

BENTUK BENUA AKIBAT DARI LEMPENG TEKTONIK BERBASIS
AUGMENTED REALITY (AR)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau

M. ASRI
163510223

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, Penulis ucapkan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul “Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Berbasis *Augmented Reality* (AR)”. Proposal ini telah Penulis susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan Proposal Skripsi ini. Untuk itu Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan Proposal ini.

Terlepas dari semua itu, Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka Penulis menerima segala saran dan kritik dari pembimbing agar Penulis dapat memperbaiki Proposal Skripsi ini.

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses pembuatan skripsi ini, karena berkat dan dorongan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, rasa terimakasih penulis ucapkan kepada:

1. Kepada Bapak Dr. Eng. Muslim, ST.,MT selaku Dosen Fakultas Teknik.
2. Ibu Ana Yulianti, ST., M.Kom selaku pembimbing yang telah memberikan pengajaran, arahan, dan telah sabar dalam memberikan bimbingan disela-sela kesibukan beliau.

3. Bapak dan Ibu Dosen UIR yang telah banyak memberikan ilmunya selama penulis menduduki bangku perkuliahan khususnya bagi Bapak Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika.
4. Kepada seluruh staf TU yang telah membantu kelancaran dalam proses penyelesaian skripsi.

Akhir kata Penulis berharap semoga Proposal Skripsi ini dapat memberikan manfaat, inspirasi, dan dapat dipergunakan terhadap pembimbing ataupun instansi terkait.

Pekanbaru,.... Juni 2020

M. ASRI
NPM: 163510223



Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Berbasis *Augmented Reality (AR)*

M. ASRI
Fakultas Teknik
Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email: asri27@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Media merupakan salah satu komponen dalam sistem pembelajaran yang mempunyai fungsi dan peran yang sangat vital bagi keberhasilan pembelajaran. Tanpa media, komunikasi tidak akan terjadi dan proses pembelajaran tidak akan bisa berlangsung secara optimal. Pemilihan media yang tepat akan membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien dalam mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Selama ini, proses pembelajaran materi Tektonisme dalam mata kuliah Geologi Umum hanya menggunakan media power point saja yang membuat mahasiswa hanya fokus pada menulis dibanding mendengarkan penjelasan pendidik. Agar mahasiswa dapat memahami materi tektonisme dengan baik dan proses pembelajaran lebih efektif, perlu adanya pengembangan media tiga dimensi yang layak untuk menunjang proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media tiga dimesi yang layak dan untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap media yang dikembangkan.

Aplikasi ini menggunakan *ARCore SDK Library* lalu menggunakan *display 3D* dengan Teknik *Markerless*. Berdasarkan pengujian yang dikumpulkan Mahasiswa/I telah diketahui bahwa aplikasi ini bisa menampilkan animasi Lempeng Tektonik dengan intensitas cahaya 8-12 lux kurang dari satu detik dengan jarak 10 cm, 34-48 lux kurang dari satu detik dengan jarak 50 cm, dan 88-110 lux kurang dari satu detik dengan jarak 1m.

Kata Kunci: Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik, *Augmented Reality*, *Library ARCore SDK*.

***Continent Forms Due To Plate-Based Tectonics
Augmented Reality (AR)***

M. ASRI

Faculty of Engeneering

Informatic Engeneering

Islamic University Of Riau

Email: asri27@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Media is one of the components in the learning system which has a very vital function and role for the success of learning. Without the media, communication will not occur and the learning process will not be able to take place optimally. Selection of the right media will make the learning process more effective and efficient in achieving the specified learning objectives. So far, the learning process of Tectonism material in the General Geology course only uses power point media which makes students only focus on writing rather than listening to educators' explanations. So that students can understand tectonic material well and the learning process is more effective, it is necessary to develop appropriate three-dimensional media to support the learning process. This study aims to develop viable three-dimensional media and to determine student responses to the developed media. This application uses the ARCore SDK Library and then uses a 3D display with Markerless Techniques. Based on the tests collected by Students / I, it is known that this application can display Tectonic Plate animation with light intensity of 8-12 lux less than one second with a distance of 10 cm, 34-48 lux less than one second with a distance of 50 cm, and 88 110 lux is less than one second with a distance of 1m.

Keywords: Continent Shape Due to Plate Tectonics, Augmented Reality, ARCore SDK Library.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Studi Kepustakaan.....	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Perkembangan Teori Lempeng Tektonik	6

2.2.2	Prinsi prinsip utama lempeng	8
2.2.3	Jenis jenis lempeng	26
1.	Batas Transform (transform boundaries)	26
2.	Batas divergen/konstruktif (divergent/constructive boundaries) ...	11
3.	Batas konvergen/destruktif (convergent/destructive boundaries) ..	12
2.2.4	<i>Augmented Reality</i> (AR)	13
2.2.5	Aplikasi	14
2.2.6	Unity 3D	14
2.2.7	<i>ARCore</i>	15
2.2.8	<i>Use Case Diagram</i>	16
2.2.9	<i>Class Diagram</i>	17
2.2.10	<i>Activity Diagram</i>	18
2.2.11	<i>Squence Diagram</i>	19
2.2.12	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	36
2.3	Hipotesis	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN		23
3.1.	Alat dan bahan penelitian yang digunakan	23
3.1.1	Alat penelitian	23
3.1.1.1	Spesifikasi Kebutuhan <i>Hardware</i>	23

3.1.1.2 Spesifikasi Kebutuhan <i>Software</i>	23
3.2. Bahan Penelitian.....	24
3.2.1. Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.2.2. Metode Penelitian	24
3.3. Perancangan Aplikasi.....	26
3.3.1. <i>Hierarchy Chart</i>	27
3.3.2. Diagram Konteks	28
3.3.3. Desain Tampilan	29
3.3.4.1.Desain Tampilan Halaman <i>Splash Screen</i>	29
3.3.4.2.Desain Tampilan Halaman Utama Aplikasi	30
3.3.4.3.Desain Tampilan Halaman Animasi Objek 3D	31
3.3.4.4.Desain Tampilan Halaman Petunjuk	31
3.3.5. Cara Kerja Aplikasi	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.1.1 Tampilan <i>splash Screen</i>	37
4.1.2 Tampilan Utama	38
4.1.2.1 Tombol Mulai	38
4.1.2.2 Tombol Info	39

4.1.2.3 Tombol Cara Penggunaan Aplikasi	39
4.1.2.4 Tombol Keluar	39
4.1.3 Tampilan Menu Pilihan	56
4.1.3.1 Tampilan <i>Augmented Reality Divergent</i>	54
4.1.3.2 Tampilan Objek <i>Augmented Reality Divergent</i>	54
4.1.3.3 Tampilan <i>Augmented Reality Konvergent</i>	54
4.1.3.4 Tampilan Objek <i>Augmented Reality Konvergent</i>	54
4.1.5 Tampilan Menu Cara Penggunaan Aplikasi	43
4.1.6 Tampilan Menu Info	43
4.2 Pembahasan	44
4.2.1 Pengujian <i>Black Box</i>	44
4.2.2 Pengujian Intensitas Cahaya	48
4.2.3. Pengujian Jarak dan Sudut	69
4.2.4 Pengujian Jenis Objek Tracking	75
4.3 Pengujian Beta (<i>End User</i>)	80
4.4 Implementasi Sistem	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73

DAFTAR PUSTAKA	74
----------------------	----



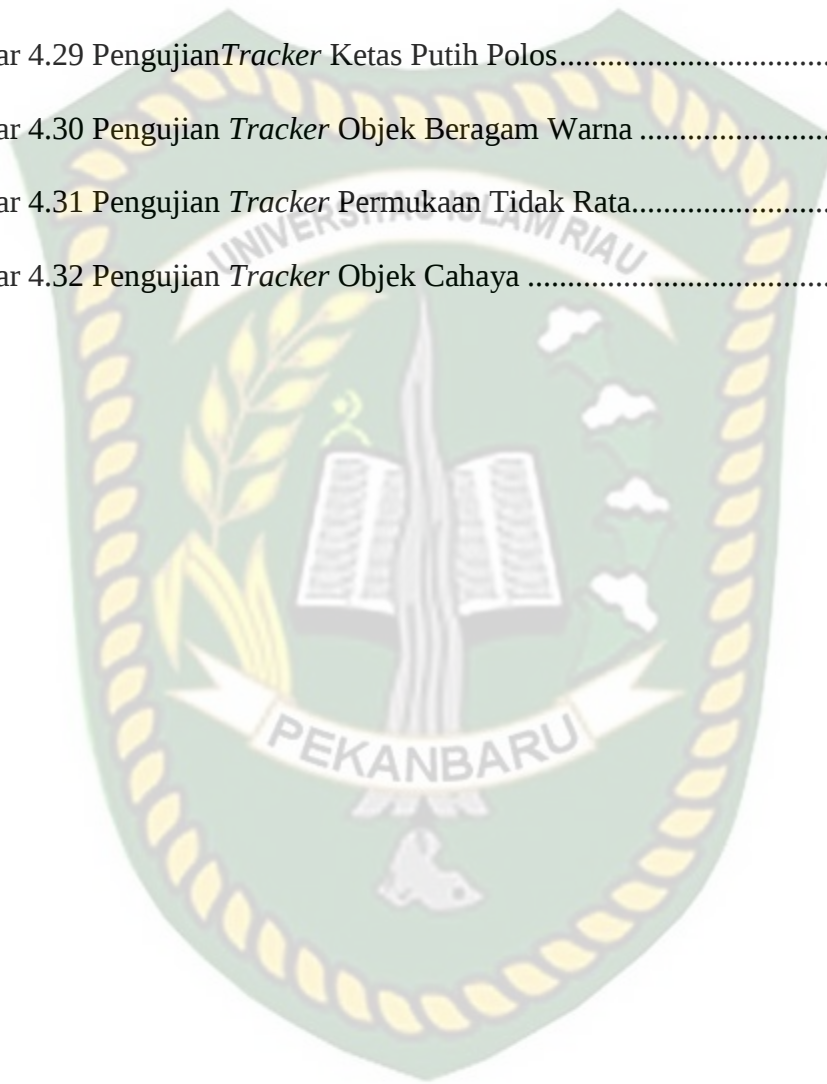
Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta dengan detail yang menunjukkan lempeng-lempeng tektonik dan arah vektor gerakannya.	8
Gambar 2.2 Jenis batas lempeng	26
Gambar 2.3 Batas Transform (<i>transform boundaries</i>).....	26
Gambar 2.4 Batas Divergen (<i>divergent boundaries</i>)	26
Gambar 2.5 Batas Konvergen (<i>konvergent boundaries</i>).....	26
Gambar 3.1 Cara Kerja Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan <i>Augmented Reality</i>	26
Gambar 3.2 <i>Hierarchy Chart</i> Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	27
Gambar 3.3 Diagram Konteks.....	28
Gambar 3.4 Desain Tampilan Halaman <i>Splash Screen</i>	29
Gambar 3.5 Tampilan Halaman Utama Aplikasi.....	30
Gambar 3.6 Tampilan Halaman Animasi Objek 3D	26
Gambar 3.7 Tampilan Halaman Petunjuk.....	32
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Aplikasi	33
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Halaman Menu Tampilkan Objek	34
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Menu Petunjuk.....	34
Gambar 3.11 Cara Kerja Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik....	35
Gambar 4.1 Tampilan <i>Splash Screen</i> Aplikasi	37

Gambar 4.2 Tampilan Utama Aplikasi	38
Gambar 4.3 Tombol Mulai.....	38
Gambar 4.4 Tombol Info.....	39
Gambar 4.5 Tombol Cara Penggunaan Aplikasi.....	39
Gambar 4.6 Tombol Keluar	39
Gambar 4.7 Tampilan Menu Pilihan.....	40
Gambar 4.8 Tampilan <i>Augmented Reality Divergent</i>	40
Gambar 4.9 Tampilan Objek <i>Augmented Reality Divergent</i>	41
Gambar 4.10 Tampilan <i>Augmented Reality Konvergent</i>	42
Gambar 4.11 Tampilan Objek <i>Augmented Reality Konvergent</i>	42
Gambar 4.12 Tampilan Menu Cara Penggunaan Aplikasi.....	43
Gambar 4.13 Tampilan Menu Info.....	44
Gambar 4.14 Pengujian <i>Outdoor</i> siang hari.....	49
Gambar 4.15 Pengujian <i>Outdoor</i> Malam Hari.....	49
Gambar 4.16 Pengujian <i>Indoor</i> 88-110 lux.....	50
Gambar 4.17 Pengujian <i>Indoor</i> 34-48 lux.....	50
Gambar 4.18 Pengujian <i>Indoor</i> 0 lux.....	51
Gambar 4.19 Pengujian Jarak 10 cm dengan sudut 10°	54
Gambar 4.20 Pengujian Jarak 10 cm dengan sudut 45°	55
Gambar 4.21 Pengujian Jarak 10 cm dengan sudut 90°	55
Gambar 4.22 Pengujian Jarak 50 cm dengan sudut 10°	56
Gambar 4.23 Pengujian Jarak 50 cm dengan sudut 45°	56
Gambar 4.24 Pengujian Jarak 50 cm dengan sudut 90°	57

Gambar 4.25 Pengujian Jarak 1 m dengan sudut 10°	57
Gambar 4.26 Pengujian Jarak 1 m dengan sudut 45°	58
Gambar 4.27 Pengujian Jarak 1 m dengan sudut 90°	58
Gambar 4.28 Pengujian <i>Tracker</i> Kontras Hitam Putih	60
Gambar 4.29 Pengujian <i>Tracker</i> Ketas Putih Polos	61
Gambar 4.30 Pengujian <i>Tracker</i> Objek Beragam Warna	61
Gambar 4.31 Pengujian <i>Tracker</i> Permukaan Tidak Rata	62
Gambar 4.32 Pengujian <i>Tracker</i> Objek Cahaya	63



DAFTAR TABEL

Table 2.1 Simbol pada <i>Use Case</i>	16
Table 2.2 Simbol pada <i>Class Diagram</i>	17
Table 2.3 Simbol pada <i>activity diagram</i>	18
Table 2.4 Simbol <i>sequence diagram</i>	19
Table 2.5 Simbol <i>Flowchart</i>	21
Tabel 4.1 Pengujian <i>Black Box</i> Menu Utama	45
Tabel 4.2 Pengujian <i>Black Box</i> Halaman Menu Pilihan	46
Tabel 4.3 Pengujian <i>Black Box Augmented Reality Divergent</i>	46
Tabel 4.4 Pengujian <i>Black Box Augmented Reality Konvergent</i>	47
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Intensitas Terhadap Intensitas Cahaya	52
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Jarak dan Sudut	59
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tracking Objek	63
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Beta (End User)	64
Tabel 4.9 Skor Maksimum	66
Tabel 4.10 Kriteria Skor	66
Tabel 4.11 Hasil Kuesioner Pertanyaan Pertama	67
Tabel 4.12 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua	68
Tabel 4.13 Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga	68
Tabel 4.14 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat	69
Tabel 4.15 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kelima	69

Tabel 4.16 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keenam	70
Tabel 4.17 Pengolahan Skala.....	71



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi saat ini berkembang dengan sangat pesat, sehingga dengan perkembangan teknologi tersebut menghasilkan sebuah manfaat besar bagi manusia sekitarnya. Perkembangan teknologi khususnya di bidang komputer mendorong munculnya sebuah *software* canggih serta bermanfaat bagi semua lapisan masyarakat. Seiring dengan majunya pola pikir manusia zaman sekarang komputer banyak digunakan dalam berbagai macam bidang, seperti bidang hiburan, pendidikan, dan geologi.

Lempeng-lempeng tektonik adalah bagian kerak bumi yang di bawahnya disokong oleh magma. Lempeng ini berada di wilayah dasar gunung api. Ketika lempeng ini bergerak naik, turun dan bergeser, gerakannya akan mengakibatkan perubahan pada bentuk kulit bumi. Perubahan bentuk serta pergerakan yang terjadi ini disebut gempa bumi. Lantas, kenapa lempeng ini dapat bergerak? Sebab ada yang menggerakkannya, yakni tenaga lempeng. Tenaga ini mendorong lempeng-lempeng untuk bergerak bebas sehingga terjadi tumbukan, gesekan atau pemisahan lempeng.

Pergerakan lempeng telah menyebabkan pembentukan dan pemecahan benua seiring berjalannya waktu, termasuk juga pembentukan superkontinen yang mencakup hampir semua atau semua benua. Superkontinen Rodinia diperkirakan terbentuk 1 miliar tahun yang lalu dan mencakup hampir semua atau semua benua di Bumi dan terpecah menjadi delapan benua sekitar 600 juta tahun yang lalu. Delapan

benua ini selanjutnya tersusun kembali menjadi superkontinen lain yang disebut Pangaea yang pada akhirnya juga terpecah menjadi Laurasia (yang menjadi Amerika Utara dan Eurasia), dan Gondwana (yang menjadi benua sisanya).

Dengan zaman yang serba cepat ini tentu sangat dibutuhkan sebuah media pengetahuan tentang perubahan bentuk benua akibat dari lempeng tektonik, dikarenakan tidak semua orang memiliki pengetahuan terhadap dunia ilmu (sains) atau geolog yang mempelajari bumi, komposisinya, struktur, sifat-sifat fisik, sejarah, dan proses pembentukannya.. Atas dasar latar belakang tersebut maka penulis mengambil judul proposal skripsi ini adalah “Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Berbasis *Augmented Reality* (AR)”.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Dibutuhkan media dalam pembelajaran dan pemahaman tentang bentuk benua akibat dari lempeng tektonik.
2. Belum adanya aplikasi tentang bentuk benua akibat dari lempeng tektonik berbasis *Augmented Reality* (AR)

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas dapat di tentukan rumusan masalah sebagai berikut : Bagaimana pengguna dapat berinteraksi langsung dengan obyek virtual 3 dimensi bentuk benua akibat dari lempeng tektonik yang dapat memberi pengetahuan bagi penggunanya.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak menyimpang dan lebih terarah maka peneliti memberikan batasan pengembangannya. Batasan – batasan yang terdapat pada penelitian ini adalah: Aplikasi ini membahas tentang bentuk benua akibat dari lempeng tektonik berbasis *Augmented Reality* (AR)

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah aplikasi bentuk benua akibat dari lempeng tektonik berbasis *Augmented Reality* (AR), yang bertujuan mempermudah pengguna untuk membantu pengguna dalam menunjang pemahaman dan pembelajaran terhadap bentuk benua akibat dari lempeng tektonik berbasis *Augmented Reality*.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dengan adanya aplikasi ini mempermudah pengguna untuk mengetahui pembelajaran pada bentuk benua akibat dari lempeng tektonik.
2. Membantu masyarakat umum dalam proses sosialisasi pembelajaran pengaruh lempeng tektonik terhadap bentuk benua.
3. Memberi pengetahuan kepada penulis bagaimana cara membuat aplikasi bentuk benua akibat dari lempeng tektonik berbasis *Augmented Reality* (AR).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan pertama adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rifa'i, Dkk (2015). Mengenai model rumah 3D aplikasi ini merupakan aplikasi yang berjalan pada platform mobile android, dimana aplikasi AR ini memerlukan video streaming yang diambil dari kamera smartphone sebagai sumber masukan, kemudian aplikasi ini akan melacak dan mendeteksi marker (penanda) dengan menggunakan sistem tracking, setelah marker terdeteksi, model rumah 3D pada katalog akan muncul diatas marker seolah-olah model rumah tersebut nyata. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan akan terjadi peningkatan minat pembeli terhadap rumah yang ditawarkan oleh pengelola Perumahan Muna Permai Kudus.

Studi kepustakaan kedua adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rujianto, Dkk (2015). Mengenai media pembelajaran ternyata selalu mengikuti perkembangan teknologi yang ada, mulai dari teknologi cetak, audio visual, computer sampai teknologi gabungan antara teknologi cetak dengan komputer. Saat ini media pembelajaran hasil gabungan teknologi cetak dan computer dapat diwujudkan dengan media teknologi Augmented Reality (AR). Lempeng bumi dapat dikelompokkan dalam dua bentuk yaitu lempeng samudera dan lempeng benua. Media pembelajaran mengenal bentuk benua akibat dari lempeng tektonik pada saat ini sangat monoton, yaitu melalui gambar, buku atau bahkan alat proyeksi lainnya. Menggunakan Augmented Reality yang mampu merealisasikan dunia virtual kedunia nyata, dapat

mengubah objek-objek tersebut menjadi objek 3D, sehingga metode pembelajaran tidaklah monoton pada gambar, buku atau bahan alat proyeksi lainnya jadi terpacu untuk mengetahuinya lebih lanjut, seperti mengetahui bentuk lempeng dan keterangan dari masing-masing lempeng tersebut.

Studi kepustakaan ketiga adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulyadi, Dkk (2018). Mengenai salah satu dari inovasi *Game Technology* yang akan digunakan dalam membangun alat sebagai peraga penunjang Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) berbasis *Augmented Reality*, yaitu penggabungan antara dunia nyata dan dunia maya, dimana objek virtual overlayed pada dunia nyata. Dari segi teknis, teknologi augmented reality merupakan teknologi transformative, dimana sistem interaksi melingkup keseluruhan lingkungan di luar tampilan layar. Dari segi strategis, pemanfaatan alat peraga berbasis *augmented reality* sangat bermanfaat dalam meningkatkan proses belajar mengajar karena teknologi *augmented reality* memiliki aspek-aspek hiburan yang dapat menggugah minat peserta didik untuk memahami secara kongkret mengenai pengetahuan umum tentang kegunungapian melalui representasi visual 3D dengan melibatkan interaksi *user* dalam *frame augmented reality*. Penulis merancang sebuah aplikasi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran menggunakan program blender yang berlisensi open-source sehingga dapat diunduh langsung pada situsnya. Modeling, texturing dan gaming adalah proses dalam pembuatan sistem pemandu tersebut. *Modeling* adalah proses pembuatan objek sistem tata surya beserta planet-planetnya, fenomena gerhana bulan dan gerhana matahari menjadi virtual 3D, *Texturing* adalah proses pemberian warna pada objek 3 dimensi yang dibuat dan *Gaming* adalah proses pembuatan sistem agar

dapat dijalankan secara interaktif. Alat peraga menggunakan sistem *Augmented Reality* lebih mudah dipahami dibandingkan alat peraga konvensional, melalui alat peraga ini siswa seolah olah dihadapkan pada objek yang dipelajari secara nyata sehingga proses belajar mengajar lebih menyenangkan bahkan alat peraga dengan sistem *Augmented Reality* dapat membantu peserta didik untuk memahami materi pelajaran dengan mudah.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Perkembangan Teori Lempeng Tektonik

Pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, geolog berasumsi bahwa kenampakan-kenampakan utama bumi berkedudukan tetap. Kebanyakan kenampakan geologis seperti pegunungan bisa dijelaskan dengan pergerakan vertikal kerak seperti dijelaskan dalam teori geosinklin. Sejak tahun 1596, telah diamati bahwa pantai Samudera Atlantik yang berhadap-hadapan antara benua Afrika dan Eropa dengan Amerika Utara dan Amerika Selatan memiliki kemiripan bentuk dan tampaknya pernah menjadi satu. Ketepatan ini akan semakin jelas jika kita melihat tepi-tepi dari paparan benua di sana. Sejak saat itu banyak teori telah dikemukakan untuk menjelaskan hal ini, tetapi semuanya menemui jalan buntu karena asumsi bahwa bumi adalah sepenuhnya padat menyulitkan penemuan penjelasan yang sesuai. Penemuan radium dan sifat-sifat pemanasnya pada tahun 1896 mendorong pengkajian ulang umur bumi, karena sebelumnya perkiraan didapatkan dari laju pendinginannya dan dengan asumsi permukaan bumi beradiasi seperti benda hitam. Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa bahkan jika pada awalnya bumi adalah sebuah

benda yang merah-pijar, suhu Bumi akan menurun menjadi seperti sekarang dalam beberapa puluh juta tahun. Dengan adanya sumber panas yang baru ditemukan ini maka para ilmuwan menganggap masuk akal bahwa Bumi sebenarnya jauh lebih tua dan intinya masih cukup panas untuk berada dalam keadaan cair.

Teori Tektonik Lempeng berasal dari Hipotesis Pergeseran Benua (continental drift) yang dikemukakan Alfred Wegener tahun 1912. dan dikembangkan lagi dalam bukunya *The Origin of Continents and Oceans* yang diterbitkan pada tahun 1915. Ia mengemukakan bahwa benua-benua yang sekarang ada dulu adalah satu kesatuan yang bergerak menjauh sehingga melepaskan benua-benua tersebut dari inti bumi seperti 'bongkahan es' dari granit yang bermassa jenis rendah yang mengambang di atas lautan basal yang lebih padat. Namun, tanpa adanya bukti terperinci dan perhitungan gaya-gaya yang dilibatkan, teori ini dipinggirkan. Mungkin saja bumi memiliki kerak yang padat dan inti yang cair, tetapi tampaknya tetap saja tidak mungkin bahwa bagian-bagian kerak tersebut dapat bergerak-gerak. Di kemudian hari, dibuktikanlah teori yang dikemukakan geolog Inggris Arthur Holmes tahun 1920 bahwa tautan bagian-bagian kerak ini kemungkinan ada di bawah laut. Terbukti juga teorinya bahwa arus konveksi di dalam mantel bumi adalah kekuatan penggeraknya

Bukti pertama bahwa lempeng-lempeng itu memang mengalami pergerakan didapatkan dari penemuan perbedaan arah medan magnet dalam batuan-batuan yang berbeda usianya. Penemuan ini dinyatakan pertama kali pada sebuah simposium di Tasmania tahun 1956. Mula-mula, penemuan ini dimasukkan ke dalam teori ekspansi bumi, namun selanjutnya justru lebih mengarah ke pengembangan teori tektonik

lempeng yang menjelaskan pemekaran (spreading) sebagai konsekuensi pergerakan vertikal (upwelling) batuan, tetapi menghindarkan keharusan adanya bumi yang ukurannya terus membesar atau berekspansi (expanding earth) dengan memasukkan zona subduksi/hunjaman (subduction zone), dan sesar translasi (translation fault). Pada waktu itulah teori tektonik lempeng berubah dari sebuah teori yang radikal menjadi teori yang umum dipakai dan kemudian diterima secara luas di kalangan ilmuwan. Penelitian lebih lanjut tentang hubungan antara seafloor spreading dan balikan medan magnet bumi (geomagnetic reversal) oleh geolog Harry Hammond Hess dan oseanograf Ron G. Mason, menunjukkan dengan tepat mekanisme yang menjelaskan pergerakan vertikal batuan yang baru. Untuk penjelasan mengenai peta dengan detail yang menunjukkan lempeng-lempeng tektonik dan arah vector gerakannya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta dengan detail yang menunjukkan lempeng-lempeng tektonik dan arah vektor gerakannya. (Sumber: Wikimedia.org?Tektonik Plate)

2.2.2 Prinsip utama lempeng

Bagian lapisan luar, interior bumi dibagi menjadi lapisan litosfer dan lapisan astenosfer berdasarkan perbedaan mekanis dan cara terjadinya perpindahan panas.

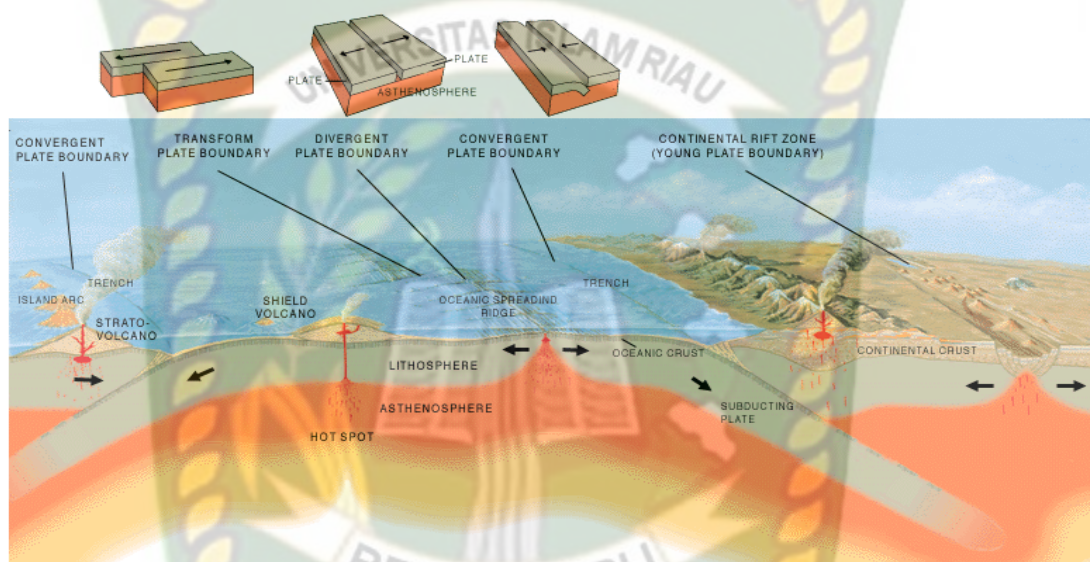
Litosfer lebih dingin dan kaku, sedangkan astenosfer lebih panas dan secara mekanik lemah. Selain itu, litosfer kehilangan panasnya melalui proses konduksi, sedangkan astenosfer juga memindahkan panas melalui konveksi dan memiliki gradien suhu yang hampir adiabatik. Pembagian ini sangat berbeda dengan pembagian bumi secara kimia menjadi inti, mantel, dan kerak. Litosfer sendiri mencakup kerak dan juga sebagian dari mantel.

Lempeng-lempeng ini tebalnya sekitar 100 km dan terdiri atas mantel litosferik yang di atasnya dilapisi dengan hamparan salah satu dari dua jenis material kerak. Yang pertama adalah kerak samudera atau yang sering disebut dengan "sima", gabungan dari silikon dan magnesium. Yang kedua adalah kerak benua yang sering disebut "sial", gabungan dari silikon dan aluminium.

Perbedaan antara kerak benua dengan kerak samudera ialah berdasarkan kepadatan material pembentuknya. Kerak samudera lebih padat daripada kerak benua dikarenakan perbedaan perbandingan jumlah berbagai elemen, khususnya silikon. Kerak benua kurang padat karena komposisinya yang mengandung lebih sedikit silikon dan lebih banyak materi yang berat. Dalam hal ini, kerak samudera dikatakan lebih bersifat mafik ketimbang felsik. Maka, kerak samudera umumnya berada di bawah permukaan laut seperti sebagian besar Lempeng Pasifik, sedangkan kerak benua timbul ke atas permukaan laut, mengikuti sebuah prinsip yang dikenal dengan isostasi.

2.2.3 Jenis jenis lempeng

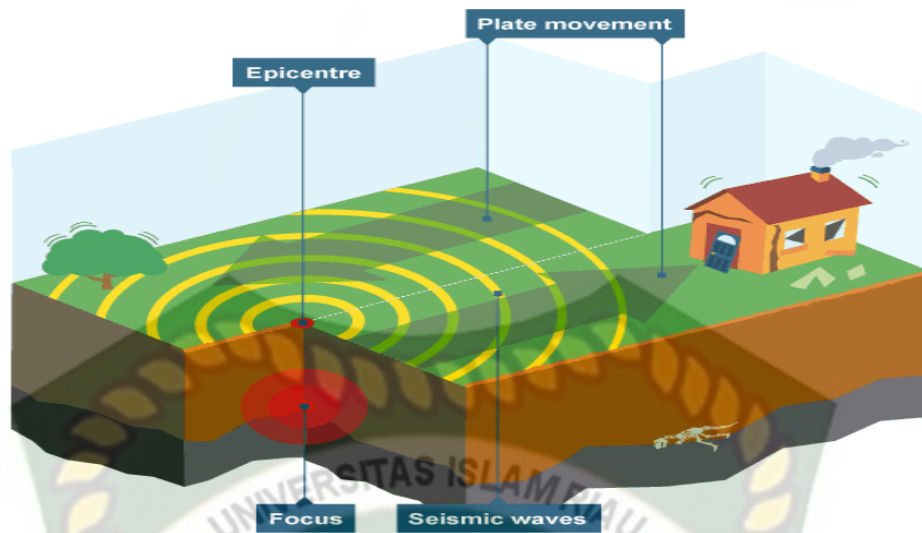
Ada tiga jenis batas lempeng yang berbeda dari cara lempengan tersebut bergerak relatif terhadap satu sama lain. Tiga jenis ini masing-masing berhubungan dengan fenomena yang berbeda di permukaan. Untuk penjelasan mengenai jenis bats lempeng dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jenis batas lempeng .(Sumber: Wikimedia.org?Tektonik Plate)

1. Batas Transform (transform boundaries)

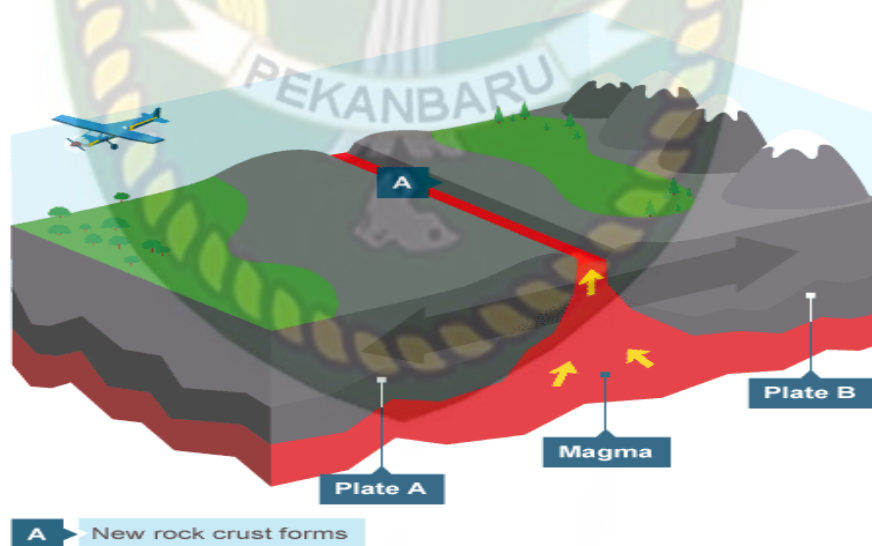
Terjadi jika lempeng bergerak dan mengalami gesekan satu sama lain secara menyamping di sepanjang sesar transform (transform fault). Gerakan relatif kedua lempeng bisa sinistral (ke kiri di sisi yang berlawanan dengan pengamat) ataupun dekstral (ke kanan di sisi yang berlawanan dengan pengamat). Contoh sesar jenis ini adalah Sesar San Andreas di California.



Gambar 2. 3 Batas Transform (*transform boundaries*)

2. Batas divergen/konstruktif (*divergent/constructive boundaries*)

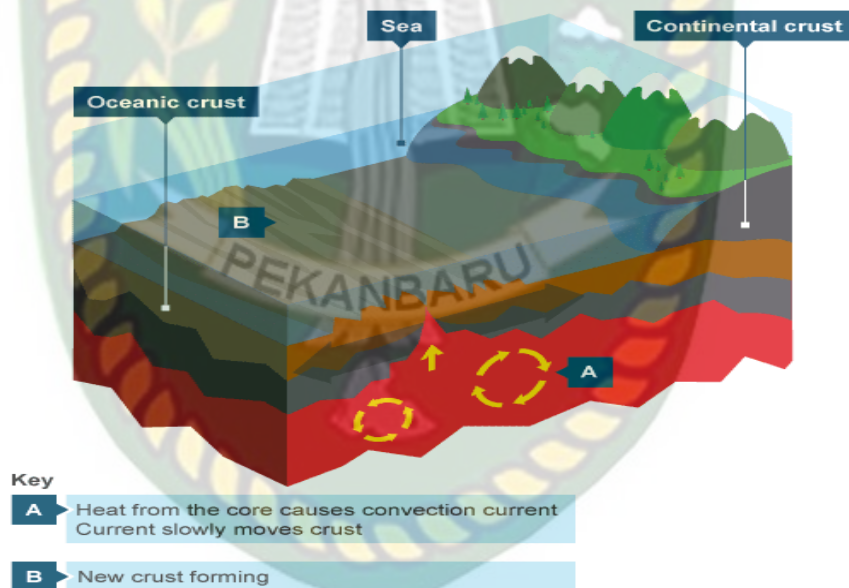
Terjadi ketika dua lempeng bergerak menjauh satu sama lain. Mid-oceanic ridge dan zona retakan (rifting) yang aktif adalah contoh batas divergen.



Gambar 2. 4 Batas Divergen (*divergent boundaries*)

3. Batas konvergen/destruktif (convergent/destructive boundaries)

Terjadi jika dua lempeng bergesekan mendekati satu sama lain sehingga membentuk zona subduksi jika salah satu lempeng bergerak di bawah yang lain, atau tabrakan benua (continental collision) jika kedua lempeng mengandung kerak benua. Palung laut yang dalam biasanya berada di zona subduksi, di mana potongan lempeng yang terhunjam mengandung banyak bersifat hidrat (mengandung air), sehingga kandungan air ini dilepaskan saat pemanasan terjadi bercampur dengan mantel dan menyebabkan pencairan sehingga menyebabkan aktivitas vulkanik. Contoh kasus ini dapat kita lihat di Pegunungan Andes di Amerika Selatan dan busur pulau Jepang (Japanese island arc).



Gambar 2. 5 Batas Konvergen (convergent bondaries)

2.2.4 *Augmented Reality (AR)*

Augmented Reality (AR) adalah suatu teknologi yang menggabungkan benda maya 2 dimensi dan ataupun 3 dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata 3 dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, namun *Augmented Reality* hanya menambahkan atau melengkapi kenyataan. *Augmented reality* ini menggabungkan benda-benda nyata dan *virtual* objek yang ada, *virtual* objek ini hanya bersifat menambahkan bukan menggantikan objek nyata, sedangkan tujuan dari *Augmented Reality* ini adalah menyederhanakan objek nyata dengan membawa objek maya sehingga informasi tidak hanya untuk pengguna secara langsung. Setiap pengguna yang tidak langsung berhubungan dengan *user interface* dari objek nyata, seperti *live-streaming video* (Dewa, Dkk 2014).

Menurut Ronald Azuma pada tahun 1997, *Augmented Reality* adalah menggabungkan dunia nyata dan virtual, bersifat interaktif secara real time dan bentuknya merupakan animasi 3D. Yang dimaksud disini adalah adanya interaksi dari user ke *Augmented Reality* tersebut. Sehingga ada pengaruh di *Augmented Reality* tersebut, seperti misalnya user menggunakan handphone yang terdapat tombol-tombol untuk menjalankan atau member efek pada AR. *Augmented Reality* seperti ini biasanya ada digunakan smartphone untuk membuat *game Augmented Reality* yang bersifat interaktif (Tonny, Isnaini. 2014).

2.2.5 Aplikasi

Secara istilah pengertian aplikasi adalah suatu program yang siap untuk digunakan yang dibuat untuk melaksanakan suatu fungsi bagi pengguna jasa aplikasi serta penggunaan aplikasi lain yang dapat digunakan oleh suatu sasaran yang akan dituju (AndiJuansyah, 2015).

Menurut kamus computer eksekutif, aplikasi mempunyai arti yaitu pemecahan masalah yang menggunakan salah satu tehnik pemrosesan data aplikasi yang biasanya berpacu pada sebuah komputansi yang diinginkan atau diharapkan maupun pemrosesan data yang di harapkan.

Pengertian aplikasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah penerapan dari rancang sistem untuk mengolah data yang menggunakan aturan atau ketentuan bahasa pemrograman tertentu.

2.2.6 Unity 3D

Unity adalah sebuah *tool* yang terintegrasi untuk membuat *game*, arsitektur bangunan dan simulasi. Unity bisa untuk *games PC* dan *games online*. *Games online* memerlukan sebuah *plugin*, yaitu *Unity Web Player* sama halnya dengan Flash Player pada *browser*. Unity 3D merupakan sebuah *tools* yang terintegrasi untuk membuat bentuk objek 3 dimensi pada *videogames* atau untuk konteks interaktif lain seperti Visualisasi Arsitektur atau animasi 3D *real-time* (Yoga Aprillion, 2014).

Adapun fitur-fitur yang dimiliki oleh Unity 3D antara lain sebagai berikut:

1. Integrated development environment (IDE) atau lingkungan pengembangan terpadu.
2. Penyebaran hasil aplikasi pada banyak platform.
3. Engine grafis menggunakan Direct3D (Windows), OpenGL (Mac, Windows), OpenGL ES (iOS), and proprietary API (Wii).
4. Game Scripting melalui Mono. Scripting yang dibangun pada Mono, implementasi open source dari NET Framework. Selain itu Pemrogram dapat
5. menggunakan UnityScript (bahasa kustom dengan sintaks Java Script inspired), bahasa C # atau Boo (yang memiliki sintaks Python-inspired).

2.2.7 ARCore

ARCore adalah kit pengembangan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Google yang memungkinkan aplikasi augmented reality dibuat. ARCore menggunakan tiga teknologi utama untuk mengintegrasikan konten virtual dengan dunia nyata seperti yang terlihat melalui kamera ponsel Anda:

1. **Motion Tracking** Enam derajat kebebasan memungkinkan ponsel untuk memahami dan melacak posisinya
2. **Environmental Understanding** Memungkinkan hp mengenali ukuran dan lokasi semua tipe permukaan, baik itu horizontal, vertical, maupun yang bersudut seperti tanah, meja kopi, dan tembok.
3. **Light Estimation** Estimasi cahaya memungkinkan ponsel memperkirakan kondisi pencahayaan lingkungan saat ini.

Meskipun AR bisa dibilang belum seberapa populer, Google tetap optimis membawa SDK AR ciptaannya kepada konsumen dan *developer*, bahkan memperluas dukungannya pada perangkat lain termasuk yang diproduksi rival merek *Apple*. Pastinya ada spesifikasi minimum yang dibutuhkan, dan yang pasti perangkat juga harus menjalankan minimal OS versi 7.0 Nougat.

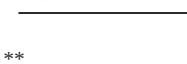
2.2.8 Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan sebuah fungsi yang dibutuhkan oleh sebuah sistem. Dalam hal ini ada kondisi yang agak beda, yaitu disini sistem dituntut untuk berbuat. Sebuah use case mempresentasikan sebuah interaksi antara pengguna dengan sebuah sistem. *Use Case* merupakan sebuah pekerjaan tertentu, misalnya login ke sistem, membuat sebuah daftar aktivitas dan sebagainya.

Use Case diagram sangat membantu apabila kita sedang menyusun *requirement* sebuah sistem, mengkomunikasikan rancangan dengan pengguna, dan merancang *test case* untuk semua ciri yang ada pada sistem. *Use Case* terdiri dari beberapa *symbol*, yaitu bisa dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini:

Table 2.1 Simbol pada *Use Case*

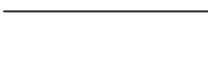
No	Nama	Symbols	Keterangan
1	<i>Use Case</i>		Abstraksi dari interaksi antara <i>system</i> dan <i>actor</i>
2	<i>Actor</i>		Mewakili peran orang, <i>system</i> yang lain atau alat ketika berkomunikasi dengan <i>use case</i>

3	<i>Relationship</i>		Penghubung antara objek satu dengan yang lain.
---	---------------------	---	--

2.2.9 Class Diagram

Class Diagram adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. *Class* menggambarkan keadaan (*atribut/properti*) suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut (*metode/fungsi*). *Class diagram* memberikan pandangan secara luas dari suatu sistem dengan menunjukkan kelas-kelasnya dan hubungan mereka. *Diagram Class* bersifat statis, menggambarkan hubungan apa yang terjadi bukan apa yang terjadi jika mereka berhubungan. Dalam *class diagram* terdapat beberapa simbol, beberapa simbol tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Table 2.2 Simbol pada *Class Diagram*

No	SIMBOL	PENJELASAN
1	<i>Class1::Class</i>	<i>Class</i> , digambarkan sebagai sebuah kotak yang terbagi atas 3 bagian. Bagian atas adalah bagian nama dari <i>class</i> . Bagian tengah mendefenisikan <i>property/atribut class</i> . Bagian akhir mendefenisikan <i>method-method</i> dari sebuah <i>class</i> .
2		<i>Assosiation</i> , digunakan sebagai relasi antar dua kelas atau lebih.

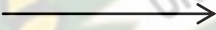
3		<i>Composition</i> , jika sebuah <i>class</i> tidak bisa berdiri sendiri dan harus merupakan bagian dari <i>class</i> yang lain, maka <i>class</i> tersebut memiliki relasi <i>composition</i> terhadap <i>class</i> tempat dia bergantung tersebut. Sebuah <i>Relationship composition</i> digambarkan sebagai garis dengan ujung berbentuk jajaran genjang berisi/solid.
4		<i>Dependency</i> , digunakan untuk menunjukkan operasi pada suatu <i>class</i> yang menggunakan <i>class</i> yang lain. Sebuah <i>dependency</i> dilambangkan sebagai sebuah panah bertitik-titik.

2.2.10 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. *Activity diagram* juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. *Activity diagram* merupakan *state diagram* khusus, dimana sebagian besar *sate* adalah *action* dan sebagian besar transisi di-*trigger* oleh selesainya *state* sebelumnya (*internal processing*). *Activity diagram* dapat digunakan untuk menjelaskan bisnis dan alur kerja operasional secara tahap demi tahap dari komponen suatu sistem. *Activity diagram* menunjukkan keseluruhan dari aliran *control*. Berikut ini ada beberapa simbol yang terdapat pada *activity diagram*, perhatikan pada Tabel 2.3 dibawah ini:

Table 2.3 Simbol pada activity diagram

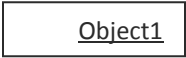
No	SIMBOL	PENJELASAN
1		<i>Activity</i> , memperlihatkan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu

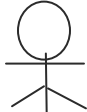
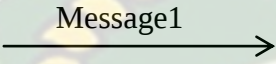
		sama lain.
2		<i>Action, state</i> dari sistem yang mencerninkan eksekusi dari suatu aksi.
3		<i>Initial State</i> , bagaimana objek dibentuk atau diawali.
4		<i>Final State</i> , bagaimana objek dibentuk dan diakhiri.
5		<i>Decision</i> , digunakan untuk menggambarkan suatu keputusan atau tindakan yang harus diambil pada kondisi tertentu.
6		<i>Control Flow</i> , menunjukkan bagaimana kendali suatu aktivitas terjadi pada aliran kerja dalam tindakan tertentu.

2.2.11 Sequence Diagram

Sequence diagram menjelaskan interaksi objek yang disusun berdasarkan urutan waktu. Secara mudahnya sequence diagram adalah gambaran tahap demi tahap, termasuk kronologi (urutan) perubahan secara logis yang seharusnya dilakukan untuk menghasilkan sesuatu sesuai dengan use case diagram. Dalam sequence diagram terdapat beberapa simbol yang dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini:

Table 2. 4 Simbol *sequence diagram*

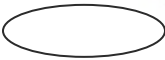
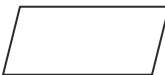
No	SIMBOL	PENJELASAN
1		<i>Lifeline</i> mengindikasikan keberadaan sebuah <i>object</i> dalam basis waktu. Notasi untuk <i>Lifeline</i> adalah garis putus-putus <i>vertikal</i> yang ditarik dari sebuah <i>object</i> .
2		<i>Object</i> merupakan <i>instance</i> dari sebuah <i>class</i> dan dituliskan tersusun secara <i>horizontal</i> . Digambarkan sebagai sebuah <i>class</i> (kotak) dengan nama <i>object</i> didalamnya yang diawali dengan sebuah titik koma.

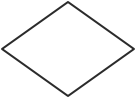
3	 Actor1	Actor juga dapat berkomunikasi dengan <i>object</i> , maka <i>actor</i> juga dapat diurutkan sebagai kolom. Simbol <i>actor</i> sama dengan simbol pada <i>Actor Case Diagram</i> .
4		<i>Activation</i> dinotasikan sebagai sebuah kotak segi empat yang digambar pada sebuah <i>lifeline</i> . Mengindikasikan sebuah objek yang akan melakukan sebuah aksi.
5		<i>Message</i> , digambarkan dengan anak panah horizontal antara <i>Activation Message</i> mengindikasikan komunikasi antara objek-objek.

2.2.12 Diagram Alir (*Flowchart*)

Penggunaan diagram alir ini adalah untuk menggambarkan alur logika dari sebuah program. Penggambaran alur logika digambarkan secara grafis menggunakan *flowchart*. Urutan-urutan proses yang sangat rumit yang tidak bias dibuat dengan pseudocode akan mampu digambarkan oleh diagram alir ini. Simbol-simbol yang digunakan dalam diagram alir dapat dilihat pada tabel 2.5.

Table 2.5 Simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	Memulai/Selesai	Memulai proses
	Proses	Menyatakan operasi yang dilakukan oleh sebuah sistem
	Input / Output	Menunjukkan data masukan atau keluaran

	Kondisi	Menentukan kondisi yang diambil oleh sistem
	Dokumen	Menyatakan cetak
	Penghubung	Menyatakan titik temu aliran diagram alur
	Tanda Prosedur	Menyatakan prosedur algoritma

2.3 Hipotesis

Berdasarkan dari perumusan masalah dan dikaitkan dengan teori yang ada, maka hipotesis dari Proposal Skripsi ini adalah Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Berbasis *Augmented Reality* (AR).



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Alat dan bahan penelitian yang digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1.1 Alat penelitian

Penelitian ini membutuhkan alat-alat penelitian sebagai pendukung proses pembuatan sistem dimana alat tersebut berupa *hardware* dan *software*.

3.1.1.1 Spesifikasi Kebutuhan *Hardware*

Untuk dapat menjalankan aplikasi dengan baik, tentunya struktur dari perangkat keras (*hardware*) haruslah memenuhi spesifikasi kebutuhan aplikasi yang dibutuhkan, adapun kebutuhan aplikasi terhadap struktur komputer adalah:

1. *Processor* : Intel Quad Core N2920
2. *Ram* : 4,00 GB
3. *Hardisk* : 500 GB
4. *System Type* : 64-bit Operating Syatem

3.1.1.2 Spesifikasi Kebutuhan *Software*

Perangkat lunak atau software pendukung dalam pembangun aplikasi *Augmented Reality* pada penelitian ini yaitu :

1. Sistem Operasi Windows 8.1
2. Aplikasi Unity 3D versi 5.6

3. Aplikasi Blender versi 2.79
4. Library ARCore
5. MonoDevelope
6. Aplikasi Light Meter

Perancangan dan pemangunan aplikasi *Augmented Reality* tidak terbatas pada beberapa *software* diatas, meainkan juga dapat menggunakan *software-software* lainnya seperti ARToolkit, Vuforia SDK. Perancangan model animasi juga dapat menggunakan *software* lainnya seperti 3D Max atau *software* sejenis lainnya.

3.2. Bahan Penelitian

3.2.1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang diperlukan oleh peneliti untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai penelitian meliputi data *Collecting* / pengumpulan daa materi pembelajaran diperoleh dengan cara mencari referensi-referensi pustaka sebagai pedoman penelitian baik berupa buku, studi literatur ataupun artikel dan jurnal yang berkaitan dengan materi penelitian ini diinternet.

3.2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah ilmu yang mempelajari cara-cara melakukan pengamatan dengan pemikiran yang tepat secara terpadu melalui tahapan-tahapan yang disusun secara ilmiah mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data-data, sehingga dapat dipergunakan untuk menemukan, mengembangkan dan

menguji kebenaran sesuatu pengetahuan berdasarkan bimbingan Tuhan. Metode analisa dalam skripsi ini adalah metode eksperimen, adapun tahap-tahapan dalam penulisan ini adalah:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari berbagai informasi yang membahas tentang permasalahan yang penulis teliti yaitu, pertama studi kepustakaan adalah mengumpulkan data dengan cara mencari dan mempelajari dari berbagai sumber yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, baik dari internet, buku, jurnal ilmiah dan bacaan lainnya yang dapat dipertanggung jawabkan. Kedua kuesioner adalah mengumpulkan data dengan cara memberikan kuesioner dengan beberapa pertanyaan kepada masyarakat dan mahasiswa.

2. Analisa Masalah

Setelah pengumpulan data dan membaca literatur penelitian sebelumnya maka penulis mendapatkan masalah. Dari masalah tersebut maka penulis menjadikan nya sebuah penelitian yang baru dan berbeda.

3. Pengembangan dan Perancangan sistem

Pengembangan yang dilakukan penulis adalah mengenal kelainan organ jantung manusia menggunakan teknologi *augmented reality* dengan menggunakan metode *markerless*.

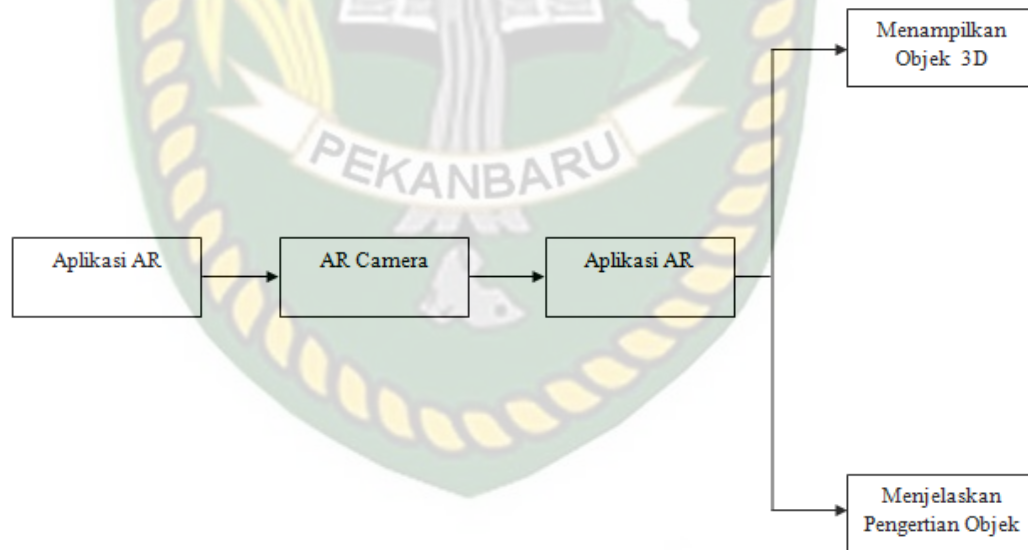
4. Pengujian

Pengujian yang akan digunakan adalah pengujian *White Box* atau *Black Box*.

3.3. Perancangan Aplikasi

Aplikasi yang akan dibangun digambarkan secara detil melalui *flowchart*, dengan bantuan *flowchart* aliran data pada sistem akan tergambarkan secara jelas dan mudah dipahami. Adapun aplikasi ini dapat menampilkan beberapa model animasi 3D singkat dari ilustrasi setiap paragraf alur cerita secara *realtime*.

Aplikasi ini dibangun menggunakan teknik *markerless*, sehingga tidak memerlukan *marker* yang dicetak sejak awal pembuatan aplikasi. Adapun *markerless* yang dimaksud adalah penandaan lokasi sebagai *marker* untuk menampilkan objek animasi 3D. Penandaan lokasi sebagai *marker* menggunakan kamera *smartphone*. Berikut cara kerja aplikasi *markerless* pada aplikasi bentuk benua akibat dari lempeng tektonik menggunakan *Augmented Reality* pada gambar 3.1.

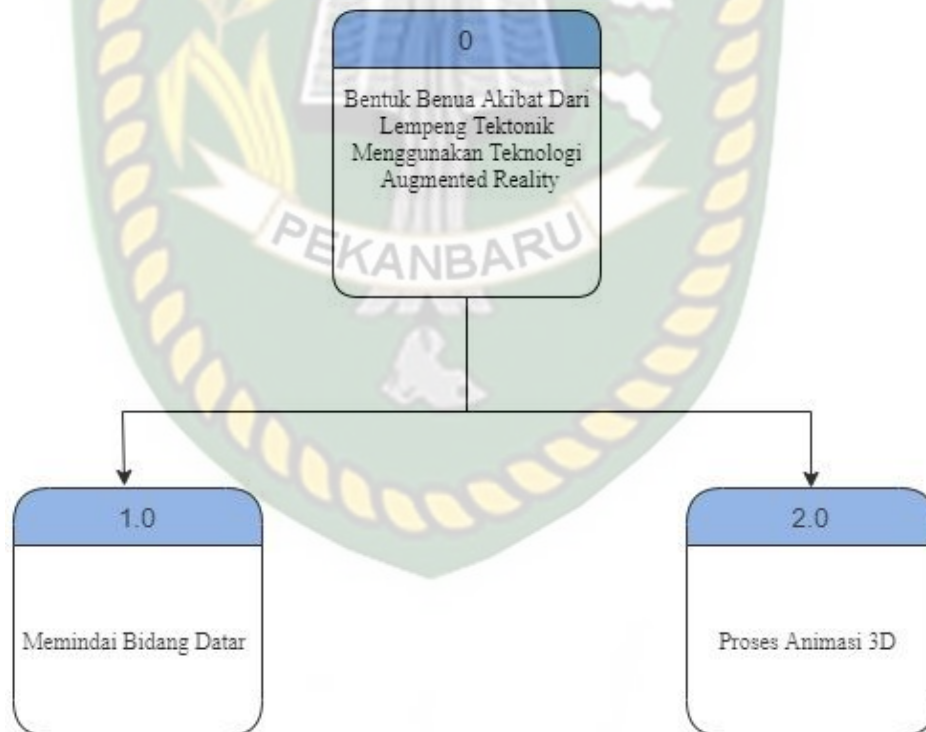


Gambar 3.1 Cara Kerja Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan *Augmented Reality*.

Aplikasi *augmented reality* yang akan dirancang hanya dapat digunakan pada *smartphone Android* dengan minimal versi 4.4 atau *kitkat*. Dalam merancang aplikasi *augmented reality*, ada beberapa tahap yang harus dilakukan yaitu, tahap perancangan aplikasi *augmented reality markerless*. Berikut tahap-tahap dalam perancangan aplikasi *augmented reality markerless*.

3.3.1. *Hierarchy Chart*

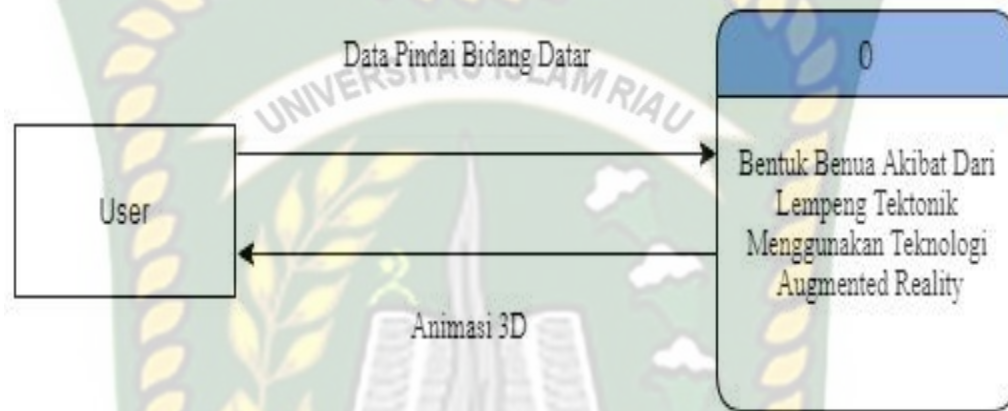
Hierarchy Chart merupakan suatu diagram yang menggambarkan permasalahan-permasalahan yang kompleks diuraikan pada elemen-elemen yang bersangkutan. *Hierarchy chart* sistem yang akan dibangun bisa dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 *Hierarchy Chart* Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*.

3.3.2. Diagram Konteks

Diagram konteks adalah diagram yang menggambarkan input, proses, dan output secara umum yang terjadi pada sistem perangkat lunak yang akan dibangun. Berikut diagram konteks dari *augmented reality* bentuk benua akibat dari lempeng tektonik pada gambar 3.3.

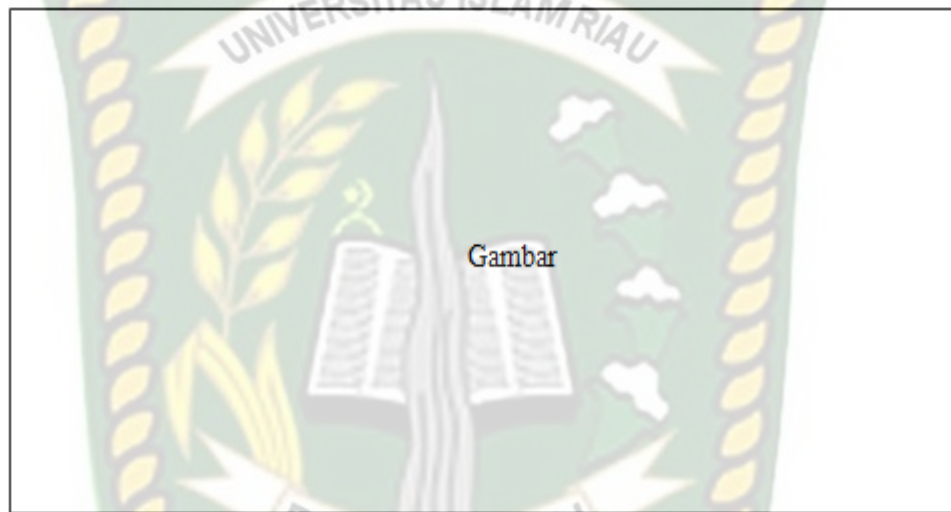


Gambar 3.3 Diagram Konteks

3.3.3. Desain Tampilan

Desain Tampilan dari aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* ini berupa *splash Screen*, desain halaman utaman aplikasi, dan desain tampilan halaman petunjuk, Desain tersebut dapat dilihat pada gambar 3.5.

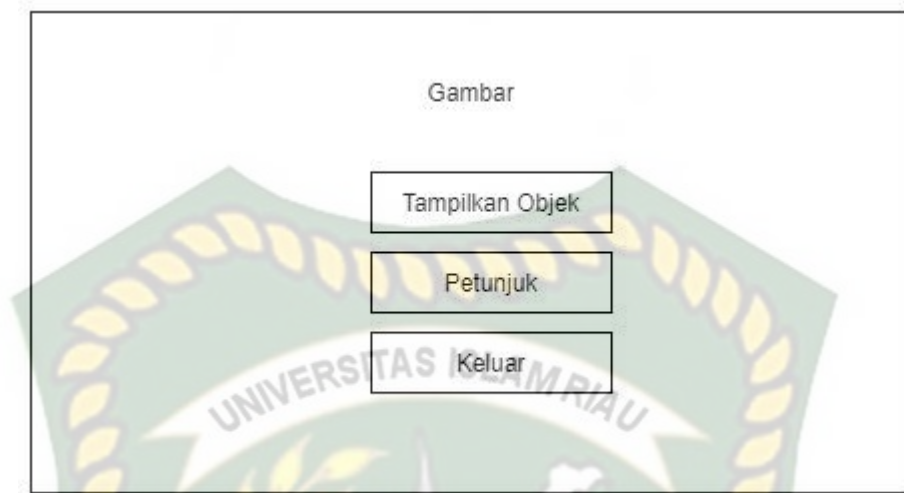
3.3.4.1. Desain Tampilan Halaman *Splash Screen*



Gambar 3.5 Desain Tampilan Halaman *Splash Screen*

Pada Halaman *Splash Screen* akan menampilkan gambar pada saat aplikasi dalam melakukan loading. Fungsi *Splash Screen* adalah sebagai *feedback* bahwa aplikasi masih dalam proses loading ke menu utama.

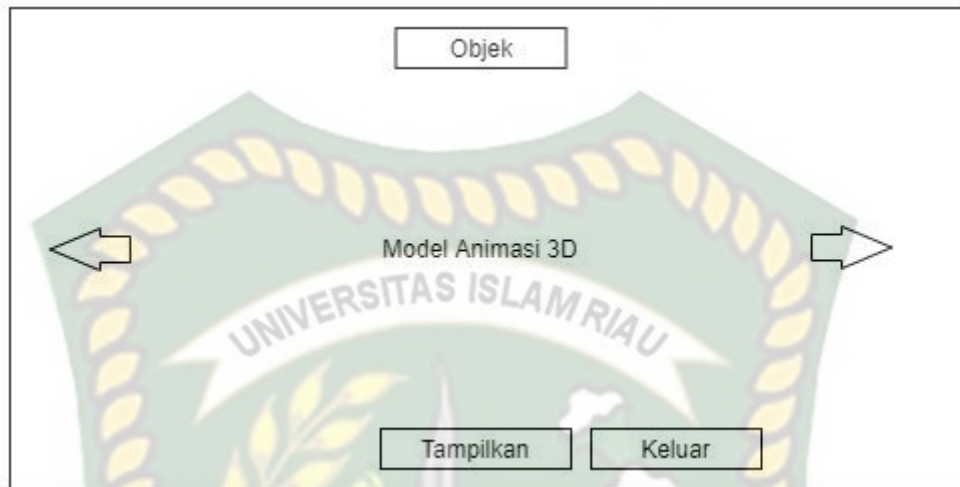
3.3.4.2. Desain Tampilan Halaman Utama Aplikasi



Gambar 3. 6 Tampilan Halaman Utama Aplikasi

Pada halaman utama aplikasi akan ditampilkan berupa gambar animasi dari bentuk benua. *Button* tampilkan objek untuk ke AR Camera dan mulai menampilkan animasi dari bentuk benua akibat dari lempeng tektonik. *Button* Petunjuk untuk menampilkan instruksi cara menggunakan aplikasi Mengenal Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik tersebut. *Button* Keluar untuk keluar dari aplikasi.

3.3.4.3. Desain Tampilan Halaman Animasi Objek 3D



Gambar 3. 7 Tampilan Halaman Animasi Objek 3D

Pada halaman tampilan objek 3D aplikasi akan menampilkan model dari animasi bentuk benua akibat dari lempeng tektonik yang dibagi dari beberapa objek.

3.3.4.4. Desain Tampilan Halaman Petunjuk

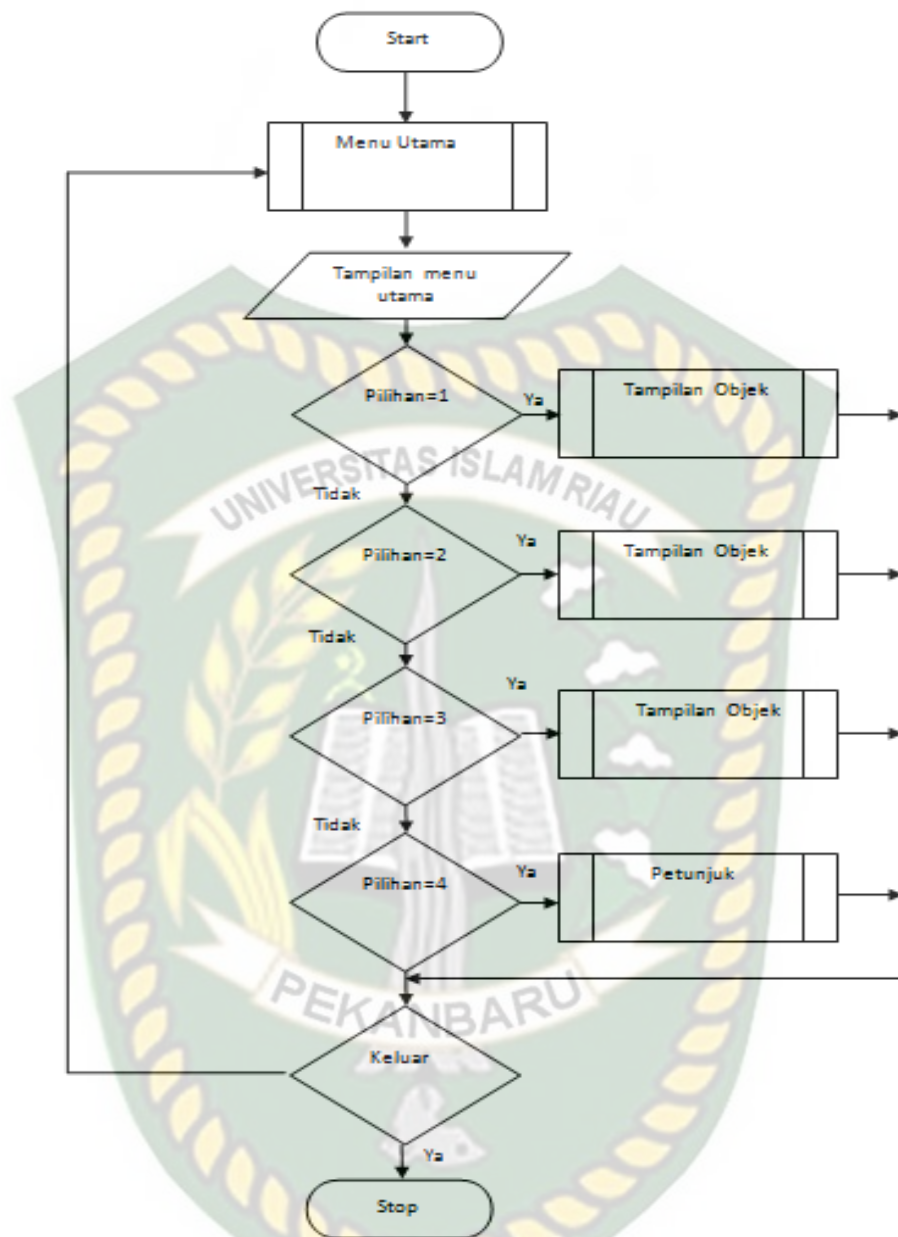
Pada halaman petunjuk akan menampilkan petunjuk penggunaan aplikasi, pada halaman ini dilengkapi dengan *button* Kembali untuk kembali ke halaman awal. Rancangan halaman awal. Rancangan halaman petunjuk dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tampilan Halaman Petunjuk

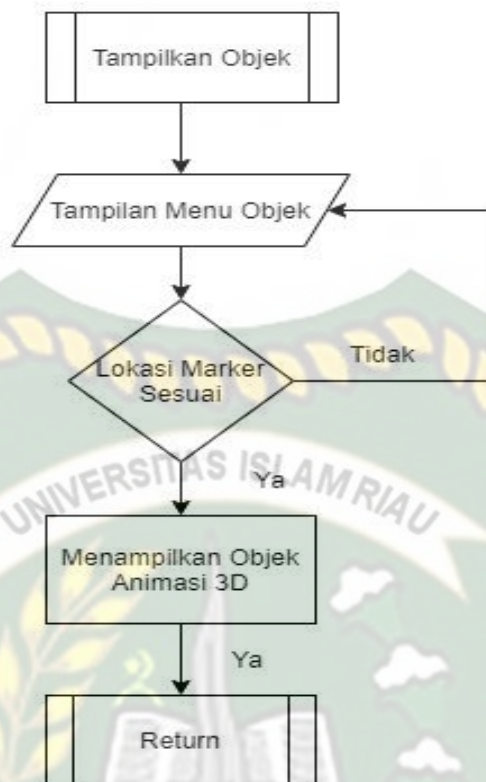
3.3.5. Cara Kerja Aplikasi

Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran Mengenal Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* ini menggunakan teknik *markerless*, dimana teknik *markerless* yang dimaksud adalah *marker* yang di gunakan untuk menampilkan animasi 3D tidak di didaftarkan sejak pembuatan aplikasi tersebut, melainkan aplikasi tersebut akan mencari dan menandai lokasi pada area kamera sebagai *marker* dan lokasi tersebut didaftarkan sebagai *marker* untuk menampilkan model animasi 3D. Gambaran cara kerja aplikasi dan *flowchart* aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.9, 3.10, 3.11 dan 3.12.



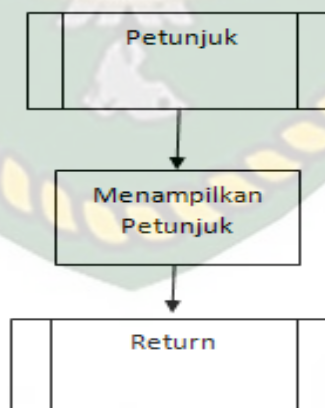
Gambar 3.9 *Flowchart* Cara Kerja Aplikasi

Pada halaman *flowchart* cara kerja aplikasi, menampilkan pilihan “Tampilan Objek”, “Petunjuk”, “Keluar” dimana pilihan tersebut merupakan halaman menu utama yang ada didalam aplikasi.



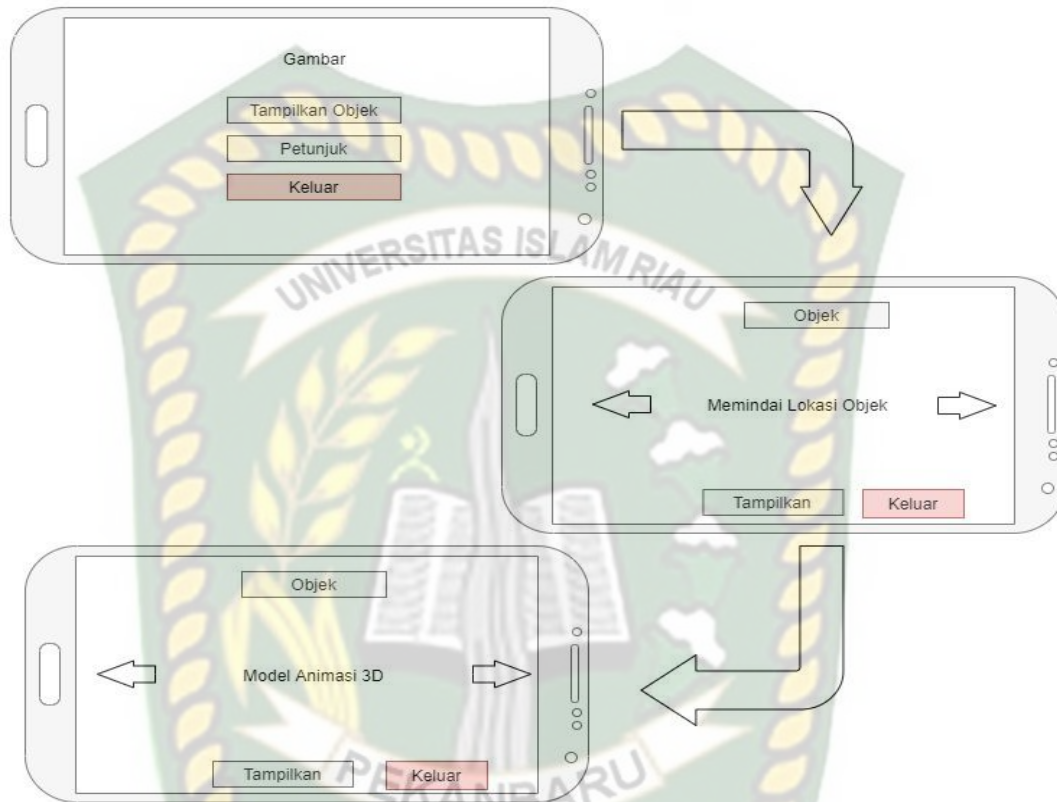
Gambar 3.10 *Flowchart* Halaman Menu Tampilkan Objek

Pada halaman *flowchart* menu tampilkan objek, akan menampilkan objek animasi 3D.



Gambar 3.11 *Flowchart* Menu Petunjuk

Pada halaman *flowchart* menu petunjuk, berisi berupa iformasi yang akan menampilkan petunjuk penggunaan aplikasi, yang dapat mempermudah *user* untuk menggunakan aplikasi.



Gambar 3.12 Cara Kerja Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*.

Pada gambar 3.9 dan 3.10 digambarkan bagaimana cara kerja Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* user akan dihadapkan pada *main menu* yang dimana pada *main menu* terdapat *button* Tampilan Objek, Petunjuk, dan Keluar. Jika *user* ingin melihat cara penggunaan aplikasi, *user* dapat menekan tombol petunjuk terlebih dahulu sebelum memulai

menggunakan Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*.

Setelah *user* melihat petunjuk, *user* dapat menampilkan objek bentuk benua akibat dari lempeng tektonik dengan menekan *button* tampilkan objek, *user* akan dihadapkan pada tampilan AR *Camera* yang dimana *user* dapat menentukan lokasi dimana objek 3D akan ditampilkan. Setelah lokasi ditentukan, *user* dapat menampilkan objek 3D dengan menekan *button* tampilkan, maka objek 3D akan tampil. Setelah selesai menggunakan AR *camera*, *user* dapat menekan *button* keluar untuk keluar dari tampilan AR *camera* ke tampilan menu.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian akan membahas *Interface* dari seluruh aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Berbasis Teknologi *Augmented Reality*.

4.1.1Tampilan *splash Screen*

Gambar dari tampilan *splash screen* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1Tampilan Splash Screen Aplikasi

Tampilan *splash Screen* merupakan tampilan yang pertama kali muncul ketika aplikasi dijalankan, tampilan *splash screen* berupa background yang di gunakan untuk membuat aplikasi *splash screen* berlangsung berkisar satu detik hingga akhirnyauser dialihkan otomatis munju halaman utama.

4.1.2 Tampilan Utama

Gambar dari tampilan utama aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.

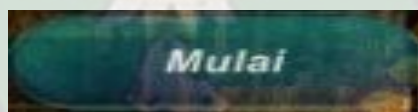


Gambar 4.2 Tampilan Utama Aplikasi

Halaman Utama adalah tampilan yang muncul setelah *user* melewati *splash screen* pada halaman utama terdapat beberapa empat *button* sebagai berikut:

4.1.2.1 Tombol Mulai

Gambar dari tampilan tombol mulai dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Tombol Mulai

Tombol Mulai menagarahkan *user* untuk menjelajahi untuk menjalankan aplikasi objek AR.

4.1.2.2 Tombol Info

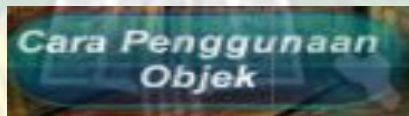
Tombol info berfungsi untuk *user* mengenali info biodata pembuatan aplikasi. Dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Tombol Info

4.1.2.3 Tombol Cara Penggunaan Aplikasi

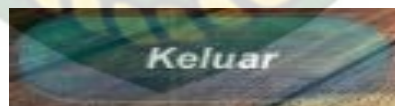
Tombol cara penggunaan aplikasi berfungsi untuk menampilkan bagaimana *user* lebih mudah memahami cara menggunakan aplikasi. Dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tombol Cara Penggunaan Aplikasi

4.1.2.4 Tombol Keluar

Tombol Keluar berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Dapat dilihat pada gambar 4.6.

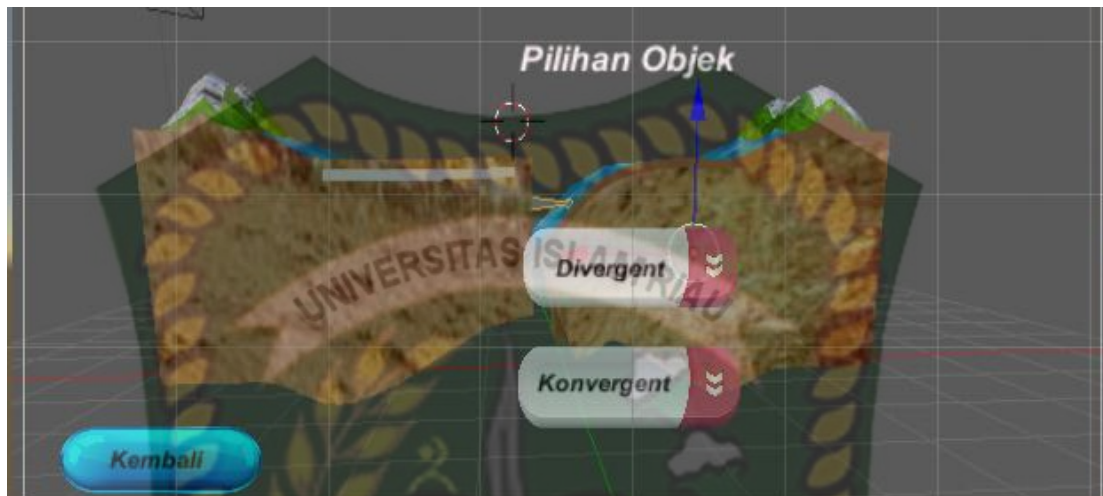


Gambar 4.6 Tombol Keluar

Tombol keluar merupakan tombol yang muncul apabila *user* ingin keluar dari aplikasi.

4.1.3 Tampilan Menu Pilihan

Gambar dari tampilan menu pilihan dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut.

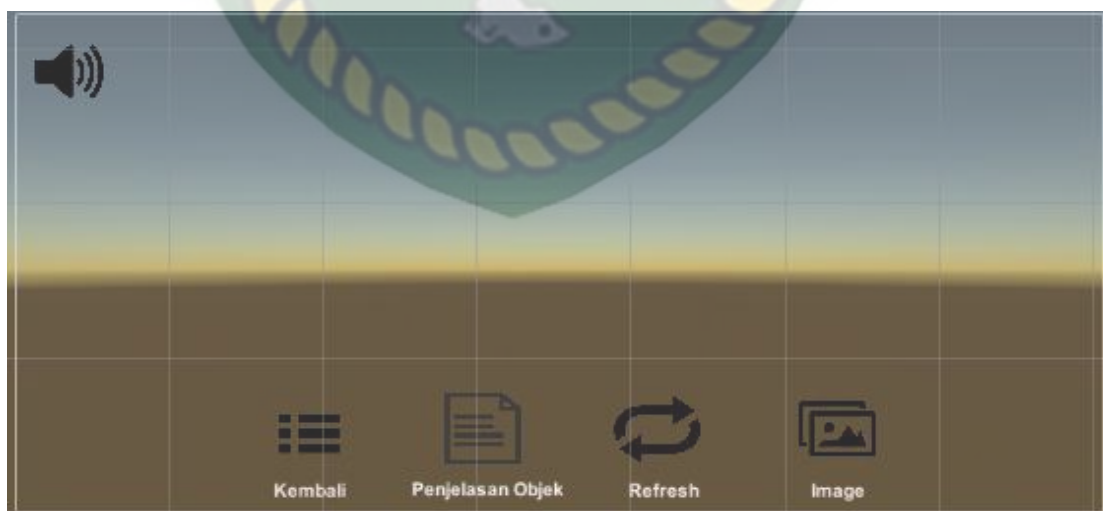


Gambar 4.7 Tampilan Menu Pilihan

Tampilan menu pilihan berfungsi untuk menampilkan informasi tombol pilihan objek lempeng.

4.1.3.1 Tampilan *Augmented Reality Divergent*

Gambar dari tampilan tombol divergent dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Tampilan *Augmented Reality Divergent*

Tombol *Divergent* memiliki fungsi untuk membuka jendela baru *augmented Reality*

Objek 3D dari *Divergent* yang sudah *user* pilih pada menu pilihan.

4.1.3.2 Tampilan Objek *Augmented Reality Divergent*

Gambar dari tampilan *button* *divergent* dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut.



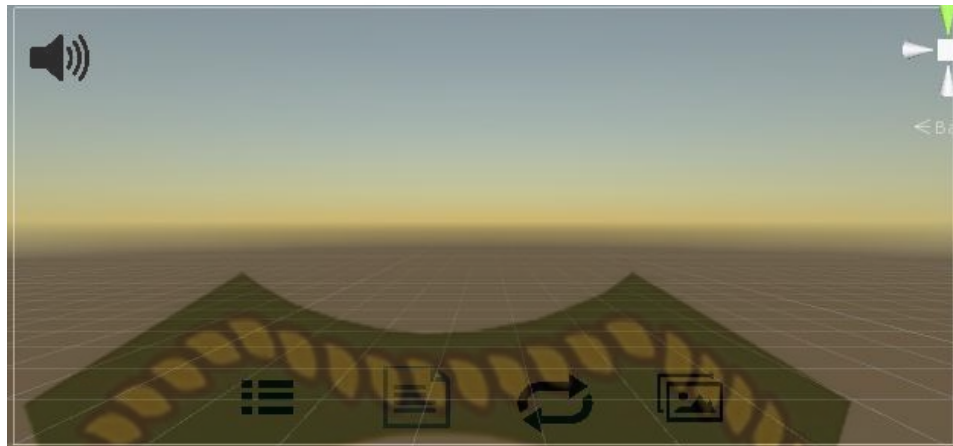
Gambar 4.9 Tampilan *Augmented Reality Konvergent*

Tampilan objek *Augmented Reality Divergent* memiliki fungsi untuk mendeteksi

Objek 3D dari *Divergent* yang sudah *user* pilih pada menu pilihan *divergent*.

4.1.3.3 Tampilan *Augmented Reality Konvergent*

Gambar dari tampilan *button konvergent* dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Tampilan *Augmented Reality Konvergent*

Tombol *Konvergent* memiliki fungsi untuk membuka jendela baru *augmented Reality* Objek 3D dari *Konvergent* yang sudah user pilih pada menu pilihan.

4.1.3.4 Tampilan Objek *Augmented Reality Konvergent*

Gambar dari tampilan *button* konvergent dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Tampilan Objek *Augmented Reality Konvergent*

Tampilan objek augmented reality konvergent memiliki fungsi untuk mendeteksi objek *augmented Reality* 3D dari konvergent yang sudah *user* pilih pada menu pilihan konvergent.

4.1.5 Tampilan Menu Cara Penggunaan Aplikasi

Gambar dari tampilan menu cara penggunaan aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Tampilan Menu Cara Penggunaan Aplikasi

Halaman Menu Cara Penggunaan Objek adalah tampilan yang muncul setelah *user* Mengklik Tombol Cara Penggunaan Objek pada halaman Menu Utama terdapat beberapa tombol.

4.1.6 Tampilan Menu Info

Gambar dari tampilan menu info dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Tampilan Menu Info

Halaman Menu Info adalah tampilan yang muncul setelah *user* Mengklik Tombol Infos pada halaman Menu Utama terdapat beberapa tombol.

4.2 Pembahasan

Pada sub bab ini akan membahas hasil pengujian dari aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*, yang bertujuan untuk mengetahui kelebihan maupun kekurangan dari aplikasi yang sudah dibuat. Beberapa pengujian yang telah dilakukan penulis meliputi pengujian intensitas cahaya, pengujian sudut, pengujian jarak, pengujian markerless, pengujian black box, dan pengujian end *user*.

4.2.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* terhadap aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dilakukan dengan tujuan untuk menguji setiap fungsi tombol yang ada apakah berjalan dengan baik atau tidak, serta untuk mengetahui apakah tombol yang di buat sudah menghasilkan *output* sesuai

yang diinginkan. Pengujian *black box* terhadap aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat di lihat sebagai berikut:

1. Pengujian *Black Box* Menu Utama

Menu utama merupakan halaman pertama yang muncul setelah *splash screen* pada aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*. Hasil pengujian dari halaman menu utama dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Pengujian Black Box Menu Utama

Skenario	Tindakan	Fungsi	<i>Output Diharapkan</i>	Hasil
Tombol Mulai Jelajah	Klik Tombol Mulai	Membuka halaman Menu Pilihan	Menampilkan halaman Menu Pilihan	Berhasil
Tombol Keluar	Klik Tombol Keluar	Membuka verifikasi 2 langkah keluar aplikasi	Menampilkan verivikasi 2 langkah keluar aplikasi	Berhasil

2. Pengujian *Black Box* Tampilan Halaman Menu Pilihan

Halaman Menu Pilihan adalah halaman yang tampil apabila *user* menekan tombol mulai pada menu utama. Hasil pengujian dari halaman mulai dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Pengujian *Black Box* Halaman Menu Pilihan

Skenario	Tindakan	Fungsi	Output Diharapkan	Hasil
Tombol Divergent	Klik Tombol <i>Divergent</i>	Menampi lkan tampilan <i>augmented reality Divergent</i>	Menampilkan tampilan <i>augmented reality Divergent</i>	Berhasil
Tombol Konvergent	Klik Tombol Konvergent	Menampi lkan tampilan <i>augmented reality Konvergent</i>	Menampilkan tampilan <i>augmented reality Konvergent</i>	Berhasil

3. Pengujian *Black Box* Tampilan *Augmented Reality* Divergent

Tampilan *Augmented Reality* Divergent adalah halaman yang terbuka apabila user menekan tombol divergent pada menu pilihan, hasil pengujian Tampilan *Augmented Reality* divergent dapat di lihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Pengujian *Black Box* *Augmented Reality* Divergent

Skenario	Tindakan	Fungsi	Output Diharapkan	Hasil
Tombol Divergent	Klik Tombol Divergent	Menampilkan objek 3D Divergent	Menampilkan objek 3D Divergent	Berhasil

Tombol Keterangan Objek	Klik Tombol Keterangan Objek	Menampilkan keterangan objek 3D secara otomatis	Menampilkan keterangan objek 3D secara otomatis	Berhasil
Tombol Refresh	Klik Tombol Refresh	Menampilkan ulang objek	Menampilkan objek 3D	Berhasil
Tombol Image	Klik Tombol Image	Memberi informasi berbentuk teks dari gambar	Memberi informasi berbentuk teks dari gambar	Berhasil
Tombol Kembali	Klik Tombol Kembali	Kembali ke Menu Pilihan	Kembali ke Menu Pilihan	Berhasil

4. Pengujian *Black Box* Tampilan *Augmented Reality Konvergent*

Tampilan *Augmented Reality Konvergent* adalah halaman yang terbuka apabila *user* menekan tombol *konvergent* pada menu pilihan, hasil pengujian Tampilan *Augmented Reality konvergent* dapat di lihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Pengujian *Black Box Augmented Reality Konvergent*

Skenario	Tindakan	Fungsi	Output Diharapkan	Hasil
Tombol Konvergent	Klik Tombol Konvergent	Menampilkan objek 3D Konvergent	Menampilkan objek 3D Konvergent	Berhasil

Tombol Keterangan Objek	Klik Tombol Keterangan Objek	Menampilkan keterangan objek 3D secara otomatis	Menampilkan keterangan objek 3D secara otomatis	Berhasil
Tombol Refresh	Klik Tombol Refresh	Menampilkan ulang objek	Menampilkan objek 3D	Berhasil
Tombol Image	Klik Tombol Image	Memberi informasi berbentuk teks dari gambar	Memberi informasi berbentuk teks dari gambar	Berhasil
Tombol Kembali	Klik Tombol Kembali	Kembali ke Menu Pilihan	Kembali ke Menu Pilihan	Berhasil

4.2.2 Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian intensitas cahaya di lakukan diluar dan didalam ruangan dengan tingkat intensitas cahaya yang berbeda, pengujian ini dilakukan guna mengetahui apakah aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat melakukan proses markless dan menampilkan objek 3D pada intensitas cahaya berbeda.

1. Pengujian *outdoor* siang hari

Pengujian ini dilakukan di bawah cahaya matahari dengan intensitas cahaya berkisar 700-800 lux dihasilkan hasil yang baik dengan rentan waktu tunggu kurang dari 1 detik, gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Pengujian *Outdoor* siang hari

2. Pengujian *outdoor* malam hari

Pengujian ini dilakukan di bawah cahaya rembulan dan cahaya lampu area sekitar pengujian dengan intensitas cahaya berkisar 8-12 lux dihasilkan hasil yang baik dengan rentan waktu tunggu kurang dari 1 detik, gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Pengujian *outdoor* Malam Hari

3. Pengujian *indoor* intensitas (88-110 lux)

Pengujian ini dilakukan di dalam ruangan intensitas cahaya berkisar 88-110 lux dihasilkan hasil yang baik dengan rentan waktu tunggu kurang dari 1 detik, gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.16



Gambar 4.16 Pengujian Indoor 88-110 lux

4. Pengujian *indoor* intensitas (34-48 lux)

Pengujian ini dilakukan di dalam ruangan intensitas cahaya berkisar 88-110 lux dihasilkan hasil yang baik dengan rentan waktu tunggu kurang dari 1 detik, gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Pengujian Indoor 34-48 lux

5. Pengujian *indoor* intensitas (0 lux)

Pengujian ini dilakukan di dalam ruangan intensitas cahaya berkisar 0 lux dihasilkan hasil berupa objek 3D tidak muncul dikarenakan aplikasi tidak dapat melakukan proses markless tanpa adanya cahaya. Gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Pengujian indoor 0 lux

Kesimpulan pengujian aplikasi terhadap intensitas cahaya yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Intensitas Terhadap Intensitas Cahaya

Skenario	Kasus	Intensitas Cahaya	Waktu	Output yang didapat	hasil
Pencahayaannya	<i>Outdoor</i> Siang hari	700-800 lux	Kurang 1 Detik	Objek 3D Tampil di karnakan proses markless berjalan dengan adanya cahaya	Berhasil
	<i>Outdoor</i> malam hari	8-12 lux	Kurang 1 Detik	Objek 3D Tampil di karnakan proses markless berjalan dengan adanya cahaya	Berhasil
	<i>Indoor</i>	88-110 lux	Kurang 1 Detik	Objek 3D Tampil di karnakan proses markless berjalan dengan adanya cahaya	Berhasil
	<i>Indoor</i>	34-48 lux	Kurang 1 Detik	Objek 3D Tampil di karnakan proses markless berjalan dengan adanya cahaya	Berhasil
	<i>Indoor</i>	0 lux	-	Objek 3D tidak tampil di karnakan proses markless tidak dapat berjalan tanpa adanya cahaya	Tidak Berhasil

Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* membutuhkan cahaya untuk dapat melakukan proses *tracking* atau *markerless*, aplikasi tidak dapat melakukan proses *tracking* atau *markerless* tanpa adanya sumber cahaya sedikitpun.

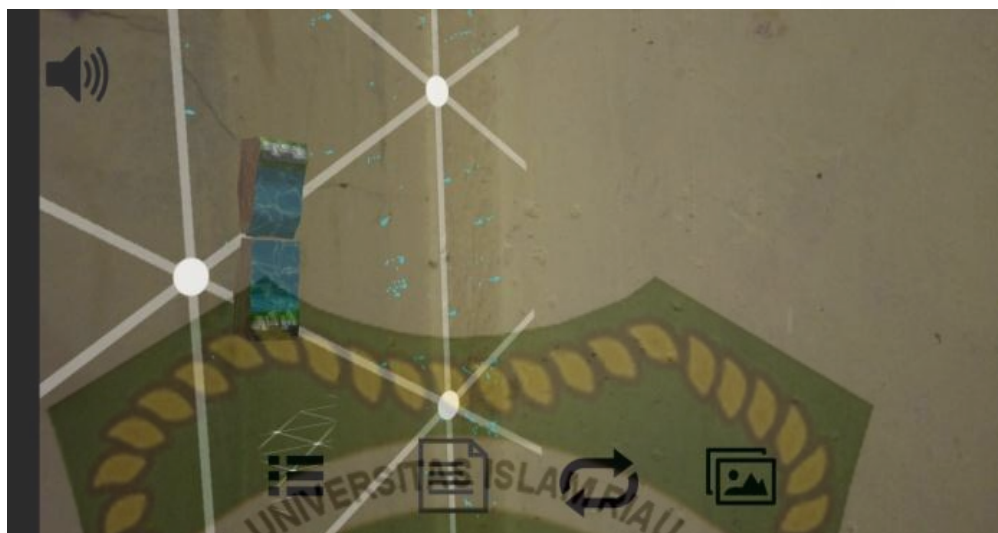
4.2.3. Pengujian Jarak dan Sudut

Pengujian jarak dan sudut dilakukan untuk mengetahui jarak dan pada sudut berapa Kudan SDK yang terdapat di dalam aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari

Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat melakukan proses *tracking markerless*. Pengujian dilakukan dengan jarak minimal 10 cm, 50 cm dan 1 m serta sudut minimal 10°, 45° dan 90°.

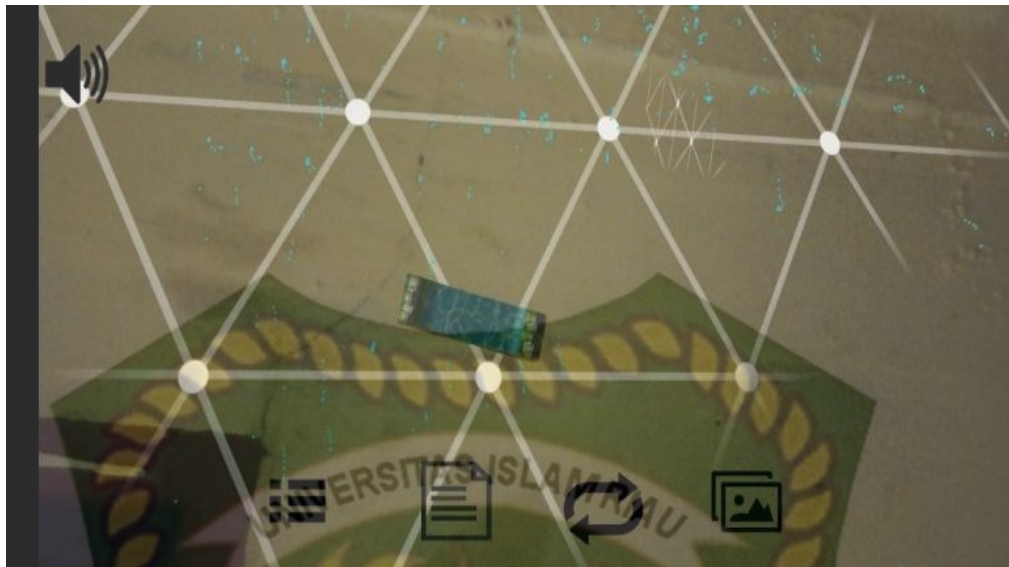
1. Pengujian Jarak 10 cm Dengan Sudut 10°, 45° dan 90°.

Pengujian pertama berupa pengujian dengan jarak 10 cm dengan sudut 90° dapat dilihat pada gambar 4.19.



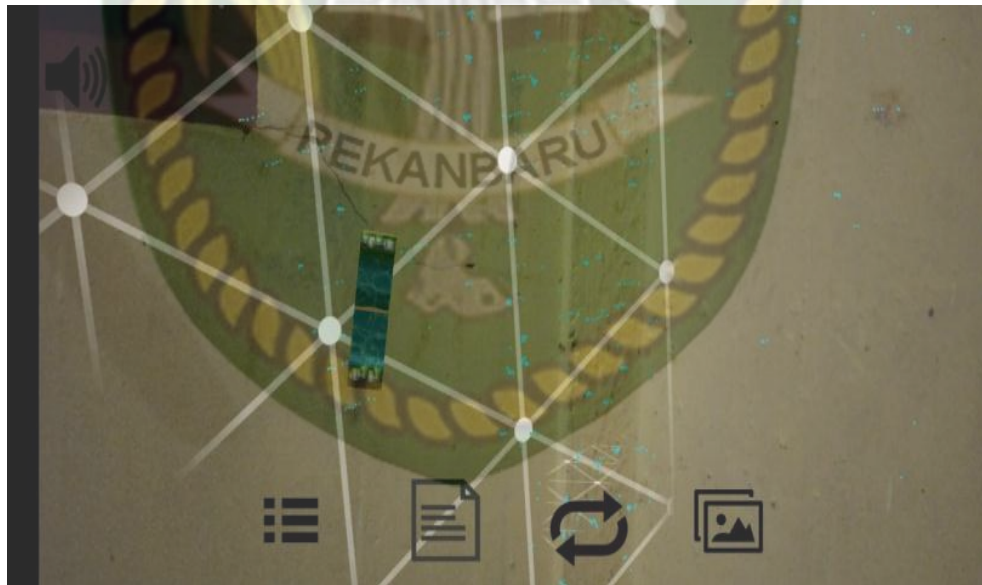
Gambar 4.19 Pengujian Jarak 10 cm dengan sudut 10°

Pengujian kedua berupa pengujian dengan jarak 10 cm dengan sudut 45° dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Pengujian Jarak 10 cm dengan sudut 45°

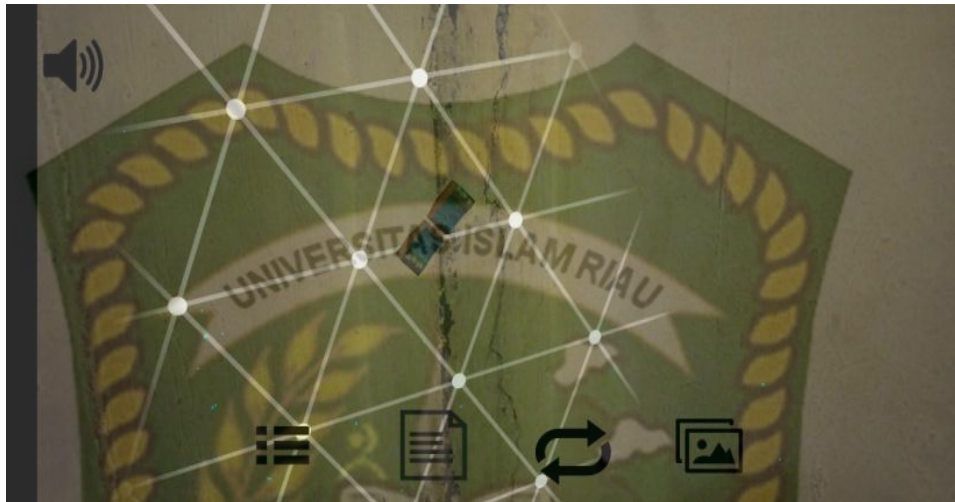
Pengujian ketiga berupa pengujian dengan jarak 10 cm dengan sudut 10° dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Pengujian Jarak 10 cm dengan sudut 90°

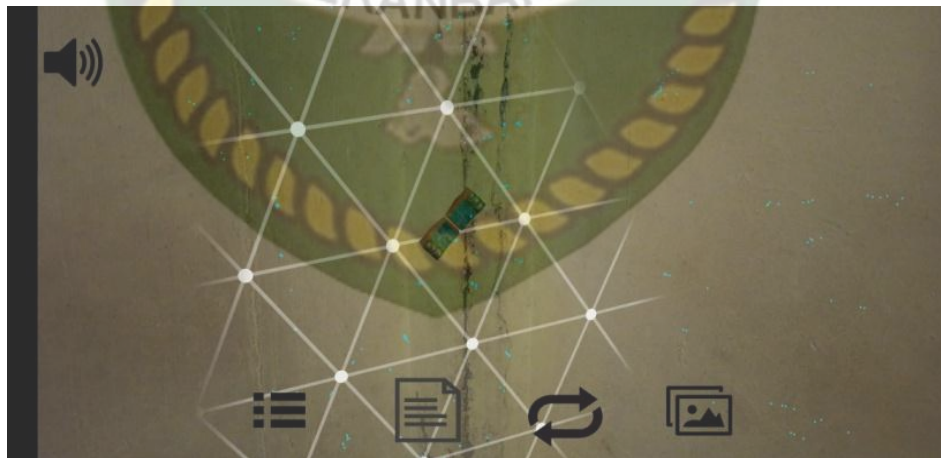
2. Pengujian Jarak 50 cm Dengan Sudut 10° , 45° dan 90° .

Pengujian pertama berupa pengujian dengan jarak 50 cm dengan sudut 10° dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Pengujian Jarak 50 cm dengan sudut 10°

Pengujian kedua berupa pengujian dengan jarak 50 cm dengan sudut 45° dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Pengujian Jarak 50 cm dengan sudut 45°

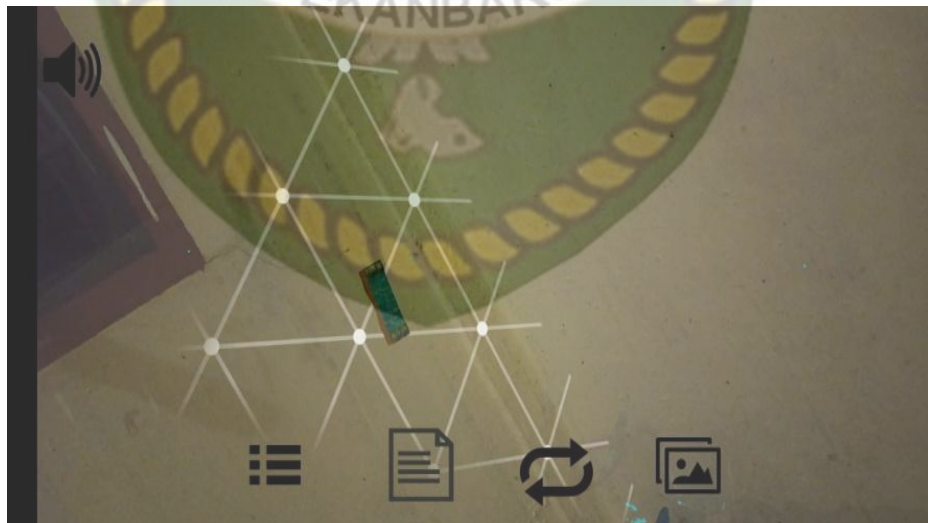
Pengujian ketiga berupa pengujian dengan jarak 50 cm dengan sudut 90° dapat dilihat pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Pengujian Jarak 50 cm dengan sudut 90°

3. Pengujian Jarak 1 m Dengan Sudut 10° , 45° dan 90° .

Pengujian pertama berupa pengujian dengan jarak 1 m dengan sudut 10° dapat dilihat pada gambar 4.25.



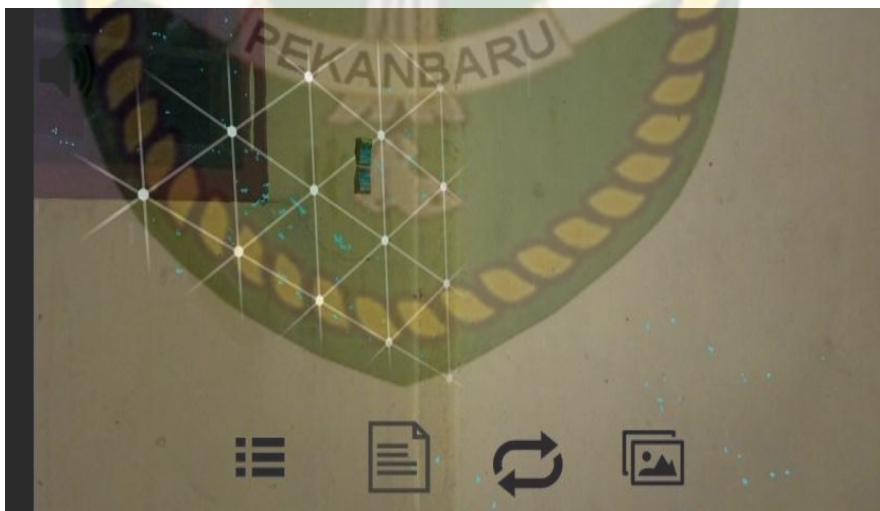
Gambar 4.25 Pengujian Jarak 1 m dengan sudut 10°

Pengujian kedua berupa pengujian dengan jarak 1 m dengan sudut 45° dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Pengujian Jarak 1 m dengan sudut 45°

Pengujian ketiga berupa pengujian dengan jarak 1 m dengan sudut 90° dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Pengujian Jarak 1 m dengan sudut 90°

Hasil pengujian aplikasi berdasarkan jarak dan sudut yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4.6.

Table 4.6 Hasil Pengujian Jarak dan Sudut

Skenario	Tindakan		Output Yang di dapat	Hasil
	Jarak	Sudut		
Jarak dan Sudut	10 cm	10°	Objek 3D Tampil	Berhasil
		45°	Objek 3D Tampil	Berhasil
		90°	Objek 3D Tampil	Berhasil
	50 cm	10°	Objek 3D Tampil	Berhasil
		45°	Objek 3D Tampil	Berhasil
		90°	Objek 3D Tampil	Berhasil
	1 m	10°	Objek 3D Tampil	Berhasil
		45°	Objek 3D Tampil	Berhasil
		90°	Objek 3D Tampil	Berhasil

Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat berkerja secara optimal di segala jarak dan sudut pengujian.

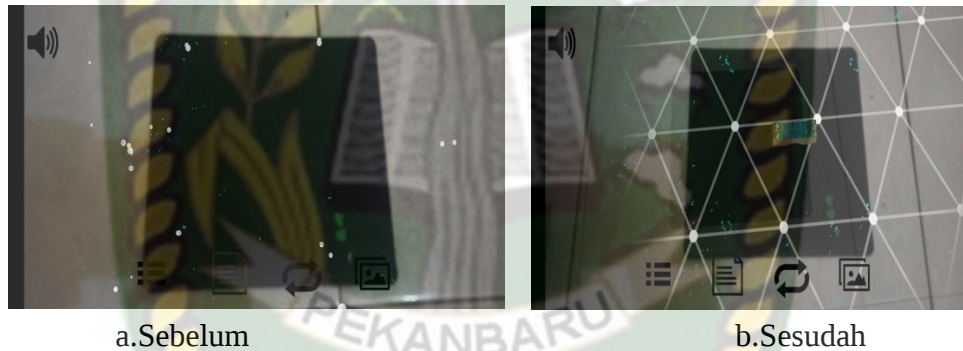
4.2.4 Pengujian Jenis Objek Tracking

Pengujian jenis objek tracking dengan metode *markerless* dilakukan untuk mengetahui kemampuan *tracker* aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng

Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dalam segala bidang dan objek.

1. Objek Kontras Hitam Putih

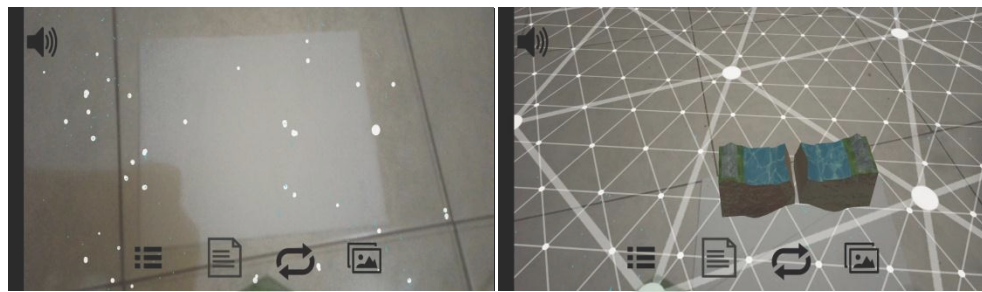
Pengujian ini dilakukan menggunakan dengan tujuan untuk mengetahui dapatkah proses *markerless* menampilkan objek 3D dengan lokasi atau objek yang hanya memiliki dua warna yaitu hitam dan putih. Dari hasil pengujian dari jenis *tracker* kontras hitam putih didapatkan hasil optimal. Objek 3D bahkan akan pindah mengikuti *tracker* apabila *tracker* dipindahkan. Gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Pengujian Tracker Kontras Hitam Putih

2. Objek Kertas Putih Polos

Pengujian ini dilakukan menggunakan kertas putih HVS A4 dengan tujuan untuk mengetahui dapatkah proses *markerless* menampilkan objek 3D dengan lokasi atau objek yang cerah tanpa corak atau motif. Dari hasil pengujian terhadap jenis *tracker* kertas putih polos didapatkan hasil yang cukup baik namun objek 3D akan sedikit berpindah pindah apabila kamera digerakan. Gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.29.



a. Sebelum

b. Sesudah

Gambar 4.29 Pengujian Tracker Ketas Putih Polos

3. Objek Beragam Corak Warna

Pengujian ini dilakukan menggunakan objek beragam warna dengan tujuan untuk mengetahui apakah proses *markerless* menampilkan objek 3D dengan lokasi atau objek yang memiliki banyak warna. Dari hasil pengujian dari jenis *tracker* buku beragam corak warna didapatkan hasil optimal. Objek 3D bahkan akan pindah mengikuti *tracker* apabila *tracker* dipindahkan. Gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.30.



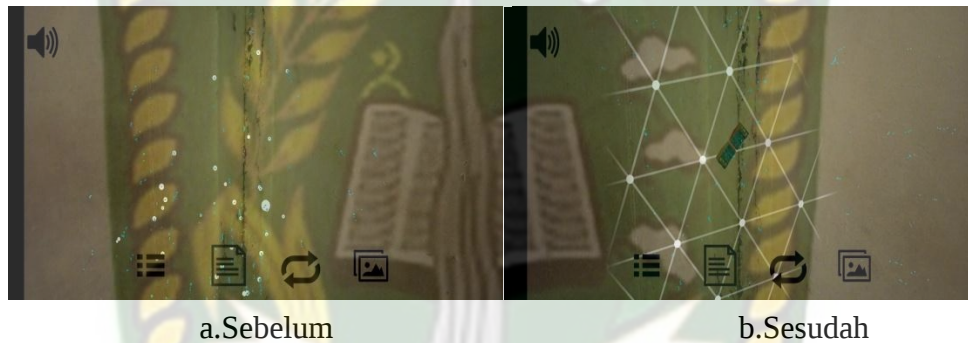
a. Sebelum

b. Sesudah

Gambar 4.30 Pengujian Tracker objek Beragam Warna

4. Objek Permukaan Tidak Rata

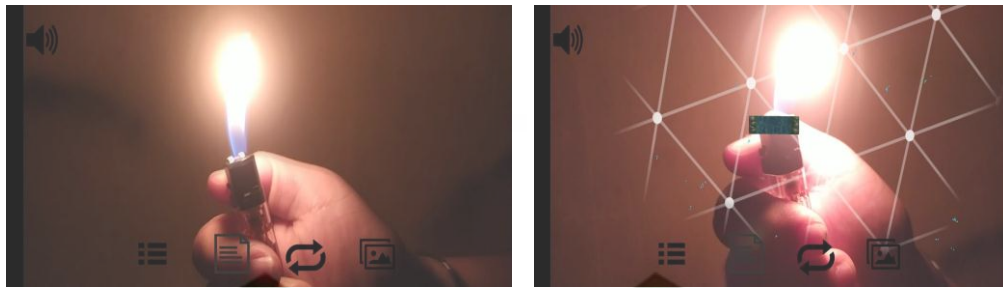
Pengujian ini dilakukan menggunakan alat yang disusun secara *abstract* dengan tujuan untuk mengetahui apakah proses *markerless* menampilkan objek 3D dengan lokasi atau objek yang tidak rata. Dari hasil pengujian dari jenis *tracker* Objek permukaan tidak rata didapatkan hasil baik. Objek 3D bahkan akan tetap berada ditempat apabila kamera di arahkan ke area lain lalu dikembalikan pada posisi semula. Gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar 4.31 Pengujian Tracker Permukaan Tidak Rata

5. Objek Cahaya

Pengujian ini dilakukan pada malam hari dengan kondisi mematikan seluruh sumber cahaya lampu kecuali sebuah *tracker* berupa pemantik api dengan tujuan untuk mengetahui apakah proses *markerless* menampilkan objek 3D dengan keadaan gelap gulita dengan sumber cahaya sebagai *trackernya*. Dari hasil pengujian *tracker* objek cahaya didapatkan hasil optimal objek 3D akan mengikuti *tracker* apabila *tracker* di pindahkan. Gambar hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.32.



a. Sebelum

b. Sesudah

Gambar 4.32 Pengujian tracker Objek Cahaya

Hasil pengujian aplikasi berdasarkan jenis objek *tracking* dapat di lihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tracking Objek

Skenario	Objek Pengujian	Output yang Didapat	Hasil
Objek Tracking <i>Markerless</i>	Objek Kontras Hitam Putih	Objek 3D Tampil	Berhasil
	Objek Kertas Putih Polos	Objek 3D Tampil	Berhasil
	Objek Buku Beragam Corak Warna	Objek 3D Tampil	Berhasil
	Objek Permukaan Tidak Rata	Objek 3D Tampil	Berhasil
	Objek Cahaya	Objek 3D Tampil	Berhasil

Berdasarkan Pengujian yang dilakukan aplikasi mampu melakukan proses *tracking markerless* disegala objek yang diujikan, namun untuk mengoptimalkan

kinerja aplikasi dianjurkan untuk menghindari dominasi warna polos tanpa adanya corak sebagai objek *tracker*.

4.3 Pengujian Beta (*End User*)

Pengujian beta *tester* dilakukan dengan memberikan kendali penuh terhadap *user taster* untuk mengoprasikan aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*, setelah dilakukan pengujian beta aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*, maka didapatkan beberapa saran dan kritik. Data hasil pengujian dari *user tester* dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Beta (*End User*)

Skenario	Penguji	Nilai	Saran	Kritik
Interface	Fitra Dwi Meliani	A	Agar lebih di perhatikan warna <i>background</i> dan <i>button</i> sesuai kebutuhan	Warna <i>background</i> terlalu gelap.
	Wawan Setiawan	A	Agar lebih memilih warna yang bervariasi	
	Andi Cahyono	A	Tombol suara dan image kekecilan	
	Agus Kartiko	A	Sebaiknya menggunakan warna yang lebih menarik	Pemilihan warna pada <i>button</i> terlalu monoton

	Nori Putra	A	Sebaiknya menggunakan warna yang menarik	
	Saputra	A	Program bisa di buat lebih menarik lagi	
	Deni Mariandi	A	Ukuran tombol tombolnya terlalu kecil	
	Nurhidayah	A	Agar lebih di perdetail bagian animasinya	Grafik kurang bagus
	Hamdan Yuwafi	A	Lebih di perbagus lagi animasinya	
	Andri Jiwandono	A	Suara penjelasan objek terlalu kecil	

4.4 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan memberikan kuisisioner kepada 10 orang dengan tujuan untuk mengetahui tanggapan dari pengguna tentang aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*. Hasil implementasi dengan memberikan kuisisioner kepada 10 orang Skala *likert* adalah metode perhitungan yang digunakan untuk keperluan riset atas jawaban setuju atau tidaknya seorang responden terhadap suatu pernyataan. Untuk menghitung skor maksimum tiap jawaban, dengan mengalikan

skor dengan jumlah keseluruhan responden, yaitu skor dikali 10 responden. Nilai skor maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Skor Maksimum

Jawaban	Skor	Skor Maksimum (Skor * Jumlah Responden)
Sangat baik	4	40
Baik	3	30
Kurang baik	2	20
Tidak baik	1	10

Setelah itu, dapat dicari persentase masing-masing jawaban dengan menggunakan rumus:

$$Y = \frac{TS}{\text{Skor Ideal}} \times 100\%$$

Dimana:

Y = Nilai persentase

TS = Total skor responden = $\sum$ skor x responden

Skor ideal = skor x jumlah responden = 4 x 10 = 40

Kriteria skor untuk persentase dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Kriteria Skor

Kategori	Keterangan
76%-100%	Sangat baik
51%-75%	Baik
26%-50%	Kurang baik
0%-25%	Tidak baik

Berikut ini adalah hasil persentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya. Kuesioner ini telah diujikan kepada 10 orang responden.

1. Pertanyaan pertama

Apakah informasi yang disediakan aplikasi mudah dimengerti?

Hasil kuesioner pertanyaan pertama dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Kuesioner Pertanyaan Pertama

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah Skor	Nilai Presentase (%)
1	Sangat baik	4	6	24	$(36:40) \times 100 = 90\%$
	Baik	3	4	12	
	Kurang baik	2	0	0	
	Tidak baik	1	0	0	
	Jumlah		10	36	

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan pertama, dapat disimpulkan sebanyak 90% responden menyatakan bahwa informasi yang disediakan aplikasi mudah dimengerti dengan sangat baik.

2. Pertanyaan kedua

Apakah penggunaan menu dan fitur mudah digunakan ?

Hasil kuesioner pertanyaan kedua dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kedua

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah Skor	Nilai Presentase (%)
2	Sangat baik	4	6	24	$(36:40) \times 100 = 90\%$
	Baik	3	4	12	
	Kurang baik	2	0	0	
	Tidak baik	1	0	0	
	Jumlah		10	36	

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan kedua, dapat disimpulkan sebanyak 90% responden menyatakan bahwa penggunaan menu dan fitur mudah digunakan dengan sangat baik.

3. Pertanyaan ketiga

Apakah kemiripan objek 3D Lempeng sesuai dengan lempeng sebenarnya ?

Hasil kuesioner pertanyaan ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Hasil Kuesioner Pertanyaan Ketiga

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah Skor	Nilai Presentase (%)
3	Sangat baik	4	5	20	$(34:40) \times 100 = 85\%$
	Baik	3	4	12	
	Kurang baik	2	1	2	
	Tidak baik	1	0	0	
	Jumlah		10	34	

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan ketiga, dapat disimpulkan sebanyak 85% responden menyatakan bahwa kemiripan objek 3D lempeng sesuai dengan lempeng sebenarnya sangat baik.

4. Apakah tampilan menu dalam aplikasi mudah dikenali ?

Hasil kuesioner pertanyaan keempat dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keempat

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah Skor	Nilai Presentase (%)
4	Sangat baik	4	6	24	$\frac{(36:40) \times 100}{100} = 90\%$
	Baik	3	4	12	
	Kurang baik	2	0	0	
	Tidak baik	1	0	0	
	Jumlah		10	36	

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan keempat, dapat disimpulkan sebanyak 90% responden menyatakan tampilan menu dalam aplikasi mudah dikenali dengan sangat baik.

5. Apakah aplikasi ini bermanfaat bagi pengguna ?

Hasil kuesioner pertanyaan kelima dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Kuesioner Pertanyaan Kelima

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah Skor	Nilai Presentase (%)
5	Sangat baik	4	7	28	$\frac{(37:40) \times 100}{100} = 92,5\%$
	Baik	3	3	9	
	Kurang baik	2	0	0	
	Tidak baik	1	0	0	
	Jumlah		10	37	

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan kelima, dapat disimpulkan sebanyak 92.5% responden menyatakan aplikasi ini bermanfaat bagi pengguna dengan sangat baik.

6. Seberapa inginkah merekomendasikan aplikasi ke orang sekitar anda ?

Hasil kuesioner pertanyaan keenam dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Kuesioner Pertanyaan Keenam

Pertanyaan	Jawaban	Skor	Responden	Jumlah Skor	Nilai Presentase (%)
6	Sangat baik	4	4	16	$\frac{(33:40) \times 100}{=}$ $82,5\%$
	Baik	3	5	15	
	Kurang baik	2	1	2	
	Tidak baik	1	0	0	
	Jumlah		10	33	

Berdasarkan nilai persentase dari pertanyaan keenam, dapat disimpulkan sebanyak 92.5% responden menyatakan aplikasi ini bermanfaat bagi pengguna dengan sangat baik.

Hasil dari setiap pertanyaan dilakukan perhitungan rata-rata secara keseluruhan. Kemudian akan dibandingkan dengan Tabel 4.10 untuk diambil kesimpulan. Perhitungan secara keseluruhan pengolahan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pengolahan Skala

No Pertanyaan	Nilai Persentase	Keterangan
1	90%	Sangat baik
2	90%	Sangat baik
3	85%	Sangat baik
4	90%	Sangat baik
5	92,5%	Sangat baik
6	82,5%	Sangat baik
Total Persentase	$90\% + 90\% + 85\% + 90\% + 92,5\% + 82,5\% = 530\%$	Sangat baik
Rata-rata	$530\% / 6 = 88,33\%$	

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian dan pembuatan aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* telah berhasil dilaksanakan dan telah dilakukan serangkaian pengujian untuk menguji aplikasi tersebut dan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat di gunakan sebagai media pembelajaran untuk mahasiswa dan pelajar.
2. Minimal jarak *tracking* terhadap lokasi objek agar mendapatkan hasil yang baik dan optimal adalah 10 cm.
3. Aplikasi Media Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat digunakan didalam dan diluar ruangan dengan syarat memiliki insentitas cahaya diatas 0 lux.
4. Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* dapat digunakan diberbagai sudut pandang kamera.
5. Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* bekerja optimal dipermukaan berwarna putih dengan objek hitam sebagai *marker*, atau pun sebaliknya.

6. Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* memudahkan mahasiswa dan pelajar melihat dan mempelajari model bentuk benua akibat dari lempeng tektonik.

5.2 Saran

Aplikasi Bentuk Benua Akibat Dari Lempeng Tektonik Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* masih memerlukan beberapa pengembangan yang lebih baik, maka oleh sebab itu berikut adalah beberapa saran yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan selanjutnya:

1. Menambahkan sistem bahasa asing yang lebih banyak.
2. Model lempeng dapat diberi tekstur yg lebih halus agar terlihat seperti nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred Wegener tahun 2014, *The Origin of Continents and Oceans* Tektonik Lempeng berasal dari Hipotesis Pergeseran Benua (*continental drift*).
- Andi Juansyah, 2015, Melaksanakan suatu fungsi bagi pengguna jasa aplikasi serta penggunaan aplikasi lain.
- Dewa, Dkk 2014, *User interface* dari objek nyata, seperti *live-streaming video*.
- Kurniawan, Didik., Irawati, Anie Rose., dan Yuliyanto, Ardi., 2014, Implementasi Teknologi Markerless Augmented Reality Berbasis Android Sebagai Media Pengenalan Gedung-Gedung di Fmipa Universitas Lampung, Jurnal Koputasi, Vol.2
- Mulyadi, Dkk (2018). Mengenai salah satu dari inovasi *Game Technology* Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) berbasis *Augmented Reality*.
- Rifa'i, Dkk (2015). Teknologi AR mengenai model rumah 3D Perumahan Muna Permai Kudus.
- Rujianto, Dkk (2015). Mengenai media pembelajaran dari teknologi cetak, audio visual, computer, Jakarta.
- Swara Bhumi, 2019, Pengembangan Media Pembelajaran Tiga Dimensi Materi Dinamika Gerakan Lempeng Tektonik Mata Kuliah Geologi Umum Prodi S1 Pendidikan Geografi Universitas Negeri Surabaya.
- Tonny, Isnaini. 2014, *Smartphone* untuk membuat *game Augmented Reality* yang bersifat interaktif

Yoga Aprillion, 2014, Platform Vuforia *Augmented Reality* pada *Smartphone*.

Yoga Aprillion, 2014, Visualisasi Arsitektur atau animasi 3D *real-time* pada *Unity 3D*.

