	0.7179
8	0.3686	0.426303022	-0.1541	0.7179
9	0.8036	0.228260427	-0.1541	0.7179
10	1.1223	0.114404246	-0.1541	0.7179

Data asli merupakan data yang diambil dari data z1 yang sudah di urutkan dari kecil ke besar. *Average* merupakan mean dari data asli dengan rumus $=\text{Average}(\text{data awal} : \text{data akhir})$. Standar deviasi merupakan standar deviasi dari data asli dengan rumus $=\text{STDEV}(\text{data awal} : \text{data akhir})$. Dan kolom *Normal Distribution* merupakan angka yang akan ditampilkan pada gambar 3.6 di bawah. Kolom *Normal distribusi* dapat diselesaikan dengan rumus $=\text{NORM.DIST}(\text{data pertama}, \text{mean}, \text{standard_dev}, \text{cumulative})$.



Gambar 3. 6 Diagram Normal Distribusi z1

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang percobaan serta pengujian hasil implementasi metode *Box Muller of Gaussian Distribution* kedalam *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api. Uji coba dilaksanakan supaya dapat mengetahui tingkat kesulitan yang diterapkan sudah sesuai dengan kemampuan pemain. Hal tersebut bertujuan supaya dapat menghasilkan saran dan kesimpulan sebagai acuan pengembangan *game*.

4.1 Implementasi

Merupakan langkah untuk penerapan rancangan yang telah dibuat pada bab III kedalam *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api. Setelah proses ini dapat dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah metode *Box Muller of Gaussian Dstribution* dapat berjalan sesuai dengan perancangan sebelumnya.

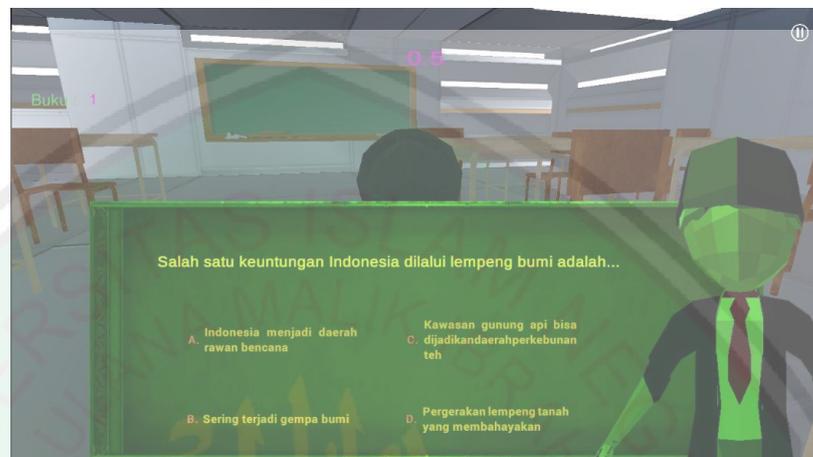
4.1.1 Implementasi Antramuka soal pada tiap ruang

Dalam *game* ini terdapat 3 ruang berbeda. Tiap ruang terdapat soal yang harus dijawab oleh pemain untuk menuju *level* selanjutnya. Pada ruang perpustakaan dan ruang kelas terdapat 4 buku, masing-masing buku terdapat materi dan soal yang harus dijawab oleh pemain. 4 buku itu sendiri dibedakan dengan warna *background* soal. Soal pada buku 1 atau soal yang sangat mudah warna *background* soal hijau. Soal pada buku 2 atau soal mudah warna *background* soal biru. Soal pada buku 3 atau soal normal warna *background* soal kuning. Soal pada buku 4 atau soal sulit warna *background* soalnya merah.

4.1.1.1 Tampilan Pertanyaan di ruang kelas

Berikut ini merupakan tampilan pertanyaan pada *level 1*, bertempat di ruang kelas

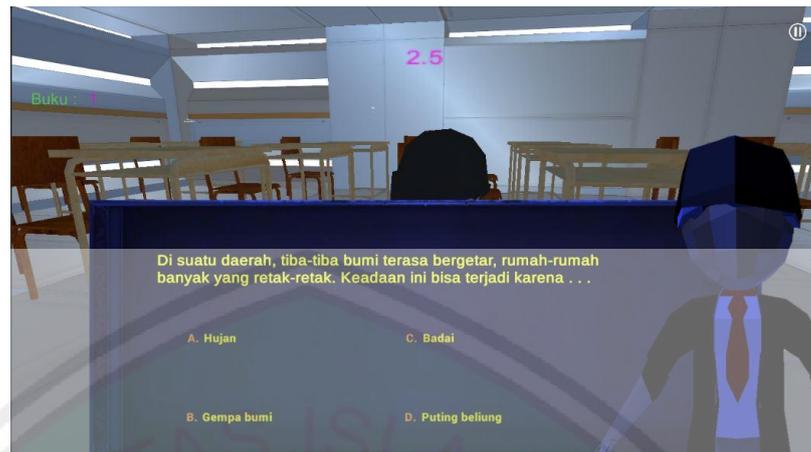
4.1.1.1.1 Tampilan Pertanyaan Buku pertama



Gambar 4. 1 Tampilan pertanyaan buku pertama di kelas

Pada Gambar 4.1 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku pertama di kelas. Dalam buku pertama ini soal yang muncul masing-masing terdapat 3 soal mudah, 1 soal normal, dan 1 soal sulit. *Background* pertanyaan pada buku pertama adalah hijau. Pada buku pertama terdapat pertanyaan dengan kesulitan mudah.

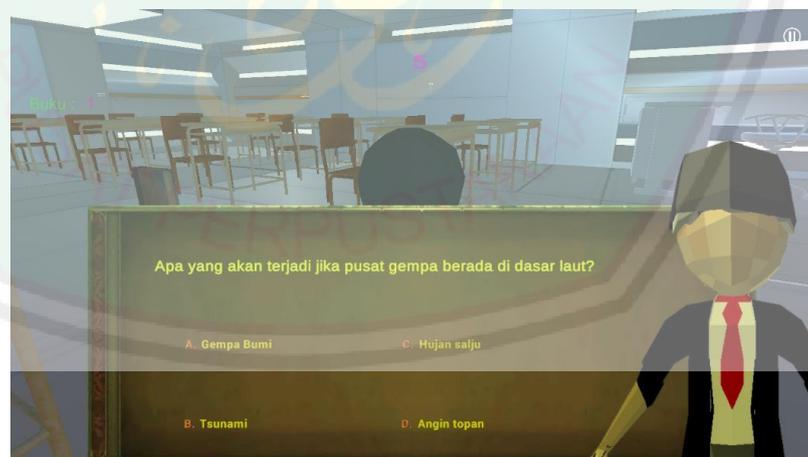
4.1.1.1.2 Tampilan Pertanyaan Buku kedua



Gambar 4. 2 Tampilan pertanyaan buku kedua di kelas

Pada Gambar 4.2 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku kedua di kelas. Dalam buku kedua ini soal yang muncul masing-masing terdapat 2 soal mudah, 2 soal normal, dan 1 soal sulit. Background pertanyaan pada buku kedua adalah biru. Pada buku kedua terdapat pertanyaan dengan kesulitan antara mudah dan normal.

4.1.1.1.3 Tampilan Pertanyaan Buku ketiga



Gambar 4. 3 Tampilan pertanyaan buku ketiga di kelas

Pada Gambar 4.3 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku ketiga di kelas. Dalam buku ketiga ini soal yang muncul masing-masing

terdapat 1 soal mudah, 3 soal normal, dan 1 soal sulit. Background pertanyaan pada buku ketiga adalah kuning. Pada buku ketiga terdapat pertanyaan dengan kesulitan normal.

4.1.1.1.4 Tampilan Pertanyaan Buku keempat



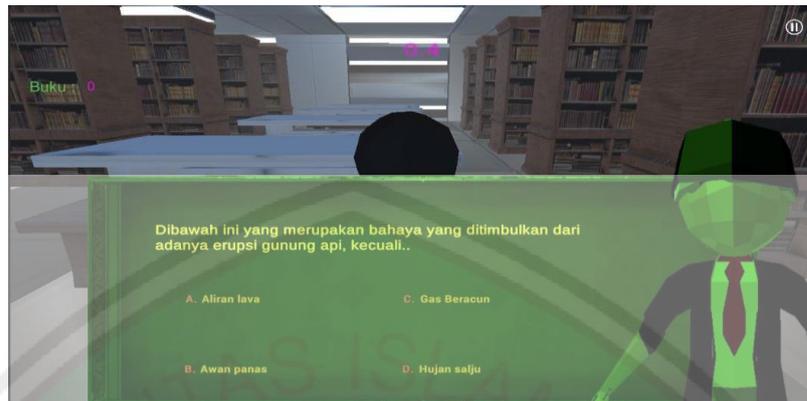
Gambar 4. 4 Tampilan pertanyaan buku keempat di kelas

Pada Gambar 4.4 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku keempat di kelas. Dalam buku keempat ini soal yang muncul masing-masing terdapat 1 soal mudah, 2 soal normal, dan 2 soal sulit. Background pertanyaan pada buku ketiga adalah merah. Pada buku keempat terdapat pertanyaan dengan kesulitan sulit.

4.1.1.2 Tampilan Pertanyaan di Perpustakaan

Berikut ini merupakan tampilan pertanyaan pada *level 2*, bertempat di ruang perpustakaan

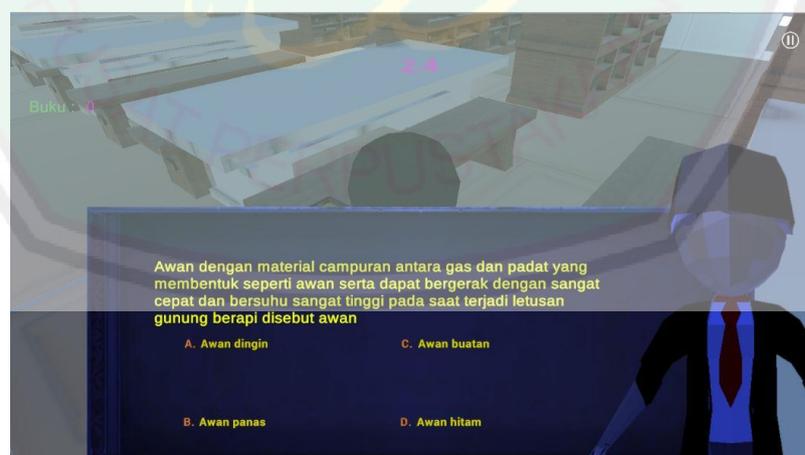
4.1.1.2.1 Tampilan Pertanyaan Buku Pertama



Gambar 4. 5 Tampilan pertanyaan buku pertama di perpustakaan

Pada Gambar 4.5 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku pertama di perpustakaan. Dalam buku pertama ini soal yang muncul masing-masing terdapat 3 soal mudah, 1 soal normal, dan 1 soal sulit. *Background* pertanyaan pada buku pertama adalah hijau. Pada buku pertama terdapat pertanyaan dengan kesulitan mudah.

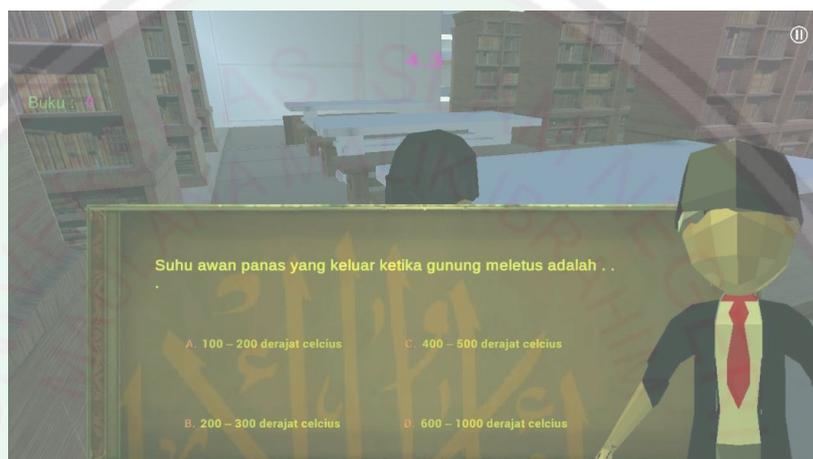
4.1.1.2.2 Tampilan Pertanyaan Buku Kedua



Gambar 4. 6 Tampilan pertanyaan buku kedua di perpustakaan

Pada Gambar 4.6 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku kedua di perpustakaan. Dalam buku kedua ini soal yang muncul masing-masing terdapat 2 soal mudah, 2 soal normal, dan 1 soal sulit. Background pertanyaan pada buku kedua adalah biru. Pada buku kedua terdapat pertanyaan dengan kesulitan antara mudah dan normal.

4.1.1.2.3 Tampilan Pertanyaan Buku Ketiga



Gambar 4. 7 Tampilan pertanyaan buku ketiga di perpustakaan

Pada Gambar 4.7 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku ketiga di perpustakaan. Dalam buku ketiga ini soal yang muncul masing-masing terdapat 1 soal mudah, 3 soal normal, dan 1 soal sulit. Background pertanyaan pada buku ketiga adalah kuning. Pada buku ketiga terdapat pertanyaan dengan kesulitan normal.

4.1.1.2.4 Tampilan Pertanyaan buku Keempat



Gambar 4. 8 Tampilan pertanyaan buku keempat perpustakaan

Pada Gambar 4.8 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal pada buku keempat di perpustakaan. Dalam buku keempat ini soal yang muncul masing-masing terdapat 1 soal mudah, 2 soal normal, dan 2 soal sulit. Background pertanyaan pada buku ketiga adalah merah. Pada buku keempat terdapat pertanyaan dengan kesulitan sulit.

4.1.1.3 Tampilan Pertanyaan di Ruang Guru



Gambar 4. 9 Tampilan pertanyaan di ruang guru

Pada Gambar 4.9 merupakan tampilan jika pemain akan menjawab soal di ruang guru. Di ruang guru ini pemain akan menjawab satu kumpulan soal saja. Jika tingkat kesulitan soal sulit maka *background* soal berwarna merah, jika tingkat kesulitan soal normal maka *background* soal berwarna kuning, jika tingkat kesulitan soal antara normal dan mudah maka *background* soal berwarna biru, jika tingkat kesulitan soal mudah maka *background* soal berwarna hijau.

4.1.1.4 Tampilan Antarmuka saat Misi Berhasil



Gambar 4. 10 Tampilan misi berhasil

Pada Gambar 4.10 adalah tampilan dimana pemain mendapatkan skor di atas 75. Jika pemain mendapatkan skor lebih dari 75 maka pemain dapat melanjutkan misi selanjutnya yaitu mencari buku yang lain. Pada antarmuka misi berhasil hanya ada tombol oke, dan otomatis harus mencari buku yang lain.

4.1.1.5 Tampilan Antarmuka saat Misi Gagal



Gambar 4. 11 Tampilan misi gagal

Pada Gambar 4.11 adalah tampilan dimana pemain mendapatkan skor dibawah 75. Jika pemain mendapatkan skor kurang dari 75 maka tampilan yang muncul akan seperti gambar di atas. Hanya ada tombol coba lagi dan menyerah. Tombol coba lagi jika ditekan maka akan mengacak kumpulan soal untuk ditampilkan, setiap kumpulan soal yang muncul tidak akan muncul kembali. Jika tombol menyerah ditekan maka pemain harus mencari buku lain atau mengulang buku tersebut dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul dengan benar.

4.2 Skenario Pengujian

Pengujian akan dilakukan dengan murid kelas 4 SD. Pada awal permainan murid akan mengisi nama atau *username* dalam *game*. Setelah pemain menulis *username*, pemain diharuskan mencari 4 buku yang sudah diberi materi dan harus menjawab pertanyaan dengan benar. Jika pemain menemukan buku pertama maka pemain harus mempelajari materi yang akan muncul, setelah itu pemain harus menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul dengan benar dan harus mendapatkan skor di atas 75 untuk dapat mencari buku yang lain. Tetapi jika skor

pemain pada buku pertama dibawah 75 maka harus mengulangi pertanyaan atau mencari buku yang lain dengan cara menekan tombol menyerah.

Terdapat 3 level pada *game* ini. Level 1 dan 2 jumlah pertanyaan yang disediakan adalah 40 soal. Terdapat 14 soal mudah, 16 soal normal dan 10 soal sulit. Sedangkan level 3 jumlah soalnya merupakan gabungan dari level 1 dan 2.

10 murid kelas 4 SD akan mencoba menjawab pertanyaan yang sudah diacak dengan *Box Muller Of Gaussian Distribution*. Pengujian akan dilakukan dengan 10 kali percobaan. Tiap percobaan pada proses pengacakan dengan *Box Muller Of Gaussain Distribution* akan dimasukkan mean atau rata-rata yang berbeda, yaitu *mean* 1-10. Setelah itu akan dicatat jumlah skor yang di atas 75 dan jumlah skor dibawah 75. Dari jumlah skor tersebut dapat menghasilkan mean/rata-rata idealnya untuk kesulitan siswa kelas 4 SD.

Selanjutnya *mean* atau rata-rata yang ideal tersebut akan dimasukkan kedalam *game* agar tingkat kesulitan dalam *game* sesuai dengan tingkat kemampuan murid kelas 4 SD. Tiap pemain memiliki tingkat kemampuan yang berbeda-beda, dengan adanya metode *Box Muller Of Gaussian Distribution* ini tingkat kesulitan dapat berganti dari tingkat yang paling sulit, atau berganti ketingkat yang paling mudah.

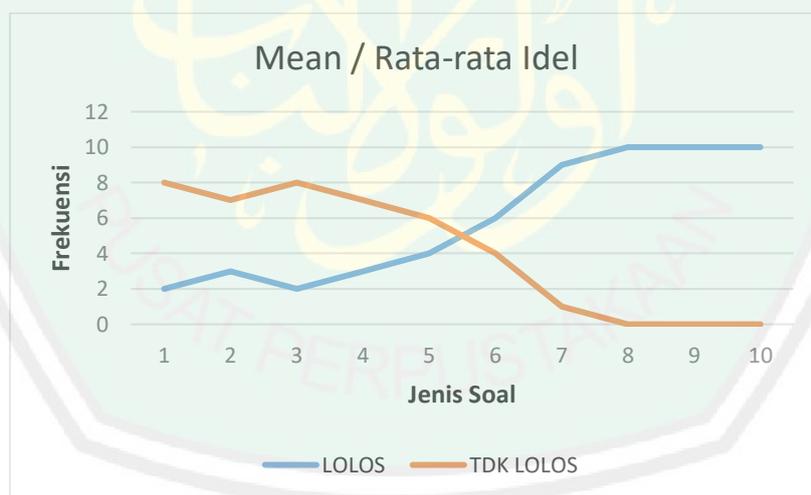
4.3 Hasil Pengujian

Pada pengujian ini digunakan untuk melihat sistem dalam menjalankan algoritma yang telah dibuat. Dari 10 kali percobaan yang dilakukan oleh siswa kelas 4 SD, diperoleh data seperti tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Jumlah lolos dan tidak lolos

	Lolos	Tidak Lolos
$\mu = 1$	2	8
$\mu = 2$	3	7
$\mu = 3$	2	8
$\mu = 4$	3	7
$\mu = 5$	4	6
$\mu = 6$	6	4
$\mu = 7$	9	1
$\mu = 8$	10	0
$\mu = 9$	10	0
$\mu = 10$	10	0

Pada tabel 4.1 merupakan hasil dari jumlah siswa yang lolos(skor di atas 75) dan tidak lolos(skor dibawah 75). Dari tabel 4.1 akan dibuat diagram jumlah skor berhasil dan jumlah skor gagal.



Gambar 4. 12 Mean/rata-rata ideal siswa kelas 4 SD

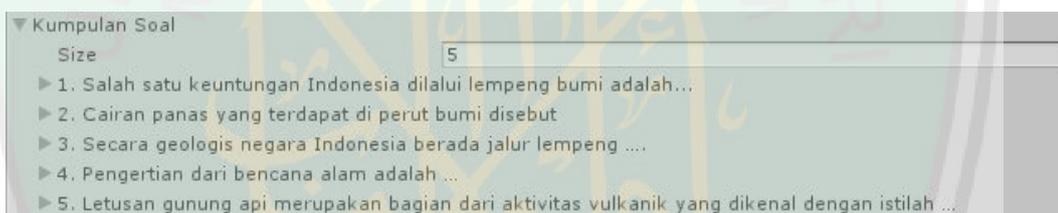
Pada Gambar 4.12 merupakan diagram untuk *mean* atau rata-rata yang ideal untuk murid kelas 4 SD. Dari Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa mean yang ideal adalah $\mu = 5,5$. Pada Gambar 4.12 μ pada sumbu horizontal merupakan “jenis soal” yang mempresentasikan 10 kombinasi 5 jenis soal (mudah, normal, dan sulit).

Sedangkan angka 0 – 12 pada sumbu vertikal menyatakan (frekuensi) lolos dan tidak lolos.

Setelah *mean*/rata-rata yang ideal ditentukan, rata-rata tersebut akan dimasukkan kedalam *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Alam Gunung Api. *Box Muller of Gaussian Distribution* akan melakukan pengacakan soal yang muncul sesuai dengan rata-rata ideal yang sebelumnya sudah dimasukkan.

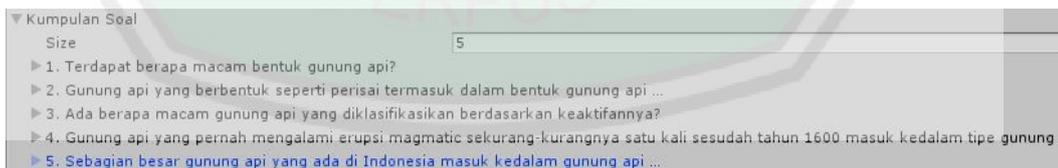
Pada pengujian kedua akan dilakukan untuk membandingkan soal yang muncul jika menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution* dan soal yang muncul tanpa menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution*.

Percobaan tanpa metode *Box Muller of Gaussian Distribution*.



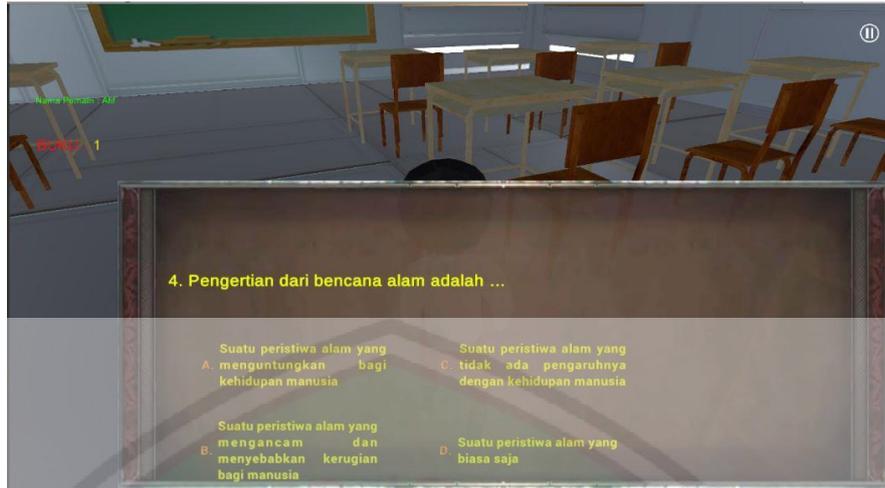
Gambar 4. 13 Kumpulan soal pada buku 1

Pada Gambar 4.13 merupakan soal pada buku pertama. Terdapat total 5 soal pada buku pertama.



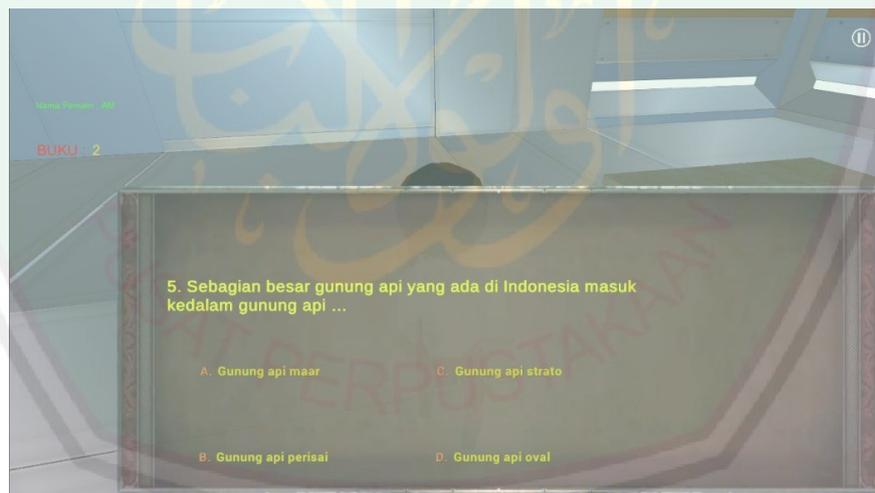
Gambar 4. 14 Kumpulan soal pada buku 2

Pada Gambar 4.14 merupakan soal pada buu kedua. Terdapat 5 soal pada buku kedua.



Gambar 4. 15 Soal yang tampil pada buku 1 (tanpa metode)

Pada Gambar 4.15 merupakan soal yang muncul jika buku 1 dibuka. Soal akan muncul sesuai dengan soal yang ada pada gambar 4.13. Karena tanpa *Box Muller of Gaussian Distribution* soal yang muncul akan sesuai dengan soal yang sudah ditentukan (Gambar 4.13).



Gambar 4. 16 Soal yang tampil pada buku 2 (tanpa metode)

Pada Gambar 4.16 merupakan soal yang muncul jika buku 2 dibuka. Soal akan muncul sesuai dengan soal pada gambar 4.14. Sama seperti penjelasan pada gambar 4.15, karena tanpa *Box Muller of Gaussian Distribution* soal yang muncul akan sesuai dengan soal yang sudah ditentukan (Gambar 4.14).

Percobaan dengan metode *Box Muller of Gaussian Distribution*.

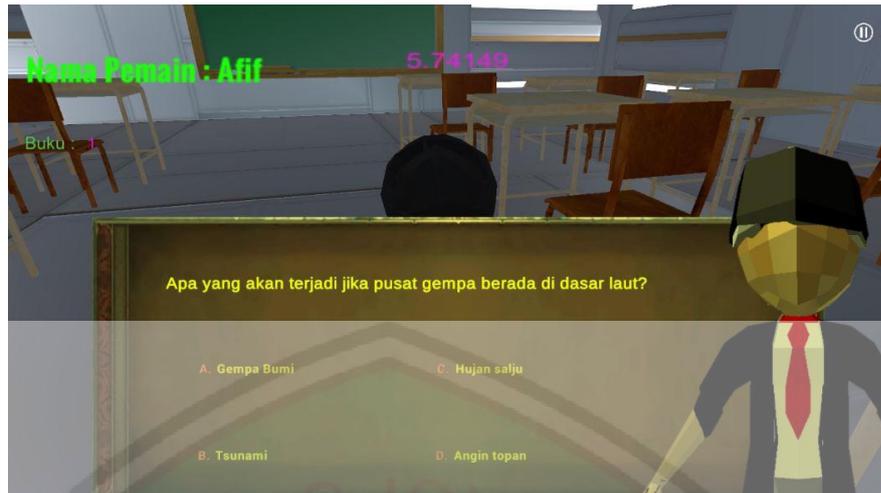


Gambar 4. 17 Kumpulan soal(1) pada tiap buku di level 1



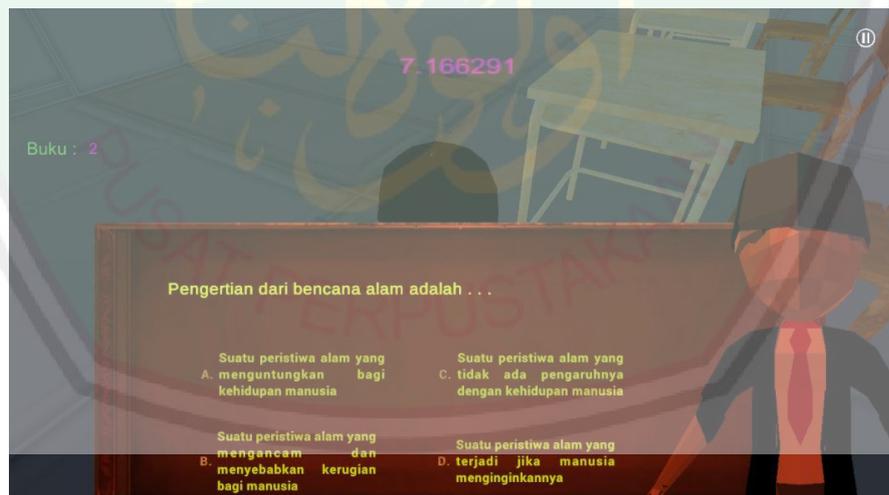
Gambar 4. 18 Kumpulan soal(2) pada tiap buku di level 1

Pada Gambar 4.17 dan 4.18 merupakan kumpulan soal yang ada pada level 1. Pada metode *Box Muller of Gaussian Distribution* kumpulan soal dari buku 1 sampai 4 akan dijadikan satu supaya lebih efisien dalam jumlah script yang dibuat.



Gambar 4. 19 Soal yang tampilan pada buku 1 (dengan metode)

Pada Gambar 4.19 merupakan soal yang muncul jika buku 1 pada *level* pertama dibuka. Soal akan acak sesuai dengan kumpulan soal pada gambar 4.17 dan 4.18. *Background* soal berwarna kuning, berarti soal yang muncul memiliki tingkat kesulitan normal atau jika disamakan dengan kumpulan tanpa metode *Box Muller of Gaussian Distribution* soal yang muncul seharusnya berada pada buku 3.



Gambar 4. 20 Soal yang tampilan pada buku 2 (dengan metode)

Pada Gambar 4.20 merupakan soal yang muncul jika buku 2 pada *level* pertama dibuka. Soal akan acak sesuai dengan kumpulan soal pada gambar 4.17 dan 4.18. *Background* soal berwarna merah, berarti soal yang muncul memiliki

tingkat kesulitan sulit atau jika disamakan dengan kumpulan tanpa metode *Box Muller of Gaussian Distribution* soal yang muncul seharusnya berada pada buku 4.

Jadi jika menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution* soal yang muncul akan acak sesuai dengan *output Box Muller of Gaussian Distribution*. Perbandingan jika *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api dengan menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution* dan tanpa metode *Box Muller of Gaussian Distribution* dapat dilihat ada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Perbandingan tampil dengan metode dan tanpa metode

Nomor		<i>Box Muller</i>	Tanpa <i>Box Muller</i>	Lebih unggul	Keterangan
1	<i>Scripts</i> soal	tiap level, 1 script (total 3 <i>scripts</i>)	tiap level, 4 script (total 9 <i>scripts</i>)	<i>Box Muller</i>	jumlah <i>scripts</i> mempengaruhi beban memori
2	Soal yang muncul	level 1, acak dari soal 1 sampai soal 4	level 1, sesuai buku yang ditemukan	<i>Box muller</i>	tidak mudah ditebak soal yang muncul
3	Backgr ound soal	4 warna	1 warna	<i>Box muller</i>	bervariasi

Pada tabel 4.2 merupakan perbandingan antara menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution* dan tanpa metode. Total *scripts* yang digunakan untuk mengatur soal yang muncul pada *level 1* untuk *game* yang menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution* terdapat 1 *scripts*, total *scripts* ada 3, karena terdapat 3 *level*. Sedangkan *game* tanpa menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution*, *level 1* terdapat 4 *scripts*, total *scripts* 9. Lebih efektif *game* yang menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution*, karena jumlah *scirpts* dapat mempengaruhi kinerja memori dalam memproses *game*.

Soal yang muncul pada *game* yang menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution* lebih bervariasi, karena tidak dapat ditebak soal yang akan muncul. Sedangkan *game* tanpa menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution* dapat ditebak soal yang akan muncul, karena soal yang muncul akan sesuai dengan buku yang dibuka, seperti pada penjelasan pada gambar 4.15 dan 4.16. *Background* soal *game* yang menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution* lebih bervariasi karena terdapat 4 warna (hijau, biru, kuning, dan merah) muncul sesuai dengan *output Box Muller of Gaussian Distribution*. Sedangkan *background* soal pada *game* yang tanpa menggunakan *Box Muller of Gaussian Distribution* lebih sedikit karena *background* semua kumpulan soal hanya satu warna.

Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan *game* yang menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution* lebih unggul karena memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan dengan *game* yang tanpa menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution*.

4.4 Validasi Hasil Pengujian

Pada proses validasi hasil pengujian akan dilakukan uji coba oleh 5 siswa kelas 4 SD. Hasilnya ditampilkan pada tabel 4.3 sampai tabel 4.7. Pada kolom *level* terdapat jumlah *level* yang ada didalam *game*, pada *game* ini terdapat 3 *level*. Pada kolom tempat merupakan latar terjadi permainan pada tiap *level*. Pada kolom jumlah buku terdapat jumlah buku yang ada pada tiap *level*. *Level* pertama latar tempatnya di ruang kelas. *Level* kedua latar tempatnya di ruang perpustakaan. *Level* ketiga latar tempatnya di ruang guru. Pada kolom Coba Ulang merupakan jumlah percobaan untuk mengacak kumpulan soal supaya pemain dapat memenuhi syarat untuk menuju misi selanjutnya. Pada kolom skor yang diinginkan merupakan skor

minimal supaya dapat dikatakan pemain berhasil untuk menuju *level* selanjutnya pada *game* ini minimal skornya 75. Pada kolom persentase keberhasilan merupakan persentase pemain untuk menyelesaikan misi untuk menuju misi selanjutnya. Persentase keberhasilan dihitung dengan rumus 12.

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{jumlah percobaan yang berhasil}}{\text{jumlah total percobaan}} \times 100 \quad (12)$$

Sumber : dimodifikasi dari (Ghaffur, 2017).

Kolom *compeleteness* merupakan apakah misi pada masing-masing buku terpenuhi atau tidak. Dalam *game* ini dapat dikatakan misi terpenuhi jika pemain mendapatkan skor di atas 75 pada saat menjawab soal yang muncul.

Tabel 4. 3 Uji Coba Siswa Pertama

Level	Tempat	Jml Buku	Coba Ulang					skor yang diinginkan	Persentase berhasil	<i>completeness</i>
			1	2	3	4	5			
level 1	kelas	1	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		2	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		3	berhasil					75/berhasil	100	ya
		4	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								62.5		
level 2	perpustakaan	1	-	-	berhasil			75/berhasil	33.33333333	ya
		2	berhasil					75/berhasil	100	ya
		3	-	berhasil				75/berhasil	50	ya

		4	-	-	-	-	ber hasi l	75/berhasil	20	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misedalanjutnya pada level 2									50.83333 333	
lev el 3	ruang guru	1	ber hasi l					75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju level selanjutnya									100	
Jumlah keberhasilan level 1									62.5	
Jumlah keberhasilan level 2									50.83333 333	
Jumlah keberhasilan level 3									100	
Rata-rata keberhasilan semua level									71.11111 111	

Pada tabel 4.3 merupakan hasil uji coba siswa pertama. Pada baris Jumlah keberhasilan level 1 = 62.5, Jumlah keberhasilan level 2 = 50.8333, dan Jumlah keberhasilan level 3 = 100. Maka persentase rata-rata keberhasilan pemain pertama dalam menyelesaikan *game* ini adalah 71.1111%, terletak pada baris terakhir tabel 4.3.

Dari tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa kolom *completeness* memiliki nilai “ya” semua. Maka hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode *box muller of Gaussian distribution* berhasil dilakukan. Dan angka 71.11111111 merupakan persentase tingkat keberhasilan pemain pertama dalam menyelesaikan *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api.

Tabel 4. 4 Uji Coba Siswa Kedua

Le vel	Tempa t	Jml Buku	Coba Ulang					skor yang diinginkan	Persentas e berhasi	comple teness
			1	2	3	4	5			
lev el 1	kelas	1	-	berh asil				75/berhasil	50	ya
		2	berh asil					75/berhasil	100	ya
		3	berh asil					75/berhasil	100	ya

		4	berhasil				75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								87.5	
level 2	perpustakaan	1	-	berhasil			75/berhasil	50	ya
		2	-	berhasil			75/berhasil	50	ya
		3	berhasil				75/berhasil	100	ya
		4	-	-	berhasil		75/berhasil	33.33333 333	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								58.33333 333	
level 3	ruang guru	1	berhasil				75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju level selanjutnya								100	
Jumlah keberhasilan level 1								86.11111 111	
Jumlah keberhasilan level 2								58.33333 333	
Jumlah keberhasilan level 3								100	
Rata-rata keberhasilan semua level								81.48148 148	

Pada tabel 4.4 merupakan hasil uji coba siswa kedua. Pada baris Jumlah keberhasilan level 1 = 86.1111, Jumlah keberhasilan level 2 = 58.3333, dan Jumlah keberhasilan level 3 = 100. Maka persentase rata-rata keberhasilan pemain kedua dalam menyelesaikan *game* ini adalah 81.4814%, terletak pada baris terakhir tabel 4.4.

Dari tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa kolom *completeness* memiliki nilai “ya” semua. Maka hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode *box muller of Gaussian distribution* berhasil dilakukan. Dan angka 81.4814 merupakan persentase tingkat keberhasilan pemain kedua dalam menyelesaikan *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api.

Tabel 4. 5 Uji Coba Siswa Ketiga

Level	Tempat	Jml Buku	Coba Ulang					skor yang diinginkan	Persentase berhasil	completeness
			1	2	3	4	5			
level 1	kelas	1	berhasil					75/berhasil	100	ya
		2	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		3	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		4	berhasil					75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								75		
level 2	perpustakaan	1	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		2	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		3	berhasil					75/berhasil	100	ya
		4	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								62.5		
level 3	ruang guru	1	berhasil					75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju level selanjutnya								100		
Jumlah keberhasilan level 1								75		
Jumlah keberhasilan level 2								62.5		
Jumlah keberhasilan level 3								100		
Rata-rata keberhasilan semua level								79.1666667		

Pada tabel 4.5 merupakan hasil uji coba siswa ketiga. Pada baris Jumlah keberhasilan level 1 = 75, Jumlah keberhasilan level 2 = 62.5, dan Jumlah keberhasilan level 3 = 100. Maka persentase rata-rata keberhasilan pemain ketiga dalam menyelesaikan *game* ini adalah 79.1667%, terletak pada baris terakhir tabel 4.5.

Dari tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa kolom *completeness* memiliki nilai “ya” semua. Maka hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode *box muller of*

Gaussian distribution berhasil dilakukan. Dan angka 79.1667 merupakan persentase tingkat keberhasilan pemain ketiga dalam menyelesaikan *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api.

Tabel 4. 6 Uji Coba Siswa Keempat

Level	Tempat	Jml Buku	Coba Ulang					skor yang diinginkan	Persentase berhasil	completeness
			1	2	3	4	5			
level 1	kelas	1	berhasil					75/berhasil	100	ya
		2	berhasil					75/berhasil	100	ya
		3	berhasil					75/berhasil	100	ya
		4	berhasil					75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								100		
level 2	perpustakaan	1	berhasil					75/berhasil	100	ya
		2	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		3	berhasil					75/berhasil	100	ya
		4	-	-	berhasil				75/berhasil	33.333333
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								70.833333		
level 3	ruang guru	1	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
rata-rata keberhasilan player menuju level selanjutnya								50		
Jumlah keberhasilan level 1								100		
Jumlah keberhasilan level 2								70.833333		
Jumlah keberhasilan level 3								50		
Rata-rata keberhasilan semua level								73.611111		

Pada tabel 4.6 merupakan hasil uji coba siswa keempat. Pada baris Jumlah keberhasilan level 1 = 100, Jumlah keberhasilan level 2 = 70.8333, dan Jumlah keberhasilan level 3 = 50. Maka persentase rata-rata keberhasilan pemain keempat

dalam menyelesaikan *game* ini adalah 73.6111%, terletak pada baris terakhir tabel 4.6.

Dari tabel 4.6 di atas dapat dilihat bahwa kolom *completeness* memiliki nilai “ya” semua. Maka hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode *box muller of Gaussian distribution* berhasil dilakukan. Dan angka 73.6111 merupakan persentase tingkat keberhasilan pemain keempat dalam menyelesaikan *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api.

Tabel 4. 7 Uji Coba Siswa Kelima

Level	Tempat	Jml Buku	Coba Ulang					skor yang diinginkan	Persentase berhasil	completeness
			1	2	3	4	5			
level 1	kelas	1	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		2	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		3	berhasil					75/berhasil	100	ya
		4	berhasil					75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								75		
level 2	perpustakaan	1	-	berhasil				75/berhasil	50	ya
		2	berhasil					75/berhasil	100	ya
		3	berhasil					75/berhasil	100	ya
		4	berhasil					75/berhasil	100	ya
rata-rata keberhasilan player menuju misi selanjutnya								87.5		
level 3	ruang guru	1	berhasil				75/berhasil	100	ya	
rata-rata keberhasilan player menuju level selanjutnya								100		
Jumlah keberhasilan level 1								75		
Jumlah keberhasilan level 2								87.5		
Jumlah keberhasilan level 3								100		
Rata-rata keberhasilan semua level								87.5		

Pada tabel 4.7 merupakan hasil uji coba siswa kelima. Pada baris Jumlah keberhasilan level 1 = 75, Jumlah keberhasilan level 2 = 87.5, dan Jumlah keberhasilan level 3 = 100. Maka persentase rata-rata keberhasilan pemain kelima dalam menyelesaikan *game* ini adalah 87.5%, terletak pada baris terakhir tabel 4.7.

Dari tabel 4.7 di atas dapat dilihat bahwa kolom *completeness* memiliki nilai “ya” semua. Maka hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode *box muller of Gaussian distribution* berhasil dilakukan. Dan angka 87.5 merupakan persentase tingkat keberhasilan pemain kelima dalam menyelesaikan *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api.

4.5 Integrasi Sains Islam

Manusia dialam semesta ini hanya dapat berusaha sekuatnya, namun yang menentukan usaha-usaha berhasil atau tidaknya adalah Allah SWT. Didalam Alquran telah dijelaskan, bahwa Allah tidak akan membebani seseorang diluar kemampuannya. Berikut adalah potongan firman Allah pada surat Al-Baqarah ayat 286,

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

Artinya:

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(QS. Al-Baqarah: 286).

Tafsir arti ayat di atas menurut Ibnu Katsir.

Dengan kata lain, seseorang tidak dibebani melainkan sebatas kesanggupannya.

Hal ini merupakan salah satu dari lemah-lembut Allah Swt. kepada makhluk-Nya

dan kasih sayang-Nya kepada mereka, serta kebaikan-Nya kepada mereka (Imadud Din, Ibnu Dau' Ibnu Kasir Ibnu Zar'i, & Al-Basri Ad-Dimasyqi, 2011).

Dengan adanya surat Al-Baqarah ayat 286 di atas, manusia tidak akan diuji oleh Allah melebihi kemampuan manusia itu sendiri. Maka dari itu manusia harus selalu berusaha sekuat tenaga dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Untuk masalah berhasil atau tidaknya, itu semua atas izin Allah. Hal ini sudah dijelaskan oleh Allah SWT pada Al-Quran An-Najm.

وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى - ٣٩ - وَأَنَّ سَعْيَهُ سَوْفَ يُرَى - ٤٠ - ثُمَّ يُجْزَاهُ الْجَزَاءَ الْأَوْفَى - ٤١ -

Artinya:

“dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya, dan sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya), kemudian akan diberi balasan kepadanya dengan balasan yang paling sempurna,” (QS Al-Najm: 39-41).

Tafsir arti ayat di atas menurut Ibnu Katsir.

Yaitu sebagaimana tidak dibebankan kepadanya dosa orang lain, maka demikian pula dia tidak memperoleh pahala kecuali dari apa yang diupayakan oleh dirinya sendiri.

Yaitu kelak Dia akan memberitahukan kepada kalian amal perbuatan kalian dan membalaskannya terhadap kalian dengan pembalasan yang sempurna. Jika baik, maka balasannya baik; dan jika buruk, balasannya buruk.

Maksudnya, balasan yang penuh (Imadud Din, Ibnu Dau' Ibnu Kasir Ibnu Zar'i, & Al-Basri Ad-Dimasyqi, 2011).

Pada penelitian ini, peneliti telah berusaha untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal-soal yang muncul dengan tingkat kemampuan pemain. Soal-soal dipenelitian ini dikhususkan untuk siswa-siswi kelas 4 SD dengan materi IPA. Peneliti telah berusaha semaksimal mungkin untuk menentukan tingkat kesulitan yang sesuai dengan pemain. Dengan mengintegrasikan ilmu agama dan teknologi modern, diharapkan bisa membantu siswa dalam mempelajari materi IPA yang sesuai dengan tingkat kemampuan pemahaman materi IPA yang diajarkan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan siswa dapat menjawab soal-soal yang ditampilkan dengan benar, tidak hanya bersenang-senang dengan *game*, namun dalam *game* ini terdapat unsur edukasi yang dapat menambah wawasan atau ilmu bagi siswa.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan skenario tingkat kesulitan pada *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api yang telah dibuat serta pengujian yang sudah dilakukan, dapat dibuat beberapa kesimpulan seperti:

1. Peneliti berhasil membuat skenario tingkat kesulitan *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api menjadi skenario tingkat kesulitan secara dinamis atau otomatis dengan menggunakan metode *Box Muller of Gaussian Distribution*. Skenario tingkat kesulitan terdiri dari 4 tingkat kesulitan, tingkat kesulitan mudah, tingkat kesulitan kombinasi antara mudah dan normal, tingkat kesulitan normal, dan tingkat kesulitan sulit. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil uji coba yang sudah dilakukan, hasil uji coba menunjukkan bahwa *Box Muller of Gaussian Distribution* berhasil dalam proses menampilkan kumpulan soal sesuai dengan *output* dari *Box Muller of Gaussian Distribution*. Berdasarkan uji coba yang dilakukan oleh 10 siswa kelas 4 SD, menunjukkan bahwa tingkat kemampuan rata-rata siswa dalam bermain *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api adalah sekitar mean (μ) = 5,5 dan standar deviasi (σ) = 1.

5.2 Saran

Peneliti sangat yakin dengan penuh kesadaran bahwa pembuatan skenario tingkat kesulitan pada *game* Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Api ini, masih belum sempurna. Masih sangat perlunya dilakukan pengembangan demi sumbangsih dalam ilmu teknologi khususnya pada *game*. Oleh karena itu terdapat

beberapa saran untuk mengembangkan pembuatan skenario tingkat kesulitan selanjutnya, diantaranya:

1. Perlu penambahan tingkat kesulitan agar tingkat kesulitan tidak hanya terdapat 4 tingkat kesulitan: mudah, kombinasi mudah dan normal, normal, dan sulit. Namun memiliki tingkat kesulitan seperti: sangat mudah, mudah, normal, sulit, sangat sulit, dan paling sulit.
2. Penambahan pada jumlah soal yang ada supaya soal yang muncul akan lebih bervariasi.
3. Perlu penambahan jumlah target pemain, tidak hanya dikhususkan untuk siswa SD, melainkan siswa SMP, SMA, bahkan untuk umum juga perlu informasi atau edukasi mengenai mitigasi bencana alam gunung meletus.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, H. (2016, September 20). PES 2017 Ballpack RP By Boris. Diambil 19 November 2019, dari PES Patch website: <https://www.pes-patch.com/2016/09/pes-2017-ballpack-repack-by-boris.html>
- Ahmadi, I. A., Jonemaro, E. M. A., & Akbar, M. A. (2018). *Penerapan Algoritme Logika Fuzzy Untuk Dynamic Difficulty Scaling Pada Game Labirin. 2*, 3609–3617.
- Ahsani, N. H., Jonemaro, E. M. A., & Dewi, C. (2017). *Penerapan Algoritma Monte Carlo Tree Search Pada Permainan Komputer Maze Treasure. 1*, 1660–1667.
- Ghaffur, T. A. (2017). ANALISIS KUALITAS SISTEM INFORMASI KEGIATAN SEKOLAH BERBASIS MOBILE WEB DI SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(1), 94. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i1.16426>
- Google Play. (2019a). Diambil 13 Oktober 2019, dari <https://play.google.com/store?hl=in>
- Google Play. (2019b). Diambil 13 Oktober 2019, dari <https://play.google.com/store?hl=in>
- Harsono, M. (2014). *Pengaruh bermain game terhadap perkembangan remaja*. Serpong: Surya University.
- Imadud Din, I. J. A.-H., Ibnu Dau' ibnu Kasir ibnu Zar'i, Al-Basri Ad-Dimasyqi, & Abul Fida Isma'il ibnu Amr ibnu Kasir. (2011). Tafsir Ayat Surat Al Baqarah, ayat 285-286. Diambil 19 November 2019, dari

<http://www.ibnukatsironline.com/2015/04/tafsir-ayat-surat-al-baqarah-ayat-285.html>

- Kusdian, R. D., Ridwan, A. S., Tamin, O. Z., & Syafruddin, A. (2005). *PENGGUNAAN DISTRIBUSI NORMAL DALAM MEMODELKAN SEBARAN PERSEPSI BIAYA PERJALANAN DAN TRANSFORMASI BOX-MULLER PADA PENGAMBILAN SAMPEL ACAK MODEL PEMILIHAN RUTE DAN PEMBEBANAN STOKASTIK*. 5(2), 125–136.
- Majid, N. K., Hariadi, M., & Mardi, S. (2010). Distribusi Gaussian Perilaku Tarung NPC Prajurit pada Game Peperangan Menggunakan Metode Box-Muller. *Seminar Nasional Pascasarjana X*, (979), 7.
- Prensky, M. (2001). *From Digital Game-Based Learning* (McGraw-Hill, 2001). Los Angeles: Digital Game-Based Learning.
- Roa, K. R., Boiroju, N. K., & Reddy, M. K. (2011). Generation Of Standard Normal Random Variables. *Indian J.Sci.Res*, 2(4), 83–85.
- Rohman, I. Y. (2016). Game Edukasi Penyelamatan Korban Bencana Gempa Bumi Berbasis Multi Platform. *UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA*.
- Saurik, H. T. T., Yuniarno, E. M., & Susiki, S. M. (2015). Kepuasan Pemain Terhadap Desain Rintangan Pada Skenario Game Petualang. *Seminar Nasional Informatika 2015*, 156–164.
- Sukajaya, I. N., Vitianingsih, A. V., Mardi, S. N. S., Purnama, K. E., Hariadi, M., & Purnomo, M. H. (2012). Multi-parameter dynamic difficulty game's scenario using Box-Muller of Gaussian distribution. *2012 7th International*

Conference on Computer Science & Education (ICCSE), 1666–1671.
<https://doi.org/10.1109/ICCSE.2012.6295384>

Thomas, D. B., Luk, W., Leong, P. H. W., & Villasenor, J. D. (2007). Gaussian Random Number Generators. *ACM Computing Surveys*, 39(4), 1–38.
<https://doi.org/10.1145/1287620.1287622>

Vitianingsih, A. V., & Mardi, S. N. S. (2011). Distribusi Gaussian Untuk Dinamik Skenario Game Menggunakan Metode Box Muller. *on The 12th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA)*. Dipresentasikan pada on The 12th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA).

Konami Digital Entertainment. 2019. PRO EVOLUTION SOCCER 2019 LITE: Now available! di <https://www.konami.com/wepes/2019/eu/en/page/lite> (di akses 19 Mei).

PUBG Corporation. 2018. PlayerUnknown's BattleGrounds Mobile di <https://www.pubgmobile.com/en-US/> (di akses 19 Mei).