

Math Strike: Game Edukatif dengan pendekatan FSM untuk Peningkatan Minat Belajar Operasi Bilangan Dasar (STUDI KASUS: SD NEGERI JETIS IV)

Fauzan Hedar Abit¹, Dodik Arwin Dermawan²

Program Studi Manajemen Informatika, Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60231

¹fauzan.22048@mhs.unesa.ac.id

²dodikdermawan@unesa.ac.id

Abstrak - game edukatif berbasis web “Math Strike” dikembangkan dengan tujuan guna mengatasi rendahnya minat belajar operasi bilangan dasar siswa kelas 3 SD Negeri Jetis IV akibat metode konvensional. Inovasi dilakukan dengan mengintegrasikan materi matematika ke dalam game. Game dikembangkan menggunakan game engine GDevelop dengan pendekatan Finite State Machine untuk mengatur perilaku karakter, musuh, dan alur permainan secara terstruktur. Alur penelitian dimulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian. Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing, pre-test dan post-test, serta System Usability Scale (SUS). Hasil penelitian menunjukkan seluruh fitur game berjalan dengan baik, terjadi peningkatan skor minat belajar siswa dari 13,65 menjadi 22,15, serta diperoleh skor SUS sebesar 77,75 dengan kategori “Good” dan “Acceptable”. Dengan demikian, Math Strike layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif matematika.

Kata kunci: Game edukatif, operasi bilangan dasar, Finite State Machine, game matematika, GDevelop.

Abstract - Web-based educational game “Math Strike” was developed to address the low interest in learning basic arithmetic operations among third-grade students at Jetis IV Public Elementary School, which resulted from conventional teaching methods. The innovation involved integrating math content into the game. The game was developed using the GDevelop game engine with a Finite State Machine approach to manage the behavior of characters, enemies, and the game flow in a structured manner. The research process began with needs analysis and concluded with testing. Testing was conducted using Black Box Testing, pre-tests and post-tests, as well as the System Usability Scale (SUS). The research results show that all game features functioned well, there was an increase in students’ learning interest scores from 13.65 to 22.15, and a SUS score of 77.75 was obtained, falling into the “Good” and “Acceptable” categories. Thus, Math Strike is suitable for use as an interactive mathematics learning medium. Translated with DeepL.com (free version)

Keyword: Educational game, basic arithmetic operations, Finite State Machine, math game, GDevelop.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam dunia teknologi telah memberikan dampak besar dalam dunia pendidikan, khususnya pada penggunaan media pembelajaran berbasis game. Game edukatif tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, tetapi juga mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Game edukatif merupakan jenis permainan yang dirancang untuk memberikan pembelajaran kepada pengguna melalui media permainan yang mudah dipahami [1]. Pada penelitian [2] menjelaskan bahwa game edukatif merupakan varian permainan yang dirancang secara khusus untuk memberikan pendidikan atau pengetahuan kepada pemain dalam konteks proses pembelajaran. Dalam pembelajaran matematika tingkat sekolah dasar, materi operasi hitung dasar kerap dianggap sulit dipahami karena proses belajar masih didominasi metode konvensional yang kurang interaktif. Operasi bilangan dasar adalah tindakan kognitif yang dilakukan untuk menghitung hubungan antara angka-angka yang mencakup penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian sebagai dasar dalam pendidikan [3]. Pada Penelitian [4] menjelaskan, kesulitan siswa dalam memahami materi matematika dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya pemahaman konsep dasar dan rendahnya motivasi belajar.

Berdasarkan hasil observasi di SD Negeri Jetis IV, sebagian siswa kelas 3 mengalami kesulitan memahami operasi bilangan dasar sehingga minat belajar matematika menjadi rendah. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar. Pada penelitian [5] menunjukkan bahwa, pembelajaran yang hanya mengandalkan teks dan gambar kurang mampu menarik perhatian siswa secara optimal. Selain itu, media pembelajaran berbasis game dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami materi matematika [6]. Penelitian [7] juga menjelaskan bahwa game edukatif mempunyai fungsi sebagai pengalih rasa jenuh sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Hal ini sejalan

dengan pendapat penelitian [8] bahwa game edukasi dapat digunakan sebagai media pembelajaran alternatif untuk meningkatkan minat belajar matematika siswa. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi pembelajaran yang mampu menjembatani antara ketertarikan anak terhadap game dan kebutuhan edukatif dalam memahami konsep bilangan dasar.

Untuk itu dikembangkan *game* edukatif berbasis web bernama “Math Strike” yang menggabungkan unsur pembelajaran matematika dengan *gameplay* interaktif. Penggunaan *game* 2D dipilih karena unggul karena mekanik yang sederhana namun menarik, sehingga format ini ideal untuk tujuan edukatif dan hiburan [9]. Pengembangan media pembelajaran berbasis HTML5 dengan pendekatan gamifikasi juga dinilai menjadi solusi potensial dalam menghadapi tantangan pembelajaran saat ini [10]. *Game* ini dirancang agar siswa dapat belajar operasi bilangan dasar melalui mekanisme permainan yang menyenangkan dan tidak membosankan. Dalam permainan, siswa harus menjawab soal matematika untuk mengalahkan musuh. Pengembangan *game* menggunakan GDevelop karena mendukung pembuatan *game* 2D berbasis web secara mudah dan fleksibel. Pada penelitian [11] dan [12] menunjukkan, GDevelop memiliki beberapa keunggulan seperti gratis digunakan, mudah dipelajari, mendukung berbagai *platform*, serta memiliki komunitas yang aktif membantu pengembang pemula.

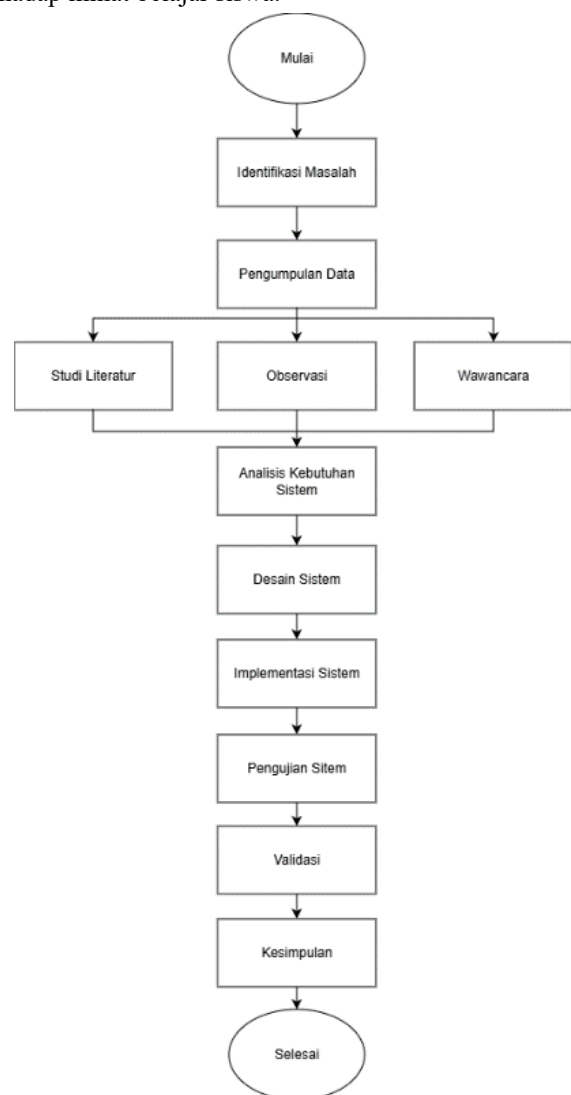
Untuk mengatur perilaku karakter, musuh, dan alur permainan digunakan metode *Finite State Machine*. FSM merupakan metode pengembangan *game* untuk merancang sistem kontrol yang menghasilkan perilaku sistem berdasarkan keadaan, kejadian, dan aksi [13]. Selain itu, FSM digunakan untuk menentukan keputusan komputer agar dapat berinteraksi dalam *game* [14]. Penelitian [15] menjelaskan, algoritma FSM umumnya diterapkan dalam permainan untuk menggambarkan perilaku berbagai objek dalam *game*. Pada *game* Math Strike, FSM digunakan untuk mengatur kondisi karakter seperti diam, bergerak, bertemu musuh, menjawab soal, menyerang, hingga kondisi *game over*. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai fungsi yang dirancang. Cara ini disebut dengan pengujian fungsional karena penguji tidak menerapkan perangkat lunak tapi hanya berkepentingan dengan fungsionalitasnya [16]. Selain itu, pengujian *usability* dilakukan menggunakan *System Usability Scale* yang merupakan metode pengujian kegunaan sistem berdasarkan perspektif subjektif pengguna [17]. Dengan demikian, Math Strike diharapkan mampu menjadi media pembelajaran interaktif yang efektif dalam meningkatkan minat belajar matematika siswa Sekolah Dasar.

II. METODE PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Rancangan penelitian pada pengembangan *game* edukatif “Math Strike” dimulai dari tahap identifikasi

masalah terkait rendahnya minat belajar siswa terhadap operasi bilangan dasar di SD Negeri Jetis IV. Setelah permasalahan diidentifikasi, dilakukan pengumpulan data melalui studi literatur, observasi, dan wawancara untuk mengetahui kebutuhan pengguna serta karakteristik pembelajaran yang sesuai bagi siswa sekolah dasar. Tahap berikutnya adalah analisis kebutuhan sistem yang mencakup kebutuhan fungsional dan nonfungsional sebagai dasar pengembangan *game*. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem dan penerapan metode *Finite State Machine* untuk mengatur perilaku karakter, musuh, serta alur permainan secara terstruktur. Hasil rancangan kemudian diimplementasikan menggunakan GDevelop hingga menjadi *game* berbasis web yang dapat dimainkan. Setelah implementasi selesai, dilakukan pengujian sistem menggunakan *Black Box Testing*, *pre-test* dan *post-test*, serta *System Usability Scale* untuk mengetahui fungsionalitas, tingkat *usability*, dan pengaruh *game* terhadap minat belajar siswa.



Gambar. 1 Alur Penelitian

B. Identifikasi Masalah

Pada tahap awal penelitian terdapat identifikasi masalah untuk memahami kondisi dan permasalahan utama yang terjadi dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi bersama guru SD Negeri Jetis IV Lamongan, diketahui bahwa siswa kelas 3 masih memiliki minat belajar yang rendah terhadap materi operasi bilangan dasar seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian karena metode pembelajaran yang digunakan masih bersifat konvensional, seperti ceramah dan latihan soal pada buku paket. Kondisi tersebut membuat siswa cepat merasa bosan dan kurang tertarik dalam mengikuti pembelajaran matematika. Selain itu, media digital yang digunakan masih bersifat pasif dan kurang memberikan interaksi langsung kepada siswa. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran interaktif berbasis game yang mampu meningkatkan motivasi dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik bagi siswa.

C. Pengumpulan Data

Lalu tahap selanjutnya melakukan pengumpulan data untuk pengembangan *game* edukatif “Math Strike”. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi, wawancara, serta *pre-test* dan *post-test*. Studi literatur dilakukan dengan menelaah jurnal, artikel ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *game* edukatif, FSM, dan pembelajaran operasi bilangan dasar. Hasil studi literatur digunakan sebagai landasan teoritis dalam merancang *gameplay*, sistem soal yang sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

D. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk memastikan *game* edukatif “Math Strike” berbasis *Finite State Machine* dapat berjalan sesuai kebutuhan pengguna dan tujuan pembelajaran yang diharapkan:

1) Kebutuhan Fungsional

Selanjutnya menjelaskan fungsi-fungsi utama yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan perancangan.

Tabel. 1 Kebutuhan Fungsional

| No. | Fungsionalitas | Kebutuhan | Prioritas |
|-----|----------------------|---|-----------|
| 1. | Manajemen Menu Utama | Sistem menampilkan menu utama berisi tombol Mulai, Pengaturan, dan Keluar. | Tinggi |
| 2. | Pemilihan Materi | Sistem menyediakan pilihan materi operasi bilangan dasar sebelum permainan dimulai. | Tinggi |

| | | | |
|-----|------------------------------|---|--------|
| 3. | Penyajian Materi | Sistem menampilkan penjelasan singkat materi sebelum <i>stage</i> dimulai. | Tinggi |
| 4. | <i>Gameplay</i> Berbasis FSM | Sistem mengatur perilaku karakter menggunakan <i>Finite State Machine</i> . | Tinggi |
| 5. | Sistem Soal Matematika | Sistem menampilkan soal matematika saat pemain bertemu musuh. | Tinggi |
| 6. | Evaluasi Jawaban | Sistem memeriksa jawaban pemain dan menentukan aksi lanjutan. | Tinggi |
| 7. | Sistem Musuh | Sistem mengatur perilaku musuh menggunakan FSM. | Tinggi |
| 8. | Sistem Skor dan Nyawa | Sistem menampilkan skor dan nyawa pemain selama permainan. | Sedang |
| 9. | Kustomisasi Karakter | Sistem menyediakan fitur pemilihan karakter pemain. | Sedang |
| 10. | Navigasi Antar Halaman | Sistem memungkinkan perpindahan antar halaman game. | Tinggi |

2) Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan nonfungsional berkaitan dengan kualitas sistem yang tidak secara langsung terlihat dari fungsi, tetapi berpengaruh terhadap kinerja dan pengalaman pengguna.

Tabel. 2 Kebutuhan Non Fungsional

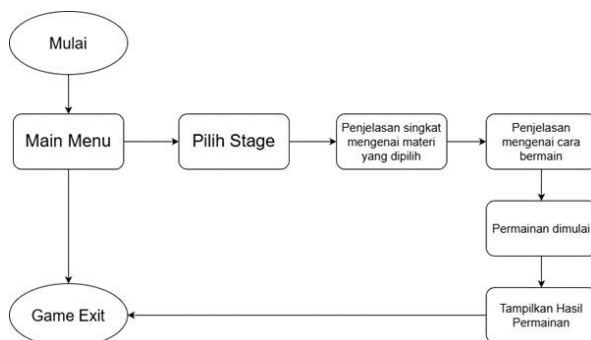
| No. | Kebutuhan | Deskripsi | Metrik |
|-----|-----------------|--|----------------------------|
| 1. | <i>Platform</i> | <i>Game</i> berbasis web yang berjalan | Browser Web (Chrome, Edge) |

| | | | |
|----|------------------------|---|---------------------------|
| | | melalui <i>browser</i> . | |
| 2. | <i>Usability</i> | <i>Game</i> mudah dimainkan dengan tampilan dan navigasi sederhana. | Skor SUS ≥ 68 |
| 3. | <i>Performance</i> | <i>Game</i> berjalan lancar saat memuat animasi dan soal. | Respon < 2 detik |
| 4. | <i>Compatibility</i> | <i>Game</i> dapat dijalankan di <i>desktop</i> dan <i>mobile</i> . | <i>Cross-platform</i> Web |
| 5. | Visual dan Audio | <i>Game</i> memiliki visual dan audio yang menarik. | Tampilan 2D & efek suara |
| 6. | <i>Reliability</i> | <i>Game</i> berjalan stabil tanpa <i>error</i> saat dimainkan. | Tidak terjadi crash |
| 7. | <i>Maintainability</i> | Sistem mudah dikembangkan atau diperbarui. | Struktur event GDevelop |
| 8. | Evaluasi Minat Belajar | Sistem mendukung pengukuran minat belajar siswa. | Skor post-test > pre-test |

E. Perancangan Desain Sistem

Selanjutnya dilakukan perancangan sistem *game* edukatif agar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tujuan pembelajaran, yang mencakup skenario *game*, perancangan *Finite State Machine*, arsitektur sistem, dan rancangan antarmuka pengguna.

1) Skenario Game



Gambar. 2 Skenario Game

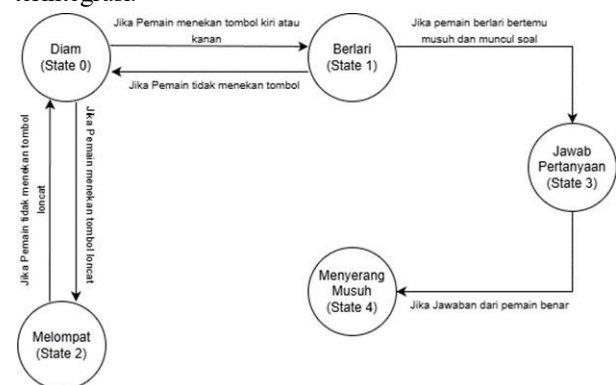
Gambar di atas menggambarkan alur utama pada *game* edukatif Math Strike di mana sejak pemain membuka aplikasi hingga permainan berakhir. Proses dimulai dari tahap pemain diarahkan menuju halaman utama (Main Menu) yang berfungsi sebagai pusat navigasi. Pada menu ini, pemain dapat memilih beberapa opsi, yaitu Mulai Permainan, Kustomisasi Karakter, Pengaturan, atau Keluar dari *Game*.

Apabila pemain memilih opsi Mulai Permainan, sistem akan menampilkan pilihan jenis operasi bilangan dasar yang akan dimainkan, seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, atau pembagian. Setelah memilih, sistem menampilkan penjelasan singkat mengenai operasi bilangan dasar tersebut agar pemain memahami konsep yang akan digunakan.

2) Rancangan FSM

Pendekatan *Finite State Machine* digunakan dalam pengembangan *game* Math Strike untuk mengatur perilaku karakter pemain dan musuh secara terstruktur. FSM bekerja dengan membagi perilaku objek ke dalam beberapa state yang saling terhubung melalui condition dan event tertentu. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan konsep event-based programming pada GDevelop yang menggunakan kombinasi condition dan action tanpa penulisan kode yang kompleks.

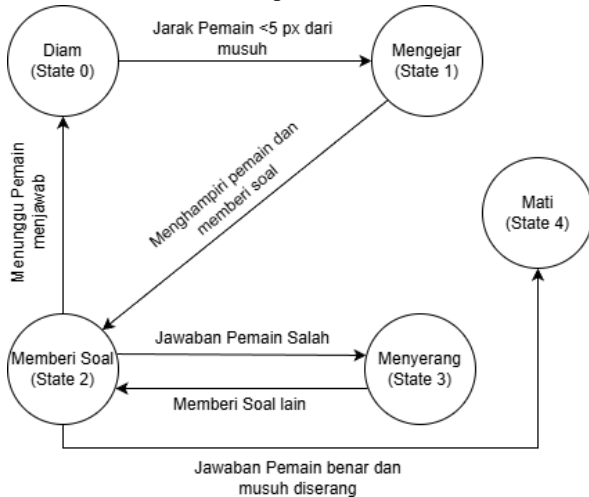
Pada *game* Math Strike, FSM diterapkan menggunakan variabel objek sebagai penanda state aktif yang dikendalikan melalui event sheet GDevelop berdasarkan input pemain, collision, dan hasil jawaban soal matematika. FSM karakter digunakan untuk mengatur aksi seperti diam, bergerak, melompat, menjawab soal, dan menyerang, sedangkan FSM musuh mengatur perilaku musuh seperti diam, mengejar pemain, menyerang, dan mati. Dengan pendekatan ini, interaksi dalam *game* dapat berjalan secara sistematis dan terintegrasi.



Gambar. 3 Diagram FSM Karakter

Diagram di atas adalah *Finite State Machine* pada gambar karakter pemain Math Strike di atas digunakan untuk mengatur perilaku karakter seperti diam, berlari, melompat, menjawab soal, dan menyerang musuh berdasarkan input pemain dan kondisi permainan sehingga *gameplay* berjalan lebih terstruktur dan responsif. Perpindahan *state* terjadi saat pemain

memberikan input tertentu atau ketika karakter bertemu musuh dan sistem menampilkan soal matematika.



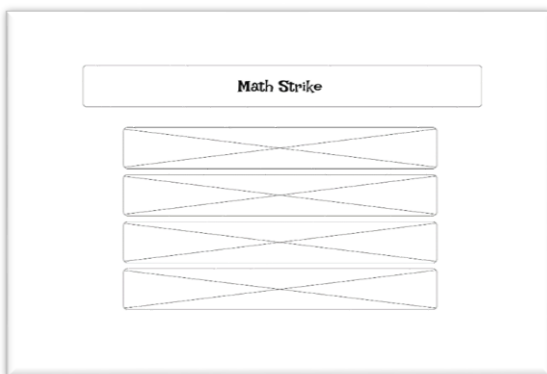
Gambar. 4 Diagram FSM Boss Musuh

Berdasarkan diagram di atas, *Finite State Machine* musuh pada Math Strike digunakan untuk mengatur perilaku musuh secara terstruktur berdasarkan kondisi permainan dan interaksi pemain. Musuh memiliki beberapa *state*, yaitu diam, mengejar pemain, memberikan soal, menyerang, dan mati. Ketika pemain berada dalam jarak tertentu, musuh akan mengejar pemain dan menampilkan soal matematika yang harus dijawab. Jika jawaban pemain salah, musuh akan menyerang, sedangkan jika jawaban benar, musuh akan menerima serangan dan berpindah ke *state* mati.

3) Rancangan tampilan

Pada bagian ini ditampilkan *wireframe* sebagai rancangan awal antarmuka untuk menggambarkan struktur halaman, navigasi, dan elemen utama sistem yang akan dijelaskan berikut:

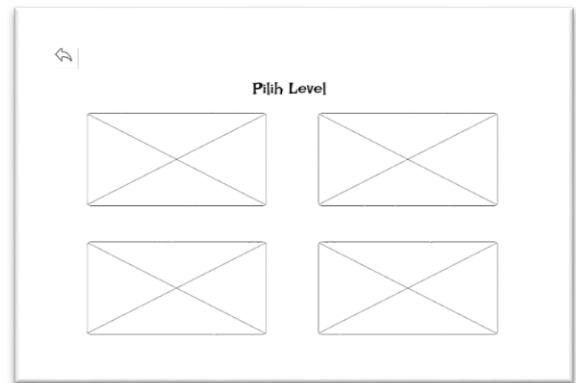
- *Wireframe Main Menu*



Gambar. 5 Wireframe Main Menu

Wireframe main menu menampilkan halaman awal *game* Math Strike yang berisi tombol utama seperti Mulai Permainan, Kustomisasi, Pengaturan, dan Keluar sebagai pusat navigasi pemain.

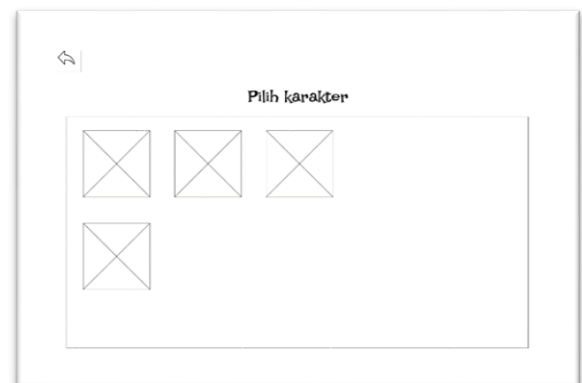
- *Wireframe Stage*



Gambar. 6 Wireframe Stage

Halaman stage menampilkan pilihan operasi bilangan dasar yang dapat dipilih pemain sebelum memulai permainan.

- *Wireframe Kustomisasi*



Gambar. 7 Wireframe Kustomisasi

Halaman kustomisasi digunakan untuk memilih karakter yang akan digunakan pemain dalam *game*.

- *Wireframe Setting*



Gambar. 8 Wireframe Setting

Halaman setting digunakan untuk mengatur suara, musik, dan menampilkan informasi terkait *game*.

- *Wireframe* Penjelasan Materi



Gambar. 9 *Wireframe* Penjelasan Materi

Halaman ini menampilkan penjelasan singkat materi operasi bilangan dasar sebelum pemain masuk ke permainan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini telah dikembangkan game edukasi matematika berbasis web “Math Strike” untuk siswa kelas 3 SD yang menggabungkan *gameplay* dengan materi operasi bilangan dasar. Implementasi sistem berhasil merealisasikan fitur utama seperti pergerakan karakter, interaksi musuh, sistem soal, serta *reward* berupa kunci dan portal antar level.

A. Implementasi FSM

Pada penelitian ini, metode FSM diterapkan untuk mengatur alur logika permainan pada game edukasi “Math Strike”. FSM bekerja menggunakan konsep state, event, dan transition untuk mengatur perilaku karakter, musuh, serta kondisi permainan agar berjalan lebih terstruktur dan konsisten. Setiap kondisi permainan seperti menu utama, *gameplay*, pertanyaan matematika, menang, dan kalah direpresentasikan sebagai state yang saling terhubung.

Tabel. 3 FSM

| No. | State | Deskripsi |
|-----|-----------------------------|--|
| 1. | <i>Idle</i> | Karakter dalam kondisi diam dan menunggu input |
| 2. | <i>Move</i> | Karakter bergerak sesuai input yang diberikan |
| 3. | <i>Encounter Boss Enemy</i> | Karakter bertemu boss musuh |
| 4. | <i>Question</i> | Sistem menampilkan soal matematika |
| 5. | <i>Correct Answer</i> | Karakter menjawab soal dengan benar |
| 6. | <i>Wrong Answer</i> | Karakter menjawab soal dengan salah |

| | | |
|-----|-----------------------|--|
| 7. | <i>Enemy Defeated</i> | Musuh berhasil dikalahkan |
| 8. | <i>Collect Key</i> | Karakter mengambil kunci |
| 9. | <i>Next Level</i> | Karakter berpindah ke level berikutnya |
| 10. | <i>Game Over</i> | Permainan berakhir karena nyawa habis |

Berdasarkan tabel di atas, FSM pada karakter game Math Strike dimulai dari *state idle* saat pemain tidak bergerak dan berpindah ke *state move* ketika menerima input pergerakan. Saat karakter bertemu musuh, sistem masuk ke *state question* untuk menampilkan soal matematika. Jawaban benar akan membuat pemain menyerang hingga musuh kalah, sedangkan jawaban salah menyebabkan nyawa berkurang. Setelah musuh dikalahkan, pemain mengambil kunci untuk membuka portal menuju level berikutnya, sementara jika nyawa habis maka permainan masuk ke *state game over*.

B. Implementasi Gameplay

Implementasi *gameplay* pada game edukasi matematika ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang asik dengan mengintegrasikan soal matematika ke dalam setiap proses permainan.

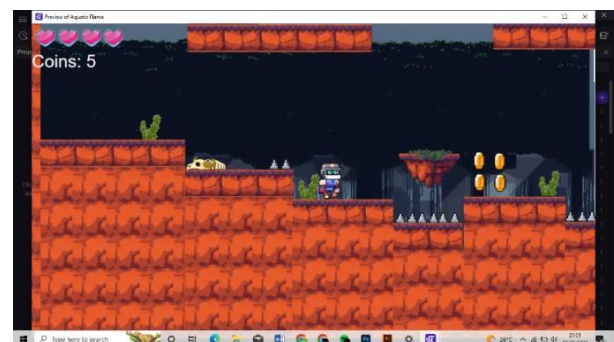
1) Menu Utama



Gambar. 10 Menu Utama

Permainan dimulai saat pemain memilih menu “Mulai” dan masuk ke *level* permainan.

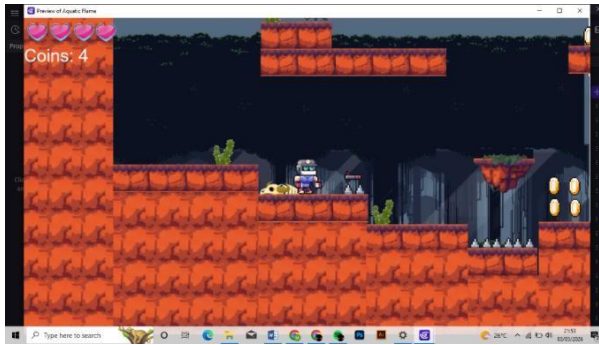
2) Karakter Maju



Gambar. 11 Karakter Maju

Pemain dapat menggerakkan karakter menggunakan tombol “A”, “D”, dan “Spasi” untuk melompat.

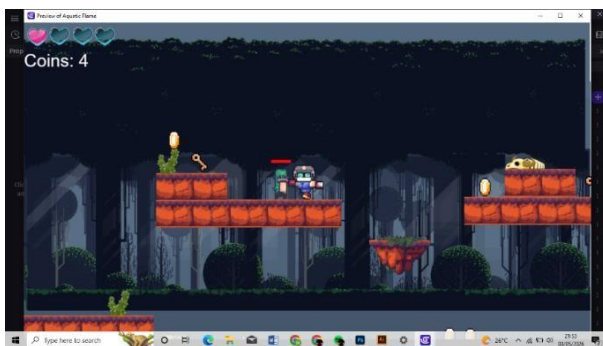
3) Karakter Menyerang



Gambar. 12 Karakter Menyerang

Selain itu pemain juga dapat menembak untuk mengalahkan musuh, kontrol yang digunakan agar dapat menembak yaitu pemain menekan tombol “J”.

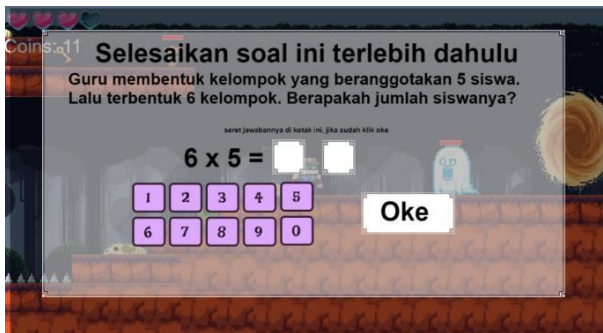
4) Musuh Menyerang



Gambar. 13 Musuh Menyerang

Ketika karakter berjarak kurang dari 50px maka musuh akan merespon dengan menghampiri dan menyerang karakter secara langsung.

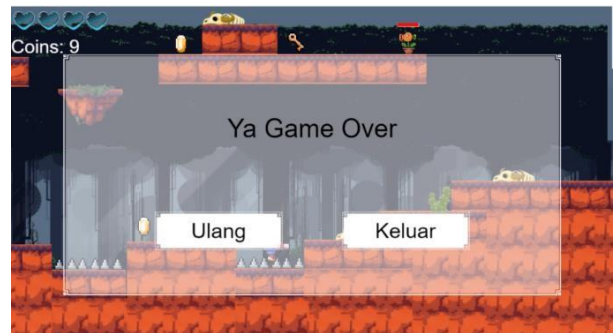
5) Soal Tampil Setelah Bertemu Boss



Gambar. 14 Soal Tampil Setelah Bertemu Boss

Selama eksplorasi, pemain akan menemukan boss musuh yang menjadi bagian utama dari tantangan dalam permainan. Saat pemain bertemu boss musuh, sistem akan menampilkan soal matematika.

6) Game Over



Gambar. 15 Game Over

Permainan berakhir ketika nyawa pemain habis dan muncul tampilan *game over*.

C. Implementasi Antarmuka (User Interface)

Implementasi antarmuka game edukasi ini dirancang sederhana, menarik, dan mudah dipahami oleh siswa kelas 3 SD dengan penggunaan warna cerah, ikon yang jelas, dan teks yang mudah dibaca.

1) Implementasi Pilih Level



Gambar. 16 Pilih Level

Selanjutnya ada tampilan pilih level menampilkan beberapa pilihan level serta tombol kembali untuk memudahkan navigasi pemain.

2) Implementasi Tampilan Pengaturan



Gambar. 17 Tampilan Pengaturan

Halaman pengaturan digunakan untuk mengatur volume musik dan efek suara melalui slider.

3) Implementasi Tampilan Karakter



Gambar. 18 Tampilan Karakter

Tampilan karakter digunakan untuk memilih karakter yang akan dimainkan dengan penanda visual pada karakter terpilih.

4) Implementasi Tampilan Materi



Gambar. 19 Tampilan Materi

Tampilan materi menampilkan penjelasan singkat operasi bilangan dasar sebelum permainan dimulai.

D. Pengujian Black Box

Untuk Hasil pengujian *Black Box* dilakukan untuk menguji fungsi utama game tanpa melihat kode, dengan fokus pada kesesuaian input dan output. Fitur yang diuji meliputi menu utama, pergerakan karakter, interaksi musuh, sistem soal, nyawa, dan perpindahan level melalui portal.

Tabel. 4 Pengujian Black Box

| No. | Fitur yang Diuji | Skenario Pengujian | Hasil |
|-----|-------------------|--|----------|
| 1. | Menu Utama | Klik tombol "Start" | Berhasil |
| 2. | Pergerakan Player | Player bergerak sesuai arah | Berhasil |
| 3. | Interaksi Musuh | Player menyentuh musuh dan soal muncul | Berhasil |
| 4. | Sistem Soal | Menjawab soal untuk menentukan | Berhasil |

| | | | |
|----|---------------|--|----------|
| | | musuh kalah atau nyawa berkurang. | |
| 5. | Sistem Nyawa | Jawaban salah membuat HP berkurang hingga <i>game over</i> . | Berhasil |
| 6. | Sistem Kunci | Kunci muncul dan bisa diambil | Berhasil |
| 7. | Sistem Portal | Bisa masuk portal dan pindah ke level berikutnya | Berhasil |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur dalam game dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa ditemukan kesalahan yang signifikan.

E. Pengujian Pre-Test & Post-Test

Dilakukan pengujian *pre-test* dan *post-test* yang mana untuk mengukur minat belajar matematika siswa sebelum dan sesudah menggunakan game edukatif "Math Strike", sehingga dapat diketahui pengaruh penggunaan game terhadap peningkatan minat belajar siswa.

Tabel. 5 Pertanyaan Pre-test & Post-test

| No. | Pertanyaan |
|-----|--|
| 1. | Aku suka belajar menghitung angka (tambah, kurang, kali, bagi) |
| 2. | Aku merasa senang saat mengerjakan soal matematika |
| 3. | Aku tidak cepat bosan saat belajar matematika. |
| 4. | Aku ingin mencoba soal matematika |
| 5. | Matematika adalah pelajaran yang menarik dan menantang |

Instrumen *pre-test* dan *post-test* yang digunakan berupa kuesioner minat belajar matematika dengan skala Likert 1–5 yang disesuaikan dengan kemampuan pemahaman siswa kelas 3 SD. Setiap pertanyaan menggunakan bahasa sederhana agar mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar. Kuesioner terdiri dari lima pernyataan, adapun daftar pertanyaan yang digunakan pada *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada Tabel di atas. Hasil dari *pre-test* dan *post-test* kemudian dihitung untuk melihat adanya peningkatan minat belajar.

Tabel. 6 Hasil Pengujian Pre-test & Post-test

| | Minimum | Maximum | Mean |
|-----------|---------|---------|-------|
| Pre-Test | 5 | 20 | 13,65 |
| Post-Test | 14 | 25 | 22,15 |

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, diperoleh nilai rata-rata *pre-test* sebesar 13,65, sedangkan nilai rata-rata *post-test* sebesar 22,15. Nilai minimum *pre-test* adalah 5

dan maksimum 20, sementara pada *post-test* nilai minimum meningkat menjadi 14 dan maksimum menjadi 25. Perbedaan nilai rata-rata tersebut menunjukkan adanya peningkatan sebesar 8,5 poin dari sebelum dan sesudah penggunaan game edukatif.

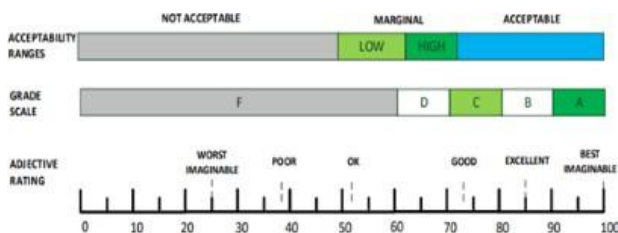
F. Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan (*usability*) dari *game* edukasi yang telah dikembangkan. Pengujian ini menggunakan 10 butir pertanyaan dengan skala Likert 1–5 yang diberikan kepada 20 responden. Pertanyaan disusun dengan bahasa yang sederhana agar dapat dipahami oleh anak kelas 3 SD.

Tabel. 7 Hasil Pengujian SUS

| Responden | Hasil Penilaian | Skor |
|-----------|-----------------|-------------------|
| R1 | 32 × 2,5 | 80 |
| R2 | 31 × 2,5 | 77,5 |
| R3 | 32 × 2,5 | 80 |
| R4 | 31 × 2,5 | 77,5 |
| R5 | 32 × 2,5 | 80 |
| R6 | 30 × 2,5 | 75 |
| R7 | 32 × 2,5 | 80 |
| R8 | 28 × 2,5 | 70 |
| R9 | 30 × 2,5 | 75 |
| R10 | 36 × 2,5 | 90 |
| R11 | 35 × 2,5 | 87,5 |
| R12 | 31 × 2,5 | 77,5 |
| R13 | 31 × 2,5 | 77,5 |
| R14 | 32 × 2,5 | 80 |
| R15 | 32 × 2,5 | 80 |
| R16 | 27 × 2,5 | 67,5 |
| R17 | 29 × 2,5 | 72,5 |
| R18 | 34 × 2,5 | 85 |
| R19 | 30 × 2,5 | 75 |
| R20 | 33 × 2,5 | 82,5 |
| Rata-rata | | 1555 / 20 = 77,75 |

Tabel di atas hasil pengujian *System Usability Scale* (SUS) terhadap 20 responden, diperoleh nilai rata-rata sebesar 77,75 yang dibulatkan menjadi 78.



Gambar. 20 Intepretasi SUS

Skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 77,75 menunjukkan hasil yang positif terhadap *game* edukatif yang dikembangkan. Berdasarkan table interpretasi di atas, skor tersebut masuk kategori *Acceptable*, berada pada *Grade B*, dan termasuk dalam kategori *Good* pada *adjective rating*, yang berarti *game* memiliki tingkat kegunaan yang baik dan dapat diterima oleh pengguna.

Hal ini menunjukkan bahwa *game* mudah digunakan, dipahami, dan memberikan pengalaman pengguna yang cukup baik, khususnya bagi siswa kelas 3 SD. Dengan demikian, dari aspek *usability*, *game* edukatif tersebut dinilai layak digunakan sebagai media pembelajaran dan hiburan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan *game* edukasi matematika berbasis web bernama “Math Strike” dengan penerapan metode *Finite State Machine* (FSM) sebagai pengatur alur permainan dan perilaku karakter. Penggunaan FSM membantu sistem bekerja lebih terstruktur pada setiap kondisi permainan, seperti perpindahan level, interaksi dengan musuh, hingga kondisi menang dan kalah. Integrasi materi operasi bilangan dasar ke dalam *gameplay* juga membuat proses belajar menjadi lebih interaktif dan menyenangkan bagi siswa kelas 3 SD.

Berdasarkan hasil dari pengujian *Black Box*, seluruh fitur *game* dapat dijalankan sesuai fungsi yang dirancang dengan tingkat keberhasilan mencapai 100% tanpa ditemukan kendala yang berarti. Hasil pengujian pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan minat belajar matematika siswa, ditunjukkan dari rata-rata nilai pre-test sebesar 13,65 menjadi 22,15 pada post-test atau meningkat sebesar 8,5 poin. Selain itu, pengujian menggunakan *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor rata-rata 77,75 yang termasuk kategori *Good*, *Acceptable*, dan berada pada *Grade B*. Dengan hasil tersebut, *game* “Math Strike” dinilai layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika yang menarik, mudah digunakan, dan mampu membantu meningkatkan minat belajar siswa.

B. Saran

Dari hasil penelitian, terdapat beberapa saran untuk pengembangan *game* ke depannya. Pengembangan selanjutnya disarankan menambahkan kemampuan khusus atau jurus pada karakter agar permainan lebih variatif, serta memperbanyak dan memperkaya animasi karakter agar tampilan lebih hidup dan tidak monoton. Selain itu, sistem permainan juga dapat ditingkatkan dengan fitur reload atau pengisian ulang senjata agar *gameplay* menjadi lebih realistis dan menantang. Tingkat kesulitan permainan perlu ditingkatkan melalui penambahan rintangan, musuh, dan desain level yang lebih kompleks, serta soal matematika yang lebih bervariasi dan menantang sesuai kemampuan siswa agar dapat meningkatkan kemampuan berhitung dan pemahaman matematika secara lebih optimal.

REFERENSI

- [1] R. Gunawan, T. H. Prastyawan, and Y. Wahyudin, “RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PERHITUNGAN DASAR MATEMATIKA SEKOLAH DASAR KELAS 3, 4 DAN 5 MENGGUNAKAN CONSTRUCT 2 *Game* Edukasi dapat mempermudah cara belajar, terkadang saat belajar,” vol. 16, pp. 46–59, 2021.
- [2] A. Usman, A. P. Utomo, F. Amilia, D. Dzarna, and C. K.

- Galatea, "Research on Educational Games in Learning in Indonesia: A Systematic Review of the Literatures," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 10, no. 3, pp. 105–115, 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i3.5321.
- [3] A. Istomina and M. Arsalidou, "Add, subtract and multiply: Meta-analyses of brain correlates of arithmetic operations in children and adults," *Dev. Cogn. Neurosci.*, vol. 69, no. May, 2024, doi: 10.1016/j.dcn.2024.101419.
- [4] K. Oktaviani and Darwanto, "Analisis Kesulitan Belajar Matematika Materi Operasi Hitung Bilangan Pelajar SDN 106/VIII Pulung Rejo," *Griya Cendikia*, vol. 10, no. 1, pp. 168–177, 2025, doi: 10.47637/griyacendikia.v10i1.1672.
- [5] D. Ramadhan, A. Asriyanik, and D. Indrayana, "Pengembangan Game 2D Platformer Sejarah Kerajaan Majapahit Dengan Mengimplementasikan Metode Game Development Life Cycle (Gdlc)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 2, pp. 3418–3426, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i2.13209.
- [6] F. Sutmo, B. A. Dewanto, M. A. Mulyadi Mucoffa, Y. I. Kurniawan, and B. Wijayanto, "Math Runner: Game Edukasi Matematika Untuk Anak Sekolah Dasar," *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 3, no. 4, pp. 165–173, 2023, doi: 10.52436/1/jpti.286.
- [7] E. Kusumawati and Fadiana. Mu'jizatin, "Pemanfaatan Game Edukasi Wordwall untuk Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Indonesia Siswa Kelas V Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 5, pp. 3(2), 524–532, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/ajie/article/view/971>
- [8] M. F. Rivaldi and Y. I. Kurniawan, "Game Edukasi Pengenalan dan Pembelajaran Berhitung untuk Siswa Kelas 1 Sekolah Dasar," *J. Manaj. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–59, 2021, doi: 10.34010/jamika.v11i1.4354.
- [9] U. Elistatia and S. Permatasari, "Gameology And Multimedia Expert Adventure Time : Dilo World – An Adventure Game with Educational Elements for Kids," vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2025.
- [10] M. J. K. Sarira and S. Sabariah, "Development of Gamification-Based HTML5 Interactive Learning Media for Human Digestive System in Elementary Education," vol. 12, no. 4, pp. 1215–1225, 2025.
- [11] Yohannes, S. Devella, and Meiriyama, "PELATIHAN PEMBUATAN GAME MENGGUNAKAN GDEVELOP UNTUK SISWA / I SMA NEGERI 6 PALEMBANG," vol. 5, pp. 833–840, 2021.
- [12] A. Nanda Prafitasari, L. Setyo Kurniawati, and N. Hasanah, "Penguatan Profil Pelajar Pancasila: Pelatihan Coding Game pada Siswa SMA Negeri 5 Jember," *J. Pengabd. Kpd. Masy. Nusant.*, vol. 5, no. 2, pp. 2035–2042, 2024, doi: 10.55338/jpkmn.v5i2.3169.
- [13] L. H. Wicaksono *et al.*, "Perancangan Perilaku Pemburu Pada Game Anex Dengan Metode Finite State Machine," vol. 10, no. 1, pp. 703–706, 2023.
- [14] D. S. Utomo and D. A. Dermawan, "Implementasi Finite State Machine (FSM) Dalam Game Monopoli 3D Teknologi Informasi dan Komunikasi dengan Algoritma Fisher-Yates Shuffle Berbasis Android," pp. 240–249, 2021.
- [15] N. B. Nugraha, Y. M. Santosa, and E. Mulyani, "Implementation of Finite State Machine Algorithm for Interactive Physics Learning in a 3D Game," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 7, no. 2, pp. 278–283, 2023, doi: 10.30871/jaic.v7i2.6738.
- [16] Mintarsih, "Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation," vol. 5, no. 1, pp. 33–35, 2023.
- [17] M. R. Pratama, J. Umam, and R. Yakok, "Usability Testing pada Aplikasi iJateng Menggunakan Metode System Usability Scale," vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2024.