

VIRTUAL REALITY MUSEUM SUNAN DRAJAT LAMONGAN BERBASIS RULE-BASED SYSTEM UNTUK PEMBELAJARAN SEJARAH

Ari Kusumaningsih¹, Cucun Very Angkoso², Novian Anggraeny³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

Email: ¹ari.kusumaningsih@trunojoyo.ac.id, ²cucunvery@trunojoyo.ac.id, ³anggraenynovian1327@gmail.com

(Naskah masuk: 23 Mei 2018, diterima untuk diterbitkan: 23 September 2018)

Abstrak

Perkembangan peradaban suatu bangsa dapat dilihat melalui museum yang dimilikinya. Dalam hal upaya untuk mencerdaskan masyarakat, museum diwajibkan selalu kreatif dalam menarik minat pengunjung, sehingga tujuan pendirian museum tetap terlaksana. Antusias masyarakat dalam menjelajahi museum saat ini semakin menurun, sehingga museum perlu melakukan inovasi agar tetap mampu menarik minat masyarakat untuk berkunjung. Pada penelitian ini berhasil dibuat aplikasi *Virtual Reality* (VR) Museum Sunan Drajat berbasis Android dalam memudahkan seseorang untuk belajar sejarah yang mampu membawa pengguna ke dalam dunia maya dengan merasakan sensasi nyata mengunjungi museum, dengan menerapkan metode *Rule-Based System* (RBS) sebagai desain skenario sistem dalam penjelajahan museum. Diharapkan setelah menggunakan aplikasi ini, museum dapat menarik perhatian masyarakat sehingga kembali tertarik untuk mempelajari sejarah bangsanya. Dari hasil pengujian aplikasi diketahui bahwa 95.8% responden sangat setuju bahwa aplikasi ini dapat dijadikan sebagai pembelajaran sejarah. Berdasarkan hasil uji keefektifan aplikasi rata-rata nilai *Report Score* yang diperoleh pada menu *evaluation* yaitu 92% yang berarti aplikasi VR Museum Sunan Drajat sangat efektif digunakan sebagai pembelajaran sejarah.

Kata kunci: *Museum Sunan Drajat, Virtual Reality, Rule-Based System.*

VIRTUAL REALITY MUSEUM SUNAN DRAJAT LAMONGAN BASED ON RULE-BASED SYSTEM FOR HISTORICAL LEARNING

Abstract

Historical journey of the nation's civilization can be seen through their museum. In terms of efforts to educate the public, the museum is always required to be creative in attracting visitors so that the purpose of establishment of the museum is still carried out. The enthusiasm of people in exploring the museum is now declining so that the museum need to innovate in order to remain able to attract the public interest to visit. In this research, the application of Virtual Reality (VR) Museum Sunan Drajat based on Android in facilitating someone to learn history that can bring users into the virtual world by feeling the real sensation of visiting the museum, by applying Rule-Based System(RBS) method as a system scenario design in museum exploration. It is hoped that after using this application, it can attract the public's attention so that it is interested to learn about the history of the nation. From the results of application testing known that 95.8% of respondents strongly agree that this application can be used as a learning history. Based on the results of test effectiveness of the average application score Report Score obtained on the evaluation menu is 92% which means the application VR Museum Sunan Drajat very effectively used as a learning history.

Keywords: *Museum Sunan Drajat, Virtual Reality, Rule-Based System.*

1. PENDAHULUAN

Peradaban suatu bangsa dapat dipelajari melalui sejarah yang melatarbelakanginya. Museum adalah sarana efektif untuk belajar sejarah dan peradaban. Namun, antusiasme masyarakat dalam menjelajahi museum saat ini semakin menurun, sehingga museum perlu melakukan inovasi agar tujuan pendirian

museum sebagai sarana pendidikan sejarah bagi masyarakat tetap terlaksana. Disisi lain, perkembangan teknologi *mobile* Android dan aplikasinya, sangat menarik perhatian masyarakat saat ini. Kebutuhan akan aplikasi Android yang positif dan mendidik semakin meningkat. Melalui teknologi *Virtual Reality* (VR) ini memungkinkan masyarakat mendapatkan pengalaman mengunjungi

pameran benda bersejarah dengan cara berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wojciechowski telah berhasil membangun sebuah aplikasi *virtual* museum berbasis *web-desktop* dengan tambahan fitur *Augmented Reality* (Wojciechowski, Walczak, White & Cellary, 2004). Adapun penerapan teknologi 3-Dimensi (3D) VR untuk pembelajaran sejarah, pernah dilakukan pada aplikasi 3D *viewer mobile* peristiwa sejarah perobekan bendera Belanda di hotel Majapahit (Sihite, Samopa & Sani, 2013). Aplikasi berbasis VR sudah banyak dijumpai, termasuk juga yang diterapkan pada desain museum virtual namun belum ada yang mengangkat obyek museum di Indonesia. Pada penelitian ini berhasil menerapkan aplikasi VR 3D untuk pembelajaran sejarah di Indonesia, melalui aplikasi VR 3D Museum Sunan Drajat berbasis *mobile* Android. Pada penelitian ini menggunakan metode *Rule-Based System* (RBS) dan metode pengembangan aplikasi multimedia interaktif. Desain skenario sistem VR dalam penjelajahan museum menggunakan metode RBS agar terstruktur dengan baik sehingga meminimalisasikan *error/bug* yang terjadi karena semua *rule* telah didefinisikan dengan jelas. Penggabungan metode RBS dan metode desain multimedia interaktif untuk pengembangan aplikasi VR-Museum selama ini belum ditemukan pada artikel ilmiah yang terpublikasi. Di bagian akhir penelitian ini telah dilakukan metode *survey* dan juga perancangan *mini-quiz* berbasis VR untuk mendapatkan jawaban rumusan masalah apakah aplikasi VR-museum ini efektif digunakan untuk pembelajaran sejarah. Aplikasi VR-Museum Sunan Drajat ini akan membawa pengguna merasa masuk ke dalam dunia maya museum dan mengenal berbagai bentuk alat musik tradisional koleksi museum Sunan Drajat beserta suaranya, sehingga pengguna merasakan sensasi nyata mengunjungi museum secara langsung.

1.1. Museum Sunan Drajat

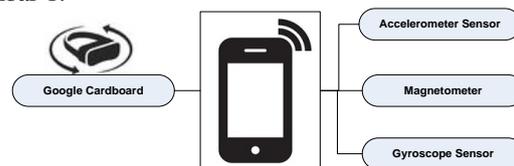
Museum yang digunakan sebagai penelitian yaitu Museum Sunan Drajat yang terletak di Desa Drajat Kecamatan Paciran Lamongan Jawa Timur. Untuk menghormati jasa-jasa Sunan Drajat sebagai seorang Wali penyebar agama Islam di wilayah Lamongan dan untuk melestarikan budaya serta benda-benda bersejarah peninggalannya Sunan Drajat, keluarga dan para sahabatnya. Museum ini didirikan oleh pemerintah kabupaten pada tahun 1991, namun baru baru difungsikan pada 30 Maret 1992. Pada Museum terdapat koleksi batu, koin, fosil, keramik, pusaka, alat musik, fragmen unsur masjid, kain, kulit, perabotan dan bedhug (Anis, 2016).

1.2. Kebutuhan Perangkat Pendukung Pada Virtual Reality

Virtual Reality (VR) atau biasa disebut dengan realitas maya merupakan sebuah teknologi yang

membuat pengguna bisa berinteraksi dengan lingkungan dan disimulasikan oleh komputer. Realitas maya dari suatu lingkungan umumnya disajikan sebagai pengalaman visual, yang ditampilkan pada sebuah layar komputer atau melalui sebuah stereoskopik (Wojciechowski, Walczak, White & Cellary, 2004). Dalam VR diperlukan sebuah alat pendukung untuk merealisasikan Objek 3D yaitu Google *Cardboard* dengan menggunakan *Smartphone* Android. Google *cardboard* merupakan temuan Google yang memungkinkan seseorang mengalami realitas virtual secara sederhana, menyenangkan, dan cara yang terjangkau. Kerja Google *cardboard* didukung dengan hampir semua *smartphone* Android atau iOS.

Pengembangan aplikasi VR ini diterapkan untuk perangkat bergerak (ponsel pintar) dengan sistem operasi android. Adapun syarat minimum yang dibutuhkan pada hardware ponsel pintar tersebut harus tersedia beberapa sensor *native* seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kebutuhan dasar sistem VR pada Android *Smartphone*.

1.2.1. Accelerometer Sensor

Accelerometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek, yakni mengukur percepatan dinamis dan statis. Pengukuran dinamis adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statis adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Contoh penggunaan sensor ini yaitu ketika kita memutar *smartphone* dari portrait ke modus *landscape*. Sensor *Accelerometer* saat ini, umumnya telah tersedia di hampir semua *smartphone* yang ada di pasaran.

1.2.2. Magnetometer

Magnetometer yang dikenal dengan sensor kompas ini digunakan untuk mengetahui arah dari *smartphone* terhadap medan magnet bumi. Fungsi sensor ini bertugas untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat.

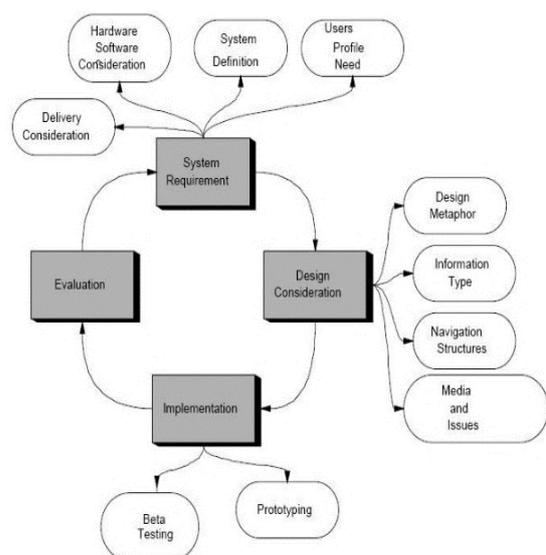
1.2.3. Sensor Gyroscope

Gyroscope atau Gyro berfungsi untuk mengukur atau mempertahankan orientasi dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan di dalamnya yang tetap stabil. Gyro digunakan untuk memeriksa kemiringan atau memutar gerakan dari *smartphone*.

Gyroscope merupakan perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi gerak, yang berlandaskan pada prinsip-prinsip momentum sudut. *Gyroscope* merupakan sensor yang bisa mendeteksi pergeseran 3 sumbu X, Y, Z. Dalam *Smartphone*, *Gyroscope* sering dikombinasikan dengan *Accelerometer* untuk memperkuat *motion-sensing*. Dari kombinasi tersebut didapatkan 6 sumbu pendeteksian yaitu 3 sumbu rotasi (x,y,z) dan 3 sumbu linier (atas-bawah, kanan-kiri, depan-belakang). *Gyroscope* pada *Smartphone* dibenamkan menggunakan MEMS (*Micro-electromechanical system*) dapat mendeteksi gerakan sesuai gravitasi (gerakan pengguna). Hal ini memungkinkan *smartphone* untuk mengukur dan mempertahankan orientasi, arah, gerak, sudut dan rotasi. Pada teknologi VR, Sensor *Gyroscope* digunakan untuk mendeteksi gerakan kepala Player sehingga arah pandangan sesuai dengan apa yang ditampilkan oleh VR.

2. METODE USULAN

Pada penelitian ini menggunakan metode RBS dan metode pengembangan aplikasi multimedia interaktif, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Metode desain sistem aplikasi multimedia interaktif (Dastbaz, 2002) dengan mengimplementasikan metode RBS pada bagian *system-definition* yaitu pada sub-bagian dari *System Requirement* (Arif, 2011), (Nastiti, 2016). Dengan pengaplikasian metode RBS dan metode pengembangan aplikasi multimedia interaktif telah didapatkan hasil sebuah aplikasi VR-Museum Sunan Drajad. Lebih lanjut, dengan efektifitas metode yang telah dipilih dalam proses pembelajaran sejarah akan ditunjukkan pada bagian akhir penelitian ini.



Gambar 2. Diagram desain pengembangan multimedia interaktif. (Dastbaz, 2002)

2.1 Kebutuhan Sistem (System Requirement)

Pada tahap ini suatu definisi umum dari IMS (*Interactive Multimedia System*) dan lingkungannya ditentukan. Tahap ini berfungsi untuk:

1. *User profile needed*. Menentukan sasaran pengguna. Pengguna aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini adalah pelajar dan masyarakat umum.
2. *System definition*. Menentukan tujuan sebuah sistem multimedia akan dibuat. Aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini bertujuan mengenalkan pengalaman baru kepada pengguna, berupa penjelajahan museum menggunakan VR serta sebagai alternatif media pembelajaran sejarah.
3. *Hardware & Software consideration*. Pertimbangan perangkat keras dan lunak. Aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini membutuhkan perangkat berupa google *cardboard* dan *smartphone* android yang memiliki sensor *Accelerometer*, *magnetometer* dan *gyroscope*.
4. *Delivery consideration*. Pertimbangan pengiriman (data). Aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini merupakan aplikasi *offline* atau tidak membutuhkan koneksi jaringan data, ketika sedang digunakan.

2.2 Pertimbangan Desain (Design Consideration)

Pada tahap ini, terdapat 4 hal yang menjadi perhatian, yakni:

1. *Design Metaphore*. Metafora desain aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini mengacu pada penelitian sebelumnya, pada museum Cakraningrat Bangkalan.
2. *Information Type*. Tipe informasi yang digunakan pada aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini berupa data text, suara dan Gambar 3D.
3. *Navigation Structure*. Struktur navigasi aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini menggunakan button yang tersedia pada google *cardboard*.
4. *Media and issues*. Aplikasi multimedia VR museum Sunan Drajat Lamongan ini berukuran 75 MB, dijalankan secara *offline* dan tidak terhubung ke media sosial.

Adapun tahap implementasi dan evaluasi akan disampaikan pada bagian selanjutnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rule-Based System (Sistem Berbasis Aturan)

RBS merupakan suatu sistem pakar dengan menggunakan beberapa aturan dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Metode RBS ini dimulai dengan dasar aturan dari permasalahan yang ada kemudian dalam menghadapi masalah yang ada dengan dikodekan ke dalam aturan IF-THEN. Sistem

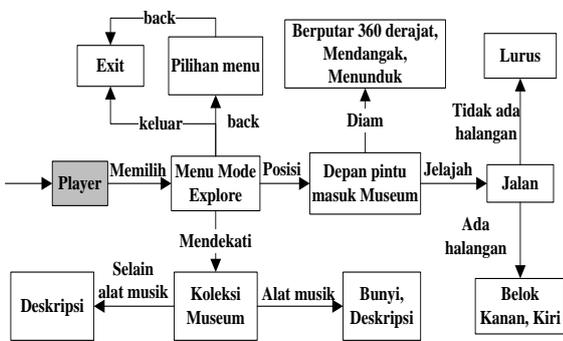
memeriksa semua aturan kondisi IF yang menentukan subset permasalahan yang ada, jika ditemukan maka sistem melakukan kondisi THEN (F. Hayes-Roth, 1985). Looping akan terus berlanjut jika kondisi belum bertemu, jika salah satu/dua kondisi bertemu looping berhenti. Jika aturan tidak ditemukan maka sistem harus terminate (keluar dari looping).

Pada RBS, aturan-aturan untuk menyelesaikan masalah memiliki dua pendekatan yaitu *Forward Chaining* (runut maju) disebut juga *data driven* dan *Backward Chaining* (runut balik) disebut juga *goal driven* (Arif, 2011), (Nastiti, 2016). Pada penelitian ini menggunakan metode RBS dengan pendekatan *Forward Chaining* (runut maju) disebut juga *data driven* sebagai desain skenario sistem VR dalam penjelajahan Museum.

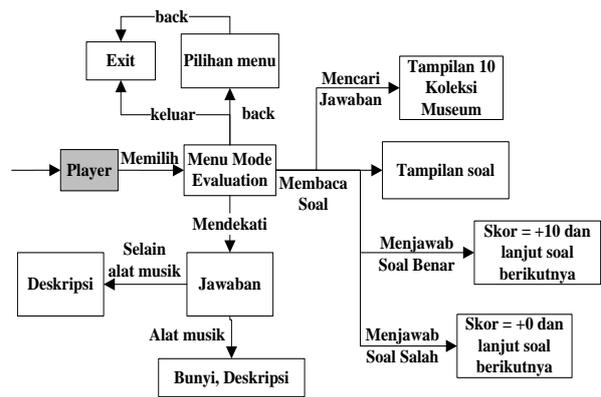
3.2. Penerapan Metode Rule-Based System

Desain skenario sistem VR dalam penjelajahan Museum ini menggunakan metode RBS. Dalam proses penjelajahan museum Sunan Drajat menggunakan 2 mode yaitu mode mode *Explore* dan mode *Evaluation*. Diagram rule kedua mode tersebut tampak pada Gambar 3 dan 4.

Pada mode *explore* langsung keluar tampilan gedung Museum Sunan Drajat. Kamera akan berjalan secara otomatis sehingga seolah-olah berjalan dan melakukan penjelajahan Museum. Interaksi aktor menggunakan *capacitive-button (toggle)* pada *Google Cardboard* untuk melangkah maju dan berhenti. Saat berjalan dan di depan tidak ada halangan maka aktor berjalan lurus. Saat ada halangan, langsung belok kanan atau kiri dalam kondisi diam juga dapat berputar 360°, mendangak dan menunduk. Ketika koleksi Museum berupa alat musik tersentuh akan tampil deskripsi dan terdengar bunyi musik, selain alat musik maka tampil deskripsi. Cara keluar dari Mode ini yaitu dengan tombol *home* yang langsung diarahkan ke pilihan menu, untuk keluar dari aplikasi dengan tombol *exit* yang ada pada pilihan menu.



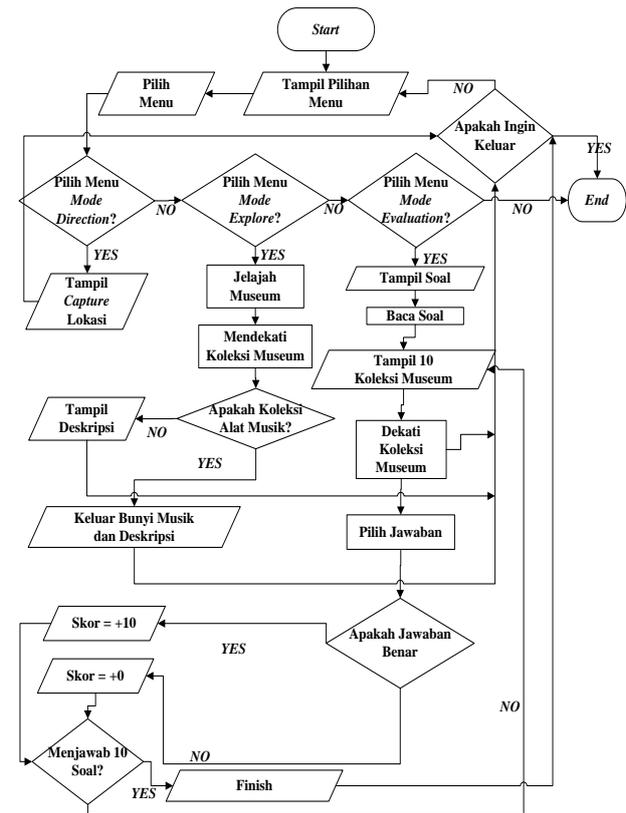
Gambar 3. Diagram rule pada Mode Explore



Gambar 4. Diagram rule Mode Evaluation

Selanjutnya pada Gambar 5 menjelaskan tentang alur VR Museum Sunan Drajat berjalan. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. Tampilan awal aplikasi berupa petunjuk untuk memilih *home* yang mengarah ke tampilan menu, menu-menu yang tersedia diantaranya yaitu *direction*, *explore*, dan *evaluation*.



Gambar 5. Flowchart Virtual Reality

2. Pada menu *direction map* langsung keluar tampilan capture lokasi Museum Sunan Drajat. Selesai menampilkan semua capture map, cara keluar dari Mode ini yaitu dengan tombol *home* yang langsung diarahkan ke pilihan menu, untuk

- keluar dari aplikasi dengan tombol *exit* pada pilihan menu.
3. Pada menu *explore* langsung keluar tampilan gedung Museum Sunan Drajat. Kamera akan berjalan secara otomatis sehingga seolah-olah berjalan untuk jelajah Museum. Ketika koleksi museum berupa alat musik tersentuh maka akan tampil deskripsi dan terdengar bunyi musik, selain alat musik maka tampil deskripsi. Cara keluar dari Mode ini yaitu dengan tombol *home* yang langsung diarahkan ke pilihan menu, untuk keluar dari aplikasi dengan tombol *exit* pada pilihan menu.
 4. Pada menu *evaluation* langsung keluar tampilan soal pada depan pintu masuk gedung museum dan terdapat 10 koleksi museum di dalam gedung, soal berupa pertanyaan tentang nama-nama koleksi museum. Menjawab soal dengan benar skor = +10 dan jika salah skor = +0 dan lanjut soal berikutnya. Sepuluh soal sudah terjawab tampil total skor akhir dan langsung diarahkan ke pilihan menu, untuk keluar dari aplikasi dengan tombol *exit* ada pada pilihan menu.

3.3. Implementasi Pembuatan Objek 3D Museum Sunan Drajat

Dalam membangun obyek 3D pada Skripsi ini menggunakan perangkat lunak Blender 2.78. Adapun tahapan dalam pembuatan obyek 3D yaitu:

- a) Pengukuran. Pada tahap ini dilakukan pengukuran dimensi terhadap obyek-obyek yang akan dibuat model 3Dnya. Pengukuran dilakukan agar model 3D yang dibuat terlihat lebih realistis dengan menjaga bentuk proposionalnya.
- b) Pemodelan 3D. Pada tahap ini dilakukan pembuatan model obyek 3D yang ada di di dalam dan di sekitar Museum Sunan Drajat seperti gedung, pintu, jendela, koleksi museum, dan obyek 3D yang lainnya menggunakan perangkat lunak Blender.

Pada pengolah 3D Blender yang pertama kali dilakukan adalah membuat model gedung Museum Sunan Drajat sesuai dengan bentuk aslinya dan disesuaikan dengan dimensi berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan agar model 3D yang dibuat terlihat lebih realistis dengan menjaga bentuk proposionalnya. Seperti pada Gambar 6.

Selanjutnya yaitu membuat konten-konten 3D yang terdapat dalam lingkungan gedung Museum yaitu koleksi Museum, lemari, meja, dan Obyek 3D yang lainnya. Agar dapat menghasilkan bentuk yang proporsional dibutuhkan proses pengukuran panjang, lebar dan tinggi terhadap masing-masing obyek. Seperti pada Gambar 7.



Gambar 6. Proses pemodelan obyek 3D gedung Museum Sunan



Gambar 7. Pemodelan konten-konten 3D

3.4. Implementasi Desain Gedung Museum

Setelah selesai mengimport semua aset, menata obyek-obyek 3D kedalam scene window sehingga menyerupai susunan obyek dalam Museum Sunan Drajat seperti pada Gambar 8.



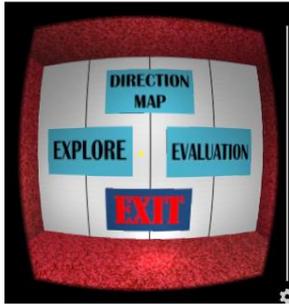
Gambar 8. Kondisi nyata vs obyek 3D lingkungan museum Sunan Drajat

3.5. Implementasi Interface Aplikasi

Tampilan main menu dapat dilihat pada Gambar 9. pada main menu terdapat 3 menu utama, yaitu menu *direction map*, *explore*, *evaluation*, *exit*.

a. Menu *Exit*

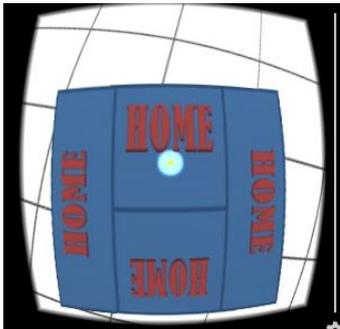
Menu *exit* digunakan jika akan keluar dari aplikasi VR Museum.



Gambar 9. Tampilan main menu

b. Tombol Home

Tombol *home* dapat digunakan ketika *player* ingin kembali ke menu utama. Seperti pada Gambar 10 dan 11.



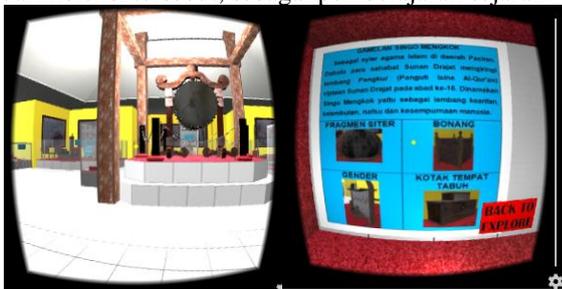
Gambar 10. Tombol *home* saat *player* menunduk



Gambar 11. Tampilan tombol *home* pada *scene map*

3.6 Tampilan Virtual Reality Museum

Pada menu *explore* tampilan VR Museum, seperti pada Gambar 12. Pada *scene* Museum ini *player* dapat bebas melakukan eksplorasi dan melihat-lihat koleksi Museum serta melihat deskripsi dari koleksi tersebut, sebagai pembelajaran sejarah.



Gambar 12. Tampilan dalam gedung dan deskripsi

c. Scene Evaluation

Menu *evaluation* ini dibuat dengan tujuan sebagai evaluasi pemahaman *player*. Dengan *range* nilai 10-100, pada menu *evaluation* ini disediakan 10

pertanyaan berkaitan dengan koleksi Museum, masing-masing soal bernilai 10 jika jawaban benar, jika salah bernilai 0. Setelah 10 koleksi museum sudah dijawab maka akan tampil tulisan “FINISH!” dan langsung kembali ke menu *home* akan tetapi jika ingin kembali ke menu utama sebelum selesai, pada saat berdiri atau berjalan bisa dengan menunduk untuk menemukan menu *home*, tersebut.

Gambar 13, menunjukkan bahwa *GazePointer* untuk menjawab nama dari koleksi museum.



Gambar 13. Tampilan *scene* jawaban



Gambar 14. Tampilan jika jawaban yang dipilih saat benar atau salah

Gambar 14. menunjukkan saat *player* menjawab dengan jawaban yang benar atau jika jawaban salah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibuat sudah sesuai pada tahap perencanaannya. Dari ujicoba didapatkan solusi untuk mempercepat durasi *loading* aplikasi, yaitu dengan mengurangi jumlah *vertices* pada setiap obyek 3D dengan tetap tidak mengurangi kemiripan terhadap bentuk aslinya. Setelah dilakukan proses pengurangan *vertex* terhadap obyek 3D maka waktu yang diperlukan untuk proses *loading* sudah berkurang meskipun masih perlu ditingkatkan lagi.

Penggunaan metode RBS untuk memastikan tidak ada *rule* yang tidak/belum didefinisikan. Tujuan dari penggunaan metode ini yaitu untuk memastikan tidak terjadi *error/bug* yang belum di handle pada skenario yang direncanakan. Sehingga pengujian keberhasilan metode dilakukan dengan melakukan uji

fungsionalitas semua fitur dan pengaplikasiannya pada 6 perangkat perangkat android yang berbeda.

Tabel 1 Uji fungsionalitas Fitur pada aplikasi *Virtual Reality Museum Sunan Drajat*

Fitur	Prosedur Pengujian	Hasil Pengujian
Navigasi Arah (Jalan)	Menjalankan Aplikasi VR Museum	Berfungsi dengan baik, ketika <i>button</i> ditekan maka <i>player</i> berjalan dan pergerakan <i>player</i> terhenti jika ditekan lagi.
Suara "Klik"	<i>Player</i> menekan salah satu tombol menu yang ada di main menu screen	Berfungsi dengan baik, terdengar suara "klik" pada saat <i>player</i> menekan tombol menu yang ada di main menu.
Suara <i>Backsound</i>	Menjalankan Aplikasi VR .	Berfungsi dengan baik, terdengar suara <i>backsound</i> saat <i>player</i> berada di main menu hingga aplikasi dikeluarkan (<i>exit</i>).
Deteksi Tumbukan (<i>Collision</i>)	<i>Player</i> menyentuh salah satu obyek, dan tidak dapat menembus obyek.	Berfungsi dengan baik, terjadi tumbukan pada saat <i>player</i> bersentuhan dengan obyek sehingga <i>player</i> tidak dapat menembus obyek yang disentuhnya.
<i>Direrction Map</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>direrction Map</i> yang ada di main menu.	Berfungsi dengan baik, dapat menampilkan <i>capture direction map</i> Museum Sunan Drajat.
<i>Next</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>next</i> pada scene	Berfungsi dengan baik, dapat menampilkan

Fitur	Prosedur Pengujian	Hasil Pengujian
	<i>Direction map.</i>	<i>capture map</i> selanjutnya.
<i>Explore</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>explore</i> pada main menu.	Berfungsi dengan baik, dapat menampilkan suasana ruangan Museum beserta koleksi-koleksi Museum.
<i>Lihat deskripsi</i> (klik disini)	<i>Player</i> menekan tombol <i>Lihat deskripsi</i> (klik disini) pada scene Museum .	Berfungsi dengan baik, dapat menampilkan deskripsi dari benda-benda koleksi museum.
<i>Back to Explore</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>back to explore</i> pada deskripsi screen.	Berfungsi dengan baik, <i>player</i> dapat kembali ke scene Museum untuk eksplorasi kembali di dalam Museum.
<i>Evaluation</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>evaluation</i> pada main menu	Berfungsi dengan baik, dapat menampilkan scene <i>evaluation</i> . Menampilkan soal, jawaban, dan skor.
<i>Home</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>home</i> . Tombol <i>home</i> dapat ditemukan ketika kepala <i>player</i> menunduk	Berfungsi dengan baik, <i>player</i> dapat kembali ke main menu.
<i>Exit</i>	<i>Player</i> menekan tombol <i>exit</i> pada main menu.	Berfungsi dengan baik, dapat langsung keluar dari aplikasi.

Hasil dari uji fungsionalitas fitur pada aplikasi VR Museum Sunan Drajat tampak pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dari data tersebut menunjukkan bahwa semua fitur pada aplikasi ini dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 2 Uji coba aplikasi *Virtual Reality* Museum Sunan Drajat pada perangkat

Perangkat	Spesifikasi	Uji Coba	Hasil
Asus Zenfone Selfie ZD551KL	CPU Octa-core 4x1.7 GHz Cortex-A53 & 4x1.0 GHz Cortex-A53 Layar 1080 x 1920 piksel (5.5 inch) RAM 2 GB Internal 16 GB		Baik
Xiaomi Redmi Note 2	CPU Octa-core 2.0 GHz Layar 1920 x 1080 piksel (5.5 inch) RAM 2 GB Internal 16 GB		Baik
Xiaomi Redmi Note 3	CPU Hexa-core 1.4 GHz Layar 1080 x 1920 piksel (5.5 inch) RAM 2 GB Internal 16 GB		Baik
Xiaomi Redmi 4X	CPU Octa-core 1.4 GHz Cortex-A53 Layar 1280 x 720 piksel (5.0 inch) RAM 2 GB Internal 16 GB		Baik
Xiaomi Redmi 3	CPU Octa-core 4x1.5		Baik

Perangkat	Spesifikasi	Uji Coba	Hasil
	GHz Cortex-A53 & 4x1.2 GHz Cortex-A53 Layar 1280 x 720 piksel (5 inch) RAM 3 GB Internal 16 GB		
Xiaomi Redmi 3S	CPU Octa-core 1.4 GHz Layar 1280 x 720 piksel (5 inch) RAM 3 GB Internal 32 GB		Baik

4.2. Pengujian Kualitas Aplikasi Menggunakan Metode Heuristic Evaluation

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap nilai *usability* dan fungsionalitas (Kusumaningsih, 2017). Pengujian dilakukan dengan cara menyebarkan kuisioner kepada para Evaluator. Pada penelitian ini yang akan dijadikan sebagai evaluator adalah yang bisa menggunakan *Smartphone* Android. Evaluator berjumlah 100 orang dengan usia di atas 18 tahun yang sudah pernah berkunjung dan yang belum pernah berkunjung ke museum. Untuk pengujiannya para evaluator menggunakan *cardboard* yang telah dipasang perangkat *Mobile* Android, kemudian evaluator akan menjalankan aplikasi dan menganalisa performa dari aplikasi VR Museum Sunan Drajat dengan mengisi kuisioner yang telah disediakan. Pengukuran rating performa terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran rating performa aplikasi *Virtual Reality* Museum Sunan Drajat

NO	DAFTAR PERTANYAAN	NO	DAFTAR PERTANYAAN
<i>Usability Test</i>		Kesesuaian Obyek 3D dengan Obyek Real	
1.	Apakah aplikasi ini dapat digunakan dengan mudah.	1.	Desain 3D gedung museum.
2.	Apakah informasi yang diberikan pada aplikasi ini mudah dipahami.	2.	Tata letak obyek 3D yang ada di dalam gedung museum.

NO	DAFTAR PERTANYAAN	NO	DAFTAR PERTANYAAN
3.	Apakah tombol-tombol pada aplikasi ini sangat jelas.	3.	Warna pada obyek 3D gedung museum
4.	Apakah posisi tombol pada aplikasi ini konsisten dan tidak membingungkan.	4.	Warna pada obyek 3D koleksi museum
5.	Apakah mudah dalam menemukan tombol <i>home</i> .	5.	Desain 3D bedhug yang ada di tengah gedung museum.
6.	Apakah aplikasi ini dapat dijadikan sebagai pembelajaran sejarah.	6.	Desain 3D koleksi museum fragmen masjid Sendang Duwur.
7.	Apakah aplikasi ini nyaman dilihat saat dipasang pada <i>cardboard</i> .	7.	Desain 3D koleksi museum keramik.
Fungsionalitas Test		8.	Desain 3D koleksi museum alat musik
8.	Apakah semua tombol sudah sesuai dengan fungsinya.	9.	Desain 3D koleksi museum tombak, batik drajat, genta gantung, dan jadhug.
9.	Apakah aplikasi berjalan dengan baik tanpa <i>bug</i> .	10.	Desain 3D koleksi museum batu, fosil, gerabah, koin.
10.	Apakah tidak mengalami <i>lag</i> saat aplikasi berjalan.	11.	Desain 3D koleksi museum naskah lontar.
11.	Apakah hasil skor pada menu <i>evaluation</i> sudah sesuai.	12.	Desain 3D koleksi museum kitab.
12.	Apakah <i>loading</i> pada aplikasi ini cukup cepat.	13.	Desain 3D koleksi museum pusaka

Pengukuran menggunakan skala Likert (5 tingkat), yaitu: Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Cukup (C), Setuju (S), dan Sangat Setuju (SS). Untuk menghitung hasil dari tiap panel yang dipilih Evaluator, menggunakan formula $T \times P_n$, dengan,

T = Jumlah tiap panel yang dipilih Evaluator
 P_n = Skala Likert untuk tiap kolom (SS = 5, S = 4, C = 3, TS = 2, STS = 1)

Setelah panel yang dipilih untuk masing-masing pertanyaan dijumlah dan dihitung totalnya, maka didapatkan presentase masing-masing pertanyaan dengan perhitungan sebagai berikut:

Y = (skor tertinggi Likert) \times (Jumlah Evaluator)
 $= 5 \times 100$
 $= 500$

Interval = $100/5$ skala Likert = 20

Untuk mendapatkan persentase hasil= [(Total tiap pertanyaan / Y) \times 100].

Hasil tersebut kemudian diberikan predikat sesuai dengan skala Likert. Rincian hasil tiap pertanyaan sesuai pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil evaluasi berdasarkan *usability*, fungsionalitas dan kesesuaian desain

N o.	JAWABAN					N o.	JAWABAN				
	SS	S	C	T S	S T S		SS	S	C	T S	S T S
	5	4	3	2	1		5	4	3	2	1
	Usability Test						Kesesuaian Obyek 3D dengan Obyek Real				
1.	48	44	7	1	0	1.	100	0	0	0	0
2.	44	49	6	1	0	2.	100	0	0	0	0
3.	53	40	7	0	0	3.	40	60	0	0	0
4.	15	67	16	2	0	4.	100	0	0	0	0
5.	49	43	7	1	0	5.	100	0	0	0	0
6.	57	36	6	1	0	6.	100	0	0	0	0
7.	46	46	7	1	0	7.	100	0	0	0	0
	Fungsionalitas Test					8.	100	0	0	0	0
8.	66	29	5	0	0	9.	100	0	0	0	0
9.	51	37	10	2	0	10.	100	0	0	0	0
10.	56	28	7	9	0	11.	100	0	0	0	0
11.	52	36	12	0	0	12.	100	0	0	0	0
12.	12	54	31	3	0	13.	100	0	0	0	0

Pengujian menggunakan kuisioner menunjukkan hasil persentase kepuasan pengguna berdasarkan *usability* test, fungsionalitas test dan penilaian kesesuaian obyek 3D dengan obyek real menunjukkan nilai rata-rata yang sangat memuaskan yaitu 89,14%, 91%, dan 99%. Hal ini menunjukkan secara umum responden sangat setuju bahwa kualitas aplikasi museum Sunan Drajat ini sangat baik.

4.3 Evaluasi Keefektifan Aplikasi sebagai Pembelajaran Sejarah

Pada penelitian ini yang dijadikan sebagai subyek evaluator adalah individu yang sudah familiar dengan *smartphone* Android. Evaluator berjumlah 10 orang dengan usia di atas 18 tahun yang belum pernah berkunjung dan yang belum pernah berkunjung ke museum.

Pada proses pengujian, para evaluator menggunakan *cardboard* yang telah dipasang perangkat *mobile* Android, kemudian evaluator menjalankan aplikasi dan menjelajah museum. Pada menu *explore*, evaluator tidak hanya sekedar menjelajah namun juga diharuskan mengingat nama dari masing-masing koleksi museum. Kemudian evaluator akan menjalankan menu *evaluation* untuk menyelesaikan 10 soal yang telah tersedia, skor yang diperoleh evaluator digunakan sebagai ukuran dari penilaian keefektifan aplikasi sebagai pembelajaran

sejarah. Hasil evaluasi keefektifan aplikasi ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil evaluasi skala Likert

Pengujian	No.	Usability Test	Fungsionalitas Test	Visualisasi, Kesesuaian Obyek 3D dengan Obyek Real
		1	82,8%	-
Tingkat Kepuasan	2	87,2%	-	100%
	3	89,2%	-	92%
	4	93,60%	-	100%
	5	88%	-	100%
	6	95,80%	-	100%
	7	87,4%	-	100%
	8	-	99%	100%
	9	-	95,8%	100%
	10	-	86,2%	100%
	11	-	99,40%	100%
	12	-	75%	100%
	13	-	-	100%

Dengan menggunakan skala Interval = 100/5 maka skala Likert yang didapat adalah = 20.

Sehingga dapat disimpulkan dari hasil uji keefektifan aplikasi VR Museum Sunan Drajat sebagai pembelajaran sejarah memperoleh nilai persentase dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase hasil} &= \left[\frac{\text{Total}}{Y} \times 100 \right] \\ &= \left[\frac{92}{100} \times 100 \right] \\ &= 92\% \sim \text{Sangat Setuju (SS)} \end{aligned}$$

Yang berarti responden sangat setuju (SS) bahwa aplikasi ini efektif digunakan sebagai pembelajaran sejarah.

Tabel 6. Pengujian keefektifan aplikasi sebagai media pembelajaran sejarah

Evaluator	Jenis kelamin	Skor yang diperoleh
Player 1	L	90
Player 2	L	100
Player 3	L	90
Player 4	L	90
Player 5	L	90
Player 6	P	100
Player 7	P	90
Player 8	P	90
Player 9	P	100
Player 10	P	80
Rata-rata		92

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian aplikasi dengan menggunakan metode Heuristic Evaluation

didapatkan nilai rata-rata keseluruhan yaitu 93% yang berarti responden sangat setuju bahwa kualitas aplikasi VR Museum Sunan Drajat sangat baik.

2. Aplikasi VR Museum Sunan Drajat sangat efektif dalam pembelajaran sejarah. Berdasarkan dari nilai evaluasi media pembelajaran didapatkan nilai 92% sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi sangat layak dijadikan media pembelajaran sejarah
3. Dari hasil pengujian pada 6 perangkat Android dan analisa menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan baik, spesifikasi minimal dari *smartphone* yang digunakan yaitu CPU Hexa-core 1.4 GHz, Layar 1080 x 1920 piksel (5.5 inch), RAM 2 GB, Internal 16 GB.

DAFTAR PUSTAKA

- ANIS, I., 2016. An Overview of Museum Sunan Drajat Story, Desa Drajat, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, Indonesia.
- ARIF, S.N., 2011. Implementasi *Rule*-Based Expert Systems dalam Mendeteksi Kerusakan Sistem Jaringan Komputer dengan Metode Backward Chaining, STMIK Triguna Dharma, Medan.
- DASTBAZ, M., 2002. Designing Interactive Multimedia Systems, McGraw-Hill, London.
- F. HAYES-ROTH, 1985, "Rule-based Systems," *Commun. ACM*, vol. 28, no. 9, pp. 921–932.
- KUSUMANINGSIH, A., 2017. User Experience Measurement On Virtual Dressing Room of Madura Batik Clothes, dalam International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology, Malang.
- NASTITI, F.E., 2016. Perangkat Lunak Bantu Paleontologi Penentuan Usia Fosil Purba Menggunakan Pendekatan *Rule Based Architecture*, dalam Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, Vol 3, No 3, pp. 156-162.
- SIHITE, B., SAMOPA, F., dan SANI, A.S., 2013, Pembuatan Aplikasi 3D Viewer *Mobile* dengan Menggunakan Teknologi *Virtual Reality* (Studi Kasus: Perobekan Bendera Belanda di Hotel Majapahit) dalam Jurnal Teknik POMITS, Vol 2, No. 2, pp. 397-400.
- WOJCIECHOWSKI, R., WALCZAK, K., WHITE, M. dan CELLARY, W., 2004. Building Virtual and Augmented Reality museum Exhibitions, Proceedings Of The Ninth International Conference On 3D Web Technology, pp 135-144. California.