

# Rancang Bangun Aplikasi Bergerak Berbasis Virtual Reality Interaktif Untuk Jasa Rancangan Dalam Ruang

Beltran Property Land

Thomy Afif

Program Studi Teknik Informatika Fakultas  
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, Daerah  
Istimewa Yogyakarta  
13523108@students.uii.ac.id

Izzati Muhimmah

Program Studi Teknik Informatika Fakultas  
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Jalan Kaliurang KM 14,5 Sleman, Daerah  
Istimewa Yogyakarta  
izzati@uii.ac.id

## Abstract

*In the architectural design, especially the interior there is a process that takes a long time, ranging from designing, budget calculations, and 3D modeling as a final visualization that will be presented to consumers. In practice, there is often errors in the design process and consumer requirement changes. This has an impact on the timing and cost of interior development at the Beltran Property Land company. It takes a mobile application that can visualize the design of the interior dynamically and interactively so the changes that occur can be known directly by the service provider, Beltran Property Land.*

**Keywords**—*Virtual Reality; Interior; Architecturer*

## I. PENDAHULUAN

Rancangan dalam ruangan atau biasa disebut interior adalah seni merancang dalam ruangan yang meliputi tata letak benda maupun warna dalam suatu ruangan ataupun bangunan. Dalam penerapannya, terdapat beberapa proses perancangan untuk memvisualkan perancangan interior diantaranya adalah proses *modelling*. Proses *modelling* merupakan suatu kegiatan dalam memodelkan bentuk suatu obyek dari bentuk 2 dimensi kebentuk 3 dimensi. Tujuan dari proses ini adalah agar obyek yang akan divisualkan dapat disesuaikan dimensinya dengan detail dari bentuk model tersebut. Permasalahan yang dihadapi adalah hasil akhir dari perancangan interior masih berupa visualisasi 2 dimensi. Akibatnya jika ada perubahan dalam perancangan tersebut, maka proses perancangan akan diulang ke tahapan awal yang mana berdampak pada waktu dan biaya pengerjaan perancangan interior.

Kondisi ini adalah gambaran dari kegiatan yang sering dirasakan bagi beberapa penyedia jasa interior, salah satunya adalah perusahaan Beltran Property Land. Demi mengatasi permasalahan yang telah digambarkan, dibutuhkan suatu media untuk membantu memvisualkan hasil dari perancangan interior

agar konsumen mendapatkan visualisasi yang lebih atraktif dan dinamis dengan *virtual reality*. *Virtual reality* adalah salah satu teknologi multimedia yang memiliki kelebihan dalam mendeskripsikan sebuah keadaan atau sebuah obyek dimana visualisasi yang ditampilkan tidak hanya dapat dilihat dari satu pandang sudut saja, namun dapat dilihat dari segala sudut karena memiliki 3 dimensi visual sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer (*Virtual environment*) (Putro,2015). Selain memangkas waktu pengerjaan dan biaya, teknologi ini juga dapat dimanfaatkan agar konsumen dapat mengganti secara mandiri dan *realtime* tanpa harus menunggu proses perbaikan dari penyedia jasa interior. Disisi lain, semua pihak yang terlibat dapat mengetahui informasi yang ada pada bangunan untuk keperluan perancangan dan anggaran biaya pembangunan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Rancang Dalam Ruang

Rancang dalam ruangan (*interior*) pada dasarnya terkait dengan hal merencanakan, menata, dan merancang ruang didalam sebuah bangunan agar menjadi sebuah tatanan fisik untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dalam hal penyediaan sarana bernaung dan berlindung (Wicaksono, Tisnawati, 2014).

### B. Teori Warna Brewster

Suatu bangunan tak lepas hubungannya dengan warna. Elemen warna dapat dihadirkan melalui beragam cara, baik yang didapat dari meterial bangunan maupun warna yang merupakan penambahan unsur lain. Teori warna *brewster* adalah teori yang menyederhanakan warna menjadi 4 kelompok warna yaitu, warna primer, warna sekunder, warna tersier, dan warna netral. Keempat warna ini disusun kedalam lingkaran warna *brewster*.



Gambar 1. Warna brewster

### C. Virtual Reality

*Virtual reality* adalah simulasi komputer yang dihasilkan dari lingkungan 3 dimensi yang tampaknya sangat nyata dengan tujuan untuk menghadirkan kenyataan dalam dunia virtual. Pengguna teknologi *virtual reality* menggunakan alat seperti kacamata untuk melihat adegan *stereoscope* tiga dimensi. Pengguna dapat melilah sekitar dengan menggerakkan kepalanya dan berjalan-jalan dengan menggunakan kontrol tangan atau sensor gerak. (Putra, Kridalukmana, & Martono, 2017). Perangkat *virtual reality* yang digunakan pada penelitian ini, adalah perangkat *virtual reality* berbasis *mobile* (*Mobile based virtual reality headset*). Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan teknologi *virtual reality*. Dari beberapa penelitian tersebut, jarang ditemukan adanya penerapan teknologi *virtual reality* yang dapat melakukan proses berupa gerakan dan pergantian material suatu obyek secara dinamis khususnya pada bidang desain arsitektur. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan teknologi *virtual reality* interaktif untuk perancangan dalam ruang (*interior*) berbasis *mobile*.



Gambar 2. Pengembangan aplikasi 3d viewer mobile berbasis virtual reality untuk mensimulasikan bangunan sejarah



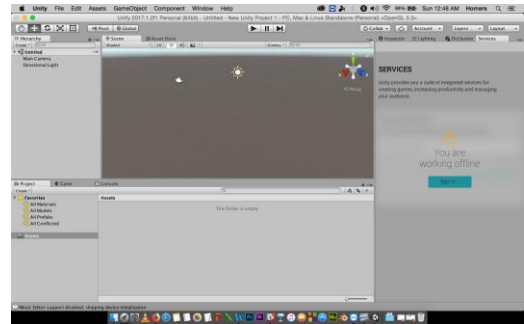
Gambar 3. Pengembangan aplikasi virtual reality berbasis android sebagai alat bantu terapi acrophobia

### D. Oculus Software Development Kit

*Oculus mobile software development kit* (SDK) merupakan perangkat kerja dari *oculus rift* yang menyertakan pustaka, alat bantu, dan sumber daya yang mendukung pengembangan aplikasi dari perangkat *oculus*.

### E. Unity 3D Engine

Unity adalah *game-engine* multi *platform* yang digunakan untuk membuat game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, *smartphone*, maupun game berbasis konsol. Unity dapat mengolah berbagai data seperti, obyek suara, tekstur, hingga obyek 2 dimensi maupun 3 dimensi.



Gambar 4. Tampilan halaman Unity 3D Engine

### F. Pemodelan 3 Dimensi

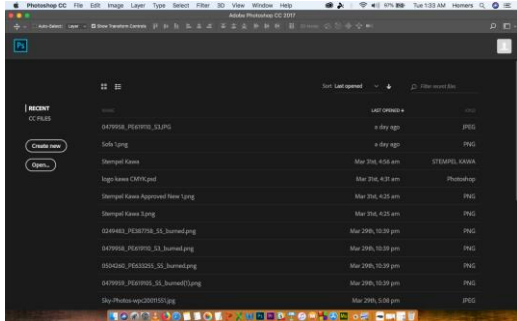
Pemodelan 3 dimensi (*3D modelling*) adalah proses dalam mengilustrasikan bentuk visual dari suatu obyek yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi/ karakteristik 3D mengacu pada tiga dimensi spasial, bahwa 3D menunjukkan suatu titik koordinat *cartesian*  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . (Ardhianto, Hadikurniawati, Winarno, 2015). Komponen penyusun obyek terbagi menjadi 5 bagian, yaitu: *vertex*, *edge*, *face*, *polygon*, dan *element*. Selain itu terdapat beberapa teknik *modelling*, diantaranya:

- 1) *Solid geometry modelling (Primitive modelling)*  
Salah satu teknik dasar pemodelan 3D dengan menggunakan bentuk primitif seperti kubus, bola, silinder dan disatukan hingga membentuk citra visual dari obyek 3D.
- 2) *NURBS Modelling (Curve modelling)*  
Merupakan Singkatan dari *Non-Uniform Rational Bezier Spline*, adalah teknik pemodelan dengan menggunakan kurva. Kurva dapat dibentuk dengan membuat tiga titik awal pada suatu model.
- 3) *Sculp modelling (polygonal modelling)*  
*Sculp modelling* adalah teknik yang menggunakan obyek primitif sebagai bentuk awal dari model tersebut, kemudian dikonversikan menjadi obyek yang diinginkan dengan cara mengubah komponen penyusun obyek seperti *vertex*, *edge*, *face*, dan lain sebagainya

Adapun software yang digunakan untuk memodelkan obyek bangunan dan interior adalah aplikasi *Blender*. *Blender* adalah software *open souce* yang digunakan untuk membuat animasi, efek, visual, dan pemodelan 3 dimensi.

### G. Perangkat Lunak Pengolah Gambar

Perangkat lunak pengolah gambar pada dasarnya berfungsi untuk mendukung hasil visual dari suatu obyek agar menjadi lebih atraktif. Selain berfungsi untuk menciptakan konten visual yang atraktif, perangkat lunak pengolah gambar juga dapat membantu mensimulasikan perancangan visual dari suatu aplikasi yang dikembangkan. Adapun software pengolah gambar yang digunakan pada penelitian ini adalah *Adobe Photoshop CC 2018*.



Gambar 5. Jendela kerja Photoshop CC 2018

### III. METODE PENELITIAN

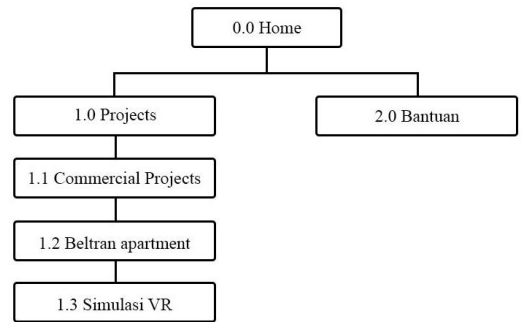
Aplikasi dikembangkan melalui beberapa tahapan pengembangan, yang terdiri dari 5 tahapan yaitu, konsep (concept), perancangan (design), pengumpulan materi (material collecting), pembuatan (assembly), dan pengujian (Testing). Tahapan tersebut dapat saling bertukar posisi sesuai dengan kebutuhan pada penjadwalan, namun lebih baik jika tahapan tersebut dilakukan berdasarkan urutannya.

Tahap pertama yaitu pembuatan konsep (concept). Aplikasi memiliki konsep agar desain interior dapat disimulasikan secara virtual yang dapat berdampak pada waktu pengerjaan hingga biaya. Konsep memiliki skenario pengembangan mulai dari menampilkan profil perusahaan dan beberapa aktifitas perusahaan, khususnya pengembangan properti yang dilakukan oleh Beltran Property Land. Skenario selanjutnya adalah simulasi *virtual reality*, dimana pengguna dapat mensimulasikan bangunan yang sudah dibangun dan terdapat beberapa interior pilihan yang dapat dirubah warna dan bentuknya.

Tahap kedua adalah perancangan (concept), mulai dari hirarki aplikasi hingga fungsionalitas proses didalamnya. Aplikasi ini dirancang pada sistem informasi Android, dengan perangkat *Samsung Gear VR* sebagai media untuk melakukan simulasi *virtual reality*, sementara perangkat *mobile* yang digunakan adalah *Samsung Galaxy S8* yang merupakan salah satu perangkat yang sesuai dengan kebutuhan dari perangkat *virtual reality*. Selanjutnya, tahap perancangan aplikasi dilakukan dengan menggunakan HIPO Diagram (*Hierarchical Input Proses Output*). Perancangan HIPO adalah alat desain dan teknik dokumentasi dalam siklus pengembangan sistem (Jogiyanto, 2005). Dalam menganalisis kebutuhan yang diperlukan aplikasi ini, maka dibuatlah diagram HIPO yang berguna untuk mendokumentasikan perancangan aplikasi.

- *Visual Table of Content*

*Visual table of content* adalah diagram yang terdiri dari satu diagram hirarki atau lebih. *Visual table of content* menggambarkan relasi dari setiap tabel secara fungsional dan terstruktur dari suatu aplikasi. Dalam implementasinya, yang perlu diperhatikan adalah aplikasi yang dikembangkan harus mencakup informasi yang terdapat pada perusahaan. Selain itu kemudahan dalam mengakses fitur dari aplikasi juga menjadi fokus utama dalam tahap pengembangan. Gambar 7 menunjukkan hirarki tabel perancangan aplikasi.



Gambar 6. Visual tabel of content perancangan aplikasi

- *Overview Diagram*

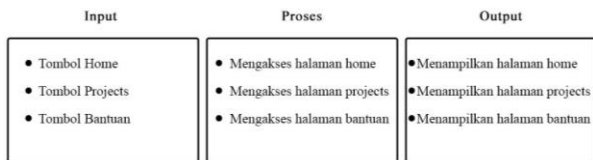
Overview diagram atau yang biasa disebut diagram ringkasan adalah diagram yang menunjukkan secara garis besar hubungan dari input, proses, dan output. Diagram berfungsi untuk membuat relasi dari setiap proses aplikasi secara fungsi, yang dapat membantu untuk mendapatkan alur perancangan berdasarkan urutan skenario.

Input	Proses	Output
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tombol Home</li> <li>• Tombol Projects</li> <li>• Tombol Beltran Apartment</li> <li>• Tombol Tipe Studio</li> <li>• Tombol Bantuan</li> <li>• Memilih Model Obyek</li> <li>• Memilih Warna/tekstur</li> <li>• Swipe Touchpad ke depan</li> <li>• Swipe Touchpad ke belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengarahkan ke halaman halaman home</li> <li>• Mengarahkan ke halaman menu kawasan</li> <li>• Mengarahkan ke halaman Beltran Apartment</li> <li>• Mengaktifkan simulasi VR</li> <li>• Mengarahkan ke halaman bantuan</li> <li>• Mengaktifkan Model Obyek</li> <li>• Mengganti warna/tekstur</li> <li>• Merubah posisi pandangan maju ke depan</li> <li>• Merubah posisi pandangan mundur ke belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tampilan halaman home</li> <li>• Tampilan halaman kawasan</li> <li>• Tampilan halaman Beltran Apartment</li> <li>• Simulasi VR</li> <li>• Tampilan halaman bantuan</li> <li>• Tampilan pilihan warna atau tekstur</li> <li>• Warna/tekstur obyek berubah</li> <li>• Posisi pandangan maju ke depan</li> <li>• Posisi pandangan mundur ke belakang</li> </ul>

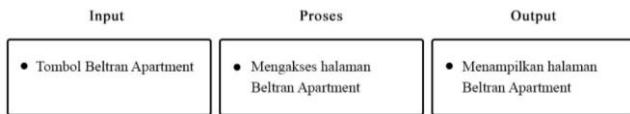
Gambar 7. Overview diagram aplikasi

- *Detail Diagram*

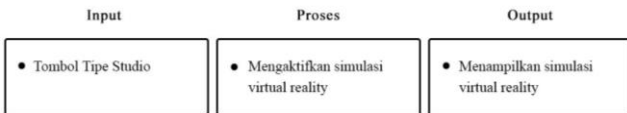
Detail Diagram menjelaskan tentang setiap isi dan proses yang terdapat pada setiap halaman aplikasi secara rinci sesuai dengan fungsional yang telah dirancang.



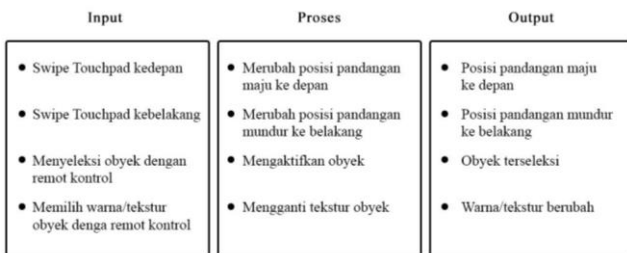
Gambar 8. Detail diagram halaman home



Gambar 9. Detail diagram halaman projects

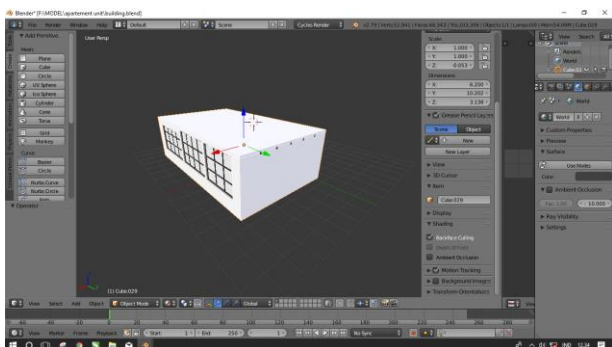


Gambar 10. Detail diagram halaman kawasan



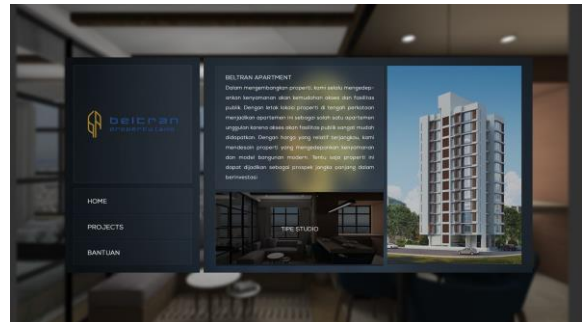
Gambar 11. Detail diagram simulasi virtual reality

Tahap ketiga adalah pengumpulan materi (material collecting). Data yang dibutuhkan berupa data dari model unit bangunan, interior, maupun furniture. Data yang digunakan berupa model 3 dimensi, yang dibuat dengan perangkat lunak *Blender*. Blender merupakan aplikasi yang digunakan untuk membuat animasi, efek visual, dan pemodelan 3 dimensi. Model 3 dimensi bangunan didapatkan dari perusahaan Beltran Property Land, untuk selanjutnya dilakukan proses untuk masukan tekstur dan warna sesuai dengan perancangan arsitektural. Model yang digunakan adalah model yang mensimulasikan ukuran bangunan sebesar 30m<sup>2</sup> atau ukuran tipe studio apartemen.



Gambar 12. Model exterior bangunan

Setelah mendapatkan data dari model 3 dimensi, dibuatlah perancangan antarmuka dari aplikasi. perancangan antarmuka dapat dilakukan pada perangkat lunak pengolah gambar, seperti Adobe Photoshop ataupun perangkat lunak pengolah gambar lainnya. Tujuannya adalah untuk mendapatkan gambaran hasil dari tampilan antarmuka yang telah diisi informasi yang akan digunakan.



Gambar 13. Perancangan tampilan utama

Tahap keempat adalah pembuatan (assembly). Setelah mendapatkan materi pengembangan, maka dilakukan pembuatan aplikasi dengan menggunakan aplikasi *Unity 3D*. Aplikasi ini sangat membantu dalam setiap pengembangan aplikasi maupun game, karena Unity memiliki daya proses yang tinggi, namun tetap bisa digunakan pada perangkat komputer dengan spesifikasi rendah. Dengan daya proses yang dimilikinya, Unity 3D dapat memproses masukan dengan relatif stabil dan tidak berat. Proses implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C# yang telah didukung pada software Unity 3D. Setelah itu data yang telah dikumpulkan, akan dimasukkan ke dalam software Unity 3D untuk agar data yang telah terkumpul dapat di proses sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Terdapat script atau dokumen berupa kode yang bisa digunakan untuk membuat fungsi-fungsi tertentu sesuai kebutuhan agar di integrasikan terhadap obyek yang ditampilkan pada aplikasi *virtual reality*.

Tahap kelima adalah tahap pengujian. Pengujian dilakukan dengan menerapkan metode pengujian *usability* (Bauer,2010). Fungsi dari pengujian ini adalah untuk menentukan seberapa mudah pengguna menggunakan antarmuka suatu aplikasi. Sehingga usability sebagai parameter tentang pengalaman pengguna terhadap suatu produk dan sistem atau servis. Adapun prinsip usability yang digunakan diantaranya *learnability, efficiency, satisfaction* (Nielsen, 2012).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Antarmuka Aplikasi

- Tampilan Halaman utama

Pada tampilan utama terdapat beberapa tombol yang dapat diakses, yaitu: Home, Projects, Bantuan, Beltran Apartment, dan Tipe Studio. Halaman utama mencakup keseluruhan navigasi yang dapat diakses oleh pengguna untuk mendapatkan informasi tentang perusahaan Beltran Property Land.



Gambar 14. Tampilan Halaman Utama

- Simulasi Virtual Reality

Pada simulasi virtual reality terdapat beberapa fitur utama yaitu: ganti warna dan teksur. Fitur ini dapat di gunakan pada obyek-obyek tertentu.



Gambar 15. Tampilan Simulasi Virtual Reality Ganti Warna



Gambar 16. Tampilan Simulasi Virtual Reality Ganti Texture

### B. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode sampling. Pada metode sampling, digunakan rumus slovin untuk mendapatkan angka relevan terhadap responden yang akan menguji aplikasi. Jumlah responden didapatkan dari total populasi pada masa pameran yang dilakukan Beltran Property Land selama 3 hari. Terdapat populasi sebanyak 25 orang pada periode tersebut. Akurasi kebenaran pengujian mendapatkan skor sebesar 90% dengan teknik perhitungan slovin.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Hasil perhitungan dengan rumus slovin, terdapat 20 responden yang akan menguji aplikasi. Setelah jumlah responden

ditentukan, selanjutnya responden mengisi kuisisioner yang telah dibuat sedemikian rupa berdasarkan indikator yang terkandung dalam metode pengujian *usability*. Indikator yang digunakan pada adalah *learnability*, *efficiency*, dan *satisfaction*. Ada beberapa daftar pekerjaan yang harus dilakukan oleh responden sebelum mengisi kuisisioner yang dirangkum dalam daftar skenario tugas.

Tabel 1. Daftar Skenario Tugas

Kode	Tugas
T1	Membuka halaman "Home" aplikasi
T2	Membuka halaman "Bantuan" aplikasi
T3	Membuka halaman "Projects"
T4	Memilih tombol "Beltran Apartment"
T6	Memilih tombol "Tipe Studio"
T7	Menampilkan pilihan warna/tekstur obyek
T8	Mengganti warna/tekstur obyek
T9	Mereset warna/tekstur obyek
T10	Kembali ke halaman utama

Setelah responden melakukan pengujian dengan menjalankan skenario tugas, selanjutnya responden mengisi kuisisioner dengan pertanyaan yang mengandung indikator pengujian *usability*.

Setelah data terkumpul, maka data akan dihitung dengan menggunakan perhitungan skala likert 5 variabel. Pada perhitungan skala likert 5 variabel terdapat tahapan-tahapan perhitungan, yaitu (a) tabel bobot nilai, (b) skor kriterium, (c) Interval rating scale, (d) tabel persentase nilai, dan (e) persentase persetujuan. Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Table 2 Hasil penilaian kuisisioner

No	Statement	Penilaian
<b>Learnability</b>		
1.	Tulisan teks pada aplikasi jelas dan mudah dibaca	88%
2.	Menu-menu yang ada pada aplikasi cukup mudah untuk dipahami	81%
3.	Symbol- simbol yang ada pada aplikasi cukup mudah untuk dipahami	87%
4.	Aplikasi mudah digunakan	82%
<b>Efficiency</b>		
5.	Ganti warna /tekstur obyek dapat dengan mudah dilakukan dengan Virtual Reality	89%
6.	Antarmuka aplikasi tidak membingungkan	79%
<b>Satisfaction</b>		
7.	Saya ingin menggunakan aplikasi ini kembali	87%
8.	Data produk yang disediakan sudah cukup lengkap	76%
9.	Fitur ganti warna/tekstur membantu menentukan keputusan dalam membeli produk	91%

- 1) Pada indikator penilaian *learnability*, dapat disimpulkan bahwa aplikasi mendapatkan skor penilaian dengan rata-rata nilai sebesar **84,5%** yang berarti aplikasi relatif mudah dipelajari.
- 2) Pada indikator penilaian *efficiency*, dapat disimpulkan bahwa aplikasi mendapatkan skor penilaian dengan rata-rata nilai **84%** yang berarti fitur aplikasi relatif tepat guna.
- 3) Pada indikator penilaian *satisfaction*, dapat disimpulkan bahwa aplikasi mendapatkan skor penilaian dengan rata-rata nilai sebesar **84,6%** yang berarti aplikasi relatif membuat responden merasa puas atas pengalaman yang baru.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Pada aplikasi yang telah dikembangkan, terdapat fitur utama yang dapat digunakan untuk mengganti warna/tekstur suatu obyek. Dalam pengujian yang telah dilakukan, terdapat hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa aplikasi *virtual reality* tergolong dalam kategori baik.

### B. Saran

Penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan seperti sulitnya menghindari bias dalam proses pengujian aplikasi, karena pada tujuannya aplikasi ini ditujukan kepada *end-user* secara langsung. Maka dari itu dibutuhkan edukasi lebih yang bersifat komperhensif dan berlanjut sehingga hasil pengujian aplikasi dapat berjalan lancar dan dapat meningkatkan akurasi data. Untuk proses pengembangan hasil yang telah dihasilkan dari penelitian ini, ada beberapa hal yang dapat dipertimbangkan yaitu:

- 1) Dikarenakan teknologi virtual reality yang masih terbilang baru, diperlukan protokol penggunaan aplikasi secara detail, mulai dari penggunaan perangkat

keras, hingga penjelasan tentang fitur-fitur dalam aplikasi.

- 2) Perlu adanya penambahan dalam pemodelan bangunan dan interior yang meliputi tipe bangunan dan jumlah obyek interaktif.
- 3) Perlu adanya pengembangan fitur yang memungkinkan pengguna agar dapat bergerak ke kiri dan kekanan dengan remot kontrol.
- 4) Perlu adanya pengembangan fitur yang dapat menampilkan informasi tentang cara penggunaan aplikasi pada saat simulasi dilakukan, agar pengguna lebih gampang mengerti tentang tata cara penggunaan aplikasi pada saat proses simulasi.

## REFERENCES

- [1] Andie A. Wicaksono, Endah Tisnawati (2014). Teori Interior. [online]. Tersedia pada [https://books.google.co.id/books/about/Teori\\_Interior.html?id=03rQBgAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.id/books/about/Teori_Interior.html?id=03rQBgAAQBAJ&redir_esc=y). [Diunduh 24 April 2018].
- [2] Ardhiyanto, Eka, Wiwien Hadikurniawati, dan Edy Winarno (2012). Augmented Reality Objek 3 Dimensi dengan Perangkat Artoolkit dan Blender. Semarang: Universitas Stikubank.
- [3] Hendro. Trieddiantoro (2015). Kajian Virtual Reality. Yogyakarta: Universitas Gajahmada.
- [4] Martono, Kurniawan Teguh (2011). Augmented Reality sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer: Jurnal Aplikasi Komputer. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5] Nielsen J. (2012). Usability 101: Introduction to usability. Alertbox. [online]. Tersedia pada <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-tousability/>. [Diunduh 24 April 2018]
- [6] Pusat Bahasa Depdiknas (2008). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- [7] Sihite, Bertha, Febriliyan Samopa, dan Nisfu Arul Sani (2013). Pembuatan Aplikasi 3D Viewer Mobile dengan Menggunakan Teknologi Virtual Reality (Studi Kasus: Perobekan Bendera Belanda di Hotel Majapahit). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Noverber..
- [8] U. Asfari, B.Setiawan, A.Sani (2012). Pembuatan Aplikasi Tata Ruang Tiga Dimensi Gedung Serba Guna Menggunakan Teknologi Virtual Reality (Studi Kasus: Graha ITS Surabaya). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Noverber.