Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK) DOI: 10.25126/jtiik.938271
Vol. 11 No. 3, Juni 2024, hlm. 497-506 p-ISSN: 2355-7699
Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI, No. 36/E/KPT/2019 e-ISSN: 2528-6579

TEKNOLOGI REALITAS VIRTUAL PADA PERANGKAT BERGERAK UNTUK MEDIA PENGENALAN LINGKUNGAN HAJI

Usaid Syawahidul Chaq[1], Febriliyan Samopa[*2]

[1,2]Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
Email: [1]6026221008@student.its.ac.id, [2]iyan@is.its.ac.id
[*]Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 04 April 2024, diterima untuk diterbitkan: 12 Juni 2024)

Abstrak

Kurangnya pengetahuan tata letak objek di lokasi haji seperti posisi tangga, pintu, dan lampu hijau sa'i serta pedoman haji mengharuskan calon jamaah haji untuk lebih giat dalam belajar dan berlatih manasik haji. Hal tersebut harus dipersiapkan dengan sungguh-sungguh agar pelaksanaan ibadah haji dapat berjalan dengan lancar sesuai ketentuan dan tidak menjadi haji yang sia-sia. Namun, untuk mempelajari dan berlatih praktik manasik haji langsung secara berulang-ulang tentunya memerlukan biaya dan tenaga lebih. Realitas virtual merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan virtual sehingga merasakan sensasi seperti di dunia nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pengenalan lingkungan haji dengan memanfaatkan teknologi realitas virtual. Penelitian ini menggunakan teknologi realitas virtual pada perangkat mobile untuk memudahkan calon jamaah haji mengeksplorasi lingkungan haji dimana saja jika dibandingkan dengan media cetak atau video. Diharapkan dengan media yang dikembangkan di penelitian ini dapat meningkatkan pengalaman dan pengetahuan calon jamaah haji mengenai lokasi dan informasi yang ada pada setiap lokasi pelaksanaan jamaah haji. Penelitian ini menggunakan metode *Design Science Research (DSR)* yang bertujuan untuk mengembangkan sebuah produk dan mengevaluasi apakah produk sudah sesuai dengan tujuannya. Hasil evaluasi *User Acceptance Test* (UAT) menunjukkan bahwa pengujian fungsionalitas aplikasi menunjukkan 100% valid dan rata-rata pengujian non-fungsionalitas mencapai nilai 80,17% dengan kategori "Sangat baik".

Kata kunci: *haji, realitas virtual, perangkat mobile, DSR, UAT*

VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY ON MOBILE DEVICES FOR HAJJ ENVIRONMENT RECOGNITION MEDIA

Abstract

The lack of knowledge of the layout of objects in the location of the Hajj such as the position of stairs, doors, and sa'i green lights and Hajj guidelines requires prospective pilgrims to be more active in learning and practicing Hajj rituals. This must be prepared seriously so that the implementation of the Hajj pilgrimage can run smoothly according to the rules and not become a wasted Hajj. However, to learn and practice Hajj rituals directly on a regular basis certainly requires extra money and energy. Virtual reality is a technology that allows users to interact with virtual environments so that they feel sensations like in the real world. This research aims to develop a media recognition to the Hajj environment by utilizing virtual reality technology. This research uses virtual reality technology on mobile devices to make it easier for prospective pilgrims to explore the Hajj environment anywhere when compared to book or video media. It is expected that the media developed in this study can improve the experience and knowledge of prospective pilgrims regarding the location and information available at each location of the Hajj. This research uses the Design Science Research (DSR) method which aims to develop a product and evaluate whether the product is in accordance with its purpose. The results of the User Acceptance Test (UAT) show that the application functionality test is 100% valid and the average non-functionality test reaches a value of 80.17% in the category "Very good".

Keywords: *hajj, virtual reality, mobile device, DSR, UAT*

1. PENDAHULUAN

Ibadah haji adalah rukun Islam yang kelima. Bagi umat Islam yang memiliki kemampuan secara mental, materi, dan keilmuan, ibadah haji wajib dilakukan seumur hidup sekali. Haji merupakan bentuk ritual ibadah tahunan yang dikhususkan

waktunya, yaitu pada bulan Dzulhijjah. Puncak pelaksanaan haji terjadi pada tanggal 9 Dzulhijjah di Arafah. Tempat pelaksanaan ibadah haji juga sudah ditentukan di dalam daerah negara Arab Saudi, yaitu di Miqat, Arafah, Muzdalifah, Mina, dan Masjidil Haram (Ansori, Kasanah & Sidik, 2019; Ditjen Penyelenggaraan Haji dan Umrah, 2020).

Di Indonesia, setelah terdaftar didaftar tunggu calon jamaah haji akan mengikuti pembinaan manasik haji yang diselenggarakan oleh pemerintah maupun dari Kelompok Bimbingan Ibadah Haji dan Umrah (KBIHU). Walaupun sudah dilakukan pelatihan di daerah masing-masing, calon jamaah haji masih merasa minim pengetahuan manasik haji (Hakim et al., 2021). Beberapa faktor penyebabnya adalah kurangnya intensitas pelatihan, calon jamaah haji tidak memiliki waktu maksimal dalam mengikuti bimbingan, dan banyak calon jamaah haji yang tidak memiliki gambaran mengenai lingkungan di lokasi ibadah haji (Syarif, Man & Sihombing, 2021). Meskipun terdapat beberapa tempat di Indonesia yang memiliki replika lokasi haji, calon jamaah haji harus menyediakan biaya tambahan dan meluangkan waktu untuk melakukan simulasi serta berkunjung ke lokasi tersebut guna latihan manasik dengan bimbingan dari KBIHU (Ridwan, 2022). Oleh karena itu, diperlukan upaya lain sebagai media alternatif untuk mendukung calon jamaah haji dalam memahami materi dan memperoleh pemahaman terkait lingkungan lokasi haji.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi realitas virtual sebagai alternatif media untuk mempelajari kondisi lokasi pelaksanaan haji. Realitas virtual adalah sebuah teknologi yang mampu membuat lingkungan virtual sebagaimana lingkungan aslinya dengan bantuan komputer. Realitas virtual memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan virtual dengan aman dan terkendali (Bruck, Haycock & Emadi, 2021) sehingga merasakan sensasi seperti pada dunia nyata. Bagi calon jamaah haji, penggunaan teknologi realitas virtual dapat meningkatkan pengalaman kunjungan (Othman et al., 2022). Terdapat perangkat tambahan realitas virtual yang dapat meningkatkan pengalaman pengguna, yaitu *Head Mounted Display* (HMD). Penggunaan realitas virtual yang dipadukan dengan HMD akan memberikan jangkauan penglihatan pengguna yang lebih luas jika dibandingkan dengan layar biasa (Tan, Niu & Zhang, 2020). Beberapa perangkat HMD yang dapat digunakan untuk realitas virtual adalah Google Card Board, VR Box, Oculus Rift, Meta Quest, PSVR, Pico, dll. Penggunaan HMD pada realitas virtual seperti ditunjukkan pada Gambar 1**Error! Reference source not found.**.

Aplikasi realitas virtual ibadah haji pada penelitian ini dikembangkan untuk perangkat *mobile* (ponsel) khususnya pada sistem operasi android dengan menggunakan VR Box. Hal tersebut dikarenakan 67,88% penduduk di Indonesia pada tahun 2022 sudah memiliki perangkat ponsel (BPS, 2023). Disebutkan oleh Matsun dkk (2018) bahwa android merupakan sistem operasi yang dominan dan paling umum digunakan di perangkat ponsel saat ini. Sehingga penelitian ini mengembangkan aplikasi realitas virtual haji pada android (Matsun, Ramadhani & Lestari, 2018).

Gambar 1. Perangkat Head Mounted Display (HMD)

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Kabir dkk (2021) terhadap aplikasi realitas virtual sebagai media pembelajaran menunjukkan hasil yang baik, terutama bagi pengguna yang lebih suka mempelajari dari pengalaman daripada sekedar membaca teori (Kabir, Nisa & Khan, 2021). Senada dengan penelitian tersebut, penelitian oleh Rossa (2022) menggunakan video 360 sangat bermanfaat bagi calon haji namun penggunaan video 360 masih membatasi gerak pengguna sehingga kurang dapat menjelajah secara bebas (Rossa et al., 2022).

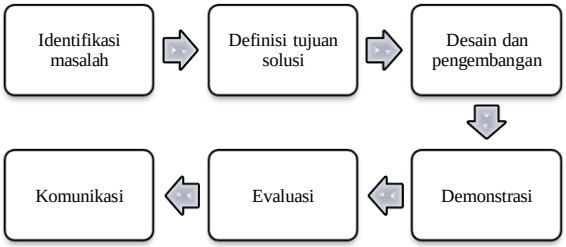
Penelitian ini mengadopsi metode *Design Science Research* (DSR) dalam pembuatan aplikasi realitas virtual haji. DSR digunakan karena memiliki tahapan yang runtut dan lengkap dari perancangan produk (artefak) hingga evaluasinya untuk menyelesaikan masalah praktis (Haryanti et al., 2022). Haryanti (2022) juga menyebutkan bahwa DSR menawarkan cara memecahkan masalah sesuai kebutuhan pengguna khususnya dalam sudut pandang sistem informasi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mudah untuk mengenali tempat-tempat atau lingkungan dalam prosesi ibadah haji, terutama bagi calon jamaah haji yang baru pertama kali. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan video 360, aplikasi dalam penelitian ini memungkinkan pengguna dapat menjelajahi lingkungan ibadah haji yang direpresentasikan dalam bentuk visualisasi 3D. Selain itu, penelitian dengan menggunakan metode DSR masih terbatas, sehingga penelitian ini ingin mengisi kesenjangan pendekatan DSR dalam membuat produk untuk menyelesaikan masalah praktis. Dalam metode DSR ini juga menunjukkan siklus penyempurnaan sebuah artefak untuk

penyelesaian masalah seperti aplikasi realitas virtual ibadah haji ini (Gregório et al., 2021).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadaptasi metode *Design Science Research* (DSR) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 yang memiliki enam langkah utama yaitu identifikasi masalah, definisi tujuan solusi, desain dan pengembangan, demonstrasi, evaluasi, dan komunikasi (Peffers et al., 2007). Tujuan dari metode penelitian ini adalah untuk mengembangkan produk (artefak) dan menguji kegunaannya sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Susanto, 2020; Gregório et al., 2021; Haryanti et al., 2022).



Gambar 2. Metode penelitian adaptasi dari metode DSR

2.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini digunakan untuk menentukan permasalahan utama yang akan diselesaikan melalui penelitian. Jamaah haji yang sudah pernah maupun baru pertama kalinya ke masjidil haram wajar jika tersesat karena luasnya area, tidak ingat posisi pintu di lokasi, dan padatnya jamaah (Alsubhy et al., 2020; Noor et al., 2020; BPKH, 2021). Permasalahan tersebut menunjukkan kurangnya pengalaman dan gambaran lokasi pelaksanaan ibadah haji khususnya bagi orang yang belum pernah ke lokasi secara langsung. Pelatihan manasik haji sangat penting demi kesuksesan selama pelaksanaan ibadah haji. Pelatihan manasik haji dengan datang ke lokasi replika tempat haji mengharuskan calon jamaah haji mengeluarkan tenaga, waktu, dan biaya tambahan.

2.2 Definisi Tujuan Solusi

Tahap ini adalah solusi yang diberikan untuk menjawab dan mengatasi permasalahan penelitian. Berdasarkan permasalahan utama pada penelitian ini, maka dibutuhkan aplikasi simulasi ibadah haji dengan teknologi realitas virtual pada perangkat ponsel. Aplikasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan pengalaman dan pengetahuan calon jamaah haji mengenai lokasi dan informasi yang ada pada setiap lokasi pelaksanaan haji.

2.3 Desain dan Pengembangan

Tahap ini dilakukan dengan pembuatan artefak berupa aplikasi realitas virtual pada perangkat *mobile*. Tahapan pengembangan aplikasi ini sesuai dengan model agile pada siklus pengembangan aplikasi. Model agile lebih fleksibel dalam mengakomodasi perubahan kebutuhan pengguna (Brata & Brata, 2018).

2.4 Demonstrasi

Tahapan ini dilakukan dengan mengujicobakan aplikasi yang dibuat pada tahap sebelumnya kepada responden yang sudah pernah berkunjung langsung ke lokasi haji baik untuk ibadah haji maupun ibadah umroh. Demonstrasi aplikasi menggunakan spesifikasi perangkat yang sama antar responden untuk mendapatkan hasil yang objektif tanpa dipengaruhi faktor perangkat yang digunakan.

2.5 Evaluasi

Evaluasi aplikasi yang telah dikembangkan dilakukan melalui *User Acceptance Testing* (UAT) dengan dua metode pengujian, yaitu pengujian fungsionalitas dan non-fungsionalitas. Pengujian fungsionalitas dengan cara *black-box testing* untuk menguji kesesuaian fitur atau fungsionalitas aplikasi. *Black-box testing* hanya berfokus terhadap input yang diberikan ke aplikasi dan output yang dihasilkan aplikasi tanpa perlu mengetahui bagaimana aplikasi mengolahnya. Pengujian non-fungsionalitas dilakukan melalui penyusunan kuesioner yang berisikan beberapa pertanyaan. Kuesioner tersebut dibagikan kepada pengguna yang telah melakukan uji coba aplikasi pada pada tahap demonstrasi. Setiap pertanyaan yang diberikan kepada responden memiliki enam pilihan tingkatan jawaban. Tingkatan pilihan jawaban seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot jawaban

No	Jawaban	Bobot
1	Sangat Setuju (SS)	6
2	Setuju (S)	5
3	Cukup Setuju (CS)	4
4	Kurang Setuju (KS)	3
5	Tidak Setuju (TS)	2
6	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Analisis hasil pengujian non-fungsionalitas dilakukan dengan membandingkan total skor yang diperoleh dengan total skor maksimal yang sudah ditetapkan dalam kuesioner (Kurniawan & Kusuma, 2021), seperti pada persamaan (1)

$$P = \frac{f}{N} x100\% \quad (1)$$

Dimana P adalah persentase skor yang dicari, f adalah total skor yang diperoleh dari responden, dan N adalah skor maksimal. Indikator hasil pengujian diinterpretasikan berdasarkan perolehan persentase skor. Hasil dari UAT menunjukkan bukti pengujian apakah sistem dapat diterima atau tidak (Priyatna, Hananto & Nova, 2020). Hasil penilaian selanjutnya akan diklasifikasikan kedalam lima kategori seperti pada

Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi hasil penilaian

Nilai P	Kategori
80% - 100%	Sangat Baik

Nilai P	Kategori
60% - 79,99%	Baik
40% - 59,99%	Cukup
20% - 39,99%	Buruk
0% - 19,99%	Sangat Buruk

2.6 Komunikasi

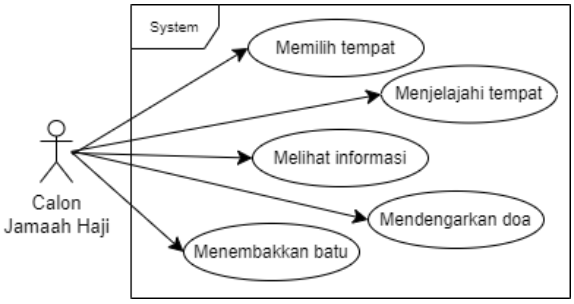
Tahapan terakhir dari DSR berkaitan dengan cara penyampaian atau publikasi mengenai hasil penelitian beserta dengan produk. Pengkomunikasian hasil penelitian termasuk menjelaskan pentingnya produk hasil penelitian dalam memecahkan masalah, kebaruan, maupun efektifitas produk (Ali, 2019). Tahapan ini dilakukan dengan melakukan publikasi karya tulis ilmiah mengenai produk yang dikembangkan pada jurnal atau komunitas ilmiah.

3. PERANCANGAN SISTEM

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai tahapan model agile pada pembuatan artefak berupa aplikasi realitas virtual ibadah haji. Tahapan tersebut meliputi analisis kebutuhan, perancangan, dan implementasi

3.1 Analisis Kebutuhan

Kebutuhan pengguna dalam penggunaan aplikasi realitas virtual ibadah haji ini adalah untuk menjelajahi tempat dan mengetahui informasi mengenai panduan haji. Untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut maka dirancang diagram kasus pengguna (*use case*). Diagram kasus pengguna dapat dilihat pada Gambar 3.



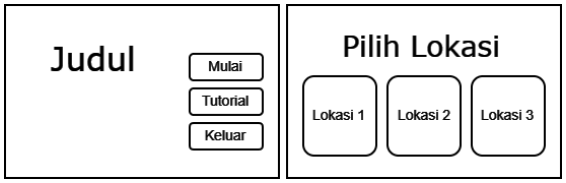
Gambar 3. Diagram kasus pengguna

Diagram kasus pengguna pada Gambar 3 menunjukkan adanya lima kasus penggunaan (*use case*) yang mencerminkan kebutuhan fungsionalitas yang harus dipenuhi oleh aplikasi. Pengguna atau entitas luar sistem adalah pihak yang berinteraksi dengan aplikasi dalam menjalankan fungsi-fungsi tersebut.

3.2 Perancangan

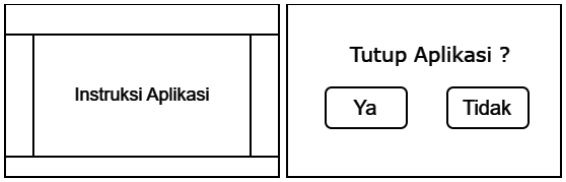
Perancangan sistem yang dikembangkan meliputi perancangan struktur menu, perancangan objek 3D, dan perancangan proses simulasi.

Perancangan struktur menu menunjukkan menu apa saja yang dapat diakses di aplikasi. Struktur menu ditampilkan dari halaman awal saat aplikasi dibuka. Terdapat tiga menu yang disediakan di dalam aplikasi realitas virtual haji seperti pada Gambar 4a, yaitu menu ”Mulai”, ”Tutorial”, dan ”Keluar”. Setelah memilih menu ”Mulai” maka pengguna akan diberikan pilihan lokasi untuk mengeksplorasi lingkungan virtual ibadah haji seperti yang terlihat pada Gambar 4b. Menu ”Tutorial” menampilkan panduan penggunaan aplikasi. Pada Gambar 5a, pengguna dapat membaca semua panduan dengan menggeser instruksi ke samping. Terakhir menu ”Keluar” untuk menutup aplikasi. Sebelum keluar, pengguna akan menjawab konfirmasi tutup aplikasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 5b.



(a) **(b)**

Gambar 4. Rancangan antarmuka dari (a) halaman awal dan (b) menu pilih lokasi



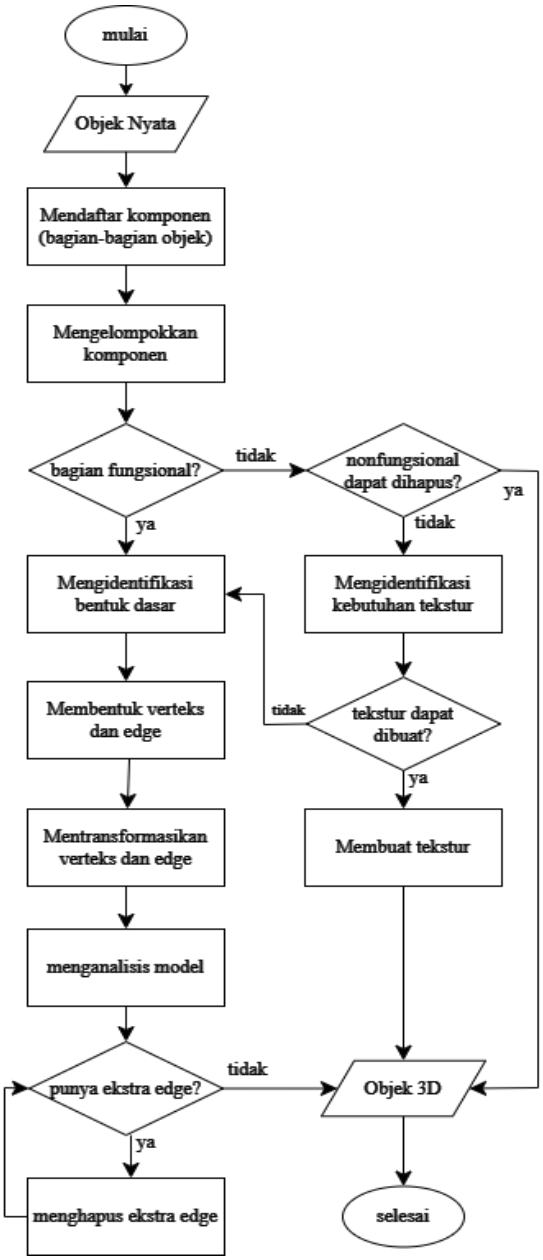
(a) **(b)**

Gambar 5. Rancangan antarmuka dari (a) menu tutorial dan (b) menu konfirmasi keluar aplikasi

Perancangan objek 3D mencakup objek-objek yang berada di Masjidil Haram, Arafah, dan Jamarat di Mina. Objek 3D menggunakan aset berlisensi bebas yang tersedia dan dibuat menggunakan aplikasi Blender. Modifikasi model 3D yang sudah ada juga dilakukan dengan tujuan mendapatkan model *lowpoly* yang lebih efisien.. Alur pembuatan model *lowpoly* ditunjukkan Gambar 6. Tidak semua objek nyata dimodelkan kedalam objek 3D. Terdapat bagian-bagian yang diganti menggunakan tekstur sehingga seolah-olah memiliki permukaan timbul/kasar.

Perancangan proses simulasi meliputi proses menampilkan kotak informasi, proses memutar audio doa, dan proses simulasi tawaf. Proses menampilkan kotak informasi dibuat dengan membuat objek kotak yang diberikan sebuah *trigger*. *Trigger* akan aktif jika pengguna melewatinya. Jika *trigger* aktif maka akan menampilkan informasi pada layar ponsel. Proses memutar audio hampir serupa dengan menampilkan kotak informasi, hanya saja tekstur objek kotak dibuat tembus pandang. Jika *trigger* aktif maka akan memutar audio doa. Proses simulasi tawaf dibuat dengan membuat 2 objek tembus pandang sebagai *trigger* yang tegak lurus dengan posisi hajar aswad di Ka’bah. Objek tersebut sebagai *checkpoint* untuk menghitung putaran. Dua buah t*rigger* digunakan untuk mengecek arah

datangnya pengguna. Jika arah pengguna benar, maka jumlah putaran ditambah satu. Jika arah pengguna salah, maka akan menampilkan teks peringatan untuk berbalik arah.



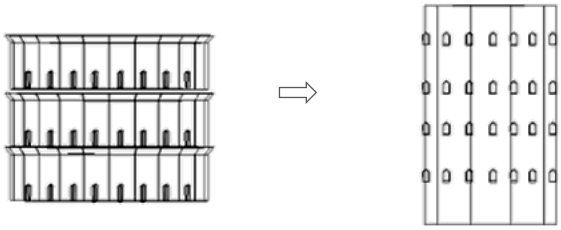
Gambar 6. Alur pembuatan objek 3D lowpoly

3.3 Implementasi

Pada tahap ini, dijelaskan mengenai implementasi dari rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya..

3.3.1 Objek 3D

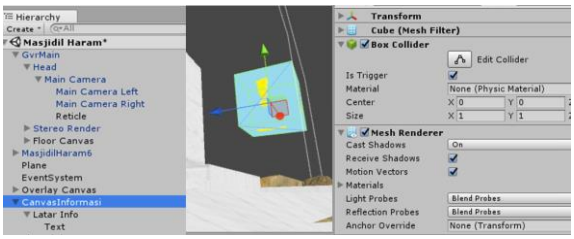
Pembuatan objek 3D *lowpoly* digunakan untuk meringankan beban *processor* ponsel dalam menjalankan aplikasi. Tiang jamarat merupakan salah satu objek yang dibuat dalam aplikasi. Alur pembuatan objek 3D dari tiang jamarat sebagaimana Gambar 6. Hasil pembuatan objek 3D untuk model tiang jamarat seperti pada Gambar 7. Objek 3D *lowpoly* yang sudah dibuat selanjutnya diberi tekstur dan diekspor ke dalam sebuah file berekstensi .fbx untuk selanjutnya digunakan sebagai aset pada *game engine* Unity.



Gambar 7. Pemodelan tiang jamarat *lowpoly*

3.3.2 Kotak Informasi

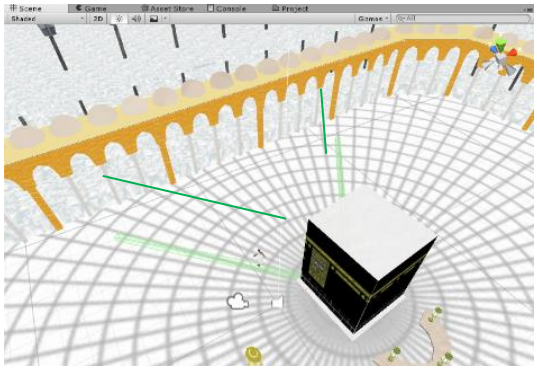
Kotak informasi akan menunjukkan teks informasi kepada pengguna. Untuk menampilkan teks pada layar ponsel pengguna, Sebuah pemicu (*trigger*) diperlukan pada objek kotak. Selanjutnya, tambahkan *canvas* ke dalam hirarki proyek, di mana *canvas* tersebut berisi latar belakang dan teks yang mencakup informasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pembuatan *trigger* kotak informasi dan canvas untuk area teks informasi

3.3.3 Simulasi Tawaf

Implementasi simulasi tawaf dilakukan dengan membuat *checkpoint* seperti pada Gambar 9. *Checkpoint* tersebut berfungsi sebagai *trigger* untuk memutar audio doa dan mengecek arah putaran.



Gambar 9. Pengaturan posisi *checkpoint* untuk simulasi tawaf

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini dibahas mengenai hasil dari implementasi aplikasi realitas virtual ibadah haji pada perangkat android dan hasil evaluasi UAT terhadap aplikasi tersebut.

4.1 Implementasi Aplikasi

Aplikasi realitas virtual haji untuk perangkat *mobile* dikembangkan dengan menggunakan aplikasi Blender untuk pembuatan objek 3D dan *game engine* Unity 3D dengan modul *Software Development Kit* (SDK) Google VR.".

4.1.1 Halaman Menu

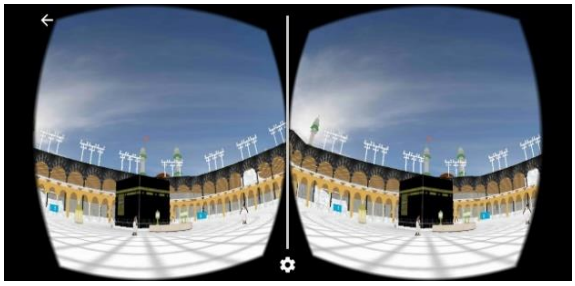
Halaman (*scene*) menu adalah tampilan awal yang muncul saat pengguna membuka aplikasi. Pada *scene* ini, terdapat tiga tombol, yaitu tombol "Mulai", "Tutorial", dan "Keluar", sebagaimana terlihat pada Gambar 10. Tombol "Mulai" dan "Tutorial" akan membuka halaman / *scene* baru jika dipilih sementara tombol "Keluar" akan menutup aplikasi setelah konfirmasi keluar diberikan. Tombol menu akan masuk ke *scene* pilih lokasi sedangkan tombol tutorial akan masuk ke *scene* petunjuk pemakaian aplikasi.

Gambar 10. Antarmuka halaman menu

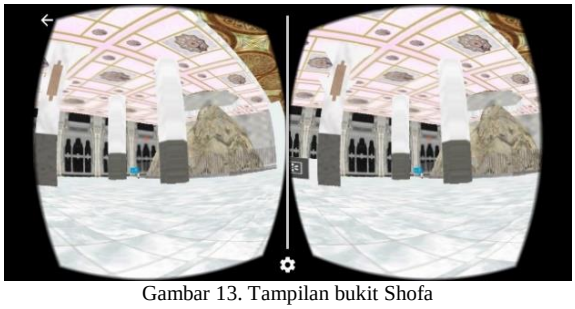
4.1.2 Halaman Mulai

Pada halaman ini akan muncul *scene* pilih lokasi. Terdapat tiga lokasi yang dapat dipilih pengguna, yaitu Masjidil Haram, Jamarat, dan Arafah. Halaman *scene* pilih lokasi ditunjukkan pada Gambar 11. Selanjutnya aplikasi akan berganti *scene* sesuai dengan lokasi yang dipilih pengguna. Pengguna yang memilih lokasi Masjidil Haram akan membuka *scene* baru. Pengguna dapat menjelajah dan melihat setiap objek yang berada di dalam Masjidil Haram. Sebagai contoh adalah objek Ka'bah yang terlihat pada Gambar 12 dan bukit Shofa pada Gambar 13.

Gambar 11. Scene pilih lokasi

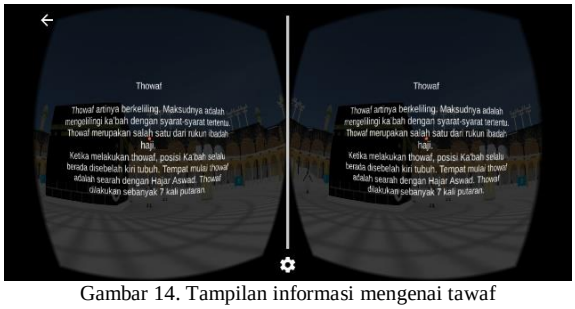


Gambar 12. Tampilan Ka'bah di Masjidil Haram



Gambar 13. Tampilan bukit Shofa

Pengguna dapat menemukan kotak informasi yang berada di lokasi virtual. Apabila pengguna melewati / menabrak kotak tersebut maka akan muncul teks informasi mengenai objek yang ada didekatnya. Tampilan teks informasi apabila pengguna menabrak kotak informasi seperti pada Gambar 14.



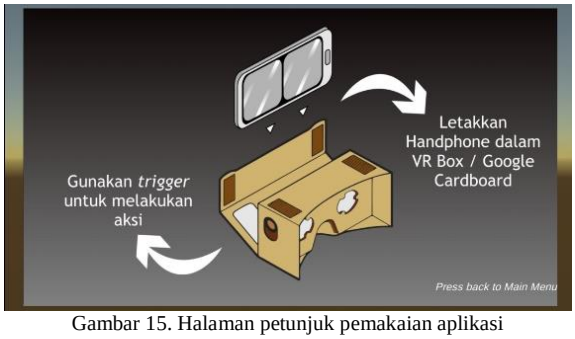
Gambar 14. Tampilan informasi mengenai tawaf

4.1.3 Halaman Tutorial

Scene petunjuk pemakaian aplikasi seperti pada Gambar 15 akan muncul jika pada halaman menu pengguna memilih tombol tutorial. Pada halaman ini terdapat tiga informasi penting. Pertama mengenai cara meletakkan ponsel kedalam VR Box. Kedua mengenai kotak informasi berwarna biru yang dapat ditemukan pengguna selama dalam lokasi virtual. Kotak biru akan memberikan informasi terkait objek yang ada di dekat kotak biru. Ketiga mengenai kotak informasi berwarna hijau yang dapat memberikan informasi kepada pengguna mengenai informasi praktik pelaksanaan ibadah.

Tabel 3. Hasil uji fungsionalitas

No	Use case	Skenario	Kondisi Valid	Hasil Pengujian
1	Memilih tempat	Memusatkan pandangan ke pilihan lokasi	Tampil nama tempat yang dilihat	Valid
		Menekan tombol pada *controller*	Tampilan berganti ke *scene* tempat terpilih	Valid
2	Menjelajahi tempat	Mengarahkan ponsel ke segala arah	Tampil visualisasi 3D objek	Valid
3	Melihat informasi	Pengguna berada diarea kotak informasi	Tampil informasi berupa teks	Valid
		Pengguna keluar dari area kotak informasi	Teks informasi hilang dari layar	Valid
4	Mendengarkan doa	Pengguna berjalan melewati hajar aswad	Terdengar doa sesuai jumlah putaran towaf	Valid
5	Menembakkan batu	Pengguna berjalan dari safa hingga marwa	Terdengar doa sa'i	Valid
	Menembakkan batu	Pengguna masuk tenda	Terdengar doa wukuf	Valid
		Pengguna menghadap dan mendekati tiang jamarat	Terdengar doa lemparan diikuti lemparan batu ke depan	Valid



Gambar 15. Halaman petunjuk pemakaian aplikasi

4.1.4 Menu Keluar

Pengguna yang memilih tombol keluar pada halaman menu akan memunculkan pertanyaan konfirmasi seperti pada Gambar 16**Error! Reference source not found.**. Hal tersebut dibuat untuk mengantisipasi apabila pengguna salah memilih tombol sehingga tidak langsung menutup aplikasi. Terdapat dua jawaban yang dapat dipilih

pengguna. Apabila pengguna memilih tombol "Ya" aplikasi akan ditutup dan apabila memilih tombol "Tidak" maka akan menampilkan halaman menu utama kembali.

Gambar 16. Pertanyaan konfirmasi tombol keluar

4.2 Evaluasi Aplikasi

Demonstrasi dan evaluasi aplikasi melibatkan 11 responden (L=4, P=7) yang pernah melaksanakan haji atau umrah. Usia termuda responden adalah 19 tahun dan tertua adalah 54 tahun dengan rata-rata usia 28 tahun (sd=13). Lingkungan perangkat keras yang digunakan adalah *processor* Octa-core @1.50GHz Cortex-A53, Chipset Qualcomm Snapdragon 615, RAM 3 GB, dan sistem operasi Android 6.0.1.

Evaluasi UAT dilakukan dengan pengujian fungsionalitas dan non-fungsionalitas. Pengujian fungsionalitas menggunakan metode *black-box testing* untuk setiap *use case* dengan 1 sampai 2 skenario. Didapatkan hasil *black-box testing* seperti pada **Error! Reference source not found.**.

Tabel 4. Hasil kuesioner pengujian non-fungsionalitas

No	Pernyataan	Total (f)	Nilai P
P1	Render objek tidak patah-patah (tidak *lag/delay)*	56	84,85%
P2	Saya mudah memahami menu dihalaman awal	60	90,91%
P3	Saya dapat membaca dengan jelas keterangan pada kotak informasi	55	83,33%
P4	Saya dapat mendengarkan dan mengikuti suara doa	54	81,82%
P5	Saya merasa seperti berada dilokasi	48	72,73%
P6	Objek-objek di lokasi masjidil haram mirip dengan aslinya	50	75,76%
P7	Objek-objek di lokasi jamarat mirip dengan aslinya	51	77,27%
P8	Objek-objek di lokasi arafah mirip dengan aslinya	53	80,30%

Nilai P pada **Error! Reference source not found.** didapatkan dengan menggunakan persamaan (1). Nilai maksimal setiap pernyataan adalah 66, didapatkan dari perkalian jumlah responden dengan bobot maksimal. Pernyataan terkait aspek *performance* ditunjukkan oleh P1. Pernyataan terkait aspek *usability* ditunjukkan oleh P2, P3, dan P4. Pernyataan terkait aspek *immersive* ditunjukkan oleh P5. Pernyataan terkait aspek kualitas virtual ditunjukkan oleh P6, P7, dan P8. Sehingga didapatkan kategori hasil penilaian non-fungsionalitas masing-masing aspek penilaian pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian non-fungsionalitas

No	Aspek	Nilai	Kategori
1	*Performance*	84,85%	Sangat baik
2	*Usability*	85,33%	Sangat baik
3	*Immersive*	72,73%	Baik
4	Kualitas virtual	77,78%	Baik

Hasil penelitian dengan evaluasi UAT menunjukkan bahwa pengujian fungsionalitas semua *usecase* pada aplikasi adalah valid. Selain itu, rata-rata hasil pengujian non-fungsionalitas mencapai 80,17% dengan kategori "Sangat baik". Rincian masing-masing aspek adalah *performance* 84,85% (Sangat baik), *usability* 85,33% (Sangat baik), *immersive* 72,73% (Baik), dan kualitas virtual 77,78% (Baik). Hal tersebut mengindikasikan bahwa aplikasi realitas virtual haji yang layak digunakan. Hasil kuesioner untuk rata-rata nilai keseluruhan

aplikasi yang dilakukan terhadap responden setelah pemakaian aplikasi adalah 8 dari 10, hal tersebut menunjukkan aplikasi dapat membantu untuk memberikan informasi mengenai kondisi lingkungan haji.

5. KESIMPULAN

Evaluasi UAT terhadap pengembangan aplikasi realitas virtual haji pada perangkat *mobile* terdiri dari pengujian fungsionalitas dan non-fungsionalitas. Pengujian fungsionalitas aplikasi menggunakan *black-box testing* menunjukan hasil pengujian 100% valid. Pengujian non-fungsionalitas menunjukkan aplikasi dalam kategori "Sangat baik" dengan nilai rata-rata 80,17%. Aspek non-fungsionalitas tertinggi didapatkan pada aspek *usability* dengan nilai 85,33% dengan kategori "Sangat baik". Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi mudah digunakan dan dipahami. Sedangkan pada aspek *immersive* didapatkan nilai 77,78% dengan kategori "Baik". Hal tersebut menunjukkan penggunaan aplikasi dapat menambah pengetahuan mengenai lokasi dan pelaksanaan haji.

Saran untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut adalah dengan menambahkan *Non Playable Character* (NPC) untuk memberikan perasaan lebih dalam seperti pada pelaksanaan haji. NPC dapat menambah ilustrasi mengenai praktik pelaksanaan tawaf maupun sa'i. Selain itu, penggunaan teknologi *mixed reality* juga dapat diteliti untuk diterapkan dalam pelatihan manasik haji ditempat replika lokasi pelaksanaan haji.

DAFTAR PUSTAKA

ALI, S.A.B., 2019. Ontology-Based Conceptual Model for Quality Assurance in Higher Education. Universiti Teknologi Malaysia.

ALSUBHY, A.M., ABI SEN, A.A., ALAHMADI, B.A., BAHBOUH, N.M. & ABI SEN, H.A., 2020. A Model for Tracking People and Property in Crowds. In: 2020 7th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). [online] 2020 7th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). New Delhi, India: IEEE. pp.244–248. https://doi.org/10.23919/INDIACom49435.2020.9083705.

ANSORI, M.S., KASANAH, S.U. & SIDIK, A.R., 2019. Meningkatkan Pemahaman dan Keterampilan Ibadah Haji Bagi Peserta Didik, Guru, dan Wali Murid Melalui Pembelajaran Praktik Manasik Haji Untuk Anak Usia Dini. Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Nusantara (JPPNu), 1(1), pp.14–24. https://doi.org/10.28926/jppnu.v1i1.3.

BPKH, H., 2021. Penyebab Mengapa Banyak Jamaah Tersesat di Masjidil Haram - BPKH. Available at: <https://bpkh.go.id/penyebab-mengapa-banyak-jamaah-tersesat-di-masjidil-haram/> [Accessed 19 March 2024].

BPS, 2023. Badan Pusat Statistik. [online] Statistik Indonesia 2023. Available at: <https://www.bps.go.id/publication/2023/02/28/18018f9896f09f03580a614b/statistik-indonesia-2023.html> [Accessed 8 May 2023].

BRATA, K.C. & BRATA, A.H., 2018. Pengembangan Aplikasi Mobile Augmented Reality untuk Mendukung Pengenalan Koleksi Museum. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 5(3), pp.347–352. https://doi.org/10.25126/jtiik.201853798.

BRUCK, L., HAYCOCK, B. & EMADI, A., 2021. A Review of Driving Simulation Technology and Applications. IEEE Open Journal of Vehicular Technology, 2, pp.1–16. https://doi.org/10.1109/OJVT.2020.3036582.

DITJEN PENYELENGGARAAN HAJI DAN UMRAH, 2020. Tuntunan Manasik Haji dan Umrah. [online] Jakarta: Kementerian Agama. Available at: <http://haji.kemenag.go.id>.

GREGÓRIO, J., REIS, L., PEYROTEO, M., MAIA, M., MIRA DA SILVA, M. & LAPÃO, L.V., 2021. The role of Design Science Research Methodology in developing pharmacy eHealth services. Research in Social and Administrative Pharmacy, 17(12), pp.2089–2096. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.05.016.

HAKIM, N., WAHYUDI, D., KHAIRUNNISA, A. & JAYANTI, S.H., 2021. Pemberian Pemahaman Kepada Masyarakat Tentang Pelaksanaan Haji dan Umrah di Masa Pandemi Covid-19. DEDIKASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2), p.167. https://doi.org/10.32332/d.v3i2.3082.

HARYANTI, T., RAKHMAWATI, N.A., SUBRIADI, A.P. & TJAHYANTO, A., 2022. The Design Science Research Methodology (DSRM) for Self-Assessing Digital Transformation Maturity Index in Indonesia. In: 2022 IEEE 7th International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA). [online] 2022 IEEE 7th International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA). Yogyakarta, Indonesia: IEEE. pp.1–7. https://doi.org/10.1109/ICITDA55840.2022.9971171.

KABIR, A.M., NISA, S.T. & KHAN, M.M., 2021. A Virtual Reality (VR) Based Interactive and Educative Experience of Hajj and Umrah for the People of Bangladesh. In: 2021 IEEE 11th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC). [online] 2021 IEEE 11th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC). NV, USA: IEEE. pp.0170–0173.

https://doi.org/10.1109/CCWC51732.2021.9375915.

KURNIAWAN, Y.I. & KUSUMA, A.F.S., 2021. Aplikasi Augmented Reality untuk Pembelajaran Salat bagi Siswa Sekolah Dasar. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 8(1), p.7. https://doi.org/10.25126/jtiik.0812182.

MATSUN, M., RAMADHANI, D. & LESTARI, I., 2018. Pengembangan Bahan Ajar Listrik Magnet Berbasis Android di Program Studi Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak. Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA, 9(1), p.99. https://doi.org/10.26418/jpmipa.v9i1.23703.

NOOR, T.H., ATLAM, E.-S., MALKI, Z.S., ALZIGHAIBI, A.R., HASHIM, H. & EL-AGAMY, R., 2020. Android/iPhone Mobile Application for Quick Response Pilgrims Campaign Locator. Journal of Computer and Communications, 8(5), pp.1–13. https://doi.org/10.4236/jcc.2020.85001.

OTHMAN, M.K., NOGOIBAEVA, A., LEONG, L.S. & Barawi, M.H., 2022. Usability evaluation of a virtual reality smartphone app for a living museum. Universal Access in the Information Society, 21(4), pp.995–1012. https://doi.org/10.1007/s10209-021-00820-4.

PEFFERS, K., TUUNANEN, T., ROTHENBERGER, M.A. & Chatterjee, S., 2007. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, 24(3), pp.45–77. https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302.

PRIYATNA, B., HANANTO, A.L. & NOVA, M., 2020. Application of UAT (User Acceptance Pengujian non-fungsionalitas menggunakan kuesioner yang diberikan kepada responden. Kuesioner terdiri atas 8 pernyataan yang meliputi 4 aspek yaitu *performance*, *usability*, *immersive*, dan kualitas virtual. Hasil kuesioner yang diberikan kepada responden dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**.

Test) Evaluation Model in Minggon E-Meeting Software Development. SYSTEMATICS, 2(3), pp.110–117.

RIDWAN, 2022. Strategi Bimbingan Manasik Haji dalam Meningkatkan Keterampilan Jamaah Haji pada Kantor Kementerian Agama Kota Banda Aceh. Tadabbur: Jurnal Peradaban Islam, 4(2), pp.172–181. https://doi.org/10.22373/tadabbur.v4i2.377.

ROSSA, H., HUDALLAH, N., SUNARKO, B. & MULWINDA, A., 2022. Virtual Reality-Based Hajj Manasik Practice Digitization System with 360 Degree Video. Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal), 5(1), pp.4956–4970. https://doi.org/10.33258/birci.v5i1.4199.

SUSANTO, T.D., 2020. Metode PENELITIAN SAINS-DESAIN (Design-Science Research). Notes Tony Dwi Susanto. Available at: <https://notes.its.ac.id/tonydwisusanto/2020/09/12/metode-penelitian-sains-desain-design-science-research/> [Accessed 9 April 2023].

SYARIF, E.E., MAN, N.N. & SIHOMBING, A.M., 2021. Problematika Pelayanan Bimbingan Manasik Haji Sepanjang Tahun di Pusat Layanan Haji dan Umrah Terpadu kota Padang. AL MUNIR : Jurnal Komunikasi dan Penyiaran Islam, 12(1), pp.43–53.

TAN, Y., NIU, C. & ZHANG, J., 2020. Head-Mounted, Display-Based Immersive Virtual Reality Marine-Engine Training System: A Fully Immersive and Interactive Virtual Reality Environment. IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine, 6(1), pp.46–51. https://doi.org/10.1109/MSMC.2019.2948654.

Halaman ini sengaja dikosongkan.