APLIKASI ANIMASI 3D CERITA RELIEF JATAKA BERBASIS ANDROID *AUGMENTED REALITY* DENGAN METODE *MARKER BASED TRACKING*



Disusun Oleh:

N a m a : Geri Defandra

NIM : 13523147

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2017

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

APLIKASI ANIMASI 3D CERITA RELIEF JATAKA BERBASIS ANDROID *AUGMENTED REALITY* DENGAN METODE *MARKER BASED TRACKING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

N a m a : Geri Defandra
NIM : 13523147

Yogyakarta, 21 September 2018

Menyetujui,

Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing 1,	Pembimbing 2,
(Arrie Kurniawardhani S.Si., M.Kom.)	(Galang P Mahardhika S.Kom., M.Kom.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

APLIKASI ANIMASI 3D CERITA RELIEF JATAKA BERBASIS ANDROID *AUGMENTED REALITY* DENGAN METODE *MARKER BASED TRACKING*

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Informatika
di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 1 Oktober 2018

Tim Penguji

Arrie Kurniawardhani, S.Si., M.Kom.

Anggota 1

Fietyata Yudha S.Kom., M.Kom.

Anggota 2

Novi Setiani S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika-Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Geri Defanra
NIM : 13523147

Tugas akhir dengan judul:

APLIKASI ANIMASI 3D CERITA RELIEF JATAKA BERBASIS ANDROID *AUGMENTED REALITY* DENGAN METODE *MARKER BASED TRACKING*

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 21 September 2018



(Geri Defanra)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala Berkah, Rahmat dan keridhoanNya. Segala puji bagi Nabi Muhammad SAW, Yang selalu menjadi panutan bagi umatnya untuk melangkah ke jalan yang benar. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

Bapak Fauzi dan Ibunda tercinta Ratnawati yang selalu mendoakan dan mendukung dengan tulus melalui doa.

Adik Iman, Yola dan Yessa yang selalu memberikan semangat agar skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Keluarga kedua di Yogyakarta sahabat kontrakkan ceria yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

Keluarga Batam di Yogyakarta yang selalu memberikan semangat dan menghibur untuk menyelesaikan skripsi ini.

HALAMAN MOTO

"*Jika benar jangan terlalu berani dan jika salah jangan terlalu takut*"

(BUYA HAMKA)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"

(QS Asy Syarh ayat 5-6)

"*Orang sukses tidak harus pintar dan orang pintar tidak selalu sukses*"

"*Ga mampu bukan berarti tidak bisa, hanya saja belum pernah mencoba apa yang kita tidak bisa*"

(Geri)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT. yang begitu besar atas rahmat, ridho dan hidayahnya yang memberikan kekuatan, kesehatan dan juga kemudahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Tidak lupa juga kepada junjungan kita nabi Muhammad Saw. karena dengan cinta dan kasih sayangnya kita tetap berada pada jalan yang diridhoi dan dilindungi Allah SWT.

Maksud dari tujuan dan pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan yang harus ditempuh untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penulisan tigas akhir ini tentu saja tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Raden Teduh Dirgahayu. S.T., M.sc. Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia.
2. Arrie Kurniawardhani S.Si., M.Kom. selaku pembimbing pertama yang memberikan masukkan, motivasi, dan membimbing dalam proses pengerjaan tugas akhir dan penulisan laporan.
3. Galang Prihadi, S.kom., M.kom. selaku pembimbing kedua yang mendukung, membimbing dan memberikan masukan yang membangun dalam proses pengerjaan tugas akhir dan penulisan laporan.
4. Dhomas Hatta Fudholi, Ph.D. sebagai sekretaris program studi Teknik Informatika yang membantu memberikan saran yang membangun. Ketika di kelas sebagai dosen dan ketika menjadi sekretaris program studi teknik informatika sehingga penulis bersemangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Orang tua Bapak dan Ibu tercinta yang memberikan doa dan dukungan tiada henti-hentinya.
6. Adik Iman, Yola dan Yessa yang selalu memberikan semangat dan doa tiada henti-hentinya.
7. Sahabat-sahabat terbaik kontrakan ceria yang memberikan semangat dan dukungan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
8. Keluarga besar Eternity, terima kasih atas kerja sama dan kerja kerasnya selama ini sehingga terbentuk kenangan yang indah bersama.
9. Keluarga KKN Unit 345 dan juga desa Jarakan yang memberikan dukungan, doa, pelajaran dan juga kenangan yang tidak mungkin untuk dilupakan.

10. Dan semua pihak yang tanpa sengaja dan sepengetahuan penulis yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaaat bagi berbagai pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 21 September 2018



(Geri Defanra)

SARI

Sejarah adalah peristiwa yang benar-benar terjadi pada masa lalu yang disusun berdasarkan bukti-bukti yang meyakinkan dan dan diperoleh melalui proses penelitian serta pengujian ilmiah. Salah satu contoh masalah yang di temukan adalah kurangnya pembelajaran sejarah oleh pengunjung candi Borobudur dalam memahami atau mendapatkan informasi mengenai relief-relief candi Borobudur. Berdasarkan uraian diatas, peneliti mengangkat judul "Aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka berbasis Android *Augmented Reality* dengan metode *Marker Based Tracking*". Di dalam aplikasi AR Jataka untuk membantu pembelajaran sejarah mengenai relief-relief candi Borobudur yang dikemas dalam bentuk animasi 3D. Berdasarkan hasil pengembangan aplikasi menggunakan metode yaitu Analisis, Desain, *Development*, *Implementation*, *Evaluation* (ADDIE) maka diperoleh aplikasi AR Jataka untuk membantu pembelajaran mengenai sejarah relief-relief candi Borobudur. Hal ini dibuktikan melalui pengujian dan kuesioner terhadap pengunjung dan arkeolog balai konservasi candi Borobudur. Berdasarkan hasil kuesioner pengunjung dan arkeolog dapat diketahui klasifikasi layak dalam berbagai aspek-aspek yang terdapat pada kuesioner. Dengan adanya aplikasi ini dapat meningkatkan minat pengunjung dalam mengenal sejarah relief candi, dan menambah wawasan mengenai relief candi Borobudur.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Animasi 3D, Android.

GLOSARIUM

Game Engine	Sistem perangkat lunak yang dirancang untuk menciptakan pengembangan vidio game
Open Source	Sebuah perangkat lunak yang membebaskan lisensinya kepada pengguna
Vihara	Rumah ibadah agama Budhha
Storyboard	Papan cerita animasi
Beduhur	Menurut Bahasa Sangsekerta artinyat tinggi
Bara	Menurut Bahasa Sangsekerta artinyat kompleks
Bhumisambhara	Menurut Bahasa Sangsekerta artinyat bukit
Modelling	Membuat model 3D menggunakan perangkat lunak Blender
Texturing	Membuat pewarnaan pada model 3D

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN iv
HASIL TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTO vi
KATA PENGANTAR vii
SARI ix
GLOSARIUM x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULIAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah: 2
1.4 Tujuan Penelitian: 2
1.5 Manfaat Penelitian: 2
1.6 Metodologi Penelitian: 3
1.7 Sistematika Penulisan: 3
BAB II LANDASAN TEORI 5
2.1 Candi Borobudur 5
2.1.1 Sejarah candi Borobudur 5
2.1.2 Relief Candi Borobudur 6
2.2 Relief Jataka 7
2.2.1 Gajah dan Para Tawanan 7
2.2.2 Kerbau Dan Kera yang Nakal 8
2.3 Blender 8
2.4 *Augmeted Reality* 13
2.5 Unity 3D 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Analisys (Analisis) 16
3.1.1 Studi Pustaka 16
3.1.2 Wawancara 16
3.1.3 Kebutuhan Fungsional 17
3.1.4 Kebutuhan Non-Fungsional 17
3.1.5 Cerita Relief Jataka 18
3.2 Desain 21
3.2.1 *Modelling* 3D 21
3.2.2 *Dubbing* 26
3.2.3 *Storyboard* 26
3.2.4 *Hierarchy Input Output* (HIPO) 29
3.2.5 Desain Antarmuka 31
3.2.6 Desain Pengujian 34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 46
4.1 *Development* 46

4.1.1 Hasil Aset Objek 3D....46
4.2 Hasil Tampilan Antarmuka....50
4.2.1 Halaman Utama....51
4.2.2 Halaman Relief Candi....51
4.2.3 Halaman Relief Jataka....52
4.2.4 Halaman Cerita Gajah dan Para Tawanan....52
4.2.5 Halaman Selanjutnya Cerita Gajah dan Para Tawanan....53
4.2.6 Halaman Scan AR Panel Satu Cerita Gajah dan Para Tawanan....53
4.2.7 Halaman Scan AR Panel Dua Cerita Gajah dan Para Tawanan....54
4.2.8 Halaman Scan AR Panel Tiga Cerita Gajah dan Para Tawanan....54
4.2.9 Halaman Cerita Kerbau dan Kera Nakal....55
4.2.10 Halaman Selanjutnya Cerita Kerbau dan Kera Nakal....55
4.2.11 Halaman Scan AR Panel Satu Kerbau dan Kera Nakal....56
4.2.12 Halaman Scan AR Panel Dua Kerbau dan Kera Nakal....56
4.2.13 Halaman Scan AR Panel Tiga Kerbau dan Kera Nakal....57
4.2.14 Halaman Scan AR Panel Empat Kerbau dan Kera Nakal....57
4.3 *Implementation*....58
4.4 *Evaluation* / Evaluasi....59
4.4.1 Hasil Pengujian Pengunjung Candi Borobudur....60
4.4.2 Hasil Pengujian Arkeolog Balai Konservasi Candi Borobudur....63
4.4.3 *Fungsionality*....65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN....68
5.1 Kesimpulan....68
5.1 Saran....68
DAFTAR PUSTAKA....69
LAMPIRAN....71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Cerita Relief Jataka.....19
Tabel 3.2 Penjelasan diagram HIPO.....30
Tabel 3.3 Nilai skala *likert* kuesioner.....35
Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner.....36
Tabel 3.5 Pernyataan aspek *learnability* untuk pengunjung, parkeolog candi Borobudur.....38
Tabel 3.6 Pernyataan aspek *memorability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. 39
Tabel 3.7 Pernyataan aspek *memorability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. 39
Tabel 3.8 Pernyataan aspek *efficiency* untuk pengunjung, dan arkeolaog candi Borobudur...40
Tabel 3.9 Pernyataan aspek *satisfaction* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. 40
Tabel 3.10 Pertanyaan pengamatan *cognitive skill.*.....443
Tabel 3.11 *Blackbox testing.*.....444
Tabel 4.1 Hasil kuesioner pengunjung.....60
Tabel 4.2 Hasil kuesioner Hasil kuesioner *Cognitive skill* pengunjung.....62
Tabel 4.3 Hasil kuesioner arkeolog. 63
Tabel 4.4 *Blackbox testing*.....65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Modelling* Objek 3D Teko. 9
Gambar 2.2 Material dan *Texturing* Objek 3D Teko. 10
Gambar 2.3 *Lighting* Objek 3D Teko. 10
Gambar 2.4 Kamera Objek 3D Teko. 11
Gambar 2.5 *Keyframing* Objek 3D Teko. 11
Gambar 2.6 *Animation curves* Objek 3D Teko. 12
Gambar 2.7 *Rendering* Objek 3D Teko. 12
Gambar 3.1 Objek gajah. 21
Gambar 3.2 Objek para tawanan 22
Gambar 3.3 Objek Kerbau 22
Gambar 3.4 Objek Kera 23
Gambar 3.5 Objek Yaksa 23
Gambar 3.6 Objek Pohon 24
Gambar 3.7 Objek Batu 24
Gambar 3.8 Objek api unggun 25
Gambar 3.9 Objek Hutan 25
Gambar 3.10 Objek padang pasir 25
Gambar 3.11 *Storyboard* panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan. 26
Gambar 3.12 *Storyboard* panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan. 27
Gambar 3.13 *Storyboard* panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan. 27
Gambar 3.14 *Storyboard* panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal. 28
Gambar 3.15 *Storyboard* panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal. 28
Gambar 3.16 *Storyboard* panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal. 29
Gambar 3.17 *Storyboard* panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal. 29
Gambar 3.18 Diagram HIPO Aplikasi. 30
Gambar 3.19 Desain antarmuka halaman utama. 32
Gambar 3.20 Desain antarmuka halaman cerita relief. 32
Gambar 3.21 Desain antarmuka halaman relief Jataka. 33
Gambar 3.22 Desain antarmuka halaman cerita Gajah dan Para Tawanan. 33
Gambar 3.23 Desain antarmuka halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal. 33
Gambar 3.24 Desain antarmuka scan AR cerita Gajah dan Para Tawanan. 34
Gambar 3.25 Desain antarmuka scan AR cerita Kerbau dan Kera Nakal. 34

Gambar 4.1 (a) *Modeling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, dan (d) Animasi aset gajah.....46
Gambar 4.2 (a) *Modelling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, dan (d) Animasi aset tawanan.....47
Gambar 4.3 (a) Modelling, dan (b) Texturing, aset pohon kering.....47
Gambar 4.4 (a) Modelling, (b) Texturing, (c) Rigging, dan (d) Animasi aset kerbau.....48
Gambar 4.5 (a) Modelling, (b) Texturing, (c) Rigging, dan (d) Animasi aset kera.....49
Gambar 4.6 (a) Modelling, (b) Texturing, (c) Rigging, dan (d) Animasi aset Yaksa.....49
Gambar 4.7 (a) Modelling, dan (b) Texturing aset pohon.....50
Gambar 4.8 (a) Modelling, dan (b) Texturing aset batu.....50
Gambar 4.9 (a) Modelling, dan (b) Texturing aset api unggun.....50
Gambar 4.10 Tampilan halaman utama pada (a) Android, dan (b) Unity.....51
Gambar 4.11 Tampilan halaman relief candi pada (a) Android, dan (b) Unity.....51
Gambar 4.12 Tampilan halaman relief Jataka pada (a) Android, dan (b) Unity.....52
Gambar 4.13 Tampilan halaman cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity.....52
Gambar 4.14 Tampilan halaman selanjutnya cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity.....53
Gambar 4.15 Tampilan halaman scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity.....54
Gambar 4.16 Tampilan halaman scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity.....54
Gambar 4.17 Tampilan halaman scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity.....55
Gambar 4.18 Tampilan halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity.....55
Gambar 4.19 Tampilan halaman selanjutnya cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity.....56
Gambar 4.20 Tampilan halaman scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity.....56
Gambar 4.21 Tampilan halaman scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity.....57
Gambar 4.22 Tampilan halaman scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity.....57
Gambar 4.23 Tampilan halaman scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity.....58

BAB I
PENDAHULIAN

1.1 Latar Belakang

Candi Borobudur adalah salah satu candi Buddha yang terletak di Jl.Badrawati, Borobudur, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia. Candi berbentuk stupa ini didirikan oleh para penganut agama Buddha Mahayana sekitar abad ke-8 masehi pada masa pemerintahan wangsa Syailendra. Borobudur adalah candi Buddha terbesar di dunia. Pada dinding candi di setiap tingkatan dipahat panel-panel relief yang dibuat sangat teliti dan halus. Relief dan pola hias Borobudur bergaya naturalis dengan proporsi yang ideal dan selera estetik yang halus. Relief-relief ini sangat indah, bahkan dianggap sebagai yang paling elegan dan anggun dalam kesenian dunia Buddha. Relief Borobudur juga menerapkan disiplin seni rupa India, seperti berbagai sikap tubuh yang memiliki makna atau nilai estetis tertentu.

Aktivitas pengunjung candi Borobudur biasanya hanya melihat relief-relief pada dinding candi tanpa mengetahui informasi yang terkandung pada setiap relief. Pengunjung cenderung berkeliling melihat relief dan pemandangan yang indah dari atas candi Borobudur. Banyak juga pengunjung yang hanya sekedar berfoto-foto. Pengunjung candi dapat memperoleh informasi tentang relief candi Borobudur yang terdapat pada ruang informasi. Pengunjung juga dapat memperoleh informasi tentang relief-relief ini pada perpustakaan yang letaknya jauh dari candi Borobudur. Namun sepantauan penulis yang telah beberapa kali pergi ke candi Borobudur, sangat jarang pengunjung masuk ke ruang informasi dan sangat jarang pengunjung masuk ke bagian perpustakaan dikarenakan letaknya yang jauh. Relief candi Borobudur adalah cerita yang menarik untuk diketahui setiap pengunjung yang datang, akan tetapi sangat minim informasi yang ada pada candi.

Melihat permasalahan tersebut, penulis bermaksud untuk membuat sebuah aplikasi *Augmented Reality* animasi 3D berbasis Android yang bertujuan untuk menyampaikan informasi relief candi Borobudur khususnya relief Jataka yang ada pada dinding candi. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan pengunjung mudah dalam memperoleh informasi-informasi relief yang ada pada dinding candi Borobudur, tanpa harus ke ruang informasi candi Borobudur yang terletak jauh dari candi Borobudur. Aplikasi *Augmented Reality* animasi 3D dapat meningkatkan aktivitas pengunjung dapat lebih mengenal sejarah candi, dan menambah wawasan mengenai candi Borobudur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dirumuskan sebuah masalah sebagai berikut:

a. Bagaimana mengimplementasikan *Marker Based Tracking* pada *Augmented reality* untuk menyampaikan informasi mengenai cerita relief candi Borobudur?
b. Bagaimana memvisualisasikan cerita yang ada pada relief sesuai dengan *marker* berupa panel yang terdeteksi?
c. Apakah aplikasi *Augmented Reality* berbasis Android dapat membantu pengunjung dalam memahami cerita relief candi Borobudur?

1.3 Batasan Masalah:

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

a. Aplikasi ini berbasis Android.
b. Aplikasi ini hanya menceritakan tujuh panel cerita relief Jataka dari 750 panel.
c. Aplikasi ini hanya dapat digunakan saat matahari tidak menutupi *marker* panel.
d. Aplikasi ini hanya berbahasa indonesia.

1.4 Tujuan Penelitian:

Adapun tujuan dari penelitian ini, antara lain:

a. Mengimplementasikan *Marker Based Tracking* untuk menyampaikan informasi cerita relief.
b. Memvisulisasikan animasi 3D tujuh cerita relief Jataka sesuai dengan *marker* berupa panel.
c. Mempermudah penyampaian tujuh cerita relief Jataka candi Borobudur berbasis Android.

1.5 Manfaat Penelitian:

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Dapat membantu balai konservasi dalam menyampaikan informasi relief.
b. Dapat meningkatkan minat pengunjung untuk lebih mengenali relief-relief pada candi Borobudur.
c. Diharapkan tugas akhir ini dapat memberikan wawasan tambahan dan informasi sebagai bahan rujukan penelitian selanjutnya di masa yang akan datang.

1.6 Metodologi Penelitian:

Metode yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini adalah ADDIE. Tahapan pengembangan diawali dengan menganalisis kebutuhan, merancang, membuat animasi 3D, setelah membuat animasi 3D dan diterapkan pada Android kemudian melakukan pengujian terhadapat aplikasi kepada pihak balai konservasi candi Borobudur.

Terdapat lima tahapan dalam model perancangan ADDIE (Molenda, 2003), berikut lima tahapan dalam perancangan ADDIE :

a. *Analisys* (Analisis)

   Langkah pertama pada metode ini adalah analisis, yaitu dengan analisis pengumpulan data studi pustaka dan wawancara, kemudian analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional dalam pengembangan aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka.

b. *Design* (Desain)

   Desain aplikasi diawali dengan proses menggambarkan konsep animasi 3D cerita relief Jataka berbasis digital dalam bentuk *storyboard* dan rancangan antarmuka.

c. *Development* (Pengembangan)

   Pada tahap ini hasil dari konsep animasi 3D cerita relief Jataka dengan menggunakan aplikasi Unity 3D, lalu membuat asset animasi mengunakan aplikasi *Blender, Adobe Illustrator,* dan *Adobe Premier CC*.

d. *Implementation* (Pelaksanaan)

   Implementasi dilakukan dengan menguji animasi 3D cerita relief Jataka yang sudah dibangun kepada pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur, dilakukan untuk mengetahui hasil atau dampak dari animasi 3D cerita relief Jataka tersebut.

e. *Evaluation* (Evaluasi)

   Evaluasi dilakukan agar mengetahui hasil dari pengujian aplikasi yang dibangun sudah layak dan sesuai dengan kebutuhan.

1.7 Sistematika Penulisan:

Sistematika penulisan tugas akhir bertujuan untuk memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Secara garis besar laporan tugas akhir ini dibuat dengan sistematika sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

   Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan mengenai aplikasi berbasis *Augmented Reality.*

b. BAB II LANDASAN TEORI

Membahas mengenai landasan teori yang mendasari tugas akhir. Landasan teori ini besumber dari studi pustaka. Teori-teori tersebut dikumpulkan dan digunakan sebagai dasar untuk membuat tugas akhir.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memuat uraian tentang metode penelitian yang terdiri dari analisi kebutuhan, perancangan animasi dalam bentuk *storyboard* dan rancangan antarmuka, pengembangan animasi, serta rencana implementasi dan evaluasi.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi uraian hasil penelitian dari pengembangan aplikasi *marker based* AR yang menceritakan relief candi Borobudur. Selain itu bab ini juga membahas hasil pengujian aplikasi.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dan saran dari keseluruhan penelitian tugas akhir yang bertujuan untuk merangkum kekurangan dan saran agar penelitian selanjutnya menjadi lebih baik.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Candi Borobudur

Candi Borobudur merupakan candi Budhha terbesar di dunia yang berada di Indonesia. Candi Borobudur dijadikan tujuan wisata para wisatawan baik yang lokal maupun global. Candi Borobudur terletak di Borobudur, Magelang, Jawa Tengah dan menjadi objek wisata andalan daerah tersebut. Selain itu, candi Borobudur diakui oleh dunia sebagai warisan budaya dunia oleh UNESCO (Soekmono, 1976).

2.1.1 Sejarah candi Borobudur

Sejarah berdirinya candi Borobudur diperkirakan dibangun pada abad ke-7 sampai 8 masehi oleh kerajaan Syailendra. Pada saat itu kebanyakan masyarakat menganut agama Budha. Pembangunan candi Borobudur ini terbilang misterius dikarenakan pada abad ke-7 tersebut diperkirakan belum ada perhitungan arsitektur yang canggih. Dilihat dari bentuk bangunan yang megah dan besar, banyak yang menganggap candi Borobudur tidak dibangun pada masa itu.

Selain masa pembangunan, banyak teori yang berusaha menjelaskan nama candi ini. Salah satu diantaranya menyatakan bahwa nama Borobudur kemungkinan diambil dari asal kata *Sambaharabudhara* yang artinya gunung (*Bhudara*) di mana teras-teras candi Borobudur itu sebagai lereng-lereng gunung. Selain itu, ada teori yang beranggapan bahwa Borobudur berasal dari kata "Para Budha" yang karena pergeseran bunyi menjadi Borobudur. Teori lainnya yaitu menyatakan bahwa Borobudur berasal dari dua kata yaitu "*Bara*" yang artinya kompleks candi atau biara dari asal kata *Vihara* bahasa Sansekerta. Kemudian *beduhur* artinya "Tinggi". Jadi artinya adalah sebuah *Vihara* yang ada di tanah tinggi (Raharja, 2016).

Selain teori-teori di atas, berdasarkan prasasti Karangtengah dan Kahulunan, Borobudur dibangun oleh raja Mataram dinasti Syailendra bernama Samaratungga. Namun bangunan candi tersebut baru selesai pada masa putrinya yaitu Ratu Pramudhawardhani (J.G. de Casparis, 1950).

Dalam prasasati tersebut juga disebutkan mengenai *sima* (tanah bebas pajak) oleh Crikahuluan (Pramudawardhani) untuk memelihara Kamulan (asal muasal) yang disebut *Bhumisambhara* (bukit). Dari prasasti tersebut sejarawan Casparis beranggapan bahwa Bhumi

Sambhara Bhudara adalah nama asli dari candi Borbudur yang berarti "Bukit himpunan kebajikan sepuluh tingkatan Boddhisattwa" (Soekmono, 1976).

2.1.2 Relief Candi Borobudur

Relief adalah suatu seni pahatan atau ukiran tiga dimensi (3D) pada media batu. Relief biasanya terdapat pada bangunan candi, monumen, atau prasasti. Ukiran atau pahatan pada relief memiliki arti yang mendalam karena pada relief terukir dengan indah cerita sejarah masa lampau yang berisi ajaran berharga atau filosofi nenek moyang untuk menjadi pelajaran generasi berikutnya. Bidang relief seluruhnya ada 1460 panel yang jika diukur memanjang akan mencapai 2.500m (Soekanto, 1983). Jenis relief dibagi menjadi dua macam, yaitu:

a. Relief hiasan, yatiu gambar yang hanya sebagai hiasan untuk pengisi bidang.

b. Relief cerita, yaitu relief yang menggambarkan cerita-cerita dari suatu teks dan naskah.

Relief pada candi Borobudur yang menggambarkan cerita diantaranya:

i. Karmawibangga, terdiri dari 160 panel, dipahatkan pada kaki candi Borobudur yang sekarang sudah ditutup dengan penambahan kaki pada candi Borobudur. Relief Karmawibangga memuat cerita tentang hukum karma atau hukum sebab akibat. Relief Karmawibangga menceritakan tentang perbuatan tercela manusia dan juga hukuman yang akan diperolehnya. Relief Karmawibangga juga menceritakan perbuatan baik manusia dan pahala yang akan diterimanya.

ii. Lalitawistara, terdiri dari 120 panel, dipahatkan pada lorong I bagian atas. Relief Lalitavistara menceritakan tentang riwayat Buddha Gautama namun bukan riwayat lengkap hanya potongan-potongan cerita yang dapat dipelajari. Relief Lalitavistara menceritakan lahirnya Buddha dari surga Tusita dan berakhir dengan wejangan pertama di Taman Rusa dekat kota Banaras.

iii. Jataka dan Awadana, terletak pada lorong I bagian bawah sejumlah 500 panel dan 120 panel pada bagian atas. Seratus panel lanjutan Jataka-Awadana terletak pada pagar langkan lorong II, sehingga total relief Jataka-Awadana adalah 720 panel. Relief Jataka dan Awadana menceritakan kehidupan Buddha di masa lalu sebelum dilahirkan sebagai seorang manusia yang bernama Siddharta Ghautama. Jataka adalah cerita tentang sang Boddhisattva yang mengalamai kelahiran berulang kali dalam berbagai wujudnya untuk membantu manusia mencapai jalan kebuddhaan. Dalam kisah-kisah itu sang Boddhisattva baik sebagai manusia maupun hewan selalu mencontohkan kebenaran dan ajaran tentang Dharma. Sedangkan Awadana adalah kisah kepahlawanan.

Awadana mirip dengan cerita Jataka, namun tokoh utamanya bukanlah Buddha, melainkan tokoh lain atau hewan biasa yang bukan jelmaan Boddhisattva.

iv. Gandawyuha dan Bhadraceri, terdiri dari 460 panel yang dipahatkan pada dinding lorong II dan III, pagar langkan III dan IV sedangkan Bhadraceri dipahat di dinding lorong IV. Relief Gandawyuha dan Bhadraceri menceritakan tentang Sudhana yang berkelana tanpa mengenal lelah dalam usahanya mencari pengetahuan tertinggi tentang kebenaran sejati. Penggambarannya dalam 460 panel didasarkan pada kitab suci Budha Mahayana yang berjudul Gandawyuha dengan bagian penutupnya berdasarkan kitab lainnya yaitu Bhadraceri.

2.2 Relief Jataka

Jetaka adalah sebuah kumpulan cerita tentang kehidupan sang Buddha ketika masih berwujud hewan, sebelum sang Budhha menitis menjadi Siddharta Gautama. Cerita-cerita ini berjumlah kurang lebih ada 574 dan aslinya ditulis dalam bahasa Pali. Satu cerita terdiri dari tiga sampai empat panel. Cerita yang dikisahkan dalam setiap relief Jataka adalah cerita fabel.

Relif Jataka di candi Borobudur ditempatkan di lorong yang berbeda-beda namum dalam tingkatan yang sama. Relief Jataka terletak pada lorong I bagian bawah sejumlah 500 panel dan 120 panel pada bagian atas. Seratus panel lanjutan Jataka-Awadana terletak pagar langkan lorong II, sehingga total relief Jataka-Awadana adalah 720 panel. Jataka adalah cerita Sang Buddha sebelum dilahirkan sebagai Pangeran Siddharta. Isi pokoknya merupakan penonjolan perbuatan baik yang membedakan Sang Bodhisattwa dari makhluk lain.

2.2.1 Gajah dan Para Tawanan

Gajah dan Para Tawanan merupakan salah satu cerita relief Jataka yang terdiri dari tiga panel relief. Panel-panel tersebut terletak pada lorong I bagian selatan. Cerita ini bercerita tentang penjelmaan sang Buddha yang menyamar menjadi seekor gajah yang sedang berjalan di sebuah gurun pasir. Pada panel pertama cerita berupa seekor gajah yang sedang berjalan di gurun pasir dan bertemu dengan sekelompok para tawanan yang sedang kelaparan. Kemudian ketua dari para tawanan tersebut bertanya kepada seekor gajah “Gajah di manakah aku bisa menemukan makanan, kami sudah beberapa hari ini tidak menjumpai makanan”, sang gajah pun menjawab “Jalanlah terus, di sana ada sebuah jurang, di bawah jurang tersebut ada seekor gajah yang mati dan kamu bisa mengambil dagingnya untuk dimakan”.

Kemudian panel kedua bercerita tentang para tawanan yang sedang berjalan dan berlari menuju sebuah jurang untuk mendapatkan makanan, sambil menahan rasa lapar. Pada panel ketiga bercerita tentang seekor gajah yang berlari pada waktu bersamaan melewati jalan pintas menuju jurang tersebut. Sesampai di jurang gajah pun melompat ke jurang dan gajah pun mati. Para tawanan memakan daging gajah yang ditemui pada saat berjalan di gurun pasir. Mereka kemudian memotong-motong daging gajah dan memakannya. Tak lupa mereka pun menyimpan air menggunakan usus gajah. Para tawanan melanjutkan kembali perjalanan. Tubuh mereka telah kembali segar dan kuat. Mereka tidak sama sekali tahu bahwa bangkai gajah yang mereka makan adalah gajah yang mereka temui di perjalanan.

2.2.2 Kerbau Dan Kera yang Nakal

Kerbau dan Kera yang Nakal merupakan cerita relief Jataka yang terdiri dari empat panel relief. Panel-panel tersebut terletak pada sisi selatan, lorong I, pagar langkan bagian atas. Pada panel pertama bercerita tentang seekor kerbau dan seekor kera di sebuah hutan. Setiap hari mereka selalu bersama-sama. Akan tetapi kera ini sangat nakal. Setiap hari kerjanya hanya menggangu dan menggoda sang kerbau. Saat kerbau tidur, si kera menaiki punggung sambil menarik-narik kupingya. Saat kerbau minum di sungai, si kera senang menarik-narik ekornya.

Yaksa merupakan pemeran utama. Yaksa adalah penjelmaan dewa dalam agama Buddha. Yaksa ini memiliki kekuatan yang akan membantu sang kerbau. Kemudian pada panel kedua sang Yaksa datang dan bertanya kepada kerbau " Hai kerbau kenapa kamu tidak membalas kelakuan si kera yang nakal". Kerbau pun menjawab "Yaksa, kera kecil ini adalah sahabatku. Meski ia nakal aku harus melindunginya karena ia binatang yang lebih lemah", lalu Yaksa pun menurunkan kera dari punggung kerbau. Panel ketiga bercerita tentang kera yang selalu nakal terhadap sang kerbau. Saat kerbau sedang makan rumput sang kera menusuk hidung dan telinga sang kerbau, tetapi meski selalu diganggu sang kerbau tetap sabar dan tidak pernah membalas ataupun marah kepada kera. Pada panel keempat bercerita tentang seorang Yaksa yang kagum terhadap sikap sang kerbau. Yaksa pun memberi hadiah kepada sang kerbau sebuah mantra. Mantra yang akan menjaga keselamatan sang kerbau dari segala bahaya dan bencana yang mengancam.

2.3 Blender

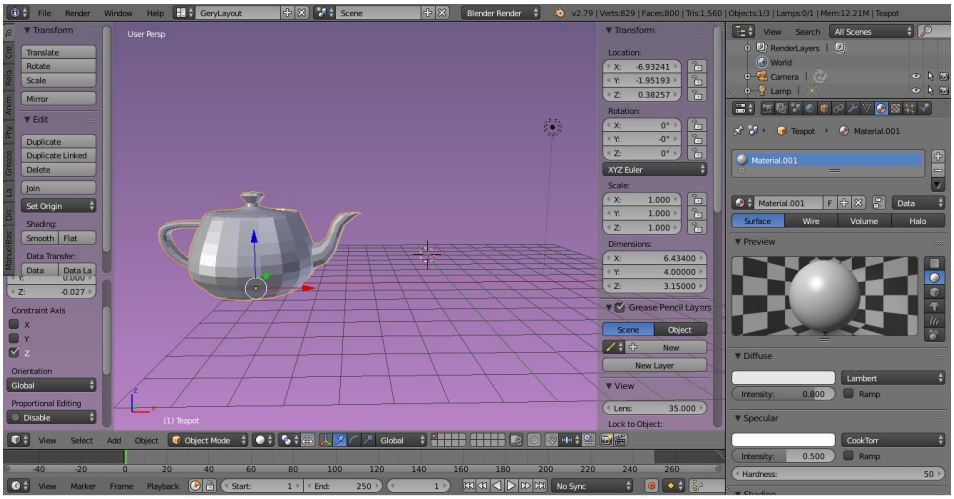
Blender adalah program 3D dan animasi yang bersifat *open source,* bebas untuk dikembangkan oleh penggunanya dan dapat didistribusikan kembali yang bersifat legal. Blender memiliki *vidio compositor* dan *intergrated game engine*. Karya yang dihasilkan tidak

ada sifat *royal* kepada *developer* dan dapat dipublikasikan baik *free* maupun untuk dikomersilkan. Blender merupakan salah satu program *Modeling* 3D dan *Animation*, tapi Blender mempunyai kelebihan sendiri dibandingkan program *modeling* 3D lainnya. Kelebihan yang dimiliki Blender adalah dapat membuat *game* tanpa menggunakan program tambahan lainnya, karena Blender sudah memiliki *Game Engine* sendiri dan menggunakan Python sebagai bahasa pemograman yang lebih mudah ketimbang menggunakan C++,C, dll.

Seperti *software* lainnya (3ds Max, Maya, dsb), pada dasarnya Blender pun memiliki fitur-fitur yang serupa. Adapun beberapa fitur dasar untuk editor pemodelan 3D antara lain :

a. *Modelling* 3D

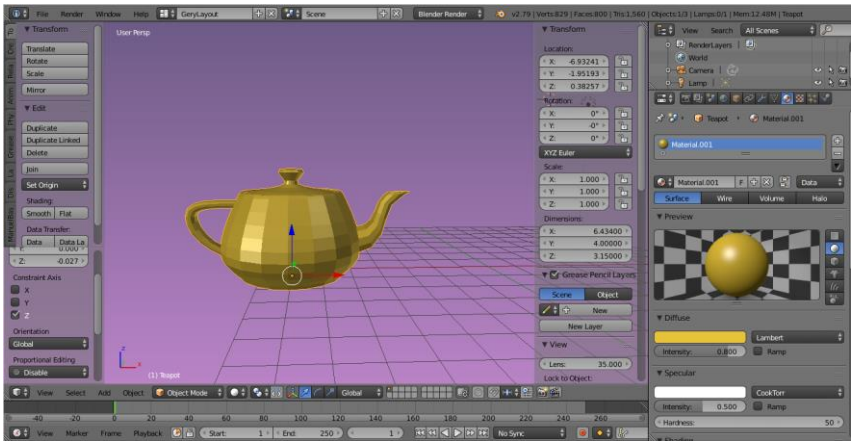
Modeling adalah suatu proses pembentukkan model yang ingin diciptakan. *Modeling* 3D merupakan tahap awal dari suatu rangkaian proses pembuatan *image* atau animasi 3D sebelum masuk ke tahap-tahap selanjutnya (Aditya, 2007). Berikut contoh *modelling* objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.1 *Modelling* Objek 3D Teko..



Gambar 2.1 *Modelling* Objek 3D Teko.

b. Material dan *Texturing*

Material dan *texturing* adalah tahap pemberian tekstur dan sifat bahan terhadap objek 3D *modeling* yang telah dibuat. Proses material dan *texturing* memegang peranan penting dalam membuat suatu objek 3D tampak nyata (Aditya, 2007). Berikut contoh material dan *texturing* objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.2 Material dan *Texturing* Objek 3D Teko.



Gambar 2.2 Material dan *Texturing* Objek 3D Teko.

c. *Lighting*

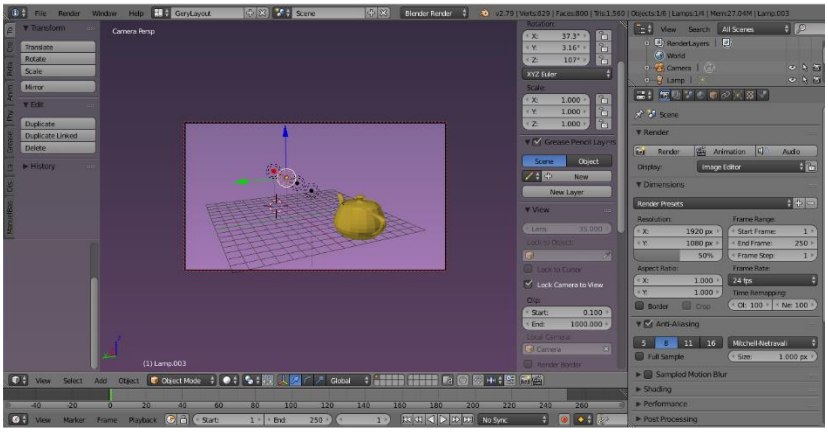
Lighting adalah tahap pemberian cahaya untuk objek 3D yang telah dibuat. Dengan memberikan *lighting* (pencahayaan), maka objek 3D yang telah dibuat akan terlihat lebih nyata dan realistik. Tanpa pencahayaan, objek 3D akan tampak seperti "melayang" atau tidak menyentuh permukaan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya bayangan, sehingga objek 3D terlihat kaku dan tidak mempunyai kedalaman dimensinya (Aditya, 2007). Berikut contoh *lighting* objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.3 *Lighting* Objek 3D Teko.



Gambar 2.3 *Lighting* Objek 3D Teko.

d. Kamera

Pada aplikasi Blender, *tool* kamera diguakan untuk memberikan pandangan dari objek 3D yang telah dibuat. Pada *tool* kamera, kamera dapat digerakkan atau dianimasikan sesuai dengan keinginan pembuat animasi (Aditya, 2007). Berikut contoh kamera objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.4 Kamera Objek 3D Teko.



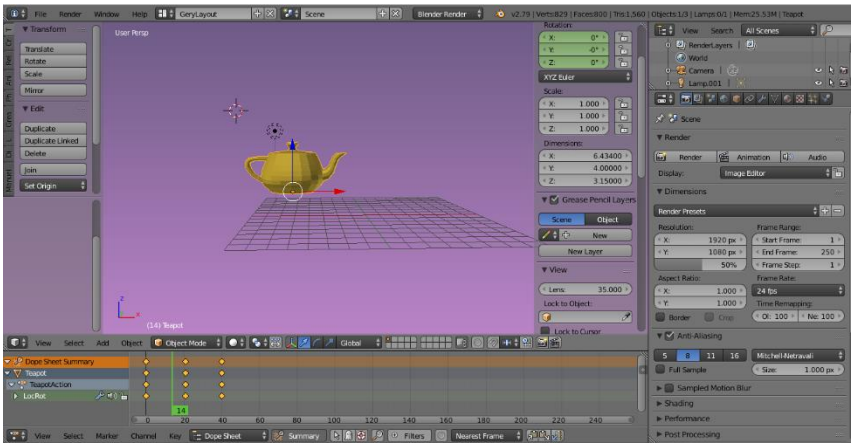
Gambar 2.4 Kamera Objek 3D Teko.

e. Animasi

Setiap komponen objek, dan tekstur, dalam scene dapat dianimasikan. Untuk membuat animasi 3D yang halus, pada Blender sendiri tersedia fitur-fitur tambahan yang harus dipelajari terlebih dahulu. Adapun dasar-dasar yang dimaksudkan antara lain:

- *Keyframing*

  keyframing adalah penggerakan animasi secara manual dengan menetukan setiap detik penggerakannya. Seperti pada detik pertama objek 3D teko berada di kiri bawah, kemudian pada detik ke-20 objek 3D teko berada di atas, lalu pada detik ke-40 objek 3D teko berada di bawah. Berikut contoh tampilan *keyframing* objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.5 *Keyframing* Objek 3D Teko.



Gambar 2.5 *Keyframing* Objek 3D Teko.

- *Animation curves*

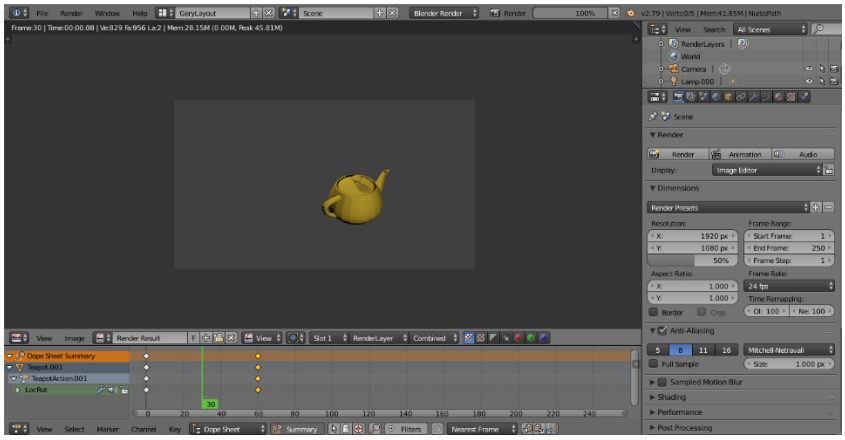
  Animation curves adalah penggerakan animasi yang mengikuti arah kurva *(curves).* Seperti pembuatan kurva yang melengkung maka penggerakan objek 3D teko mengikuti arah kurva. Berikut contoh tampilan *animation curves* objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.6 *Animation curves* Objek 3D Teko.



Gambar 2.6 *Animation curves* Objek 3D Teko.

f. *Rendering*

Rendering adalah proses pengkalkulasian akhir dari keseluruhan proses dalam pembuatan gambar atau animasi 3D. Rendering akan mengkalkulasikan seluruh elemen material, pencahayaan, dan lainnya sehingga akan menghasilkan *output* gambar atau animasi yang realistik (Aditya, 2007). Berikut contoh tampilan *rendering* objek 3D teko ditunjukkan pada Gambar 2.7 *Rendering* Objek 3D Teko.



Gambar 2.7 *Rendering* Objek 3D Teko.

2.4 *Augmeted Reality*

Augmented Reality (AR) adalah istilah untuk lingkungan yang menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual yang dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis. Dengan teknologi AR, lingkungan nyata di sekitar akan dapat berinteraksi dalam bentuk digital (virtual). Informasi tentang objek dan lingkungan sekitar dapat ditambahkan ke dalam sistem AR yang kemudian akan ditampilkan pada layar dunia nyata secara *real-time* seolah-olah informasi tersebut nyata. AR memiliki banyak potensi di dalam industri dan penelitian akademis (Candra, 2014).

AR merupakan sebuah teknologi yang menggabungkan benda maya baik 2D maupun 3D ke dalam lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (Roedavan, 2014). *Augmented Reality* adalah penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata (Azuma, 1997).

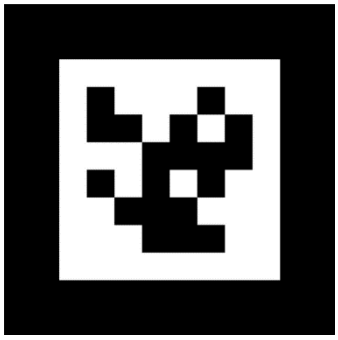
Tujuan dari AR adalah mengambil dunia nyata sebagai dasar dengan menggabungkan beberapa teknologi virtual dan menambahkan data konstektual agar pemahaman manusia sebagai penggunanya menjadi semakin jelas. Data konstektual ini dapat berupa komentar audio, data lokasi, konteks sejarah, atau dalam bentuk lainnya. Pada saat ini, AR telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti kedokteran, militer, manufaktur, hiburan, museum, pendidikan, dan lain-lain (Rahmat, 2011). Dalam pembuatan AR beberapa komponen penting yang diperlukan dalam pembuatan dan pengembangan aplikasi AR adalah sebagai berikut:

a. Komputer atau Laptop

   Komputer atau Laptop berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk mengendalikan semua proses yang akan terjadi dalam sebuah aplikasi. Penggunaan komputer ini disesuaikan dengan kondisi dari aplikasi yang akan digunakan. Kemudian untuk output aplikasi akan ditampilkan melalui layar monitor maupun layar pada ponsel

b. *Marker Based Tracking*

   Marker Based Tracking biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi marker dan menciptakan dunia virtual 3D yaitu titik (0,0,0) dan tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an. Pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan *Augmented Reality*. Berikut rancangan untuk metode *marker based tracking* pada Gambar 2.8 *Marker*.



Gambar 2.8 *Marker*

Kemudian setelah mendapatkan *marker* lalu melakukan proses scan marker menggunakan kamera untuk melalukan pendeteksian marker susai dengan marker yang didapat akan memunculkan gambar 3D seperti Gambar 2.9 Rumah 3D.



Gambar 2.9 Rumah 3D

c. *Markless Augmented Reality*

Markerless Augmented Reality, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *marker* untuk menampilkan elemen-elemen digital. Dengan *tool* yang disediakan Qualcomm untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis *mobile device*, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi dengan metode *markerless* (Qualcomm, 2012). Seperti yang saat ini dikembangkan oleh perusahaan *Augmented Reality* terbesar di dunia Total Immersion dan Qualcomm, mereka telah membuat berbagai macam teknik *Markerless Tracking* sebagai teknologi andalan mereka, *seperti Face Tracking*, 3D *Object Tracking*, dan *Motion Tracking*.

d. *Vuforia*

Vuforia Qualcomm merupakan *library* yang digunakan sebagai pendukung adanya *Augmented reality* pada Android. Vuforia menganalisa gambar dengan menggunakan pendeteksi *marker* dan menghasilkan informasi 3D dari *marker* yang sudah dideteksi via

API. Programmer juga dapat menggunakannya untuk membangun objek 3D virtual pada kamera.

2.5 Unity 3D

Unity adalah sebuah bentuk teknologi terbaru yang meringankan dan memudahkan *game develop* dalam membuat *game*. Selain untuk membuat *game*, *unity* 3D juga dapat digunakan untuk membuat konten yang interaktif lainya seperti, visual arsitektur dan *real-time* 3D animasi (Yulianto, 2012).

Unity menjadikan proses produksi *game* menjadi lebih mudah dan sederhana dengan memberikan himpunan dari langkah-langkah logika untuk membangun sebuah *game scenario* yang menarik (Goldstone, 2009 : 14).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab III Metodologi Penelitian terdiri dari *Analysis* dan *Design* sedangkan proses *Development, Implementation*, dan *Evaluation* akan ditampilkan pada Bab IV Hasil dan Pembahasan.

3.1 Analisys (Analisis)

3.1.1 Studi Pustaka

Studi pustaka adalah teknik pengumpulan data atau informasi bermacam-macam meterial yang terdapat di ruang kepustakaan, seperti koran, buku-buku, majalah, naskah, dokumen dan sebagainya yang relevan dengan penelitian (Koentjaraningrat, 1983 : 420). Berdasarkan pengertian tersebut maka penelitian ini menggunakan bermacam-macam material yang terdapat di ruang kepustakaan seperti peninggalan atau artefak candi Borobudur, dokumen-dokumen mengenai sejarah candi Borobudur, arsip, dan sebagainya yang relevan dengan penelitian. Pada candi Borobudur terdapat relief candi, relief adalah pahatan 2D atau 3D yang dibatasi dengan panel atau bingkai yang terdapat pada setiap dinding candi. Ada banyak sekali cerita relief akan tetapi ada empat cerita relief yang menarik yaitu, relief Karmawibangga, Lalitavistara, Jataka, Gandawyudha.

3.1.2 Wawancara

Wawancara dapat dipakai sebagai cara pengumpulan data dengan jalan tanya jawab sepihak yang dikerjakan dengan sistematis dan berlandasan kepada tujuan penelitian (Soegijino, 1993). Berdasarkan pengertian tersebut maka peneliti melakukan wawancara dengan cara menayakan kepada arkeolog Balai konservasi dan pengunjung candi Borobudur dan mengenai relief candi serta kebutuhan aplikasi yang dapat membantu balai konsevasi candi Borobudur. Peneliti sebagai pewawancara dan Bapak Yudi Suhartono, M.A selaku arkeolog sebagai responden. Wawancara tersebut menayakan mengenai cerita relief, mulai dari sejarah dan perkembangannya. Pada proses wawancara diketahui sangat sedikit pengunjung candi Borobudur yang tertarik melihat relief candi dan mengetahui informasi yang terkandung pada setiap relief. Informasi mengenai relief candi Borobudur terdapat pada ruang informasi, dan perpustakaan yang letaknya jauh dari candi Borobudur.

Kemudian peneliti menanyakan relief-relief apa saja yang terdapat pada candi Borobudur, banyak relief-relief yang terdapat pada candi Borobudur, akan tetapi hanya empat

relief yang terkenal pada candi Borobudur, yaitu relief Karmawibangga, relief Lalitavisata, relief Jataka, dan relief Gandawyudha. Setiap relief mempunyai cerita yang berbeda beda, pada relief Jataka mencerikan tentang penonjolan perbuatan baik yang membedakan Sang Bodhisattwa dari makhluk lainnya. Relief Jataka pada candi Borobudur adalah cerita yang menarik untuk diketahui setiap pengunjung yang datang, akan tetapi sangat minim informasi yang ada pada candi. Berdasarkan wawancara mengenai relief-relief candi Borobudur, pewawancara atau Bapak Yudi Suhartono, M.A menyarankan bagaimana membuat aplikasi mobile yang dapat membantu balai konservasi dalam menyampaikan cerita relief Jataka kepada setiap pengunjung.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan proses wawancara dengan lima pengunjung candi Borobudur. Pertanyaan yang diajukan adalah mengenai aktivitas pengunjung di lingkungan candi Borobudur dan pengetahuan tentang relief Jataka. Didapatkan hasil bahwa empat dari lima pengunjung datang ke candi Borobudur hanya untuk berjalan-jalan dan melihat bangunan candi Borobudur. Selain itu lima pengunjung mengetaui adanya relief candi Borobudur akan tetapi pengunjung tidak mengetahui informasi yang terkandung mengenai relief tersebut. Oleh karena itu peneliti ingin membuat sebuah aplikasi Android mengenai animasi 3D khususnya cerita relief Jataka untuk menambahkan minat pengunjung dalam mengetahui informasi relief Jataka candi Borobudur.

3.1.3 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dalam pembuatan aplikasi berbasis *Augmented Reality* untuk mempermudah menyampaikan cerita relief khususnya pada relief Jataka, meliputi :

a. Aplikasi dapat memvisualisasikan cerita dari relief Jataka berbentuk 3D
b. Aplikasi dapat memberikan informasi berupa audio dan animasi kepada pengunjung.

3.1.4 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional terdiri dari *software* (perangkat lunak), *hardware* (perangkat keras), dan *brainware* (sumber daya manusia).

a. *Software* (perangkat lunak)

Perangkat lunak yang digunakan pada pengembangan aplikasi berbasis *Augmented Reality* untuk mendukung pembuatan aplikasi animasi cerita relief Jataka adalah sebagai berikut :

- Microsoft *Windows* 8.1 *Pro* sebagai sistem operasi.
- Unity3D 2017.1.3f1 sebagai *game engine* untuk membuat aplikasi.

- Blender 2.79 untuk membuat objek 3D dan animasi.
- Adobe Illustrator CS6 untuk membuat *texture*.

b. *Hardware* (perangkat keras)

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk melakukan proses *modeling* 3D, animasi, *rendering*, dan pengujian dalam pembuatan aplikasi berbasis *Augmented Reality* untuk mendukung pembuatan aplikasi animasi cerita relief Jataka memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Processor : Intel(R) Core(TM) i5-2410M CPU @2.30GHz (4 CPUs)
- Motherboard : DELL inc Inspiron N4050
- Graphic Card : Intel(R) HD Graphics 3000
- RAM : 8 GB
- Hardisk : 500 GB
- *Keyboard* dan *mouse* standar.

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi menggunakan smartphone Xiaomi Redmi 4x dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Processor : Qualcom Snapdragon 435
- GPU : Octa-Core Cortex-A53
- RAM : 3 GB
- Internal Storage : 64 GB
- Ratio : 16 : 9

c. *Brainware* (sumber daya manusia)

Sumber daya manusia dalam analisa kebutuhan sistem meliputi :

- Pembuat aplikasi berbasis *Augmented Reality* untuk mendukung penyampaian relief-relief yang ada pada candi Borobudur khususnya relief Jataka.
- arkeolog, sebagai pengoreksi animasi yang ada dalam aplikasi agar sesuai dengan cerita aslinya pada buku sejarah adalah pihak Balai konservasi candi Borobudur.
- Pengguna, aplikasi ini akan digunakan oleh pengunjung candi Borobudur.

3.1.5 Cerita Relief Jataka

Cerita relief Jataka pada aplikasi ini disesuaikan dengan hasil wawancara dengan Bapak Yudi Suhartono, M.A selaku arkeolog balai konsevasi candi Borobudur dan buku sejarah relief yang teradapat pada perpustakaan balai konservasi Borobudur (Sutopo. M, 2015). Adapun tabel cerita ditunjukan pada Tabel 3.1 Cerita Relief Jataka.

Tabel 3.1 Cerita Relief Jataka

No	Judul Cerita	Panel	Objek	Cerita
1	Gajah dan Para Tawanan	1.	1. Gajah 2. Tawanan 3. Padang Pasir 4. Batu 5. Pohon	Pada suatu hari di padang pasir berjalan sekelompok Para Tawanan yang sedang kelaparan, kemudian bertemu dengan seekor gajah dan bertanya kepada gajah tersebut "Gajah dimanakah kami bisa mendapatkan makanan, kami lapar, kami belum makan beberapa hari ini". Kemudian gajah pun menjawab "di sana ada sebuah jurang, di bawah jurang tersebut ada seekor gajah yang mati dan kamu bisa mengambil dagingnya untuk dimakan".
		2.	1. Para tawanan 2. Padang pasir 3. Batu 4. Pohon	Para tawanan pun berjalan dan berlari menuju jurang tersebut untuk mendapatkan makanan, sambil menahan rasa lapar.
		3.	1. Gajah 2. Para tawanan 3. Padang pasir 4. Api unggun	Seiring Para tawanan berjalan, sang gajah memutar balik dan berlari melewati jalan pintas menuju jurang tersebut, sesampai di jurang gajah pun melompat ke jurang dan gajah pun mati. Para tawanan memakan daging gajah yang ditemui pada saat berjalan di gurun pasir. Mereka kemudian memotong-motong daging gajah dan memakannya. Tak lupa mereka pun menyimpan air menggunakan usus gajah. Para tawanan melanjutkan kembali perjalanan. Tubuh mereka telah kembali segar dan kuat. Mereka

				tidak sama sekali tahu bahwa bangkai gajah yang mereka makan adalah gajah yang mereka temui di perjalanan.
2.	Kerbau dan Kera yang nakal	1.	1. Kerbau 2. Kera 3. Hutan	Pada Suatu hari di sebuah hutan, hiduplah seekor kerbau yang tinggal bersama sahabatnya kera. Setiap hari mereka selalu bersama-sama. Akan tetapi kera ini sangat nakal. Setiap hari kerjanya hanya menggangu dan menggoda sang kerbau dengan menarik-narik telinga dan tanduk sang kerbau.
		2.	1. Kerbau 2. Kera 3. Yaksa 4. Hutan	Kera tersebut sangat suka melompat ke atas badan kerbau dan menarik narik telinga dan tanduk sang kerbau, sehinga datang seeorang Yaksa dan bertanya kepada sang kerbau “hei kerbau, kera itu sangat nakal kepadamu, kenapa kamu tidak membalas perbuatan kera tersebut?” sang kerbaupun menjawab “kera ini memang nakal, akan tetapi dia adalah sahabatku, dia adalah makhluk yang lemah, dan aku harus menjaga dia”.
		3.	1. Kerbau 2. Kera 3. Hutan 4. Batu	Sang kera terus menerus menggangu sang kerbau, dan kemudian dia menaiki badan sang kerbau dan terus mengganggu sang kerbau dengan menarik-narik telinga dan tanduk kerbau.
		4.	1. Kerbau 2. Yaksa	Melihat sang kerbau yang memiliki hati mulia,Yaksa menganugerahi sang

			3. Hutan	kerbau sebuah mantra. Yang akan menjaga keselamatan sang kerbau dari segala bahaya dan bencana yang mengancam.

3.2 Desain

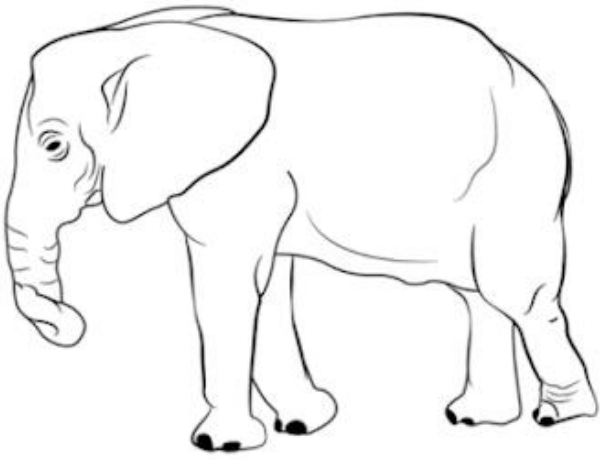
Pembuatan model objek 3D minimal terdapat beberapa objek yang telah dideskripsikan pada Tabel 3.1, kemudian membuat animasi cerita sehingga objek tersebut tampak bercerita seperti asliya.

3.2.1 *Modelling* 3D

Proses *modelling* objek 3D membutuhkan perancangan yang dibagi dalam beberapa tahapan untuk pembentukannya. Seperti objek apa yang ingin dibentuk sebagai objek dasar, metode *Modelling* 3D, Material dan *Texturing, Lighting* dan Animasi gerakan objek sesuai dengan urutan proses yang akan dilakukan. Beberapa objek yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi animasi relief Jataka yaitu :

1. Gajah

   Gambar 3.1 merupakan objek gajah yang terdapat pada cerita gajah dan para tawanan. Gajah ini memiliki warna abu-abu gelap, dan ukuran gajah ini besar menyerupai gajah dewasa

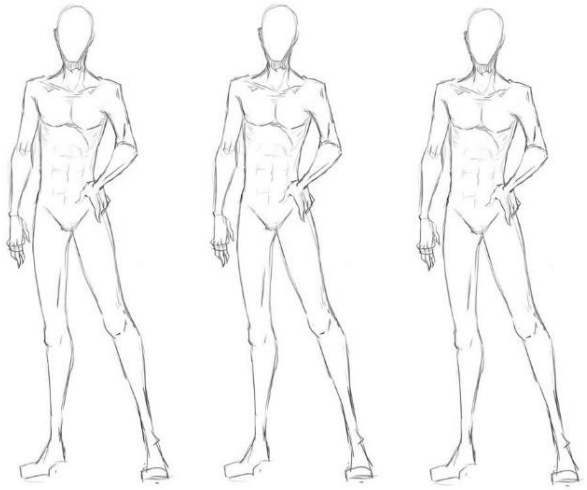


Gambar 3.1 Objek gajah.

2. Tawanan

   Gambar 3.2 merupakan objek para tawanan yang terdapat pada cerita Gajah dan Para Tawanan. Objek para tawanan terdiri dari laki-laki dan perempuan. Pada tawanan laki-laki

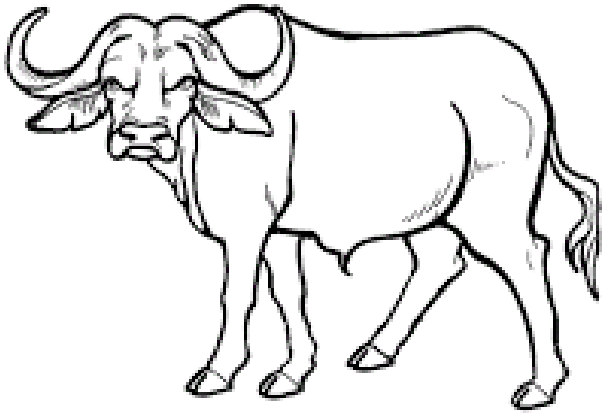
menggunakan sarung yang di pasang dari pinggang hingga lutut dan memakai perhiasan seperti kalung, gelang tangan, dan gelang kaki. Pada tawanan perempuan menggunakan sarung yang di pasang di atas dada hingga lutut dan memakai perhiasan seperti kalung, gelang tangan, dan gelang kaki.



Gambar 3.2 Objek para tawanan

3. Kerbau

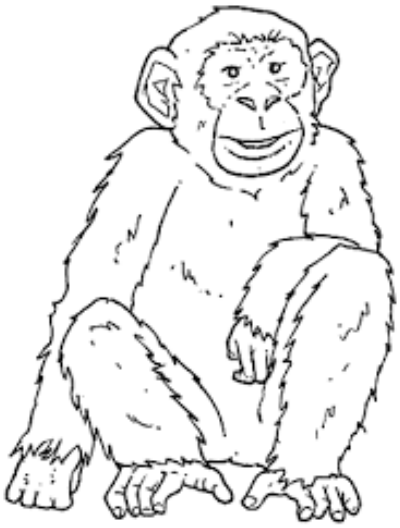
   Gambar 3.3 merupakan objek kerbau yang terdapat pada cerita Kerbau dan Kera Nakal. Kerbau memiliki warna abu-abu gelap, dan berukuran kerbau dewasa.



Gambar 3.3 Objek Kerbau

4. Kera

   Gambar 3.4 merupakan objek kera yang terdapat pada cerita Kerbau dan Kera Nakal. Kera ini memiliki warna abu-abu kecoklatan.



Gambar 3.4 Objek Kera

5. Yaksa

   Gambar 3.5 merupakan objek Yaksa yang terdapat pada cerita Kerbau dan Kera Nakal. Yaksa ini memakai pakaian sarung dari pinggang hingga lutut, memakai kalung dan memakai perhiasan pada kepala, tangan dan kaki.



Gambar 3.5 Objek Yaksa

6. Pohon

   Gambar 3.6 merupakan objek pohon yang terdapat pada cerita Gajah dan Para Tawanan serta cerita Kerbau dan Kera Nakal. Objek pohon merupakan objek tambahan yang

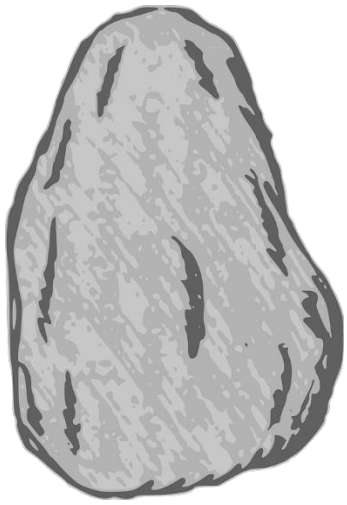
memperlihatkan suatu keadaan. Pada cerita Gajah dan Para Tawanan pohon yang digunakan adalah pohon pada padang pasir serta pada cerita Kerbau dan Kera Nakal pohon digunakan sebagai objek hutan.



Gambar 3.6 Objek Pohon

7. Batu

   Gambar 3.7 merupakan objek batu yang terdapat pada cerita Gajah dan Para Tawanan serta cerita Kerbau dan Kera Nakal. Objek batu merupakan objek tambahan yang ada pada setiap cerita.



Gambar 3.7 Objek Batu

8. Api unggun

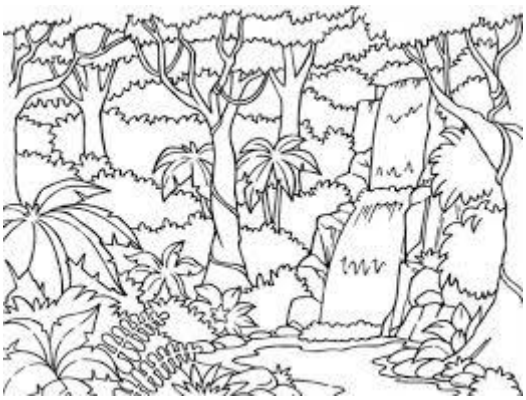
   Gambar 3.8 merupakan objek api unggun yang terdapat pada ceria Gajah dan Para Tawanan.



Gambar 3.8 Objek api unggun

9. Hutan

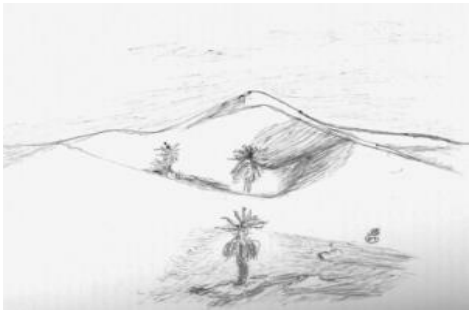
   Gambar 3.9 merupakan objek hutan yang terdapat pada ceria Kerbau dan Kera Nakal. Objek hutan ini berupa gambar yang berfungsi sebagai *background* pada cerita Kerbau dan Kera Nakal.



Gambar 3.9 Objek Hutan

10. Padang pasir

    Gambar 3.10 merupakan objek padang pasir yang terdapat pada ceria Gajah dan Para Tawanan. Objek padang pasir ini berupa gambar yang berfungsi sebagai *background* pada cerita Gajah dan Para tawanan.



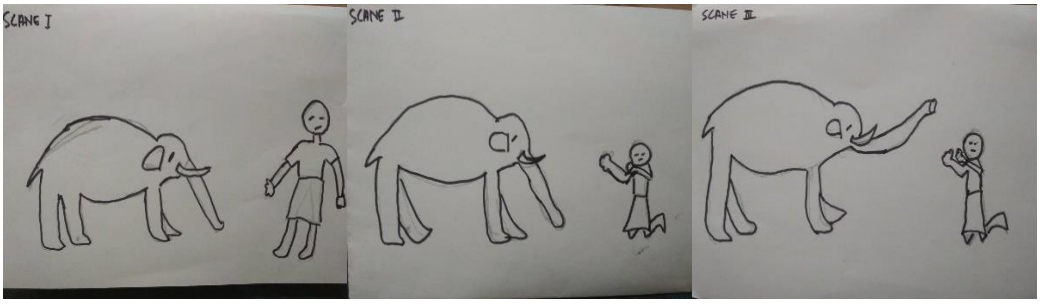
Gambar 3.10 Objek padang pasir

3.2.2 *Dubbing*

Dubbing adalah suatu proses mengisi suara pada suatu tayangan baik itu film, drama, kartun dan sejenisnya dengan karakter suara yang khas pada tokoh-tokoh film dengan menggunakan teknik vokal yang berbeda beda pula. (Muriono : 1997). Pada animasi ini juga terdapat pengisian suara yang menceritakan alur cerita, pada seriap panelnya. Pengisian suara dilakukan dengan merekam langsung suara peneliti dengan menggunakan *smartphone*, kemudian melakukan pengeditan menggunakan *Adobe Premire Pro.*

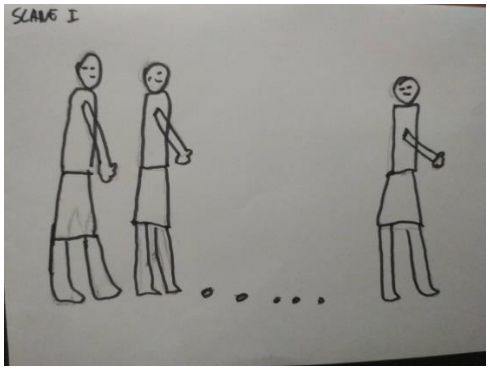
3.2.3 *Storyboard*

Sebelum aplikasi dibangun, konsep yang dibuat digambarkan pada *storyboard.* Berikut merupakan *storyboard* dari animasi cerita relief Jataka pada candi Borobudur khususnya cerita Gajah dan Para Tawanan serta cerita Kerbau dan Kera Nakal. Gambar 3.11 *Storyboard* panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan pada panel satu ini terdapat tiga *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor gajah yang sedang berjalan di padang pasir, kemudian bertemu dengan para tawanan yang sedang kelaparan. ***Scane 2***, dalam *scane* ini menampilkan cerita para tawanan yang sedang bertaya kepada seekor gajah untuk mendapatkan makanan dikarenakan mereka belum makan beberapa hari ini. ***Scane 3***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor gajah yang memberi tahu kepada paratawanan dengan menunjukkan jalan menuju jurang menggunakan gadingnya.



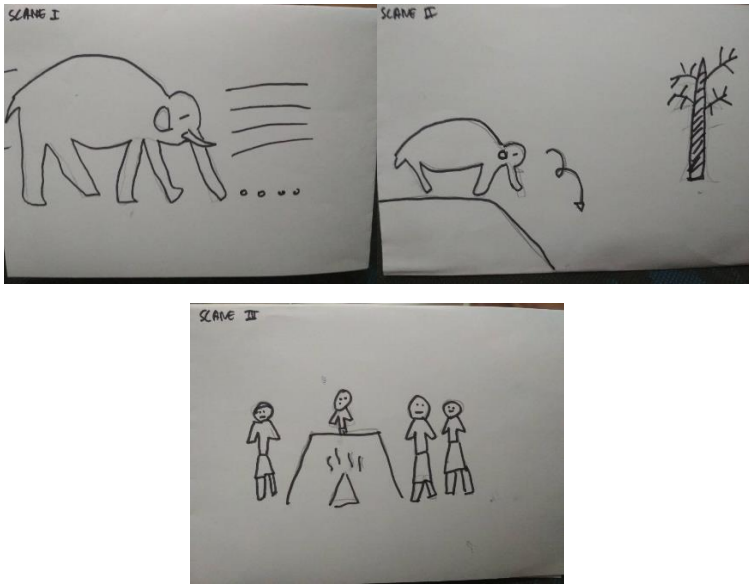
Gambar 3.11 *Storyboard* panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan.

Gambar 3.12 *Storyboard* panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan pada panel dua ini terdapat satu *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita para tawanan yang sedang berjalan menuju jurang yang dikatakan oleh seekor gajah tersebut sambil menahan rasa lapar.



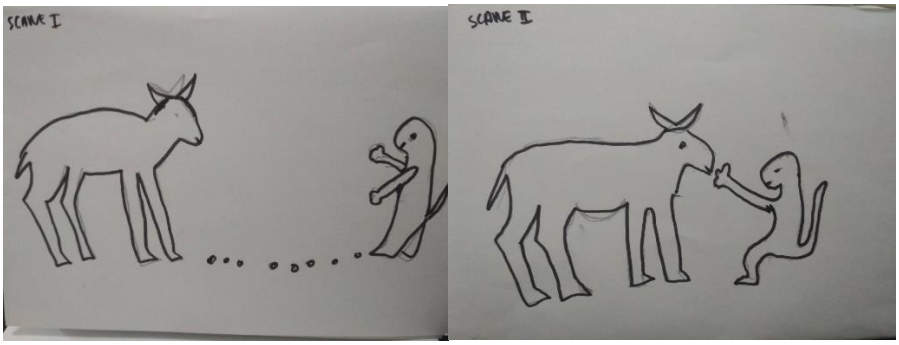
Gambar 3.12 *Storyboard* panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan.

Gambar 3.13 *Storyboard* panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan pada panel satu ini terdapat tiga *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor gajah yang memutar balik dan berlari melewatit jalan pintas untuk menuju jurang tersebut. ***Scane 2***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor gajah telah tiba di ujung jurang dan melompatkan dirinya untuk memberi makan para tawanan yang sedang kelaparan. ***Scane 3***, dalam *scane* ini menampilkan cerita para tawanan yang sedang memakan daging seekor gajah.



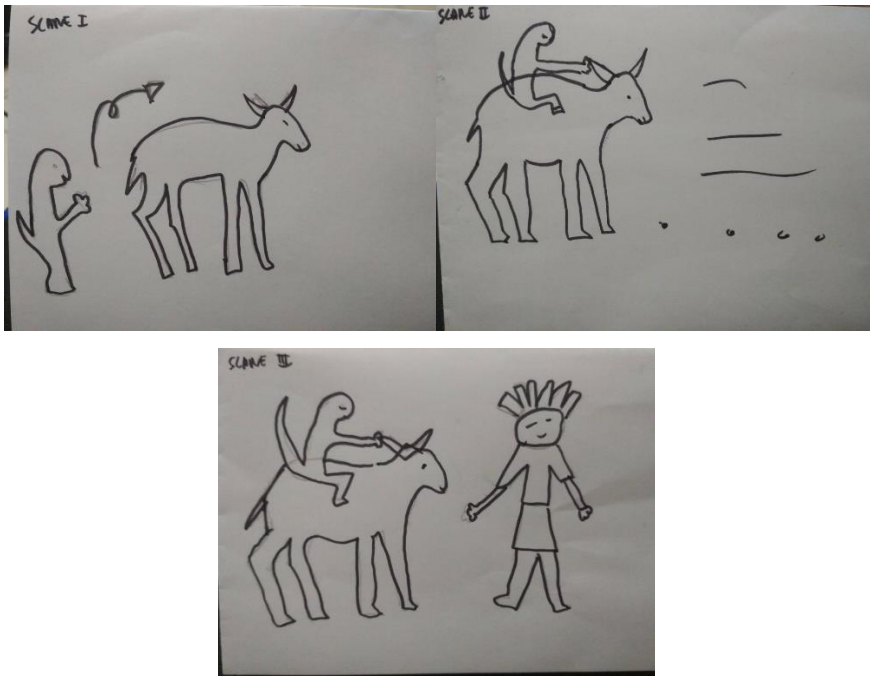
Gambar 3.13 *Storyboard* panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan.

Gambar 3.14 *Storyboard* panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal pada panel satu ini terdapat dua *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor kerbau yang hidup di sebuah hutan bersama sahabatnya seekor kera yang nakal. ***Scane 2***, dalam *scane* ini menampilkan seekor kera yang nakal sedang mengganggu sang kerbau dengan menarik-narik telinga dan tanduk kerbau.



Gambar 3.14 *Storyboard* panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal.

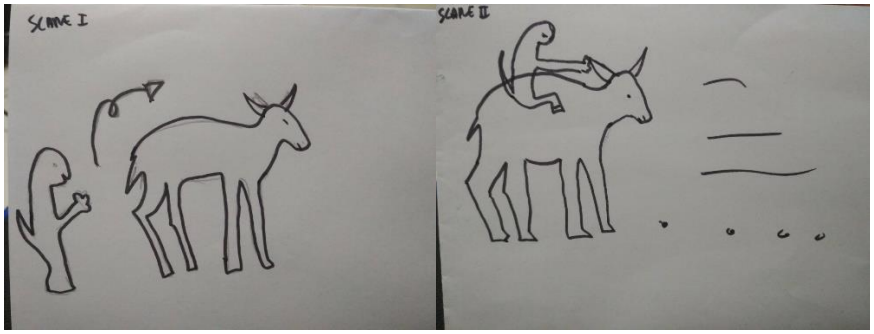
Gambar 3.15 *Storyboard* panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal pada panel satu ini terdapat tiga *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor kera yang menaiki badan sang kerbau. ***Scane 2***, dalam *scane* ini menampilkan seekor kera yang nakal sedang mengganggu sang kerbau dengan menaiki badan serta menarik-narik telinga dan tanduk kerbau. ***Scane 3***, dalam *scane* ini menampilkan datang seorang yaksa dan bertanya kepada kerbau kenapa tidak membalas perbuatan jahat sang kera. Kerbau pun menjawab, "kera ini memang nakal akan tetapi dia adalah sahabatku dan dia makhluk yang lemah aku harus menjaganya".



Gambar 3.15 *Storyboard* panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal.

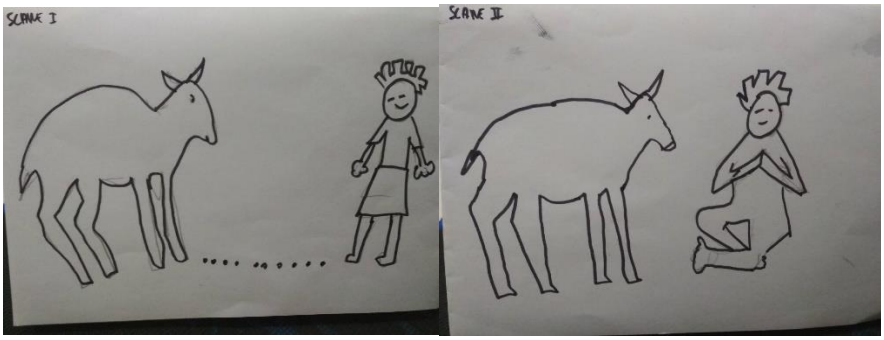
Gambar 3.16 *Storyboard* panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal pada panel satu ini terdapat dua *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita seekor kera yang menaiki badan sang kerbau. ***Scane 2***, dalam *scane* ini menampilkan seekor

kera yang nakal sangat suka mengganggu sang kerbau dengan menaiki badan serta menarik-narik telinga dan tanduk kerbau.



Gambar 3.16 *Storyboard* panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal.

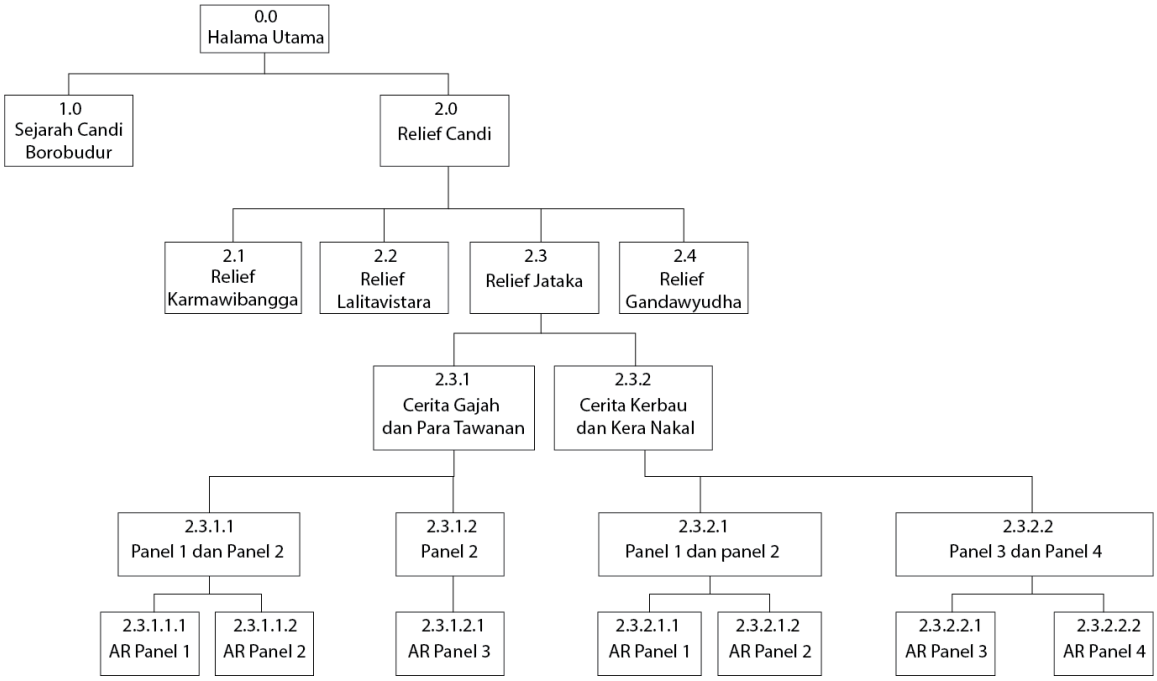
Gambar 3.17 *Storyboard* panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal pada panel satu ini terdapat tiga *scane* dalam pembuatan animasi 3D. ***Scane 1***, dalam *scane* ini menampilkan cerita melihat perbuatan baik sang kerbau kepada kera. ***Scane 2***, dalam *scane* ini menampilkan cerita sang yaksa menganugrahi sang kerbau sebuah mantra yang akan menjaga keselamatan sang kerbau dari segala bahaya dan bencana yang mengancam.



Gambar 3.17 *Storyboard* panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal.

3.2.4 *Hierarchy Input Output* (HIPO)

Hierarchy input output (HIPO) ini menjelaskan tentang bagian atau *breakdown* dari aplikasi Relief candi Borobudur. Proses ini dilakukan dengan pencarian secara manual yang diinginkan *user* kemudian akan ditampilkan sistem. Saat ini banyak digunakan sebagai alat desain dan teknik dokumentasi dalam pengembangan sistem. HIPO berbasis pada fungsi, yaitu tiap-tiap modul didalam sistem digambarkan oleh fungsi utamanya. Berikut adalah perancangan Diagram HIPO beserta masing-masing penjelasannya untuk menu utama dan submenu pada aplikasi ini ditunjukkan pada Gambar 3.18 Diagram HIPO Aplikasi



Gambar 3.18 Diagram HIPO Aplikasi.

Tabel 3.2 Penjelasan diagram HIPO menunjukkan penjelasan dari Gambar 3.18 Diagram HIPO Aplikasi pada animasi 3D cerita relief candi Borobudur.

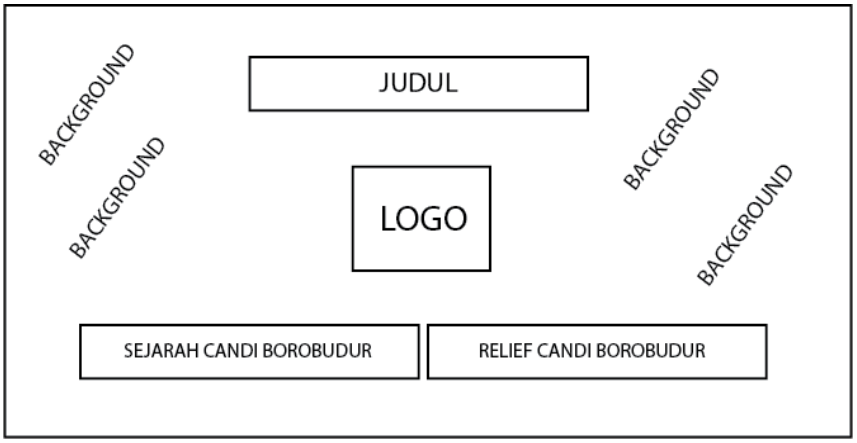
Tabel 3.2 Penjelasan diagram HIPO

0.0	Modul Halaman Utama ini merupakan halaman utama pada aplikasi, terdapat tombol yang menghubungkan kehalaman sejarah candi Borobudur dan relief candi.
1.0	Modul Halaman Sejarah Candi Borobudur ini merupakan uraian singkat mengenai sejarah candi Borobudur. Halaman ini tidak dapat ditamppilkan, dikarenakan halaman ini akan dikembangkan oleh penelitian selanjutnya.
2.0	Modul Halaman Relief Candi ini menampilkan relief apa saja yang terdapat pada candi Borobudur. Ada empat relief candi Borobudur, relief Karmawibangga, relief Lalitavistara, relief Jataka, relief Gandawyudha
2.1, 2.2, 2.4	Modul Halaman Relief Karmawibangga, Modul Halama Relief Lalitavistara, dan Modul Halaman Relief Gandawyudha halaman ini tidak dapat ditamppilkan, dikarenakan halaman ini akan di kembangkan oleh penelitian selanjutnya.
2.3	Modul Halaman Relief Jataka ini menampilkan tombol cerita apa saja yang terdapat pada Relief jataka selain itu halaman ini juga menampilkan pemetaan atau tata letak relief Jataka.

2.3.1	Modul Halaman Cerita Gajah dan Para Tawanan ini menampilkan tiga panel yang terdapat pada cerita Gajah dan Para Tawanan. Panel satu, dua, dan tiga memiliki alur cerita yang berkaitan.
2.3.2	Modul Halaman Cerita Kerbau dan Kera Nakal ini menampilkan empat panel yang terdapat pada cerita Kerbau dan Kera Nakal. Panel satu, dua, dan tiga memiliki alur cerita yang berkaitan.
2.3.1.1, 2.3.1.2,	Modul Halaman Panel satu, Modul Halaman Panel dua, dan Modul Halaman Panel tiga. Halaman ini menampilkan panel satu, dua, dan tiga yang terdapat pada cerita Gajah dan Para Tawanan, beserta marker panel satu, dua dan tiga dalam bentuk gambar untuk melakukan proses scan *Augmented Reality*. Halaman ini juga menampilkan tombol Scan AR pada setiap panelnya.
2.3.2.1, 2.3.2.2,	Modul Halaman Panel satu, Modul Halaman Panel dua, Modul Halaman Panel tiga, dan Modul Halaman Panel empat. Halaman ini menampilkan panel satu, dua, tiga, dan empat yang terdapat pada cerita Kerbau dan Kera Nakal, beserta marker panel satu, dua, tiga, dan empat dalam bentuk gambar untuk melakukan proses scan *Augmented Reality.* Halaman ini juga menampilkan tombol Scan AR pada setiap panelnya.
2.3.1.1.1, 2.3.1.1.2, 2.3.1.2.1	Modul Halaman AR Panel satu, dua , dan tiga cerita Gajah dan Para Tawanan halaman ini menampilan AR animasi pada panel satu, dua , dan tiga yang terdapat pada cerita Gajah dan Para tawanan.
2.3.2.1.1, 2.3.2.1.2, 2.3.2.2.1, 2.3.2.2.2	Modul Halaman AR Panel satu, dua, tiga, dan empat cerita Kerbau dan Kera Nakal halaman ini menampilan AR animasi pada panel satu, dua, tiga, dan empat yang terdapat pada cerita Kerbau dan Kera Nakal.

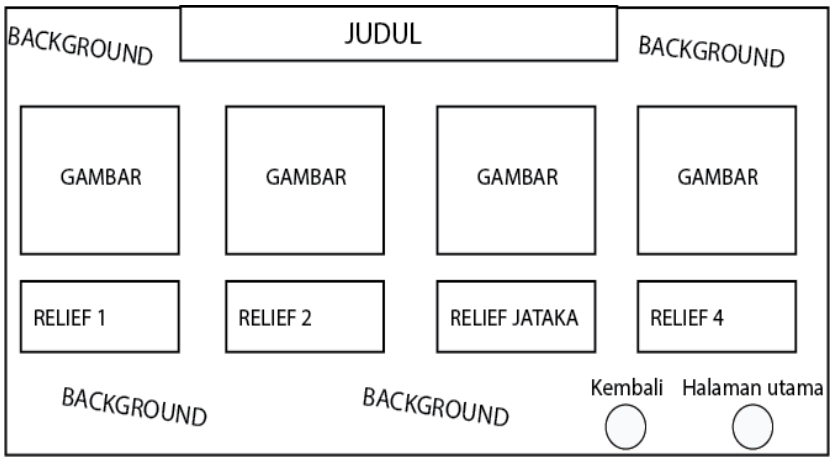
3.2.5 Desain Antarmuka

Desain antarmuka sebelum aplikasi dibangun, konsep yang dibuat digambarkan pada desain antarmuka. Pada *s*emua desain antarmuka didesain menggunakan *Adobe Illustrator*. Berikut merupakan desain antarmuka dari animasi 3D cerita relief Jataka pada candi Borobudur. Gambar 3.19 Desain antarmuka halaman utama adalah tampilan awal dari aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka. Pada halaman ini terdapat judul, logo, dan *background* serta terdapat dua tombol yaitu tombol sejarah candi Borobudur dan tombol relief candi Borobudur.



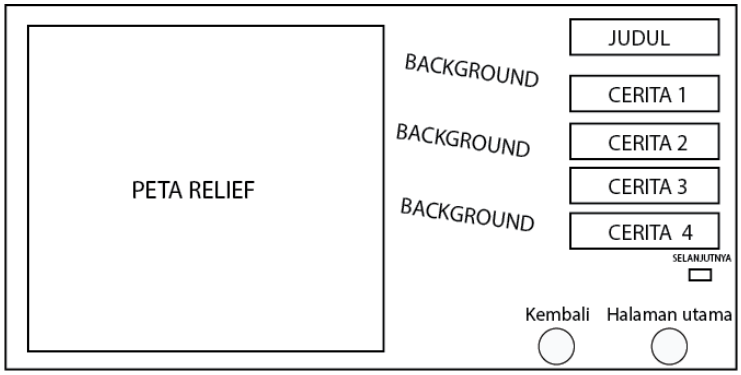
Gambar 3.19 Desain antarmuka halaman utama.

Gambar 3.20 Desain antarmuka halaman cerita relief adalah tampilan cerita relief dari aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka. Pada halaman ini terdapat judul, dan *background* serta terdapat tiga tombol yaitu tombol relief Jataka, *back*, dan *home*. Pada tombol relief Jataka ditekan maka akan menuju ke halaman berikutnya.



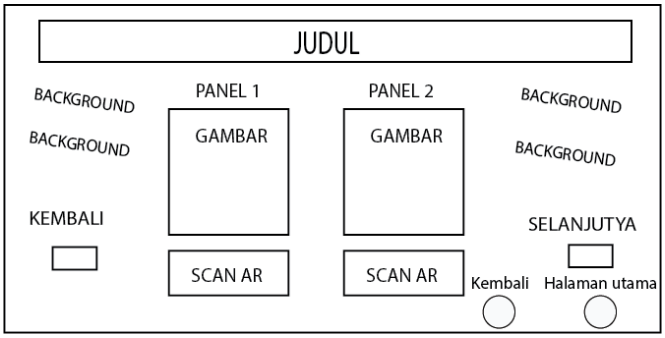
Gambar 3.20 Desain antarmuka halaman cerita relief.

Gambar 3.21 Desain antarmuka halaman relief Jataka adalah tampilan relief Jataka dari aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka. Pada halaman ini terdapat judul, dan *background* serta terdapat empat tombol yaitu tombol cerita gajah dan para tawanan, cerita kerbau dan kera nakal, *back*, dan *home*. Pada tombol relief Jataka ditekan maka akan menuju ke halaman berikutnya.

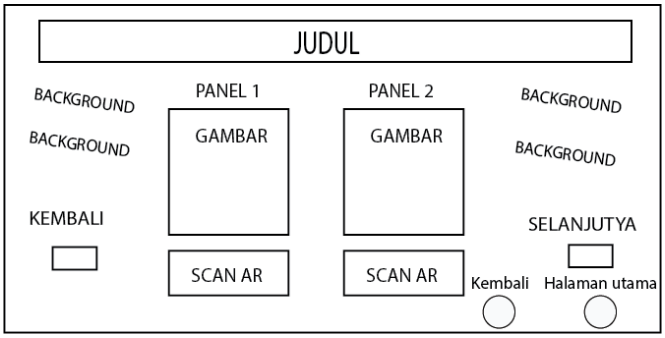


Gambar 3.21 Desain antarmuka halaman relief Jataka.

Gambar 3.22 Desain antarmuka halaman cerita Gajah dan Para Tawanan serta Gambar 3.23 Desain antarmuka halaman Kerbau dan Kera Nakal adalah desain antarmuka halaman cerita Gajah dan Para Tawanan serta halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal dari aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka. Pada halaman ini terdapat judul, dan *background* serta terdapat empat tombol yaitu tombol scan AR, *next* panel, *back*, dan *home*



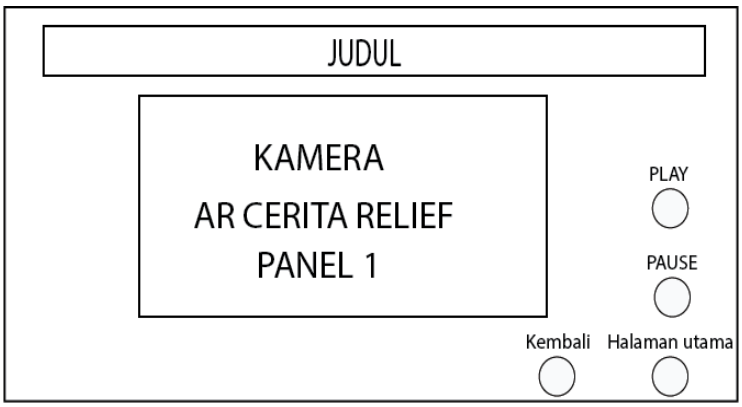
Gambar 3.22 Desain antarmuka halaman cerita Gajah dan Para Tawanan.



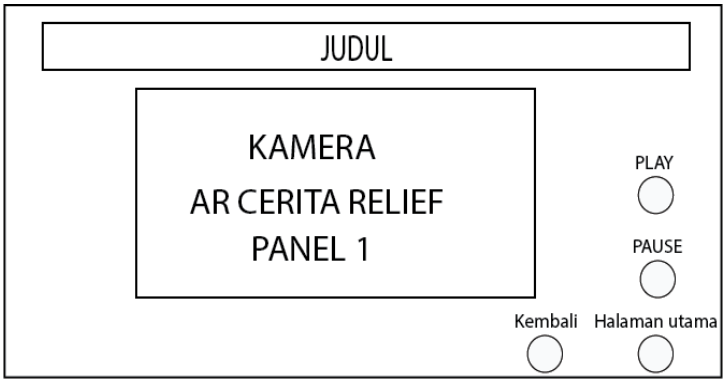
Gambar 3.23 Desain antarmuka halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal.

Gambar 3.24 Desain antarmuka halaman scan AR cerita Gajah dan Para Tawanan serta Gambar 3.25 Desain antarmuka halaman scan AR Kerbau dan Kera Nakal adalah desain antarmuka halaman cerita Gajah dan Para Tawanan serta halaman cerita Kerbau dan Kera

Nakal dari aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka. Pada halaman ini terdapat judul, dan *background* serta terdapat empat tombol yaitu tombol scan AR, *next* panel, *back*, dan *home.*



Gambar 3.24 Desain antarmuka scan AR cerita Gajah dan Para Tawanan.



Gambar 3.25 Desain antarmuka scan AR cerita Kerbau dan Kera Nakal.

3.2.6 Desain Pengujian

Jumlah Sampel

Rumus Slovin adalah sebuah rumus atau formula untuk menghitung jumlah sampel minimal apabila perilaku dari sebuah populasi tidak diketahui secara pasti. Rumus ini pertama kali diperkenalkan oleh Slovin pada tahun 1960. Rumus slovin ini biasa digunakan dalam penelitian survey dimana biasanya jumlah sampel besar sekali, sehingga diperlukan sebuah formula untuk mendapatkan sampel yang sedikit tetapi dapat mewakili keseluruhan populasi. Rumus Slovin dapat dilihat berdasarkan persamaan berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{3.1}$$

Dari persamaan diatas, n adalah jumlah sampel minimal, nilai N adalah populasi sedangkan nilai e adalah *error margin*. Berangkat dari ide perihal margin *error* inilah mungkin sang pencipta dari rumus ini memberikan kesempatan kepada para peneliti untuk menetapkan besar sampel minimal berdasarkan tingkat kesalahan atau *margin of error*.

Likert

Desain pengujian menggunakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan penyebaran kuisioner melalui media survei untuk mendapatkan data. Data yang telah diperoleh dari hasil kuesioner, akan diolah untuk mendapatkan kesimpulan pengguna terhadap aplikasi yang telah dibuat. Adapun langkah yang dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan dari pengguna, dengan cara menghitung total skor dengan menggunakan persamaan (3.2).

$$\text{Total Skor} = \text{Jumlah responden yang memilih} \times \text{Pilihan Nilai Likert} \quad (3.2)$$

Setelah hasil dari perhitungan total skor didapatkan, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan rata–rata skor menggunakan persamaan (3.3).

$$\text{Rata} - \text{Rata} = \frac{\text{Total Skor}}{\text{Total Responden}} \quad (3.3)$$

Untuk mengetahui tingkat kesesuaian aspek penilaian responden terhadap aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata–rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert*.

Jawaban dari kuesioner yang sudah diberikan kepada responden kemudian akan diolah menggunakan skala *Likert.* Skala *Likert* memberikan opsi yang paling sesuai kepada responden secara teratur, sesuai dengan pandangan mereka. Dengan mengukur sikap responden sejauh mana setuju atau tidak setuju dengan pertanyaan atau pernyataan tertentu. Pengujian ini peneliti menggunakan lima skala *Likert* kuesioner. Kemudian pernyataan dibedakan menjadi penilaian pernyataan positif dan pernyataan negatif. Untuk penilaian setiap peryataan dapat dilihat pada Tabel 3.3 Nilai skala *likert* kuesioner.

Tabel 3.3 Nilai skala *likert* kuesioner

Nilai	**Pernyataan Positif**	**Pernyataan Negatif**
5	Jawaban Sangat Setuju (SS)	Jawaban Sangat Tidak Setuju (STS)
4	Jawaban Setuju (S)	Jawaban Tidak Setuju (TS)
3	Jawaban Netral (N)	Jawaban Netral (N)
2	Jawaban Tidak Setuju (TS)	Jawaban Setuju (S)
1	Jawaban Sangat Tidak Setuju (STS)	Jawaban Sangat Setuju (SS)

Nilai	**Pernyataan Positif**	**Pernyataan Negatif**

2	Jawaban Benar	Jawaban Benar
1	Jawaban Salah	Jawaban Salah

Setelah jumlah *Likert* sudah ditentukan, maka selanjutnya melakukan perhitungan rentang skala (RS) untuk menentukan kriteria nilai *Likert*. Langkah yang dilakukan adalah dengan mencari rentang skala (RS), kemudian menyusun kriteria yang dimaksud (Simamora, 2005). Berikut persamaan (3.3) untuk menentukan skala:

$$\text{Rentang Skala} = \frac{\text{Skor Tertinggi} - \text{Skor Terendah}}{\text{Jumlah Katergori}} \quad (3.3)$$

Maka rentan skala (RS) pada penilaian kuesioner adalah (5-1)/5 = 0.8. Kemudian pada penilaian kuesioner benar atau salah adalah (2-1)/2 = 0,5. Untuk mengetahui tingkat kesesuaian aspek penilaian responden terhadap aplikasi yang sudah di

buat, maka nilai rata–rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert*. Kriteria dari rentang skala (RS) *Likert* dapat dilihat pada Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner.

Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner

Nilai	**Rentang**	**Keterangan**
1	1 – 1,79	Sangat Tidak layak
2	1,8 – 2,59	Tidak Layak
3	2,60 – 3,39	Netral
4	3,40 – 4,19	Layak
5	4,20 – 5,00	Sangat Layak

Nilai	**Rentang**	**Keterangan**
1	1 – 1,49	Salah
2	1,5 – 2,0	Benar

Pengujian aplikasi mengenai animasi cerita relief candi borobudur untuk membantu memberikan informasi mengenai relief candi agar tercapai hasil yang di harapkan. Bidang ilmu *Human Computer Interaction* (HCI) merupakan bidang ilmu yang mempelajari bagaimana mendesain tampilan layar komputer dalam satu aplikasi sistem informasi agar nyaman oleh pengguna atau secara umum dapat diartikan dapat berjalan dan digunakan

dengan baik (Nugroho, 2009). *Usability* mengacu kepada bagaimana pengguna dapat mempelajari dan menggunakan produk untuk memperoleh tujuannya dan seberapa puaskah pengguna terhadap suatu produk (Dumas & Janice C, 1999). Penilaian *Usability* dilakukan melalui media kuesioner terhadap tiga responden yaitu, pengunjung, dan arkeolog balai konservasi candi Borobudur. Adapun aspek-aspek yang dimaksud dalam HCI adalah sebagai berikut:

1. *Learnability*

   Aspek pengujian berupa penilaian terhadap aplikasi yang digunakan untuk menilai tingkat kemudahan pengguna atau user dalam menggunakan aplikasi.
2. *Memorability*

   Aspek pengujian untuk menilai tingkat kemampuan daya ingat pengguna dalam menggunakan aplikasi.
3. *Efficiency*

   Aspek pengujian untuk menilai seberapa cepat pengguna mengoperasikan aplikasi.
4. *Satisfaction*

   Aspek pengujian untuk menilai tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi.

Learnability

Pada aspek *learnability* dilakukan dengan cara membagikan kuesioner kepada pengunjung, dan arkeolog balai konservasi candi Borobudur. Untuk penilaian responden pada aspek *learnability* dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. Point pernyataan pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur dapat dilihat pada Tabel 3.5 Pernyataan aspek *learnability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. Point hasil kuesioner akan dihitung menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2. Setelah nilai rata-rata diperoleh, tingkat kesesuaian aspek penilaian responden terhadap aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata–rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert* Persamaan 3.3. Setelah nilai rata-rata diperoleh tingkat kesesuaian aspek responden terhadapat aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata-rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert* pada Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner.

Tabel 3.5 Pernyataan aspek *learnability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur.

No	Subyek	Pernyataan	Jawaban				
			SS	S	N	T	STS
1	Pengunjung, dan arkeolog	Hanya dalam 1-2 kali penggunaan, saya telah dapat mengoperasikan aplikasi AR Jataka dengan tepat dalam menampilkan cerita dari panel relief pada candi Borobudur yang berbentuk animasi 3D (*Augmented reality*)					
2		Fungsi-fungsi pada tombol/menu dapat saya pahami hanya dalam 1-2 kali penggunaan aplikasi AR Jataka					
3		Deskripsi yang diberikan pada tombol/menu dapat merepresentasi fungsi tombol/menu dengan tepat					
4		Saya hanya membutuhkan waktu kurang dari 10 menit dalam menemukan panel yang ditunjukkan pada peta di aplikasi					
5	pengunjung	Menurut saya, pengunjung lain akan dapat mengoperasikan aplikasi AR Jataka dengan tepat, dalam menampilkan cerita dari panel relief pada candi Borobudur setelah 1-2 kali penggunaan					
6	Arkeolog	Menurut saya, pengunjung akan dapat mengoperasikan aplikasi AR Jataka dengan tepat, dalam menampilkan cerita dari panel relief pada candi Borobudur setelah 1-2 kali penggunaan					

Memorability

Pada aspek ini kuesioner juga akan dibagikan kepada tiga responden, yaitu pengunjung, dan arkeolog balai konservasi candi borobudur. Point pertanyaan untuk aspek *memorability* dapat dilihat pada Tabel 3.6 Pernyataan aspek *memorability* untuk pengunjung, dan arkeolog

candi Borobudur dan Tabel 3.7 Pernyataan aspek *memorability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. Hasil kuesioner akan dihitung menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2. Setelah nilai rata-rata diperoleh, tingkat kesesuaian aspek penilaian responden terhadap aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata–rata skor akan dicocokkan dengan skala *likert* Persamaan 3.3. Setelah nilai rata-rata diperoleh tingkat kesesuaian aspek responden terhadapat aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata-rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert* pada Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner dan Tabel 3.5 Rentang skala *likert* kuesioner.

Tabel 3.6 Pernyataan aspek *memorability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur.

No	**Pernyataan**	**Jawaban**				
		SS	S	N	T	STS
1	Saya akan tetap dapat mengoperasikan aplikasi AR Jataka dengan lancar walau tidak pernah menggunakannya selama 6 bulan atau lebih					

Tabel 3.7 Pernyataan aspek *memorability* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur.

No	**Pernyataan**	**Jawaban**	
1	Letak tombol untuk masuk ke halaman yang dapat menampilkan animasi dengan mengarahkan kemera ke panel Borobudur berada di sebelah	atas	bawah
2	Letak tombol-tombol untuk memilih relief adalah saling berjajar	Atas bawah (vertikal)	Kanan kiri (Horizontal)
3	Letak tombol-tombol untuk memilih cerita dari suatu relief adalah saling berjajar	Atas bawah (vertikal)	Kanan kiri (Horizontal)
4	Letak tombol untuk menjalankan animasi berada di … tombol *pause*	atas	bawah
5	Posisi panel pada peta ditunjukkan menggunakan	Huruf	Angka

Efficiency

Pada aspek ini kuesioner juga akan dibagikan kepada tiga responden, yaitu pengunjung, dan arkeolog balai konservasi candi borobudur. Point pertanyaan untuk aspek *efficiency* dapat

dilihat pada Tabel 3.8 Pernyataan aspek *efficiency* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. Point hasil kuesioner akan dihitung menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2. Setelah nilai rata-rata diperoleh, tingkat kesesuaian aspek penilaian responden terhadap aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata–rata skor akan dicocokkan dengan skala *likert* Persamaan 3.3. Setelah nilai rata-rata diperoleh tingkat kesesuaian aspek responden terhadapat aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata-rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert* pada Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner.

Tabel 3.8 Pernyataan aspek *efficiency* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur.

No	**Pernyataan**	**Jawaban**				
		SS	S	N	T	STS
1	Saya dapat menampilkan cerita dari panel relief pada candi Borobudur yang berbentuk animasi 3D (*Augmented reality*) hanya dalam waktu kurang dari 2 menit (selain dari waktu untuk mencari panel)					
2	Saya fikir, tombol/langkah pada aplikasi AR Jataka telah diorganisasi dengan baik berdasarkan fungsi dan tahap-tahapnya					

Satisfaction

Pada aspek ini kuesioner juga akan dibagikan kepada tiga responden, yaitu pengunjung, dan arkeolog balai konservasi candi borobudur. Point pertanyaan untuk aspek *satisfaction* dapat dilihat pada Tabel 3.9 Pernyataan aspek *satisfaction* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. Point hasil kuesioner akan dihitung menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2. Setelah nilai rata-rata diperoleh, tingkat kesesuaian aspek penilaian responden terhadap aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata–rata skor akan dicocokkan dengan skala *likert* Persamaan 3.3. Setelah nilai rata-rata diperoleh tingkat kesesuaian aspek responden terhadapat aplikasi yang sudah dibuat, maka nilai rata-rata skor akan dicocokkan dengan rentang skala *likert* pada Tabel 3.4 Rentang skala *likert* kuesioner.

Tabel 3.9 Pernyataan aspek *satisfaction* untuk pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur.

No	**Subyek**	**Pernyataan**	**Jawaban**				
			SS	S	N	T	STS

1	Pengunjung	Aplikasi AR Jataka dapat membantu saya mengetahui cerita dari panel relief yang ada di candi Borobudur					
2		Saya berharap aplikasi ini dapat dimanfaatkan oleh Balai konservasi untuk memelihara peninggalan sejarah					
3	Arkeolog	Aplikasi AR Jataka dapat membantu pengunjung untuk mengetahui cerita dari panel relief yang ada di candi Borobudur					
4	Pengunjung, dan arkeolog	Saya akan menggunaka aplikas AR Jataka saat saya mengunjungi Borobodur untuk mengetahui informasi pada relief candi Borobudur					
5		Saya akan merekomendasikan aplikasi AR Jataka kepada kerabat, teman, atau saudara untuk menggunakannya saat mereka mengunjungi Borobodur untuk mengetahui informasi pada relief candi Borobudur					
6		Saya merasa aplikasi AR Jataka dapat memelihara peninggalan sejarah					
7		Saya berharap aplikasi AR Jataka tidak berhenti dikembangkan agar benar-benar dapat direalisasikan					
8		Saya menyukai warna *background* yang dipakai pada aplikasi AR Jataka					
9		Saya menyukai desain tombol yang dipakai pada aplikasi AR Jataka					

10		Saya menyukai jenis huruf (*font*) yang dipakai pada aplikasi AR Jataka					
11		Kata/kalimat pada aplikasi AR Jataka dapat terbaca dengan jelas					
12		Suara untuk menyampaikan informasi relief pada aplikasi AR Jataka terdengar dengan jelas					
13		Informasi relief yang disampaikan melalui suara dapat dipahami dengan baik					
14		Peta penunjukkan lokasi panel relief tidak membingungkan					
15	Pengunjung	Saya menyukai penggambaran karakter hewan pada animasi					
16		Saya menyukai penggambaran karakter manusia pada animasi					
17		Saya menyukai pergerakkan karakter hewan pada animasi					
18		Saya menyukai pergerakkan karakter manusia pada animasi					
19	Arkeolog	Penggambaran karakter pada panel 1 cerita Gajah dan Para Tawanan telah sesuai dengan hasil wawancara.					
20		Penggambaran karakter pada panel 2 cerita Gajah dan Para Tawanan telah sesuai dengan hasil wawancara.					
21		Penggambaran karakter pada panel 3 cerita Gajah dan Para Tawanan telah sesuai dengan hasil wawancara.					
22		Penggambaran karakter pada panel 1 cerita Kerbau dan Kera Nakal telah sesuai dengan hasil wawancara.					

23		Penggambaran karakter pada panel 2 cerita Kerbau dan Kera Nakal telah sesuai dengan hasil wawancara.					
24		Penggambaran karakter pada panel 3 cerita Kerbau dan Kera Nakal telah sesuai dengan hasil wawancara.					
25		Penggambaran karakter pada panel 4 cerita Kerbau dan Kera Nakal telah sesuai dengan hasil wawancara.					

Cognitive Skill

Pada aspek *cognitive skill* diujikan kepada pengunjung candi Borobudur pengujian dilakukan melalui pengamatan implementasi hasil animasi 3D cerita relief Jataka. Adapun pertanyaan untuk implementasi animasi berdasarkan pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.10 Pertanyaan pengamatan *cognitive skill.*

Tabel 3.10 Pertanyaan pengamatan *cognitive skill*

No	**Pernyataan**	**Jawaban**	
1	Dimana latar kejadian pada cerita gajah dan para tawanan?	Padang pasir	Hutan
2	Dimana latar kejadian pada cerita kerbau dan kera nakal?	Padang pasir	Hutan
3	Pada cerita gajah dan para tawanan tokoh apa yang sedang kelaparan?	Gajah	Tawanan
4	Pada cerita kerbau dan kera tokoh apa yang nakal?	Kerbau	kera
5	Diaman gajah melompatkan dirinya dalam cerita gajah dan para tawanan?	Sungai	Jurang
6	Kepada siapa yaksa menganugerahi matra untuk menjaga keselamatan dari segala bahaya dan bencana yang mengancam?	Kerbau	Kera
7	Apa yang sering dilakukan kera terhadap kerbau	Memberi makan	Menarik tanduk

Fungsionality

Hasil evaluasi selanjutnya adalah *fungsionality*. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa sesuainya aplikasi dengan hasil yang diharapkan dan yang dibuat. Sebelum aplikasi animasi cerita relief candi borobudur untuk membantu balai konservasi candi dalam penyampaian informasi khususnya relief jataka ini diimplementasikan pengujian dilakukan secara *blackbox testing* agar tidak terjadi kesalahan ketika mengoperasikan aplkasi ini. Pada Table 3.11 *Blackbox testing*, merupakan hasil uji *blackbox testing* oleh penulis.

Tabel 3.11 *Blackbox testing.*

Aktivasi pengujian	**Realisasi yang diharapkan**	**Hasil**
Tombol cerita relief	Ketika diklik menuju halaman cerita relief	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol *back* kembali	Ketika diklik kembali ke halaman sebelumnya.	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol *home*	Ketika di klik kembali ke menu utama	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol relief Jataka	Ketika di klik akan menuju halaman relief jataka.	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol cerita Gajah dan Pata Tawanan	Ketika diklik akan akan menampilkan penel panel yang terdapat pada cerita gajah dan para tawanan	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan akan menampilkan penel panel yang terdapat pada cerita kerbau dan kera nakal	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan	[ ] Benar [ ] Salah

Tombol scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal	[ ] Benar [ ] Salah
Aktivasi pengujian	**Realisasi yang diharapkan**	**Hasil**
Tombol *play*	Ketika di klik maka akan memulai ceirta animasi 3D	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol *pause*	Ketika diklik maka akan menjeda cerita animasi 3D	[ ] Benar [ ] Salah
Tombol *resume*	Ketika diklik maka akan melanjutkan cerita animasi 3D	[ ] Benar [ ] Salah

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

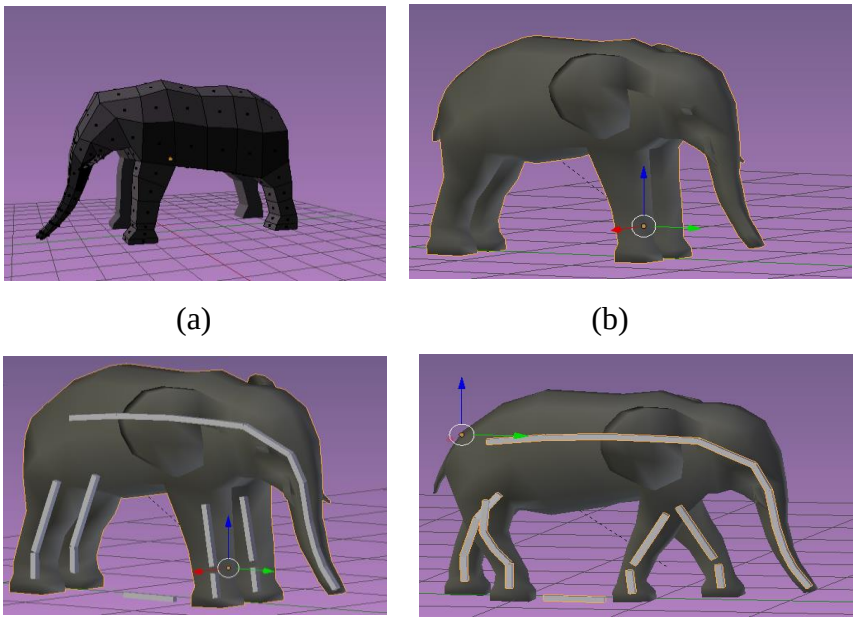
4.1 *Development*

Pembuatan aplikasi diawalai dengan membuat aset-aset yang diperlukan dalam aplikasi seperti objek 3D berupa manusia, hewan dan pohon kemudian *texturing*, *rigging*, dan animasi. Berikut beberapa proses pembuatan aset-aset dalam aplikasi.

4.1.1 Hasil Aset Objek 3D

Pembuatan aset-aset objek 3D seperti manusia, hewan, dan tumbuhan menggunakan aplikasi Blender. Terdapat empat tahapan dalam pembuatan asnimasi, *modelling* pembuatan objek 3D, *texturing* pemberian warna, *ringging* pemberian tulang pada objek sebelum melakukan animasi, animasi gerakan pada objek 3D. Berikut adalah tahapan-tahapan pembuatan aset 3D objek manusia, hewan dan pohon pada aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka. Gambar 4.1 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset gajah. Gambar 4.1 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset gajah. Gambar 4.1 (c) Menunjukkan hasil *rigging* dari aset gajah. Gambar 4.1 (d) Menunjukkan hasil animasi dari aset gajah.

a. Aset Gajah



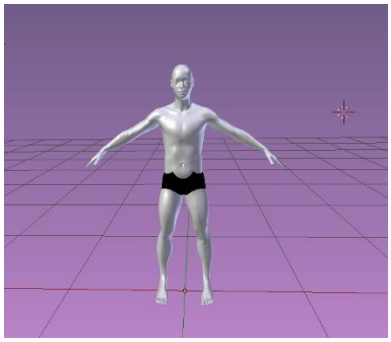
(a) (b)

(c) (d)

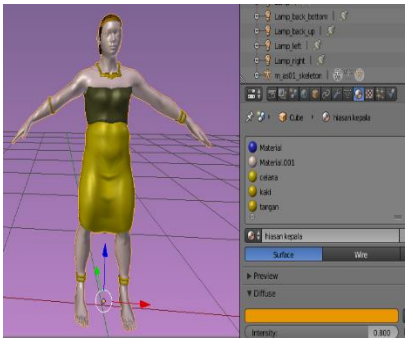
Gambar 4.1 (a) *Modeling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, dan (d) Animasi aset gajah.

Gambar 4.2 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset tawanan. Gambar 4.2 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset tawanan. Gambar 4.2 (c) Menunjukkan hasil *rigging* dari aset tawanan. Gambar 4.2 (d) Menunjukkan hasil animasi dari aset tawanan.

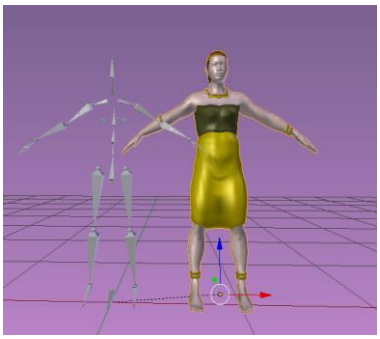
b. Aset Tawanan



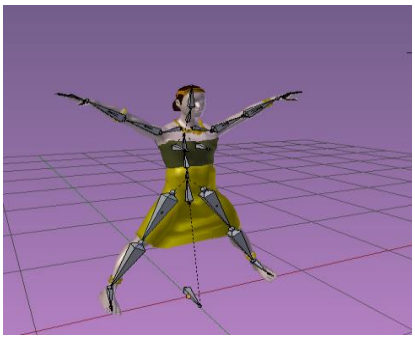
(a)



(b)



(c)

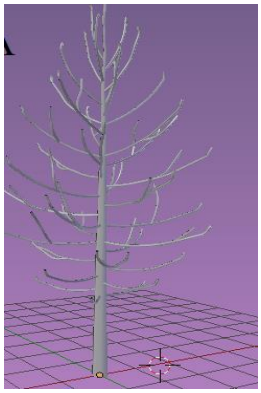


(d)

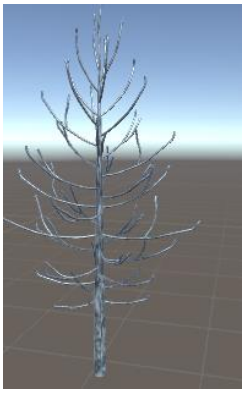
Gambar 4.2 (a) *Modelling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, dan (d) Animasi aset tawanan.

Gambar 4.3 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset pohon kering. Gambar 4.3 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset pohon kering.

c. Aset Pohon Kering



(a)

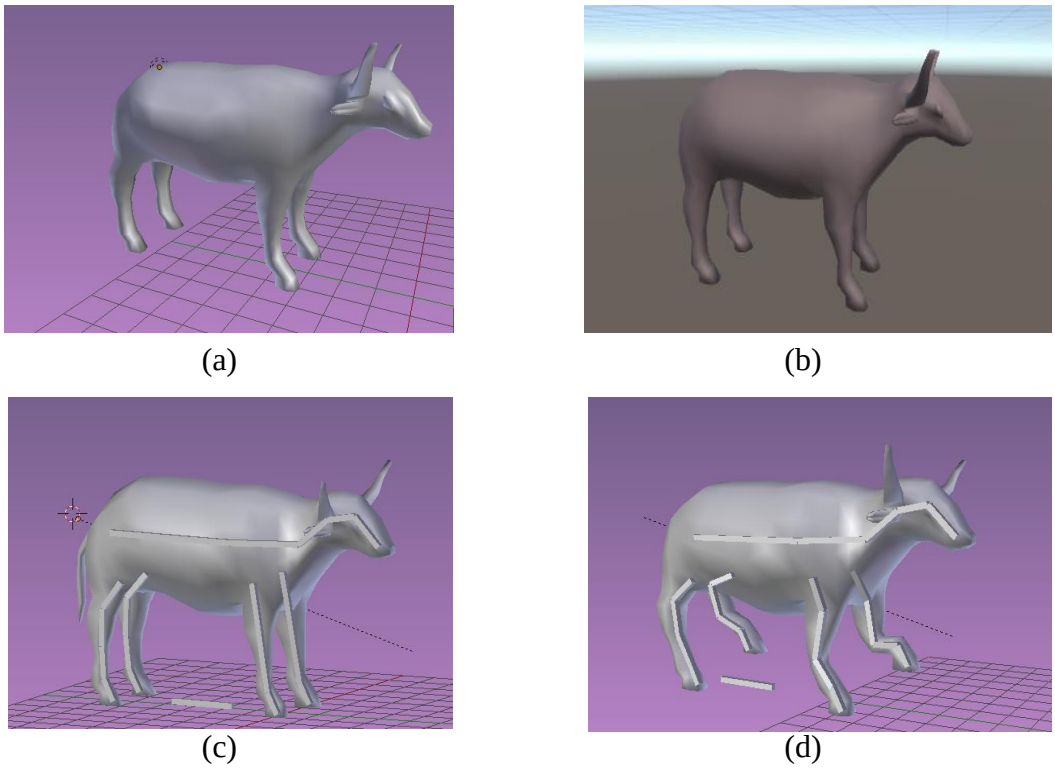


(b)

Gambar 4.3 (a) *Modelling*, dan (b) *Texturing* aset pohon kering.

Gambar 4.4 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset kerbau. Gambar 4.4 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset kerbau. Gambar 4.4 (c) Menunjukkan hasil *rigging* dari aset kerbau. Gambar 4.4 (d) Menunjukkan hasil animasi dari aset kerbau.

d. Aset Kerbau



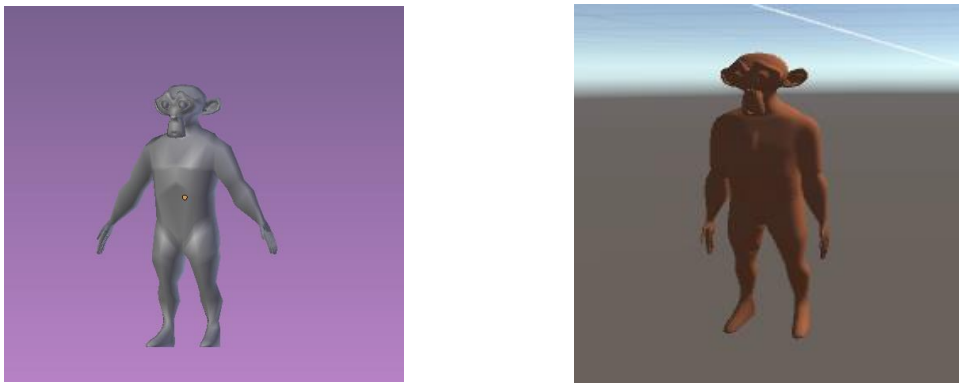
(a) (b)

(c) (d)

Gambar 4.4 (a) *Modelling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, dan (d) Animasi aset kerbau.

Gambar 4.5 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset kera. Gambar 4.5 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset kera. Gambar 4.5 (c) Menunjukkan hasil *rigging* dari aset kera. Gambar 4.5 (d) Menunjukkan hasil animasi dari aset kera.

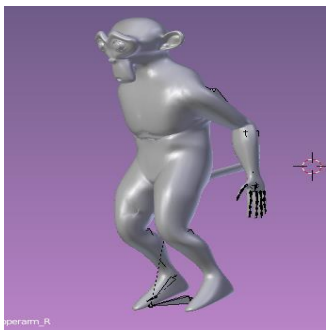
e. Aset Kera



(a) (b)



(a)

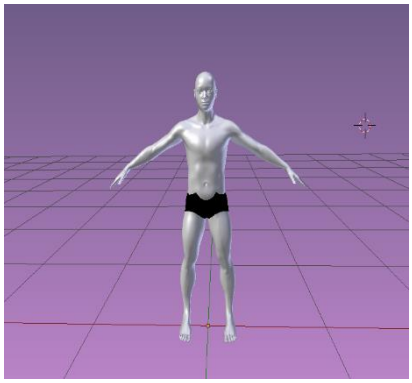


(b)

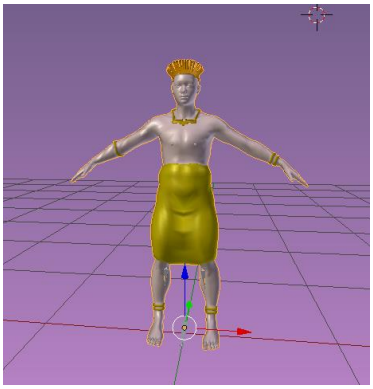
Gambar 4.5 (a) *Modelling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, dan (d) Animasi aset kera.

Gambar 4.6 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset Yaksa. Gambar 4.6 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset Yaksa. Gambar 4.6 (c) Menunjukkan hasil *rigging* dari aset Yaksa. Gambar 4.6 (d) Menunjukkan hasil animasi dari aset Yaksa.

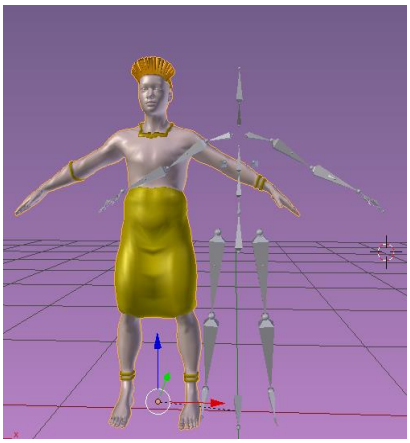
f. Objek 3D Yaksa



(a)



(b)



(c)

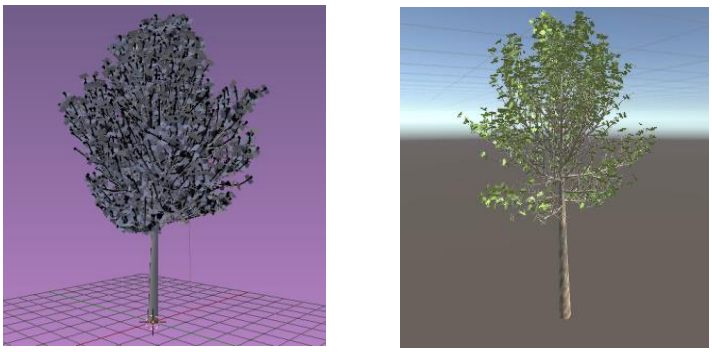


(d)

Gambar 4.6 (a) *Modelling*, (b) *Texturing*, (c) *Rigging*, (d) Animasi aset Yaksa.

Gambar 4.7 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset pohon. Gambar 4.7 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset pohon.

g. Aset Pohon

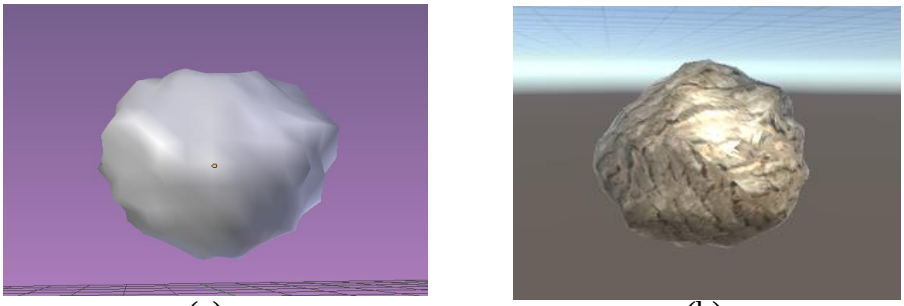


(a) (b)

Gambar 4.7 (a) *Modelling*, dan (b) *Texturing* aset pohon.

Gambar 4.8 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset batu. Gambar 4.8 (b) Menunjukkan hasil *texturing* dari aset batu.

h. Aset Batu

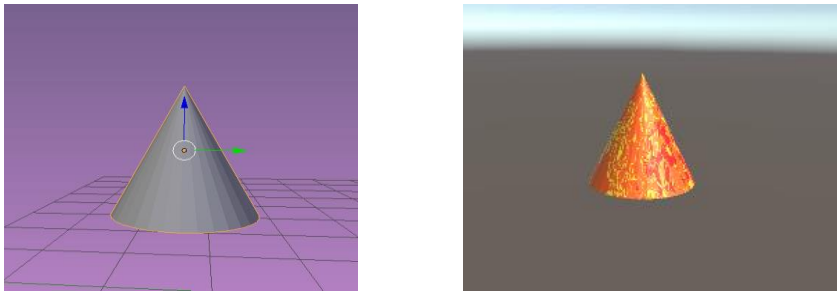


(a) (b)

Gambar 4.8 (a) *Modelling*, dan (b) *Texturing* aset batu.

Gambar 4.9 (a) Menunjukkan hasil *modelling* dari aset api unggun. Gambar 4.9 (b) menunjukkan hasil *texturing* dari aset api unggun.

i. Aset Api Unggun



(a) (b)

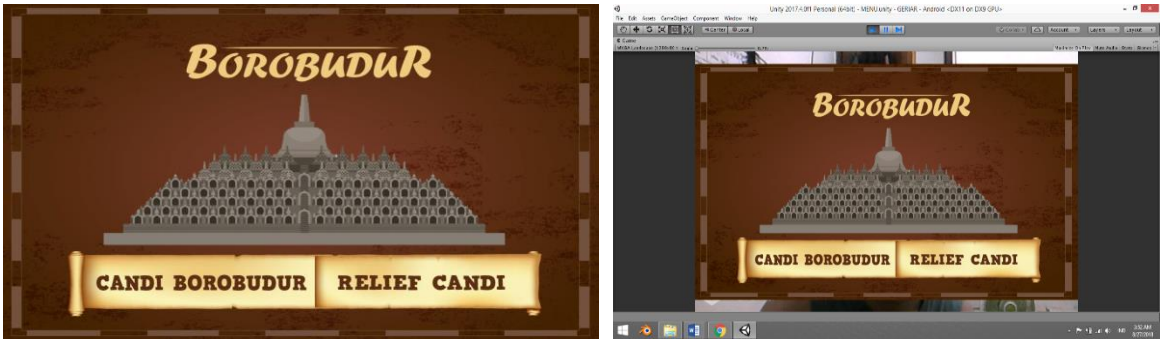
Gambar 4.9 (a) *Modelling*, dan (b) *Texturing* aset api unggun.

4.2 Hasil Tampilan Antarmuka

Tampilan antarmuka merupakan tampilan dari aplikasi yang akan dioperasikan oleh pengguna dimana tampilan dibuat berdasarkan rancangan pada bab sebelumnya.

4.2.1 Halaman Utama

Halaman ini merupakan halaman pertama sekali saat aplikasi dijalankan. Terdapat dua halaman yaitu halaman sejarah candi Borobudur dan relief candi. Berikut tampilan halaman utama pada Gambar 4.10 (a) Menampilkan halaman utama pada Android. Gambar 4.10 (b) Menampilkan halaman utama pada Unity.

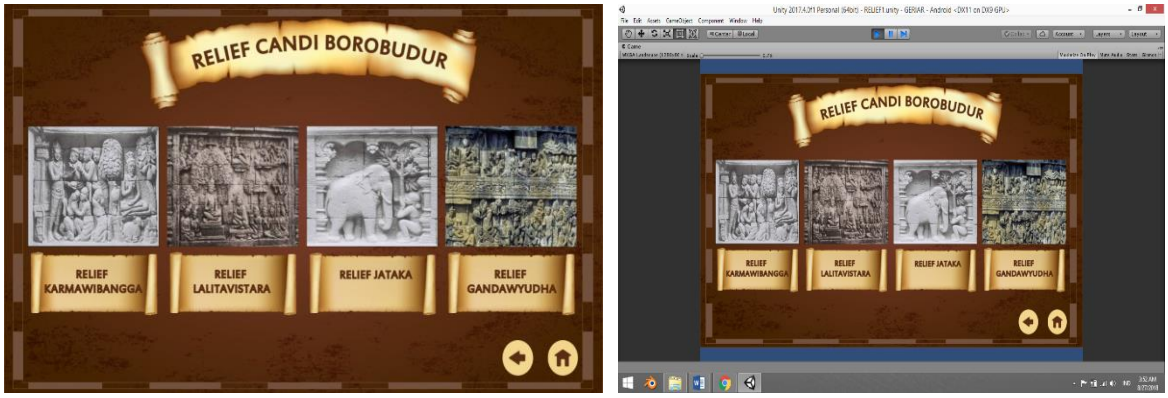


(a) (b)

Gambar 4.10 Tampilan halaman utama pada (a) Android, dan (b) Unity.

4.2.2 Halaman Relief Candi

Pada halaman ini merupakan halaman mengenai relief apa saja yang terdapat pandi candi Borobudur. Terdapat empat relief candi Borobudur yaitu relief Karmawibangga, relief Lalitavistara, relief Jataka, dan relief Gandawyudha. Berikut tampilan halaman relief candi pada Gambar 4.11 (a) Menampilkan halaman relief candi pada Android. Gambar 4.11 (b) Menampilkan halaman relief candi pada Unity.

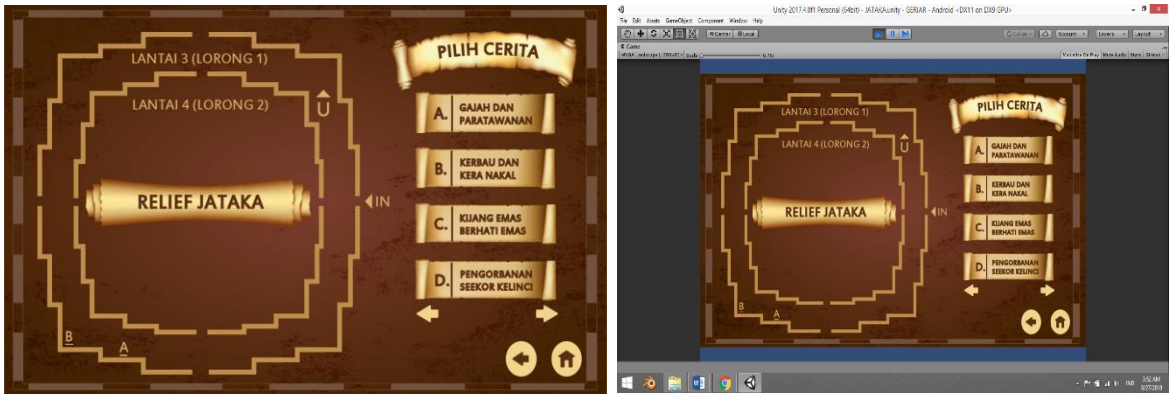


(a) (b)

Gambar 4.11 Tampilan halaman relief candi pada (a) Android, dan (b) Unity.

4.2.3 Halaman Relief Jataka

Pada halaman relief jataka ini menampilkan peta tata letak cerita cerita yang ada pada relief Jataka, dan cerita yang di tampilkan pada aplikasi ini adalah cerita Gajah dan Para Tawanan, serta cerita Kerbau dan Kera Nakal. Berikut tampilan halaman relief Jataka pada Gambar 4.12 (a) Menampilkan halaman relief Jataka pada Android. Gambar 4.12 (b) Menampilkan halaman relief Jataka pada Unity.

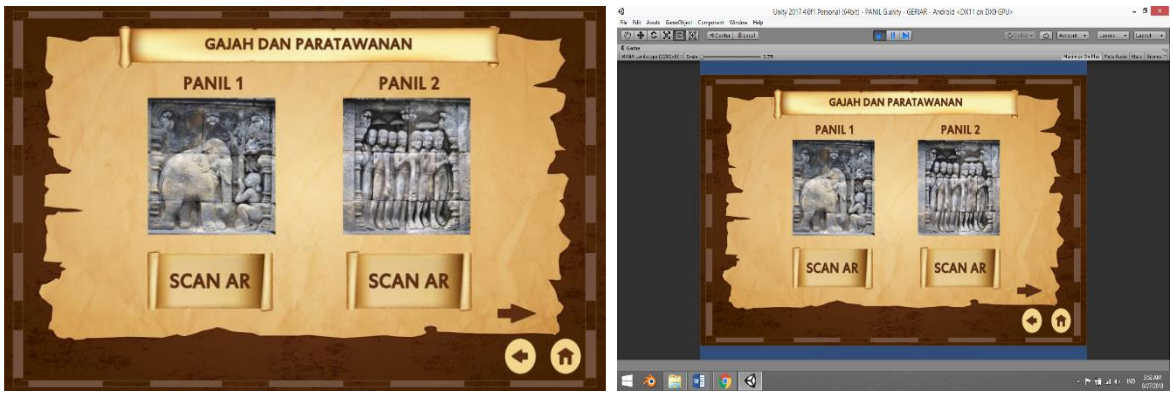


(a) (b)

Gambar 4.12 Tampilan halaman relief Jataka pada (a) Android, dan (b) Unity.

4.2.4 Halaman Cerita Gajah dan Para Tawanan

Pada halaman ini menampilkan dua panel dari tiga panel pada cerita Gajah dan Para Tawanan, yaitu panel pertama dan panel kedua, kedua panel ini menceritakan kejadian yang terdapat pada setiap panelnya. Berikut tampilam halaman cerita Gajah dan Para Tawanan pada Gambar 4.13 (a) Menampilkan halaman cerita Gajah dan Para Tawanan pada Android. Gambar 4.13 (b) Menampilkan halaman cerita Gajah dan Para Tawanan pada Unity.

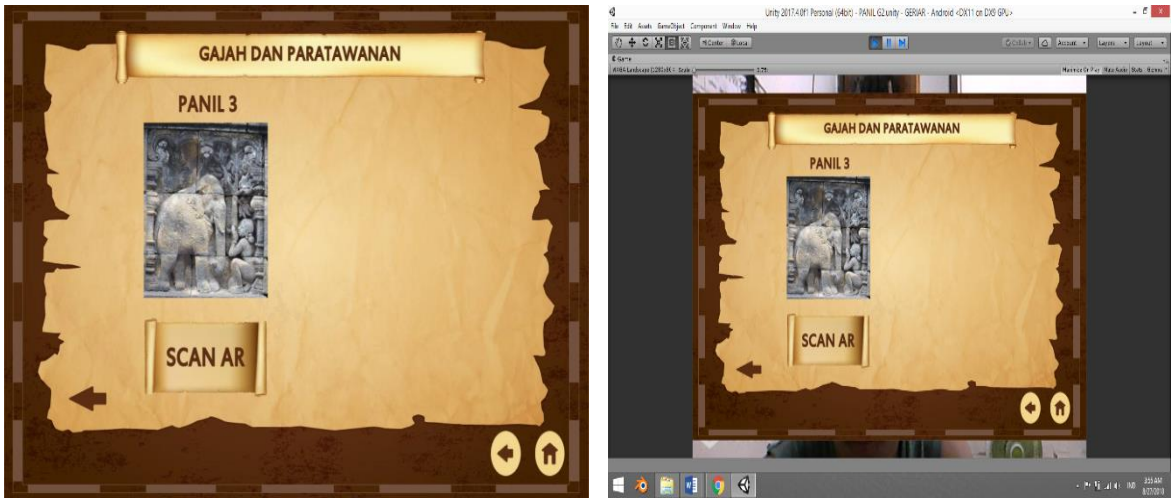


(a) (b)

Gambar 4.13 Tampilan halaman cerita gajah dan para tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity.

4.2.5 Halaman Selanjutnya Cerita Gajah dan Para Tawanan

Pada halaman ini merupakan halaman selanjutnya pada cerita Gajah dan Para Tawanan, dan menampilkan panel ketiga dari tiga panel cerita Gajah dan Para Tawanan, panel ketiga ini menceritakan kejadian yang terdapat di dalam panel ketiga. Berikut tampilan halaman selanjutnya cerita Gajah dan Para Tawanan pada Gambar 4.14 (a) Menampilkan halaman selanjutnya cerita Gajah dan Para Tawanan pada Android. Gambar 4.14 (b) Menampilkan halaman selanjutnya cerita Gajah dan Para Tawanan pada Unity.

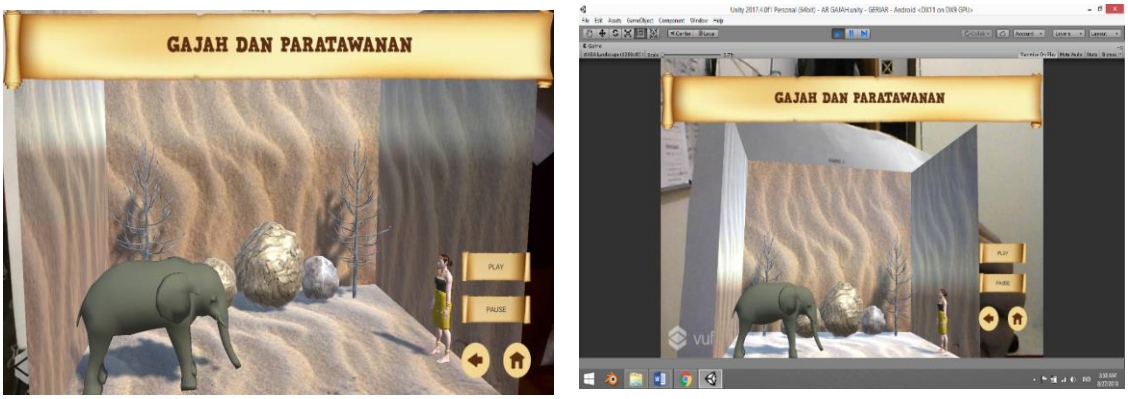


(a) (b)

Gambar 4.14 Tampilan halaman selanjutnya cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.6 Halaman Scan AR Panel Satu Cerita Gajah dan Para Tawanan

Pada halaman ini akan kamera untuk melalukan proses scan marker yang sudah ditentukan, setelah melakukan scan akan menampilkan animasi 3D dan audio untuk mengetahui informasi cerita pada panel satu. Untuk melakukan animasi dapat menekan tombol play pada layar maka animasi akan berjalan, jika tidak menekan tombol play maka hanya akan menamilkan objek 3D tetapi tidak memberikan informasi yang terdapat pada panel ini dan juga dapat mempause animasi kemudian melanjutkan kembali animasi. Berikut tampilan halaman scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan pada Gambar 4.15 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan pada Android. Gambar 4.15 (b) Menampilkan halaman scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan pada Unity.

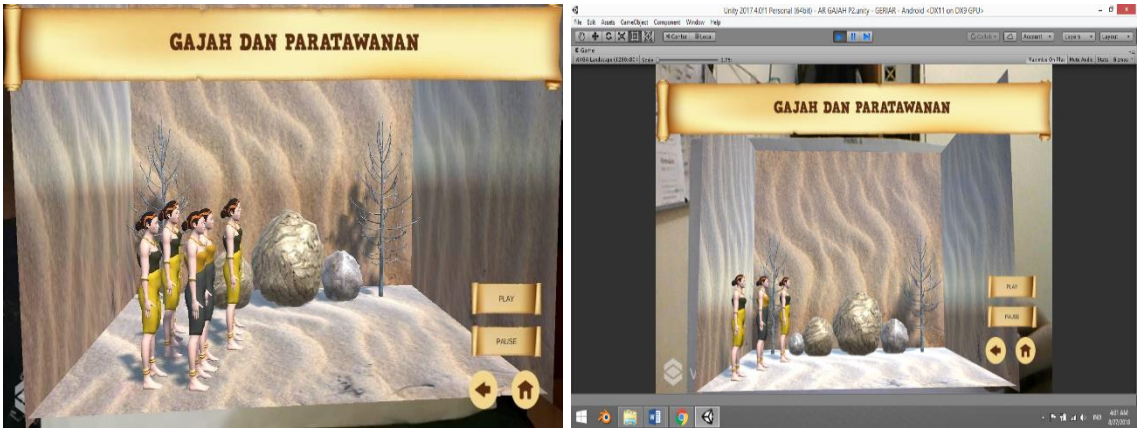


(a) (b)

Gambar 4.15 Tampilan halaman scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.7 Halaman Scan AR Panel Dua Cerita Gajah dan Para Tawanan

Berikut tampilan halaman scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan pada Gambar 4.16 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan pada Android. Gambar 4.16 (b) Menampilkan halaman scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan pada Unity.

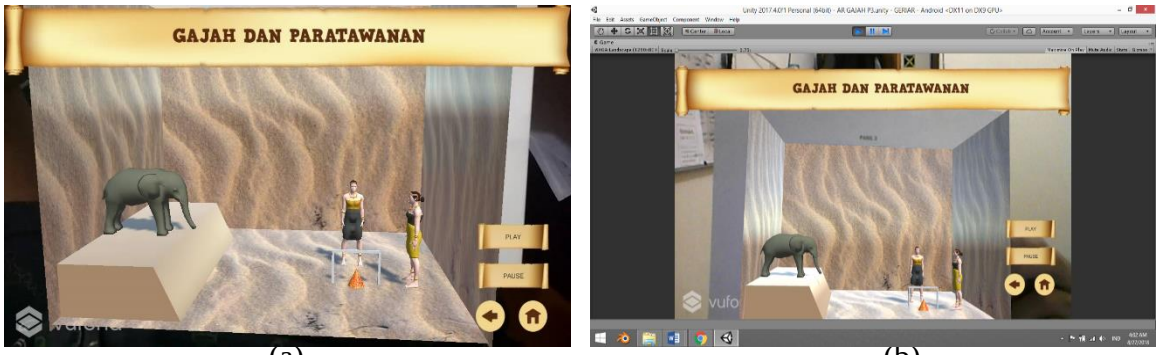


(a) (b)

Gambar 4.16 Tampilan halaman scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.8 Halaman Scan AR Panel Tiga Cerita Gajah dan Para Tawanan

Berikut tampilan halaman scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan pada Gambar 4.17 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan pada Android. Gambar 4.17 (b) Menampilkan halaman scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan pada Unity.

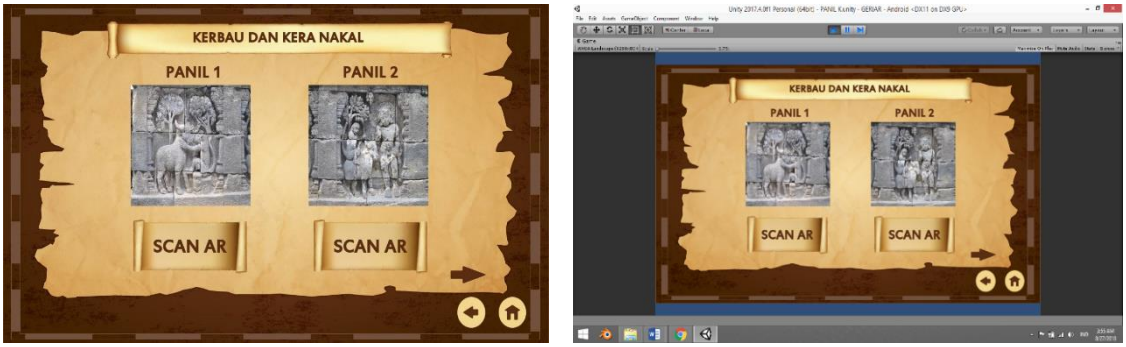


(a) (b)

Gambar 4.17 Tampilan halaman scan AR panel Tiga Cerita Gajah dan Para Tawanan pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.9 Halaman Cerita Kerbau dan Kera Nakal

Pada halaman cerita kerbau dan kera nakal menampilkan dua panel dari empat panel pada cerita kerbau dan kera nakal, yaitu panel pertama dan panel kedua, kedua panel ini menceritakan kejadian yang terdapat pada setiap panelnya. Berikut tampilan halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Gambar 4.18 (a) Menampilkan halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Android. Gambar 4.18 (b) Menampilkan halaman Kerbau dan Kera Nakal pada Unity.

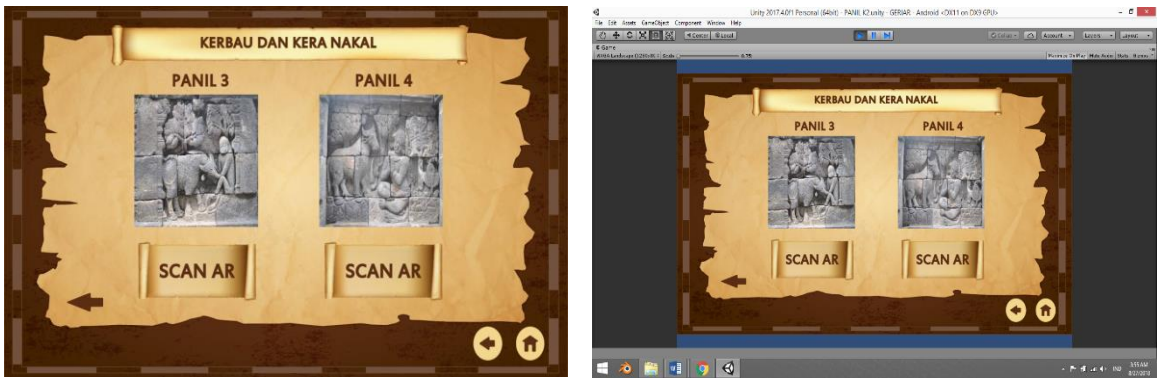


(a) (b)

Gambar 4.18 Tampilan halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.10 Halaman Selanjutnya Cerita Kerbau dan Kera Nakal

Pada halaman selanjutnya cerita kerbau dan kera nakal menampilkan dua panel dari empat panel pada cerita Kerbau dan Kera Nakal, yaitu panel ketiga dan panel keempat, kedua panel ini menceritakan kejadian yang terdapat pada setiap panelnya. Berikut tampilam halaman cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Gambar 4.19 (a) Menampilkan halaman selanjutnya cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Android. Gambar 4.19 (b) Menampilkan halaman selanjutnya Kerbau dan Kera Nakal pada Unity.

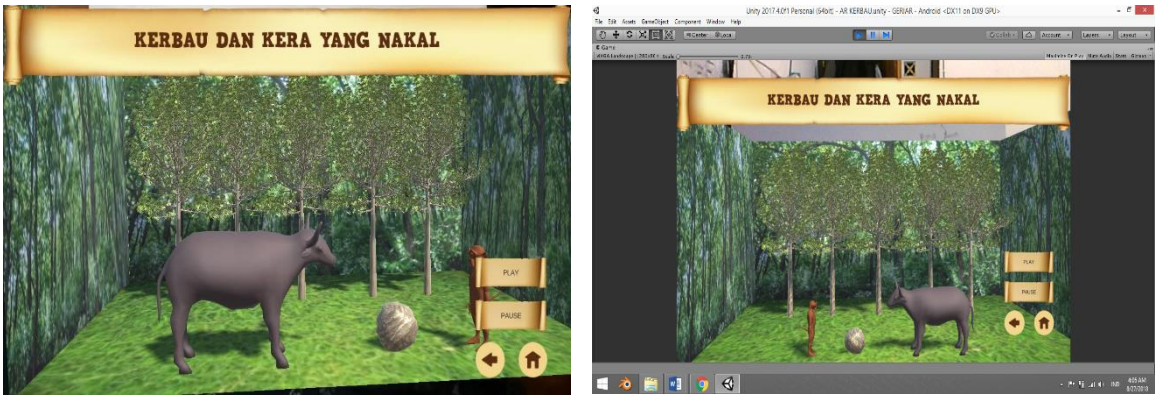


(a) (b)

Gambar 4.19 Tampilan halaman selanjutnya cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.11 Halaman Scan AR Panel Satu Kerbau dan Kera Nakal

Berikut tampilan halaman scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Gambar 4.20 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Android. Gambar 4.20 (b) Menampilkan halaman scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Unity.



(a) (b)

Gambar 4.20 Tampilan halaman scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.12 Halaman Scan AR Panel Dua Kerbau dan Kera Nakal

Berikut tampilan halaman scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Gambar 4.21 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Android. Gambar 4.21 (b) Menampilkan halaman scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Unity.





(a) (b)

Gambar 4.21 Tampilan halaman scan AR panel dua Cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.13 Halaman Scan AR Panel Tiga Kerbau dan Kera Nakal

Berikut tampilan halaman scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Gambar 4.22 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Android. Gambar 4.22 (b) Menampilkan halaman scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Unity.



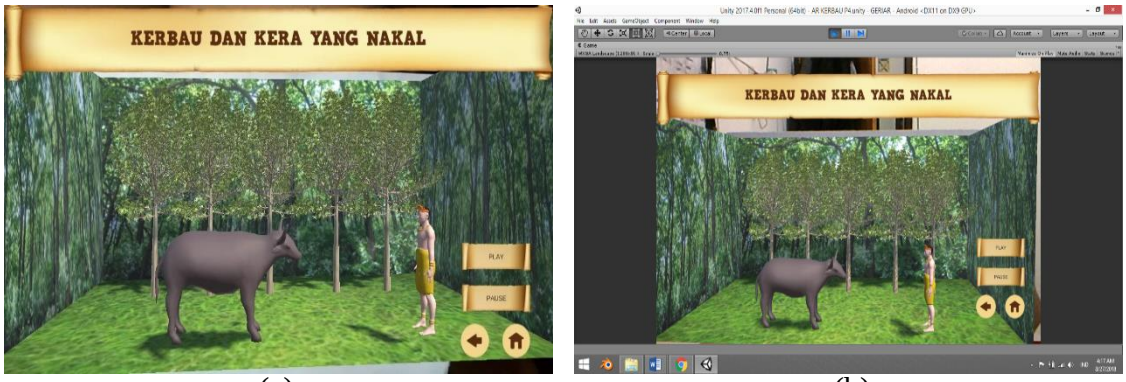


(a) (b)

Gambar 4.22 Tampilan halaman scan AR panel tiga Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity

4.2.14 Halaman Scan AR Panel Empat Kerbau dan Kera Nakal

Berikut tampilan halaman scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Gambar 4.23 (a) Menampilkan halaman Scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Android. Gambar 4.23 (b) Menampilkan halaman scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal pada Unity.



(a) (b)

Gambar 4.23 Tampilan halaman scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal pada (a) Android, dan (b) Unity

4.3 *Implementation*

Implementasi aplikasi AR Jataka untuk membantu balai konservasi candi Borobudur dalam menyampaikan cerita relief melibatkan pengunjung, dan arkeolog candi Borobudur. Berikut penjelasan dari implementasi aplikasi AR Jataka :

a. Implementasi Responden Pengunjung Candi Borobudur

Target utama dari aplikasi ini adalah pengunjung candi Borobudur yang bertujuan untuk menguji aplikasi yang telah dibuat berdasarkan aspek-aspek yang terdapat pada kuesioner.

Implementasi dari aplikasi AR Jataka untuk membantu balai konservasi candi Borobudur dalam menyampaikan cerita relief candi didapatkan data yang nantinya akan di analisis oleh penulis. Implementasi dilakukan terhadap pengunjung candi Borobudur berada di candi Borobudur. Tempat yang dijadikan implementasi berada pada lantai tiga candi Borobudur. Implementasi dilakukan pada pagi hari dan sore hari. Waktu yang dilakukan untuk implementasi sebanyak dua hari. Implementasi dilaksanakan pada tanggal 17 September 2018. Berikut gambar implementasi terhadap pengunjung dapat dilihat pada Gambar 4.24 Implemtasi terhadap pengunjung.



Gambar 4.24 Implemtasi terhadap pengunjung

b. Implementasi Responden Arkeolog Balai Konservasi Candi Borobudur

Implementasi dari aplikasi AR Jataka untuk membantu balai konservasi candi Borobudur dalam menyampaikan cerita relief candi, dilakukan selama satu hari, yaitu pada tanggal 17 september 2018, bertempat di kantor balai konservasi candi Borobudur. Berikut gambar implemtasi responden terhadapat arkeolog balai konservasi candi Borobudur.





Gambar 4.25 Implementasi terhadap arkeolog balai konservasi candi Borobudur

.

4.4 *Evaluation* / Evaluasi

Setelah aplikasi sudah diimplementasikan, selanjutnya akan dilakukan proses evaluiasi. Evaluasi dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada responden yaitu pengunjung dan arkeolog candi Borobudur. Pada kuesioner penelitian dengan derajat kepercayaan 90% maka tingkat kesalahan sebesar 10%. Pada responden pengunjung jumlah populasi 100 pengunjung kemudian pada arkeolog jumlah populasi sepuluh orang. Berdasarkan jumlah populasi dapat dihitung jumlah sampel yang diambil pada responden pengunjung dan arkeolog menggunakan

rumus slovin yang terdapat pada persamaan 3.1 maka perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.1 Perhitungan jumlah sampel pengunjung dan arkeolog.

Tabel 4.1 Perhitungan jumlah sampel pengunjung dan arkeolog

Pengunjung	**Arkeolog**
n = N / (1 + (N x e^2))	n = N / (1 + (N x e^2))
n = 100 / (1 + (100 x $0,1^2$))	n = 10 / (1 + (10 x $0,1^2$))
n = 100 / (1 + (100 x 0,01))	n = 10 / (1 + (10 x 0,01))
n = 100 / (1 + 1)	n = 10 / (1 + 0,1)
n = 100 / 2	n = 10 / 1,1
n = 50	n = 9

4.4.1 Hasil Pengujian Pengunjung Candi Borobudur

Untuk hasil pengujian pengunjung candi Borobudur, pengujian berupa hasil perhitungan kuesioner yang telah dibagikan kepada responden.

Hasil Kuesioner Pengunjung Candi Borobudur

Pada tabel 4.2 Hasil kuesioner pengunjung, merupakan hasil perhitungan kuesioner pengunjung candi borobudur. Untuk melihat hasil kuesioner peryataan pengunjung borobudur secara rinci terdapat di lampiran.

Tabel 4.2 Hasil kuesioner pengunjung

No	**Aspek**	**No pernyataan**	**Total Nilai Rata-rata Aspek (Jumlah rata-rata aspek / jumlah pernyataan aspek)**	**Hasil Rata-rata Aspek**	**Klasifikasi**
1	*Learnability*	1,2,3,4,5 (Pertanyaan pada tabel 3.6)	(4,08 + 4,14 + 4,16 + 4,08 + 4,08) / 5	4,10	Layak
2	*Memorability*	1 (Pernyataan pada tabel 3.7), dan 1,2,3,4,5 (pernyataan pada tabel 3.8)	(3 * 3 + 37 * 4 + 5 - 10) / 50 (1,76 + 1,6 + 1,68 + 1,64 + 1,72) / 5	(4,14 + (1,68 * 2.5)) = 4.17	Layak

3	*Effeciency*	1-2 (Pernyataan pada tabel 3.9)	(4,08 + 4,08) / 2	4,08	Layak
4	*Satisfaction*	1, 4 -18 (Pertanyaan pada tabel 3.10)	(4,28 + 4,28 + 4,22 + 4,28 + 4,24 + 4,36 + 4,14 + 4,16 + 4,20 + 4,22 + 4,04 + 4,06 + 4,18 + 4,20 + 4,20 + 4,24 + 4,14) / 17	4,20	Sangat Layak

a. Aspek *Learnability* Pengunjung candi Borobudur

   Pengujian aspek *learnability* bertujuan untuk mengetahui tingkat pengunjung candi Borobudur dalam mengoperasikan aplikasi. Pada Tabel 4.2 Hasil kuesioner pengunjung, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,16 menunjukkan klasifikasi layak. Dapat disimpulkan *learnability* pengunjung pada aplikasi AR Jataka ini layak atau mudah dioperasikan.

b. Aspek *Memorability* Pengunjung candi Borobudur

   Pengujian aspek *Memorability* bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan daya ingat pengunjung candi Borobudur. Pada Tabel 4.2 Hasil kuesioner pengunjung candi Borobudur dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,1 menunjukkan klasifikasi layak. Dapat disimpulkan *memorability* pengunjung pada aplikasi AR Jataka layak atau mudah diingat dalam mengoperasikannya

c. Aspek *Efficiency* Pengunjung candi Borobudur

   Pengujian aspek *efficiency* bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat pengunjung candi Borobudur dalam mengoperasikan aplikasi. Pada Tabel 4.2 Hasil kuesioner pengunjung, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,25 menunjukkan klasifikasi layak. Dapat disimpulkan *efficiency* pengunjung pada aplikasi AR Jataka ini layak atau mudah dioperasikan.

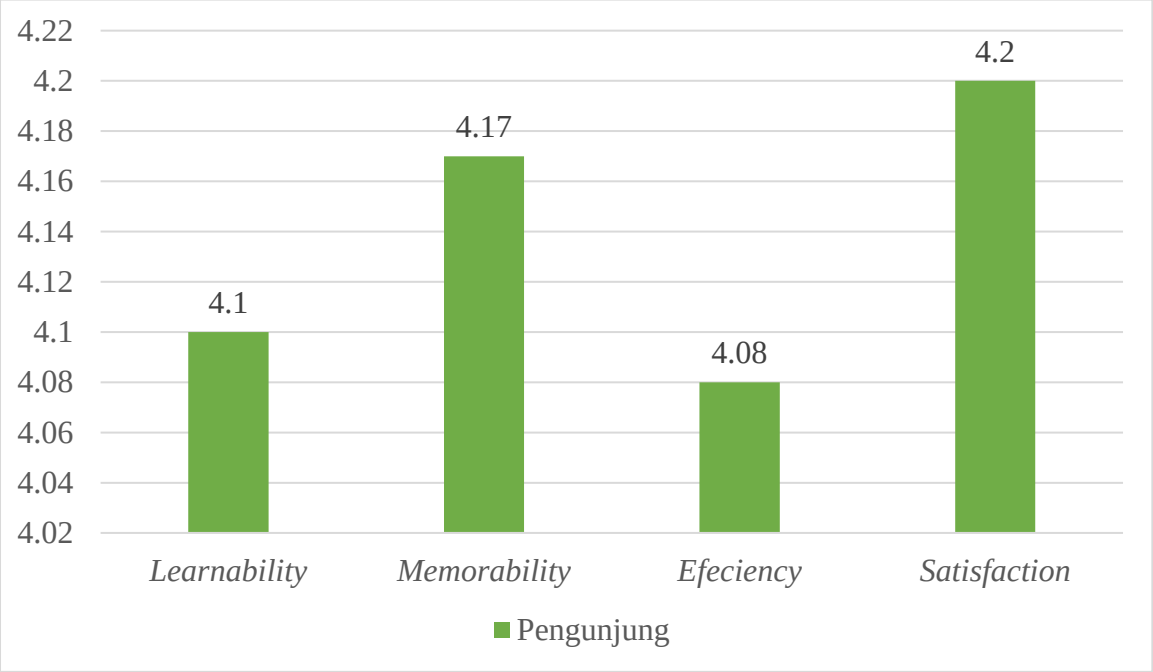
d. Aspek *Satisfaction* Pengunjung candi Borobudur

   Pengujian aspek *satisfaction* bertujuan untuk mengetahui tingkat kepuasan pengunjung candi Borobudur dalam mengoperasikan aplikasi. Pada Tabel 4.2 Hasil kuesioner pengunjung, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,27 menunjukkan klasifikasi sangat layak. Dapat disimpulkan *satisfaction* penunjung pada aplikasi AR Jataka ini layak atau puas dalam mengoperasikannya.

e. Komentar dan Saran dari Pengunjung candi Borobudur

1. Aplikasi bagus dan menarik
2. Aplikasi mudah digunakan dan dimegerti
3. Ditambahkan lebih banyak cerita

Dari hasil kuesioner responden arkeolog balai konservasi candi Borobudur, maka nilai rata-rata dari semua pernyataan digambarkan kedalam bentuk diagram batang hasil kuesioner. Pada Gambar 4.26 Diagram batang hasil kuesioner arkeolog balai konservasi candi Borobudur.



Gambar 4.26 Diagram batang hasil kuesioner pengunjung candi Borobudur.

Cognitive Skill

Pada Tabel 4.3 Hasil kuesioner *Cognitive skill* pengunjung, merupakan hasil perhitungan kuesioner pengunjung candi borobudur. Untuk melihat hasil *Cognitive skill* kuesioner peryataan pengunjung borobudur secara rinci terdapat di lampiran.

Tabel 4.3 Hasil kuesioner *cognitive skill* pengunjung.

No	**Aspek**	**No pernyataan**	**Total Nilai Rata-rata Aspek (Jumlah rata-rata aspek / jumlah pernyataan aspek)**	**Hasil Rata-rata Aspek**	**Klasifikasi**

1	*Cognitive skill*	1,2,3,4,5,6,7 (Pertanyaan pada tabel 3.10)	(1,84 + 1,8 + 1,8 + 1,7 + 1,84 + 1,7 + 1,92) / 5	(1,8 * 2,5) = 4,5	Sangat Layak

Pada pengujian ini dilakukan kepada pengunjung candi Borobudur dengan cara memberikan kuesioner. Pada Tabel 4.3 Hasil kuesioner *cognitive skill* pengunjun, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,5 menunjukkan klasifikasi sangat layak. Dapat disimpulkan *cognitive skill* penunjung pada aplikasi AR Jataka ini layak atau paham dalam mendapatkan informasi pada animasi 3D.

4.4.2 Hasil Pengujian Arkeolog Balai Konservasi Candi Borobudur

Untuk hasil pengujuan arkeologi balai konservasi candi Borobudur, pengujian berupa hasil perhitungan kuesioner yang telah dibagikan kepada responden.

Hasil Kuesioner Arkeologi Balai Konservasi Candi Borobudur

Pada Tabel 4.4 Hasil kuesioner arkeolog balai konservasi candi Borobudur, merupakan hasil perhitungan kuesioner arkeolog. Untuk melihat hasil kuesioner peryataan arkeolog secara rinci terdapat di lampiran.

Tabel 4.4 Hasil kuesioner arkeolog.

No	**Aspek**	**No pernyataan**	**Total Nilai Rata-rata Aspek (Jumlah rata-rata aspek / jumlah pernyataan aspek)**	**Hasil Rata-rata Aspek**	**Klasifikasi**
1	*Learnability*	1,2,3,4,6 (Pertanyaan pada tabel 3.6)	(4,8 + 4,8 + 4,8 + 4,8 + 4,8) / 5	4,7	Sangat Layak
2	*Memorability*	1 (Pernyataan pada tabel 3.7), dan 1,2,3,4,5 (pernyataan pada tabel 3.8)	(5 + 5 + 5 + 5 + 4) / 2 (2 + 1,6 + 1,2 + 2 + 2) / 5	((4,8 + (1,76 * 2,5)) = 4,6	Sangat Layak
3	*Efficiency*	1-2 (Pernyataan pada tabel 3.9)	(4 ,8+ 4,8) / 2	4,8	Sangat Layak

4	*Satisfaction*	3-14 dan 19-39 (Pernyataan pada tabel 3.10)	(4,8 + 4,4 + 4,4 + 4,6 + 4,8 + 4,6 + 4,3 + 4,6 + 4,6 + 4,6 + 4,6 + 4,6 + 4,6 + 4,4 + 4,8 + 4,6 + 4,8 + 4,2 + 4,2) / 19	4,52	Sangat Layak

a. Aspek *Learnability* Arkeolog

Pengujian aspek *learnability* bertujuan untuk mengetahui tingkat pembelajaran arkeolog dalam mengoperasikan aplikasi. Pada Tabel 4.4 Hasil kuesiober arkeolog, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,7 menunjukkan klasifikasi Sangat layak. Dapat disimpulkan *learnability* arkeolog pada aplikasi AR Jataka ini layak atau mudah dioperasikan.

b. Aspek *Memorability* Arkeolog

Pengujian aspek *Memorability* bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan daya ingat arkeolog balai konservasi candi Borobudur. Pada Tabel 4.4 Hasil kuesioner arkeolog dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,6 menunjukkan klasifikasi sangat layak. Dapat disimpulkan *memorability* arkeolog pada aplikasi AR Jataka layak atau mudah diingat.

c. Aspek *Efficiency* Arkeolog

Pengujian aspek *efficiency* bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat arkeolog dalam mengoperasikan aplikasi. Pada Tabel 4.4 Hasil kuesiober arkeolog, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,8 menunjukkan klasifikasi sangat layak. Dapat disimpulkan *efficiency* arkeolog pada aplikasi AR Jataka ini layak atau mudah dioperasikan.

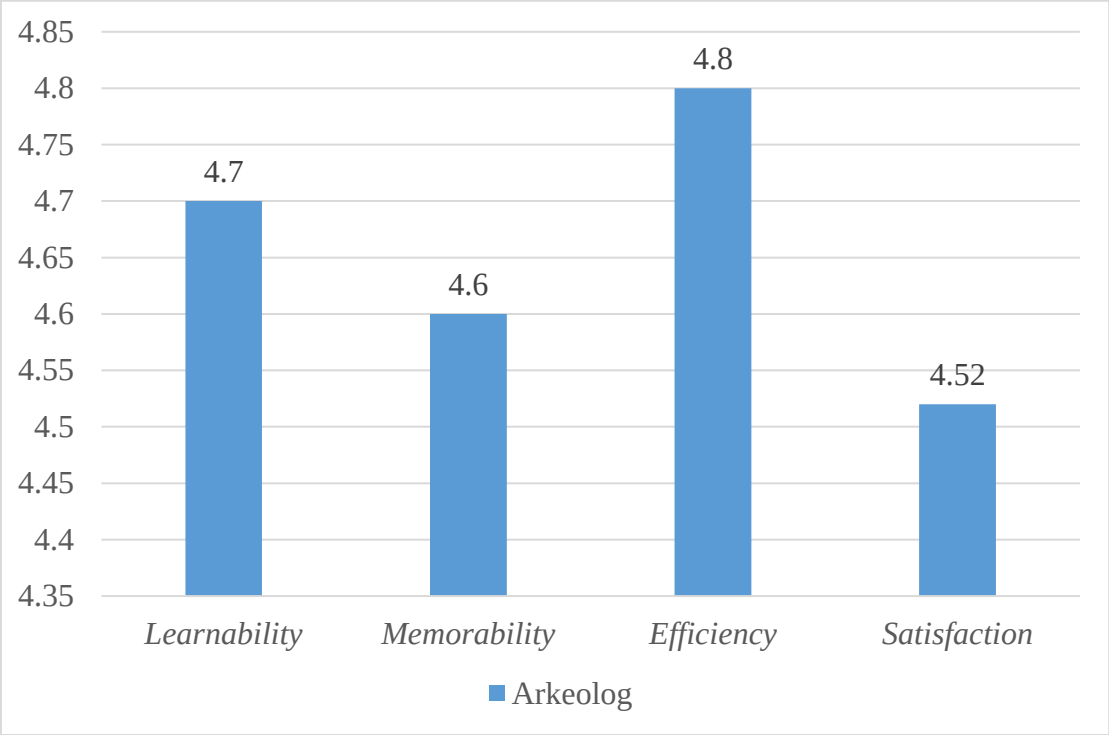
d. Aspek *Satisfaction* Arkeolog

Pengujian aspek *satisfaction* bertujuan untuk mengetahui tingkat kepuasan arkeolog dalam mengoperasikan aplikasi. Pada Tabel 4.4 Hasil kuesiober arkeolog, dapat diketahui hasil rata-rata yang didapat 4,52 menunjukkan klasifikasi sangat layak. Dapat disimpulkan *satisfaction* arkeolog pada aplikasi AR Jataka ini layak atau puas dalam menggunakan aplikasi.

e. Komentar dan Saran dari Arkeolog

1. Aplikasi bagus dan menarik
2. Aplikasi mudah digunakan dan dimegerti
3. Aplikasi ini penting dalam rangka pelestarian cagar budaya (isi relief), dan dapat dijadikan sarana bangsa dengan melihat nilai-nilai moral didalamnya
4. Untuk pengembangan selanjutnya bisa dikembangkan ke cerita jataka yang lain dan cerita relief yang lain seperti relief Karmawibangga, Lalitavistara, Gandawyudha

Dari hasil kuesioner responden arkeolog balai konservasi candi Borobudur, maka nilai rata-rata dari semua pernyataan digambarkan kedalam bentuk diagram batang hasil kuesioner. Pada Gambar 4.27 Diagram batang hasil kuesioner arkeolog balai konservasi candi Borobudur.



Gambar 4.27 Diagram batang hasil kuesioner arkeolog balai konservasi candi Borobudur.

4.4.3 *Fungsionality*

Hasil *fungsionality* dapat dilihat pada Tabel 4.5 *Blacbox testing*. Pengujian *blackbox testing* pada aplikasi AR Jataka dapat disimpilkan untuk semua tampilan beserta fungsi tombol sudah berjalan sesuai yang diharapkan.

Tabel 4.5 *Blackbox testing*

Aktivasi pengujian	**Realisasi yang diharapkan**	**Hasil**
Tombol cerita relief	Ketika diklik menuju halaman cerita relief	[v] Benar [ ] Salah
Tombol *back* kembali	Ketika diklik kembali ke halaman sebelumnya.	[v] Benar [ ] Salah
Tombol *home*	Ketika di klik kembali ke menu utama	[v] Benar [ ] Salah

Tombol relief Jataka	Ketika di klik akan menuju halaman relief jataka.	[v] Benar [ ] Salah
Tombol cerita Gajah dan Pata Tawanan	Ketika diklik akan akan menampilkan penel panel yang terdapat pada cerita gajah dan para tawanan	[v] Benar [ ] Salah
Tombol cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan akan menampilkan penel panel yang terdapat pada cerita kerbau dan kera nakal	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel satu cerita Gajah dan Para Tawanan	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel dua cerita Gajah dan Para Tawanan	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel tiga cerita Gajah dan Para Tawanan	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel satu cerita Kerbau dan Kera Nakal	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel dua cerita Kerbau dan Kera Nakal	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel tiga cerita Kerbau dan Kera Nakal	[v] Benar [ ] Salah
Tombol scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal	Ketika diklik akan menampil kamera untuk melakukan proses scan AR panel empat cerita Kerbau dan Kera Nakal	[v] Benar [ ] Salah
Aktivasi pengujian	**Realisasi yang diharapkan**	**Hasil**
Tombol *play*	Ketika di klik maka akan memulai ceirta animasi 3D	[v] Benar [ ] Salah

Tombol *pause*	Ketika diklik maka akan menjeda cerita animasi 3D	[v] Benar [ ] Salah
Tombol *resume*	Ketika diklik maka akan melanjutkan cerita animasi 3D	[v] Benar [ ] Salah

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Aplikasi AR Jataka untuk membantu penyampaian informasi relief candi khususnya relief Jataka dirancang menggunakan metode HIPO (*Hierarchy Plus Input Process Output*) dan dibangun menggunakan perangkat lunak *Adobe Illustrator*, Blender, dan Unity. Dari hasil analisis pengujian aplikasi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Apliaski AR Jataka berhasil mengimplementasikan *Marker Based Tracking* pada *Augmented reality* untuk menyampaikan informasi mengenai cerita relief candi Borobudur.
2. Aplikasi AR Jataka berhasil mengenali panel sebagai *marker* untuk menampilkan cerita relief yang berupa animasi 3D yang sesuai degan panel yang di scan.
3. Dari kuesioner yang dibagikan aplikasi berhasil membantu pengunjung untuk memahami cerita relief yang ada pada panel yang di scan.

5.1 Saran

Pada aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka masih terdapat beberapa kekurangan dan kelemahan dalam waktu yang akan datang masih dapat dikembangkan agar aplikasi ini dapat lebih baik lagi. Berikut beberapa hal yang masih dapat dikembangkan dari aplikasi animasi 3D cerita relief Jataka yaitu:

1. Untuk pengembangan aplikasi ini kedepannya diharapkan dapat ditambahkan cerita yang ada pada relief Jataka, dan dapat dikembangkan kepada cerita-cerita relief yang lainnya seperti Lalitavistara, Karmawibangga, dan Gandawyudha.
2. Diharapkan kedepannya aplikasi ini dapat memvisualisasikan pemetaan pada relief candi agar dapat lebih mudah untuk dimengerti.
3. Diharapkan kedepannya aplikasi ini dapat memberi informasi mengenai perkembangan candi Borobudur dari pertama kali ditemukan hingga saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

Dumas, J. S., & Janice C, R. (1999). *A Practical Guide to Usability Testing.Revised Edition*. Bethesda, USA: Redish & Associates, Inc.

Nugroho, A. (2009). *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java*. Yogyakarta: Andi Offset.

Vaughan, T. (2004). *Multimedia: Making It Work* (VI). McGraw-Hill Companies, Inc.

Wirasatriaji. (2013). Tentang Setting atau Latar Dalam Drama. diakses pada tanggal 21 September 2018, dari http://www.rumpunnektar.com/2013/11/tentang-seting-atau-latar-dalam-menulis.html

Sutopo Marsis. (2015). *Cerita Bergambar Relief Jataka Candi Borobudur*. Balai konservasi Borobudur:Direktorat Jendral Kebudayaan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan

Robin, L. (2001). *Kitab Suci komputer & Multimedia*. Yogyakarta: Alberta.

Rosch. (1996). *Easy Way To Understand The Multimedia*. Bostom: Allyn and Bacom.

Crawford, C. (1997). *The Art of Computer Game Design*. *Computer*. McGraw-hill Osborne Media. https://doi.org/10.2307/3183801

Peterson, R., Verenikina, I., & Herrington, J. (2008). Standards for educational, edutainment, and developmentally beneficial computer games. *Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, (June), 1–10.

Syahroni & Nurfitriyanti (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Bebasis Komputer Dalam Pembelajar Matematika. diakses pada tanggal 21 September 2018, Media.https://media.neliti.com/media/publications/234980-pengembangan-media-pembelajaran-interakt-13c33197.pdf

Candra. (2014), Perancangan Sistem Interaksi Berbasis Teknologi Augmented Reality pada Sampul Media Promosi Cetak, Jurnal Teknologi Informasi ISSN : 1907 – 2430, volume 6, Nomor 18, Nopember 2011

Kasatriayanto, Bambang (2017). Belajar Pendidikan Budi Pekerti dari Relief Jataka Candi Borobudur. diakses pada tanggal 21 September 2018, Media. https://kebudayaan kemdikbud.go.id/bkborobudur/belajar-pendidikan-budi-pekerti-dari-relief-jataka-candi-borobudur-part-1/

Yulianto, Nanang (2012), Pembuatan Game 3 Dimensi Lost In Jungle dengan Menggunakan Unity 3D Game Engine, Diakses 21 Semptember 2018, dari http://repository.amikom.ac.id/files/Publikasi_10.21.0535.

Priatmono, Dody (2013). Proses Pembuatan Karya Animasi. diakses pada tanggal 21 September 2018, Media http://www.dodyanimation.com/proses-pemuatan-karya-animasi/

Soekmono. 1976. Chandi Borobudur: A Monument of Mankind. Paris: UNESCO Press

Molenda, M. (2003, June). In Search of the Elusive ADDIE Model. Indiana University, [Online]. diakses pada tanggal 21 September 2018, Media http://www.comp.dit.ie/dgordon/Courses /ILT/ILT0004/InSearchofElusiveADDIE.pdf

Rianto, Dedi (2014). *Usability System Menggunakan Use Questionare Pada Aplikasi Android.* diakses pada tanggal 21 September 2018, Media https://media.neliti.com/media /publications/130684-ID-none.pdf

LAMPIRAN

1. Kuesioner Pengunjung dan Arkeolog Balai konservasi candi Borobudur

HASIL KUESIONER

PENGUNJUNG

NO	Nama	Jenis Kelamin	Umur	Pekerjaan	Pernyataan 1	Pernyataan 2
1	Yani	Perempuan	22	karyawan	4	4
2	Yul	Perempuan	23	Karyawan	5	5
3	Dewi	Perempuan	17	Pelajar	5	5
4	Diah	Perempuan	18	Pelajar	4	4
5	Intan	Perempuan	18	Pelajar	4	4
6	Rini	Perempuan	18	Pelajar	4	4
7	RNH	Laki-Laki	21	Mahasiswa	4	5
8	VN	Perempuan	20	Mahasiswa	5	5
9	AMA	Laki-Laki	20	Mahasiswa	5	5
10	Samsul	Laki-Laki	28	Karyawan	5	5
11	Arip	Laki-Laki	27	Karyawan	4	4
12	AD	Perempuan	21	Mahasiswi	5	4
13	Dammamon	Laki-Laki	21	Mahasiswa	5	4
14	Asuya	Laki-Laki	22	Kuliah	4	4
15	SURYA	Laki-Laki	29	Pegawai	4	4
16	Raden	Laki-Laki	27	Pegawai	5	5
17	Angga	Laki-Laki	21	Mahasiswa	4	4
18	Hadi	Laki-Laki	23	Mahasiswa	4	4
19	Andini	Perempuan	21	Mahasiswi	4	4
20	wulan	Perempuan	21	Mahasiswi	4	4
21	Reza	Laki-Laki	22	Mahasiswa	5	5
22	ica	Perempuan	18	Pelajar	4	4
23	Dina	Perempuan	17	Pelajar	4	4
24	Alysa	Perempuan	17	Pelajar	4	4
25	Ira	Perempuan	17	Pelajar	4	4
26	Heri	Laki-Laki	27	Wirausaha	4	4
27	santoso	Laki-Laki	29	Wirausaha	4	4
28	Yudi	Laki-Laki	22	Mahasiswa	4	4
29	Bibil	Perempuan	21	Mahasiswi	4	4
30	Raka	Laki-Laki	22	Mahasiswa	4	4
31	Jaka	Laki-Laki	21	Mahasiswa	5	5
32	Eci	Laki-Laki	21	Mahasiswi	5	5
33	Vingky Indah	Perempuan	20	Mahasiswi	4	4
34	Fathi Fauzan	Laki-Laki	20	Mahasiswa	4	4
35	Agung	Laki-Laki	21	Mahasiswa	4	4
36	Fahri	Laki-Laki	20	Mahasiswa	4	4
37	Arini	Perempuan	20	Mahasiswa	4	4
38	ryan	Laki-Laki	21	Mahasiswa	4	4
39	ayu	Perempuan	24	Karyawan	4	4
40	Diah Safitri	Perempuan	24	Karyawan	4	4
41	Divti	Perempuan	21	Mahasiswi	4	4
42	rizky	Laki-Laki	24	Karaywan	5	5
43	Temi	Perempuan	20	Mahasiswi	3	3
44	DP	Laki-Laki	52	Guru	5	4
45	mudin	Laki-Laki	28	frelancer	5	4
46	nadya	Perempuan	20	mahasiswi	5	4
47	defina setiawati	Perempuan	17	Pelajar	4	4
48	safira	Perempuan	20	Mahasiswi	4	4
49	Ryan Dwi	Laki-Laki	22	Mahasiswa	4	4
50	Mira	Perempuan	22	Mahasiswi	4	4

Pernyataan 3	Pernyataan 4	Pernyataan 5	Pernyataan 6	Pernyataan 7	Pernyataan 8	Pernyataan 9
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
5	5	4	5	3	5	5
5	4	5	5	4	4	5
5	4	4	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4
5	5	4	5	4	4	4
4	5	3	4	5	4	5
3	5	4	5	4	4	3
4	4	4	4	3	4	4
5	5	5	5	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	4	4
4	4	4	5	4	5	4
4	4	4	5	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4
3	5	5	5	3	2	3
4	4	5	4	5	4	5
4	4	4	4	4	4	4

4	4	4	4	4	4	4
4	4	5	5	4	5	5
4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4

Pernyataan 10	Pernyataan 11	Pernyataan 12	Pernyataan 13	Pernyataan 14	Pernyataan 15
4	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	4	4	5	5	5
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	4	5	4	4	5
5	4	5	5	5	5
5	4	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4
4	4	2	2	5	5
3	5	4	5	5	4
5	4	4	3	4	4
4	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	4	4	5	5	5
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	4	4
4	4	3	4	3	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4
4	2	4	5	5	5
5	5	5	5	4	4
4	4	4	4	4	4

4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4
4	5	5	4	4	4
4	4	4	4	4	4

Pernyataan 16	Pernyataan 17	Pernyataan 18	Pernyataan 19	Pernyataan 20	Pernyataan 21
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	5	4
5	5	5	4	4	5
5	4	5	4	5	4
5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4
5	5	4	5	5	3
4	3	3	5	3	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
5	5	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	3	3	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	3
5	4	4	5	5	5
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4

4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4

Pernyataan 22	Pernyataan 23	Pernyataan 24	Pernyataan 25	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2
4	4	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	5	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
5	5	5	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
5	5	5	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
5	5	5	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
5	5	5	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
5	4	4	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	3	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Atas	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Atas	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
5	5	5	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Atas	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Atas	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	5	5	Atas	Kanan kiri (Horizontal)
5	5	5	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
3	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
3	4	4	3	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	3	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
3	3	3	3	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
5	5	5	5	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
3	3	4	4	Bawah	Atas Bawah (vertikal)
4	4	5	5	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Atas	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)
4	4	4	4	Bawah	Kanan kiri (Horizontal)

Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5	Pertanyaan 6	Pertanyaan 7	Pertanyaan 8
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Angka	Hutan	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Kanan kiri (Horizontal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Angka	Padang Pasir	Hutan	Gajah
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Angka	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Gajah
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Angka	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Padang Pasir	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Angka	Hutan	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Gajah
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Padang Pasir	Gajah
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Angka	Hutan	Padang Pasir	Tawanan
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Hutan	Padang Pasir	Tawanan
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Gajah
Kanan kiri (Horizontal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Atas	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan

Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Angka	Padang Pasir	Padang Pasir	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan
Atas Bawah (vertikal)	Bawah	Huruf	Padang Pasir	Hutan	Tawanan

HASIL KUESIONER

ARKEOLOG

No	1	2	3	4	5
Nama	Iwan Kurnianto	Ahman Muzakir	Rifqi Kurmadi Suryanto	Dimas Arif Primanda Aji	Winda Diah Puspita Rini
Jenis Kelamin	Laki-Laki	Laki-Laki	Laki-Laki	Laki-Laki	Perempuan
Peryataan 1	5	5	4	5	5
Peryataan 2	4	5	4	4	5
Peryataan 3	4	5	4	4	5
Peryataan 4	5	5	4	4	5
Peryataan 5	5	5	4	5	5
Peryataan 6	5	5	4	4	5
Peryataan 7	5	5	4	4	5
Peryataan 8	5	5	4	4	5
Peryataan 9	5	5	4	4	5
Peryataan 10	5	5	4	4	5
Peryataan 11	5	5	4	4	5
Peryataan 12	5	5	4	4	5
Peryataan 13	5	4	4	4	5
Peryataan 14	5	5	4	5	5
Peryataan 15	5	4	4	5	5
Peryataan 16	5	5	4	5	5
Peryataan 17	5	5	3	3	5
Peryataan 18	5	5	3	3	5
Peryataan 19	4	4	4	4	5
Peryataan 20	5	5	4	4	5
Peryataan 21	5	5	4	4	5
Peryataan 22	5	5	4	4	5
Peryataan 23	5	5	4	4	5
Peryataan 24	5	5	4	4	5
Peryataan 25	5	5	4	4	5
Peryataan 26	5	5	4	4	5
Peryataan 27	5	5	4	4	5
Pertanyaan 1	Bawah	Bawah	Bawah	Bawah	Bawah
Pertanyaan 2	Kanan kiri (Horizontal)	Kanan kiri (Horizontal)	Kanan kiri (Horizontal)	Kanan kiri (Horizontal)	Atas bawah (vertikal)
Pertanyaan 3	Atas bawah (vertikal)	Atas bawah (vertikal)	Kanan kiri (Horizontal)	Atas bawah (vertikal)	Atas bawah (vertikal)
Pertanyaan 4	Atas	Atas	Atas	Atas	Atas
Pertanyaan 5	Huruf	Huruf	Huruf	Huruf	Huruf

Saran dan Komentar	Luar biasa bagus. tambahin lagi relief-reliefny, supaya lengkap	Aplikasi animasi 3D secara umum mudah digunakan. mudah dimengerti dan tidak perlu belajar banyak untuk menggunakannya. Saran : kedepanya perlu ada pengembangan detail animasi dan antara pergerakan animasi dengan jalan cerita lebih diselaraskan	Sudah bagus hanya mungkin perlu sedikit penyempurnaan di pengambaran objeknya	Jumlah relief cerita di candi borobudur sangat banyak, mungkin aplikasi ini bisa dikembangkan lagi ke arah Jataka dulu, baru ke relief relief yang lainnya. agar size aplikasi tidak terlalu besar dan aplikasi untuk hp andorid dengan spek yang rendah	Aplikasi ini Cukup baik, karena belum banyak yang membuat. publikasi aplikasi ini penting dalam pelestarian cagar budaya (isi Relief candi), dan dapat dijadikan sebagai sarana pembentukan karakter bangsa (dengan melihat nilai moral didalamnya)