

## PENGEMBANGAN PERMAINAN EDUKASI BERBASIS AUGMENTED REALITY UNTUK PEMBELAJARAN SENYAWA HIDROKARBON BAGI SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

Carlita Naba<sup>1</sup>, Muhammad Aminul Akbar\*<sup>2</sup>, Ahmad Afif Supianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Brawijaya, Malang, <sup>3</sup>Badan Riset dan Inovasi, Bandung  
Email: <sup>1</sup>carlista.nb@gmail.com, <sup>2</sup>muhammad.aminul@ub.ac.id, <sup>3</sup>afif.supianto@ub.ac.id  
\*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 10 Mei 2021, diterima untuk diterbitkan: 13 September 2021)

### Abstrak

Kimia merupakan satu dari banyak cabang ilmu pengetahuan yang diajarkan pada Sekolah Menengah Atas (SMA), akan tetapi hasil observasi tenaga pengajar mengatakan bahwa masih banyak siswa yang sulit untuk mempelajari konsep kimia yang cenderung abstrak. Contoh materi yang masih membuat siswa bingung adalah materi senyawa hidrokarbon. Untuk mengatasi permasalahan dari konsep kimia yang abstrak, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan media pembelajaran yang menarik melalui gim edukasi untuk mempelajari struktur serta tata penamaan *The International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) senyawa hidrokarbon dengan menggunakan *Augmented Reality* (AR). Gim edukasi yang akan dikembangkan memiliki *genre* puzzle penyusunan senyawa yang dapat dilihat dengan menggunakan AR. Gim juga akan mendeteksi nama dari senyawa yang dibuat oleh pemain. Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan metode *Iterative and Rapid Prototyping*, serta hasil dari penelitian akan diuji secara fungsional menggunakan *Black Box Testing* dan diujikan kepada responden dengan modul *Game Experience Questionnaire* (GEQ). Pada GEQ responden akan diberikan 2 modul yang dijawab saat sedang bermain gim dan setelah bermain gim. Hasil dari pengujian fungsional menunjukkan bahwa gim bekerja dengan baik dengan 100% validitas, begitu juga hasil pengujian pengalaman pemain dengan GEQ. Berdasarkan kuesioner dengan GEQ, gim yang menggunakan AR dapat menambah minat dan mengurangi rasa bosan siswa saat belajar.

**Kata kunci:** *augmented reality, game edukasi, senyawa hidrokarbon, media pembelajaran, GEQ*

## DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY-BASED GAME EDUCATION FOR HYDROCARBON COMPOUND LEARNING FOR HIGH SCHOOL STUDENT

### Abstract

Chemistry is one of the many branches of science that is taught on high school, but observations from teachers shows that there's still many students who struggles learning chemistry because of its abstract and intangible concept. Example of a chapter that student still struggles is hydrocarbon chapter. To help with the problem of the abstractness concept of chemistry, this study has a goal to develop an educational game as a learning media to study about the structural molecule of hydrocarbon compound and its *The International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) nomenclature using *Augmented Reality* (AR). The game will be developed as a puzzle game, on which the player arrange and build a hydrocarbon compound that can be seen on the real world with AR. The game will also detects the compound's name. This study will be done with *Iterative Rapid Prototyping* design cycle. The study's functionality result will be tested with *Black Box Testing* and tested on students with *Game Experience Questionnaire* (GEQ) module to asses the student's experience. There is 2 modules, which will be asked when the respondent play the game, and when they're finished playing the game accordingly. The results of functionality testing shows that the game works well with 100% validity, just as the experience testing with GEQ. Based on the questionnaire results, game that uses AR could improve the student's interest and help them to overcome their feeling of boredom in learning.

**Keywords:** *augmented reality, educational game, hydrocarbon compound, learning media, GEQ*

### 1. PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan satu dari banyak cabang ilmu pengetahuan natural yang membahas mengenai

zat-zat dan bagaimana perubahannya dalam berbagai kondisi (Dileepa, 2021). Ilmu kimia dipelajari oleh siswa pada tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA)

(Kemdikbud, 2020). Namun karena konsep kimia yang abstrak, kimia menjadi sulit untuk dipelajari bagi beberapa siswa (Sirhan, 2007). Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam mempelajari kimia adalah pada materi senyawa hidrokarbon. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sunyono, et al. tahun 2009, materi senyawa hidrokarbon menempati peringkat ke – 3 materi tersulit untuk dikuasai oleh siswa, diikuti oleh hukum dasar kimia dan materi ikatan kimia. Begitu juga pada hasil dari wawancara terhadap tenaga pengajar kimia yang mengatakan bahwa walaupun senyawa hidrokarbon bukan merupakan materi tersulit, namun masih banyak kebingungan yang dialami oleh siswa pada materi tersebut. Hal tersebut disebabkan oleh 3 faktor, yaitu materi yang diajarkan hanya bersifat teori, siswa tidak dapat mengamati secara langsung teori abstrak, ataupun metode pembelajaran yang kurang efektif (Sunyono Wirya et al., 2009). Untuk itu dibutuhkan metode pembelajaran yang efektif dan menyenangkan untuk membantu siswa memahami lebih lanjut dan meningkatkan minat belajar dari siswa (Eko Setyowati et al., 2015). Salah satu cara adalah menggunakan gim edukasi sebagai media pembelajaran yang diminati siswa.

Gim edukasi merupakan bagian dari serious game, yang mana gim ini digunakan untuk pembelajaran. Dalam beberapa studi kasus ditemukan bahwa gim edukasi telah sukses dalam membantu proses pembelajaran karena gim edukasi menawarkan cara belajar yang simpel dan dinamis (Noemí & Máximo, 2014). Seiring perkembangan smartphone, gim pada smartphone mulai digunakan sebagai salah satu media pembelajaran karena sifatnya yang menarik dan menyenangkan, tetapi tetap dibutuhkan desain dari gim yang baik agar gim tersebut bisa mempertahankan sifatnya yang menyenangkan, dan juga menyampaikan tujuannya sebagai alat untuk pembelajaran yang efektif (Marklund et al., 2014). Untuk membantu siswa dalam mempermudah pembelajaran materi, dapat digunakan teknologi Augmented Reality (AR).

AR merupakan teknologi perantara antara dunia maya dan dunia nyata melalui marker (target) untuk menampilkan objeknya yang berbentuk CGI (*Computer Generated Imagery*). Teknologi ini memungkinkan user untuk membayangkan hal yang tidak memungkinkan di dunia nyata, contohnya adalah berinteraksi dengan objek 3D secara real time (Wu et al., 2013). Informasi dan objek digital dapat diproyeksikan ke dunia nyata dengan menggunakan marker (Kaufmann & Schmalstieg, 2003). Dalam bidang pendidikan AR dapat digunakan sebagai media pembelajaran, sehingga pengalaman belajar dapat menjadi lebih menyenangkan dan interaktif (Wu et al., 2013).

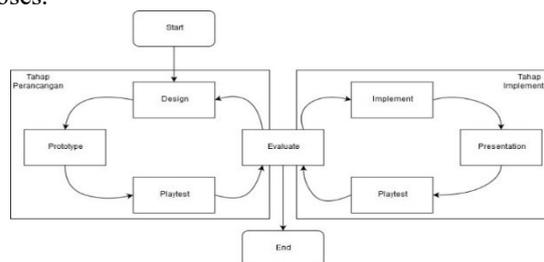
Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian mengenai pembuatan media pembelajaran alternatif untuk kimia. Beberapa diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Taçgin, Uluçay, dan

Özüağ pada tahun 2016 yang memanfaatkan teknologi AR, Boletsis dan McCallum pada tahun 2013 yang memadukan media pembelajaran gim edukasi dengan teknologi AR, serta Lahallo, Wiranatha, dan Sasmita pada tahun 2016 yang membuat media pembelajaran hidrokarbon dengan jenis senyawa alkil alkohol untuk siswa kelas 3 Sekolah Menengah Atas.

Penelitian yang dilakukan pada penggunaan AR dan gim edukasi sebagai media pembelajaran alternatif menunjukkan hasil yang baik, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan gim dengan topik penelitian senyawa hidrokarbon berbasis AR yang menarik bagi siswa. Diharapkan penelitian ini dapat membantu siswa yang kesulitan membayangkan konsep kimia yang cenderung abstrak (Sirhan, 2007).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dikembangkan menggunakan metode *Iterative and Rapid Prototyping* (IRP). Terdapat 2 tahap, yaitu tahap perancangan dan tahap implementasi yang masing-masing memiliki 4 proses.



Gambar 1. Diagram metode *Iterative and Rapid Prototyping*

### 2.1. Tahap Perancangan

Tahap perancangan memiliki 4 proses pada tiap iterasi, proses tersebut yaitu:

1. *Design*. Pada proses ini akan dilakukan perancangan alur gim secara umum melalui wawancara dengan tenaga pengajar kimia.
2. *Prototype*. Proses purwarupa akan dilakukan dengan menggunakan *paper prototype* dengan membuat kertas besar berisikan soal, dan kecil yang berisi jawaban.
3. *Playtest*. Proses *playtest* akan dilakukan dengan mengujikan gim terhadap siswa SMA untuk diobservasi pengalamannya.
4. *Evaluate*. Proses *evaluate* akan menentukan apakah hasil dari *playtest* sudah cukup baik untuk disimpulkan menjadi kebutuhan fungsional dan dilanjutkan ke tahap implementasi atau perlu dilakukan perbaikan perancangan pada iterasi selanjutnya.

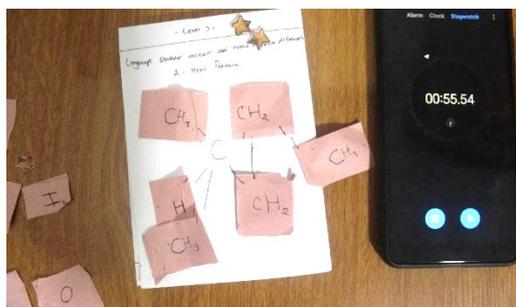
### 2.2. Tahap Implementasi

Tahap Implementasi memiliki 4 proses pada tiap iterasi, yaitu:

1. *Implement.* Implementasi dilakukan dengan menggunakan Bahasa pemrograman C# pada *game engine* Unity3D dan Vuforia SDK dengan mengikuti rules serta kebutuhan fungsional pada tahap perancangan.
2. *Quality Assurance (QA).* Pada proses *QA* akan dilakukan pengujian kelayakan terhadap *gim* yang telah diimplementasikan sebelumnya. Pengujian dilakukan menggunakan *black box testing*.
3. *Playtest.* Gim akan diujikan kepada siswa SMA pada proses *playtest*. *Playtest* akan dilakukan dengan menggunakan *Game Experience Questionnaire (GEQ)*. Hasil yang didapat dan dicatat untuk kemudian di evaluasi.
4. *Evaluasi.* Proses *evaluate* akan menentukan apakah hasil dari *playtest* sudah memenuhi tujuan dari penelitian dan bahwa penelitian telah selesai dilakukan, atau perlu dilakukan perbaikan implementasi pada iterasi selanjutnya.

### 3. TAHAP PERANCANGAN

Tahap perancangan dilakukan menggunakan *paper prototyping* dengan total 3 kali iterasi untuk mendapatkan hasil elemen formal gim yang sesuai. *Paper prototyping* dibuat menggunakan kertas A4 yang dibagi menjadi empat bagian, dan pada tiap bagiannya terdapat rumus senyawa alkana yang harus diubah bentuknya menjadi bentuk geometri senyawa tersebut.



Gambar 2. *Paper prototyping*

Pemain diminta untuk menjawab tiap soal dengan menyusun rumus senyawa yang telah disediakan menjadi sebuah struktur senyawa yang benar. Pemain akan mendapatkan bintang sesuai dengan waktu penyelesaian soal. Setelah iterasi telah selesai dilakukan, didapatkan elemen formal gim dan kebutuhan fungsionalitas yang diperlukan untuk mengembangkan gim pada tahap implementasi.

#### 3.1. Elemen Formal Gim

Terdapat 9 elemen formal gim yang menjadi dasar perancangan gim berdasarkan penelitian oleh Schreiber tahun 2009. Elemen tersebut adalah sebagai berikut.

#### 1. *Information*

Gim memiliki tujuan untuk membuat pemain menjadi lebih tertarik dan meningkatkan pemahaman pemain mengenai pembelajaran senyawa hidrokarbon. Gim memiliki *genre* puzzle. Pemain akan diberikan pertanyaan dan jawaban diberikan dalam bentuk penyusunan senyawa. Selain pertanyaan dalam bentuk level, terdapat juga materi yang dapat dibaca sebelum memulai gim untuk meningkatkan pemahaman pemain. Tabel 1 menunjukkan gambaran umum gim.

Elemen	Keterangan
Judul Gim	“Belajar Hidrokarbon, yuk!”
Platform	Android
Target Usia	15 – 20 Tahun
Rating ESRB	E (Everyone)
<i>Genre</i>	Puzzle

#### 2. *Themes*

Tema dalam gim ini adalah pembelajaran pelajaran kimia melalui gim puzzle. Materi yang akan dibahas pada gim ini adalah struktur hidrokarbon dan nomenklatur IUPAC-nya.

#### 3. *Players and Players Interaction*

Hanya terdapat satu pemain sehingga tidak ada interaksi antar pemain. Pemain harus melawan waktu untuk menyusun senyawa sesuai dengan rumus senyawa yang ditanyakan.

#### 4. *Goals*

*Goal* dari gim ini adalah menyusun struktur rumus senyawa yang ditampilkan. Pemain akan mendapatkan bintang sesuai waktu penyelesaian. Kondisi bintang terdapat pada Tabel 2.

Bintang	Kondisi
1	Waktu pemain > 50% total waktu level
2	Waktu pemain > 50% total waktu level
3	Waktu pemain < 30% total waktu level

#### 5. *Resources and Resource Management*

Sumber daya yang dapat pemain akses pada gim ini adalah unsur yang dapat digunakan untuk menyusun senyawa (hidrogen dan karbon), serta ikatan kovalen antar unsur.

#### 6. *Game State*

Game state yang disimpan pada gim ini adalah desain soal level dan skor pemain berupa bintang dalam skala 1 – 3 bintang.

#### 7. *Information*

Informasi yang terdapat pada gim ini adalah level mana yang telah pemain selesaikan, materi yang dapat pemain baca, serta skor pemain berupa bintang dalam skala 1 – 3 bintang.

## 8. Sequencing

*Sequencing* yang terdapat pada gim ini adalah perpindahan antar halaman utama, bermain, serta halaman untuk melihat senyawa yang telah dibuat menjadi 3D dengan AR.

## 9. Rules

*Rules* yang didapat dari *paper prototyping* gim terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Rules* pada Gim

No.	Rules
1	Terdapat 4 level mengenai senyawa alkana, alkena, alkuna, dan nomenklatur IUPAC
2	Pada semua level pemain harus membuat struktur molekul dari rumus senyawa yang disediakan
3	Jika pemain menjawab dengan benar, maka akan dilanjutkan ke level selanjutnya. Jika salah, maka akan diberikan pilihan untuk mengulang level atau pergi ke halaman utama.

## 3.2. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional didapatkan berdasarkan hasil dari elemen *rules* pada elemen formal gim. Kebutuhan fungsional dibutuhkan sebagai acuan pada pengembangan tahap implementasi. Tabel fungsional dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Fungsional Gim

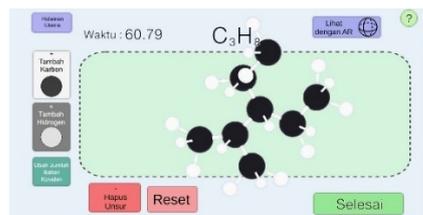
Fungsi	Deskripsi
Menyusun senyawa	Pemain dapat menyusun, menambahkan, dan menghapus unsur karbon, hidrogen, dan jenis ikatan kovalennya.
Memberikan <i>reward</i> bintang sesuai waktu penyelesaian	Gim dapat memberikan pemain jumlah bintang (1 – 3) berdasarkan waktu yang pemain gunakan tiap level.
Melihat senyawa secara 3D dengan AR	Pemain dapat melihat senyawa yang telah dibuat pada dimensi 3 melalui AR.
Mengecek senyawa terhadap soal dari level yang ditanyakan	Gim dapat mengecek senyawa yang telah pemain susun dan mencocokkannya dengan soal yang ditanyakan

## 4. TAHAP IMPLEMENTASI

Gim diimplementasikan berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah dibuat sebelumnya. Berikut adalah tampilan dan penjelasan dari gim sesuai kebutuhan fungsional.

### 4.1. Penyusunan Senyawa

Pemain dapat menyusun satu unsur kepada unsur lain untuk membentuk senyawa. Bentuk dan posisi unsur akan mengikuti aturan dari sudut geometri senyawa tersebut. Pemain juga dapat mengganti jumlah ikatan kovalen unsur serta menghapus unsur yang tidak dikehendaki.



Gambar 3. UI gameplay

Unsur yang akan mengikat dengan senyawa akan dikalibrasi posisinya sehingga jarak antar unsur pada ikatan senyawa tersebut tetap sesuai dengan aturan geometri struktur molekul senyawa tersebut. Untuk membuat jarak antar unsur sesuai, tiap unsur yang akan mengikat senyawa akan dirotasi dan dihitung derajat antara unsur unsur lain yang berada pada ikatan yang sama. Jika derajatnya pas, maka unsur tersebut akan berhenti berotasi.

### 4.2. Melihat Senyawa dengan AR

Pemain dapat melihat senyawa menggunakan AR. Struktur senyawa dalam 3D disusun berdasarkan susunan senyawa yang telah pemain buat dalam 2D sebelumnya. Struktur senyawa dibuat menjadi 3D dengan melakukan algoritma pencarian terdalam secara rekursif terhadap hirarki dari *gameObject* susunan senyawa 2D yang telah dibuat sebelumnya. Fungsi rekursif tersebut akan menduplikat *object* karbon dan hidrogen jika ditemukan pada hirarki tersebut. Posisi dari unsur tersebut secara geometri sudah ditentukan berdasarkan urutan ikatan unsur tersebut terhadap senyawa/unsur yang mengikatnya. Posisi unsur akan di-*invers* setiap rekursif dilakukan untuk membuat pola zig-zag pada senyawa.



Gambar 4. UI Melihat Senyawa dengan AR

### 4.3. Pengecekan Nama Senyawa dan Pemberian *Reward*

Saat pemain telah selesai menjawab, jawaban pemain akan dievaluasi dan dicari nama senyawanya. Nama senyawa pemain akan dicocokkan dengan pertanyaan/isomer dari level tersebut. Terdapat beberapa tahap untuk mencari nama senyawa yang pemain buat. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

#### 1. Mencari semua path dari node unsur karbon

Dilakukan fungsi rekursif pencarian terdalam pertama terhadap hirarki senyawa *gameObject*. Di dalam fungsi tersebut akan disimpan berbagai kemungkinan *path*/jalur pada senyawa tersebut.

2. Mencari rantai terpanjang

Dilakukan pencarian *path* terpanjang untuk menentukan rantai utama. Jika terdapat beberapa *path* dengan *cost*/panjang yang sama, maka yang dipilih adalah yang memiliki cabang rantai terbanyak dalam seluruh *path* tersebut.

3. Menyambungkan *path child* dari *node* pertama

Menyambungkan *child* dari *node* pertama jika *node* pertama memiliki lebih dari satu *child*. *Child* dari *node* tersebut dapat berupa sambungan dari rantai sehingga membentuk panjang yang lengkap, ataupun merupakan cabang rantai jika *cost* dari *node child* tersebut tidak banyak.

4. Mencari dan mengurutkan cabang rantai

Mencari seluruh cabang yang ada pada *path* rantai terpanjang yang telah ditentukan, dan mengurutkannya sesuai dengan aturan IUPAC.

5. Menentukan nama berdasarkan cabang rantai

Menentukan nama senyawa berdasarkan jumlah rantai terpanjang, posisi cabang rantai, jumlah cabang rantai, dan jenis senyawa sesuai dengan aturan IUPAC.

Setelah nama senyawa didapatkan, maka akan dicocokkan dengan soal rumus senyawa ataupun isomernya. Jika benar, maka akan mulai dikalkulasi jumlah bintang yang akan pemain dapatkan sesuai dengan waktu penyelesaian. Setelah itu akan ditampilkan nama senyawa yang pemain buat dan bintang yang didapat.



Gambar 5. UI Jawaban Benar

Jika pemain salah dalam menjawab maka akan tetap ditampilkan nama senyawa yang pemain buat dan waktu penyelesaiannya. Tidak ada hukuman yang dibebankan pemain jika pemain salah dalam menjawab soal tersebut.



Gambar 6. UI Jawaban Salah

5. PENGUJIAN

5.1. Black Box Testing

Pengujian *Black Box Testing* dilakukan untuk mengecek kelayakan sebagai proses *quality assurance* pada tahap implementasi berdasarkan tabel kebutuhan fungsional. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semua kebutuhan fungsional pada proses desain menghasilkan hasil yang valid karena semua fungsi berjalan dengan baik.

5.2. Game Experience Questionnaire (GEQ)

*Game Experience Questionnaire* (GEQ) merupakan proses *user testing* yang dilakukan untuk mendapatkan hasil evaluasi pada tahap akhir implementasi pengembangan gim. Metode pengukuran kuesioner dilakukan menggunakan skala psikometrik dan Likert sebagai skala penilaian kuesioner. Skala penilaian Likert akan memberikan pilihan dengan skala 1 – 5, dengan 1 sebagai sangat tidak setuju, dan 5 sebagai sangat setuju (Likert, 1932). Pengujian dilakukan sebagai *usability testing* yang ditujukan kepada 5 orang responden untuk menemukan setidaknya 85% masalah dengan *cost* yang sedikit (Henstam, 2018). Responden memiliki kriteria siswa SMA yang telah atau sedang mempelajari materi hidrokarbon dan pernah bermain gim di *smartphone*.

Setelah pengujian dilakukan maka data akan dievaluasi dengan menghitung rata-rata dan standard deviasi dari setiap komponen pertanyaan. Pertanyaan diambil dari penelitian Poels, et al. pada tahun 2007 mengenai GEQ.

5.2.1. Core Questionnaire

Terdapat 7 komponen dengan 27 pertanyaan yang ditanyakan kepada responden saat responden sedang bermain gim. Hasil dari pengolahan jawaban responden pada *Core Questionnaire* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Core Questionnaire*

No.	Komponen	Mean	Std. Dev.
1.	Kompetensi ( <i>Competence</i> )	3,9	0,39
2.	Alur ( <i>Flow</i> )	4,6	0,16
3.	Pendalaman ( <i>Immersion</i> )	3,25	0,6
4.	Tensi ( <i>Tension</i> )	1,6	0,2
5.	Tantangan ( <i>Challenge</i> )	2,55	0,98
6.	Efek negative ( <i>Negative effect</i> )	2,1	0,52
7.	Efek positif ( <i>Positive effect</i> )	3,8	0,23

Hasil analisis *core questionnaire* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis hasil *Core Questionnaire*

<i>Jawaban Rata-rata Responden</i>	<i>Komponen Pertanyaan</i>
Sangat setuju	Tampilan, alur dari gim, dan fitur AR, menarik.

Jawaban Rata-rata Responden	Komponen Pertanyaan
Setuju	Memiliki kompetensi bermain gim dan berkonsentrasi pada gim, serta merasa bahwa gim memberikan efek positif pada saat dimainkan.
Tidak setuju	Merasa gim terlalu sulit maupun merasa tertekan pada saat bermain gim, serta merasa bahwa gim memberikan efek negatif pada saat dimainkan.
Sangat tidak setuju	Merasakan ketegangan/ <i>tension</i> pada saat bermain.

### 5.2.2. Post-Game Questionnaire

Terdapat 4 komponen dengan 11 pertanyaan. Hasil dari pengolahan jawaban responden pada *Post-Game Questionnaire* dapat dilihat pada Tabel 7.

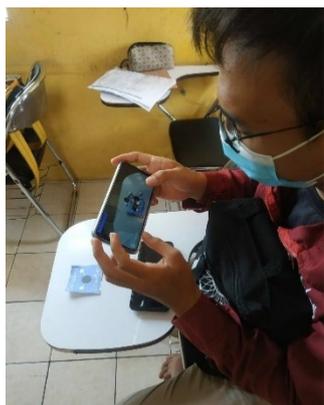
Tabel 7. Hasil *Post-Game Questionnaire*

No.	Komponen	Mean	Std. Dev.
1.	Pengalaman positif ( <i>Positive experience</i> )	3,73	0,11
2.	Pengalaman negatif ( <i>Negative experience</i> )	1,47	0,30
3.	Kelelahan ( <i>Tiredness</i> )	1,54	0,11
4.	Kembali ke realita ( <i>Returning to Reality</i> )	1,47	0,56

Hasil analisis dari *Post-Game Questionnaire* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis hasil *Post-Game Questionnaire*

Jawaban Rata-rata Responden	Komponen Pertanyaan
Setuju	Memberikan pengalaman positif setelah bermain gim.
Sangat tidak setuju	Memberikan pengalaman negatif, merasa kelelahan, dan merasa sulit untuk kembali ke realita setelah bermain gim.



Gambar 7. *Playtesting* pada responden

Berdasarkan dari hasil *core questionnaire* dan *post-game questionnaire* responden setuju bahwa responden merasakan efek positif setelah dan saat memainkan gim tanpa membuat responden merasa kelelahan ataupun merasa sulit lepas dari kenyataan.

Nilai *mean* 4,6 dari aspek *immersion* menunjukkan bahwa responden merasa setuju bahwa gim memiliki alur dan fitur yang mengesankan, menandakan bahwa hasil tujuan dari penelitian telah

tercapai untuk membuat media pembelajaran alternatif yang menarik dan edukasional.

## 6. KESIMPULAN

Pengembangan gim edukasi "Belajar Hidrokarbon, yuk!" dilakukan untuk mengetahui jenis *gameplay* seperti apa yang menarik bagi siswa dan pengalaman siswa dalam bermain gim tersebut. Selain itu dilakukan juga pengujian fungsionalitas dengan *black box testing* untuk menguji kematangan gim.

Didapatkan beberapa kesimpulan dari pengembangan gim edukasi "Belajar Hidrokarbon, yuk!", yaitu *gameplay* yang menarik bagi pendukung pembelajaran siswa sekolah adalah *gameplay* yang memiliki fitur unik yang tidak biasa digunakan seperti *Augmented Reality* sehingga memicu pemain untuk menjelajah dan belajar lebih lanjut. Selain itu uji pengalaman bermain yang dilakukan dengan *Game Experience Questionnaire* (GEQ) menunjukkan hasil yang baik dan rata-rata responden sangat setuju bahwa gim memiliki fitur yang menarik dan edukasional tanpa membuat responden merasa kelelahan ataupun merasa sulit lepas dari kenyataan. *Black box testing* sebagai pengujian fungsionalitas juga menunjukkan bahwa gim berjalan dengan baik.

Saran untuk pengembangan secara lebih lanjut adalah membuat level permainan yang lebih banyak, membuat fungsi untuk mendeteksi jenis senyawa kimia organik lainnya, menerjemahkan pertanyaan GEQ dengan validasi *expert*, dan menggunakan *framework* yang lebih cocok untuk pengembangan *serious gim*, seperti *framework Design, Play, Experience* (DPE). Serta karena penelitian menggunakan GEQ untuk mendapatkan hasil pengalaman dan ketertarikan pemain, maka dibutuhkan metode pengujian untuk mendapatkan evaluasi performa pembelajaran secara langsung. Metode pengujian *pre-test* dan *post-test* dapat digunakan untuk memperoleh hasil performa pembelajaran secara langsung tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- BOLETSIS, C., & MCCALLUM, S., 2013. *The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education*. Serious Games Development and Applications: 4th International Conference. Trondheim, Norway, 25-27 September 2013. Norway: Gjøvik University College.
- DILEEPA, D. 2021. Branches of Science – The Complete List [2021 Update]. In *Science Mirror*.  
<https://www.sciencemirror.com/branches-of-science-the-complete-list>
- EKO SETYOWATI, W. A., SUMADI, C., & MULYANI, S. 2015. Pengembangan Media Game Senyawa Hidrokarbon Pada

- Pembelajaran Kimia Di Sma Batik 1 Surakarta Dan Sma Batik 2 Surakarta. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret*, 4(2), 82–88.
- HENSTAM, P. 2018. *How many participants are needed when usability testing physical products?* <https://pdfs.semanticscholar.org/f3e0/4ec8985b898f5bb591f858ae1384933d0c96.pdf>
- KAUFMANN, H., & SCHMALSTIEG, D. 2003. *Mathematics And Geometry Education With Collaborative Augmented Reality*. 23(5), 517–521. <https://doi.org/10.1002/micr.10163>
- Kementerian Pendidikan & Kebudayaan (Kemdikbud), 2020. Silabus Terbaru Revisi 2020 Kimia Kelas 11. Jakarta: 2020 [online] Tersedia melalui: Penyedia <  
<https://guruberbagi.kemdikbud.go.id/rpp/silabus-terbaru-revisi-2020-kimia-kelas-11>> [Diakses 21 September 2020]
- LIKERT, R. 1932. Technique for the Measurement of Attitudes. *ARCHIVES OF PSYCHOLOGY*. <https://doi.org/10.4135/9781412961288.n454>
- MARKLUND, B. B., BACKLUND, P., & ENGSTROM, H. 2014. The practicalities of educational games: Challenges of taking games into formal educational settings. 2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2014. <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2014.7012170>
- NOEMÍ, P.-M., & MÁXIMO, S. H. 2014. Educational Games for Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 2(3), 230–238. <https://doi.org/10.13189/ujer.2014.020305>
- POELS, K., DE KORT, Y. A. W., & IJSSELSTEIJN, W. A., 2007. D3.3 : *Game Experience Questionnaire: development of a self-report measure to assess the psychological impact of digital games*. Technische Universiteit Eindhoven.
- SCHREIBER, I., 2009. *Level 2: Game Design / Iteration and Rapid Prototyping*. [online] Game Design Concepts.
- SIRHAN, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2–20.
- SUNYONO WIRYA, I. W., SUYANTO2, E., & SUYAD, G. 2009. Identifikasi Masalah Kesulitan dalam Pembelajaran Kimia SMA Kelas X di Propinsi Lampung. *Journal Pendidikan MIPA (JPMIPA)*, 10(2), 9–18.
- TAÇGIN, Z., ULUÇAY, N., & ÖZÜAĞ, E., 2016. Reality Application: A Sample Of Chemistry Education. *JOTCSC*, Volume 1, Ed 1.Pp.147-164.
- WU, H. K., LEE, S. W. Y., CHANG, H. Y., & LIANG, J. C. 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*