

INSPEKSI USABILITAS PADA *LOCOMOTION* TIGA APLIKASI REALITAS VIRTUAL BERBASIS CARDBOARD

Usability Inspection of Locomotion on Three Cardboard Based Virtual Reality Applications

AUZI ASFARIAN^{1*}, HENGKY RACHMADHANI¹, FIRMAN ARDIANSYAH¹

Abstrak

Realitas virtual memerlukan mekanisme interaksi yang menggerakkan pengguna di dunia (*locomotion*). Hingga saat ini sudah banyak aplikasi realitas virtual yang dikembangkan, seperti pada bidang permainan, kesehatan, dan navigasi. Penelitian ini berfokus menemukan masalah usabilitas *locomotion* pada aplikasi realitas virtual. Aspek tersebut dievaluasi dengan beberapa *locomotion* yang berbeda terhadap tiga aplikasi permainan. Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan ringkasan informasi berupa *locomotion* yang menjadi masalah pada ketiga aplikasi realitas virtual. Hasil penelitian menyatakan bahwa masing-masing responden memiliki perbedaan kriteria pergerakan sistem yang efektif. *Locomotion* dengan tingkat kesulitan pergerakan yang berbeda akan berpengaruh pada masalah usabilitas dan memiliki efek samping yang berbeda. *Locomotion movement 1:1* memiliki nilai modus tingkat ketidaknyamanan yang tinggi dengan skor 3, pengguna merasa sakit dan mengalami efek samping. *Locomotion rail movement* dan *head-tracking movement* memiliki tingkat kenyamanan yang tinggi sehingga pengguna tidak merasa sakit dan tidak mengalami efek samping.

Kata Kunci: Cardboard, interaksi, *locomotion*, realitas virtual, usabilitas

Abstract

Virtual reality needs an interaction mechanism to move the user in a virtual world while the user stays in an area. This mechanism is called locomotion. Cardboard is the commonly used head-mounted display technology. Until now there are many virtual reality applications developed, such as games, health, and navigation. This research focuses on finding locomotion usability problem on virtual reality applications based on three VR game applications. An analysis is conducted to obtain a summary about locomotion that matters on those applications. Result shows that each respondent has different criteria of the effective movement system. Locomotion with different level of difficulty will affect usability and has a unique side effect. Locomotion movement 1:1 has a high level of discomfort with a mode value of 3, users got sickness and experienced after-effect. Locomotion rail movement and head tracking movement have high level of comfort; users do not get sick and do not suffer after-effect.

Keywords: Cardboard, interaction, locomotion, usability, virtual reality

PENDAHULUAN

Realitas virtual (*virtual reality*) dengan menggunakan *Head-Mounted Display* (HMD) mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir (Asfarian dan Ardiansyah 2012). HMD untuk realitas virtual pada umumnya memiliki layar stereo berdampingan untuk menciptakan kesan ruang tiga dimensi. HMD juga dilengkapi dengan sensor gerak untuk mengestimasi pose dan menjejak pergerakan kepala pengguna. Informasi gerakan tersebut akan digunakan untuk menyesuaikan adegan yang dibangkitkan pada layar, menciptakan kesan seolah pengguna benar-benar berada di dalam dunia virtual.

Walaupun perangkat HMD *high-end* seperti Oculus Rift, HTC Vive, dan Play Station masih dijual dengan harga tinggi, telah muncul perangkat HMD yang terjangkau dan dapat

¹Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.

*Penulis Korespondensi: Tel/Faks: 0251-8625584; Surel: asfarian@apps.ipb.ac.id

diperoleh dengan mudah (Amer dan Peralez 2014). Salah satu perangkat tersebut adalah Google Cardboard (Smus *et al.* 2014) yang diperkenalkan pada tahun 2014. Cardboard dapat dibuat dengan biaya kurang dari seratus ribu rupiah dan dapat diakses oleh masyarakat Indonesia melalui toko daring. Perangkat ini berupa kerangka yang terbuat dari kardus. Agar dapat berfungsi sebagai HMD, diperlukan sebuah ponsel pintar yang memiliki sensor gerak. Beberapa variasi dibuat dari bahan plastik agar lebih tahan lama.

Google menyediakan perangkat pengembangan perangkat lunak untuk mengembangkan aplikasi yang menggunakan Cardboard. Hal ini menyebabkan jumlah aplikasi realitas virtual pada platform Android semakin bertambah. Penelitian-penelitian sebelumnya telah menggunakan Cardboard untuk membuat aplikasi di bidang kebudayaan (Fabola *et al.* 2015), rehabilitasi kesehatan (Bonfanti *et al.* 2015), dan navigasi (Powell *et al.* 2016). Akan tetapi, hingga saat ini masih sedikit penelitian yang secara spesifik membahas masalah usability pada aplikasi realitas virtual dengan Cardboard. Pada penelitian sebelumnya, Asfarian dan Salim (2019) telah mencoba melakukan inspeksi usability terhadap tiga aplikasi realitas virtual menggunakan teknik evaluasi heuristik lingkungan virtual.

Penelitian ini akan meneliti usability dari penerapan *locomotion* yang terdapat pada tiga aplikasi permainan yang menjadi objek penelitian Asfarian dan Salim (2019). Kriteria yang digunakan adalah kriteria efek samping dari Multi-criteria Assessment of Usability for Virtual Environments (MAUVE) (Stanney *et al.* 2002), yang terdiri atas *comfort*, *sickness*, dan *after effects*.

TINJAUAN PUSTAKA

Realitas Virtual

Realitas virtual pada awalnya dianggap merujuk pada teknologi, namun pengertian tersebut bergeser ke aspek pengalaman manusia. Steuer (1992) mendefinisikan realitas virtual sebagai: “lingkungan simulasi atau nyata yang memungkinkan pengguna merasa seolah-olah hadir dan memberi efek pada dunia virtual”. Menurut LaValle (2017), terdapat empat komponen dasar dalam realitas virtual, di antaranya:

- *Targeted behavior*: pengguna memiliki pengalaman yang dirancang oleh pengembang, seperti terbang, berjalan, menjelajahi, menonton film, dan bersosialisasi dengan organisme lain. [SEP]
- *Organism*: organisme yang merepresentasikan diri pengguna sendiri, orang lain, bahkan bentuk kehidupan lain seperti sebagai binatang. [SEP]
- *Artificial sensory stimulation*: indera manusia digantikan oleh stimulasi buatan.
- *Awareness*: kesadaran pengguna dapat dimasukkan kedalam dunia virtual yang memberikan kesan alami. [SEP]

Aplikasi Realitas Virtual

Berdasarkan data yang dikumpulkan pada bulan Agustus 2017, perkembangan aplikasi realitas virtual terus meningkat. Pencarian pada Play Store menghasilkan sebanyak 250 aplikasi yang menggunakan Google Cardboard. Aplikasi yang memiliki versi *lite* tidak dihitung. Akan tetapi, aplikasi yang merupakan varian dihitung sebagai aplikasi berbeda, misalnya ‘Lamper VR: Firefly Rescue’ dengan ‘Lamper VR: First Flight’. Berdasarkan jumlah aplikasi per kategori Play Store, terlihat bahwa aplikasi realitas virtual dengan kategori *entertainment* mendominasi dari 250 aplikasi. Empat besar berikutnya berturut-turut adalah *simulation*, *arcade*, *adventure*, serta *media and demo*. Terlihat bahwa aplikasi realitas virtual lebih banyak digunakan pada aplikasi yang sifatnya hiburan. Walaupun realitas virtual memiliki potensi di bidang edukasi (Fabola *et al.* 2015) dan kesehatan (Bonfanti *et al.* 2015), jumlah kedua kategori tersebut lebih rendah.

Locomotion pada Aplikasi Realitas Virtual

Menurut LaValle (2017) dunia virtual mencakup area yang jauh lebih luas daripada bagian dunia nyata yang ditelusuri. Zona yang relatif kecil dengan dunia virtual. Dalam hal ini, beberapa bentuk mekanisme interaksi diperlukan untuk menggerakkan pengguna di dunia virtual sementara ia tetap berada dalam area yang ditelusuri di dunia nyata. Mekanisme interaksi yang menggerakkan pengguna dengan cara ini disebut *locomotion*. Seolah-olah pengguna menelusuri wahana virtual yang dikendalikan melalui dunia virtual. Terdapat sepuluh *locomotion* untuk lingkungan virtual (Roy 2015). *Locomotion* tersebut meliputi:

- *Traditional Artificial Locomotion*: menekan tombol pada *controller* atau keyboard untuk bergerak ke arah tertentu.
- *Movement 1:1*: perpindahan tubuh fisik pengguna akan menggerakkan tubuh virtual pengguna persis dengan jarak dan arah yang sama.
- *Gain Movement System 1:X*: perpindahan 1 meter dalam kehidupan nyata akan bergerak X jarak di dalam game.
- *Teleportation*: menghilang dari tempat pengguna saat ini dan muncul di tempat lain.
- *Motion Sensor Movement*: perpindahan *controller* dengan cara tertentu akan menggerakkan tubuh virtual pengguna kedepan atau ke arah tertentu.
- *Treadmill*: berjalan pada *treadmill* untuk mensimulasikan arah yang pengguna jalankan.
- *Grabbing 3D Space*: pengguna memindahkan dunia virtual bukan menggerakkan tubuh fisik pengguna.
- *Rail Movement*: sebuah tindakan atau peristiwa pemicu tertentu menyebabkan tubuh virtual pengguna untuk bergerak di rute yang telah ditentukan untuk lokasi yang tetap.
- *Thrust Movement*: menekan tombol membuat pengguna bergerak menuju arah yang pengguna pilih berdasarkan kontrol yang terpisah.
- *Other Unique Movement*: beberapa aplikasi memiliki sistem gerakan tersendiri yang untuk membuat pengalaman khusus.

Kriteria Usabilitas Lingkungan Virtual

Multi-criteria Assessment of Usability for Virtual Environments (MAUVE) (Stanney *et al.* 2002) mengklasifikasikan pertimbangan antarmuka kedalam dua kategori kriteria kegunaan utama lingkungan virtual yaitu *engagement* dan *side effect* (efek samping). Identifikasi berdasarkan kedua kategori tersebut memungkinkan kategorisasi kriteria penggunaan spesifik terkait dengan permasalahan yang berkaitan dengan pengguna. Penelitian ini menggunakan kategori *side-effect* yang terdiri atas:

- *Comfort*: Kriteria utama untuk penerimaan lingkungan virtual adalah pengguna dapat berinteraksi dengan intuitif dan nyaman. Ketidaknyamanan saat berinteraksi dengan realitas virtual yang dirasakan dengan semua sensasi lain. Kenyamanan dan keamanan dalam menggunakan peralatan sangat penting untuk pengguna realitas virtual. Kriteria utama untuk penerimaan realitas virtual dalam bidang kedokteran adalah intuitif dan kenyamanan dari sebuah sistem. Membuat pengguna nyaman saat mengenakan perangkat layar atau berinteraksi dengan antarmuka adalah sangat penting karena ketidaknyamanan saat berinteraksi berpengaruh dengan semua sensasi lain.
- *Sickness*: Terdapat kelemahan dalam perkembangan teknologi realitas virtual yang dapat dirasakan oleh kehadiran gejala mabuk seperti yang terus mengganggu secara signifikan dari pengguna sistem. Kejanggalkan sensorik yang cukup dapat mengakibatkan karena ketidaksesuaian antara rangsangan yang dirasakan dan diharapkan. Konflik sensorik seperti telah dilihat sebagai penyebab utama. Untuk mengatasi kejanggalkan berpotensi sakit-merangsang, pengguna umumnya baik menarik diri dari interaksi dengan realitas virtual atau beradaptasi dengan lingkungan diatur kembali. Situasi terakhir ini menunjukkan pengguna harus beradaptasi kembali setelah kembali ke dunia nyata setelah interaksi dengan realitas virtual telah berhenti. Proses ini mungkin pada gilirannya, memicu gejala-gejala penyakit awal lagi sampai orang tersebut terbiasa dengan lingkungan normalnya. Timbul gejala

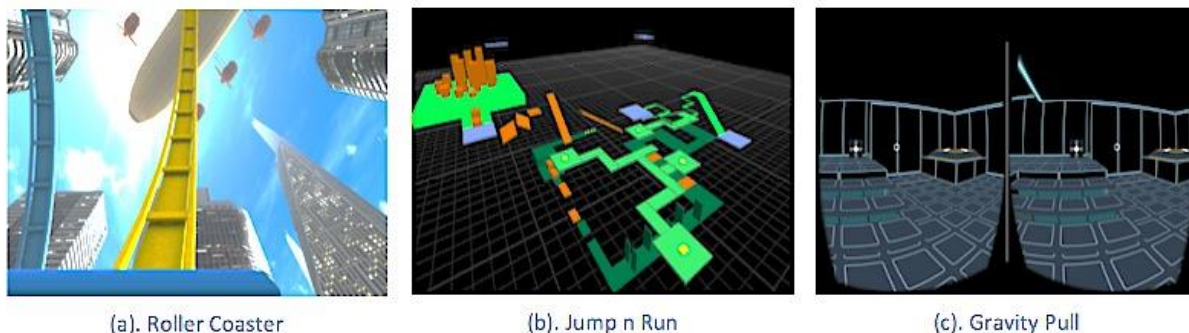
penyakit seperti karenanya dapat ditemui baik selama dan setelah terpapar lingkungan virtual. Gejala penyakit umumnya dikategorikan sebagai mual, disorientasi, atau gangguan okulomotor.

- *After Effect*: Efek samping adalah efek yang diamati setelah peserta kembali ke dunia nyata setelah terpapar lingkungan virtual. Sementara *cybersickness* adalah efek samping fisiologis yang berkaitan dengan paparan realitas virtual. Kejanggalkan sensorik yang melekat untuk berinteraksi dengan sistem realitas virtual dan perlu beradaptasi kembali ke dunia virtual dan dunia nyata, efek yang mungkin timbul dan berlama-lama pasca paparan mengganggu meliputi kepala berputar; *ataxia postural*; mengurangi koordinasi mata-tangan; dan visual atau gangguan *vestibular*. Efek samping ini dapat berlangsung dari beberapa menit atau jam ke hari dan bahkan bulan setelah paparan.

METODE

Penentuan Aplikasi dan *Locomotion*

Evaluasi *locomotion* ini dilakukan pada tiga aplikasi permainan realitas virtual (Gambar 1) yang digunakan oleh Asfarian dan Salim (2012). Ketiga aplikasi ditentukan dengan mempertimbangkan tugas dan *locomotion* yang bisa diujikan dengan alat yang tersedia oleh pengguna dalam lingkungan virtual. Penentuan ketiga aplikasi dengan *locomotion* berbeda berdasarkan aplikasi realitas virtual yang memiliki jumlah terbanyak pada PlayStore dengan menggunakan *locomotion* yang mudah tanpa alat bantu selain Cardboard. Deskripsi tugas dan *locomotion* yang terlibat dalam masing-masing aplikasi dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 18 Tiga aplikasi permainan yang akan digunakan dalam pengujian ini.

Tabel 1 Tugas dan deskripsi *locomotion* pada ketiga permainan

Aplikasi	Tugas	<i>Locomotion</i>
Roller Coaster Versi 2.0.7	Menelusuri rute <i>rail</i> hingga mencapai <i>finish</i> .	<i>Locomotion Rail Movement</i> : Pergerakan atau perpindahan bagi pengguna untuk bergerak pada rute yang telah ditentukan untuk lokasi yang tetap.
VR Jump n Run Versi 1.08	Menelusuri jalan dan melewati rintangan hingga mencapai <i>checkpoint</i> .	<i>Locomotion Head Tracking Movement</i> : Kecepatan dan arah gerak digerakan kepala. Rotasi dilakukan dengan penjejakan kepala.
Gravity Pull Versi 1.4	Menelusuri ruangan yang berisi teka teki.	<i>Locomotion Movement 1:1</i> : Perpindahan tubuh fisik pengguna akan menggerakkan tubuh virtual pengguna sesuai jarak dan arah yang sama. Pengguna mensimulasikan kepala ketika bergerak. Gerak mundur dimungkinkan dengan melihat ke atas.

Praobservasi

Sebelum dilakukan observasi penelitian, tahapan praobservasi dilakukan untuk mempersiapkan kelengkapan dan instrumen observasi yang meliputi:

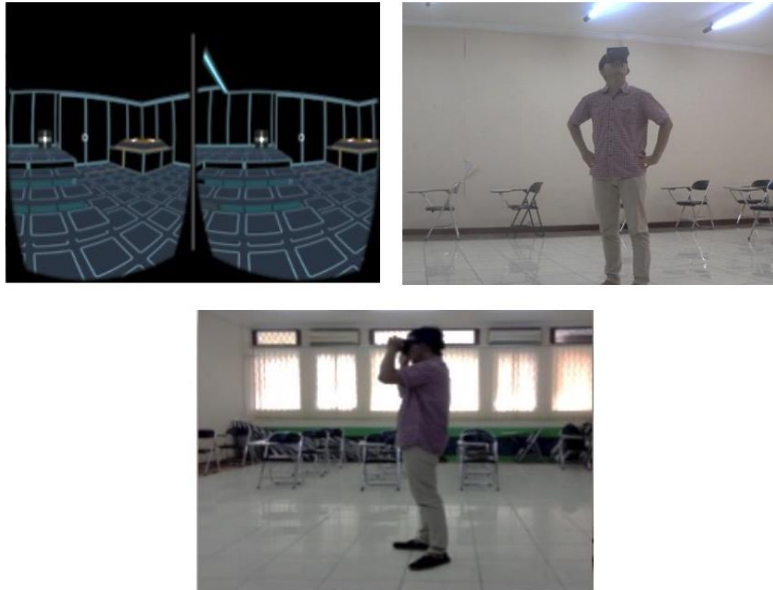
- Persiapan dokumen teknis observasi: Pada tahapan ini akan disiapkan perencanaan teknis pelaksanaan observasi yang akan dilakukan. Dokumen observasi ini akan menggunakan aplikasi realitas virtual dengan *locomotion* yang berbeda.
- Pembuatan kuesioner uji usabilitas: Pembuatan kuesioner uji usabilitas untuk responden yang sudah ditentukan yakni pengguna *game* realitas virtual yang belum pernah sama sekali atau jarang. Pembuatan kuesioner ini dilakukan sebagai bahan penilaian tingkat kekurangan dari tiga aplikasi realitas virtual tersebut. Kuesioner tersebut menggunakan konsep skala *five-point Likert* (1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = netral, 4 = setuju, 5 = sangat setuju). Terdapat tiga dasar konsep pertanyaan yang akan menjadi acuan dalam pembuatan kuesioner. Konsep pertanyaan kuesioner tersebut berdasarkan tiga kriteria indikator rancangan sistem lingkungan virtual yang efektif (Stanney *et al.* 2002).
- Pemilihan responden: Tahapan ini dilakukan sebelum observasi untuk mendapatkan karakteristik literasi dan keterbiasaan responden dalam menggunakan aplikasi realitas virtual. Tahapan ini dilakukan pada responden mahasiswa Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor.

Pelaksanaan Observasi

Pada tahapan ini akan dilakukan observasi dalam pengumpulan data. Metode pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan observasi pengamatan melalui analisis video (*in vivo*) serta melakukan pengisian kuesioner oleh kelima responden. Pelaksanaan observasi ini dilakukan kampus IPB selama dua minggu dengan responden dari mahasiswa Ilmu Komputer IPB yang belum pernah menggunakan aplikasi yang diujikan. Masing-masing responden menggunakan tiga aplikasi realitas virtual. Pemilihan responden didasarkan pada aspek literasi dan keterbiasaan mahasiswa menggunakan aplikasi realitas virtual yang diperoleh dari *profiling* responden.

Pengumpulan data melalui kuesioner akan dilakukan dengan pemberian kuesioner uji yang sudah dibuat pada tahap praobservasi. Tujuan dari pengisian kuesioner ini adalah agar penelitian dapat terfokus pada inti permasalahan pada interaksi permainan realitas virtual dan tidak terjadi perluasan topik. Sedangkan, pengumpulan data berupa rekaman video akan digunakan teknik *in vivo*. Pada teknik ini akan dilakukan pengumpulan data berupa perekaman layar ponsel, unggah jarak jauh, perekaman suara, perekaman log data dan penggunaan kamera perekam.

- Perekaman layar: Aktivitas perekaman ini dilakukan pada layar ponsel responden aplikasi realitas ditambah. Perekaman ini akan dilakukan dengan aplikasi perekam layar AZ Recorder. Tujuan dari perekaman ini adalah untuk mendukung analisis pada sebuah interaksi tingkat mikro dalam aplikasi pada perangkat (Brown *et al.* 2015).
- Unggah jarak jauh: Unggah jarak jauh digunakan agar memudahkan proses pengumpulan data perekam layar ponsel, diperlukan sebuah aktivitas unggah hasil rekaman tersebut. Aplikasi perekam AZ Sreen Recorder memberikan fitur penyimpanan otomatis yang akan terunggah langsung pada surel pengguna.
- Perekaman suara: Perekaman pada suara juga sangat dibutuhkan dalam analisis video. Hal ini karena suara dalam interaksi manusia dapat menggambarkan suasana yang dialami langsung oleh pengguna, baik merasa nyaman, kesulitan atau bahkan tidak suka dengan aplikasi tersebut.
- Penggunaan kamera: Penggunaan kamera untuk mendapatkan hasil rekaman secara keseluruhan, dibutuhkan perekaman dari lingkungan pengguna. Hal ini dilakukan agar mengetahui keadaan lingkungan sekitar pengguna dan agar tidak ada bagian interaksi yang terlewatkan pada saat penggunaan aplikasi realitas virtual tersebut (Gambar 2).



Gambar 2 Contoh dokumentasi hasil perekaman sesi uji usability.

Analisis Data

Analisis data adalah tahapan terakhir pada penelitian ini yang dapat dilakukan setelah mendapatkan data dari tahapan observasi. Pada tahapan ini akan dilakukan proses analisis data berupa pereduksian video, pengkodean dan analisis interaksional. Reduksi data diperlukan untuk mempermudah penelitian dengan cara penyempitan durasi video dengan mengurangi rekaman yang tidak perlu seperti saat aktivitas-aktivitas pengguna di luar kepentingan penelitian. Pengkodean adalah pemeriksaan data secara detail dan menyeluruh yang akan dipahami. Pengkodean ini tidak hanya sebatas pemeriksaan video, log data dan lainnya tetapi juga hasil kuesioner penelitian yang sudah dikumpulkan. Analisis interaksional dilakukan untuk memahami makna interaksi melalui pembicaraan, gestur tubuh dan ekspresi dari pengguna saat menggunakan aplikasi realitas virtual. Pada analisis ini dilakukan proses transkripsi yaitu mengubah seluruh interaksi di dalam video menjadi teks agar memudahkan dalam proses penelitian.

Peralatan Penelitian

Spesifikasi Ponsel Sony Xperia Z dengan spesifikasi prosesor *quad-core* 1.5 GHz *Krait*, memori 2 GB, layar 5 inci dengan resolusi 1980 x 1920 piksel, Android versi 5.1.1 serta perangkat Google Cardboard.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praobservasi

Pada tahap ini, kuesioner untuk mengukur respons peserta dibuat dalam bahasa Indonesia (Tabel 2). Terdapat lima belas pertanyaan yang dibagi dalam tiga kategori pertanyaan yang dijawab menggunakan skala *likert*. Selain itu, sebuah pertanyaan terbuka ditambahkan di setiap kategori pertanyaan untuk mendapatkan jawaban langsung dari pengguna.

Hasil Kuesioner

Hasil kuesioner kategori *comfort* dapat dilihat pada Tabel 3. Pada aplikasi Roller Coaster, sebagian besar responden merasa mudah dan nyaman selama penggunaan aplikasi serta tidak mengalami kelelahan fisik dan merasa sehat pada sendi pergerakan. Pada aplikasi Jump n Run, sebagian besar responden merasa tidak nyaman selama penggunaan dengan nilai modus sebesar 3. Pada aplikasi Gravity Pull, sebagian besar responden merasa tidak nyaman selama

penggunaan aplikasi yang berupa responden merasa mengalami kelelahan fisik terutama pada mata.

Hasil kuesioner *sickness* dapat dilihat pada Tabel 4. Pada aplikasi Roller Coaster sebagian besar responden tidak mengalami kondisi disfungsi atau sakit selama penggunaan aplikasi dengan total nilai modus sebesar 2. Pada aplikasi Jump n Run, sebagian besar responden mengalami kondisi disfungsi atau sakit berupa mual dan sakit kepala selama penggunaan. Pada aplikasi Gravity Pull, hampir semua responden mengalami kondisi disfungsi atau sakit berupa mengalami kondisi berkeringat, kelelahan, mual dan sakit kepala yang menyebabkan ketidaknyamanan selama penggunaan aplikasi.

Hasil kuesioner kategori *after effect* dapat dilihat pada Tabel 5. Aplikasi Roller Coaster memiliki nilai total modus 1 yang artinya sebagian besar responden tidak mengalami efek samping pasca penggunaan aplikasi. Pada aplikasi Jump n Run, sebagian besar responden tidak mengalami efek samping dengan nilai total modus 2. Pada aplikasi Gravity Pull, semua responden mengalami efek samping berupa gejala kesulitan fokus, pusing, dan mual.

Tabel 2 Kuesioner yang digunakan untuk mengukur *comfort*, *sickness*, dan *after effect*

No	Pertanyaan
<i>Comfort</i>	
1	Apakah anda merasa terganggu untuk penggunaan aplikasi jangka panjang?
2	Apakah anda mengalami kelelahan fisik selama penggunaan aplikasi secara berkepanjangan?
3	Apakah anda mengalami kelelahan mata seperti menegang selama penggunaan aplikasi?
4	Apakah anda merasa tidak sehat pada sendi pergerakan selama penggunaan aplikasi?
5	Apakah anda merasa sulit dalam penggunaan perangkat virtual (Cardboard) pada aplikasi?
<i>Sickness</i>	
6	Apakah anda berkeringat selama menggunakan aplikasi?
7	Apakah anda mengalami kelelahan selama menggunakan aplikasi?
8	Apakah anda mengalami mual selama menggunakan aplikasi?
9	Apakah anda mengalami sakit kepala selama menggunakan aplikasi?
10	Apakah anda mengalami gangguan selama penggunaan aplikasi?
<i>After Effect</i>	
11	Apakah anda mengalami gejala kesulitan fokus dan penglihatan kabur setelah menggunakan aplikasi?
12	Apakah anda mengalami gejala pusing dan mual setelah menggunakan aplikasi?
13	Apakah anda mengalami vertigo (kehilangan orientasi tegak) setelah menggunakan aplikasi?
14	Apakah efek samping yang anda alami bertahan untuk waktu yang lama setelah penggunaan aplikasi?
15	Apakah anda tidak ingin menggunakan kembali aplikasi?

Tabel 3 Hasil jawaban responden pada pertanyaan kategori *comfort*

Pertanyaan	Frekuensi pilihan skala yang dilakukan oleh responden																	
	Roller Coaster						Jump n Run						Gravity Pull					
	1	2	3	4	5	Mo*	1	2	3	4	5	Mo	1	2	3	4	5	Mo
Apakah anda merasa terganggu untuk penggunaan jangka panjang?	1	4	0	0	0	2	0	2	2	1	0	3	0	0	3	2	0	3
Apakah anda mengalami kelelahan fisik selama penggunaan aplikasi secara berkepanjangan?	0	4	1	0	0	2	0	3	2	0	0	2	0	2	3	0	0	3
Apakah anda mengalami kelelahan mata seperti menegang selama penggunaan aplikasi?	0	5	0	0	0	2	0	1	4	0	0	3	0	2	3	0	0	3
Apakah anda merasa tidak sehat pada sendi pergerakan selama penggunaan aplikasi?	1	3	1	0	0	2	0	1	3	1	0	3	0	2	2	1	0	3
Apakah anda merasa sulit dalam penggunaan perangkat virtual (<i>cardboard</i>) pada aplikasi?	2	3	0	0	0	2	0	0	2	3	0	4	0	0	1	4	0	4
Apakah anda merasa terganggu untuk penggunaan aplikasi jangka panjang?	1	4	0	0	0	2	0	2	2	1	0	3	0	0	3	2	0	3
	Modus 2						Modus 3						Modus 3					

*Catatan: Mo berarti modus, atau nilai yang paling sering muncul

Tabel 4 Hasil jawaban responden pada pertanyaan kategori *sickness*

Pertanyaan	Frekuensi pilihan skala yang dilakukan oleh responden																	
	Roller Coaster						Jump n Run						Gravity Pull					
	1	2	3	4	5	Mo	1	2	3	4	5	Mo	1	2	3	4	5	Mo
Apakah anda berkeringat selama menggunakan aplikasi?	2	3	0	0	0	2	0	4	1	0	0	2	0	1	2	1	1	3
Apakah anda mengalami kelelahan selama menggunakan aplikasi?	2	3	0	0	0	2	0	3	2	0	0	2	0	2	2	1	0	3
Apakah anda mengalami mual selama menggunakan aplikasi?	2	3	0	0	0	2	1	2	2	0	0	3	0	1	4	0	0	3
Apakah anda mengalami sakit kepala selama menggunakan aplikasi?	1	4	0	0	0	2	0	4	1	0	0	2	0	0	4	1	0	3
Apakah anda mengalami gangguan selama penggunaan aplikasi?	4	1	0	0	0	1	0	3	2	0	0	2	0	0	2	3	0	4
	Modus					2	Modus					2	Modus					3

Tabel 5 Hasil jawaban responden pada pertanyaan kategori *after effect*

Pertanyaan	Frekuensi pilihan skala yang dilakukan oleh responden																	
	Roller Coaster						Jump n Run						Gravity Pull					
	1	2	3	4	5	Mo	1	2	3	4	5	Mo	1	2	3	4	5	Mo
Apakah anda mengalami gejala kesulitan fokus dan penglihatan kabur setelah menggunakan aplikasi?	0	4	1	0	0	2	0	2	3	0	0	3	0	0	2	3	0	4
Apakah anda mengalami gejala pusing dan mual setelah menggunakan aplikasi?	2	2	1	0	0	2	0	3	2	0	0	2	0	0	1	4	0	4
Apakah anda mengalami vertigo (kehilangan orientasi tegak) setelah menggunakan aplikasi?	3	2	0	0	0	1	1	4	0	0	0	2	0	1	2	1	1	3
Apakah efek samping yang anda alami bertahan untuk waktu yang lama setelah penggunaan aplikasi?	3	2	0	0	0	1	2	3	0	0	0	2	0	1	1	2	1	3
Apakah anda tidak ingin menggunakan kembali aplikasi?	4	1	0	0	0	1	0	4	1	0	0	2	0	1	1	2	1	4
	Modus					1	Modus					2	Modus					4

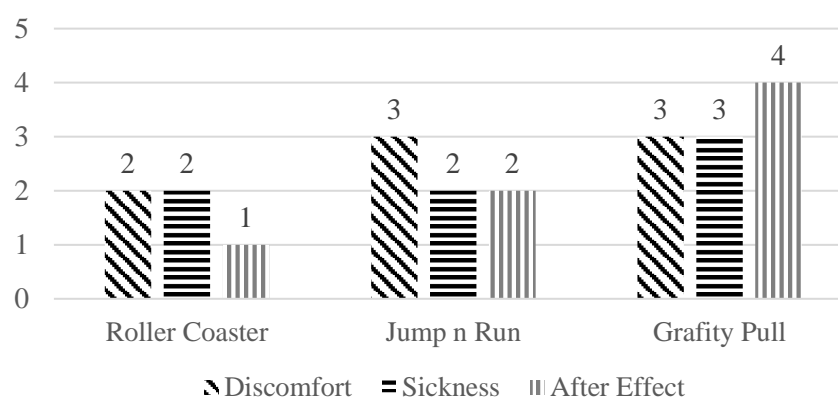
Hasil Observasi

Dalam penelitian ini teridentifikasi bahwa pengguna dalam lingkungan virtual memiliki kemampuan pada jangka waktu rata-rata kurang lebih 10 menit saat menggunakan HMD. Selain itu, respons pengguna pada masing-masing aplikasi realitas virtual sangat beragam (Gambar 3). Misalnya, *locomotion* pada aplikasi Jump n Run dan Gravity Pull memiliki pergerakan yang cukup kompleks. Responden memerlukan gerakan melompat di luar dari ekspektasi pengguna, gerakan kepala keatas dan kebawah dan pergerakan HMD 90 derajat. Berdasarkan hasil observasi diketahui aplikasi yang memiliki tingkat ketidaknyamanan yang tinggi yaitu aplikasi Roller Coaster, setelah itu Jump n Run dan Gravity Pull. Aplikasi yang memiliki efek disfungsi atau mengalami gejala sakit (*sickness*) tertinggi adalah Gravity Pull, diikuti oleh aplikasi Jump n Run dan Roller Coaster. Aplikasi yang memiliki efek samping tertinggi yaitu aplikasi Gravity Pull, setelah itu Jump n Run dan Roller Coaster.

Pada Gambar 3, terlihat nilai modus *side effect* terendah yakni Roller Coaster dan nilai modus tertinggi yakni Gravity Pull. Gravity Pull memiliki masalah pada kriteria ketidaknyamanan (*comfort*), timbul gejala sakit (*sickness*) dan mengalami akibat setelahnya (*after effect*) yang tinggi dibandingkan dengan kedua aplikasi realitas yang diujikan. Hal ini disebabkan aplikasi realitas virtual Gravity Pull memiliki *locomotion* yang tidak sederhana

yaitu *movement 1:1* artinya pergerakan di realitas virtual sama dengan dunia nyata. Selain itu jenis permainan realitas virtual labirin menyebabkan pengguna merasa pusing mengikuti perintah pada aplikasi ditambah dengan perintah pada aplikasi yang harus menggunakan tombol bantu untuk menggerakkan balok pada labirin. Hal ini terlihat pada komentar ketika penggunaan aplikasi (Tabel 6).

Dengan demikian, berdasarkan hasil percobaan di atas, dapat disimpulkan bahwa walaupun berbiaya rendah, kualitas interaksi, terutama pada sisi *locomotion*, dari aplikasi yang menggunakan Google Cardboard masih bisa dibilang rendah. Selain interaksi yang sangat terbatas, kualitas perangkat dan implementasi dari interaksi di dalam permainan juga mempengaruhi kualitas interaksi yang dirasakan oleh pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan bahwa diperlukannya standar atau petunjuk yang lebih rinci mengenai implementasi *locomotion* pada perangkat seperti Cardboard untuk meningkatkan kenyamanan pengguna saat menggunakan perangkat tersebut.



Gambar 3 Perbandingan nilai modus pada ketiga kategori.

Tabel 6 Jawaban pertanyaan terbuka yang diberikan pada responden

Nama Aplikasi	Komentar Pengguna
Roller Coaster	<ul style="list-style-type: none"> • “Rotasi 360 derajat cukup natural” (Evaluator 1) • “Seperti asli mengikuti pergerakan rel” (Evaluator 2)
Jump n Run	<ul style="list-style-type: none"> • “Kecepatannya ga bisa di atur ya, ini jalannya, bingung pusing bisa udahan?” (Evaluator 1) • “Berhentinya gimana ya” (Evaluator 2) • “Pergerakannya cukup enak” (Evaluator 3) • “kok jatuh mulu, luncatnya ga pas ya” (Evaluator 4)
Gravity Pull	<ul style="list-style-type: none"> • “Kalau jalan beneran ini bisa? Tapi capek. Ini gerakannya engga sinkron sih” (Evaluator 1) • “Bikin pusing, susah juga kalau mau mundur” (Evaluator 2) • “Uda capek, mau akses menu harus miring, pusing!” (Evaluator 3) • “Lemparnya kok aneh, kayak ditembak” (Evaluator 5)

Kelemahan

Terdapat beberapa kelemahan pada penelitian yang dilakukan, yaitu (a) tidak semua *locomotion* dapat diuji, (b) sampel aplikasi yang digunakan terlalu sedikit, dan (c) tidak semua aspek diuji pada penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian berikutnya disarankan untuk meningkatkan ketiga hal tersebut sehingga simpulan yang diambil dapat memiliki tingkat kepercayaan yang lebih tinggi.

SIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh bahwa *locomotion* yang diuji memiliki kekurangan dalam implementasi. *Locomotion movement 1:1* memiliki nilai modus tingkat ketidaknyamanan yang tinggi dengan skor 3, pengguna merasa sakit dan mengalami efek samping. *Locomotion rail*

movement dan *head tracking movement* memiliki tingkat kenyamanan yang tinggi sehingga pengguna tidak merasa sakit dan tidak mengalami efek samping. Dengan demikian, berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa walaupun berbiaya rendah, kualitas interaksi, terutama pada sisi *locomotion*, dari aplikasi yang menggunakan Google Cardboard masih bisa dibilang rendah. Selain interaksi yang sangat terbatas, kualitas perangkat dan implementasi dari interaksi di dalam permainan juga mempengaruhi hasil

DAFTAR PUSTAKA

- Amer A, Peralez P. 2014. Affordable altered perspectives: making augmented and virtual reality technology accessible. Di dalam: *IEEE 2015 Global Humanitarian Technology Conference*; 2015 8-11 Okt; Seattle, USA. hlm 603-608.
- Asfarian A, Ardiansyah F. 2012. Rekayasa *augmented reality mobile campus tour* Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*. 1(1):1-6.
- Asfarian A, Salim H. 2019. Inspeksi masalah usability pada *cardboard* untuk permainan realitas virtual menggunakan teknik evaluasi heuristik lingkungan virtual. *Jurnal Teknoinfo*. 2019 Jan 15;13(1):22-8.
- Bonfanti S, Gargantini A, Vitali A. 2015. A mobile application for the stereoacuity test. Di dalam: *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*. hlm 315-326.
- Brown B, McGregor M, Laurier E, editor. 2013. iPhone in vivo: Video Analysis of Mobile Device Use. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factor in Computing Systems*. Apr. 2013.
- Fabola A, Miller A, Fawcett R. 2015. Exploring the past with Google Cardboard. Di dalam: *IEEE Digital Heritage*; Granada; 2015 Sep 28 - Okt 2. hlm 277-284.
- LaValle SM. 2017. *Virtual Reality*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Powell WA, Powell V, Brown P, Cook M, Uddin J. 2016. Getting around in Google Cardboard - exploring navigation preferences with low cost mobile VR. *Proceedings of the 2016 IEEE 2nd Workshop on Everyday Virtual Reality*. hlm 1-4.
- Roy. 2016. Locomotion or moving. [Internet]. [diunduh 2016 Nov 1]; Tersedia pada: <https://ignite-vr.com/blog/2016/09/24/locomotion-in-vr/>.
- Smus B, Plagemann C, Coz D. 2014. Cardboard: VR for Android [Internet]. Di dalam: *Google I/O Conference*. [diunduh 2016 Juni 25-26]. Tersedia pada: www.youtube.com/watch?v=DFog2gMnm44.
- Stanney KM, Mollaghasemi M, Reeves L, Breaux R, Graeber DA. 2000. Usability engineering of virtual environments (VEs): identifying multiple criteria that drive effective VE system design. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 58(3):447-481. doi:10.1016/S1071-5819(03)00015-6
- Steuer J. 1992. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*. 42(4): 73-93.