

# EVALUASI *USER EXPERIENCE* APLIKASI *VIRTUAL REALITY* IKATAN KOVALEN MENGGUNAKAN UEQ

Dimas Wahyu Wibowo<sup>1</sup>, Cahya Rahmad<sup>2</sup>, Eka larasati amalia<sup>3</sup>, Nabila Rasyidah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup> dimas.w@polinema.ac.id, <sup>2</sup> cahya.rahmad@polinema.ac.id, <sup>3</sup> eka.larasati@polinema.ac.id,

<sup>4</sup> nabilarasyidah12@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengalaman pengguna (*user experience*) aplikasi pembelajaran kimia berbasis *Virtual Reality* (VR) bernama Chemulation yang dikembangkan untuk membantu pemahaman konsep ikatan kovalen. Pemanfaatan teknologi VR dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan dan minat belajar siswa melalui visualisasi konsep abstrak yang sulit dipahami dengan metode pembelajaran konvensional. Evaluasi pengalaman pengguna dilakukan menggunakan instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ) yang mencakup enam skala, yaitu daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketergantungan, stimulasi, dan kebaruan. Penelitian ini melibatkan 104 responden yang terdiri dari siswa kelas XI SMAN 8 Malang dan pengunjung EXPO Hasil Karya Project Based Learning (PBL). Pemilihan responden dari dua latar belakang berbeda bertujuan untuk memperoleh gambaran pengalaman pengguna yang lebih beragam. Responden diminta mencoba aplikasi Chemulation selama 10–15 menit sebelum mengisi kuesioner UEQ. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan UEQ Data Analysis Tool serta uji reliabilitas Cronbach's Alpha. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Alpha memenuhi kriteria reliabel, sehingga instrumen dinilai konsisten dalam mengukur pengalaman pengguna. Hasil evaluasi menunjukkan seluruh skala UEQ memperoleh skor positif dan termasuk kategori *Excellent* berdasarkan *benchmark* UEQ global. Skala stimulasi memperoleh skor tertinggi sebesar (2,481) dengan varians terendah sebesar (0,42), yang menunjukkan konsistensi aplikasi dalam membangkitkan motivasi belajar pengguna. Sementara itu, skala kebaruan memperoleh skor terendah sebesar (1,901) dengan varians tertinggi sebesar (0,77), yang mengindikasikan perbedaan persepsi pengguna terhadap tingkat inovasi aplikasi. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa Chemulation berhasil memberikan pengalaman belajar yang positif dan menyenangkan, serta memberikan arahan pengembangan lebih lanjut pada aspek inovasi dan kejelasan.

**Kata kunci:** Chemulation, Ikatan Kovalen, Pembelajaran Kimia, UEQ, *Virtual Reality*.

## 1. Pendahuluan

Mata pelajaran kimia seringkali menjadi materi yang kurang diminati oleh sebagian besar siswa (Prayunisa, 2022). Penelitian (Vonari et al., 2024) menunjukkan bahwa siswa mengalami tingkat kesulitan tertinggi pada materi ikatan kovalen koordinasi sebesar 70% dan pengombinasian pembentukan ikatan kovalen sebesar 65%. Kesulitan tersebut disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep dasar kimia serta lemahnya kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal berbasis tingkat berpikir tinggi dan penggunaan logika tanpa landasan konsep yang tepat. Temuan ini mengindikasikan perlunya pendekatan pembelajaran yang mampu membantu siswa memahami konsep kimia secara lebih konkret dan visual. Hal ini sejalan dengan temuan (Vonari et al., 2024) yang menyatakan bahwa materi ikatan kimia memiliki karakteristik konsep yang sangat abstrak sehingga sering menimbulkan kesulitan belajar dan miskonsepsi pada siswa.

Pembelajaran kimia pada umumnya masih bergantung pada buku teks, ilustrasi dua dimensi, dan

kegiatan laboratorium. Namun, pendekatan tersebut memiliki keterbatasan dalam memberikan pengalaman visual dan interaktif yang mendalam, khususnya pada materi yang bersifat abstrak (Fransiska et al., 2024). Seiring perkembangan teknologi digital, berbagai inovasi mulai dimanfaatkan dalam bidang pendidikan, salah satunya adalah *Virtual Reality* (VR). Teknologi VR memungkinkan pengguna berinteraksi dengan lingkungan simulasi tiga dimensi yang menyerupai kondisi nyata (Informatika et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan teknologi VR dalam konteks pendidikan. (Yosuky & Rachmi, 2023) menunjukkan bahwa teknologi VR berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran di Indonesia. Zulfikri (2023) melaporkan bahwa penggunaan VR dalam pembelajaran memberikan dampak positif terhadap peningkatan prestasi belajar siswa, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar. Selain itu, (Rahmawati et al., 2021) menemukan bahwa media pembelajaran berbasis VR pada mata pelajaran IPA mampu meningkatkan minat belajar, kemampuan analisis, dan hasil belajar siswa dibandingkan metode konvensional. Hasil-hasil

penelitian tersebut menunjukkan bahwa VR efektif digunakan sebagai media pembelajaran, terutama untuk memvisualisasikan konsep abstrak.

Pada tahun 2023, tim peneliti Laboratorium Multimedia Politeknik Negeri Malang mengembangkan sebuah aplikasi pembelajaran berbasis VR bernama Chemulation. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan perangkat Oculus Quest 2 untuk mendukung visualisasi interaktif konsep ikatan kovalen melalui simulasi tiga dimensi. Chemulation memungkinkan pengguna menyusun molekul secara langsung serta mempelajari struktur molekul dan jenis ikatan secara interaktif. Meskipun aplikasi Chemulation menunjukkan potensi dalam membantu pemahaman konsep ikatan kovalen, keberhasilan aplikasi pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh fungsionalitas, tetapi juga oleh pengalaman pengguna saat berinteraksi dengan sistem (Hasan, 2021).

Pengalaman pengguna (*user experience*) yang positif dapat meningkatkan keterlibatan, kenyamanan, dan efektivitas proses belajar. Salah satu instrumen yang banyak digunakan untuk mengevaluasi pengalaman pengguna adalah *User Experience Questionnaire* (UEQ), yang mencakup enam skala, yaitu daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketergantungan, stimulasi, dan kebaruan. UEQ dipilih karena mampu memberikan evaluasi yang komprehensif, mencakup aspek teknis, emosional, dan inovasi, serta dilengkapi dengan *benchmark* global untuk mempermudah perbandingan hasil evaluasi.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, masih terbatas penelitian yang secara khusus mengevaluasi pengalaman pengguna pada aplikasi pembelajaran kimia berbasis *Virtual Reality*, khususnya pada materi ikatan kovalen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengalaman pengguna aplikasi Chemulation menggunakan instrumen UEQ. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa evaluasi empiris terhadap kualitas pengalaman pengguna serta rekomendasi pengembangan aplikasi VR pembelajaran kimia yang lebih efektif dan menarik.

## 2. Metode

### 2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian evaluatif dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk menilai kualitas pengalaman pengguna pada aplikasi pembelajaran kimia berbasis *Virtual Reality* (VR) bernama Chemulation. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur persepsi pengguna secara objektif melalui instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ) yang menghasilkan data numerik dan dianalisis secara statistik.

### 2.2 User Experience Questionnaire (UEQ)

UEQ merupakan instrumen evaluasi pengalaman

pengguna yang dikembangkan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap kualitas interaksi dengan suatu produk atau sistem (Version & Questionnaire, 2023). Instrumen ini terdiri dari 26 item dalam bentuk pasangan kata berlawanan yang dikelompokkan dalam enam dimensi utama: daya tarik (*attractiveness*), kejelasan (*perspicuity*), efisiensi (*efficiency*), ketergantungan (*dependability*), stimulasi (*stimulation*), dan kebaruan (*novelty*). Metode ini digunakan karena *user experience* memiliki 2 hal penting yaitu pragmatik dan hedonik, kedua hal ini merupakan aspek atau kategori dari pertanyaan dalam kuesioner UEQ (Informatika et al., 2023).

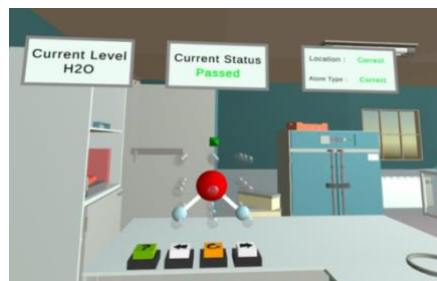
### 2.3 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini adalah aplikasi VR Chemulation yang digunakan sebagai media pembelajaran konsep ikatan kovalen dan dijalankan menggunakan perangkat Oculus Quest 2. Subjek penelitian terdiri dari 104 responden, yang meliputi siswa SMA kelas XI yang telah mempelajari materi ikatan kovalen serta pengunjung kegiatan EXPO Hasil Karya PBL. Jumlah responden tersebut telah memenuhi rekomendasi minimal dalam evaluasi UEQ, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat dianggap valid dan reliabel.

### 2.4 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Pengenalan alat dan aplikasi, termasuk penggunaan Oculus Quest dan cara navigasi dalam aplikasi.
- Sesi penggunaan aplikasi, di mana partisipan mengikuti alur pembelajaran kimia mencakup pemilihan atom, konfigurasi elektron valensi, pembentukan ikatan kovalen, hingga melihat informasi hasil ikatan. Aplikasi Chemulation menyediakan simulasi pembentukan ikatan kovalen dalam lingkungan virtual tiga dimensi yang memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan objek molekul. Gambar 1 menunjukkan tampilan antarmuka aplikasi saat pengguna menyusun molekul dan menerima umpan balik visual dari sistem.



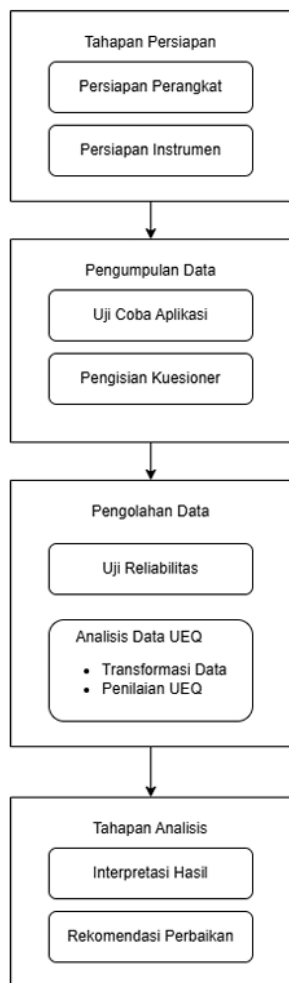
Gambar 1. Tampilan Aplikasi Chemulation

- Pengisian kuesioner UEQ, dilakukan melalui *Google Form* dengan waktu pengisian 3–5 menit.

Responden diminta menilai 26 item pertanyaan dalam skala -3 (sangat negatif) hingga +3 (sangat positif). Instrumen UEQ yang digunakan adalah versi Bahasa Indonesia resmi dari pengembangnya.

Alur prosedur penelitian yang mencakup tahap

persiapan, penggunaan aplikasi VR, pengisian kuesioner UEQ, serta analisis dan interpretasi data disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur Penelitian

## 2.5 Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan UEQ Data Analysis Tool, yang menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi untuk setiap dimensi, visualisasi *benchmark*, dan klasifikasi kualitas UX berdasarkan skala. Selain itu dilakukan uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha untuk mengukur konsistensi internal dari masing-masing skala UEQ. Nilai alpha > 0,7 digunakan sebagai indikator bahwa skala tersebut memiliki reliabilitas tinggi.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Proses Pengujian

Pengujian aplikasi Chemulation dilakukan dalam dua skenario berbeda, yaitu di lingkungan sekolah dan dalam kegiatan EXPO Hasil Karya PBL Politeknik Negeri Malang. Total partisipan dalam penelitian ini berjumlah 104 responden, yang terdiri dari siswa kelas XI SMAN 8 Malang dan pengunjung EXPO dari berbagai latar belakang.

Setiap responden menggunakan aplikasi selama 10–15 menit, dengan alur interaksi dimulai dari eksplorasi molekul, visualisasi konfigurasi elektron

valensi, pembentukan ikatan kovalen. Setelah itu, responden mengisi kuesioner *User Experience Questionnaire* (UEQ) versi Bahasa Indonesia yang terdiri dari 26 item pernyataan dalam skala -3 hingga +3. Pengisian dilakukan melalui *Google Form* dalam waktu 3–5 menit.

Seluruh data kuesioner dikumpulkan dan dianalisis menggunakan UEQ Data Analysis Tool untuk memperoleh nilai rata-rata tiap skala, varians, serta interpretasi berdasarkan *benchmark* UEQ global. Selain itu, dilakukan uji reliabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha untuk memastikan konsistensi internal dari tiap skala evaluasi.

### 3.2 Ringkasan Hasil Evaluasi UEQ

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh skala dalam UEQ memperoleh skor positif dengan kategori Excellent berdasarkan *benchmark* global UEQ. Skor tertinggi terdapat pada dimensi stimulasi, sedangkan skor terendah pada kebaruan, meskipun tetap berada pada kategori sangat baik. Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi Chemulation mampu memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan, mudah digunakan, dan memotivasi dengan peluang pengembangan lebih lanjut pada aspek inovasi.

Tabel 1. Hasil Rata-Rata UEQ

| UEQ Scales (Mean and Variance) |       |      |
|--------------------------------|-------|------|
| Daya tarik                     | 2,328 | 0,55 |
| Kejelasan                      | 2,154 | 0,75 |
| Efisiensi                      | 2,146 | 0,74 |
| Ketertarikan                   | 2,093 | 0,59 |
| Stimulasi                      | 2,481 | 0,42 |

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa seluruh dimensi memperoleh skor yang tergolong sangat tinggi, dengan nilai rata-rata di atas 1,5. Hasil uji *Cronbach's Alpha* juga menunjukkan bahwa semua skala memiliki nilai reliabilitas > 0,7, yang menandakan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik. Data ini mengindikasikan bahwa aplikasi Chemulation secara umum telah memberikan pengalaman pengguna yang sangat positif, baik dari aspek pragmatis maupun hedonis.

### 3.3 Daya Tarik

Dimensi daya tarik mencerminkan kesan keseluruhan pengguna terhadap aplikasi, termasuk sejauh mana aplikasi dinilai menyenangkan, menarik, dan nyaman digunakan. Skor rata-rata sebesar 2,328 menunjukkan bahwa pengguna menilai aplikasi ini menyenangkan dan menarik secara visual. Interaksi yang bersifat visual dan intuitif selama proses eksplorasi molekul, serta tampilan elemen interaktif seperti konfigurasi elektron dan simulasi ikatan, memberi kontribusi terhadap kesan positif tersebut. Meskipun demikian, terdapat beberapa saran dari responden untuk meningkatkan tampilan visual agar lebih dinamis dan modern, sebagai bentuk peningkatan daya tarik visual secara estetika.

Hasil ini sejalan dengan penelitian (Nurmita, 2025) yang menunjukkan bahwa aplikasi digital yang

memiliki antarmuka UX menarik cenderung memperoleh skor tinggi pada dimensi *attractiveness* karena desain tampilan dan navigasi yang intuitif meningkatkan kesan estetika dan kenyamanan pengguna. Selain itu, studi (Putro et al., 2024) juga menemukan bahwa kualitas UI/UX yang baik pada aplikasi hiburan digital berkontribusi pada persepsi positif pengguna terhadap daya tarik aplikasi karena elemen interaksi yang responsif dan visual yang menarik.

### 3.4 Kejelasan

Kejelasan berkaitan dengan kemudahan pengguna dalam memahami cara penggunaan aplikasi dan alur pembelajaran yang disediakan. Nilai rata-rata 2,154 mengindikasikan bahwa Chemulation mampu menyajikan alur interaksi yang mudah dipelajari, bahkan bagi pengguna yang baru pertama kali menggunakan teknologi VR. Langkah-langkah penggunaan aplikasi, mulai dari memilih atom hingga membentuk ikatan, disusun secara logis dan mendukung proses belajar yang intuitif. Panduan visual seperti jumlah elektron valensi dan status ikatan membantu memperjelas proses pembentukan molekul. Hal ini mendukung peran kejelasan sebagai faktor yang krusial dalam keberhasilan aplikasi edukatif berbasis VR.

Tingginya skor kejelasan pada aplikasi Chemulation konsisten dengan (Darmawan et al., 2025), yang melaporkan bahwa sistem pembelajaran digital dengan navigasi yang jelas memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik. Selain itu, penelitian (Hasan, 2021) juga menunjukkan bahwa sistem pembelajaran digital dengan alur penggunaan yang jelas dan terstruktur cenderung memberikan pengalaman pengguna yang lebih positif.

### 3.5 Efisiensi

Efisiensi merujuk pada kemudahan dan kecepatan pengguna dalam menyelesaikan tugas. Skor 2,146 menunjukkan bahwa struktur navigasi dan interaksi dalam Chemulation telah dirancang secara efektif, sehingga pengguna dapat menyelesaikan simulasi pembentukan ikatan kovalen tanpa hambatan yang berarti. Navigasi antarmuka serta struktur interaksi yang sederhana dan runtut memungkinkan pengguna untuk menyelesaikan tugas belajar secara efektif. Aplikasi juga tidak menimbulkan beban kognitif tambahan yang menghambat proses belajar, menjadikannya efisien dari sisi waktu dan usaha pengguna.

### 3.6 Ketergantungan

Dimensi ketergantungan berkaitan dengan persepsi pengguna terhadap tingkat kontrol dan keandalan aplikasi. Chemulation memperoleh skor 2,093 dengan varians 0,62, menunjukkan bahwa aplikasi dinilai cukup stabil dan dapat diandalkan. Pengguna merasa memiliki kendali yang cukup terhadap jalannya aplikasi, khususnya dalam hal manipulasi objek atom dan pembentukan ikatan.

Variasi penilaian pada dimensi ini dapat terjadi

karena perbedaan pengalaman teknis dan kemampuan adaptasi pengguna terhadap antarmuka aplikasi, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian (Andika & Santiyasa, 2025) yang mengevaluasi pengalaman pengguna aplikasi digital menggunakan UEQ dan menemukan bahwa persepsi *dependability* dapat berbeda antar pengguna bergantung pada tingkat familiaritas dan pengalaman interaksi dengan sistem. Selain itu, (Fatwa et al., 2024) juga melaporkan bahwa pada evaluasi UX aplikasi berbasis digital, aspek keandalan dan kontrol sistem dipengaruhi oleh responsivitas antarmuka serta kemudahan pengguna dalam mengoreksi kesalahan interaksi. Meskipun terdapat variasi penilaian, Chemulation tetap dinilai memberikan kontrol yang memadai bagi pengguna selama proses belajar berlangsung.

### 3.7 Stimulasi

Dimensi stimulasi memperoleh skor tertinggi sebesar 2,481 yang menunjukkan bahwa Chemulation sangat efektif dalam meningkatkan minat dan motivasi belajar pengguna. Fitur interaktif dan visualisasi tiga dimensi berperan penting dalam membangun pengalaman belajar yang mengasyikkan. Sebagian besar responden merasa lebih tertarik untuk memahami konsep ikatan kovalen karena metode pembelajaran berbasis VR terasa lebih hidup dibandingkan dengan metode konvensional.

Perolehan skor stimulasi positif sejalan dengan (Sadewa et al., 2024) yang menunjukkan bahwa pengalaman pengguna pada aplikasi dengan desain antarmuka menarik dapat meningkatkan persepsi pengguna terhadap stimulasi. Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman belajar berbasis VR memiliki dampak positif terhadap keterlibatan dan motivasi intrinsik peserta didik.

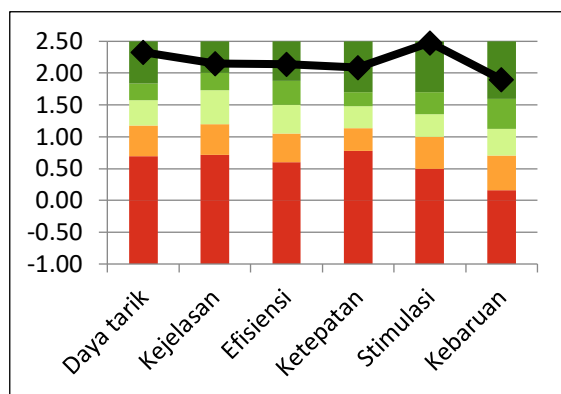
### 3.8 Kebaruan

Dimensi kebaruan memperoleh skor 1,901 dengan varians tertinggi dibandingkan dengan dimensi lainnya. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan persepsi pengguna terhadap tingkat inovasi aplikasi. Beberapa pengguna merasa bahwa penerapan VR dalam pembelajaran kimia adalah hal baru dan menarik, sedangkan lainnya merasa fitur dan tampilan aplikasi masih dapat lebih dikembangkan. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan aspek visual dan pengayaan fitur agar aplikasi dapat lebih menonjol secara inovasi dan kebaruan.

Meskipun memperoleh skor terendah dibandingkan dimensi lainnya, hasil kebaruan ini sejalan dengan penelitian (Yosuky & Rachmi, 2023) yang menyatakan bahwa persepsi inovasi pada teknologi VR dapat bervariasi bergantung pada pengalaman awal pengguna terhadap teknologi serupa. Selain itu, (Radianti et al., 2020) juga menegaskan bahwa tingkat kebaruan yang dirasakan pengguna pada aplikasi VR dalam konteks pembelajaran sangat dipengaruhi oleh latar belakang teknologi dan frekuensi paparan pengguna terhadap sistem imersif, sehingga perbedaan persepsi kebaruan merupakan hal yang umum ditemukan.

### 3.9 Benchmark UEQ

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan UEQ Data Analysis Tool, semua skala memperoleh hasil dengan klasifikasi *Excellent*. Hal ini berarti nilai-nilai yang diperoleh berada di atas 75% dari data aplikasi digital lain yang menjadi bagian dari database *benchmark* global UEQ. Visualisasi *benchmark* ditampilkan pada Gambar 3, yang memperlihatkan posisi skor Chemulation terhadap kategori kualitas umum (*bad*, *below average*, *above average*, *good*, dan *excellent*).



Gambar 3. Hasil Benchmark UEQ

Seluruh dimensi menunjukkan kinerja UX yang sangat baik. Dimensi Stimulasi, Daya Tarik, dan Kejelasan menempati peringkat tertinggi, mengindikasikan keberhasilan aplikasi dalam memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan mudah digunakan. Meskipun Kebaruan memiliki skor terendah, ia tetap berada pada zona hijau benchmark dan menunjukkan bahwa aplikasi tetap dinilai menarik secara inovasi oleh mayoritas pengguna.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi pengalaman pengguna terhadap aplikasi pembelajaran kimia berbasis *Virtual Reality* (VR) Chemulation menggunakan instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ), dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini secara umum memberikan kualitas pengalaman pengguna yang sangat baik. Seluruh dimensi UEQ, yaitu daya tarik (2,328), kejelasan (2,154), efisiensi (2,146), ketergantungan (2,093), stimulasi (2,481), dan kebaruan (1,901), memperoleh skor rata-rata di atas ambang batas positif dan termasuk dalam kategori *Excellent* berdasarkan *benchmark* global UEQ.

Dimensi stimulasi menjadi kekuatan utama aplikasi dengan skor tertinggi dan varians terendah, yang menunjukkan kemampuan Chemulation dalam membangkitkan motivasi dan keterlibatan belajar pengguna secara konsisten. Selain itu, dimensi daya tarik juga menunjukkan performa yang sangat baik, mencerminkan pengalaman belajar yang menyenangkan dan menarik. Sebaliknya, dimensi kebaruan memperoleh skor paling rendah dengan

varians tertinggi, yang mengindikasikan adanya perbedaan persepsi pengguna terhadap tingkat inovasi aplikasi, sehingga pengembangan fitur dan variasi konten masih diperlukan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa aplikasi Chemulation tidak hanya berfungsi dengan baik secara teknis, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang positif melalui keseimbangan antara kualitas pragmatis dan hedonis. Aplikasi ini dinilai efektif dalam mendukung pembelajaran konsep abstrak seperti ikatan kovalen melalui visualisasi interaktif berbasis VR. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan fitur dan materi pembelajaran yang lebih variatif, meningkatkan aspek kebaruan dan interaksi, serta melakukan evaluasi lanjutan terkait efektivitas penggunaan aplikasi dalam jangka panjang dan perbandingan dengan metode pembelajaran konvensional.

### Daftar Pustaka:

- Andika, K., & Santiyasa, I. W. (2025). *Evaluasi UX E - Perpus UNUD Menggunakan UEQ ( User Experience Questionnaire )*. 3, 753–760.
- DAN, A. K. P. P. A. M.-T. B. E. H., & Eko. (2024). *Analisis Kualitas Pengalaman Pengguna pada Aplikasi M-TIX Berdasarkan Evaluasi Heuristik dan UEQ* Eko. 3, 362–376.
- Darmawan, A. N., Farqi, A., & Pratama, A. (2025). *Evaluation of Student UX on E-Learning Web Using User Experience Questionnaire ( UEQ )*. 8(1). <https://doi.org/10.32877/bt.v8i1.2860>
- Fatwa, M., Alfarizi, R., Dani, P., Kuncoro, H., & Isnaeni, S. (2024). *Analisis User Experience pada Aplikasi Mobile SIA Universitas Teknologi Yogyakarta Dengan Metode User Experience Questionnaire*. 17(1), 48–55.
- Fransiska, A. A., Fitriyani, A., Studi, P., Kimia, P., Islam, U., Sultan, N., & Kasim, S. (2024). *Pengembangan Teknologi Virtual Reality Dalam 3(2)*, 93–99.
- Hasan, L. (2026). *Examining User Experience of Moodle e-Learning System*. 12(11), 358–366.
- Informatika, P. S., Atma, U., Yogyakarta, J., Studi, P., Informasi, S., Atma, U., & Yogyakarta, J. (2023). *Analisis User Experience ( UX ) Aplikasi Virtual Reality Gamelan Bonang Barung Menggunakan User Experience Questionnaire*. 3(1), 130–141.
- Prayunisa, F. (2022). *Analisa Kesulitan Siswa Kelas XI dalam Pembelajaran Kimia di SMAN 1 Masbagik*. 4(3), 1–5.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). *Computers & Education A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda*. 147(December 2019).
- Rahmawati, S., Paradia, P. A., & Noor, F. M. (n.d.). *Meta Analisis Media Pembelajaran IPA SMP / MTS Berbasis Virtual Reality*. 5(1), 12–25.

- Sadewa, M. Y., Agus, M., Sujaya, P., Agus, I. M., & Gunawan, O. (2024). *Evaluasi Pengalaman Pengguna Website PPID Undikhsa dengan Metode User Experience Questionnaire (UEQ)* ) Abstrak Made Yuda Sadewa : *Evaluasi Pengalaman Pengguna Website ....* 5(1), 1–11.
- Ueq, Q. U. (2025). *Evalusi User Experience Aplikasi Belanja Menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ)*. 19(1), 30–40.
- Version, M. S., & Questionnaire, U. E. (2023). *User Experience Questionnaire Handbook*. 1–16.
- Vonari, I., Sidauruk, S., & Asi, N. B. (2024). *Analisis Kesulitan Siswa SMA Dalam Memahami Konsep Ikatan Kimia ( Systematic Review )*. 15(2), 433–442.
- Yosuky, D., & Rachmi, T. S. (2023). *Analisa Pengaruh Virtual Reality Terhadap Perkembangan Pendidikan Indonesia*. 1(3), 40–53.