

Educational Adventure Game Design for Introduction to the Chemical Periodic Table

Tarmizi¹, Huzaeni^{2*}, Salahuddin³

^{1,2,3} Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata 24301
INDONESIA

*Penulis Korespondensi : huzaeni@pnl.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 27 April 25
Direvisi pada 01 Juni 25
Publikasi pada 20 Juni 25

Kata kunci:

Tabel Periodik
Game Edukatif
Pembelajaran Interaktif
Unity

Keywords:

Periodic Table
Educational Game
Interactive Learning
Unity

ABSTRAK

Tabel periodik merupakan alat penting dalam kimia yang digunakan untuk mengorganisasikan unsur-unsur berdasarkan sifat atomik mereka. Meskipun sangat berguna, metode pengajaran konvensional sering kali dianggap membosankan oleh siswa, yang dapat mengurangi minat dan pemahaman mereka terhadap materi ini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan *game* edukatif "Elemental Conqueror" yang dirancang khusus untuk siswa SMA dan SMK. *Game* ini menawarkan pendekatan interaktif dan menyenangkan untuk membantu siswa memahami tabel periodik kimia. Melalui tantangan dan misi yang disesuaikan dengan konsep-konsep kimia yang kompleks, *game* ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Dalam *game* ini, pemain akan dihadapkan dengan pertanyaan-pertanyaan terkait tabel periodik. Jika pemain berhasil menjawab, mereka akan mendapatkan hadiah berupa atom yang digunakan untuk membuka pintu di setiap level. *Game* ini memiliki dua level yang harus diselesaikan oleh pemain untuk memenangkan permainan, memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan menghibur.

ABSTRACT

The periodic table is an important tool in chemistry used to organize elements based on their atomic properties. Although very useful, conventional teaching methods are often considered boring by students, which can reduce their interest and understanding of this material. This research aims to design and develop an educational game "Elemental Conqueror" specifically designed for high school and vocational school students. This game offers an interactive and fun approach to help students understand the chemical periodic table. Through challenges and missions tailored to complex chemical concepts, this game is expected to increase student motivation and engagement in the learning process. In this game, players will be faced with questions related to the periodic table. If the player successfully answers, they will get a reward in the form of atoms that are used to open the door in each level. The game has two levels that must be completed by the player to win the game, providing an immersive and entertaining learning experience.

1. Pendahuluan

Tabel periodik merupakan salah satu alat fundamental dalam ilmu kimia yang digunakan untuk mengorganisasikan unsur-unsur kimia berdasarkan sifat-sifat atomiknya. Sejak pertama kali diperkenalkan oleh Dmitri Mendeleev pada tahun 1869, tabel periodik telah mengalami berbagai perubahan dan penyempurnaan hingga mencapai bentuk modernnya saat ini. Dalam tabel periodik modern, unsur-unsur

kimia dikelompokkan dalam baris dan kolom berdasarkan nomor atom, konfigurasi elektron, dan sifat kimianya. Setiap unsur memiliki posisi spesifik yang memberikan informasi penting mengenai karakteristik dan reaktivitasnya [1].

Namun, meskipun tabel periodik sangat berguna dalam dunia kimia, metode pengajaran konvensional yang digunakan untuk memperkenalkan tabel ini sering dianggap kurang menarik dan membosankan oleh siswa. Pendekatan pengajaran yang tradisional biasanya melibatkan hafalan dan pemahaman konsep secara teoritis tanpa interaksi praktis yang memadai. Hal ini menyebabkan banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara unsur-unsur kimia serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari [2]. Pengajaran yang statis dan kurang interaktif ini menjadi tantangan tersendiri dalam upaya meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap ilmu kimia [3]. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang baru dalam dunia pendidikan, termasuk dalam upaya meningkatkan minat siswa terhadap ilmu kimia. Salah satu pendekatan inovatif yang semakin populer adalah penggunaan *game* sebagai alat bantu pembelajaran. *Game* edukatif tidak hanya memberikan hiburan, tetapi juga mampu menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menyenangkan, yang dapat mendorong siswa untuk lebih terlibat dalam proses pembelajaran [4]. Menurut teori pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*), pendekatan ini dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa [5][6], terutama dalam memahami konsep-konsep yang kompleks [7][8].

Dalam rangka mengatasi tantangan dalam pengajaran tabel periodik secara konvensional, pengembangan *game* edukatif menjadi solusi yang efektif. *Game* "Elemental Conqueror" dirancang untuk membantu siswa SMA dan SMK dalam mempelajari dan memahami tabel periodik melalui pendekatan yang interaktif dan menarik [9]. Melalui berbagai tantangan dan misi dalam *game* ini, siswa dapat belajar tentang unsur-unsur kimia secara lebih mendalam dan menyenangkan.

"Elemental Conqueror" tidak hanya berfokus pada penyampaian informasi mengenai unsur-unsur kimia, tetapi juga membantu siswa memahami hubungan antar unsur serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan pendekatan yang lebih praktis dan didukung oleh teori pembelajaran yang relevan, *game* ini diharapkan dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap tabel periodik, serta mendorong mereka untuk lebih aktif dalam belajar kimia.

Pengembangan *game* ini merupakan langkah inovatif dalam mengintegrasikan teknologi dan pendidikan, dengan tujuan menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan efektif. Melalui "Elemental Conqueror", siswa diharapkan mampu mempelajari tabel periodik dengan cara yang lebih menyenangkan dan mendalam, sehingga dapat memahami konsep-konsep kimia dengan lebih baik serta mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari maupun studi lanjutan mereka.

2. Metode

2.1 Pengumpulan Data

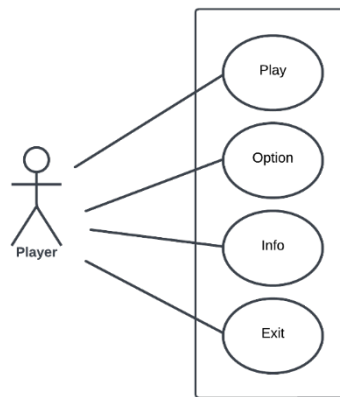
Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan data sekunder, yaitu melalui berbagai sumber seperti laporan, jurnal, buku dan semua informasi yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

2.2 Metode Pengembangan Game

Metode pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Proses MDLC terdiri dari enam tahap yaitu konsep (*concept*), desain (*design*), pengumpulan materi (*material collecting*), pembuatan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan distribusi (*distribution*). Tahapan-tahapan ini tidak harus dilakukan secara berurutan dan dapat disesuaikan. Namun, tahap konsep harus selalu menjadi langkah pertama yang dilakukan [5].

2.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang akan dibuat untuk mengetahui gambaran mengenai sistem yang akan dibuat pada *game* Elemental Conqueror. Gambar 1 adalah *use case diagram* sistem, yang menunjukkan interaksi antara *user* dan sistem. *User* dapat membuka menu untuk memulai permainan. Selain itu *user* dapat membuka menu *option* untuk mengatur resolusi layar dan besar kecilnya suara pada *game*. Terdapat menu info *user* dapat melihat tombol *shortcut* apa saja yang dapat dipakai pada *game*, dan *user* dapat keluar dari aplikasi *game*.

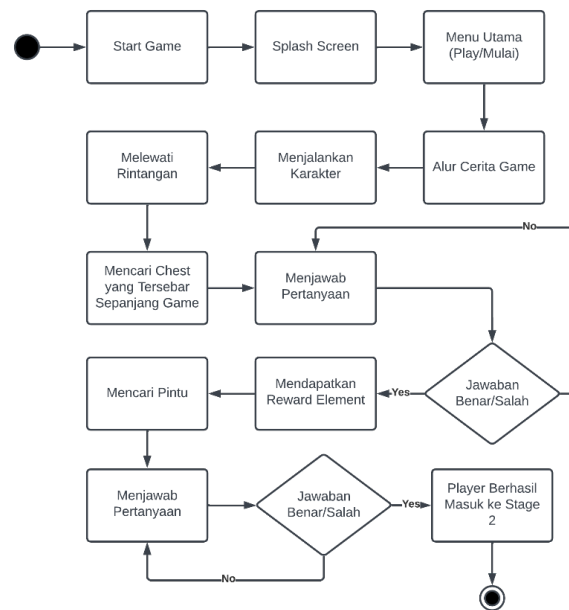


Gambar 1. Use Case Diagram

2.4 Activity Class Diagram

2.4.1 Stage Pertama

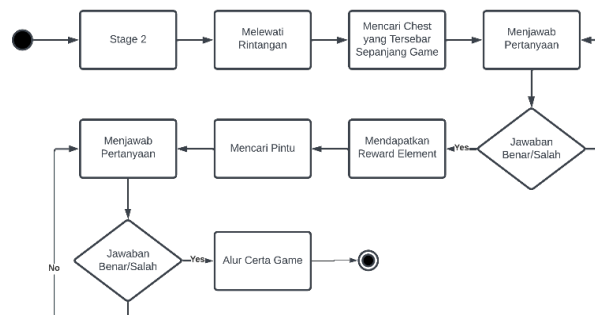
Pada gambar 2 merupakan *activity class diagram* pada *Stage* 1 yang menjelaskan alur permainan pada *game* Elemental Conqueror yang dimulai dari *start game*, kemudian menuju ke halaman *splash screen logo* dan menu utama pada *game*. Pada saat memulai *game* *player* harus menekan menu *play* dengan begitu *player* memulai sebuah permainan dengan menampilkan *scene* alur cerita, setelah itu menuju pada *scene* arena permainan. Ketika sudah masuk ke dalam alur permainan maka *player* harus menjalankan karakter dan memulai misi dengan cara melewati rintangan-rintangan sepanjang permainan, lalu mencari *chest* tersembunyi yang tersebar di beberapa tempat untuk mendapatkan item-item yang di perlukan untuk melanjutkan ke *stage* selanjutnya dan juga *chest* memiliki sebuah soal yang harus diselesaikan oleh *player*. Jika *player* salah menjawab maka *player* akan mengulang pertanyaan sampai *player* menjawab soal dengan benar, dan jika *player* berhasil menjawab soal dengan benar maka *player* akan mendapat item yang dibutuhkan untuk melanjutkan permainan. Kemudian *player* harus menemukan pintu yang akan berfungsi untuk maju ke *stage* selanjutnya. Pintu tersebut juga memiliki pertanyaan yang harus dijawab oleh *player* jika jawaban benar maka *player* bisa bermain ke *stage* selanjutnya namun jika salah *player* akan tetap di level yang sama.



Gambar 2. Activity Class Diagram Stage Pertama

2.4.2 Stage Kedua

Pada gambar 3 *player* melewati rintangan serta mencari *chest* tersembunyi yang tersebar di sepanjang permainan untuk mendapatkan item-item yang di perlukan untuk melanjutkan ke *stage* selanjutnya dan juga *chest* memiliki sebuah soal yang harus diselesaikan oleh *player*. Jika *player* salah menjawab maka *player* akan mengulang pertanyaan sampai *player* menjawab soal dengan benar, dan jika *player* berhasil menjawab soal dengan benar maka *player* akan mendapat item yang dibutuhkan untuk melanjutkan permainan, kemudian *player* harus menemukan pintu yang akan berfungsi untuk maju ke *Stage* selanjutnya. Pintu tersebut juga memiliki pertanyaan yang harus dijawab oleh *player* jika jawaban benar maka *player* bisa melihat cerita akhir dari permainan namun jika salah *player* akan tetap di level yang sama.



Gambar 3. Activity Class Diagram Stage Kedua

2.5 Mekanika dan Game

"Elemental Conqueror" adalah sebuah *game* petualangan edukatif yang dirancang untuk membantu siswa SMA dan SMK memahami tabel periodik kimia. Dalam *game* ini, pemain mengontrol karakter utama yang dapat bergerak ke kiri dan ke kanan menggunakan tombol arah atau tombol 'A' dan 'D', melompat dengan tombol spasi, mengambil item dengan tombol 'E', dan menyerang musuh dengan tombol mouse kiri. Pemain harus mencari item tersembunyi di dalam peti atau dari musuh yang dikalahkan untuk

melanjutkan permainan. Setiap peti berisi pertanyaan tentang tabel periodik, yang harus dijawab dengan benar untuk mendapatkan item yang diperlukan untuk membuka pintu ke tahap berikutnya.

Game "Elemental Conqueror" dimulai dengan cerita pengantar yang menjelaskan latar belakang permainan. Setelah cerita pengantar, pemain masuk ke arena permainan di mana mereka harus mengalahkan musuh dan mencari peti yang berisi pertanyaan tentang tabel periodik. Dalam tahap pertama, pemain menjelajahi arena, melawan musuh, dan mencari peti untuk mendapatkan item. Pintu di setiap level hanya bisa dibuka dengan menjawab pertanyaan kimia dengan benar. Pintu yang terbuka mengantarkan pemain ke level berikutnya dan menampilkan skor nilai di akhir permainan

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Implementasi *User Interface*

Implementasi hasil antarmuka dibuat dengan ukuran 1920x1080 piksel. Implementasi yang dihasilkan untuk *game* "Elemental Conqueror" berupa implementasi *splash screen*, menu utama, *option*, info, *loading*, *story*, *game stage 1*, *game stage 2*, serta tampilan hasil skor pemain.

3.1.1 Halaman *Splash Screen*

Gambar 4 *splash screen* merupakan halaman awal ketika memasuki *game*, pada halaman ini akan menampilkan logo produksi *game* Elemental Conqueror.



Gambar 4. Halaman *Splash Screen*

3.1.2 Halaman Menu Utama



Gambar 5. Halaman Menu Utama

Gambar 5 menampilkan menu utama yang mana terdapat beberapa menu yang bisa diakses oleh *user* yaitu meliputi menu *play* untuk memulai permainan, *option* untuk mengatur resolusi layar dan mengatur

suara yang ada pada *game*, info untuk mengetahui tombol-tombol apa saja yang dipakai pada *game*, *exit* untuk keluar dari permainan, dan *icon graph* untuk melihat hasil survei.

3.1.3 Halaman Info

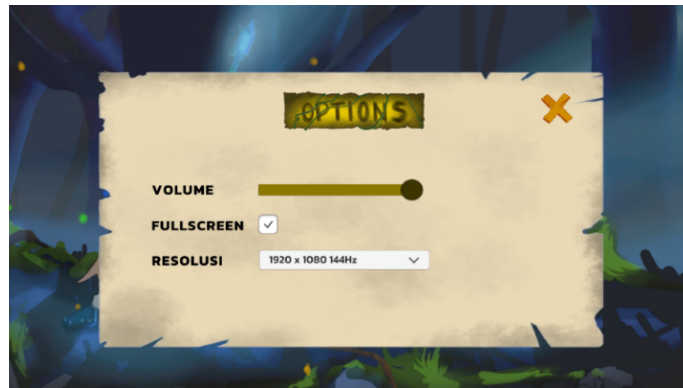
Gambar 6 terdapat menu info yang mana menampilkan informasi mengenai fungsi *shortcut* apa saja yang di pakai pada *game* Elemental Conqueror.



Gambar 6. Halaman Info

3.1.4 Halaman Option

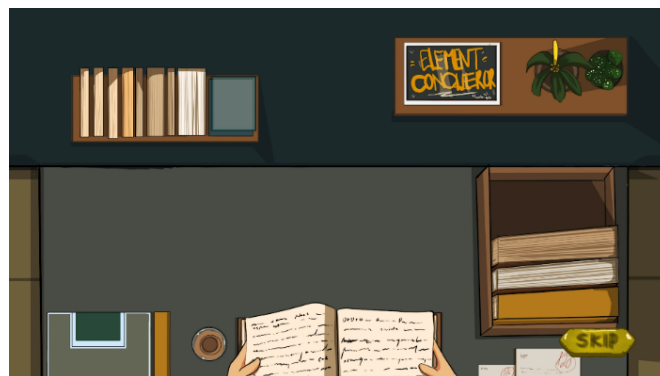
Gambar 7 Menampilkan halaman *option* yang berisi pengaturan untuk resolusi layar sesuai dengan kebutuhan *player* dan mengatur besar kecilnya suara pada *game*.



Gambar 7. Halaman Option

3.1.5 Halaman Story

Gambar 8 terdapat halaman story akan menampilkan video yang menjelaskan cerita dari *game* Elemental Conqueror, kemudian juga terdapat tombol *skip* yang berfungsi untuk lanjut ke halaman *game*.



Gambar 8. Halaman Story

3.1.6 Halaman *Gameplay Stage* Pertama

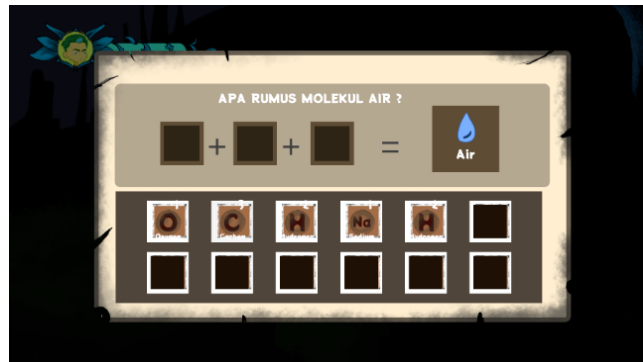
Gambar 9 terdapat halaman akan ditampilkan setelah *game* story selesai atau juga bisa dengan menekan tombol *enter* untuk skip cerita sehingga akan masuk langsung ke halaman . Pada tampilan *gameplay* terdapat fitur bar darah jika pemain terkena hit oleh monster bar darah akan berkurang sesuai *damage* yang dihasilkan oleh monster selanjutnya terdapat juga fitur pintu yang dapat diakses dan akan memunculkan pertanyaan untuk menuju ke level selanjutnya.



Gambar 9. *Game Stage* Pertama

3.1.7 Halaman *Gameplay Stage* Kedua

Gambar 10 menampilkan *stage* 2 merupakan *stage* yang dapat dimainkan ketika sudah menyelesaikan map *stage* 1. Namun pada *stage* 2 tampilan yang diberikan hampir sama dengan *stage* 1 yang membedakan hanya bentuk monster dan bentuk soal yang disediakan dan juga pintu yang berada pada *stage* 2 dapat diakses dan memunculkan soal jika *player* benar maka *player* akan melihat tampilan akhir permainan.



Gambar 10. *Game Stage* Kedua

3.1.8 Halaman *Gameplay Stage* Kedua



Gambar 11. *Game Stage* Kedua

Pada Gambar 11 permainan ini terdapat skor nilai permainan, dimana pada setiap *chest* terdapat pertanyaan yang harus dijawab. Jika menjawab tanpa ada yang salah bernilai 100, jika salah satu bernilai 90, jika salah dua bernilai 70 dan jika salah 3 bernilai 50. Terdapat 6 *chest* yang masing-masing terdapat 1 soal. Di akhir permainan, pemain dapat melihat skor dari setiap pertanyaan yang ada.

3.2 Pengujian Aplikasi

3.2.1 Pengujian Black Box

Pengujian black box dilakukan dengan menguji berbagai tombol pada *game* yang dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2. Pengujian pada menu utama *game* dilakukan dengan menguji beberapa tombol untuk memastikan fungsionalitas yang optimal. Pengujian dimulai dengan tombol *play*, tombol *option*, tombol info, dan tombol exit. Selanjutnya, pengujian fungsionalitas tombol di dalam *game* seperti tombol lompat, jalan, ambil item, dan menembak.

1. Pengujian Menu Utama

Menu utama adalah menu yang pertama kali muncul ketika pengguna membuka *game*. pada menu ini, tampilan beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh pengguna. Berikut adalah pengujian black box untuk menu utama yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Black Box Menu Utama

No	Test Case Id	Test Scenario	Test Case	Status (Lulus/Gagal)
1	Menu Utama	Mengunjungi halaman	Klik tombol	Lulus
2	Menu Utama	Mengunjungi menu <i>option</i>	Klik tombol <i>option</i>	Lulus
3	Menu Utama	Menekan tombol info	Klik tombol info	Lulus
4	Menu Utama	Menekan tombol <i>exit</i>	Klik tombol <i>exit</i>	Lulus

2. Pengujian Ingame

Pengujian black box pada *ingame* untuk menguji fungsionalitas tombol-tombol pada saat bermain agar interaksi *user* berjalan lancar. Berikut adalah pengujian black box untuk *ingame* yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Black Box *Ingame*

No	Test Case Id	Test Scenario	Test Case	Status (Lulus/Gagal)
1	Menu <i>ingame</i>	<i>Player</i> berjalan	Menekan tombol "A"	Lulus
2	Menu <i>ingame</i>	<i>Player</i> berjalan	Menekan tombol "D"	Lulus
3	Menu <i>ingame</i>	<i>Player</i> lompat	Menekan tombol <i>spacebar</i>	Lulus
4	Menu <i>ingame</i>	<i>Player</i> ambil barang	Menekan tombol "E"	Lulus
5	Menu <i>ingame</i>	<i>Player</i> menembak	Menekan tombol mouse kiri	Lulus

3.2.2 Pengujian Kuesioner

Pengujian kuesioner dilakukan untuk menganalisis pendapat dari responden terhadap *game* pertualangan edukatif untuk pengenalan tabel periodik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai sejauh mana aplikasi tersebut memberikan pengenalan terhadap tabel periodik melalui visual yang nyata. Berdasarkan kuesioner yang telah dijawab oleh pengguna, data yang diperoleh akan digunakan untuk mengevaluasi efektivitas terhadap *game* pertualangan edukatif pengenalan tabel periodik ini. Berdasarkan kuesioner yang telah dijawab oleh pengguna, maka didapatkan data pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden, mencakup jumlah masing-masing bobot nilai yang diberikan untuk setiap pertanyaan. Setelah mengumpulkan total nilai dari setiap pertanyaan yang dijawab oleh responden, langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata dari jawaban kuesioner. Perhitungan nilai rata-rata dilakukan menggunakan rumus berikut:

Tabel 3. Analisis Kuesioner Respon Pengguna

No	Pertanyaan	SS	S	C	KS	STS
1	Apakah Anda merasa <i>game</i> ini membantu Anda memahami tabel periodik kimia dengan lebih baik?	17	9	9	0	0
2	Apakah Anda merasa <i>game</i> ini membantu Anda memahami reaksi kimia dan sifat-sifat unsur dengan lebih baik?	13	9	13	0	0
3	Seberapa mudah anda mengakses dan memahami tutorial atau panduan?	11	11	13	0	0
4	Apakah visual dan desain grafis <i>game</i> ini membantu pemahaman Anda tentang tabel periodik?	8	14	11	2	0
5	Apakah <i>game</i> ini lebih efektif dibandingkan metode pembelajaran konvensional seperti buku teks?	10	8	10	7	0
6	Apakah <i>game</i> ini memberikan tantangan yang cukup untuk mengasah kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah Anda dalam konteks kimia?	15	9	6	5	0
7	Apakah Anda secara keseluruhan puas dengan pengalaman bermain <i>game</i> ini dalam hal pembelajaran dan hiburan?	10	14	10	1	0
8	Apakah tugas dan tantangan dalam <i>game</i> ini relevan dengan materi kimia yang Anda pelajari?	15	5	11	4	0
9	Apakah Anda merasa <i>game</i> ini membantu Anda mengingat unsur-unsur kimia dengan lebih baik?	14	9	10	2	0
10	Apakah navigasi dalam <i>game</i> ini mudah dipahami dan digunakan?	13	11	10	1	0
11	Apakah karakter dan cerita dalam <i>game</i> ini menarik perhatian Anda?	15	10	8	2	0
12	Apakah <i>game</i> ini membuat pembelajaran kimia lebih menyenangkan bagi Anda?	12	11	12	0	0
13	Apakah <i>game</i> ini memberikan tantangan yang memotivasi Anda untuk belajar lebih banyak?	18	11	6	0	0
14	Apakah <i>game</i> ini menyajikan materi kimia dengan cara yang mudah dipahami?	10	10	13	0	0
Total		183	141	142	24	0
		3	1	2		

Keterangan :

1. ST = Sangat Setuju, Sangat Terlihat Realistis, Sangat Puas, Sangat Membantu (bobot nilai 5)
2. S = Setuju, Terlihat Realistis, Puas, Membantu (bobot nilai 4)
3. C = Cukup Setuju, Cukup Terlihat Realistis, Cukup Puas, Cukup Membantu (bobot nilai 3)
4. KS = Kurang Setuju, Kurang Terlihat Realistis, Kurang Puas, Kurang Membantu (bobot nilai 2)
5. STS = Sangat Tidak Setuju, Sangat Tidak Terlihat Realistis, Sangat Tidak Puas, Sangat Tidak Membantu (bobot nilai 1)

$$\text{Rata - rata keberhasilan} = \frac{(0+0)+(24+2)+(142+3)++(183+5)}{183+141+142+24+0} = \frac{1953}{490} = 3.9$$

Dimana:

- a. 0 adalah jumlah responden yang memberikan nilai 0
- b. 24 adalah jumlah responden yang memberikan nilai 2
- c. 142 adalah jumlah responden yang memberikan nilai 3
- d. 141 adalah jumlah responden yang memberikan nilai 4
- e. 183 adalah jumlah responden yang memberikan nilai 5

Dari analisis perhitungan di atas, pada tabel 3 dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata dari pendapat responden yang diperoleh melalui kuesioner adalah 3.9, dimana masuk dalam kategori "Setuju", "Terlihat Realistis", "Puas", "Membantu". Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa *game* Elemental Conqueror dapat membantu dalam memberikan pengenalan tabel periodik secara visual dan informatif.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan *game* edukatif "Elemental Conqueror" terbukti efektif sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman dan minat siswa SMA dan SMK terhadap tabel periodik kimia. *Game* ini, yang dirancang dengan pendekatan interaktif dan menyenangkan, menawarkan tantangan dan misi yang sesuai dengan konsep-konsep kimia kompleks. Melalui mekanisme *game* yang melibatkan menjawab pertanyaan dan mengumpulkan atom untuk membuka pintu di dua level permainan, *game* ini berhasil menciptakan pengalaman belajar yang mendalam dan menghibur. Pendekatan pembelajaran berbasis permainan ini terbukti menjadi alternatif yang menarik dan efektif dibandingkan dengan metode pengajaran konvensional, memotivasi siswa untuk lebih aktif dan terlibat dalam mempelajari tabel periodik dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Referensi

- [1] C. D. and N. A. , Development of E-Worksheet Based on Flipped-Guided Inquiry Learning (FGIL) in Thermochemistry for Phase F, 2024.
- [2] S. N. F. A. G. and M. N. , Dampak Media Video Berbasis Powerpoint Pada Pembelajaran Materi Larutan Asam-Basa Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik, 2021.
- [3] A. L. N. Q. A. N. A. P. A. U. and . M. D. R. , Gamifikasi Untuk Pendidikan: Pembelajaran Kimia Yang Menyenangkan Pada Masa Pandemi Covid-19, 2021.
- [4] I. N. T. and S. M. , Pembelajaran Microteaching Selama Masa Covid-19 Berbasis Kantong Proyek bagi Mahasiswa Pendidikan Kimia, 2021.
- [5] A. Manzano-León et al., "Between level up and game over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education," *Sustainability*, vol. 13, no. 4, p. 2247, Feb. 2021, doi: 10.3390/su13042247.
- [6] G. Kiryakova, N. Angelova, and L. Yordanova, *Gamification in education*. 2017. doi: 10.4018/978-1-5225-5198-0.
- [7] Z. Turan, Z. Avinc, K. Kara, and Y. Goktas, "Gamification and education: achievements, cognitive loads, and views of students," *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, vol. 11, no. 07, p. 64, Jul. 2016, doi: 10.3991/ijet.v11i07.5455.
- [8] S. Abdullah, "Exploring Students' Perspectives Of Engagement On An Indoor Explorace Activity In Esl Classroom," *PUPIL International Journal of Teaching Education and Learning*, pp. 218–230, May 2025, doi: 10.20319/ictel.2025.218230.
- [9] E. R. and . M. F. , Rancang Bangun Game Edukasi Unsur–Unsur Kimia Berbasis Android, vol. 20, 2021.