

# EVALUASI APLIKASI SEMI-IMMERSIVE VIRTUAL REALITY PADA BIDANG PENDIDIKAN MENURUT ASPEK HEURISTIK DAN PEMBELAJARAN

Erick Paulus<sup>1)</sup>, Mira Suryani<sup>2)</sup>, Riva Farabi<sup>3)</sup>, Intan Nurma Yulita<sup>4)</sup>, Aditya Pradana<sup>5)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5)</sup>Teknik Informatika, Departemen Ilmu Komputer  
Universitas Padjadjaran

e-mail: erick.paulus@unpad.ac.id<sup>1)</sup>, mira.suryani@unpad.ac.id<sup>2)</sup>,  
rivafarabi\_babeheer@yahoo.com<sup>3)</sup>, intan.nurma@unpad.ac.id<sup>4)</sup>, aditya.pradana@unpad.ac.id<sup>5)</sup>

## ABSTRAK

Makalah ini memaparkan percobaan evaluasi komprehensif terhadap aplikasi virtual reality (VR) bertipe semi-immersive dari sisi heuristik disain antarmuka aplikasi, peningkatan kemampuan kognitif, dan peningkatan motivasi belajar ketika aplikasi digunakan dalam proses pembelajaran. Evaluasi terhadap disain antarmuka VR ini menggunakan metode heuristik yang diusulkan oleh Sutcliffe, yaitu sebanyak dua belas prinsip. Selain faktor usability, evaluasi heuristik ini mampu memberikan panduan evaluasi dengan memperhitungkan faktor keberadaan pengguna ketika berada dalam lingkungan maya. Hasil proses inspeksi evaluasi heuristik ini adalah penggabungan nilai evaluasi dari tiga orang penilai. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa secara heuristik aplikasi BIOTALAUT VR sudah merepresentasikan kondisi lingkungan bawah laut dengan baik. Namun ada beberapa fitur disain yang perlu diperbaiki, yaitu interaksi antar objek, grafik objek 3D biota dan fungsi kontrol. Sedangkan, proses evaluasi dari segi peningkatan kemampuan kognitif diimplementasikan pada 30 siswa tingkat sekolah menengah pertama melalui kegiatan pretes dan postes kemudian dianalisa secara statistik. Selain pretes dan postes, siswa juga mengisi kuisioner untuk mengetahui tingkat motivasi belajar setelah menggunakan aplikasi. Kemudian, setelah aplikasi digunakan pada proses pembelajaran, terdapat perbedaan kemampuan kognitif yang signifikan ke arah positif dengan nilai sig-value sebesar 0.448 dan peningkatan motivasi dilihat dari nilai rata-rata central tendency sebesar 4.49. Adapun hasil evaluasi ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengembangan aplikasi selanjutnya khususnya dari sudut pandang disain antarmuka aplikasi maupun dari konteks pembelajarannya. Selain itu, kejadian munculnya gejala cybersickness pada pengguna juga ditelaah dan dilaporkan dalam penelitian ini. Adapun posisi gerakan pengguna saat menjalankan aplikasi VR dan perangkat keras yang dipakai menjadi aspek utama yang menyebabkan cybersickness tersebut.

**Kata Kunci:** cybersickness, evaluasi usability heuristik, kemampuan kognitif, motivasi belajar, virtual reality

## ABSTRACT

This study describes about comprehensive evaluation towards semi-immersive virtual reality (VR) application in the education field from heuristic, the improvement of cognitive ability, and the learning motivation aspect. The heuristic evaluation adopted twelve heuristic rules that proposed by Sutcliffe. Aside from the usability factors, the proposed evaluation scheme is able to give the evaluation guide with concern about user presence in virtual environment. The evaluation process involves three assessors. The evaluation results shown that the BIOTALAUT VR application has been representing the underwater condition very well based on heuristics. Nevertheless, there are some feature designs that should be repaired such as interaction between objects, the graphic of 3D biota objects and control function. Whereas, the evaluation of cognitive ability conducted by implemented the application in the learning process. There are 30 students used the application, then evaluated by pretest and posttest for measuring the cognitive ability, and questionnaire for measuring the learning motivation. After learning process using the application, there are significant differences in cognitive ability. It can be seen from sig-value of 0.448 and the improvement of learning motivation that can be seen from the average of central tendency with value 4.49. The evaluation results from this study can be used as recommendation in the future development process, especially from user interface and learning process aspect. During the evaluation process, the researcher found that the symptoms of cybersickness appear in every VR user. But, the duration of usage to cause cybersickness can be different for every user. It's depends on the hardware specification and the position of user while running a VR application.

**Keywords:** cognitive ability, cybersickness, heuristic usability evaluation, learning motivation, virtual reality

## I. PENDAHULUAN

Teknologi dan media memiliki peran penting dalam proses pembelajaran. Temuan dari berbagai penelitian tentang difusi teknologi dan pemanfaatan *Information and Communications Technology* (ICT) dalam pendidikan menunjukkan adanya kecenderungan siswa untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajarannya [1]. Penggunaan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam dunia pendidikan dan pelatihan merupakan salah satu contoh pemanfaatan ICT dan merupakan evolusi dari *Computer-Assisted Instruction* (CAI) atau *Computer-based Training* (CBT) yang menawarkan interaksi yang lebih alami, atraktif dan *immersive* [2]. Beberapa contoh pemanfaatan teknologi VR di bidang pendidikan teknik [3], [4] menunjukkan bahwa VR merupakan media pembelajaran kreatif masa depan. Selain itu, teknologi perangkat VR dan ponsel pintar dimana aplikasi VR dapat dijalankan cukup bervariasi dan cukup terjangkau di pasaran sehingga memungkinkan

pemanfaatannya digunakan secara pribadi oleh siswa. Hal ini juga memberikan keleluasaan bagi siswa untuk lebih fokus mempelajari dan mengulang materi pembelajaran.

Penggunaan VR untuk pembelajaran yang mulai massif ini perlu ditunjang dengan evaluasi sebagai langkah untuk menjaga kesinambungan aplikasi VR tersebut. Evaluasi VR yang dapat dilakukan adalah dari sisi usability aplikasi dan implementasinya pada proses pembelajaran. Evaluasi heuristik umumnya menekankan pada usability dari desain aplikasi. Barnum [5] mengatakan usability sistem yang rendah akan menghambat efisiensi dan efektifitas penggunaan. Oleh karena itu, metode evaluasi diperlukan untuk mengukur usability dari desain aplikasi dan mengidentifikasi area permasalahan yang mungkin terjadi ketika aplikasi digunakan.

Evaluasi heuristik merupakan metode inspeksi yang umum digunakan oleh para penguji untuk mengukur usability antarmuka aplikasi. Dix [6] dalam buku *Human Computer Interaction* (HCI) mencatat bahwa terdapat banyak metode evaluasi heuristic, diantaranya adalah metode evaluasi *Nielsen's ten heuristics*, *Shneiderman's eight golden rules* dan *Norman's seven principles*. Namun ketiga metode evaluasi tersebut belum mengeksplorasi secara detail aspek kealamian ketika pengguna berada dalam lingkungan maya. Lalu, *Sutcliffe* [7] mengusulkan dua belas prinsip heuristik untuk mengevaluasi tampilan antarmuka lingkungan maya. Metode evaluasi ini didasarkan pada *Nielsen's ten heuristics*, dan dikembangkan khusus untuk aplikasi VR dengan memperhatikan aspek usability dan keberadaan.

Penulis memaparkan percobaan evaluasi usability heuristik terhadap aplikasi VR bertipe *semi-immersive* dengan mengadopsi dua belas prinsip *heuristik Sutcliffe*. Selain dari evaluasi heuristik aplikasi, evaluasi penggunaan VR pada proses pembelajaran perlu diupayakan. Hal ini dikarenakan pengguna terutama siswa sebagai salah satu *stakeholder* aplikasi harus merasakan manfaat pembelajaran. Diharapkan pemanfaatan VR sebagai sarana belajar kreatif ini mampu mendongkrak motivasi dan lebih jauh lagi adanya peningkatan prestasi belajar siswa. Oleh karena itu, pada studi ini juga dipaparkan proses ujicoba penggunaan teknologi VR sebagai media pembelajaran bagi siswa. Aplikasi BiotaLaut VR yang digunakan memperkenalkan kehidupan biota laut yang terancam punah. Aplikasi ini dikembangkan berdasarkan tema pembelajaran mengenai konservasi pada mata pelajaran IPA di tingkat SMP. Aplikasi ini diujicobakan kepada siswa tingkat SMP. Kemudian, pemanfaatan teknologi VR ini dievaluasi dengan kuisioner untuk mengetahui peningkatan motivasi [8] dan pemberian pretest-postes untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan kemampuan kognitif siswa [9]. Selanjutnya, penulis juga memaparkan kemungkinan terjadinya *cybersickness* [10], [11] dari penggunaan alat kaca mata Google Cardboard versi 1 dan ANTVR kit selama proses ujicoba.

#### A. Virtual Reality

Mengacu pada Bamodu dan Ye [12], *Virtual Reality* (VR) merupakan sebuah media interaksi antara manusia dan komputer berupa simulasi interaktif yang dapat memunculkan efek perasaan keberadaan dalam lingkungan virtual melalui berbagai macam umpan balik seperti sensor kanal virtual, aura, sentuhan, bau-bauan, dan sebagainya. Pengembangan VR ini melibatkan multidisiplin ilmu dalam ilmu komputer seperti komputer grafis, pengolahan citra, pengenalan pola dan kecerdasan buatan, jaringan, dan multimedia. VR memiliki tiga fitur utama yang disebut 3I, yaitu: *Immersion*, *Interaction*, dan *Imagination*. *Immersion* merupakan aspek perasaan kehadiran diri sendiri di dalam lingkungan digital yang dibangun. *Interaction* merupakan cara pengguna berkomunikasi dengan sistem VR yang berada di lingkungan 3 dimensi yaitu contohnya dengan menggunakan *Space Ball* dan *Head-Mounted Device* (HMD). *Imagination* adalah kemampuan dari pengembang VR untuk mencapai tujuan tertentu ketika mengembangkan sebuah aplikasi VR.

Berdasarkan aspek perasaan kehadiran dalam lingkungan virtual, aplikasi VR dibagi ke dalam 3 jenis yaitu *non-immersive*, *immersive*, dan *semi-immersive*. *Non-immersive* adalah kategori aplikasi VR yang paling sedikit memunculkan perasaan keberadaan pengguna ketika menggunakan aplikasi. Biasanya aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi lingkungan Desktop 3D. Contoh dari aplikasi VR yang termasuk kategori *non-immersive* adalah sistem CAD. *Immersive* adalah kategori VR paling mahal dimana terdapat animasi 3D yang dibangun oleh komputer. Hal ini memunculkan perasaan keberadaan pada lingkungan virtual paling tinggi. Selain itu, interaksi yang kuat antara manusia dan sistem juga menggunakan Head Mounted Display (HMD). Contoh dari aplikasi VR kategori *immersive* ini banyak digunakan pada bidang kesehatan seperti uji keseimbangan bagi manula dan disabilitas [13] dan aplikasi VR berkenaan dengan simulasi penanganan pasien oleh dokter [14]. Namun, penggunaan dari aplikasi pada kategori ini memerlukan perhatian khusus seperti lama penggunaan dan teknis penggunaan yang tepat, karena memungkinkan munculnya *cybersickness* pada penggunanya [15]. Secara rinci ulasan mengenai *cybersickness* dibahas pada bagian D di paper ini. Adapun *semi-immersive* VR merupakan kategori VR yang menyediakan perasaan keberadaan yang tinggi namun tetap dengan penggunaan lingkungan desktop yang sederhana. Contoh aplikasi VR pada kategori *semi-immersive* ini antara lain simulasi mengemudi dan aplikasi BIOTALAUT VR yang diujicobakan dalam penelitian ini.

#### B. Google Carboard dan ANTVR kit

Beberapa perangkat VR semi immersive semakin banyak dipasaran seperti *Google Cardboard* dan ANTVR.

Selain murah, *Google Cardboard* memiliki konsep unik dimana perangkat dirakit sendiri dari pola potongan kardus yang dilipat dan dibentuk seperti kacamata. Sedangkan, ANTVR terbuat dari plastik dan busa sehingga pengguna merasa lebih nyaman dalam penggunaannya. Adapun Cara kerja kedua perangkat ini hampir sama, yaitu dengan menyisipkan telepon pintar yang menjalankan aplikasi VR di depan kacamata dengan layar telpon pintar menghadap kedua lensa. Gambar yang ditampilkan oleh monitor telpon pintar akan diteruskan ke mata pengguna melalui lensa *bikonveks* pada kacamata tersebut sehingga pengguna seolah-olah melihat langsung suasana lingkungan yang ditampilkan monitor telpon pintar. *Google Cardboard* versi pertama menggunakan dua magnet yang dipasang di luar dan dalam sebelah kiri headset sebagai alat input dari sensor *magnetometer* pada telpon pintar. Namun, ANTVR kit tidak dilengkapi dengan alat input magnet melainkan tombol mekanik.

### C. Evaluasi Heuristik

Evaluasi heuristik merupakan salah satu metode inspeksi usability yang bertujuan untuk mencari kelemahan dari desain antarmuka yang ada pada suatu perangkat lunak. Evaluasi heuristik melibatkan sekelompok kecil penilai untuk menguji desain antarmuka berdasarkan prinsip-prinsip heuristik yang sudah ditetapkan [16]. Sutcliffe dan Gault [7] melakukan modifikasi dan penyesuaian terhadap prinsip-prinsip heuristik Nielsen dengan menfokuskan pada aspek usability dan kehadiran pengguna pada lingkungan maya. Proses penyesuaian tersebut menghasilkan 12 prinsip heuristik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi usability aplikasi VR.

Selanjutnya, setiap prinsip heuristik dinilai peringkat permasalahannya untuk mengetahui prioritas pengembangan sistem selanjutnya. Ada tiga faktor yang mempengaruhi peringkat permasalahan usability, yaitu seberapa sering masalah tersebut terjadi (frekuensi), seberapa sukar masalah tersebut dapat diatasi (dampak masalah), seberapa tahannya pengguna menghadapi masalah tersebut (persistensi masalah). Adapun skala penilaian [2] untuk mengukur peringkat permasalahan usability bernilai antara 0 dan 4, masing-masing adalah tidak ada masalah, kosmetik, *minor*, *major*, dan bencana.

### D. Cybersickness

Kejadian *cybersickness* atau *virtual reality sickness* merupakan gejala yang mungkin terjadi saat menggunakan aplikasi VR. *Cybersickness* yang umumnya menyebabkan mata lelah, pusing, atau mual ini bisa diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti jenis kelamin, usia, penyakit yang dialami, serta posisi pengguna saat menggunakan perangkat VR. Gangguan teknis dari perangkat VR juga menjadi salah satu faktor yang membuat seseorang mengalami *cybersickness*. Gangguan tersebut bisa berupa ketidaksinkronan antara alat *tracking* dengan posisi anggota tubuh pengguna, seperti alat *head tracking*. Gangguan juga bisa disebabkan oleh *lag* pada tampilan. *Lag* terjadi karena adanya jeda yang cukup lama pada tampilan yang membuat gerakan pada video menjadi patah. Flicker atau efek kedipan yang disebabkan oleh perubahan kecerahan cahaya monitor dapat menjadi faktor teknis penyebab *cybersickness*. Efek *flicker* dapat dicegah dengan menaikkan tingkat *refresh rate* monitor, dimana 30 Hz merupakan tingkat *fresh rate* yang cukup baik untuk menghilangkan *flicker* [11].

### E. Motivasi Belajar

Motivasi merupakan kegiatan mendorong seseorang agar motif-motif yang ada dalam dirinya terpacu untuk melakukan sesuatu sehingga tujuan yang diinginkan tercapai [17]. Menurut Santoso, dalam pembelajaran motivasi terdiri dari 3 jenis, yaitu gabungan motivasi dan emosi mempengaruhi pembelajaran, motivasi intrinsik dalam belajar, dan efek motivasi pada usaha yang digunakan untuk belajar [9]. Sebagai pendidik, tugas yang perlu dilakukan terhadap siswanya adalah memotivasi siswa agar mau belajar. Motivasi yang baik berasal dari pribadi siswa (motivasi intrinsik) dimana kesadaran belajar muncul dari diri siswa sendiri. Namun tidak menutup kemungkinan motivasi siswa perlu dibangkitkan secara eksternal (motivasi eksternal) melalui umpan-umpan kreatif yang diberikan oleh pendidik sehingga siswa tertarik. Salah satu umpan kreatif untuk memotivasi siswa secara eksternal adalah dengan memberikan materi ajar dan cara ajar yang kreatif.

### F. Kemampuan Kognitif sebagai Salah Satu Faktor Pengukuran Prestasi Belajar

Kemampuan kognitif merupakan kemampuan kerja otak dalam mengamati objek-objek tertentu sehingga timbul pemrosesan informasi menjadi pengetahuan yang dialami berdasarkan pengalaman sendiri [18]. Berdasarkan taksonomi Bloom, ranah kemampuan kognitif ini dibagi ke dalam enam aspek, yaitu: pengetahuan (*recall*), pemahaman (*comprehension*), penerapan (*application*), analisis (*analysis*), sintesa (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*) [13]. Implementasi dalam kegiatan pembelajaran kemampuan kognitif ini dapat diketahui dengan melakukan tes terhadap siswa berdasarkan materi yang diberikan. Representasi kemampuan kognitif biasanya disajikan dalam bentuk numerik berkorelasi terhadap tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

## II. METODE

### A. Lokasi dan Subjek Penelitian

Lokasi yang menjadi tempat penelitian yaitu Madrasah Tsanawiyah Ma' Arif, Kabupaten Sumedang sebanyak 15 orang dan Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah 1 Jatinangor, Kabupaten Sumedang sebanyak 15 orang sehingga total jumlah subjek penelitian adalah sebanyak 30 orang. Subjek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa dari kelas VII hingga IX. Subjek ini dipilih berdasarkan pertimbangan pengetahuan TIK, aktivitas akademis yang mempelajari tentang konservasi, penggunaan kurikulum yang sama, dan kebijakan pihak sekolah. Dalam penelitian ini, pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Random Sampling* dimana pengambilan sampel dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang berada dalam populasi seperti prestasi, tingkat ekonomi, jurusan, dan sebagainya.

### B. Metode Evaluasi Heuristik

Langkah pertama adalah melakukan audit teknologi berkaitan dengan cara pengoperasian, keterbatasan umpan balik, jenis interaksi dan grafik yang realistis. Setelah audit teknologi selesai dilakukan, penilai melakukan serangkaian tugas pengguna dan mencatat semua kesulitan atau masalah yang dihadapi. Masalah-masalah ini kemudian dipetakan dengan pendekatan heuristik dan diberikan peringkat permasalahan untuk setiap prinsip heuristiknya. Langkah terakhir adalah mendiagnosa fitur desain yang bertanggung jawab atas masalah yang dihadapi dan memberikan peringkat keparahan. Adapun daftar parameter masalah nilai peringkat keparahan untuk pengelompokan fitur desain dipaparkan pada referensi [7].

### C. Metode Evaluasi Pembelajaran

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu soal pretes-postes dan kuisioner motivasi. Soal pretes-postes terdiri dari enam soal pilihan ganda dimana tiga diantaranya merupakan soal yang menguji kemampuan pemahaman kognitif dari data visual yang disajikan pada aplikasi. Sedangkan tiga pertanyaan berikutnya merupakan soal yang menguji kemampuan kognitif dari informasi audio.

Hasil dari pretes dan postes ini dievaluasi menggunakan metode statistik *one-way ANOVA* yang bertujuan untuk mengetahui signifikansi perbedaan kemampuan kognitif siswa sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi VR. Untuk melakukan uji *one-way ANOVA*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas dari data. Uji normalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji Kolmogorov-Smirnov dengan rumus (1) sebagai berikut:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (1)$$

dimana  $L = \text{Maks}|F(z_i) - s(z_i)|$ , dengan

$$F(z_i) = P(Z < z_i); Z \in N(0,1)$$

$$s(z_i) = \text{proporsi cacah } Z \leq z_i \text{ terhadap seluruh } z$$

daerah kritis uji normalitas :  $DK = \{L | L < L\alpha; n\}$ ,  $n$  adalah ukuran sampel.

Apabila hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig.) uji ini bernilai di atas 0,05 ( $p > 0,05$ ), maka disimpulkan bahwa data berasal dari populasi yang terdistribusi secara normal. Sebaliknya, apabila hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig.) uji ini bernilai di bawah 0,05 ( $p < 0,05$ ), maka disimpulkan bahwa data berasal dari populasi yang terdistribusi secara tidak normal. Selanjutnya setelah dilakukan uji normalitas terhadap nilai pretes dan postes, kita perlu melakukan uji homogenitas data untuk mengetahui data berasal dari populasi yang sama (homogen) atau tidak (tidak homogen). Uji homogenitas yang digunakan adalah Uji Lavene (2) sebagai berikut:

$$W = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{...})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2} \quad (2)$$

Dimana  $n$  = jumlah data observasi,  $k$  = banyaknya kelompok,  $x_{ij} = |y_{ij} - \bar{y}_i|$ ,  $\bar{y}_i$  = rata-rata dari kelompok ke- $i$ ,  $\bar{x}_i$  = rata-rata kelompok dari  $x_i$ ,  $\bar{x}_{...}$  = rata-rata menyeluruh dari  $x_{ij}$ . Setelah diperoleh nilai  $W$  dari hasil perhitungan, maka selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dengan membandingkan nilai  $W$  dengan  $F_{\alpha; k-1; n-k}$ .

Adapun soal kuisioner untuk mengetahui motivasi siswa terdiri dari lima pernyataan persetujuan yang meliputi: keunikan VR, tingkat kesenangan menggunakan VR, peningkatan semangat belajar, kemudahan penggambaran visual dan audio, dan pemberian pengalaman baru. Tingkat persetujuan pernyataan dimulai dari tidak sesuai, sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Kuisioner mengenai motivasi ini mengadopsi dari Zaharias [8]. Skala pengukuran yang digunakan dalam form penilaian dan kuisioner adalah skala Likert (*Likert Scale*). Tidak setuju diberikan nilai 0, sangat tidak setuju 1, hingga sangat setuju 5. Hasil konversi data kuisioner ke dalam skala Likert ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *central tendency*. *Central tendency* merupakan nilai yang merepresentasikan nilai rata-rata persetujuan semua siswa untuk setiap poin pernyataan. Poin pernyataan dengan nilai *central*

tendency-nya  $\geq 3.50$  menandakan keseluruhan siswa menyetujui pernyataan tersebut dan sebaliknya apabila nilai *central tendency*-nya  $< 3.50$  maka pernyataan tersebut tidak setuju oleh keseluruhan siswa [19].

### III. HASIL

Proses evaluasi terhadap aplikasi VR *semi-immersive* dibagi menjadi 2 tahap utama, yaitu proses evaluasi heuristik terhadap disain antarmuka aplikasi dan evaluasi pembelajaran. Evaluasi dilakukan terhadap aplikasi BIOTALAUT VR. Aplikasi ini merupakan *pilot project* untuk pengembangan media pembelajaran kreatif yang bertujuan mengajarkan siswa tentang karakteristik, perilaku, konservasi beberapa biota laut berbasis VR. Evaluasi heuristik melibatkan 3 orang penilai yang mendalami bidang Interaksi Manusia dan Komputer khususnya metode evaluasi. Sebelumnya, penilai belum pernah menggunakan aplikasi BIOTALAUT VR tetapi sudah biasa menggunakan aplikasi VR.

TABEL I  
INTEPRETASI EVALUASI HEURISTIK DAN PERINGKAT PERMASALAHAN YANG DITEMUI

No	Heuristik	Peringkat	Masalah yang ditemukan
1	<i>Natural engagement</i>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arah gelembung tidak ke arah permukaan laut, jika kepala menunduk</li> <li>Ada satu hiu yang bergerak sangat lambat, sehingga terlihat tidak alami</li> <li>Ada satu hiu putih bertabrakan dan menembus hiu lain.</li> <li>Ada animasi gerakan tubuh Paus Orca yang tidak sesuai dengan arah gerakan.</li> </ul>
2	<i>Compatibility with the user's task and domain</i>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplikasi tidak kembali ke halaman menu Biota, ketika pengguna berada di lingkungan maya dan menekan tombol <i>exit</i> dengan menggunakan fitur magnometer (interaksi geser magnet pada <i>Google Cardboard v1</i>).</li> <li>Suara bawah laut pecah</li> <li>Ada sirip hiu yang menembus kandang</li> <li>Pointer menembus objek lain</li> </ul>
3	<i>Natural expression of action</i>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tombol <i>info</i> saat disorot tidak berubah warna</li> </ul>
4	<i>Close coordination of action and representation</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teks informasi yang ditampilkan terlihat <i>jaggy</i> (tidak halus)</li> </ul>
5	<i>Realistic feedback</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengguna tidak langsung tahu fungsi tombol <i>info</i> sampai mereka melihat teks disamping biota.</li> </ul>
6	<i>Faithful viewpoints</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secara umum baik, Adanya sedikit <i>lag</i> pada tampilan saat menggerakkan posisi kepala terlalu cepat</li> </ul>
7	<i>Navigation and orientation support</i>	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terkadang terjadi disorientasi kamera terhadap tampilan yang disebabkan oleh sensor <i>gyroscope</i> pada telpon pintar tertentu</li> </ul>
8	<i>Clear entry and exit points</i>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplikasi tidak kembali ke halaman menu Biota, ketika pengguna berada di lingkungan maya dan menekan tombol <i>exit</i> dengan menggunakan fitur magnometer (interaksi geser magnet pada <i>Google Cardboard v1</i>).</li> </ul>
9	<i>Consistent departures</i>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gambar pointer menyerupai gelembung udara</li> <li>Ukuran teks informasi tidak konsisten</li> <li>Tombol <i>info</i> saat disorot tidak berubah warna menjadi kuning, seperti tombol <i>play</i></li> </ul>
10	<i>Support for learning</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Panduan penggunaan tersedia diawal namun kurang menarik untuk dibaca</li> </ul>
11	<i>Clear turn-taking</i>	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengguna tunggal, jadi tidak ada komunikasi antar <i>avatar</i></li> </ul>
12	<i>Sense of presence</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya sedikit penundaan <i>rendering</i></li> </ul>

#### A. Audit Teknologi

Langkah pertama, penilai melakukan adaptasi terhadap aplikasi VR dan menghasilkan audit teknologi sebagai berikut

- 1) *Operation of the user's presence* : Bentuk kehadiran pengguna divisualisasi oleh pointer yang digunakan sebagai petunjuk fokus atau arah penglihatan ketika kepala pengguna bergerak. Pemilihan menu juga memanfaatkan Pointer tersebut.
- 2) *Haptic feedback* : karena tidak ada interaksi sentuhan saat menggunakan VR *semi-immersive*, maka interaksi umpan balik sentuhan diganti dengan perubahan warna pada setiap tombol yang dipilih. Perubahan warna tersebut terjadi jika pointer diarahkan kepada tombol.
- 3) *Interactive techniques* : Pengguna dapat melihat objek 3D dan informasi teks yang muncul di layar serta mendengarkan audio materi pembelajaran. Interaksi terhadap menu yang dipilih adalah melalui geser magnet (*Google Cardboard*) atau tekan tombol mekanik (ANTVR)
- 4) *Realistic graphics* : Aplikasi ini memiliki representasi visual yang tidak terlalu kompleks, sehingga pengguna dapat menjalankan tugas dengan mudah dan tepat.

#### B. Hasil Evaluasi

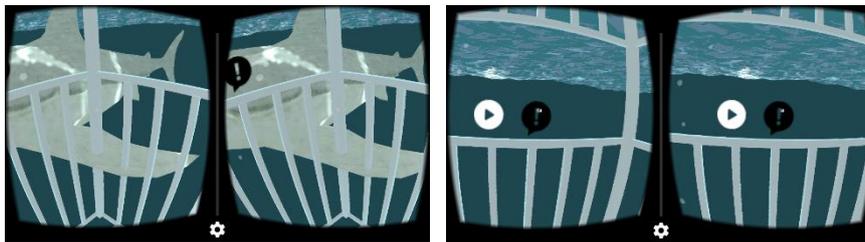
Langkah kedua, setiap penilai mengidentifikasi seluruh masalah yang ditemui dan memetakannya ke dalam 12 prinsip heuristik. Setelah temuan masalah digabungkan, ketiga penilai berdiskusi bersama untuk menentukan peringkat permasalahan dari masing-masing setiap prinsip heuristik. Identifikasi evaluasi heuristik dan peringkat masalahnya dapat dilihat pada Tabel I. Adapun klasifikasi masalah dan tingkat keparahan dari segi disain dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II  
 KLASIFIKASI MASALAH DENGAN PERINGKAT KEPARAHAN DAN USULAN PENGEMBANGAN DISAIN BERDASARKAN FITUR DISAIN

Fitur	Deskripsi Masalah	Peringkat Keparahan	Usulan Pengembangan Disain
Grafik <i>Presence</i>	Animasi Objek 3D Pointer, masalah manipulasi objek	Gangguan sedang Gangguan kecil	Memperbaiki disain objek 3D khususnya detail gerakan tubuh biota Perbaiki simbol pointer dan perubahan warna ketika objek “ <i>info</i> ” dipilih
Interaksi	Ada objek yang menembus objek lainnya	Parah	Perbaiki jalur pergerakan objek(biota) atau perlu ditambahkan efek benturan ( <i>Collision</i> ) dan suara.
Lingkungan	Gelembung udang, suara air kurang jelas	Gangguan kecil	Perbaiki arah gelembung udara. Perbaiki kualitas dan pengaturan suara.
Kontrol	Menu yang kurang dipahami dan memanipulasi objek	Gangguan kecil	Menggunakan simbol menu yang lebih umum atau tambahkan <i>tooltip</i> . Perbaiki program untuk mengatasi alat input dari sensor magnetometer.
Perangkat keras	Disorientasi kamera	Gangguan kecil	Pilih perangkat kacamata <i>tracking</i> dan sensor telpon pintar yang lebih baik .

IV. PEMBAHASAN

Aplikasi BIOTALAUT VR sudah merepresentasikan lingkungan bawah laut dan kelengkapan objek 3D yang diperlukan dengan baik, diantaranya adalah gelombang air, gelembung udara, efek pencahayaan, kandang, dan 3 objek biota. Namun beberapa interaksi antar objek yang ditampilkan masih kurang alami, lihat Tabel 1 dan 2. Contohnya adalah jika kepala menunduk ke bawah, arah gelembung udara tidak menuju ke permukaan air. Kemudian ada beberapa objek yang menembus objek lainnya. Contohnya, gambar 1 menampilkan sirip kiri ikan hiu menembus kandang. Sebaiknya jika kedua objek bertabrakan, sistem perlu ditambah efek benturan (*collision*) dan ditambah efek suara. Selanjutnya, konsistensi terhadap jenis kontrol yang serupa seperti kontrol menu Play dan menu Info sebaiknya memiliki perubahan warna yang serupa ketika pointer diarahkan ke tombol yang dipilih. Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa aplikasi tidak kembali ke halaman menu Biota, ketika pengguna menekan tombol *exit* dengan menggunakan fitur magnometer (interaksi geser magnet pada *Google Cardboard v1*). Tetapi jika pengguna menekan tombol *exit* melalui layar telepon pintar, aplikasi akan kembali ke halaman menu Biota. Oleh karena itu, perbaikan program diperlukan untuk mengatasi masalah ini sehingga aplikasi memiliki usability yang lebih baik.



Gambar 1. Contoh Antamuka Aplikasi Yang Perlu Diperbaiki (Kiri Ke Kanan):  
 Sirip Hiu Menembus Kandang Dan Kontrol Warna Tombol

Selama proses evaluasi berlangsung, gejala *cybersickness* terjadi di setiap penilai dan siswa. Namun kapan seseorang mulai merasakan gejala tersebut sangat bervariasi. Menurut LaViola [11], Gejala ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti jenis kelamin, usia, penyakit yang dialami, serta posisi pengguna saat menggunakan perangkat VR. Peneliti melakukan ujicoba terhadap beberapa posisi yang menyebabkan gejala *cybersickness* ini lebih mudah terjadi dengan kondisi usia relatif sama dan tidak ada kelainan penglihatan. Berdasarkan 10 pengguna yang diamati, posisi kepala ke atas dalam waktu yang relatif lama dan memutar kepala dengan cepat adalah pemicu utama gejala *cybersickness* tersebut. Penggunaan alat kacamata *tracking* juga memiliki peran dalam *cybersickness*. Selain itu, faktor perangkat kacamata dan telpon pintar seperti jenis lensa, ukuran lensa, kenyamanan kacamata dan ukuran resolusi layar turut memberikan efek *cybersickness*. Penggunaan perangkat ANTVR menunjukkan bahwa waktu pertama kali terjadinya gejala *cybersickness* memerlukan waktu yang lebih panjang dari pada perangkat *Google Cardboard*.

Pada pelaksanaan evaluasi pembelajaran (lihat Gambar 2), setiap siswa diberikan panduan penggunaan aplikasi BIOTALAUT VR dan *headset* VR. Kegiatan uji coba penggunaan aplikasi VR yang diimplementasikan kepada 30 siswa ini, memiliki waktu yang bervariasi antara 5 – 10 menit per siswa. Perhitungan waktu setiap siswa dihitung dari mulai membaca panduan hingga mencoba ketiga jenis hewan yang disajikan pada aplikasi VR. Perbedaan waktu ini kemungkinan dikarenakan oleh dua faktor yaitu: pembiasaan dalam menggunakan teknologi seperti smartphone dan kemampuan memahami petunjuk pemakaian aplikasi dan headset VR. Waktu tersebut diluar kegiatan mengisi pretes, postes, dan form kuisisioner.



Gambar 2. Implementasi Aplikasi VR Pada Dalam Kegiatan Belajar Siswa.

Data hasil pretes dan postes kemudian diolah dengan metode statistika one-way ANOVA untuk mengetahui perbedaan kemampuan kognitif antara sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi VR seperti yang diuraikan pada bagian III. Dari hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov* terhadap data pretes dan postes diperoleh nilai sig. sebesar 0.001. Jika dibandingkan  $0.001 < 0.05$ , maka data penelitian yang diperoleh tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas data dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III.  
HASIL UJICоба NORMALITAS DATA DENGAN KOLMOGOROV-SMIRNOV BERDASARKAN SPSS

		Unstandardized predicted Value
N		30
Normal Parameter	Mean	4.43
	Std. Deviation	0.12
Most Extreme Diff	Absolute	0.22
	Positive	0.22
	Negative	-0.213
Test Statistic		0.22

Kemudian dilakukan uji homogenitas data terhadap nilai prestes dan postes dengan menggunakan metode uji Lavene. Hasil yang diperoleh dari uji Lavene ini menyatakan bahwa nilai sig. yang diperoleh adalah  $W = 0.430$ . Jika dibandingkan, nilai  $0.430 > 0.05$  maka data penelitian yang diperoleh tidak homogen. Dikarenakan data yang diperoleh tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, maka peneliti mencoba melakukan transformasi data. Namun, setelah dilakukan transformasi data, data menjadi normal namun tidak homogen. Oleh karena itu, pengujian statistik yang diimplementasikan pada data penelitian adalah dengan menggunakan one-way ANOVA dengan koreksi menggunakan uji Brown Forysthe sehingga diperoleh nilai signifikansi P-value sebesar 0.448. Jika dibandingkan, nilai signifikansi P-value  $< 0.05$ , sehingga memberikan kesimpulan terjadi perbedaan yang signifikan antara nilai pretes dan postes. Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan kemampuan kognitif siswa dari sebelum menggunakan aplikasi VR dan sesudah menggunakan aplikasi VR dalam kegiatan pembelajaran. Hasil uji perbedaan dengan *one-way* ANOVA dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV  
HASIL UJI ONE-WAY ANOVA UNTUK MENGETAHUI SIGNIFIKANSI PERBEDAAN BERDASARKAN SPSS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	3.369	4	0.842	0.957	0.448
Within Groups	21.997	25	0.880		
Total	25.367	29			

Data kuisisioner yang diperoleh kemudian dikonversi menggunakan skala likert dan dihitung central tendency-nya. Tabel V menunjukkan, untuk setiap pernyataan, dimulai dari P1 hingga P5 memiliki nilai central tendency  $\geq 3.50$ . Apabila dilihat rata-rata secara keseluruhan nilai persetujuan untuk semua poin motivasi yang diujikan mencapai 4.49. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pernyataan mendapatkan persetujuan siswa terkait dengan adanya peningkatan motivasi belajar ketika menggunakan aplikasi VR. Jika dilihat lebih mendalam, dapat disimpulkan bahwa rata-rata siswa yang menggunakan aplikasi BIOTALAUT VR mempunyai pengalaman belajar unik, menarik, informasi audio dan visual yang disajikan mudah dipahami, dan memberikan pengalaman belajar yang baru bagi siswa. Tabel V memperlihatkan hasil perhitungan central tendency pada setiap pernyataan motivasi.

TABEL V  
PERHITUNGAN CENTRAL TENDENCY KUISISIONER MOTIVASI

Pernyataan	P1	P2	P3	P4	P5
Central Tendency	4.57	4.47	4.47	4.43	4.53

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Evaluasi heuristik Sutcliffe yang terdiri dari 12 aturan mampu mendiagnosa masalah yang mungkin terjadi pada

aplikasi VR semi-*immersive* dengan memperhatikan aspek usability dan keberadaan ketika pengguna berada dalam lingkungan maya. Secara umum aplikasi BIOTALAUT VR sudah merepresentasikan kondisi alam bawah laut dengan dilengkapi objek gelombang air, cahaya, gelembung udara, dan beberapa biota laut dengan beberapa perbaikan pada fitur *presence*, lingkungan, kontrol, dan perangkat keras. Bagian penting yang perlu menjadi perhatian saat perbaikan disain aplikasi adalah penambahan efek benturan (*Collision*) pada fitur intraksi dan pengaturan ulang jalur pergerakan objek biota sehingga terlihat lebih alami.

- 2) Gejala *cybersickness* dapat terjadi pada setiap pengguna dikarenakan belum terbiasa dengan pengelihat jarak dekat. Hasil pengujian terhadap beberapa posisi menunjukkan bahwa posisi kepala ke atas atau menggelengkan kepala dengan cepat akan memicu gejala *cybersickness*. Selain itu, penggunaan alat kaca mata *tracking* dan telepon pintar yang lebih baik menunjukkan bahwa durasi penggunaan aplikasi menjadi lebih lama sebelum terjadinya gejala *cybersickness*.
- 3) Selain kegiatan evaluasi heuristik terhadap disain tampilan aplikasi, kegiatan implementasi VR terhadap proses pembelajaran juga dievaluasi untuk mengetahui apakah aplikasi VR khususnya aplikasi BIOTALAUT VR mampu memberikan peningkatan kemampuan kognitif dan motivasi belajar siswa. Dari hasil pengujian secara statistik, kemampuan kognitif siswa setelah menggunakan aplikasi VR ini mengalami perbedaan yang signifikan dengan nilai P-value sebesar 0.448 bila dibandingkan dengan kemampuan kognitif sebelum menggunakan aplikasi VR. Dilihat dari segi motivasi, dapat disimpulkan bahwa rata-rata siswa menyetujui setiap pernyataan kuisioner. Hal ini mengindikasikan siswa mengalami peningkatan motivasi belajar ketika menggunakan aplikasi VR.

Beberapa saran untuk pengembangan aplikasi dan penelitian selanjutnya, antara lain:

- 1) Selain evaluasi heuristik, pengembang aplikasi dapat juga menggunakan metode evaluasi lainnya seperti Cognitive Walkthrough untuk memandu selama proses pembuatan disain sehingga aplikasi dapat berfungsi sesuai analisa tugasnya dan mudah digunakan
- 2) Metode usability yang ada saat ini masih perlu dikembangkan untuk melihat pengaruh teknologi VR terhadap pendidikan, sebagai contoh adalah aspek motivasi peserta didik.
- 3) Perlunya aplikasi dengan topik-topik lain yang bersifat abstrak misalnya pengembangan aplikasi VR untuk memperkenalkan siklus peredaran darah manusia, dan sebagainya.
- 4) Perlu dilakukan pengujian yang lebih komprehensif dengan melibatkan lebih banyak responden sehingga hasil yang diperoleh mewakili populasi dan hasilnya dapat digeneralisasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Padjadjaran selaku pemberi Hibah Peningkatan Kapasitas Riset Dosen. Selain itu ucapan terima kasih kami sampaikan kepada sivitas akademika MTs Ma'Arif dan SMP Muhammadiyah Jatinangor atas kesediaannya menjadi responden.

#### REFERENSI

- [1] Simsek N. and Erdogdu F., "Current Trends in Computer Use of Elementary School Students: An International Comparison," *Procedia-Soc. Behav. Sci.*, vol. 47, no. 1998, pp. 1058-1063, 2012.
- [2] Pantelidis V. S., "Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality," *THEMES Sci. Technol. Educ.*, vol. 2, pp. 59-70, 2009.
- [3] Abulrub A. G., Attridge A., and Williams M. A., "Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creating Learning," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 6, no. 4, pp. 4-11, 2011.
- [4] Häfner P., Häfner V., and Ovtcharova J., "Teaching Methodology for Virtual Reality Practical Course in Engineering Education," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 25, pp. 251-260, 2013.
- [5] Barnum C. M. Usability Testing and Research. New York: Pearson Education. 2002:151-152.
- [6] Dix A., Finlay J., Abowd G. D., and Beale R. Human-Computer Interaction. Third Edition. London: Person Education. 2004.
- [7] Sutcliffe A. and Gault B. Heuristic evaluation of virtual reality applications. Elsevier Interacting with computers. 2004; 16: 831-849.
- [8] Zaharias P. and Poylymenakou A., "Developing A Usability Method Evaluation Method for E-learning Applications: Beyond Functional Usability," *International Journal of Human Computer Interaction*, vol. 25, no. 1, pp. 75-98, 2009
- [9] Santoso H. B., "Pemodelan Personalisasi Pembelajaran berdasarkan Aspek Gaya Belajar pada Student Centered E-learning Environment," Fakultas Ilmu Komputer, Depok, 2007.
- [10] Hasibuan Z. A. Desain Penelitian. Metodologi Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia. 2007:81.
- [11] LaViola Jr. J. J. A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. ACM SIGCHI Bull. 2000; 32(1):47-55.
- [12] Bamodu O. and Ye X., "Virtual Reality and Virtual Reality System Components," in *2nd International Conference on Systems Engineering and Modeling*, Paris, 2013.
- [13] Chiarovano E et al., "Maintaining Balance When Looking at A Virtual Reality Three-Dimensional Display of A Field of Moving Dots or at Virtual Reality Scene.," *Front. Neurol.*, vol. 6, no. 164, pp. 1-9, 2015.
- [14] Zaveri P. P. et al., "Virtual Reality for Pediatric Sedation: A Randomized Controlled Trial Using Simulation," *Cureus*, vol. 8, no. 2, pp. 1-11, 2016.
- [15] Rosa P. J. et al., "The Immersive Virtual Reality Experience: A Typology of Users Revealed Through Multiple Correspondence Analysis Combine with Cluster Analysis Technique," *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, vol. 19, no. 3, pp. 209-216, 2016.
- [16] Nielsen J. Usability Engineering. Academic Press Limited. London, 1993.
- [17] Usman M.U., Menjadi Guru Profesional, Bandung: Rosda, 2002.
- [18] Arikunto S., Pengantar Evaluasi Pendidikan, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2001.
- [19] Boone H. N. and Boone D. A., "Analyzing Likert Data," *Journal of Extension*, vol. 50, no. 2, 2012