

## Pengembangan *Game* Pengenalan *Wadai* Banjar 41 Macam Berbasis Teknologi *Virtual Reality* dengan Kendali Tangan Tanpa *Controller*

Siti Zakiah<sup>1</sup>, Herman Tolle<sup>2</sup>, Fais Al Huda<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>sitizakiah@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>emang@ub.ac.id, <sup>3</sup>faisalhuda@ub.ac.id

### Abstrak

Penggunaan *Virtual Reality* (VR) semakin populer karena memungkinkan pengguna merasakan pengalaman mendalam dalam lingkungan virtual. Jenis *controller* yang berbeda pada VR dapat mempengaruhi tingkat *immersivity*, yakni tingkat kedalaman pengalaman yang dirasakan dalam lingkungan virtual. Aspek *immersivity* penting karena meningkatkan interaksi pengguna dan memberikan pengalaman yang lebih memuaskan. Dalam penelitian ini, dikembangkan dua buah *game virtual reality* dengan dua jenis *controller* yang berbeda, yakni versi *head-movement tracking* dan versi *hand tracking*. Kedua versi tersebut dibandingkan untuk mengukur tingkat *immersivity*-nya. Tema dari *game* yang dikembangkan adalah pengenalan *Wadai* Banjar 41 Macam, yakni budaya dari suku Banjar di Kalimantan Selatan. Hasil evaluasi *game* menggunakan metode *Playtesting and Gameflow*, rata-rata keseluruhan skor *game* versi *head-movement tracking* dan versi *hand tracking*, adalah 4,241 dan 4,324. Hasil pengujian faktor *telepresence* menggunakan metode *The Temple Presence Inventory*, total keseluruhan skor *game* versi *head-movement tracking* dan versi *hand tracking*, adalah 53,59 dan 64,46. Hasil pengujian faktor *controller naturalness* menggunakan metode *Skalski's Controller Naturalness Scale*, total keseluruhan skor *game* versi *head-movement tracking* dan versi *hand tracking*, adalah 56,3 dan 62,3. Hasil pengujian faktor *cybersickness* menggunakan metode *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire*, total keseluruhan skor *game* versi *head-movement tracking* dan versi *hand tracking*, adalah 16,83 dan 16.

**Kata kunci:** *virtual reality game, perbandingan immersivity, playtesting and gameflow, telepresence, controller naturalness, cybersickness*

### Abstract

*Virtual Reality (VR) is increasingly popular because it allows users to experience immersive experiences in virtual environments. Different types of controllers in VR can affect immersivity levels, namely the depth of experience felt in the virtual environment. Immersivity is crucial because it increases user interaction and provides satisfying experiences. In this research, two virtual reality games were developed with two different types of controllers: head-movement-tracking and hand-tracking. The two versions were compared to measure immersivity levels. The game's theme is the introduction of Wadai Banjar 41 Macam, namely the culture of the Banjar tribe in South Kalimantan. Testing the game using the Playtesting and Gameflow method shows that the overall average score of the head-movement-tracking and hand-tracking versions were 4.241 and 4.324. Testing the telepresence factor using The Temple Presence Inventory method showed that the total scores for the head-movement-tracking and hand-tracking versions were 53.59 and 64.46. Testing the controller naturalness factor using Skalski's Controller Naturalness Scale method showed that the total scores for the head-movement-tracking and hand-tracking versions were 56.3 and 62.3. Testing the cybersickness factor using the Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire method showed that the total scores for the head-movement-tracking and hand-tracking versions were 16.83 and 16.*

**Keywords:** *virtual reality game, immersivity comparison, playtesting and gameflow,, telepresence, controller naturalness, cybersickness*

## 1. PENDAHULUAN

*Virtual Reality* (VR) telah menjadi populer sebagai teknologi yang memungkinkan pengguna untuk merasakan pengalaman visual dan audio yang mendalam dalam lingkungan simulasi tiga dimensi yang dapat diatur oleh komputer (Emspak, 2016). Penerapan VR berkembang secara luas dan menjadi signifikan dalam berbagai bidang, yakni seperti pada bidang pendidikan (Radianti et al., 2019), pelatihan profesional (Xie et al., 2021), penilaian kognitif (Kourtesis et al., 2021), terapi kesehatan mental (Emmelkamp et al., 2021), dan hiburan (Cruz-Neira et al., 2018). Penggunaan VR biasanya didukung oleh VR HMD (*Virtual Reality Head-Mounted Display*) sebagai *display* yang menampilkan lingkungan virtual bagi pengguna serta *controller* VR yang digunakan untuk memberikan interaksi antara pengguna dan lingkungan virtual yang dibangun. Beberapa jenis *controller* yang umum dijumpai dalam penggunaan VR seperti kendali dengan pergerakan kepala pengguna yang memanfaatkan sensor pada *smartphone* Android (*head-movement tracking*), *motion controllers*, *gamepad*, *keyboard* dan *mouse*, *treadmills*, serta kendali dengan pelacakan posisi sendi dan jari pada tangan pengguna (*hand tracking*). Jenis *controller* yang digunakan pada VR dapat memengaruhi tingkat *immersivity* dan *enjoyment* yang dialami oleh pengguna ketika berada dalam lingkungan virtual (Skalski et al., 2011).

*Immersion*, atau tingkat kedalaman pengalaman yang dirasakan dalam lingkungan virtual, adalah salah satu aspek yang sangat penting dalam teknologi VR karena dapat meningkatkan interaksi pengguna dan memberikan pengalaman yang lebih memuaskan dalam lingkungan simulasi tiga dimensi. Contohnya seperti pada bidang pendidikan, berbagai penelitian telah melaporkan bahwa *immersivity* adalah salah satu aspek penting dari pengalaman pengguna ketika menggunakan VR yang dapat membantu proses pemecahan masalah seperti pengajaran, pembelajaran, dan penilaian (Shroff et al., 2019). Oleh karena itu, penelitian tentang perbandingan tingkat *immersivity* pada teknologi VR yang menggunakan jenis *controller* yang berbeda menjadi semakin penting untuk memahami dampak dari berbagai *controller* pada pengalaman pengguna dalam lingkungan VR.

Penelitian ini sendiri akan membahas

perbandingan tingkat *immersivity* pada *game* berbasis VR yang menggunakan jenis *controller* yang berbeda, yakni kendali dengan *head-movement tracking* dan kendali dengan *hand tracking*. Istilah kendali dengan *head-movement tracking* pada penelitian ini merujuk pada kendali yang memanfaatkan sensor accelerometer, sensor gyroscope, dan sensor fusion pada perangkat *smartphone* Android yang mampu mendeteksi kecepatan sudut dan pergerakan perangkat. Sensor-sensor tersebut memungkinkan implementasi teknologi VR dengan tampilan gambar 3D yang memanfaatkan gerakan kepala dan tubuh pengguna sebagai *controller* pada perangkat *mobile* (Tolle et al., 2015). Sementara itu, istilah kendali dengan *hand tracking* pada penelitian ini merujuk kepada fitur pada *headset* Meta Quest 2 yang memungkinkan pengguna untuk menggunakan tangan mereka sebagai pengganti Touch Pro atau Touch Controllers untuk mengendalikan interaksi dalam lingkungan virtual pada Meta Quest 2. *Hand tracking* bekerja dengan menggunakan kamera *inside-out* pada *headset* Meta Quest 2 yang akan mendeteksi posisi dan orientasi tangan, serta konfigurasi jari pengguna (Meta, n.d.).

Adapun tema dari *game* yang dikembangkan adalah pengenalan *Wadai* Banjar 41 Macam. Suku Banjar di Kalimantan Selatan memiliki tradisi untuk menyajikan *wadai* (bahasa Indonesia: kue atau cemilan) khas Banjar yang disebut dengan *Wadai* Banjar 41 Macam, sebuah peninggalan tradisi lama yang kemudian perlu dilestarikan karena memiliki nilai tradisional dan merupakan bagian dari budaya orang Banjar. Akan tetapi, dewasa ini tenaga pendidik dan pemerhati budaya yang berasal dari kalangan suku Banjar kesulitan untuk menemukan referensi serta media pembelajaran untuk mempelajari tentang *wadai* Banjar (Seman, 2009).

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka pada penelitian ini akan dikembangkan *game* pengenalan *Wadai* Banjar 41 Macam berbasis teknologi VR dan sekaligus melakukan perbandingan tingkat *immersivity* pada dua *game* VR yang menggunakan dua jenis *controller* yang berbeda, yakni *game* versi *head-movement tracking* dan *game* versi *hand tracking*. *Game* yang dikembangkan pada penelitian ini dapat berperan sebagai media pengenalan berbagai jenis *Wadai* Banjar 41 Macam serta membantu pengembang *game* berbasis VR untuk memahami pengaruh dari jenis *controller* yang

berbeda terhadap tingkat *immersivity* dan pengalaman pengguna dalam lingkungan virtual.

## 2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1. *Wadai* Banjar 41 Macam

Dalam buku yang berjudul *Kamus Banjar Indonesia* karya Abdul Djebar Hapip (2001), kata *wadai* atau *waday*, memiliki arti kue atau cemilan dalam bahasa Indonesia. Sementara tradisi membuat dan memakan *wadai* sendiri adalah tradisi yang sudah lama ada di kalangan masyarakat suku Banjar di Kalimantan Selatan. *Wadai* kini dibuat untuk disantap dan dinikmati oleh masyarakat sebagai makanan, serta biasa disajikan ketika sedang acara tertentu di kalangan masyarakat Banjar. Biasanya *wadai* akan dimakan bersama tamu undangan setelah penutupan acara atau setelah membaca doa bersama. *Wadai-wadai* yang telah lama berada di kalangan masyarakat suku Banjar tersebut biasa disebut dengan nama *Wadai* Banjar 41 Macam (Seman, 2019).

### 2.2. *Game*

Kata *game* yang digunakan dalam penelitian ini merujuk kepada permainan berbasis digital yang menggunakan teknologi multimedia interaktif (Sukanto et al., 2011). Menurut Neumann et al. (1994), permainan sendiri adalah sekumpulan peraturan yang menyebabkan situasi bersaing antara pemain dan lawan (dapat berupa pemain lainnya, sistem permainan itu sendiri, ataupun acak/nasib/keberuntungan) sehingga menyebabkan pemain memilih strategi yang dibangun untuk memaksimalkan kemenangan sendiri atau untuk meminimalkan kemenangan lawan. Kumpulan peraturan tersebut menentukan kemungkinan tindakan bagi pemain, sejumlah keterangan yang diterima pemain sebagai kemajuan permainan, serta sejumlah kemenangan atau kekalahan dalam berbagai situasi.

### 2.3. *Virtual Reality*

Menurut Sihite et al. (2013), VR (*virtual reality*) atau realitas maya adalah teknologi yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer (*computer-simulated environment*). Lingkungan tersebut didesain semirip mungkin dengan lingkungan nyata atau semajinatif mungkin sesuai dengan imajinasi

yang dikehendaki. Umumnya lingkungan VR menyajikan pengalaman visual yang ditampilkan melalui layar komputer atau sebuah penampil stereoskopis. Beberapa simulasi juga mengikutsertakan tambahan informasi penginderaan seperti suara melalui pengeras suara (*speaker*) ataupun *headphone*.

### 2.4. Pengujian *Playtesting and Gameflow*

Metode pengujian eksternal yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Playtesting and Gameflow* yang diadaptasi dari Sweetser et al. (2005) dan Fullerton (2018). Metode ini digunakan untuk mengetahui *feedback* dari pemain tentang beberapa aspek yang terdapat dalam *game* seperti tampilan/grafik *game*, *gameplay*, cerita, dan kontrol *game*. Selain itu pengujian juga dilakukan untuk menggali mengenai seberapa jauh pemain menikmati bermain *game* yang diujikan. Hal tersebut sesuai dengan elemen-elemen yang terdapat dalam metode *Playtesting and Gameflow* yang terdiri dari *concentration*, *challenge*, *player skills*, *control*, *clear goals*, *feedback*, *immersion*, dan *social interaction*.

### 2.5. Faktor *Telepresence*

*Telepresence* (selanjutnya dapat pula disebut sebagai *presence* atau *spatial presence*) didefinisikan sebagai 'rasa kehadiran' (*sense of presence*) di lingkungan yang dimediasi. Konsep tersebut dikembangkan oleh Jonathan Steuer pada tahun 1992 saat menyadari bahwa *sense of presence* memengaruhi kualitas penyerapan informasi oleh pengguna ketika menggunakan teknologi *virtual reality* (Steuer, 1992). Tingkat *telepresence* yang tinggi menunjukkan bahwa pengalaman pengguna ketika menggunakan VR sangat baik, seperti pengalaman langsung yang sebenarnya. Menurut *International Society for Presence Research* (2000), *presence* adalah konsep yang multidimensi, yakni terdapat berbagai jenis *presence*. Lombard et al. (1997) berhasil mengidentifikasi enam dimensi *presence* dari berbagai literatur. Keenam dimensi *presence* tersebut, yakni *presence as transportation*, *presence as realism*, *presence as immersion*, *presence as social richness*, *presence as social actor within a medium*, dan *presence as medium as social actor*.

### 2.6. Faktor *Controller Naturalness*

Istilah *controller naturalness*, atau dapat pula disebut *perceived controller naturalness*,

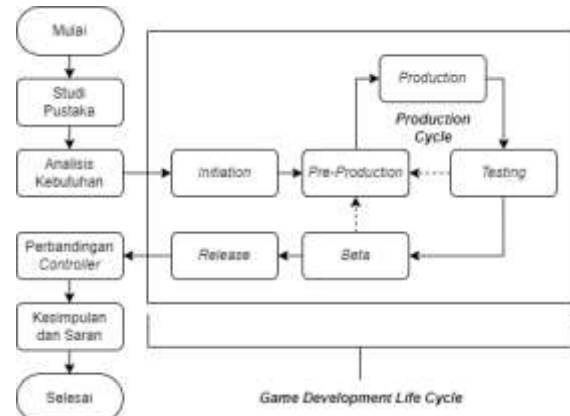
merujuk kepada seberapa natural suatu *controller* dianggap oleh pengguna ketika mengendalikan interaksi tertentu dalam *game*. Natural sendiri bermakna seberapa dekat tindakan yang direpresentasikan dalam *game* tersebut sesuai dengan tindakan yang akan digunakan untuk melakukan sesuatu di dunia nyata. Menurut Tamborini et al. (2006), semakin pengguna merasa natural ketika menggunakan *controller* tertentu, maka akan semakin tinggi pula tingkat *spatial presence* yang dirasakan oleh pengguna. Banyak hasil penelitian telah mendukung teori tersebut, yakni seperti penelitian dari Skalski et al. (2011), Usuh et al. (1999), dan Shafer et al. (2011) yang menyatakan bahwa jenis *controller* yang lebih natural atau lebih interaktif akan menyebabkan pengguna merasakan tingkat *spatial presence* yang lebih tinggi. Korelasi positif tersebut terjadi karena metode *control* yang alami menyebabkan pengguna tidak perlu banyak berpikir mengenai cara mengendalikan interaksi dalam *game*, sehingga pengguna menjadi lebih mudah merasa ‘tenggelam’ dalam dunia *game* tersebut.

**2.7. Faktor Cybersickness**

Meskipun penggunaan teknologi *virtual reality* (VR) telah berkembang luas dan dimanfaatkan pada berbagai bidang, ada masalah tidak menyenangkan yang ditemukan dalam penerapan teknologi VR, yakni *motion sickness* atau dapat pula disebut *cybersickness* (McCauley et al., 1992). *Cybersickness* yang terkait dengan penggunaan VR biasanya mencakup mual (*nausea*), disorientasi (*disorientation*), gangguan oculomotor (*oculomotor disturbances*), rasa kantuk (*drowsiness*) atau *sopite syndrome*, serta ketidaknyamanan lainnya (Graybiel et al., 1976; Stanney et al., 2014). Setidaknya 5% pengguna VR tidak akan mampu mentoleransi paparan yang terlalu lama, dan kurang lebih 1% pengguna akan mengalami muntah-muntah apabila menggunakan VR HMD yang sepenuhnya *immersive* dalam jangka waktu yang lama (Stanney et al., 2003; Lawson, 2014). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa *cybersickness* masih menjadi salah satu hambatan untuk penggunaan VR dalam jangka waktu yang lama, seperti untuk tujuan pembelajaran ataupun bermain *game*.

**3. METODOLOGI**

Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) yang diadaptasi dari penelitian Ramadan et al. (2013). Metode GDLC dianggap sebagai pendekatan yang paling cocok bagi penelitian ini karena tahapannya mudah dipahami serta sesuai dengan tujuan dan kondisi penelitian yang dilakukan. Ada enam tahap dalam metode GDLC.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Pada tahap pertama, yakni tahap *Initiation*, yang dilakukan adalah membuat konsep sederhana dari *game* yang akan dikembangkan. Kemudian memasuki tahap *Pre-Production* yang melibatkan pembuatan dan revisi desain *game* serta pembuatan prototipe *game*. Setelah rancangan *game* ditetapkan dan disetujui, maka pengembangan masuk ke tahap *Production* yang terkait dengan pembuatan *asset*, pembuatan kode sumber, serta integrasi kedua elemen tersebut. Selanjutnya adalah tahap *Testing*, di mana konteks pengujian pada tahap ini berarti pengujian internal yang dilakukan untuk menguji *usability* dan *playability* dari *game* yang dikembangkan. Setelah pengujian internal dilakukan pada tahap *Testing*, maka pengembangan memasuki tahap *Beta* yang melibatkan pengujian pihak ketiga atau eksternal untuk melakukan pengujian terhadap *game* yang telah dikembangkan. Ketika pembangunan *game* dianggap selesai untuk satu siklus, maka akan memasuki tahap terakhir yakni tahap *Release* di mana *game* yang telah dikembangkan siap dirilis ke publik.

Selain melakukan pengujian terhadap *game* yang telah dikembangkan, pada penelitian ini juga akan dilakukan pengujian untuk membandingkan tingkat *immersivity* dari *game* yang telah dibangun yang menggunakan dua jenis *controller* yang berbeda. Adapun faktor



yang digunakan untuk mengukur tingkat *immersivity* adalah *telepresence*, *cybersickness*, dan *controller naturalness* yang dirasakan oleh pengguna. Faktor *telepresence* diukur menggunakan pengukuran *The Temple Presence Inventory* (TPI) yang diadaptasi dari penelitian Lombard et al. (2009). Faktor *controller naturalness* diukur menggunakan pengukuran *Skalski's Perceived Controller Naturalness Scale* yang diadaptasi dari penelitian Skalski et al. (2011). Faktor *cybersickness* diukur menggunakan pengukuran *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire* (CSQ-VR) yang diadaptasi dari penelitian Kourtesis et al. (2023). Setiap item diukur menggunakan Skala Likert 7 poin dari "Sangat Tidak Setuju" hingga "Sangat Setuju". Skor total pada ketiga pengukuran tersebut dihasilkan dengan menjumlahkan skor dari setiap item.

#### 4. ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam tahap analisis kebutuhan adalah wawancara individu bersama sepuluh orang narasumber yang memenuhi kriteria calon pengguna, yakni generasi muda suku Banjar yang tertarik mempelajari tentang budaya Banjar dan tenaga pendidik. Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber, didapatkan beberapa *insight* yang dapat bermanfaat bagi perancangan *game*, antara lain:

- Narasumber yang berusia lebih muda menyebutkan bahwa penggunaan teknologi yang interaktif dan menyenangkan adalah metode yang lebih efektif untuk mengajarkan mengenai *wadai* Banjar kepada generasi muda suku Banjar.
- Narasumber yang berusia lebih tua menyebutkan bahwa cara yang efektif untuk mengajarkan mengenai *wadai* Banjar kepada generasi muda suku Banjar adalah dengan mengajarkan teorinya terlebih dahulu yang kemudian diikuti dengan praktek secara langsung.
- Narasumber mengaku bahwa konteks dan suasana yang familiar dapat membantu memudahkan mereka untuk mengenal dan mengingat tentang *wadai* Banjar.
- Narasumber mengaku bahwa mereka membedakan antara *wadai* Banjar yang satu dengan yang lainnya melalui bentuk, warna, dan ciri khasnya masing-masing.
- Narasumber mengaku bahwa pengetahuan

mereka mengenai *wadai* Banjar biasanya berasal dari hasil bertanya kepada orang tua atau kepada penjual *wadai*.

Setelah tahap analisis kebutuhan selesai, maka penelitian akan memasuki tahap selanjutnya, yakni tahap perancangan atau *Pre-Production*. *Game* yang dikembangkan bernama "*Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam*". *Game* ini memiliki genre simulasi-edukasi dan memiliki lima buah level. Pemain dapat memilih tingkat kesulitan permainan berdasarkan level yang telah disediakan. Pada awal permainan, Pemain akan dijelaskan mengenai jenis *wadai* Banjar tertentu, bentuknya, ciri-cirinya, informasi bahan pembuatan, dan informasi cara membuatnya. Kemudian Pemain akan berperan sebagai penjual *wadai* dan menjual *wadai-wadai* Banjar yang telah dijelaskan sebelumnya. Jika *wadai* yang diserahkan sesuai pesanan, maka NPC Pembeli akan memberikan uang bayaran kepada Pemain, sehingga skor Pemain akan meningkat. Sementara itu jika *wadai* yang diserahkan tidak sesuai pesanan, maka NPC Pembeli akan pergi meninggalkan toko tanpa menyerahkan uang bayaran kepada Pemain, sehingga skor Pemain tidak meningkat.

#### 5. IMPLEMENTASI

##### 5.1. Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka dari *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam* dikembangkan berdasarkan rancangan antarmuka yang telah dibuat sebelumnya. Implementasi antarmuka ini dibuat dengan melakukan *drag and drop* elemen UI pada perangkat lunak Unity. Adapun implementasi antarmuka dari *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam* meliputi Halaman Menu Utama, Halaman *Wadai* Banjar 41 Macam, Halaman Detail *Wadai* Banjar, Halaman Informasi, Halaman Pilih Level, dan Halaman Skor Akhir. Contoh dari implementasi antarmuka disajikan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

##### 5.2. Implementasi Scene

Implementasi *scene* dari *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam* dikembangkan berdasarkan rancangan *reality sequence* yang telah dibuat sebelumnya. Implementasi antarmuka ini dibuat dengan melakukan integrasi antara *asset* dan *source code* pada perangkat lunak Unity. Implementasi *scene*, baik

untuk *game* versi *head-movement tracking* dan *game* versi *hand tracking*, meliputi *Scene* Belajar tentang *Wadai Banjar*, *Scene* Melayani Pembeli, *Scene* Memilih *Wadai*, dan *Scene* Menyerahkan *Wadai* kepada Pembeli. Contoh dari implementasi *scene* untuk *game* versi *head-movement tracking* disajikan dalam Gambar 4 dan untuk *game* versi *hand tracking* disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 2. Antarmuka Halaman Menu Utama



Gambar 3. Antarmuka Halaman Wadai Banjar 41 Macam



Gambar 4. GHMT-Scene Menyerahkan Wadai kepada Pembeli



Gambar 5. GHT-Scene Menyerahkan Wadai kepada Pembeli

## 6. EVALUASI

### 6.1. Tahap Testing

Pengujian yang dilakukan pada tahap *Testing* merupakan pengujian internal berdasarkan kebutuhan fungsional yang sebelumnya telah dirumuskan pada tahap Analisis Kebutuhan. Adapun metode pengujian yang akan digunakan untuk mengetahui fungsionalitas dari *game* yang telah dikembangkan adalah metode *Black Box Testing*. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metode *Black Box Testing*, dapat diketahui bahwa tidak ada kendala saat mengakses tombol dan halaman di dalam *game*. Seluruh fungsi dan antarmuka dari *game* telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

### 6.2. Tahap Beta

Pada tahap Beta dilakukan pengujian eksternal untuk mengetahui kinerja dari *game* dan melakukan perbaikan terhadap *bug*. Metode pengujian yang digunakan pada tahap ini adalah metode *Playtesting and Gameflow*. Metode ini digunakan untuk mengetahui *feedback* dari pemain tentang beberapa aspek yang terdapat dalam *game* seperti tampilan/grafik *game*, *gameplay*, cerita, dan kontrol *game*. Selain itu pengujian juga dilakukan untuk menggali mengenai seberapa jauh pemain menikmati bermain *game* yang diujikan.

Perbandingan hasil pengujian kinerja *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam* menggunakan metode *Playtesting and Gameflow* antara *game* versi *head-movement tracking* (GHMT) dan *game* versi *hand tracking* (GHT) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Playtesting and Gameflow*

No	Elemen	Rata-Rata GHMT	Rata-Rata GHT
1	Concentration	4	4,3
2	Challenge	4,433	4,433
3	Player Skills	4,325	4,275
4	Control	3,933	4,3
5	Clear Goals	4,6	4,5
6	Feedback	4,5	4,55
7	Immersion	4,033	4,033
8	Social Interaction	4,1	4,2

Berdasarkan data hasil pengujian menggunakan metode *Playtesting and Gameflow*, diperoleh rata-rata keseluruhan skor untuk *game* versi *head-movement tracking*

adalah 4,241 dan rata-rata keseluruhan skor untuk *game* versi *hand tracking* adalah 4,324. Data tersebut menunjukkan bahwa *end-user* setuju bahwa *Game Virtual Reality Wadai Banjar* 41 Macam, baik untuk *game* versi *head-movement tracking* maupun untuk *game* versi *hand tracking*, telah memiliki aspek-aspek *game* yang baik dan menyenangkan untuk dimainkan.

Elemen yang memiliki skor dengan perbedaan paling signifikan antara *game* versi *head-movement tracking* dan *game* versi *hand tracking* adalah elemen *Concentration* dan elemen *Control*. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa secara umum *end-user* merasa *game* versi *hand tracking* lebih baik daripada *game* versi *head-movement tracking* dalam elemen *Concentration* dan elemen *Control*. Elemen *Concentration* menunjukkan bahwa *game* menuntut adanya konsentrasi dan *game* dapat membuat *end-user* berkonsentrasi pada *game*. Sementara elemen *Control* menunjukkan bahwa *end-user* dapat merasakan kontrol atas tindakan mereka di dalam *game*.

### 6.3. Perbandingan Tingkat Immersivity

#### 6.3.1 Pengujian The Temple Presence Inventory (TPI)

Perbandingan hasil pengujian faktor *telepresence* dari *Game Virtual Reality Wadai Banjar* 41 Macam menggunakan metode *The Temple Presence Inventory* (TPI) antara *game* versi *head-movement tracking* (GHMT) dan *game* versi *hand tracking* (GHT) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *The Temple Presence Inventory* (TPI)

No	Dimensi	Total GHMT	Total GHT
1	<i>Spatial Presence</i>	52,43	56,43
2	<i>Social Presence – Actor within Medum</i>	52,86	57,86
3	<i>Social Presence – Passive Interpersonal</i>	53,75	57,25
4	<i>Social Presence – Active Interpersonal</i>	53	56,67
5	<i>Engagement (Mental Immersion)</i>	53,33	58,67
6	<i>Social Richness</i>	56,14	56,57
7	<i>Social Realism</i>	57	62
8	<i>Perceptual Realism</i>	50,2	54,2

Berdasarkan data hasil pengujian faktor *telepresence* menggunakan metode *The Temple Presence Inventory* (TPI), diperoleh rata-rata total keseluruhan skor untuk *game* versi *head-*

*movement tracking* adalah 53,59 dan rata-rata total keseluruhan skor untuk *game* versi *hand tracking* adalah 64,46. Data tersebut menunjukkan bahwa secara umum *end-user* setuju bahwa *Game Virtual Reality Wadai Banjar* 41 Macam, baik untuk *game* versi *head-movement tracking* maupun untuk *game* versi *hand tracking*, telah menunjukkan tingkat *telepresence* yang cukup tinggi, sehingga pengalaman pengguna ketika menggunakan *game virtual reality* telah cukup baik dan hampir seperti pengalaman langsung yang sebenarnya. Akan tetapi, *game* versi *hand tracking* dinilai memiliki tingkat *telepresence* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *game* versi *head-movement tracking*.

Dimensi yang memiliki skor dengan perbedaan paling signifikan antara *game* versi *head-movement tracking* dan *game* versi *hand tracking* adalah dimensi *Engagement (Mental Immersion)*, dimensi *Social Presence – Actor within Medum (Parasocial Interaction)*, dan dimensi *Social Realism*. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa secara umum *end-user* merasa *game* versi *hand tracking* lebih baik daripada *game* versi *head-movement tracking* dalam dimensi *Engagement (Mental Immersion)*, dimensi *Social Presence – Actor within Medum (Parasocial Interaction)*, dan dimensi *Social Realism*.

Dimensi *Engagement (Mental Immersion)* menunjukkan bahwa *end-user* merasa tenggelam (*immersed*) sepenuhnya ke dalam *game* secara persepsi dan psikologis. Kemudian dimensi *Social Presence – Actor within Medum (Parasocial Interaction)* menunjukkan bahwa *end-user* memperlakukan avatar sebagai diri mereka sendiri dan bukan orang lain, sehingga *end-user* memiliki kecenderungan untuk berinteraksi dengan objek atau orang yang ada di dalam *game*. Sementara dimensi *Social Realism* menunjukkan bahwa penggambaran objek, peristiwa, dan orang di dalam *game* masuk akal atau “nyata”, yakni secara akurat mencerminkan peristiwa yang terjadi atau dapat terjadi di dunia nyata (dunia yang tidak dimediasi).

#### 6.3.2 Pengujian Skalski’s Perceived Controller Naturalness Scale

Perbandingan hasil pengujian faktor *controller naturalness* dari *Game Virtual Reality Wadai Banjar* 41 Macam menggunakan metode *Skalski’s Perceived Controller Naturalness* antara *game* versi *head-movement tracking*



(GHMT) dan *game* versi hand tracking (GHT) disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan data hasil pengujian faktor *controller naturalness* dengan menggunakan metode *Skalski's Perceived Controller Naturalness Scale*, diperoleh rata-rata total keseluruhan skor untuk *game* versi *head-movement tracking* adalah 56,3 dan rata-rata total keseluruhan skor untuk *game* versi *hand tracking* adalah 62,3. Data tersebut menunjukkan bahwa *end-user* setuju bahwa *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam*, baik untuk *game* versi *head-movement tracking* maupun untuk *game* versi *hand tracking*, telah memiliki tingkat *controller naturalness* yang baik. Akan tetapi, secara umum *game* versi *hand tracking* dinilai memiliki *controller* yang lebih alami dan realistis apabila dibandingkan dengan *game* versi *head-movement tracking*.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Skalski's Perceived Controller Naturalness Scale*

No	Kriteria	Total GHMT	Total GHT
1	Kriteria 1	59	60
2	Kriteria 2	58	65
3	Kriteria 3	54	66
4	Kriteria 4	56	62
5	Kriteria 5	55	60
6	Kriteria 6	56	61

Kriteria yang mendapatkan penilaian tertinggi untuk *game* versi *head-movement tracking* adalah kriteria nomor 1 dan nomor 2, yakni dengan masing-masing skor total yang diperoleh sebesar 59 dan 58. Berdasarkan skor total dari kriteria-kriteria tersebut, untuk *game* versi *head-movement tracking*, dapat diketahui bahwa *end-user* merasa cara mengendalikan *game* sangat alami dan *end-user* merasa bahwa tindakan yang dilakukan ketika berada di dalam lingkungan *game* mirip dengan tindakan yang akan dilakukan jika mengerjakan hal yang sama di dunia nyata. Sementara itu kriteria yang mendapatkan penilaian tertinggi untuk *game* versi *hand tracking* adalah kriteria nomor 3 dan nomor 2, yakni dengan masing-masing skor total yang diperoleh sebesar 66 dan 65. Berdasarkan skor total dari kriteria-kriteria tersebut, untuk *game* versi *hand tracking*, dapat diketahui bahwa *end-user* merasa antarmuka *game* sangat realistis dan *end-user* merasa bahwa tindakan yang dilakukan ketika berada di dalam lingkungan *game* mirip dengan tindakan yang akan dilakukan jika mengerjakan hal yang sama di

dunia nyata.

### 6.3.3 Pengujian *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR)*

Perbandingan hasil pengujian faktor *cybersickness* dari *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam* menggunakan metode *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR)* antara *game* versi *head-movement tracking* (GHMT) dan *game* versi hand tracking (GHT) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR)*

No	Gejala	Total GHMT	Total GHT
1	<i>Nausea (Nausea A)</i>	14	17
2	<i>Dizziness (Nausea B)</i>	19	16
3	<i>Disorientation (Vestibular A)</i>	13	14
4	<i>Imbalance (Vestibular B)</i>	17	13
5	<i>Fatigue (Oculomotor A)</i>	16	16
6	<i>Discomfort (Oculomotor B)</i>	22	20

Berdasarkan data hasil pengujian faktor *cybersickness* dengan menggunakan metode pengujian *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR)*, diperoleh rata-rata total keseluruhan skor untuk *game* versi *head-movement tracking* adalah 16,83 dan rata-rata total keseluruhan skor untuk *game* versi *hand tracking* adalah 16. Data tersebut menunjukkan bahwa *end-user* setuju bahwa *Game Virtual Reality Wadai Banjar 41 Macam*, baik untuk *game* versi *head-movement tracking* maupun untuk *game* versi *hand tracking*, cenderung tidak menimbulkan *cybersickness* atau ketidaknyamanan ketika atau setelah digunakan.

## 7. PENUTUP

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan pengujian fungsional dan non fungsional, dapat diketahui bahwa tidak ada kendala saat mengakses tombol dan halaman di dalam *game*. Seluruh fungsi dan antarmuka dari *game* telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Pada pengujian *Black Box Testing*, seluruh fitur telah berfungsi dengan baik. Sementara itu, pada pengujian menggunakan metode *Playtesting and Gameflow*, rata-rata keseluruhan skor yang diperoleh untuk *game* versi *head-movement tracking* dan *game* versi



*hand tracking*, masing-masing adalah 4,241 dan 4,324. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa aspek yang terdapat dalam game seperti tampilan/grafik game, gameplay, cerita, dan kontrol game sudah cukup baik. Berdasarkan hasil perbandingan tingkat *immersivity*, dapat diketahui bahwa *game* versi *head-movement tracking* dan *game* versi *hand tracking* telah memiliki tingkat *immersivity* yang cukup tinggi. Akan tetapi *game* versi *hand tracking* dinilai lebih baik dalam hal *immersivity* apabila dibandingkan dengan *game* versi *head-movement tracking*.

Adapun saran-saran yang dapat dijadikan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya antara lain: (1) Diharapkan dapat menambah dan memperbarui objek 3D dari *scene-scene* yang terdapat di dalam *game*, (2) Diharapkan agar objek 3D dapat lebih interaktif lagi kepada Pemain, (3) Diharapkan dapat memaksimalkan tingkat pengalaman pengguna dan tingkat *immersivity* pada aspek-aspek yang belum optimal, serta (4) Diharapkan dapat mengeksplorasi bagaimana pengaruh variabel yang berbeda terhadap tingkat *immersivity* dari kedua jenis *game* yang telah dikembangkan, misalnya dengan cara menguji faktor-faktor yang berbeda atau dengan menggunakan metode pengujian lainnya.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- Cruz-Neira, C., Fernández, M., & Portalés, C. (2018). Virtual reality and games. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(1), 8.
- Emmelkamp, P. M., & Meyerbröker, K., 2021. Virtual reality therapy in mental health. *Annual review of clinical psychology*, 17, 495-519.
- Empak, J., 2016. *What Is Virtual Reality?* Live Science. <https://www.livescience.com/54116-virtual-reality.html>.
- Fullerton, T., 2014. *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative game*. Boca Raton: CRC Press.
- Graybiel, A., & Knepton, J. (1976). Sople syndrome: a sometimes sole manifestation of motion sickness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 47(8), 873-882.
- Hapip, A. D., 2001. *Kamus Banjar Indonesia*. Cetakan Ketiga. Banjarmasin: Percetakan PT. Grafika Wangi Kalimantan – Banjarmasin Post Group.
- International Society for Presence Research, 2000. *The concept of presence: Explication statement*. <http://ispr.info/>.
- Kourtesis, P., & MacPherson, S. E., 2021. How immersive virtual reality methods may meet the criteria of the National Academy of Neuropsychology and American Academy of Clinical Neuropsychology: A software review of the Virtual Reality Everyday Assessment Lab (VR-EAL). *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100151.
- Kourtesis, P., Linnell, J., Amir, R., Argelaguet, F., & MacPherson, S. E., 2023. Cybersickness in virtual reality questionnaire (csq-vr): A validation and comparison against ssq and vrsq. In *Virtual Worlds* (Vol. 2, No. 1, pp. 16-35). MDPI.
- Lawson, B. D., 2014. Motion sickness symptomatology and origins. In K. S. Hale & K. M. Stanney (Eds.), *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications* (2nd ed., pp. 531–600). CRC Press.
- Lombard, M., & Ditton, T., 1997. At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of computer-mediated communication*, 3(2), JCMC321.
- Lombard, M., Ditton, T. B., & Weinstein, L., 2009. Measuring presence: the temple presence inventory. In *Proceedings of the 12th annual international workshop on presence* (pp. 1-15).
- McCauley, M. E., & Sharkey, T. J., 1992. Cybersickness: Perception of self-motion in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(3), 311-318.
- Meta. (n.d.). *Getting started with Hand Tracking on Meta Quest headsets*. Retrieved September 11, 2023, from <https://www.meta.com/help/quest/articles/headsets-and-accessories/controllers-and-hand-tracking/hand-tracking-quest-2/>.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I., 2020. A systematic review of immersive virtual reality

- applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Ramadan, R., & Widyani, Y., 2013. Game development life cycle guidelines. In *2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)* (pp. 95-100). IEEE.
- Seman, M. S., 2019. *Wadai Banjar 41 Macam*. Cetakan Kedelapan. Banjarmasin: Lembaga Pendidikan Banua.
- Shafer, D. M., Carbonara, C. P., & Popova, L. (2011). Spatial presence and perceived reality as predictors of motion-based video game enjoyment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(6), 591-619.
- Shroff, R., Ting, F., & Lam, W. H., 2019. A conceptual framework for immersion and flow in digital game-based learning: An example of a game-based classroom response system. *Ubiquitous Learning*, 12(3), 41.
- SiHITE, B., Samopa, F. dan Sani, N. A., 2013. Pembuatan Aplikasi 3D Viewer Mobile dengan Menggunakan Teknologi Virtual Reality (Studi Kasus: Perobekan Bendera Belanda di Hotel Majapahit). *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), pp. A397-A400.
- Skalski, P., Tamborini, R., Shelton, A., Buncher, M., dan Lindmark, P., 2011. Mapping the road to fun: Natural game controllers, presence, and game enjoyment. *New Media & Society*, 13(2), 224-242.
- Stanney, K. M., Hale, K. S., Nahmens, I., & Kennedy, R. S., 2003. What to expect from immersive virtual environment exposure: Influences of gender, body mass index, and past experience. *Human Factors*, 45(3), 504-520. <https://doi.org/10.1518/hfes.45.3.504.27254>.
- Stanney, K. M., Kennedy, R. S., & Hale, K. S., 2014. Virtual environments usage protocols. In K. S. Hale & K. M. Stanney (Eds.), *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications* (2nd ed., pp. 797-809). CRC Press.
- Steuer, J., 1992. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42 (4), 73-93. *Future Generation Computer Systems*, 94, 302-316.
- Sukamto, R. A. dan Shalahuddin, M., 2011. *Modul Pembelajaran Rekayasa (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung: Modula.
- Sweetser, P. dan Wyeth, P., 2005. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in game. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3), pp.3-3.
- Tamborini, R., & Skalski, P., 2006. The role of presence in the experience of electronic games In Vorderer P & Bryant J (Eds.), *Playing video games: Motives, responses, and consequences* (pp. 225-240).
- Tolle, H., Pinandito, A., Jonemaro, E.M.A. dan Arai, K., 2015. Virtual reality game controlled with user's head and body movement detection using smartphone sensors. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(20), pp.9776-9782.
- Usoh, M., Arthur, K., Whitton, M. C., Bastos, R., Steed, A., Slater, M., & Brooks Jr, F. P. (1999, July). Walking> walking-in-place> flying, in virtual environments. In *Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 359-364).
- Von Neumann, J. dan Morgenstern, O., 2007. *Theory of game and economic behavior*. Princeton: Princeton university press.
- Xie, B., Liu, H., Alghofaili, R., Zhang, Y., Jiang, Y., Lobo, F. D., ... & Yu, L. F., 2021. A review on virtual reality skill training applications. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 645153.