

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini menggunakan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi, bahan masukan dan ide yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Terdapat 5 penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi dan perbandingan pada penelitian ini, bisa dilihat pada tabel 2.1.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kuwayyis, Listyorini, & Supriyati, 2023) dengan judul “Game Edukasi Matematika Bilangan Pecahan Berbasis Android untuk Siswa Kelas 5 SD”. Melalui pengujian alpha dan beta dapat disimpulkan bahwa game ini berfungsi dengan baik sesuai dengan kurikulum dan mampu mengubah persepsi siswa yang sebelumnya merasa bosan dengan pembelajaran metode konvensional menjadi lebih tertarik dan antusias untuk mempelajari materi bilangan pecahan. Para siswa menyatakan bahwa suka dengan pembawaan tema petualangan dan visual yang ditawarkan *game* sehingga *game* ini dinilai efektif dalam menjadi media pembelajaran yang menyenangkan.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan (Kalaka, Mustofa, & Dalai, 2023) dengan judul penelitian “*Game* Edukasi Pembelajaran Matematika Untuk Anak Sekolah Dasar”. Pengembangan *game* ini menggunakan *Construct 2* sebuah *game engine* yang dirancang khusus dalam mengembangkan game 2D dengan basis HTML dan bersifat *offline*, penelitian ini berfokus pada materi kelas I, II, dan III yang kebanyakan membahas materi KABATAKU (Kali, Bagi, Tambah, dan Kurang). Dalam perancangan *game* ini penulis merancang visualisasi menarik dalam bentuk hewan dan buah sehingga dapat memikat ketertarikan bagi siswa. Adapun hasil dari penelitian ini adalah memanfaatkan kebiasaan anak-anak pada bermain gadget dengan mengalihkannya kepada *game* edukatif matematika sehingga anak-anak dapat tetap bermain sambil belajar matematika yang tentunya dikemas dengan pengalaman bermain yang menyenangkan.

Berikutnya pada penelitian yang dilakukan (Fiah & Mariana, 2023) dengan judul “Efektivitas Media Game TBD (Tebak Bangun Datar) Pembelajaran

Matematika Materi Bangun Datar Kelas 2 SD Menggunakan *Construct 2*". Penelitian ini didasari oleh kesulitan yang dialami oleh siswa dikarenakan metode pembelajaran guru yang monoton dan terbatasnya media pembelajaran, penelitian ini menggunakan metode ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Fokus pada materi kelas II SD yaitu bangun datar terutama dalam mengidentifikasi bangun datar dan pegujian dilakukan pada SDN Dr Sutomo V/327 yang berjumlah 15 siswa. Penelitian ini valid dengan angka validasi materi sebesar 75% dan validasi media sebesar 90%, hasil kuisioner dinyatakan dengan angka 100% dengan nilai N-gain yang diperoleh siswa sebesar 0,67 menunjukkan bahwa peningkatan pada hasil belajar siswa Tingkat sedang. Menunjukkan bahwa game TBD (Tebak Bangun Datar) efektif dalam pembelajaran dan layak digunakan sebagai media alternatif pembelajaran pada kelas II SD.

Selanjutnya penelitian dengan judul "Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Game Edukasi 2D Matematika Bangun Datar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas 4 SD" yang dilakukan oleh (Syafi'uddin, Tabah, & Adhisa, 2022). Penelitian ini mengembangkan sebuah game edukatif dengan gaya bermain Drag & Drop disertai dengan elemen 2D, dikembangkan dengan Construct 2 dengan metode penelitian R&D (Research and Development) dengan model yang digunakan adalah ADDIE. Tujuan dari penelitian ini adalah memecahkan masalah yang dihadapi oleh kelas IV SD Negeri 1 Blulukan dari faktor internal hingga eksternal, Adapun hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan game berbasis android yang mampu menjadi media alternatif pembelajaran.

Penelitian terakhir yang saya ambil sebagai referensi adalah penelitian yang dilakukan oleh (Sulistio M, 2022) dengan judul "Pengembangan Permainan Matematika (RPG) Dengan Software RPG Maker MV Pada Tingkat Sekolah Dasar Kelas V". Penelitian dengan mengambil waktu pada masa pandemi dan dimasa itu penggunaan teknologi digunakan secara massal seperti pembelajaran daring namun dengan keterbatasannya metode yang menarik pada pembelajaran daring, penulis berinisiatif untuk mengembangkan sebuah game RPG (Role Playing Game) dengan fitur map yang bersifat open world dengan fokus materi pecahan kelas V SD. Game ini dikembangkan dengan RPG Maker MV dengan metode penelitian berupa penelitian pengembangan mengambil model Plomp. Adapun tujuan dari

pengembangan game ini adalah menguji kevalidan dari efektivitas game sebagai media alternatif belajar dan. Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan game yang efektif dalam menemani siswa belajar.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

| <b>Tabel 2. 2<br/>Nama</b> | <b>Judul<br/>Penelitian</b>                                                                            | <b>Tujuan</b>                                                                                          | <b>Metode</b>                             | <b>GAP</b>                                                                                          |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Kuwayyis dkk., 2023)      | Game Edukasi Matematika Bilangan Pecahan Berbasis Android untuk Siswa Kelas 5 SD                       | Membangun media pembelajaran pecahan anak kelas V SD, dengan harapan meningkatkan minat belajar siswa. | GDLC (Game, Development, Life, and Cycle) | Dibuat menggunakan Unity, game berformat 2D Platformer, dan mengadopsi genre RPG, Adventure, Trivia |
| (Kalaka dkk., 2023)        | Game Edukasi Pembelajaran Matematika Untuk Anak-Anak Sekolah Dasar                                     | Memanfaatkan kebiasaan buruk anak-anak dengan mengalihkannya dengan game edukatif matematika.          | Kuantitatif                               | Dikembangkan dengan Construct 2D, game berformat 2D, dan mengadopsi genre Trivia.                   |
| (Fiah & Mariana, 2023)     | Efektivitas Media Game TBD (Tebak Bangun Datar) Pembelajaran Matematika Materi Bangun Datar Kelas 2 SD | Menguji keefektifan media game TBD (Tebak Bangun Datar) sebagai media pembelajaran alternatif bagi     | R&D (Research and Development)            | Dikembangkan dengan Construct 2D, game berformat 2D, dan mengadopsi genre Trivia.                   |

|                           |                                                                                                                           |                                                                                                       |                                           |                                                                                                     |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Menggunakan Construct 2                                                                                                   | peserta didik kelas 2 SD.                                                                             |                                           |                                                                                                     |
| (Syafi'uddin dkk., 2022)  | Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Game Edukasi 2D Matematika Bangun Datar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas 4 SD | Mengembangkan media alternatif pembelajaran matematika pada materi bangun datar.                      | R&D (Research and Development)            | Dikembangkan dengan Construct 2D, game berformat 2D, dan mengadopsi genre Trivia.                   |
| (Sulistio M, 2022)        | Pengembangan Permainan Matematika (RPG) Dengan Software RPG Maker MV Pada Tingkat Sekolah Dasar Kelas V                   | Menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan game matematika (RPG).                                | R&D (Research and Development)            | Dikembangkan dengan RPG MAKER MV, game berformat 2D, dan mengadopsi RPG, Adventure, dan Trivia.     |
| Penelitian yang diusulkan | Pengembangan Game Edukasi 3D Petualangan Matematika Materi Pecahan Tingkat SD Menggunakan Unity                           | Mengembangkan media alternatif pembelajaran matematika pada materi pecahan untuk menarik minat siswa. | GDLC (Game, Development, Life, and Cycle) | Dibuat menggunakan Unity, game berformat 3D, dan mengadopsi genre RPG, Isometric Adventure, Trivia. |



## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Matematika

Matematika sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari, mengaplikasikannya menjadikannya krusial untuk keberlangsungan hidup, seperti proses transaksi jual-beli, menghitung luas bangunan, membayar pajak, dan lain sebagainya. Sehingga pembelajaran matematika dijadikan sebagai pendidikan dasar berbagai bidang dikarenakan berguna dan bermanfaat bagi kehidupan (Sujana, Febriyani, Danyati, & Nahdi, 2022).

Pada tingkat sekolah dasar matematika menjadi perhatian yang lebih serius, menurut Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 untuk satuan pendidikan dasar dan menengah bahwa mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik dengan kemampuan berpikir, logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif serta kemampuan bekerja sama (Sujana dkk., 2022).

Mata pelajaran matematika menjadi perhatian penting pada tingkat sekolah dasar, pasalnya pelajaran matematika merupakan peletak konsep dasar yang dijadikan landasan belajar pada jenjang berikutnya. Kompetensi ini diperlukan agar siswa memiliki kemampuan, memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk keberlangsungan hidup yang selalu berubah dan kompetitif (Sujana dkk., 2022).

Pecahan adalah bagian dari keseluruhan (*part of a whole*) dan juga dapat diartikan sebagai bagian dari satuan (*part of a unit*). Pecahan terdiri atas pembilang dan penyebut.  $\frac{1}{2}$ , 1 disebut sebagai pembilang dan 2 disebut sebagai penyebut menurut Buku Matematika untuk SD/MI Kelas V (Fitrianawati, Surtiani, & Istiandaru, 2022).

Materi pecahan pada tingkat sekolah dasar diajarkan secara bertahap. Dalam Buku Matematika untuk SD/MI Kelas V (Fitrianawati dkk., 2022), siswa diperkenalkan dengan konsep pecahan dan operasi dasar pecahan seperti penjumlahan dan pengurangan dengan penyebut yang sama atau berbeda. Sementara itu, dalam Buku Matematika untuk SD/MI Kelas VI (Susanto,

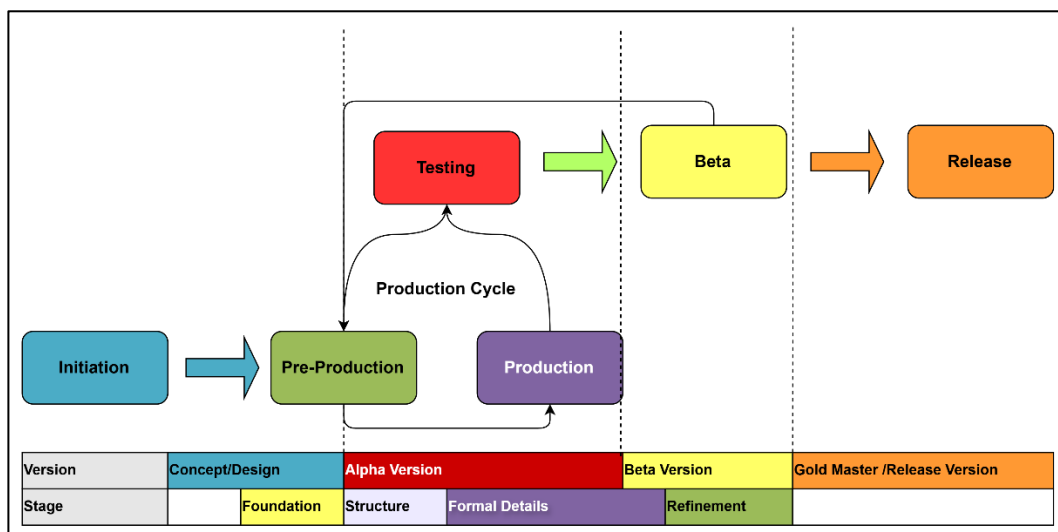
Sihombing, Wardani, Salmah, & Salim, 2022), materi pecahan menjadi lebih kompleks dengan memperkenalkan operasi perkalian dan pembagian pecahan.

### 2.2.2 Game Edukasi

*Game* edukasi merupakan aplikasi permainan yang dirancang untuk pembelajaran suatu topik tertentu pada sebuah mata pelajaran. Manfaat game edukasi antara lain adalah kelebihan dibandingkan dengan metode edukasi konvensional, kelebihan utama *game* edukasi ini ialah pada visualisasi dan permasalahan nyata. Pola yang dimiliki *game* ini menuntut kepada pemain untuk belajar sehingga dapat menyelesaikan setiap tantangannya (Kalaka dkk., 2023).

Dalam penelitian ini, *game* edukasi dikembangkan untuk membantu siswa SD memahami konsep pecahan dengan lebih baik. Berdasarkan wawancara dengan guru kelas V dan VI ditemukan bahwa siswa mengalami kendala dalam memahami konsep dasar serta operasi hitung pecahan. *Game* ini dirancang agar siswa dapat mempelajari pecahan melalui interaksi langsung dengan lingkungan permainan, seperti melakukan transaksi jual beli di pasar dan menyelesaikan tantangan pecahan dalam bentuk bonus *quest*. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami konsep pecahan secara kontekstual.

### 2.2.3 Game Development Life Cycle (GDLC)



Gambar 2. 1 Game Development Life Cycle (GDLC)

*Game Development Life Cycle* merupakan sebuah *framework* siklus pengembangan *game* yang memastikan alur dalam pengembangan dapat berjalan secara efisien. Metodologi ini memiliki 6 tahapan pengembangan mulai dari inisiasi, pra-produksi, produksi, *testing*, beta, dan *release*. Tahapannya bisa kita lihat pada gambar 2.1 berikut penjelasan untuk kegiatan apa yang dilakukan pada setiap fasenya.

1. Inisiasi, inisiasi merupakan tahapan awal dalam proyek pengembangan game, tahapan ini terdiri dari pengumpulan ide awal, *brainstorming*, kebutuhan pengguna, dan kebutuhan pengembang terkait relevansi antara game edukasi dengan materi pembelajaran sekolah dasar.
2. Pra-Produksi, pra-produksi adalah tahapan selanjutnya setelah melakukan inisiasi, Pada tahap ini pengembang akan melakukan perancangan game untuk menyempurnakan konsep *game* dan *prototyping*. Tahapan ini terdiri dari perancangan *storyline*, *flowchart*, dan *concept art*.
3. Produksi, produksi merupakan tahapan inti dari tahapan sebelumnya. Pengembang akan memulai untuk membuat aset (3D Objek dan 2D Sprite , sumber kode, pengumpulan data, desain game, skenario game dan elemen-elemen lainnya yang menjadi pendukung perancangan dalam game ini.
4. Testing, tahapan ini pengembang akan melakukan uji coba terhadap aplikasi. Pengujian akan menggunakan metode *black box testing* untuk mengetahui fungsionalitas aplikasi.
5. Beta, proses pengujian kedua setelah pengujian awal selesai, tahapan ini akan dilakukan kepada objek uji yang telah ditentukan. Pengujian ini akan berguna untuk mengetahui sisa-sisa *bug* atau kekurangan yang dimiliki aplikasi dan juga pada tahap ini pengembang masih bisa melakukan penambahan fitur.
6. Release, tahapan terakhir dari metode GDLC, di mana jika tahapan beta sudah memenuhi maka aplikasi sudah siap untuk dipublikasikan berupa aplikasi desktop dan mobile dan siap dimainkan kepada target anak sekolah dasar kelas V dan VI.

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1, tahap Pra-Produksi, Produksi, dan Testing membentuk *Production Cycle* yang bersifat iteratif. Apabila pada tahap Testing ditemukan *bug* atau kekurangan, pengembang akan kembali ke tahap Pra-Produksi/Produksi untuk melakukan revisi, sebelum pengujian diulang dan dilanjutkan ke tahap Beta. Sementara itu, tahap Inisiasi dan *Release* bersifat satu arah karena masing-masing hanya dilakukan sekali di awal dan akhir siklus pengembangan.

#### 2.2.4 *Black Box Testing*

*Black Box Testing* adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak yang mengamati hasil *input* dan *ouput* dari perangkat lunak tanpa mengetahui struktur kode dari perangkat lunak, pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang ada seperti fungsi yang tidak tepat, kesalahan dalam antarmuka, kesalahan dalam kinerja, kesalahan inisialisasi, dan kesalahan terminasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode pengujian ini dinilai efektif dalam validasi kinerja dari perangkat lunak tanpa memerlukan pengetahuan mendalam dengan struktur kode perangkat lunak tersebut (Utami, Alifa, & Yaqin, 2024).

#### 2.2.5 *Usability Testing*

*Usability Testing* merupakan salah satu jenis metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada tampilan antarmuka atau lebih dikenal dengan istilah *user experience* (UX). Pengujian ini bertujuan untuk. Terdapat 5 aspek yang akan diuji pada metode ini yakni: *learnability*, *memorability*, *effeciency*, *error*, dan *satisfaction*. 5 aspek inilah yang akan menjadi kunci dalam menentukan standarisasi *user experience* pada sebuah perangkat lunak.

**System Usability Scale**

© Digital Equipment Corporation, 1986.

|                                                                                              | Strongly disagree        |                          |                          |                          |                          | Strongly agree |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| 1. I think that I would like to use this system frequently                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 2. I found the system unnecessarily complex                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 3. I thought the system was easy to use                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 5. I found the various functions in this system were well integrated                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 6. I thought there was too much inconsistency in this system                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 8. I found the system very cumbersome to use                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 9. I felt very confident using the system                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |
| 10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                |
|                                                                                              | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                |

Gambar 2. 2 Kuesioner Orisinal System Usability Scale (Brooke, 1996)

Untuk mengukur tingkat *usability* pada *game* edukasi ini saat tahapan beta berlangsung, penelitian ini menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS). SUS merupakan instrumen pengujian yang diciptakan oleh John Brooke pada tahun 1996 sebagai metode yang andal, cepat, dan efektif untuk memberikan pandangan global terhadap penilaian subjektif dari *usability* suatu sistem. Instrumen SUS versi orisinal terdiri dari 10 item pernyataan yang diukur menggunakan skala Likert lima poin, 10 butir pertanyaan orisinal ini bisa Anda lihat pada gambar 2.2.

Pengukuran pada SUS tidak sekadar menggunakan kuesioner pilihan tertutup biasa, melainkan telah melalui proses seleksi item yang sangat empiris. Menurut (Brooke, 1996) instrumen SUS ini awalnya dikonstruksi dari 50 kumpulan pertanyaan potensial. Pertanyaan-pertanyaan tersebut kemudian diujikan kepada 20

responden terhadap dua jenis sistem yang bertolak belakang (satu sistem yang sangat mudah digunakan dan satu sistem yang sangat sulit digunakan). Dari pengujian tersebut, diekstraksi 10 item pernyataan yang memicu respons paling ekstrem dan memiliki korelasi yang tinggi.

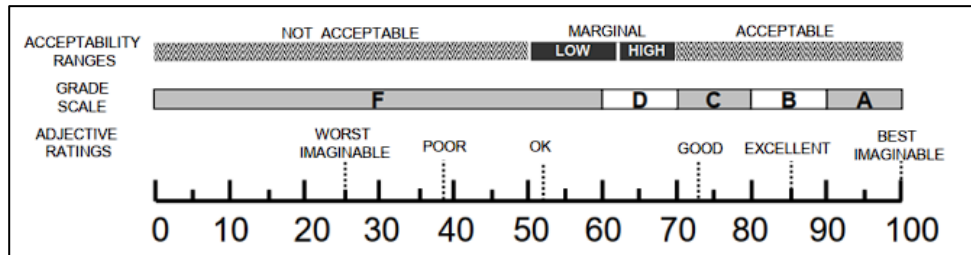
Kesepuluh item terpilih ini kemudian dikonfigurasi sedemikian rupa agar separuhnya memancing persetujuan kuat (pernyataan positif pada nomor ganjil) dan separuhnya lagi memancing ketidaksetujuan kuat (pernyataan negatif pada nomor genap). Desain yang berselang-seling ini sengaja diciptakan untuk mencegah terjadinya bias respons (*response biases*), di mana responden cenderung menjawab secara mekanis tanpa memikirkan makna pernyataan. Melalui rotasi item positif dan negatif ini, responden dipaksa untuk membaca setiap pernyataan dan berusaha mengevaluasinya secara sadar sebelum memberikan penilaian.

Kuesioner SUS terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert lima poin. Untuk mencegah bias objektivitas jawaban dari responden, kesepuluh pernyataan tersebut sengaja disusun secara selang-seling. Pernyataan bernada positif diletakkan pada seluruh nomor ganjil (1, 3, 5, 7, 9) untuk menilai kemudahan sistem, sedangkan pernyataan bernada negatif diletakkan pada seluruh nomor genap (2, 4, 6, 8, 10) untuk menilai kendala atau kesulitan. Perbedaan sifat pernyataan inilah yang mendasari adanya dua aturan perhitungan skor kontribusi yang berbeda.

Karena adanya perbedaan orientasi arah pernyataan tersebut, perhitungan skor akhir SUS memiliki aturan spesifik untuk mengonversi jawaban responden menjadi "kontribusi skor" yang valid dengan rentang nilai 0 hingga 4 untuk masing-masing item. Aturan perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Untuk pertanyaan bernomor ganjil (1, 3, 5, 7, 9), kontribusi skor didapat dari posisi skala jawaban dikurangi 1.
2. Untuk pertanyaan bernomor genap (2, 4, 6, 8, 10), kontribusi skor didapat dari angka 5 dikurangi posisi skala jawaban.
3. Skor total SUS didapatkan dengan menjumlahkan seluruh kontribusi skor dari ke-10 item tersebut, kemudian hasilnya dikalikan dengan 2,5.

Sistem perhitungan ini akan menstandarisasi seluruh jawaban responden dan menghasilkan rentang skor akhir dari 0 hingga 100 (Brooke, 1996).



Gambar 2. 3 Sistem Penilaian System Usability Scale (SUS) (Arifin, 2024)

Untuk menginterpretasikan nilai akhir SUS tersebut, penelitian ini menggunakan standar penilaian kelayakan SUS yang merujuk pada pedoman rentang penerimaan (*acceptability ranges*). Implementasi pengujian (Arifin, 2024) skor SUS di atas 68 secara umum dikategorikan berada dalam rentang “*acceptable*” atau layak digunakan.

Metode ini dinilai ampuh sebagai alat yang digunakan dengan tujuan memperoleh evaluasi dari *usability* dari sebuah sistem atau perangkat (Sucipto, Dwirangga, & Priyono, 2023) namun pada kasus ini adalah permainan atau *game*.

#### 2.2.6 Pre-Test Post-Test

*Pre-Test* dan *Post-Test* merupakan metode pengujian yang umum digunakan oleh pengajar untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. *Pre-Test* adalah evaluasi yang dilakukan sebelum pembelajaran dimulai untuk mendapatkan parameter kompetensi awal, sedangkan *Post-Test* adalah evaluasi yang dilakukan setelah pembelajaran untuk mengukur kompetensi akhir.

Untuk mengukur efektivitas peningkatan pemahaman siswa secara objektif antara sebelum dan sesudah menggunakan media game edukasi, penelitian ini menggunakan analisis *Normalized Gain* (N-Gain). Metode *Normalized Gain* pertama kali diformulasikan oleh Richard R. Hake melalui survei data pengujian skala besar yang melibatkan 6.542 siswa pada mata pelajaran fisika dasar (R. Hake, 1998).

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Maksimal - Skor\ Pretest}$$

Hasil perhitungan *Normalized Gain* tersebut kemudian diinterpretasikan ke dalam tiga kategori standar untuk menilai tingkat efektivitasnya:

1. Tinggi, jika nilai  $g > 0,7$
2. Sedang, jika nilai  $0,3 \leq g \leq 0,7$
3. Rendah, jika nilai  $g < 0,3$

Penggunaan analisis *Normalized Gain* (N-Gain) ini bertujuan untuk menghindari bias perbandingan (*initial state bias*) yang sering terjadi apabila peneliti hanya mengukur selisih skor mentah (*post-test* dikurangi *pre-test*). Dengan menggunakan formula Hake, peningkatan nilai siswa dihitung secara adil berdasarkan proporsi maksimal ruang belajar yang belum dikuasai pada saat *pre-test*, sehingga hasil efektivitas pembelajaran antara kelas eksperimen dan kontrol dapat dibandingkan secara objektif.

### 2.2.7 Unity

Unity merupakan salah satu mesin permainan lintas platform terkemuka dalam industry game, dikembangkan oleh Unity Technologies. Pertama kali diumumkan dan diluncurkan pada bulan Juni 2005 di Apple Inc. Mesin ini dapat digunakan untuk permainan 3D, 2D, Virtual Reality (VR), dan Augmented Reality (AR). Mesin ini juga telah diadopsi oleh beberapa industry selain game, yakni perfilman, otomotif, arsitektur, Teknik, dan konstruksi.

### 2.2.8 Blender

Blender merupakan perangkat lunak sumber terbuka grafika computer 3D. Blender digunakan dalam membuat film animasi, efek visual, mode cetak 3D, aplikasi 3D interaktif serta permainan video. Blender sendiri memiliki beberapa fitur diantaranya adalah *3D modeling*, *texturing*, penyunting Gambar bitmap, *rigging*, simulasi elemen (fluida, asap, api, partikel), penyunting video, *sculpting*, dan *rendering*.

### 2.2.9 Procreate

Procreate adalah aplikasi editor grafis raster untuk lukisan yang dikembangkan dan diluncurkan oleh Perusahaan Autalisa Savage Interactive khusus iOS dan iPadOS. Aplikasi ini dipublikasikan di App Store pada tahun 2011.