

**penerapan *augmented reality* pada media pembelajaran
materi tata surya untuk kelas vii smp nusa bhakti semarang**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas Akhir dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) dalam
Teknologi Informasi



Diajukan oleh:

EGAFTA MUHAMMAD NAUFAL DZAKY

NIM: 2008096023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini: ' .

Nama : Egafta Muhammad Naufal Dzaky
UNIVE NIM : 2008096023

Jurusan : Teknologi Informasi

Judul Skripsi : Penerapan *Augmented Reality* pada Media
Pembelajaran Materi Tata Surya untuk Kelas VII
SMP Nusa Bhakti Semarang

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri.

Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Egafta Muhammad Naufal Dzaky

NIM : 2008096023

Jurusan : Teknologi Informasi

Judul Skripsi : Penerapan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran Materi Tata Surya untuk Kelas VII SMP Nusa Bhakti Semarang

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Semarang, 2 September 2024

Pembuat pernyataan,

Egafta Muhammad Naufal Dzaky
NIM. 2008096023



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Penerapan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran
Materi Tata Surya untuk Kelas VII SMP Nusa Bhakti
Semarang

Penulis : **Egaftha Muhammad Naufal Dzaky**

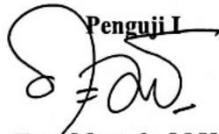
NIM : 2008096023

Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam bidang
Teknologi Informasi.

Semarang, 2 Oktober 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I


Hery Mustofa, M.Kom.
NIP. 198703172019031007

Penguji II



Siti Nur'aini, M.Kom.
NIP. 198401312018012001

Penguji III



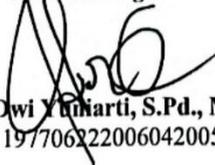
Masy Ari Ulinuha, M.T.
NIP. 198108122011011007

Penguji IV



Adhah Arwani Mahfudh, M.Kom.
NIP. 199107032019031006

Pembimbing I



Dr. Wenty Dwi Yulianti, S.Pd., M.Kom.
NIP. 197706222006042005

Pembimbing II



Siti Nur'aini, M.Kom.
NIP. 198401312018012001

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 13 September 2024

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan,
arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Penerapan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran
Materi Tata Surya Untuk Kelas VII SMP Nusa Bhakti
Semarang

Nama : Egafta Muhammad Naufal Dzaky

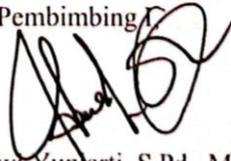
NIM : 2008096023

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
untuk diujikan dalam sidang munaqosyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing



Dr. Wenty Dwi Yunkarti, S.Pd., M.Kom.
NIP. 197706222006042005

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 2 September 2024

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan,
arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Penerapan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran
Materi Tata Surya Untuk Kelas VII SMP Nusa Bhakti
Semarang

Nama : Egafta Muhammad Naufal Dzaky

NIM : 2008096023

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
untuk diujikan dalam sidang munaqosyah.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II,



Siti Nur'aini, M.Kom.
NIP. 198401312018012001

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikannya Skripsi ini Peneliti mempersembahkannya kepada:

1. Keluarga besar Peneliti yang telah senantiasa membantu menyelesaikan Skripsi ini.
2. Segenap *civitas* akademik kampus UIN Walisongo Semarang, staf pengajar, karyawan, dan seluruh mahasiswa semoga tetap semangat dalam beraktivitas mengisi hari-harinya di kampus UIN Walisongo Semarang.
3. Teman-teman Peneliti baik itu teman kuliah seangkatan, adik kelas, kakak kelas pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, maupun teman-teman dari fakultas dan universitas lain yang telah banyak memberi masukan, semangat, dan arahan hingga akhirnya dapat terselesaikan Skripsi ini.

MOTO

Jangan takut gagal, tapi takutlah tidak pernah mencoba.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan menguji media pembelajaran IPA materi Tata Surya menggunakan teknologi *Augmented Reality*. Metode penelitian menggunakan metode pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dengan melalui enam tahapan yaitu konsep, perancangan, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Tahap konsep menghasilkan gambaran awal aplikasi. Tahap perancangan menghasilkan desain tampilan dan cara kerja aplikasi. Tahap pengumpulan materi menghasilkan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam membangun aplikasi. Tahap pembuatan menghasilkan aplikasi AR Tata Surya. Tahap pengujian menggunakan metode *blackbox testing*, *alpha testing*, dan *beta testing*. Dan tahap distribusi dilakukan dengan menyimpan aplikasi ke dalam Google Drive yang nantinya akan digunakan sebagai alat bantu dalam kegiatan belajar mengajar. Hasil uji *blackbox* menunjukkan semua fitur yang ada di dalam aplikasi dapat berjalan sesuai spesifikasi yang diharapkan. *Alpha testing* yang dilakukan oleh ahli media termasuk kedalam kategori sangat layak digunakan dengan rata-rata skor keseluruhan aspek sebesar 86%. Dan *beta testing* berdasarkan hasil respons dari peserta didik sebesar 81% yang menunjukkan aplikasi bermanfaat dalam proses belajar.

Kata kunci: media pembelajaran, *augmented reality*, tata surya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya, skripsi dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer dengan judul “Penerapan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran Materi Tata Surya untuk Kelas VII SMP Nusa Bhakti Semarang” dapat disusun sesuai dengan harapan. Skripsi ini dapat selesai tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Khothibul Umam, S.T., M.Kom. selaku ketua program studi Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Dr. Wenty Dwi Yuniarti, S.Pd., M.Kom. dan Ibu Siti Nur‘aini, M.Kom. selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu memberikan dukungan, arahan, dan bimbingan dalam pembuatan skripsi.
5. Staf, karyawan dan dosen di lingkungan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
6. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa.

7. Teman-teman Teknologi Informasi yang selalu memberi dukungan.
8. Guru dan siswa kelas VII SMP Nusa Bhakti Semarang yang telah bekerjasama dan berpartisipasi dalam penelitian skripsi.
9. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak dapat menjadi amal yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi, peneliti menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Semarang, 2 September 2024



Peneliti

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
PERSEMBAHAN	vi
MOTO.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN PUSTAKA.....	8
2.1 Materi Tata Surya untuk Kelas VII	8
2.2 <i>Augmented Reality</i>	9
2.3 Unity	11
2.4 Vuforia.....	12
2.5 <i>Blackbox Testing</i>	13

2.6 <i>Alpha Testing</i>	13
2.7 <i>Beta Testing</i>	14
2.8 Kajian Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Objek Penelitian	20
3.2 Alat Penelitian	21
3.3 Metode Pengembangan MDLC	22
3.3.1 Konsep Aplikasi	24
3.3.2 Perancangan Aplikasi	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Konsep	34
4.2 Perancangan	36
4.3 Pengumpulan Bahan	39
4.4 Pembuatan	42
4.4.1 <i>Augmented Reality</i>	44
4.4.2 <i>User Interface</i>	45
4.4.3 Bahasa Pemrograman C#	57
4.5 Pengujian	64
4.5.1 <i>Blackbox Testing</i>	65
4.5.2 <i>Alpha Testing</i>	79
4.5.3 <i>Beta testing</i>	82
4.6 Distribusi	84
BAB V PENUTUP	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	86

DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian penelitian terkait	16
Tabel 2. 1 Kajian penelitian terkait	16
Tabel 3. 1 Spesifikasi laptop	21
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>smartphone</i>	22
Tabel 4. 1 Deskripsi konsep	34
Tabel 4. 2 Uji <i>blackbox</i> menu utama	66
Tabel 4. 3 Uji <i>blackbox</i> menu Tata Surya	67
Tabel 4. 4 Uji <i>blackbox</i> menu Matahari	68
Tabel 4. 5 Uji <i>blackbox</i> menu Merkurius	70
Tabel 4. 6 Uji <i>blackbox</i> menu Venus.....	71
Tabel 4. 7 Uji <i>blackbox</i> menu Bumi.....	72
Tabel 4. 8 Uji <i>blackbox</i> menu Mars.....	73
Tabel 4. 9 Uji <i>blackbox</i> menu Jupiter.....	74
Tabel 4. 10 Uji <i>blackbox</i> menu Saturnus.....	75
Tabel 4. 11 Uji <i>blackbox</i> menu Uranus	76
Tabel 4. 12 Uji <i>blackbox</i> menu Neptunus.....	77
Tabel 4. 13 Konversi tingkat pencapaian.....	79
Tabel 4. 14 Hasil validasi ahli media.....	80
Tabel 4. 15 Respons peserta didik	82
Tabel 4. 16 Perhitungan nilai peserta didik	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan MDLC	23
Gambar 3. 2 Gambaran umum aplikasi	26
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> perancangan animasi	27
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> perancangan aplikasi AR.....	28
Gambar 3. 5 Desain tampilan menu utama	29
Gambar 3. 6 Desain tampilan planet.....	29
Gambar 3. 7 Desain tampilan informasi aplikasi	30
Gambar 3. 8 Desain tampilan struktur planet	30
Gambar 3. 9 Cara kerja aplikasi AR.....	32
Gambar 3. 10 <i>Flowchart</i> cara kerja aplikasi AR	33
Gambar 4. 1 Sampul buku pelajaran IPA	40
Gambar 4. 2 Marker aplikasi AR.....	40
Gambar 4. 3 Background aplikasi AR.....	41
Gambar 4. 4 Material 3D aplikasi AR	41
Gambar 4. 5 Material objek 3D aplikasi AR	41
Gambar 4. 6 Material audio aplikasi AR	42
Gambar 4. 7 Upload marker di web Vuforia	45
Gambar 4. 8 Tampilan menu utama	47
Gambar 4. 9 Tampilan informasi aplikasi	47
Gambar 4. 10 Tampilan Tata Surya.....	48
Gambar 4. 11 Tampilan Matahari.....	49
Gambar 4. 12 Tampilan struktur Matahari	49
Gambar 4. 13 Tampilan Merkurius	50
Gambar 4. 14 Tampilan struktur Merkurius	50

Gambar 4. 15 Tampilan Venus.....	51
Gambar 4. 16 Tampilan struktur Venus	51
Gambar 4. 17 Tampilan Bumi	52
Gambar 4. 18 Tampilan struktur Bumi.....	52
Gambar 4. 19 Tampilan Mars.....	53
Gambar 4. 20 Tampilan struktur Mars	53
Gambar 4. 21 Tampilan Jupiter	54
Gambar 4. 22 Tampilan struktur Jupiter	54
Gambar 4. 23 Tampilan Saturnus	55
Gambar 4. 24 Tampilan struktur Saturnus.....	55
Gambar 4. 25 Tampilan Uranus	56
Gambar 4. 26 Tampilan struktur Uranus	56
Gambar 4. 27 Tampilan Neptunus.....	57
Gambar 4. 28 Tampilan struktur Neptunus	57
Gambar 4. 29 Fitur menu utama.....	58
Gambar 4. 30 Hasil button mulai AR	58
Gambar 4. 31 Hasil button informasi aplikasi	59
Gambar 4. 32 Hasil button keluar aplikasi	59
Gambar 4. 33 Fitur Tata Surya	59
Gambar 4. 34 Hasil button kembali.....	61
Gambar 4. 35 Hasil button Matahari	61
Gambar 4. 36 Fitur Matahari	62
Gambar 4. 37 Hasil button kembali.....	63
Gambar 4. 38 Hasil button < >	64
Gambar 4. 39 Uji blackbox menu utama	66

Gambar 4. 40 Uji blackbox menu Tata Surya.....	67
Gambar 4. 41 Uji blackbox menu Matahari.....	68
Gambar 4. 42 Uji blackbox menu Merkurius	69
Gambar 4. 43 Uji blackbox menu Venus.....	71
Gambar 4. 44 Uji blackbox menu Bumi.....	72
Gambar 4. 45 Uji blackbox menu Mars.....	73
Gambar 4. 46 Uji blackbox menu Jupiter	74
Gambar 4. 47 Uji blackbox menu Saturnus	75
Gambar 4. 48 Uji blackbox menu Uranus	76
Gambar 4. 49 Uji blackbox menu Neptunus.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Hasil wawancara dengan guru IPA	91
Lampiran 1. 2 Surat penelitian dari Fakultas	92
Lampiran 1. 3 Angket pengujian ahli media pertama	93
Lampiran 1. 4 Angket pengujian ahli media kedua	95
Lampiran 1. 5 Angket respons peserta didik	97
Lampiran 1. 6 Ringkasan respons peserta didik	98
Lampiran 1. 7 Foto dokumentasi	101
Lampiran 2. 1 Kode C# untuk mengganti scene atau tampilan pada aplikasi AR	102
Lampiran 2. 2 Kode C# untuk keluar dari aplikasi AR.....	104
Lampiran 2. 3 Kode C# untuk mengganti dua objek AR dalam satu marker dengan menggunakan satu tombol	105
Lampiran 2. 4 Kode C# untuk membesarkan dan mengecilkan objek tiga dimensi menggunakan gestur pinch (dua jari)	109
Lampiran 2. 5 Kode C# untuk memutar (rotasi) objek tiga dimensi AR menggunakan kedua jari	113
Lampiran 2. 6 Kode C# untuk memutar secara otomatis objek tiga dimensi AR	117
Lampiran 2. 7 Kode C# untuk memutar audio latar belakang secara otomatis	118
Lampiran 2. 8 Kode C# untuk memutar audio ketika sebuah tombol ditekan.....	120

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi melahirkan inovasi dalam berbagai bidang. Inovasi dalam bidang pendidikan merupakan penemuan baru yang berbeda dari yang sebelumnya dan ditujukan untuk meningkatkan kemampuan siswa untuk mencapai tujuan akademik (Aliyah & Cholifah, 2023). Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan kurikulum pendidikan di suatu negara adalah kemajuan teknologi dan inovasi pendidikan (Azis, 2018). Pendidikan merupakan komponen penting dalam perkembangan seseorang dan masyarakat. Sesuai dalam Al-Qur'an Surah Al-Mujadilah ayat 11:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ
اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ
وَالَّذِينَ
أُوْتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, “Berdirilah,” (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.”

Pendidikan tidak hanya berperan dalam mentransfer pengetahuan, namun juga dalam membentuk pemahaman dan

minat terhadap berbagai aspek ilmu. Salah satu topik yang penting untuk dipelajari di tingkat SMP adalah Tata Surya. Belajar tentang Tata Surya membantu siswa memahami tempat mereka dalam alam semesta. Memberikan wawasan tentang bagaimana Bumi berinteraksi dengan planet lain serta bagaimana planet-planet tersebut terhubung dalam Tata Surya.

Tata Surya adalah topik yang sangat menarik dan relevan untuk dipelajari oleh siswa SMP. Banyak buku yang mengangkat tema Tata Surya telah diterbitkan, seperti yang terlihat dalam buku-buku mata pelajaran IPA yang diajarkan di sekolah hingga buku-buku pengetahuan umum atau ensiklopedia. Penjelasan dalam buku-buku tersebut masih memuat teks dan gambar dua dimensi sebagai alat peraga. Hal ini menyebabkan kesulitan bagi siswa, karena penggunaan gambar statis yang tersedia di buku teks menjadikan mereka pasif dan kurang interaktif dalam pembelajaran. Media gambar kurang efektif untuk menyampaikan pesan, sebab tidak mampu memberikan respons timbal balik, kurang terlihat realistis dan kurang menarik.

Buku teks dan metode konvensional yang digunakan di sebagian besar sekolah mungkin tidak selalu mampu memicu minat siswa dan membantu mereka memahami dengan baik materi yang diajarkan. Untuk membantu guru menyampaikan materi dalam proses pembelajaran, media pembelajaran

sangatlah penting. Media sangat berarti dalam proses pendidikan guna menyampaikan informasi serta menggapai tujuan pembelajaran di kelas. Apabila animasi digunakan dalam proses pembelajaran, peserta didik cenderung lebih tertarik dan lebih mudah memahaminya. Mereka juga akan lebih mudah mengingat dan dapat memaksimalkan hasil belajar yang mereka capai (Komarudin & Noor, 2017). Pemilihan serta pemakaian media dalam pembelajaran harus kompleks, efektif, dan efisien supaya siswa bisa memahami pelajaran di kelas dengan jelas. Meskipun materi visual yang lebih kompleks dapat diperoleh dengan mudah, siswa diminta untuk mengamati visual yang kompleks. Kemudian mengungkapkan sesuatu tentangnya setelah menganalisis dan memikirkan materi yang terkandung dalam visual tersebut (Rahma, 2019). Dalam beberapa penelitian, media visual yang digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah memiliki pengaruh positif pada minat belajar siswa. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media visual dapat meningkatkan minat belajar siswa dengan cara membuat materi lebih menarik dan interaktif (Naimnule dkk., 2023).

Penelitian ini berfokus pada pengembangan materi pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, yang dirancang khusus untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang Tata Surya. *Augmented Reality* (AR) adalah sebuah konsep yang menggabungkan realitas virtual dan dunia nyata. Benda maya

baik dua dimensi maupun tiga dimensi tampak nyata dan menyatu dengan dunia nyata. Dalam teknologi AR, pengguna dapat melihat dunia nyata di sekitarnya melalui penambahan objek virtual yang dihasilkan komputer (Rampengan & Sanjaya, 2015). *Augmented Reality* merupakan teknologi yang mampu menggambarkan suatu proses atau simulasi tertentu, dengan fungsi menunjang interaksi dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman siswa (Yuen dkk., 2011).

Melalui pengembangan media pembelajaran ini diharapkan siswa semakin tertarik dan termotivasi untuk mempelajari lebih lanjut tentang Tata Surya. Dengan demikian, mereka akan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang konsep-konsep tersebut, yang dapat membantu mereka dalam pengembangan akademik. Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang lebih modern dan interaktif juga dapat membantu guru memfasilitasi proses pembelajaran dengan lebih efektif. Dengan latar belakang ini, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Penerapan *Augmented Reality* pada Media Pembelajaran Materi Tata Surya untuk Kelas VII SMP Nusa Bhakti Semarang”. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan mutu pendidikan di tingkat sekolah menengah dan membantu siswa lebih memahami mata pelajaran ini.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat media pembelajaran IPA materi Tata Surya menggunakan teknologi AR?
2. Bagaimana hasil *blackbox testing*, *alpha testing*, dan *beta testing* media pembelajaran IPA dengan materi Tata Surya menggunakan teknologi AR?

1.3 Batasan Masalah

Agar proses penelitian yang dikaji lebih fokus dan terarah, maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Perancangan aplikasi membahas materi IPA kelas tujuh SMP tentang Tata Surya.
2. Perancangan aplikasi menggunakan software Unity dengan Vuforia SDK yang mendukung AR.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian rancang bangun aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat media pembelajaran IPA materi Tata Surya menggunakan teknologi AR.
2. Menguji media pembelajaran IPA materi Tata Surya menggunakan teknologi AR.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi AR.
2. Meningkatkan antusias belajar dan kreativitas siswa menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi AR.
3. Membantu guru dalam menjelaskan materi Tata Surya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini, disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang relevan dengan topik penelitian, termasuk teori, konsep, dan hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan, termasuk desain penelitian, metode pengumpulan data, analisis data, dan teknik analisis yang digunakan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yang diperoleh, disertai dengan pembahasan yang lengkap dan analisis yang tepat.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan, saran, dan rekomendasi yang terkait dengan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi referensi yang digunakan dalam penelitian, termasuk buku, artikel, dan sumber lainnya, dengan format yang sesuai.

DAFTAR LAMPIRAN

Daftar lampiran berisi lampiran yang digunakan dalam penelitian, seperti gambar, tabel, dan diagram, serta informasi lain yang relevan.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

2.1 Materi Tata Surya untuk Kelas VII

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah mata pelajaran yang mempelajari fenomena alam secara ilmiah melalui pengamatan, eksperimen, dan analisis. Berdasarkan kurikulum merdeka yang dikembangkan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek, 2021), tujuan pendidikan IPA adalah untuk membekali siswa dengan pengetahuan, ketrampilan, dan sikap ilmiah sehingga mereka mampu berpikir kritis, kreatif, dan inovatif dalam menghadapi tantangan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran IPA mencakup konsep-konsep dasar yang harus dikuasai siswa kelas tujuh SMP seperti zat dan wujudnya, energi dan perubahannya, gerak dan gaya, ekosistem dan keanekaragaman hayati, serta sistem Tata Surya. Materi zat dan wujudnya berisi pemahaman sifat-sifat zat padat, cair, dan gas serta perubahan wujud zat. Materi energi dan perubahannya berisi pengenalan berbagai bentuk energi dan prinsip perubahan energi. Materi gerak dan gaya berisi pemahaman hukum-hukum gerak dan jenis-jenis gaya. Materi ekosistem dan keanekaragaman hayati berisi pemahaman komponen ekosistem dan pentingnya keanekaragaman hayati. Materi sistem Tata Surya berisi

pengenalan planet-planet dan fenomena alam dalam Tata Surya.

Pembelajaran tentang sistem Tata Surya mencakup antara lain komponen Tata Surya, karakteristik planet, dan fenomena alam. Siswa dapat mengenal planet-planet dalam Tata Surya, satelit alami, asteroid, komet, dan meteoroid melalui pembelajaran tentang komponen Tata Surya. Siswa dapat mengidentifikasi karakteristik masing-masing planet dalam Tata Surya. Siswa dapat memahami fenomena gerhana matahari, gerhana bulan, konsep rotasi, dan revolusi bumi melalui pembelajaran fenomena alam. Penelitian yang dilakukan tidak terlepas dari teori-teori yang sudah ada, dasar teori diperlukan untuk mengetahui sumber dari teori yang terdapat pada penelitian ini. Teori dari penelitian ini diambil dari *e-book* modul kelas tujuh “Bumi dan Tata Surya” Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) untuk SMP kelas tujuh yang diterbitkan oleh Pusat Kurikulum dan Perbukuan – Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan – Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2021.

2.2 *Augmented Reality*

Augmented Reality merupakan merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata. *Augmented Reality* menampilkan informasi berupa label maupun objek

virtual yang hanya dapat dilihat dengan kamera *handphone* maupun dengan komputer. Sistem dalam *Augmented Reality* bekerja dengan menganalisis objek yang ditangkap dalam kamera.

Augmented Reality (AR) adalah variasi dari *Virtual Enviroment* (VE) atau yang lebih dikenal dengan *Virtual Reality* (VR). Sedangkan VR memiliki arti sebuah situasi dimana pengguna secara keseluruhan berada di dalam lingkungan maya. Ketika berada di lingkungan itu pengguna sendiri tidak dapat melihat dunia nyata disekitarnya. Berbeda dengan AR yang masih dapat melihat dunia nyata dan objek maya hanya ditampilkan ke lingkungan nyata (Yuhanto & Miyosa, 2022). AR memungkinkan perspektif diperkaya dengan menampilkan objek virtual pada dunia nyata dengan cara mengajak penonton bahwa objek virtual adalah bagian dari lingkungan nyata. AR merupakan perpaduan antara dunia nyata dan virtual (Triaji, 2021).

Augmented Reality terdapat dua jenis metode pencitraan yaitu metode *marker based tracking* dan metode *markerless Augmented Reality*. *Marker based tracking* dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh jarak terhadap *pixel* dan warna karena memiliki tingkat keberhasilan tersendiri dalam hal memunculkan objek tiga dimensi yang dipengaruhi oleh berbagai macam parameter yaitu jarak terhadap *pixel* dan jarak terhadap warna (Syahrin dkk., 2016). Penerapan AR

pada penelitian ini menggunakan metode *marker based tracking*. Metode tersebut digunakan untuk mendeteksi dan mengikuti posisi *marker* fisik yang digunakan sebagai referensi untuk menampilkan informasi virtual yang terkait dengan *marker* tersebut. Kelebihan metode *marker based tracking* adalah *marker* dapat digunakan sebagai referensi yang stabil dan akurat untuk menampilkan informasi virtual. Sedangkan *markerless Augmented Reality* tidak perlu lagi menggunakan *marker* untuk menampilkan objek virtual. Contoh implementasi metode *markerless* adalah *face tracking* yaitu dengan cara menampilkan objek virtual melalui proses pengenalan wajah manusia dengan cara melacak posisi mata, hidung, dan mulut (Lontoh dkk., 2022).

2.3 Unity

Unity adalah sebuah aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan *game* lintas platform yang dirancang agar mudah digunakan. Dengan membuat objek dan memberi fungsi untuk menjalankan objek tersebut. Dalam setiap objek memiliki variabel, variabel ini yang harus dimengerti supaya dapat membuat *game* yang berkualitas. Berikut adalah bagian-bagian dalam Unity. *Asset* adalah tempat penyimpanan untuk suara, gambar, video, dan tekstur. *Scene* adalah area yang berisi konten-konten dalam *game*, seperti membuat sebuah level, membuat menu, tampilan tunggu, dan sebagainya.

Game object adalah objek dalam *asset* yang dipindah ke dalam *scene*, yang dapat diatur seperti gerakan, ukuran, dan rotasi. *Component* adalah reaksi baru bagi objek seperti interaksi dua objek, memunculkan partikel, dan sebagainya. *Prefabs* adalah tempat untuk menyimpan satu jenis *game object* sehingga mudah untuk diperbanyak. Terdapat tiga jenis bahasa pemrograman dalam Unity yaitu Javascript, C#, dan BOO. Unity memiliki kemampuan untuk membawa model dan animasi dari berbagai aplikasi 3D seperti 3Dmax, Sketchup, Modo, Cinema 4D, dan Blender. Unity mendukung pengembangan aplikasi Android (Saefudin, 2023).

2.4 Vuforia

Vuforia merupakan sebuah teknologi AR yang dikembangkan oleh Qualcomm yang memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi AR yang dapat berinteraksi dengan lingkungan nyata. Vuforia adalah alat pengembangan *software* untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR. Vuforia sendiri telah mendukung pengembangan aplikasi untuk perangkat yang berbasis IOS, Windows, dan Android. Vuforia menggunakan teknologi visi komputer untuk mengenali dan melacak gambar target (Wijaya & Purba, 2018). Dalam Unity, Vuforia digunakan untuk membuat aplikasi AR yang dapat

mendeteksi objek fisik dan menampilkan informasi virtual yang terkait dengan objek tersebut.

2.5 *Blackbox Testing*

Blackbox testing dalam konteks pengembangan perangkat lunak seperti *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran merupakan metode pengujian yang memeriksa fungsionalitas aplikasi tanpa memperhatikan struktur internal atau kode programnya (Zidan dkk., 2022). Pengujian ini digunakan untuk memverifikasi bahwa aplikasi AR yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, tanpa perlu mengetahui detail implementasi atau alur kerja di dalamnya. Blackbox testing dapat membantu memastikan bahwa pengguna dapat berinteraksi secara baik dengan aplikasi AR, seperti memvalidasi responibilitas terhadap input pengguna, keakuratan informasi yang ditampilkan layar, dan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

2.6 *Alpha Testing*

Alpha testing adalah pengujian yang dilakukan oleh pengembang aplikasi sebelum produk tersebut dirilis untuk pengguna akhir. Dalam konteks *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran, *alpha testing* dilakukan dengan melibatkan ahli media seperti guru untuk memastikan bahwa

aplikasi AR tersebut memenuhi standar kualitas dan relevansi sebagai alat bantu pembelajaran (Khunaeni dkk., 2020). Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin muncul selama penggunaan aplikasi dalam situasi nyata.

Guru sebagai ahli media berperan sebagai pengguna pertama yang memberikan umpan balik terkait kesesuaian materi aplikasi AR dengan tujuan pembelajaran, kemudahan pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi, dan apakah aplikasi yang digunakan dapat dioperasikan dengan lancar di lingkungan sekolah. Ahli media memainkan peran penting dalam *alpha testing* karena memiliki pemahaman mendalam tentang kebutuhan siswa dan konteks pembelajaran. Umpan balik dari mereka dapat membantu pengembang untuk melakukan penyesuaian yang diperlukan sebelum aplikasi AR memasuki tahap *beta testing* atau diluncurkan secara resmi. Pentingnya validasi awal oleh para ahli untuk memastikan bahwa teknologi yang dikembangkan tidak hanya canggih secara teknis, namun juga efektif dan bermanfaat dalam bidang pendidikan.

2.7 Beta Testing

Beta testing adalah tahap lanjutan dalam pengujian perangkat lunak setelah *alpha testing* selesai. *Beta testing* merupakan pengujian yang melibatkan sekelompok pengguna

akhir (dalam hal ini siswa) untuk mengevaluasi kinerja, keandalan, dan pengalaman pengguna secara keseluruhan. *Beta testing* memungkinkan pengembang untuk memahami bagaimana aplikasi AR digunakan oleh siswa dalam situasi pembelajaran yang sebenarnya. Pengujian ini juga membantu dalam menilai apakah aplikasi AR memberikan pengalaman pengguna yang baik, mudah digunakan, dan mendukung proses belajar secara efektif. Umpan balik dari siswa dapat mengungkap aspek-aspek seperti kebingungan dalam navigasi, kesulitan dalam memahami instruksi, atau masalah teknis yang mengganggu proses pembelajaran.

Siswa sebagai pengguna akhir mungkin menggunakan aplikasi AR di berbagai perangkat dan kondisi jaringan yang berbeda. *Beta testing* dapat mengungkap masalah teknis yang mungkin muncul dalam kondisi penggunaan yang lebih bervariasi, seperti kompatibilitas perangkat, kestabilan aplikasi, dan waktu respons. Umpan balik yang diperoleh dari siswa selama *beta testing* sangat berharga untuk penyempurnaan akhir aplikasi sebelum dirilis secara luas. Pengembang dapat menggunakan informasi ini untuk membuat penyesuaian yang meningkatkan kinerja, menambah fitur yang diinginkan, dan memperbaiki *bug* yang ada. *Beta testing* dengan subjek siswa dapat dianggap sebagai langkah penting untuk memastikan bahwa aplikasi AR tidak hanya berfungsi dengan baik dari sudut pandang teknis, tetapi juga memenuhi kebutuhan

pengguna akhir dalam lingkungan pembelajaran nyata (Menora dkk., 2023).

2.8 Kajian Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kajian penelitian terkait

No	Pustaka	Objek dan Metode	Hasil
1	(Safitri dkk., 2024)	Rancang bangun aplikasi pembelajaran akuntansi berbasis Android dengan metode <i>Agile</i> .	Media pembelajaran ini diuji menggunakan ISO 9126, yang menghasilkan pengujian aspek <i>functionality</i> sebesar 93% dan <i>usability</i> 93%, sehingga dapat disimpulkan pembelajaran akuntansi berbasis Android dengan metode <i>Agile</i> efektif.
2	(Rohma dkk., 2022)	Pengembangan media pembelajaran berbasis <i>web</i> model ADDIE untuk mata pelajaran desain grafis percetakan.	Hasil penelitian adalah produk media pembelajaran berbasis <i>web</i> mempunyai tingkat kelayakan materi sebesar 97,5%, kelayakan desain pembelajaran 96,25%, dan kelayakan media pembelajaran 95%. Sedangkan tingkat kelayakan berdasarkan uji coba individu sebesar 99,16%, berdasarkan uji coba kelompok kecil sebesar 96,67% dan berdasarkan uji coba lapangan 94,71% dengan kualifikasi sangat layak

			dan tidak perlu dilakukan revisi.
3	(Salsabila & Aslam, 2022)	Pengembangan media pembelajaran berbasis <i>web Google sites</i> pada pembelajaran IPA Sekolah Dasar.	Hasil uji validasi oleh dua validator, yakni validator ahli media memperoleh rata-rata nilai persentase sebesar 81% diinterpretasikan ke dalam kategori layak, dan validator ahli materi memperoleh rata-rata nilai persentase sebesar 79% dengan kategori sangat layak. Respon peserta didik terhadap media diperoleh hasil 92% dengan kategori sangat layak. Serta respon guru terhadap media pembelajaran memperoleh nilai persentase 96% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan data yang telah diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran tersebut layak digunakan pada kegiatan pembelajaran.
4	(Kusumodestoni dkk., 2022)	Penerapan metode <i>waterfall</i> pada aplikasi pengenalan huruf hijaiyah berbasis Android pada PAUD Nabata.	Hasil pengujian aplikasi telah melalui uji dari 1 ahli materi, 1 ahli media, dan 30 angket responden yang telah disebar dan menghasilkan, dari ahli media 100%, ahli materi 100%, dan angket responden 88,2%. Kesimpulan dari pengujian aplikasi

			Belajar Huruf Hijaiyah dapat dikatakan sangat layak.
5	(Zamzami, 2021)	Media pembelajaran Sekolah Dasar berbasis Android menggunakan metode rekayasa perangkat lunak <i>Agile</i> .	Berdasarkan hasil pengujian oleh ahli dan pengguna, didapatkan validasi kelompok penguji rata-rata hasil yang diperoleh keseluruhan sebesar 4,68 sehingga dapat diinterpretasikan dalam kategori “sangat baik” dengan persentase dari autentikasi (98,00%), beranda (90,00%), pembelajaran (92,00%), nilai (90,00%) dan profil (98,00%) dengan rata-rata total persentase adalah (93,6%). Dengan demikian media pembelajaran berbasis tematik layak digunakan dan mendukung proses pembelajaran.

Perbedaan penelitian ini dengan dengan penelitian terdahulu adalah penggunaan teori MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) dan penerapan teknologi AR (*Augmented Reality*). MDLC memberikan pendekatan yang lebih terstruktur dan sistematis dalam pengembangan proyek multimedia. Meliputi tahapan-tahapan yang jelas seperti konsep, desain, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Penelitian ini menawarkan inovasi dalam cara penyampaian informasi. Dengan memanfaatkan AR,

diharapkan mampu menciptakan pengalaman lebih dengan menggabungkan elemen digital dan fisik sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan informasi.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Studi kasus penelitian ini di SMP Nusa Bhakti, sampel yang digunakan adalah dua orang ahli media atau disebut guru dan lima belas siswa kelas tujuh. Peneliti melakukan observasi selama pembelajaran pada mata pelajaran IPA dan melakukan wawancara dengan guru mata pelajaran IPA kelas tujuh tentang metode yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Penelitian dilaksanakan pada SMP Nusa Bhakti yang terletak di jalan Wologito Barat, Kecamatan Semarang Barat.

Hasil observasi dan wawancara adalah salah satu materi yang sering dianggap sulit dipahami oleh siswa yaitu materi Tata Surya. Hasil ujian siswa pada pelajaran IPA sering kurang memuaskan berdasarkan rapor belajar siswa. Sekolah memiliki keterbatasan dalam pengadaan alat peraga interaktif pada pelajaran IPA. Sehingga diperlukan media pembelajaran yang interaktif agar dapat menambah motivasi belajar dan pemahaman siswa. Aplikasi berbasis Android materi Tata Surya ini diharapkan mampu membantu meningkatkan pemahaman siswa dan dapat membantu guru dalam menjelaskan materi Tata Surya. Peneliti memilih aplikasi berbasis Android dikarenakan siswa di sekolah tersebut diperbolehkan untuk membawa *smartphone* ke sekolah. Mayoritas siswa dan guru menggunakan perangkat berbasis

Android, sehingga aplikasi tersebut dapat dimanfaatkan secara luas.

3.2 Alat Penelitian

Penelitian ini membutuhkan alat-alat penelitian sebagai pendukung proses pembuatan aplikasi dimana alat tersebut berupa *hardware* dan *software*. *Hardware* atau perangkat keras yang digunakan dalam perancangan adalah laptop HP dengan spesifikasi terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi laptop

Nama Produk	HP Notebook - 14-ac139tx
Processor	Intel Core i3-5005U dual-core 2GHz
RAM	8 GB
Ruang Penyimpanan	500 GB
Ukuran Layar	14 inch HD
Kamera	Webcam HD
Audio	DTS Studio Sound, dual speaker
Grafis	AMD Radeon R5 M330 2 GB
Konektivitas	Bluetooth, Wi-fi, Ethernet

Selain perangkat untuk merancang sistem, penelitian ini juga memerlukan perangkat untuk menguji sistem. Perangkat yang digunakan untuk pengujian sistem dalam penelitian ini adalah *smartphone* Android Poco M6 pro dengan spesifikasi terdapat pada tabel 3.2. Perangkat lunak atau *software* pendukung dalam pembangunan aplikasi AR pada penelitian ini yaitu:

1. Sistem Operasi Windows 10
2. Aplikasi Unity
3. Visual Studio Code

4. Blender

5. Canva

Tabel 3. 2 Spesifikasi *smartphone*

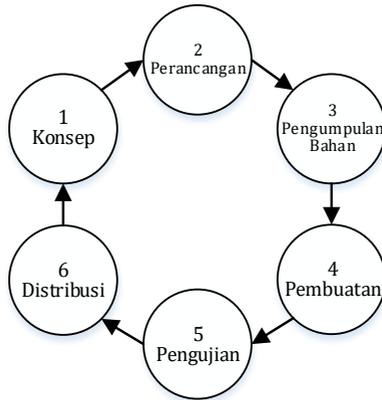
Display	Tipe	AMOLED
	Ukuran	6.67 inch
	Resolusi	2400×1080 pixels
Platform	OS	Android 13
	Chipset	Helio G99-Ultra
	CPU	Octa-core
Memori	Memori	Internal: 256 GB
	RAM	8 GB
Kamera	Utama	64 MP
	Depan	16 MP

Perancangan dan pembangunan aplikasi *Augmented Reality* tidak terbatas pada *software* tersebut, melainkan juga dapat menggunakan fitur penunjuang lainnya seperti Vuforia dan lain-lain. Perancangan model animasi dapat juga digunakan dengan *software* lainnya seperti 3D Max atau *software* sejenis lainnya.

3.3 Metode Pengembangan MDLC

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Pada metode ini terdapat enam tahapan yaitu konsep (*concept*), perancangan (*design*), pengumpulan bahan (*material collecting*), pembuatan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan pendistribusian (*distribution*) terdapat pada gambar 3.1. Dalam pengembangan aplikasi multimedia telah banyak

dilakukan penelitian dengan metode MDLC untuk pengembangan media pembelajaran (Farhani dkk., 2024).



Gambar 3. 1 Tahapan MDLC

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini sesuai dengan alur MDLC sebagai berikut:

1. Konsep: Melakukan analisis untuk memahami kebutuhan pengguna aplikasi, tujuan proyek, konten yang akan disampaikan, dan ketersediaan sumber daya.
2. Perancangan: Melakukan perancangan keseluruhan tampilan dan antarmuka pengguna.
3. Pengumpulan bahan: Melakukan pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan. Seperti gambar, animasi, video, audio, dan lainnya.
4. Pembuatan: Membangun aplikasi berdasarkan tahap perancangan dan bahan yang telah terkumpul.
5. Pengujian: Untuk mengetahui kesesuaian aplikasi dengan kebutuhan pengguna.

6. Distribusi: Aplikasi yang telah diuji dan siap digunakan akan didistribusikan ke pengguna. Tahap ini juga dapat meliputi proses instalasi dan pelatihan pengguna.

Setelah tahap distribusi selesai maka tahapan MDLC akan kembali ke tahap konsep untuk memulai pengembangan aplikasi atau program baru (Edo dkk., 2024).

3.3.1 Konsep Aplikasi

Setelah melakukan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran IPA kelas tujuh di SMP Nusa Bhakti. Tahapan selanjutnya adalah menentukan konsep aplikasi yang akan dibuat. Konsep aplikasi mencakup tujuan, identifikasi pengguna, penentuan konten, fitur utama, dan perangkat yang digunakan. Tujuan utama aplikasi ini adalah menyediakan media pembelajaran interaktif yang membantu siswa memahami bentuk dan struktur planet dalam Tata Surya melalui visualisasi tiga dimensi. Aplikasi ini dirancang untuk membuat pembelajaran lebih menarik dan memudahkan pemahaman konsep. Pengguna utamanya adalah siswa SMP yang mempelajari Tata Surya dalam mata pelajaran IPA, serta guru yang menggunakannya sebagai alat bantu mengajar yang inovatif.

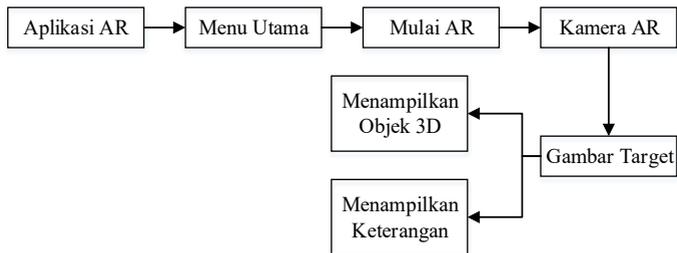
Konten aplikasi diambil dari buku IPA SMP kelas tujuh karya Victoriani Inabuy, dkk yang mencakup deskripsi planet yang disajikan dalam bentuk teks, gambar, dan model

tiga dimensi interaktif. Pengguna dapat melihat, memutar, memperbesar atau memperkecil model tiga dimensi planet, serta mengakses informasi mendetail saat memilih planet tertentu. Dengan menggunakan fitur *Augmented Reality*, model tiga dimensi planet dapat terlihat di dunia nyata melalui kamera perangkat. Aplikasi ini dikembangkan untuk perangkat *mobile* seperti *smartphone* dan tablet berbasis Android yang mendukung teknologi *Augmented Reality*. Aplikasi dirancang untuk digunakan baik di dalam kelas oleh guru maupun secara mandiri oleh siswa di rumah.

3.3.2 Perancangan Aplikasi

Dalam perancangan aplikasi terdapat beberapa tahapan penting antara lain merancang animasi untuk aplikasi, membuat tahapan dalam merancang aplikasi, membuat desain awal tampilan aplikasi, dan menentukan cara kerja aplikasi. Setiap proses dalam pembangunan aplikasi akan digambarkan melalui *flowchart*. Dengan bantuan *flowchart* aliran data pada sistem akan tergambar secara jelas dan mudah dipahami. Aplikasi ini dapat menampilkan beberapa model animasi tiga dimensi secara singkat dari tampilan setiap halaman. Setelah membuka aplikasi, pengguna akan masuk ke menu utama aplikasi. Di dalam menu utama aplikasi terdapat beberapa pilihan menu, jika pengguna memilih mulai AR maka secara

otomatis *smartphone* pengguna akan membuka kamera AR. Pengguna dapat mengarahkan kamera ke gambar target yang sesuai. Aplikasi akan memproses gambar target tersebut, kemudian menampilkan objek tiga dimensi beserta keterangan. Gambaran umum cara kerja aplikasi terdapat pada gambar 3.2.



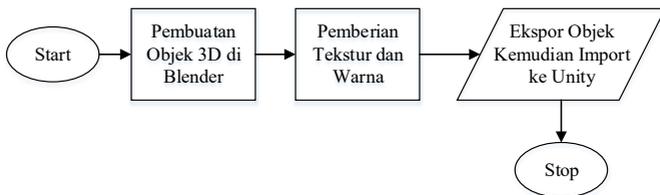
Gambar 3. 2 Gambaran umum aplikasi

Aplikasi *Augmented Reality* yang dirancang hanya dapat digunakan pada *smartphone* Android. Dalam merancang aplikasi *Augmented Reality* terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan seperti, tahap perancangan animasi dan tahap perancangan aplikasi *Augmented Reality*. Berikut tahap-tahap dalam perancangan aplikasi *Augmented Reality*. Dalam tahap perancangan animasi, ada beberapa tahap yang dibuat yaitu pembuatan objek, pemberian tekstur dan warna.

1. Membuat objek 3D sesuai dengan *scene* cuplikan.
2. Objek 3D yang sudah jadi akan diberi tekstur dan warna secara detail agar tampilan objek jelas dan menarik serta mirip dengan bentuk yang diinginkan.

3. Setelah pemberian tekstur dan warna pada objek 3D, animasi tadi disimpan dalam format *.blend* dan *.fbx* supaya animasi dapat dimasukkan ke dalam *software* Unity.

Berikut ini flowchart perancangan animasi dan objek 3D sesuai dengan gambar 3.3.



Gambar 3. 3 *Flowchart* perancangan animasi

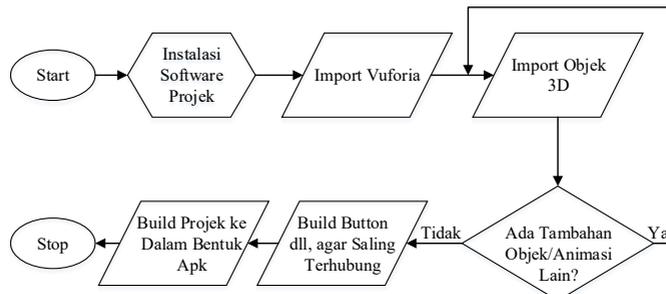
Berikut ini adalah alur perancangan dalam membangun aplikasi.

1. Unduh *software* Unity 3D dan lakukan instalasi sesuai dengan petunjuk.
2. Unduh *library* Vuforia yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan aplikasi *Augmented Reality*.
3. Jalankan Unity 3D yang telah terinstal, lalu klik *icon new* pada Unity dan isi formulir yang tersedia pada aplikasi. Selanjutnya klik tombol *create project*.
4. Setelah *new scene* dari Unity 3D tampil, langkah selanjutnya adalah meng-*import* Vuforia yang telah diunduh sebelumnya.
5. *Import* model animasi yang akan dijadikan *Augmented Reality* ke dalam folder *asset*. Model objek harus dalam

format file .fbx sebelum memindahkan ke dalam folder *asset*.

6. Atur dan tempatkan model animasi ke dalam jangkauan kamera.
7. Setelah model selesai di-*import* dan sudah diatur, tahap selanjutnya membuat halaman menu utama, halaman informasi, *button* mulai AR, *button* informasi, *button* keluar, dan *button* kembali. Tombol-tombol tersebut diatur agar saling terhubung dengan menambahkan *coding*. Setelah selesai aplikasi *Augmented Reality* siap untuk di-*build* dalam format .apk agar dapat dijalankan pada sistem operasi Android.

Berikut ini diagram alur perancangan aplikasi *Augmented Reality* pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 *Flowchart* perancangan aplikasi AR

Desain tampilan dari pengembangan media pembelajaran Tata Surya menggunakan *Augmented Reality* berupa desain halaman menu utama, halaman tampilan

planet, halaman informasi aplikasi, dan halaman struktur planet.

1. Desain tampilan menu utama

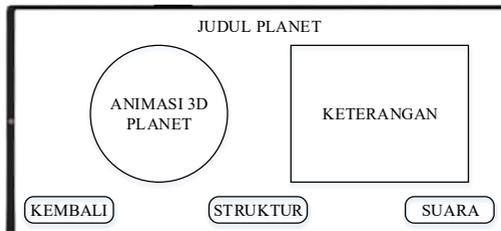
Pada halaman tampilan menu utama aplikasi akan menampilkan tampilan awal aplikasi setelah dibuka. Halaman ini memiliki beberapa tombol seperti mulai AR, informasi aplikasi, dan keluar aplikasi. Desain tampilan menu utama terdapat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Desain tampilan menu utama

2. Desain tampilan planet

Pada halaman tampilan planet akan menampilkan bentuk tiga dimensi planet dan keterangan planet. Halaman ini memiliki beberapa tombol seperti kembali, struktur, dan suara. Desain tampilan planet terdapat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Desain tampilan planet

3. Desain tampilan informasi aplikasi

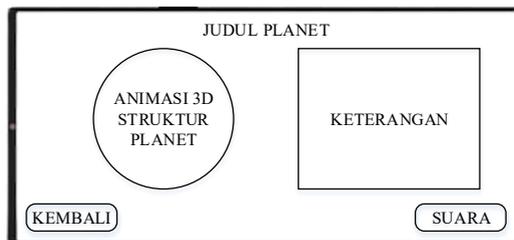
Pada halaman tampilan informasi berisi tentang tata cara menggunakan aplikasi dan data diri pembuat aplikasi. Terdapat tombol kembali untuk pindah ke halaman utama aplikasi. Desain tampilan informasi aplikasi terdapat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Desain tampilan informasi aplikasi

4. Desain tampilan struktur planet

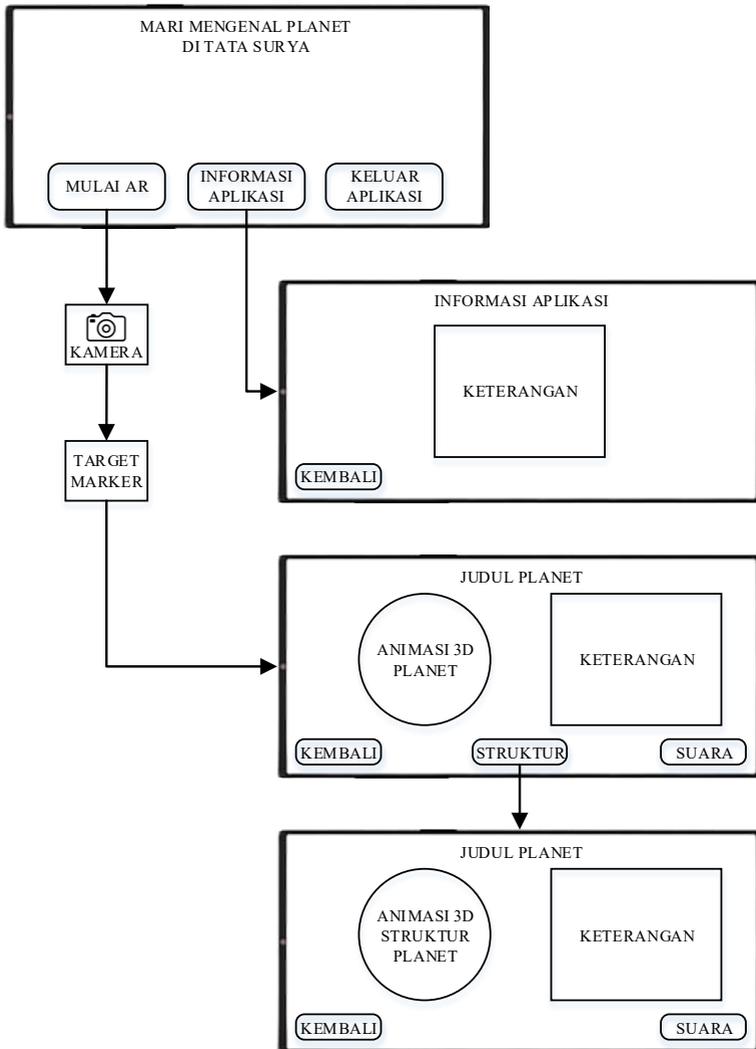
Halaman tampilan struktur planet terdapat animasi tiga dimensi struktur planet beserta keterangan.terdapat tombol kembali untuk pindah ke halaman tampilan planet. Tombol suara untuk menampilkan suara tentang keterangan struktur planet. Desain tampilan struktur planet terdapat pada gambar 3.8.



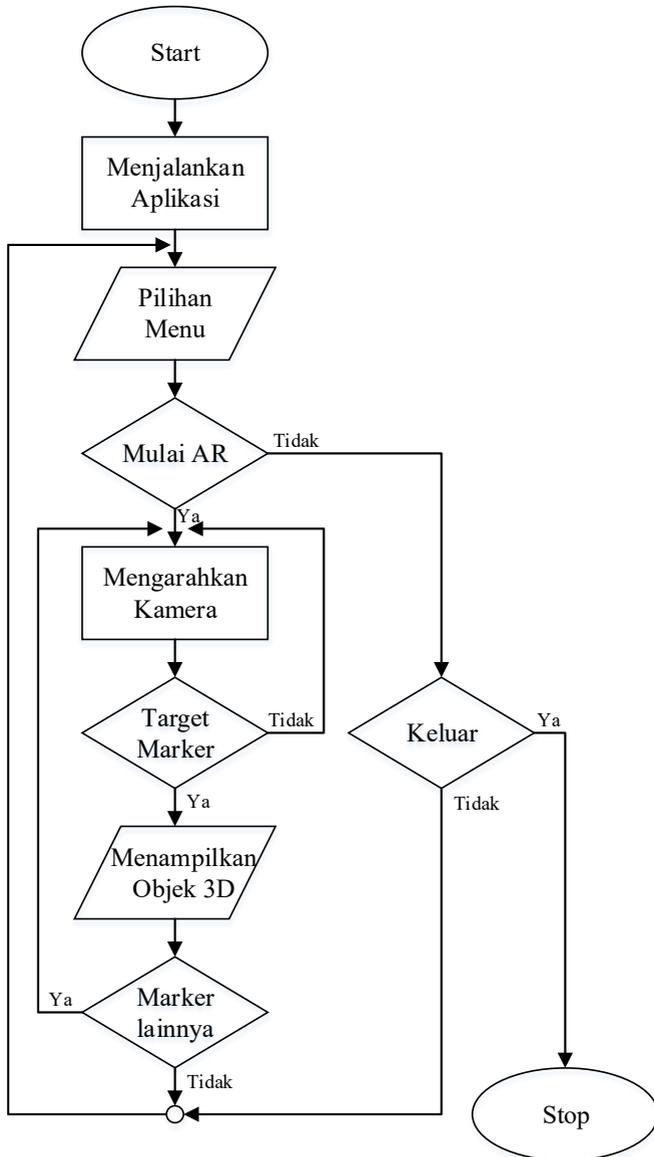
Gambar 3. 8 Desain tampilan struktur planet

Aplikasi ini menggunakan teknik *marker based tracking* sehingga memerlukan target *marker* supaya kamera AR dapat menampilkan informasi yang sesuai. Gambaran cara kerja aplikasi dan *flowchart* terdapat pada gambar 3.9 dan gambar 3.10. Berikut cara kerja aplikasi AR materi Tata Surya:

1. Setelah membuka aplikasi, tampilan awal dari aplikasi adalah menu utama. Terdapat tiga pilihan menu antara lain mulai AR, informasi aplikasi, dan keluar aplikasi.
2. Setelah memilih mulai AR, aplikasi akan membuka kamera. Kamera harus diarahkan ke target *marker* yang sesuai.
3. Aplikasi akan menampilkan objek tiga dimensi planet dan informasi planet yang sesuai dengan target *marker*. Terdapat tombol untuk kembali ke menu utama, tombol untuk menampilkan suara tentang informasi planet, dan tombol struktur planet.
4. Di dalam halaman struktur planet terdapat objek tiga dimensi struktur planet beserta keterangan. Terdapat tombol untuk kembali dan tombol suara.



Gambar 3. 9 Cara kerja aplikasi AR



Gambar 3. 10 *Flowchart* cara kerja aplikasi AR

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsep

Dalam bab ini, konsep aplikasi yang telah dibahas sebelumnya dalam bab 3.3.1 konsep aplikasi akan diuraikan lebih lanjut untuk menunjukkan bagaimana konsep tersebut diwujudkan dalam pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR) tentang Tata Surya menggunakan metode MDLC. Di bab ini, akan dijelaskan hasil dari setiap tahapan MDLC, serta bagaimana konsep yang telah dirumuskan sebelumnya direalisasikan menjadi produk akhir. Konsep aplikasi memuat gambaran tentang tujuan aplikasi yang dibuat, mengidentifikasi pengguna aplikasi, menentukan konten aplikasi, fitur utama yang terdapat di dalam aplikasi, dan perangkat untuk menjalankan aplikasi, deskripsi konsep terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Deskripsi konsep

Tujuan	Menyediakan media pembelajaran interaktif yang membantu siswa memahami bentuk dan struktur planet dalam Tata Surya melalui visualisasi tiga dimensi
Pengguna	Siswa dan Guru
Konten	Buku IPA SMP kelas tujuh karya Victoriani Inabuy, dkk yang mencakup deskripsi planet yang disajikan dalam bentuk teks, gambar, dan model tiga dimensi
Fitur	Pengguna dapat melihat, memutar, memperbesar atau memperkecil model tiga dimensi planet, serta mengakses informasi mendetail saat memilih planet tertentu
Perangkat	<i>Smartphone</i> Android

Tujuan utama dari aplikasi ini adalah untuk menyediakan media pembelajaran interaktif bagi siswa agar mereka dapat memahami bentuk dan struktur planet dalam Tata Surya melalui visualisasi tiga dimensi. Aplikasi ini diharapkan dapat membuat proses belajar menjadi lebih menarik dan memudahkan pemahaman konsep-konsep yang kompleks. Pengguna utama dari aplikasi ini adalah siswa sekolah menengah pertama yang mempelajari Tata Surya dalam mata pelajaran IPA. Aplikasi ini juga dapat digunakan oleh guru sebagai alat bantu mengajar yang inovatif di dalam kelas.

Konten utama dari aplikasi diambil dari buku pelajaran IPA untuk SMP kelas tujuh yang ditulis oleh Victoriani Inabuy, dkk. Konten ini mencakup deskripsi planet, struktur planet, dan jarak planet dari Matahari. Konten ini akan disajikan dalam bentuk teks, gambar, dan model tiga dimensi yang dapat berinteraksi dengan pengguna. Pengguna dapat melihat model tiga dimensi dari setiap planet dalam Tata Surya, memutarinya, memperbesar, atau memperkecilnya. Saat pengguna memilih planet tertentu, aplikasi akan menampilkan informasi tentang planet tersebut, termasuk struktur planet. Pengguna dapat melihat simulasi orbit planet mengelilingi Matahari. Dengan menggunakan kamera perangkat, pengguna dapat melihat model tiga dimensi di dunia nyata melalui fitur *Augmented Reality*.

Aplikasi ini dikembangkan untuk perangkat *mobile* seperti *smartphone* dan tablet dengan sistem operasi Android yang mendukung teknologi *Augmented Reality*. Aplikasi ini dirancang untuk digunakan baik di dalam kelas sebagai alat bantu mengajar oleh guru maupun secara mandiri oleh siswa untuk belajar di rumah. Dalam skenario kelas, guru dapat menggunakan aplikasi untuk menunjukkan model planet kepada seluruh kelas, sementara siswa dapat berinteraksi dengan aplikasi secara individual untuk eksplorasi lebih lanjut.

4.2 Perancangan

Berdasarkan pembahasan bab 3.3.2 perancangan aplikasi dalam membangun sebuah aplikasi *Augmented Reality* terdiri dari empat tahapan antara lain, tahap perancangan animasi, tahap perancangan aplikasi, desain tampilan, dan cara kerja aplikasi. Pada tahap perancangan animasi, beberapa langkah penting dilakukan untuk menciptakan sebuah animasi. Pertama, objek tiga dimensi dibangun sesuai dengan skenario atau cuplikan yang telah direncanakan. Selanjutnya, objek tiga dimensi yang telah selesai dibuat akan diberikan tekstur dan warna dengan detail untuk memastikan tampilan objek menjadi jelas, menarik, dan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Setelah proses tekstur dan pewarnaan, animasi disimpan dalam format .blend

dan .fbx. Format ini memudahkan integrasi animasi ke dalam perangkat lunak Unity.

Selanjutnya tahap perancangan aplikasi, berikut adalah langkah-langkah dalam proses perancangan aplikasi. Pertama, unduh dan instal *software* Unity 3D sesuai petunjuk yang diberikan. Selanjutnya, unduh *library* Vuforia yang akan digunakan untuk pembuatan aplikasi *Augmented Reality*. Setelah Unity 3D terinstal, buka aplikasi tersebut, pilih opsi “new” untuk membuat proyek baru dan isi formulir yang tersedia sebelum menekan tombol “create project”. Ketika tampilan *new scene* muncul, *import* Vuforia yang telah diunduh sebelumnya. Kemudian, *import* model animasi yang akan digunakan dalam AR ke dalam folder aset, pastikan model objek dalam format file .fbx. Atur dan posisikan model animasi agar sesuai dengan jangkauan kamera. Setelah melakukan *import* model dan diatur dengan benar, buat halaman menu utama, halaman informasi, serta tombol-tombol seperti mulai AR, informasi, keluar, dan kembali. Hubungkan toombol-tombol ini dengan menambahkan *coding* yang sesuai. Setelah semua langkah selesai, aplikasi AR siap untuk dibangun dalam format .apk agar dapat dijalankan pada sistem operasi Android.

Desain antarmuka untuk media pembelajaran Tata Surya menggunakan AR mencakup beberapa halaman, yaitu halaman menu utama, halaman tampilan planet, halaman

informasi, dan halaman struktur planet. Pada halaman menu utama yang muncul saat aplikasi pertama kali dibuka terdapat tombol-tombol seperti mulai AR, informasi aplikasi dan keluar aplikasi. Halaman tampilan planet menampilkan model tiga dimensi planet beserta deskripsinya, dengan tombol navigasi seperti kembali, struktur dan suara. Halaman informasi menyediakan informasi tentang pengembang aplikasi, serta memiliki tombol kembali untuk ke halaman utama. Halaman struktur planet menampilkan animasi tiga dimensi struktur planet dengan keterangan terkait dan dilengkapi dengan tombol kembali untuk ke halaman planet, serta tombol suara yang memberikan penjelasan audio mengenai struktur planet tersebut

Cara kerja aplikasi AR materi Tata Surya adalah sebagai berikut. Saat aplikasi dibuka, pengguna akan melihat tampilan menu utama dengan tiga pilihan yaitu mulai AR, informasi aplikasi, dan keluar aplikasi. Ketika pengguna memilih mulai AR, aplikasi akan mengaktifkan kamera yang harus diarahkan ke target marker yang sesuai. Aplikasi kemudian akan menampilkan objek tiga dimensi planet beserta informasi yang relevan dengan target marker tersebut. Pada halaman ini, tersedia tombol untuk kembali ke menu utama, tombol untuk menampilkan suara tentang informasi planet, dan tombol untuk menampilkan struktur planet. Di halaman struktur planet, pengguna akan melihat objek tiga

dimensi yang menunjukkan struktur planet beserta keterangannya, dan terdapat opsi tombol kembali dan tombol suara.

4.3 Pengumpulan Bahan

Tahap ini berguna untuk memudahkan pada saat proses pembuatan aplikasi. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk tahap pembuatan aplikasi adalah sebagai berikut.

1. Buku pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) untuk SMP kelas tujuh yang ditulis oleh Victoriani Inabuy, dkk, diterbitkan oleh Pusat Kurikulum dan Perbukuan – Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan – Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2021. Materi Tata Surya terdapat di dalam bab tujuh dengan capaian pembelajaran sebagai berikut, siswa mampu memahami pengertian Tata Surya, termasuk Matahari sebagai pusat Tata Surya. Siswa mampu menyebutkan dan mengidentifikasi planet-planet di Tata Surya. Siswa mampu menjelaskan struktur dan karakteristik unik dari setiap planet, seperti ukuran dan jarak dari Matahari. Terdapat Materi dari buku tersebut akan digunakan untuk materi aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya. Sampul buku pelajaran terdapat pada gambar 4.1.



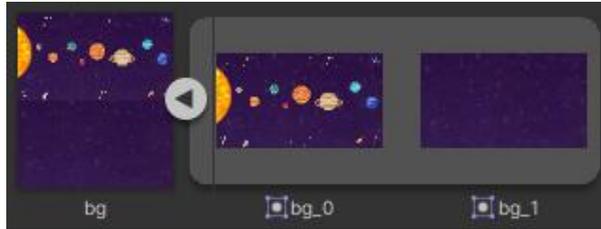
Gambar 4. 1 Sampul buku pelajaran IPA

2. Gambar target untuk aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya. Gambar target ini digunakan sebagai penanda supaya objek tiga dimensi dapat terbaca oleh kamera. Gambar target yang digunakan pada aplikasi terdapat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Marker aplikasi AR

3. Gambar dua dimensi yang digunakan untuk latar belakang aplikasi AR. Penggunaan latar belakang berfungsi supaya aplikasi yang dihasilkan terlihat lebih menarik. Latar belakang atau *background* aplikasi AR terdapat pada gambar 4.3.



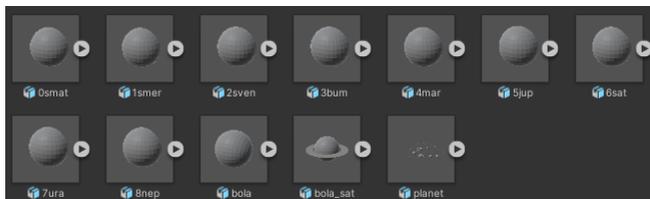
Gambar 4. 3 Background aplikasi AR

4. Gambar tiga dimensi digunakan sebagai material pembuatan animasi atau objek tiga dimensi di Unity. Material ini digunakan untuk objek tiga dimensi sistem tata surya, planet, dan struktur planet. Material pembuatan objek tiga dimensi terdapat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Material 3D aplikasi AR

5. Bentuk objek tiga dimensi dibuat dengan menggunakan *software* Blender. Bentuk objek tiga dimensi terdiri dari bentuk sistem tata surya, bentuk planet dan bentuk struktur planet. Berikut bentuk objek tiga dimensi terdapat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Material objek 3D aplikasi AR

6. Audio digunakan sebagai bahan latar belakang suara atau *background* aplikasi dan suara penjelasan materi. Audio yang digunakan terdapat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Material audio aplikasi AR

7. Bahasa pemrograman C# digunakan untuk menjalankan suatu perintah pada aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

4.4 Pembuatan

Pembuatan aplikasi AR diawali dengan perancangan aplikasi menggunakan *flowchart* yang telah dibahas sebelumnya. Kemudian mengimplementasikan desain aplikasi AR menggunakan Canva. Selanjutnya membuat material yang diperlukan dalam proses pembuatan aplikasi. Salah satu material yang dibutuhkan adalah model tiga dimensi dari planet-planet dalam Tata Surya. Aplikasi Blender digunakan dalam proses pembuatan model tiga dimensi planet-planet tersebut. Selanjutnya, model tersebut diintegrasikan ke dalam Unity dan dihubungkan dengan Vuforia untuk memetakan *marker* sebagai titik referensi bagi objek AR. Setelah semua material terkumpul, material

tersebut disatukan ke dalam Unity. Dalam Unity diperlukan bahasa pemrograman C# agar aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan. Pembuatan kode C# menggunakan Visual Studio Code. Setelah selesai membuat aplikasi AR di dalam Unity, maka perlu melakukan *build* aplikasi Android. Setelah file aplikasi AR dengan ekstensi .apk jadi maka aplikasi dapat digunakan dalam ponsel Android.

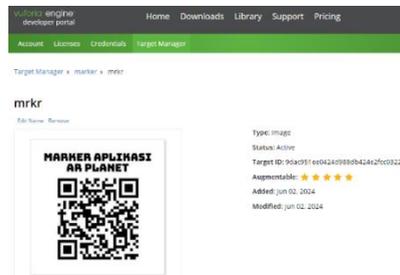
Pada pengembangan aplikasi AR Tata Surya menggunakan Unity, salah satu tantangan yang dihadapi adalah memastikan bahwa objek tiga dimensi yang ditampilkan memiliki bentuk dan skala yang konsisten di berbagai perangkat Android dengan ukuran layar berbeda. Untuk mengatasi hal ini, penggunaan *anchor* dalam Unity menjadi solusi utama. *Anchor* memungkinkan objek untuk melekat pada titik referensi yang stabil, sehingga ukurannya tetap proporsional meskipun diakses melalui perangkat dengan resolusi layar atau ukuran yang berbeda. Dengan memanfaatkan fitur ini, aplikasi dapat memastikan bahwa representasi planet dalam simulasi AR memiliki ukuran dan bentuk yang seragam di berbagai ponsel. Hal ini penting untuk menjaga pengalaman pengguna yang konsisten dan akurat dalam mempelajari struktur Tata Surya melalui aplikasi ini.

4.4.1 *Augmented Reality*

Tahapan pembuatan aplikasi *Augmented Reality* di Unity menggunakan Vuforia melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, pengembangan dimulai dengan instalasi *software* Unity dan integrasi SDK Vuforia yang memungkinkan Unity mengenali dan memanipulasi elemen AR. Setelah itu, membuat proyek baru di Unity dan basis data Vuforia dikonfigurasi dengan menambahkan target gambar atau *marker* yang akan digunakan sebagai pemicu konten AR. Selanjutnya, model tiga dimensi yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam Unity dan diposisikan di atas target *marker* tersebut. Penyesuaian interaksi pengguna, seperti rotasi dan *zoom* pada model tiga dimensi dapat ditambahkan dengan menggunakan pemrograman C# untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Terakhir, proses pengujian dilakukan untuk memastikan aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan di perangkat Android.

Aplikasi *Augmented Reality* yang dirancang untuk materi Tata Surya ini menggunakan pendekatan dengan satu *marker* yang berfungsi sebagai pemicu untuk menampilkan seluruh objek tiga dimensi yang ada di dalam aplikasi. *Marker* tersebut dipilih karena memiliki rating bintang lima yang menunjukkan kinerja deteksi dan pelacakan yang unggul. Dengan satu *marker* ini, pengguna dapat melihat dan mempelajari seluruh planet dan objek Tata Surya lainnya

secara interaktif dalam bentuk tiga dimensi, hanya dengan mengarahkan perangkat ke *marker* yang sama. Efisiensi penggunaan satu *marker* ini tidak hanya mempermudah pengguna dalam mengoperasikan aplikasi, tetapi juga meningkatkan stabilitas dan akurasi tampilan objek, karena *marker* tersebut mampu memberikan pengalaman AR yang lebih lancar dan responsif. Target *marker* yang telah diunggah di web Vuforia terdapat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Upload marker di web Vuforia

4.4.2 User Interface

Tampilan pengguna atau *User Interface* dalam aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek estetika dan kemudahan navigasi. Latar belakang atau *background* yang digunakan dalam tampilan ini dibuat menggunakan Canva, sebuah alat desain grafis yang memungkinkan pembuatan desain visual yang menarik dan profesional dengan mudah. *Background* tersebut didesain agar selaras dengan tema luar angkasa, dengan elemen-elemen visual seperti bintang, galaksi, dan

gradasi warna yang menciptakan suasana kosmik. Selain itu, antarmuka pengguna dirancang dengan tata letak yang sederhana namun fungsional, memastikan pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi dan mengontrol objek tiga dimensi di dalam aplikasi. Kombinasi antara elemen visual dari Canva dan tata letak yang menarik bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan saat menggunakan aplikasi ini. Hasil tampilan pengguna aplikasi AR materi Tata Surya adalah sebagai berikut.

1. Tampilan menu utama

Menu utama adalah halaman awal yang muncul setelah aplikasi AR dijalankan. Di tampilan menu utama ini terdapat judul aplikasi AR, tombol mulai AR, tombol informasi aplikasi, dan tombol keluar aplikasi. Tombol mulai AR digunakan untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tombol informasi aplikasi untuk menghubungkan tampilan informasi aplikasi. Tampilan halaman utama terdapat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tampilan menu utama

2. Tampilan informasi aplikasi

Informasi berisi tulisan tentang pembuat aplikasi. Terdapat satu tombol yaitu tombol kembali untuk menghubungkan tampilan menu utama. Tampilan informasi aplikasi terdapat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Tampilan informasi aplikasi

3. Tampilan Tata Surya

Tampilan ini berisi animasi objek tiga dimensi, tombol penjelasan, tombol kembali, dan tombol planet-planet yang ada di Tata Surya. Pengguna aplikasi dapat memperbesar dan mengecilkan objek tiga dimensi tata surya. Tombol penjelasan berisi suara penjelasan tata

surya. Tombol kembali untuk menghubungkan halaman menu utama. Terdapat tombol-tombol planet yang berisi objek tiga dimensi dan informasi planet. Tampilan Tata Surya terdapat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Tampilan Tata Surya

4. Tampilan Matahari

Tampilan ini berisi objek tiga dimensi Matahari, objek tiga dimensi struktur Matahari, teks penjelasan Matahari, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks penjelasan. Tombol baca penjelasan berisi suara tentang penjelasan Matahari. Tombol kembali digunakan untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Matahari terdapat pada gambar 4.11 dan tampilan struktur Matahari terdapat pada gambar 4.12.



Gambar 4. 11 Tampilan Matahari



Gambar 4. 12 Tampilan struktur Matahari

5. Tampilan Merkurius

Tampilan ini berisi objek tiga dimensi Merkurius, objek tiga dimensi struktur Merkurius, teks penjelasan Merkurius, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks penjelasan. Tombol baca penjelasan berisi suara penjelasan Merkurius. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Merkurius terdapat pada gambar 4.13 dan tampilan struktur Merkurius terdapat pada gambar 4.14.



Gambar 4. 13 Tampilan Merkurius



Gambar 4. 14 Tampilan struktur Merkurius

6. Tampilan Venus

Tampilan Venus berisi objek tiga dimensi Venus, objek tiga dimensi struktur Venus, teks penjelasan Venus, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan Venus. Tombol baca penjelasan berisi suara penjelasan Venus. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Merkurius terdapat pada gambar 4.15 dan tampilan struktur Merkurius terdapat pada gambar 4.16.



Gambar 4. 15 Tampilan Venus



Gambar 4. 16 Tampilan struktur Venus

7. Tampilan Bumi

Tampilan Bumi berisi objek tiga dimensi planet Bumi, objek tiga dimensi struktur planet Bumi, teks penjelasan tentang Bumi, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan Bumi. Tombol baca penjelasan berisi suara penjelasan Bumi. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Bumi terdapat pada gambar 4.17 dan tampilan struktur Bumi terdapat pada gambar 4.18.



Gambar 4. 17 Tampilan Bumi



Gambar 4. 18 Tampilan struktur Bumi

8. Tampilan Mars

Tampilan ini berisi objek tiga dimensi planet Mars, objek tiga dimensi struktur planet Mars, teks penjelasan tentang planet Mars, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan. Tombol baca penjelasan yang berisi suara penjelasan. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Mars terdapat pada gambar 4.19 dan tampilan struktur Mars terdapat pada gambar 4.20.



Gambar 4. 19 Tampilan Mars



Gambar 4. 20 Tampilan struktur Mars

9. Tampilan Jupiter

Halaman ini berisi objek tiga dimensi planet Jupiter, objek tiga dimensi struktur planet Jupiter, teks penjelasan tentang planet Jupiter, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan. Tombol baca penjelasan yang berisi suara penjelasan. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Jupiter terdapat pada gambar 4.21 dan tampilan struktur Jupiter terdapat pada gambar 4.22.



Gambar 4. 21 Tampilan Jupiter



Gambar 4. 22 Tampilan struktur Jupiter

10. Tampilan Saturnus

Tampilan ini berisi objek tiga dimensi Saturnus, objek tiga dimensi struktur Saturnus, teks penjelasan tentang Saturnus, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan. Tombol baca penjelasan yang berisi suara penjelasan. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Saturnus terdapat pada gambar 4.23 dan tampilan struktur Saturnus terdapat pada gambar 4.24.



Gambar 4. 23 Tampilan Saturnus



Gambar 4. 24 Tampilan struktur Saturnus

11. Tampilan Uranus

Halaman ini berisi objek tiga dimensi planet Uranus, objek tiga dimensi struktur planet Uranus, teks penjelasan tentang planet Uranus, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan. Tombol baca penjelasan yang berisi suara penjelasan. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Uranus terdapat pada gambar 4.25 dan tampilan struktur Uranus terdapat pada gambar 4.26.



Gambar 4. 25 Tampilan Uranus



Gambar 4. 26 Tampilan struktur Uranus

12. Tampilan Neptunus

Tampilan ini berisi objek tiga dimensi Neptunus, objek tiga dimensi struktur Neptunus, teks penjelasan tentang Neptunus, tombol baca penjelasan, tombol untuk mengganti objek tiga dimensi, dan tombol kembali. Pengguna dapat menggulir teks yang berisi penjelasan. Tombol baca penjelasan yang berisi suara penjelasan. Tombol kembali untuk menghubungkan tampilan Tata Surya. Tampilan Neptunus terdapat pada gambar 4.27 dan tampilan struktur Neptunus terdapat pada gambar 4.28.



Gambar 4. 27 Tampilan Neptunus



Gambar 4. 28 Tampilan struktur Neptunus

4.4.3 Bahasa Pemrograman C#

Bahasa pemrograman C# digunakan untuk menjalankan suatu perintah pada aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Kode C# yang digunakan untuk aplikasi AR antara lain untuk mengganti objek 3D, mengganti halaman aplikasi, mengatur skala atau membesarkan dan mengecilkan objek 3D, menggerakkan objek 3D, rotasi objek 3D secara otomatis, dan keluar dari aplikasi AR.

1. Fitur-fitur yang ada di dalam tampilan menu utama terdapat pada gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Fitur menu utama Penjelasan bahasa pemrograman C# yang digunakan pada fitur menu utama adalah sebagai berikut.

a. `SceneManager.LoadScene(tatasurya);`

Kode C# ini memungkinkan pengguna untuk mengganti halaman. Setelah pengguna memilih *button* mulai AR maka secara otomatis halaman akan berpindah, dari halaman menu utama menjadi halaman Tata Surya. Perangkat akan menghidupkan kamera untuk memindai marker yang sesuai sehingga tampilan aplikasi akan menjadi halaman Tata Surya sesuai dengan gambar 4.30.



Gambar 4. 30 Hasil *button* mulai AR

b. `SceneManager.LoadScene(infoapk);`

Kode C# ini digunakan untuk mengganti halaman. Setelah pengguna memilih *button* informasi

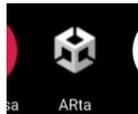
aplikasi maka secara otomatis halaman akan berpindah, dari halaman menu utama menjadi halaman informasi aplikasi sesuai dengan gambar 4.31.



Gambar 4. 31 Hasil *button* informasi aplikasi

c. `Application.Quit()`;

Kode C# ini digunakan untuk keluar dari aplikasi AR. Setelah pengguna memilih *button* keluar aplikasi maka aplikasi akan berhenti seperti pada gambar 4.32.



Gambar 4. 32 Hasil *button* keluar aplikasi

2. Fitur-fitur yang ada di dalam tampilan Tata Surya terdapat pada gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Fitur Tata Surya

Penjelasan bahasa pemrograman C# yang digunakan pada fitur Tata Surya adalah sebagai berikut.

a. `transform.Rotate(Vector3.up * rotationSpeed * Time.deltaTime);`

Kode C# ini digunakan untuk memutar objek tiga dimensi Tata Surya secara otomatis. Ketika pengguna masuk ke halaman Tata Surya maka objek tiga dimensi akan langsung berputar atau rotasi.

b. `if (Input.touchCount == 2)
transform.localScale = new Vector3(new
Scale, newScale, newScale);`

Kode C# ini digunakan untuk membesarkan dan mengecilkan objek tiga dimensi menggunakan kedua jari. Ketika pengguna melakukan gerakan dengan menggunakan kedua jari pada objek tiga dimensi Tata Surya maka objek tersebut dapat membesar atau mengecil sesuai dengan gerakan kedua jari pengguna aplikasi.

c. `audioSource.Play();`

Kode C# ini digunakan untuk memutar audio. Pada saat pengguna menekan *button* penjelasan maka akan ada suara yang menjelaskan tentang pengertian Tata Surya.

d. `SceneManager.LoadScene(mainmenu);`

Kode C# ini digunakan untuk mengganti halaman atau *scene* pada aplikasi. Saat pengguna memilih *button* kembali maka *scene* pada aplikasi

akan berganti tampilan menjadi halaman menu utama sesuai dengan gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Hasil *button* kembali

e. `SceneManager.LoadScene(matahari);`

Ketika pengguna memilih *button* Matahari, *scene* pada aplikasi akan berganti menjadi halaman Matahari sesuai dengan gambar 4.35.



Gambar 4. 35 Hasil *button* Matahari

Untuk *button* Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus kode *C#* yang digunakan sama seperti kode *C#* untuk mengganti halaman aplikasi:

`SceneManager.LoadScene(namascene);`

Hal yang membedakan adalah nama *scene* yang ingin dituju, misalnya pada *button* Bumi maka kode *C#* yang digunakan adalah:

`SceneManager.LoadScene(bumi);`

3. Fitur-fitur yang ada di dalam tampilan Matahari terdapat pada gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Fitur Matahari

Penjelasan bahasa pemrograman C# yang digunakan pada fitur Matahari adalah sebagai berikut.

- a. `if (Input.touchCount == 2)`
`transform.localScale = new Vector3(new`
`Scale, newScale, newScale);`

Kode C# ini digunakan untuk membesarkan dan mengecilkan objek tiga dimensi menggunakan kedua jari. Ketika pengguna melakukan gerakan dengan menggunakan kedua jari pada objek tiga dimensi Matahari maka objek tersebut dapat membesar atau mengecil sesuai dengan gerakan kedua jari pengguna aplikasi.

- b. `if (Input.touchCount == 2)`
`transform.Rotate(Vector3.up, -angle *`
`rotationSpeed, Space.World);`

Kode C# ini digunakan untuk memutar (rotasi) objek tiga dimensi Matahari menggunakan kedua jari. Ketika pengguna melakukan gerakan yang sesuai

dengan kedua jari maka objek Matahari dapat melakukan rotasi.

c. `SceneManager.LoadScene(tatasurya);`

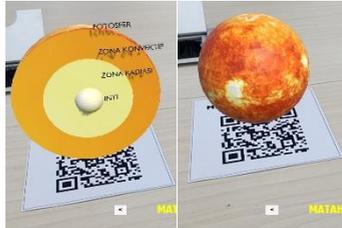
Kode C# ini digunakan untuk mengganti *scene* pada aplikasi. Saat pengguna memilih *button* kembali maka *scene* pada aplikasi akan berganti tampilan Tata Surya sesuai dengan gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Hasil *button* kembali

d. `object1.SetActive(true);`
`object2.SetActive(false);`
`toggleButton.onClick.AddListener(ToggleObjects);`

Kode C# ini digunakan untuk mengganti dua objek dengan menggunakan satu *button*. Apabila pengguna menekan *button* tersebut maka objek Matahari akan menjadi struktur Matahari, begitu pula sebaliknya. Hasil dari *button* tersebut terdapat pada gambar 4.38



Gambar 4. 38 Hasil *button* <>

e. `audioSource.Play();`

Kode C# ini digunakan untuk memutar audio.

Pada saat pengguna menekan *button* baca penjelasan maka akan ada suara yang menjelaskan tentang pengertian Matahari.

4. Tampilan Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus memiliki kesamaan fitur-fitur dan kode C# yang digunakan pada tampilan Matahari.

4.5 Pengujian

Tahap pengujian aplikasi dilakukan setelah tahap pembuatan aplikasi selesai untuk memastikan fungsi dan kualitas aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya. Pengujian dilakukan dengan tiga metode, yaitu *blackbox testing*, *alpha testing*, dan *beta testing*. *Blackbox testing* digunakan untuk menguji kinerja aplikasi dari sisi fungsi tanpa melihat kode internal, dengan fokus *input* dan *output* aplikasi. Selanjutnya, *alpha testing* dilakukan oleh ahli media

atau guru untuk mengevaluasi aspek materi, kualitas tampilan, dan keefektifan aplikasi sebagai media pembelajaran. Tahap akhir adalah *beta testing*, melakukan uji coba aplikasi kepada siswa untuk mendapatkan umpan balik terkait pengalaman pengguna, kemudahan penggunaan, serta daya tarik materi pembelajaran yang disajikan. Hasil dari ketiga metode pengujian ini akan digunakan untuk menyempurnakan aplikasi sebelum dirilis secara lebih luas.

4.5.1 *Blackbox Testing*

Pengujian *blackbox* adalah metode yang mencakup semua fitur dan antarmuka pengguna dalam sebuah aplikasi. Metode ini melibatkan pengguna sebagai pengukur kinerja sistem dan merupakan salah satu teknik pengujian perangkat lunak yang digunakan untuk mendeteksi kesalahan fungsi. Berikut adalah hasil pengujian *blackbox* yang dilakukan terhadap aplikasi AR Tata Surya.

1. Pengujian menu utama

Pengujian seluruh fitur menu utama dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.39.



Gambar 4. 39 Uji *blackbox* menu utama
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox*
 pada menu utama tercantum dalam tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Uji *blackbox* menu utama

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Klik <i>button</i> mulai AR	Menampilkan kamera yang digunakan untuk memindai <i>marker</i>	Berhasil
2	Klik <i>button</i> informasi aplikasi	Menampilkan halaman tentang informasi aplikasi	Berhasil
3	Klik <i>button</i> keluar aplikasi	Keluar dari aplikasi	Berhasil
4	Menambah volume suara	Menampilkan suara latar belakang aplikasi	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.1 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu utama sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

2. Pengujian menu Tata Surya

Pengujian seluruh fitur menu Tata Surya dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.40.



Gambar 4. 40 Uji *blackbox* menu Tata Surya
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox*
 pada menu Tata Surya tercantum dalam tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Uji *blackbox* menu Tata Surya

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Objek 3D berputar	Objek 3D Tata Surya berputar berlawanan arah jarum jam secara otomatis	Berhasil
2	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Tata Surya dapat diperbesar atau diperkecil menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> Matahari	Menampilkan halaman tentang Matahari	Berhasil
4	Klik <i>button</i> Merkurius	Menampilkan halaman tentang Merkurius	Berhasil
5	Klik <i>button</i> Venus	Menampilkan halaman tentang Venus	Berhasil
6	Klik <i>button</i> Bumi	Menampilkan halaman tentang Bumi	Berhasil
7	Klik <i>button</i> Mars	Menampilkan halaman tentang Mars	Berhasil
8	Klik <i>button</i> Jupiter	Menampilkan halaman tentang Jupiter	Berhasil
9	Klik <i>button</i> Saturnus	Menampilkan halaman tentang Saturnus	Berhasil
10	Klik <i>button</i> Uranus	Menampilkan halaman tentang Uranus	Berhasil

11	Klik <i>button</i> Neptunus	Menampilkan halaman tentang Neptunus	Berhasil
12	Klik <i>button</i> penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Tata Surya	Berhasil
13	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang menu utama	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.2 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Tata Surya sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

3. Pengujian menu Matahari

Pengujian seluruh fitur menu Matahari dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.41.



Gambar 4. 41 Uji *blackbox* menu Matahari
Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Matahari tercantum dalam tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Uji *blackbox* menu Matahari

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Matahari dan struktur Matahari dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Matahari dan struktur Matahari dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil

3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Matahari atau struktur Matahari	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Matahari	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.3 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Matahari sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

4. Pengujian menu Merkurius

Pengujian seluruh fitur menu Merkurius dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.42.



Gambar 4. 42 Uji *blackbox* menu Merkurius
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Merkurius tercantum dalam tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Uji *blackbox* menu Merkurius

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Merkurius dan struktur Merkurius dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Merkurius dan struktur Merkurius dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Merkurius atau struktur Merkurius	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Merkurius	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.4 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Merkurius sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

5. Pengujian menu Venus

Pengujian seluruh fitur menu Venus dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.43.



Gambar 4. 43 Uji *blackbox* menu Venus
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox*
 pada menu Venus tercantum dalam tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Uji *blackbox* menu Venus

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Venus dan struktur Venus dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Venus dan struktur Venus dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Venus atau struktur Venus	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Venus	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.5 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Venus sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

6. Pengujian menu Bumi

Pengujian seluruh fitur menu Bumi dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.44.



Gambar 4. 44 Uji *blackbox* menu Bumi
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Bumi tercantum dalam tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Uji *blackbox* menu Bumi

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Bumi dan struktur Bumi dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Bumi dan struktur Bumi dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Bumi atau struktur Bumi	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Bumi	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.6 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Bumi sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

7. Pengujian menu Mars

Pengujian seluruh fitur menu Mars dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.45.



Gambar 4. 45 Uji *blackbox* menu Mars
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Mars tercantum dalam tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Uji *blackbox* menu Mars

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Mars dan struktur Mars dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Mars dan struktur Mars dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Mars atau struktur Mars	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Mars	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.7 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Mars sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

8. Pengujian menu Jupiter

Pengujian seluruh fitur menu Jupiter dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.46.



Gambar 4. 46 Uji *blackbox* menu Jupiter
Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Jupiter tercantum dalam tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Uji *blackbox* menu Jupiter

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Jupiter dan struktur Jupiter dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Jupiter dan struktur Jupiter dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Jupiter atau struktur Jupiter	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil

5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Jupiter	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.8 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Jupiter sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

9. Pengujian menu Saturnus

Pengujian seluruh fitur menu Saturnus dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.47.



Gambar 4. 47 Uji *blackbox* menu Saturnus
Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Saturnus tercantum dalam tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Uji *blackbox* menu Saturnus

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Saturnus dan struktur Saturnus dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Saturnus dan struktur Saturnus dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil

3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Saturnus atau struktur Saturnus	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Saturnus	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.9 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Saturnus sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

10. Pengujian menu Uranus

Pengujian seluruh fitur menu Uranus dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.48.



Gambar 4. 48 Uji *blackbox* menu Uranus
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Uranus tercantum dalam tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Uji *blackbox* menu Uranus

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Uranus dan struktur Uranus dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil

2	Memutar objek 3D	Objek 3D Uranus dan struktur Uranus dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Uranus atau struktur Uranus	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Uranus	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.10 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Uranus sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

11. Pengujian menu Neptunus

Pengujian seluruh fitur menu Neptunus dengan metode *blackbox* terdapat pada gambar 4.49.



Gambar 4. 49 Uji *blackbox* menu Neptunus
 Hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *blackbox* pada menu Neptunus tercantum dalam tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Uji *blackbox* menu Neptunus

No	Skenario tes	Hasil yang diharapkan	Simpulan
----	--------------	-----------------------	----------

1	Mengatur skala objek 3D	Objek 3D Neptunus dan struktur Neptunus dapat membesar atau mengecil menggunakan kedua jari	Berhasil
2	Memutar objek 3D	Objek 3D Neptunus dan struktur Neptunus dapat berputar menggunakan kedua jari	Berhasil
3	Klik <i>button</i> < atau >	Mengganti objek 3D menjadi Neptunus atau struktur Neptunus	Berhasil
4	Menggulirkan teks penjelasan	Teks penjelasan dapat bergerak secara vertikal menggunakan satu jari	Berhasil
5	Klik <i>button</i> baca penjelasan	Menampilkan suara tentang penjelasan Neptunus	Berhasil
6	Klik <i>button</i> kembali	Menampilkan halaman tentang Tata Surya	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.11 hasil yang diperoleh dari uji *blackbox* adalah seluruh fitur yang terdapat pada menu Neptunus sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

Hasil uji *blackbox* menunjukkan bahwa semua fitur dan *button* dari menu utama, menu Tata Surya, menu Matahari hingga menu Neptunus dalam aplikasi berhasil beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi ini mengonfirmasi bahwa pembuatan aplikasi AR materi Tata Surya telah mencapai tingkat fungsionalitas yang diinginkan.

4.5.2 Alpha Testing

Pengujian aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya dilakukan oleh dua orang ahli media atau guru untuk menentukan apakah media pembelajaran berbasis Android yang sedang dikembangkan layak digunakan dan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis statistik deskriptif. Dengan mengolah data menggunakan analisis statistik deskriptif maka akan diperoleh rata-rata dari angket pengujian aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya (Vanda & Dwiyanto, 2023). Kemudian hasil rata-rata yang didapat dari angket akan dikategorikan dalam kualifikasi tertentu. Persentase skor perolehan dari angket pengujian aplikasi AR dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{nilai diperoleh}}{\text{nilai maksimal}} \times 100\%$$

(Mashuri, 2020)

Hasil persentase data yang diperoleh dari ahli media berdasarkan angket pengujian aplikasi AR dijadikan acuan kelayakan penggunaan dengan konversi tingkat pencapaian terdapat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Konversi tingkat pencapaian

Tingkat pencapaian	Kualifikasi
< 20%	Tidak layak
21 – 40%	Kurang layak
41 – 60%	Cukup layak
61 – 80%	Layak
81 – 100%	Sangat layak

Berdasarkan hasil validasi dari dua guru atau ahli media dapat diketahui kedua aspek yaitu aspek materi dan aspek media pembelajaran. Validasi oleh guru perlu dilakukan karena guru lebih memahami karakteristik dan tingkat pemahaman peserta didik terkait pembelajaran Tata Surya (Mashuri, 2020). Hasil perhitungan bobot nilai yang diperoleh dari ahli media terdapat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil validasi ahli media

Aspek yang dinilai	Penilaian ahli media		Nilai maksimal
	Pertama	Kedua	
Materi	40	34	45
Media	50	51	55

Analisis persentase (p) hasil validasi aplikasi AR oleh ahli media pertama penilaian aspek materi dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{materi1} = \frac{\text{nilai diperoleh}}{\text{nilai maksimal}} \times 100\%$$

$$P_{materi1} = \frac{40}{45} \times 100\%$$

$$P_{materi1} = 88\%$$

Analisis persentase hasil validasi aplikasi AR oleh ahli media pertama penilaian aspek media dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{media1} = \frac{\text{nilai diperoleh}}{\text{nilai maksimal}} \times 100\%$$

$$P_{media1} = \frac{50}{55} \times 100\%$$

$$P_{media1} = 90\%$$

Analisis persentase hasil validasi aplikasi AR oleh ahli media kedua penilaian aspek materi dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{materi2} = \frac{\text{nilai diperoleh}}{\text{nilai maksimal}} \times 100\%$$

$$P_{materi2} = \frac{34}{45} \times 100\%$$

$$P_{materi2} = 75\%$$

Analisis persentase hasil validasi aplikasi AR oleh ahli media kedua penilaian aspek media dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{media2} = \frac{\text{nilai diperoleh}}{\text{nilai maksimal}} \times 100\%$$

$$P_{media2} = \frac{51}{55} \times 100\%$$

$$P_{media2} = 92\%$$

Setelah menemukan seluruh persentase dari setiap aspek, langkah selanjutnya menghitung rata-rata persentase yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{rata - rata} = \frac{P_{materi1} + P_{media1} + P_{materi2} + P_{media2}}{4}$$

$$\text{rata - rata} = \frac{88\% + 90\% + 75\% + 92\%}{4}$$

$$\text{rata - rata} = \frac{345\%}{4}$$

$$\text{rata - rata} = 86\%$$

Persentase rata-rata dari data yang diperoleh berdasarkan perhitungan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli media menunjukkan pencapaian hingga 86%. Hal ini

menyatakan bahwa aplikasi AR materi Tata Surya sangat layak digunakan sesuai dengan konversi tingkat pencapaian.

4.5.3 *Beta testing*

Sebanyak lima belas peserta didik mencoba aplikasi AR materi Tata Surya. Selanjutnya lima belas siswa mengisi angket pengujian sehingga dapat mengetahui respons peserta didik setelah menggunakan aplikasi tersebut. Hasil angket pengujian aplikasi terhadap siswa terdapat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Respons peserta didik

No	Pernyataan	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Desain atau tampilan media pembelajaran yang digunakan menarik	-	-	2	9	4
2	Bentuk model dan ukuran huruf yang digunakan mudah dibaca	-	-	2	10	3
3	Animasi dalam media pembelajaran membantu anda memahami materi Tata Surya	-	1	1	5	8
4	Dengan adanya media pembelajaran dapat memberikan motivasi untuk mempelajari materi Tata Surya	-	-	8	5	2
5	Materi yang disajikan dalam media pembelajaran mudah anda pahami	-	-	3	6	6
6	Cara penggunaan media pembelajaran mudah dipahami	-	-	3	9	3
7	Media pembelajaran ini bermanfaat dalam proses belajar	-	-	2	6	7

Hasil perhitungan nilai yang diperoleh dari peserta didik terdapat pada tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Perhitungan nilai peserta didik

Pernyataan	Nilai	Jumlah siswa	Nilai × Jumlah siswa
1	3	2	6
	4	9	36
	5	4	20
2	3	2	6
	4	10	40
	5	3	15
3	2	1	2
	3	1	3
	4	5	20
	5	8	40
4	3	8	24
	4	5	20
	5	2	10
5	3	3	9
	4	6	24
	5	6	30
6	3	3	9
	4	9	36
	5	3	15
7	3	2	6
	4	6	24
	5	7	35
Total nilai			430

Analisis persentase hasil respons siswa terhadap aplikasi AR dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{siswa} = \frac{\text{total nilai}}{\text{jumlah pernyataan} \times \text{jumlah siswa} \times \text{nilai maksimal}} \times 100\%$$

$$P_{siswa} = \frac{430}{7 \times 15 \times 5} \times 100\%$$

$$P_{siswa} = \frac{430}{525} \times 100\%$$

$$P_{siswa} = 81\%$$

Berdasarkan hasil analisis data dengan tujuh pernyataan yang diisi oleh 15 peserta didik, didapatkan hasil persentase sebesar 81% yang menunjukkan respons positif terhadap aplikasi AR materi Tata Surya. Sehingga aplikasi ini bermanfaat untuk kegiatan belajar.

4.6 Distribusi

Proses yang dilakukan dalam tahap distribusi adalah menyimpan aplikasi AR materi Tata Surya ke dalam penyimpanan Google Drive. Setelah dilakukan penyimpanan ke dalam Google Drive, aplikasi AR materi Tata Surya didistribusikan ke guru mata pelajaran IPA untuk dijadikan alat bantu mengajar dalam proses pembelajaran.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya untuk siswa kelas tujuh SMP Nusa Bhakti Semarang yang telah dikembangkan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi *Augmented Reality* materi Tata Surya berbasis Android dibangun menggunakan aplikasi Unity dan telah melalui enam tahapan yaitu konsep, perancangan, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Tahap konsep menghasilkan konsep aplikasi AR materi Tata Surya. Tahap perancangan menghasilkan desain tampilan dan cara kerja aplikasi. Tahap pengumpulan materi menghasilkan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam membangun aplikasi. Tahap pembuatan menghasilkan aplikasi AR materi Tata Surya. Dalam tahap pengujian, peneliti melakukan uji coba aplikasi dengan menggunakan *blackbox testing*, *alpha testing*, dan *beta testing*. Dan tahapan distribusi adalah menyimpan aplikasi ke dalam Google Drive yang nantinya aplikasi tersebut digunakan dalam kegiatan belajar mengajar.
2. Aplikasi AR materi Tata Surya telah teruji kelayakannya dengan menggunakan tiga metode pengujian yaitu

blackbox testing, *alpha testing*, dan *beta testing*. Hasil uji *blackbox* menunjukkan semua fitur yang ada di dalam aplikasi dapat berjalan sesuai spesifikasi yang diharapkan. *Alpha testing* yang telah dilakukan oleh ahli media atau guru termasuk kedalam kategori sangat layak digunakan dengan rata-rata skor keseluruhan aspek sebesar 86%. Dan *beta testing* berdasarkan hasil respons dari peserta didik sebesar 81% yang menunjukkan aplikasi bermanfaat dalam proses belajar.

5.2 Saran

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan produk dan menguji kelayakannya. Peneliti berharap adanya penelitian pengembangan lanjutan untuk mengetahui dampak aplikasi terhadap siswa, khususnya peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta didik. Aplikasi AR ini masih memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Salah satu pengembangan yang dapat dilakukan adalah dengan menambah objek-objek lain yang ada di Tata Surya. Selain itu, aplikasi ini juga dapat dilengkapi dengan fitur evaluasi berupa soal-soal tentang Tata Surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyah, J., & Cholifah, M. (2023). Konsep Dasar Inovasi Pendidikan dan Globalisasi. *Jurnal Pendidikan dan Keguruan*, 1(5), 357–365.
- Azis, R. (2018). Implementasi Pengembangan Kurikulum. *Inspiratif Pendidikan*, 7(1), 44.
<https://doi.org/10.24252/ip.v7i1.4932>
- Edo, S. G., Mau, S. D. I., & Setiawi, A. P. (2024). Perancangan Model Inovasi Pembelajaran Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Berbantu Teknologi Platform Lumi. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 7(2).
- Farhani, D. S., Sumaryana, Y., & Mufizar, T. (2024). Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Alat Musik Tradisional Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4140>
- Khunaeni, L. N., Yuniarti, W. D., & Khalif, M. A. (2020). Pengembangan Modul Fisika Berbantuan Teknologi Augmented Reality pada Materi Gelombang Bunyi untuk SMA/MA Kelas XI. *Physics Education Research Journal*, 2(2), Article 2.
<https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.2.6144>
- Komarudin, R., & Noor, R. R. (2017). Analisis Perancangan Media Pembelajaran Animasi Interaktif Mengenal Bahasa Jepang. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 13(1).
- Kusumodestoni, R. H., Wahono, B. B., Sudiryanto, G., & Shobah, F. (2022). Penerapan Metode Waterfall Pada Aplikasi Pengenalan Huruf Hijaiyah Berbasis Android Pada PAUD

- Nabata. *Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*, 24(1), 1-8.
- Lontoh, E. J., Kainde, Q. C., & Komansilan, T. (2022). Augmented Reality Pada Objek Sejarah Berbasis Android Menggunakan Teknik Markerless. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(1).
- Mashuri, D. K. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Video Animasi Materi Volume Bangun Ruang untuk SD Kelas V. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(5).
- Menora, T., Primasari, C. H., Wibisono, Y. P., Sidhi, T. A. P., Setyohadi, D. B., & Cininta, M. (2023). Implementasi Pengujian Alpha dan Beta Testing Pada Aplikasi Gamelan Virtual Reality. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(1), 48–60.
<https://doi.org/10.24002/konstelasi.v3i1.6625>
- Naimnule, L., Hale, E. F., & Oetpah, F. (2023). Sosialisasi Penggunaan Media Visual dalam Pembelajaran Biologi di SMA Nurul Fallah Kefamenanu. *Jurnal Pengabdian Sains dan Humaniora*, 2(1), 57–63.
<https://doi.org/10.32938/jpsh.2.1.2023.57-63>
- Rahma, F. I. (2019). Media Pembelajaran (Kajian Terhadap Langkah-langkah Pemilihan Media dan Implementasinya dalam Pembelajaran bagi Anak Sekolah Dasar). *Jurnal Studi Islam*, 14(2).
- Rampengan, C. G., & Sanjaya, R. (2015). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Citec Journal*, 2(4).
- Rohma, S., Subandowo, M., & Atiqoh, A. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Model ADDIE Untuk Mata Pelajaran Desain Grafis Percetakan. *Muaddib : Studi*

Kependidikan dan Keislaman, 12(1), 100–110.
<https://doi.org/10.24269/muaddib.v1i1.4526>

- Saefudin, M. (2023). Penerapan Perangkat Lunak Unity Dalam Pengembangan Aplikasi Game Dua Dimensi Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah SIKOMTEK*, 13(1).
- Safitri, R., Setianti, N., & Sunaryono. (2024). Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Akuntansi Berbasis Android dengan Metode Agile. *Journal of Information System Management*, 6(1), 28-33.
- Salsabila, F. & Aslam. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Google Sites Pada Pembelajaran IPA Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6088-6096.
- Syahrin, A., Apriyani, M. E., & Prasetyaningsih, S. (2016). Analisis dan Implementasi Metode Marker Based Tracking Pada Augmented Reality Pembelajaran Buah-buahan. *Komputa: Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, 5(1), 11–17.
<https://doi.org/10.34010/komputa.v5i1.2433>
- Triaji, A. (2021). Pembuatan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pengenalan Alat Musik Gamelan Jawa Berbasis Android. *Jurnal Multi Media dan IT*, 5(2).
<https://doi.org/10.46961/jommit.v5i2.446>
- Vanda, Y., & Dwiyanto, D. (2023). Usability Analysis Aplikasi Mobile Augmented Reality (MAR) untuk Multimedia Pembelajaran Motherboard (Aplikasi AR-Mobo). *Infotekmesin*, 14(1), 105–110.
<https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i1.1654>

- Wijaya, R. Y., & Purba, K. R. (2018). Pembuatan Game Tower Defense Menggunakan Augmented Reality Dengan Unity Engine dan Vuforia pada Android. *Jurnal Infra*, 6(1).
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1).
<https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>
- Yuhanto, P. W., & Miyosa, A. S. (2022). Implementasi Augmented Reality (AR) Untuk Memvisualisasikan Portofolio Pemodelan 3D. *Jurnal Nawala Visual*, 4(1), 1–10.
<https://doi.org/10.35886/nawalavisual.v4i1.337>
- Zamzami, F. R. (2021). Media Pembelajaran Sekolah Dasar Berbasis Android Menggunakan Metode Rekayasa Perangkat Lunak Agile. *Jurnal INTEK*, 4(2).
- Zidan, M., Nur'aini, S., Wibowo, N. C. H., & Ulinuha, M. A. (2022). Black Box Testing pada Aplikasi Single Sign On (SSO) di Diskominfostandi Menggunakan Teknik Equivalence Partitions. *Walisongo Journal of Information Technology*, 4(2), 127–137.
<https://doi.org/10.21580/wjit.2022.4.2.12135>

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Hasil wawancara dengan guru IPA

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa saja metode pembelajaran yang digunakan untuk mata pelajaran IPA?	Untuk menjelaskan teori, seringnya menggunakan metode ceramah, siswa terkadang juga diberikan tugas untuk dikerjakan baik untuk dikerjakan dikelas maupun dirumah. Pada akhir kegiatan, siswa akan diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai materi pelajaran yang telah dipelajari, siapa tau ada yang belum jelas atau belum paham materi yang telah disampaikan.
2	Apa saja media pembelajaran yang biasa digunakan dalam proses pembelajaran?	Untuk pelajaran teori, menjelaskan materi menggunakan bantuan Powerpoint. Buku panduan materi menggunakan buku teks.
3	Apakah media tersebut cukup efektif dalam proses pembelajaran?	Kurang efektif, berdasarkan pengamatan mengajar pada mata pelajaran IPA terdapat beberapa siswa yang merasa kesulitan dalam memahami materi. Materi pembelajaran yang sulit dipahami siswa salah satunya adalah materi Tata Surya.
4	Apakah sudah ada media pembelajaran yang penyajian menggunakan aplikasi android pada mata pelajaran IPA?	Belum ada, sebenarnya media itu sangat baik digunakan untuk menyampaikan mata pelajaran. Guru tertarik untuk membuat media pembelajaran tersebut. Supaya siswa tidak bosan dengan penyampaian materi yang sering digunakan saat ini. Tetapi untuk saat ini guru memiliki kemampuan dan waktu yang terbatas.
5	Bagaimana jika mengembangkan media pembelajaran menggunakan aplikasi android pada materi Tata Surya?	Iya tidak apa-apa. Jika nanti membutuhkan materi dalam proses pembuatan aplikasi android bisa langsung ditanyakan.

Lampiran 1. 2 Surat penelitian dari Fakultas



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.3593/Un.10.8/K/SP.01.08/06/2024 10 Juni 2024
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMP Nusa Bhakti Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Egafita Muhammad Naufal Dzaky
NIM : 2008096023
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknologi Informasi
Judul Penelitian : PENERAPAN AUGMENTED REALITY PADA MEDIA
PEMBELAJARAN MATERI TATA SURYA UNTUK KELAS VII SMP
NUSA BHAKTI SEMARANG.

Dosen Pembimbing : 1. Wenty Dwi Yuniarti, S.Pd., M.Kom
2. Siti Nur'aini, M.Kom

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak/ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



P.n. Dekan
Kabag TU

Dr. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 1. 3 Angket pengujian ahli media pertama

Angket Pengujian Media Pembelajaran Tata Surya Berbasis Augmented Reality (AR) Kepada Ahli Media

Nama Penguji : Sigit Sulistyanto, S.Pd.

Instansi : SMP Nusa Bhakti Semarang

Setelah menggunakan media pembelajaran, isilah data-data yang berada di kolom ini dengan memberikan tanda centang (✓) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling tepat.

Bobot penilaian:

5 = Sangat setuju 2 = Kurang setuju

4 = Setuju 1 = Tidak setuju

3 = Cukup

No	Pernyataan Aspek Materi	Bobot Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Relevansi materi dengan Kompetensi Dasar					✓
2	Materi yang disajikan sistematis				✓	
3	Ketepatan struktur kalimat dan bahasa mudah dipahami				✓	
4	Materi sesuai dengan yang dirumuskan					✓
5	Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa				✓	
6	Kejelasan uraian materi Tata Surya					✓
7	Cakupan materi berkaitan dengan sub tema yang dibahas					✓
8	Materi jelas dan spesifik				✓	
9	Gambar yang digunakan sesuai dengan materi				✓	

No	Pernyataan Aspek Media	Bobot Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Teks dapat terbaca dengan baik				✓	
2	Pemilihan grafis background					✓
3	Ukuran teks dan jenis huruf					✓
4	Warna dan grafis					✓
5	Gambar pendukung					✓
6	Sajian animasi					✓
7	Suara terdengar dengan jelas				✓	
8	Kejelasan uraian materi				✓	
9	Kejelasan petunjuk				✓	
10	Penempatan dan penggunaan button				✓	
11	Kemudahan penggunaan media					✓

Saran dari penguji media

Kesimpulan setelah mengisi formulir pengujian

Media pembelajaran ini:

1. Layak digunakan tanpa revisi (✓)
2. Layak digunakan dengan revisi ()
3. Tidak layak digunakan ()

Semarang, 19 Juni 2024

Penguji,



Sigit Sulistyanto, S.Pd.

Lampiran 1. 4 Angket pengujian ahli media kedua

Angket Pengujian Media Pembelajaran Tata Surya Berbasis Augmented Reality (AR) Kepada Ahli Media

Nama Penguji : Doddy Marsono, S.Pd.

Instansi : SMP Nusa Bhakti Semarang

Setelah menggunakan media pembelajaran, isilah data-data yang berada di kolom ini dengan memberikan tanda centang (✓) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling tepat.

Bobot penilaian:

5 = Sangat setuju 2 = Kurang setuju

4 = Setuju 1 = Tidak setuju

3 = Cukup

No	Pernyataan Aspek Materi	Bobot Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Relevansi materi dengan Kompetensi Dasar				✓	
2	Materi yang disajikan sistematis				✓	
3	Ketepatan struktur kalimat dan bahasa mudah dipahami				✓	
4	Materi sesuai dengan yang dirumuskan					✓
5	Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa				✓	
6	Kejelasan uraian materi Tata Surya				✓	
7	Cakupan materi berkaitan dengan sub tema yang dibahas					✓
8	Materi jelas dan spesifik				✓	
9	Gambar yang digunakan sesuai dengan materi					✓

No	Pernyataan Aspek Media	Bobot Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Teks dapat terbaca dengan baik					✓
2	Pemilihan grafis background				✓	
3	Ukuran teks dan jenis huruf				✓	
4	Warna dan grafis					✓
5	Gambar pendukung					✓
6	Sajian animasi					✓
7	Suara terdengar dengan jelas				✓	
8	Kejelasan uraian materi					✓
9	Kejelasan petunjuk					✓
10	Pencematan dan penggunaan button				✓	
11	Kemudahan penggunaan media					✓

Saran dari penguji media

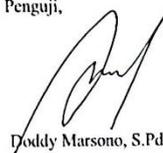
Kesimpulan setelah mengisi formulir pengujian

Media pembelajaran ini:

1. Layak digunakan tanpa revisi (✓)
2. Layak digunakan dengan revisi ()
3. Tidak layak digunakan ()

Semarang, 19 Juni 2024

Penguji,



Dody Marsono, S.Pd.

Lampiran 1. 5 Angket respons peserta didik

Angket Pengujian Media Pembelajaran Tata Surya Berbasis Augmented Reality (AR)

Kepada Siswa SMP Nusa Bhakti

Nama : Samba Zuhara S.P

Kelas : VI

Setelah menggunakan media pembelajaran, isilah data-data yang berada di kolom ini dengan memberikan tanda centang (✓) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling tepat.

Bobot penilaian:

5 = Sangat setuju 2 = Kurang setuju

4 = Setuju 1 = Tidak setuju

3 = Cukup

No	Pernyataan	Bobot Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Desain atau tampilan media pembelajaran yang digunakan menarik				✓	
2	Bentuk model dan ukuran huruf yang digunakan mudah dibaca					✓
3	Animasi dalam media pembelajaran membantu anda memahami materi Tata Surya					✓
4	Dengan adanya media pembelajaran dapat memberikan motivasi untuk mempelajari materi Tata Surya					✓
5	Materi yang disajikan dalam media pembelajaran mudah anda pahami				✓	
6	Cara penggunaan media pembelajaran mudah dipahami			✓		
7	Media pembelajaran ini bermanfaat dalam proses belajar					✓

Lampiran 1. 6 Ringkasan respons peserta didik

No	Nama peserta didik	Pernyataan	Nilai				
			1	2	3	4	5
1	Shinta Ziivana	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf					✓
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar					✓
		Materi mudah dipahami				✓	
		Penggunaan aplikasi			✓		
		Aplikasi bermanfaat					✓
2	Shifa Ayu Ning	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf					✓
		Animasi dalam aplikasi				✓	
		Termotivasi belajar				✓	
		Materi mudah dipahami				✓	
		Penggunaan aplikasi					✓
		Aplikasi bermanfaat				✓	
3	Ayu Rizky	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar				✓	
		Materi mudah dipahami					✓
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat				✓	
4	Naira Agatha	Desain aplikasi					✓
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi				✓	
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami			✓		
		Penggunaan aplikasi			✓		
		Aplikasi bermanfaat			✓		
5	Neiliya Syafitri	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf					✓
		Animasi dalam aplikasi				✓	

		Termotivasi belajar				✓	
		Materi mudah dipahami				✓	
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat				✓	
6	Bagus Muhammad Ilham	Desain aplikasi			✓		
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi				✓	
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami					✓
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat				✓	
7	Rizky Agung	Desain aplikasi			✓		
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami				✓	
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat			✓		
8	Faisal Saputra	Desain aplikasi					✓
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami					✓
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat					✓
9	Candra Arta Susilo	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi				✓	
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami					✓
		Penggunaan aplikasi					✓
		Aplikasi bermanfaat				✓	
10	Fadil Farhan	Desain aplikasi					✓
		Ukuran huruf				✓	

		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar					✓
		Materi mudah dipahami					✓
		Penggunaan aplikasi					✓
		Aplikasi bermanfaat					✓
11	Firman Hersa	Desain aplikasi					✓
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami					✓
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat					✓
12	Ariel Putra	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf			✓		
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar				✓	
		Materi mudah dipahami				✓	
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat					✓
13	Mahardika Satria Putra Pratama	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf			✓		
		Animasi dalam aplikasi					✓
		Termotivasi belajar				✓	
		Materi mudah dipahami				✓	
		Penggunaan aplikasi				✓	
		Aplikasi bermanfaat					✓
14	Farid	Desain aplikasi				✓	
		Ukuran huruf				✓	
		Animasi dalam aplikasi		✓			
		Termotivasi belajar			✓		
		Materi mudah dipahami			✓		
		Penggunaan aplikasi			✓		
		Aplikasi bermanfaat					✓
15	Muhammad Alun	Desain aplikasi				✓	

		Ukuran huruf				✓
		Animasi dalam aplikasi			✓	
		Termotivasi belajar			✓	
		Materi mudah dipahami			✓	
		Penggunaan aplikasi				✓
		Aplikasi bermanfaat				✓

Lampiran 1. 7 Foto dokumentasi



Lampiran 2. 1 Kode C# untuk mengganti *scene* atau tampilan pada aplikasi AR

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class SceneChanger : MonoBehaviour
{
    // Fungsi untuk mengganti scene berdasarkan nama scene
    public void ChangeSceneByName(string sceneName)
    {
        SceneManager.LoadScene(sceneName);
    }

    // Fungsi untuk mengganti scene berdasarkan indeks scene
    public void ChangeSceneByIndex(int sceneIndex)
    {
        SceneManager.LoadScene(sceneIndex);
    }
}
```

Berikut ini penjelasan kode C# yang digunakan untuk mengganti halaman atau scene pada aplikasi AR.

a. `using UnityEngine;`

Baris ini memungkinkan penggunaan fitur-fitur dari nama 'UnityEngine' yang berisi kelas-kelas dan fungsi dasar yang diperlukan untuk pengembangan di Unity, seperti 'GameObject', 'Transform', 'MonoBehaviour', dan lain-lain.

b. `using UnityEngine.SceneManagement;`

Baris ini mengimpor nama 'UnityEngine.SceneManagement', yang berisi kelas-kelas untuk mengelola *scene* dalam Unity. Seperti 'SceneManager' yang digunakan untuk mengganti atau memuat *scene* baru.

c. `public class` SceneChanger : MonoBehaviour

Baris ini mendefinisikan sebuah kelas baru bernama 'SceneChanger' yang mewarisi dari 'MonoBehaviour'. 'MonoBehaviour' adalah dasar dari semua kode dalam Unity yang memungkinkan kode ini melekat pada objek dalam *scene game object* dan memanfaatkan siklus hidup *game object* tersebut seperti 'Start', 'Update', dan lain-lain.

d. `public void` ChangeSceneByName(`string` sceneName)

Baris ini merupakan metode publik yang bisa dipanggil dari luar kelas ini. Metode ini menerima satu parameter 'sceneName' bertipe '`string`' yang merupakan nama dari *scene* yang ingin dimuat.

e. `SceneManager.LoadScene`(sceneName);

Baris ini memanggil metode 'LoadScene' dari kelas 'SceneManager' untuk memuat *scene* baru berdasarkan nama *scene* yang diberikan dalam parameter 'sceneName'. Metode ini akan mengganti *scene* saat ini dengan *scene* yang baru.

f. `public void` ChangeSceneByIndex(`int` sceneIndex)

Metode publik lainnya yang menerima satu parameter 'sceneIndex' bertipe '`int`' yang merupakan indeks dari *scene* yang ingin dimuat. Indeks ini biasanya ditentukan dalam 'Build Settings' Unity, di mana *scene-scene* dalam game diatur dalam urutan tertentu.

g. `SceneManager.LoadScene`(sceneIndex);

Baris ini memanggil metode ‘LoadScene’ dari ‘SceneManager’ untuk memuat *scene* baru berdasarkan indeks yang diberikan dalam parameter ‘sceneIndex’. Sama seperti sebelumnya, ini akan mengganti *scene* saat ini dengan *scene* baru yang sesuai dengan indeks tersebut.

Lampiran 2. 2 Kode C# untuk keluar dari aplikasi AR
`using` UnityEngine;

```
public class ExitApplication : MonoBehaviour
{
    // Fungsi ini dipanggil ketika tombol exit ditekan
    public void ExitApp()
    {
        // Mengeluarkan aplikasi
        Application.Quit();
    }
}
```

Berikut ini penjelasan kode C# yang digunakan untuk keluar dari aplikasi AR.

a. `public class` ExitApplication : MonoBehaviour

Mendefinisikan sebuah kelas baru bernama ExitApplication. Kelas ini bersifat `public`, yang artinya bisa diakses oleh kode lain. Kelas ini juga mewarisi dari MonoBehaviour, yang merupakan kelas dasar di Unity untuk semua *script* yang berinteraksi dengan komponen-komponen di *game object*.

b. `public void` ExitApp()

Mendefinisikan sebuah metode (fungsi) bernama ExitApp. Metode ini bersifat `public`, sehingga bisa dipanggil

dari luar kelas ini. `void` berarti metode ini tidak mengembalikan nilai apapun.

c. `Application.Quit()`;

Perintah untuk menghentikan aplikasi. Ketika metode ini dipanggil, aplikasi akan menutup. Di editor Unity, perintah ini tidak akan benar-benar menutup aplikasi, tapi saat aplikasi di-*build* dan dijalankan di perangkat, perintah ini akan menutup aplikasi tersebut.

Lampiran 2. 3 Kode C# untuk mengganti dua objek AR dalam satu marker dengan menggunakan satu tombol

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using Vuforia;

public class ToggleARObjects : MonoBehaviour
{
    public GameObject object1; // Objek pertama yang
    akan ditampilkan
    public GameObject object2; // Objek kedua yang
    akan ditampilkan
    public Button toggleButton; // Tombol untuk
    mengganti objek

    private bool isObject1Active = true;

    void Start()
    {
        // Pastikan objek pertama aktif dan objek kedua
        tidak aktif saat memulai
        object1.SetActive(true);
        object2.SetActive(false);

        // Tambahkan listener ke tombol
```

```

toggleButton.onClick.AddListener(ToggleObject
s);
}

void ToggleObjects()
{
    // Ganti status kedua objek
    isObject1Active = !isObject1Active;

    object1.SetActive(isObject1Active);
    object2.SetActive(!isObject1Active);
}
}

```

Berikut ini penjelasan kode C# yang digunakan untuk mengganti dua objek *Augmented Reality* dalam satu *marker* dengan menggunakan satu tombol.

a. `using` `UnityEngine.UI`;

Mengimpor nama ‘`UnityEngine.UI`’ yang digunakan untuk bekerja dengan antarmuka pengguna (*User Interface*) di Unity, seperti tombol (‘`Button`’), teks (‘`Text`’), dan lain-lain.

b. `using` `Vuforia`;

Mengimpor nama ‘`Vuforia`’, yang berisi kelas-kelas untuk menangani *Augmented Reality* dalam Unity dengan menggunakan SDK `Vuforia`

c. `public class` `ToggleARObjects` : `MonoBehaviour`

Mendefinisikan sebuah kelas publik bernama ‘`ToggleARObjects`’ yang merupakan turunan dari ‘`MonoBehaviour`’. ‘`MonoBehaviour`’ adalah *base class* dari semua *script* di Unity dan memungkinkan *script* ini untuk dipasangkan pada ‘`GameObject`’.

d. `public GameObject object1;`

Mendeklarasikan variabel publik ‘object1’ yang akan menampung referensi ke objek AR pertama yang ingin ditampilkan.

e. `public GameObject object2;`

Mendeklarasikan variabel publik ‘object2’ yang akan menampung referensi ke objek AR kedua yang ingin ditampilkan.

f. `public Button toggleButton;`

Mendeklarasikan variabel publik ‘toggleButton’ yang akan menampung referensi ke tombol *User Interface* yang digunakan untuk mengganti objek.

g. `private bool isObject1Active = true;`

Mendeklarasikan variabel privat ‘isObject1 Active’ yang akan digunakan untuk melacak status apakah ‘object1’ sedang aktif atau tidak. Awalnya, variabel ini diinisialisasi dengan nilai ‘true’, yang berarti ‘object1’ dianggap aktif saat memulai.

h. `void Start()`

Mendefinisikan metode ‘Start’, yang akan dijalankan sekali pada saat *script* pertama kali aktif atau ketika *scene* dimulai. Biasanya digunakan untuk inisialisasi variabel atau pengaturan awal.

i. `object1.SetActive(true);`

Mengatur agar 'object1' aktif saat *scene* dimulai. 'SetActive(true)' membuat objek tersebut terlihat di *Augmented Reality*.

j. `object2.SetActive(false);`

Mengatur agar 'object2' tidak aktif saat *scene* dimulai. 'SetActive(false)' membuat objek tersebut tidak terlihat di *Augmented Reality*.

k. `toggleButton.onClick.AddListener(ToggleObjects);`

'AddListener(ToggleObjects)' adalah metode untuk menambahkan fungsi 'ToggleObjects' pada event 'onClick'. Ketika tombol diklik, metode 'ToggleObjects' akan dipanggil.

l. `void ToggleObjects()`

Mendefinisikan metode 'ToggleObjects', yang akan dipanggil setiap kali tombol 'toggleButton' ditekan. Metode ini bertugas untuk mengganti status dari dua objek *Augmented Reality* yang ditampilkan.

m. `isObject1Active = !isObject1Active;`

Membalik nilai dari 'isObject1Active'. Jika sebelumnya bernilai 'true', maka akan menjadi 'false', dan sebaliknya. Ini digunakan untuk melacak objek mana yang seharusnya aktif.

n. `object1.SetActive(isObject1Active);`

Mengatur agar 'object1' aktif atau tidak aktif sesuai dengan nilai 'isObject1Active'.

o. `object2.SetActive(!isObject1Active);`

Mengatur agar 'object2' aktif atau tidak aktif berdasarkan kebalikan dari nilai 'isObject1Active'.

Lampiran 2. 4 Kode C# untuk membesarkan dan mengecilkan objek tiga dimensi menggunakan gestur *pinch* (dua jari)

```
using UnityEngine;

public class LeanPinchScale : MonoBehaviour
{
    public float scaleSpeed = 0.1f; // Kecepatan
    // pembesaran/penciutan
    public float minScale = 0.1f; // Skala minimum
    // objek
    public float maxScale = 2.0f; // Skala maksimum
    // objek
    private void Update()
    {
        // Memeriksa apakah ada dua jari yang menyentuh
        // layar
        if (Input.touchCount == 2)
        {
            // Mendapatkan informasi dari kedua
            // sentuhan
            Touch touchZero = Input.GetTouch(0);
            Touch touchOne = Input.GetTouch(1);

            // Menghitung jarak antara kedua jari pada
            // frame sebelumnya dan saat ini
            Vector2 touchZeroPrevPos =
            touchZero.position - touchZero.deltaPosition;
            Vector2 touchOnePrevPos = touchOne.position
            - touchOne.deltaPosition;
            float prevTouchDeltaMag = (touchZeroPrevPos
            - touchOnePrevPos).magnitude;
            float touchDeltaMag = (touchZero.position
            - touchOne.position).magnitude;
```

```

        // Menghitung perubahan jarak antara kedua
jari
        float deltaMagnitudeDiff =
prevTouchDeltaMag - touchDeltaMag;

        // Mengubah skala objek berdasarkan
perubahan jarak
        float newScale = transform.localScale.x -
deltaMagnitudeDiff * scaleSpeed;
        newScale = Mathf.Clamp(newScale, minScale,
maxScale); // Membatasi skala objek antara minScale
dan maxScale

        transform.localScale = new
Vector3(newScale, newScale, newScale);
    }
}

```

Berikut ini penjelasan kode C# yang digunakan untuk membesarkan dan mengecilkan objek tiga dimensi menggunakan gestur *pinch* (dua jari).

a. `public class LeanPinchScale : MonoBehaviour`

Mendeklarasikan kelas 'LeanPinchScale'. Kelas ini adalah skrip Unity yang akan ditambahkan ke objek sebagai komponen. Kelas ini diwarisi dari 'MonoBehaviour' yang memungkinkan kelas ini untuk digunakan sebagai komponen dalam Unity dan memberikan akses ke berbagai metode siklus hidup, seperti 'Update', 'Start', dan sebagainya.

b. `public float scaleSpeed = 0.1f;`

Deklarasi variabel 'scaleSpeed'. Variabel publik yang menentukan kecepatan perubahan skala objek saat diperkecil atau diperbesar melalui gerakan *pinch* (cubit).

```
c. public float minScale = 0.1f;  
   public float maxScale = 2.0f;
```

Deklarasi variabel 'minScale' dan 'maxScale'. Variabel publik yang menentukan batas minimum dan maksimum dari skala objek. Ini mencegah objek menjadi terlalu kecil atau terlalu besar.

```
d. private void Update()
```

Metode 'Update'. Metode ini dipanggil sekali per frame selama siklus hidup objek dan digunakan untuk menangani logika yang harus diperiksa secara terus-menerus, seperti input pengguna.

```
e. if (Input.touchCount == 2)
```

Memeriksa jumlah sentuhan. Memeriksa apakah dua jari yang menyentuh layar. Jika ada dua sentuhan, maka logika di dalam blok 'if' ini akan dijalankan.

```
f. Touch touchZero = Input.GetTouch(0);  
   Touch touchOne = Input.GetTouch(1);
```

Mendapatkan informasi dari kedua sentuhan. 'GetTouch(0)' dan 'Input.GetTouch(1)' mengakses informasi tentang sentuhan pertama dan kedua yang sedang terjadi di layar.

```
g. Vector2 touchZeroPrevPos = touchZero.position -  
   touchZero.deltaPosition;  
   Vector2 touchOnePrevPos = touchOne.position -  
   touchOne.deltaPosition;
```

Menghitung posisi sebelumnya dari kedua sentuhan. Ini dilakukan dengan mengurangi perubahan posisi 'deltaPosition' dari posisi sentuhan saat ini. 'deltaPosition' adalah perbedaan antara posisi sentuhan di frame saat ini dan frame sebelumnya.

```
h. float prevTouchDeltaMag = (touchZeroPrevPos - touchOnePrevPos).magnitude;
float touchDeltaMag = (touchZero.position - touchOne.position).magnitude;
```

Menghitung jarak antara kedua sentuhan. 'magnitude' dari vektor perbedaan posisi dua sentuhan memberikan panjang atau jarak antara kedua sentuhan tersebut. Perhitungan ini dilakukan untuk frame sebelumnya 'prevTouchDeltaMag' dan frame saat ini 'touchDeltaMag'.

```
i. float deltaMagnitudeDiff = prevTouchDeltaMag - touchDeltaMag;
```

Menghitung perbedaan jarak antara dua frame. Ini adalah selisih antara jarak kedua sentuhan di frame sebelumnya dan saat ini. Perbedaan ini akan menentukan apakah jari-jari pengguna sedang bergerak *pinch* (mendekat) atau *spread* (menjauh), dan seberapa cepat.

```
j. float newScale = transform.localScale.x - deltaMagnitudeDiff * scaleSpeed;
newScale = Mathf.Clamp(newScale, minScale, maxScale);
```

Menghitung dan membatasi skala baru objek. Skala baru dihitung dengan mengurangi 'deltaMagnitudeDiff' dikali 'scaleSpeed' dari skala objek saat ini. 'Mathf.Clamp' memastikan skala baru tidak melebihi batas 'minScale' dan 'maxScale'.

```
k. transform.localScale = new Vector3(newScale,
newScale, newScale);
```

Menerapkan skala baru pada objek. Skala objek diubah menjadi nilai baru yang dihitung sebelumnya. Dengan menggunakan vektor tiga dimensi yang memiliki nilai skala yang sama pada sumbu x, y, dan z.

Lampiran 2. 5 Kode C# untuk memutar (rotasi) objek tiga dimensi AR menggunakan kedua jari
`using` UnityEngine;

```
public class LeanTwistRotate : MonoBehaviour
{
    // Kecepatan rotasi
    public float rotationSpeed = 1.0f;

    void Update()
    {
        // Jika ada dua jari yang menyentuh layar
        if (Input.touchCount == 2)
        {
            Touch touchZero = Input.GetTouch(0);
            Touch touchOne = Input.GetTouch(1);

            // Hitung sudut rotasi sebelumnya
            Vector2 touchZeroPrevPos =
            touchZero.position - touchZero.deltaPosition;
```

```

        Vector2 touchOnePrevPos = touchOne.position
- touchOne.deltaPosition;

        // Hitung sudut antara posisi sebelumnya
dan posisi saat ini
        float prevTouchDeltaMag = (touchZeroPrevPos
- touchOnePrevPos).magnitude;
        float touchDeltaMag = (touchZero.position
- touchOne.position).magnitude;

        // Hitung perbedaan antara kedua sudut
tersebut
        float deltaMagnitudeDiff =
prevTouchDeltaMag - touchDeltaMag;

        // Hitung sudut rotasi berdasarkan delta
pergerakan
        float angle =
Vector2.SignedAngle(touchZeroPrevPos
-
touchOnePrevPos, touchZero.position
-
touchOne.position);

        // Rotasi objek berdasarkan sudut yang
telah dihitung
        transform.Rotate(Vector3.up, -angle *
rotationSpeed, Space.World);
    }
}

```

Penjelasan kode C# yang digunakan untuk memutar (rotasi) objek tiga dimensi menggunakan kedua jari adalah sebagai berikut.

a. `public class LeanTwistRotate : MonoBehaviour`

Mendefinisikan kelas 'LeanTwistRotate' yang mewarisi dari 'MonoBehaviour'. Kelas ini dapat ditambahkan sebagai komponen pada objek di Unity.

b. `public float rotationSpeed = 1.0f;`

Mendeklarasikan variabel publik 'rotationSpeed' dengan tipe 'float' yang digunakan untuk mengatur kecepatan rotasi objek.

c. `void Update()`

Mendefinisikan metode 'Update()' yang akan dipanggil oleh Unity di setiap frame selama *game* berjalan. Metode ini biasanya digunakan untuk menangani logika per frame.

d. `if (Input.touchCount == 2)`

Mengecek apakah ada dua jari yang menyentuh layar. 'Input.touchCount' menghitung jumlah jari yang sedang menyentuh layar.

e. `Touch touchZero = Input.GetTouch(0);`

`Touch touchOne = Input.GetTouch(1);`

Menyimpan informasi tentang dua sentuhan yang terdeteksi pada layar. 'touchZero' mewakili sentuhan pertama dan 'touchOne' mewakili sentuhan kedua.

f. `Vector2 touchZeroPrevPos = touchZero.position - touchZero.deltaPosition;`

`Vector2 touchOnePrevPos = touchOne.position - touchOne.deltaPosition;`

Menghitung posisi sentuhan sebelumnya untuk kedua jari dengan mengurangi 'deltaPosition' (perubahan posisi sejak frame sebelumnya) dari posisi saat ini.

g. `float prevTouchDeltaMag = (touchZeroPrevPos - touchOnePrevPos).magnitude;`

```
float touchDeltaMag = (touchZero.position - touchOne.position).magnitude;
```

Menghitung jarak (magnitudo) antara dua jari pada frame sebelumnya 'prevTouchDeltaMag' dan jarak pada frame saat ini 'touchDeltaMag'.

h.

```
float deltaMagnitudeDiff = prevTouchDeltaMag - touchDeltaMag;
```

Menghitung perbedaan antara jarak dua jari pada frame sebelumnya dengan jarak dua jari pada frame saat ini. Ini akan digunakan untuk menentukan apakah ada perubahan sudut rotasi.

i.

```
float angle = Vector2.SignedAngle(touchZeroPrev Pos - touchOnePrevPos, touchZero.position - touchOne.position);
```

Menghitung sudut rotasi berdasarkan perubahan posisi jari. 'Vector2.SignedAngle' mengembalikan sudut (dalam derajat) antara dua vektor dua dimensi. Ini akan memberikan arah rotasi yang sesuai (searah atau berlawanan jarum jam).

j.

```
transform.Rotate(Vector3.up, -angle * rotation Speed, Space.World);
```

Mengaplikasikan rotasi pada objek berdasarkan sudut yang dihitung. Objek akan berputar di sekitar sumbu y 'Vector3.up' dengan sudut yang ditentukan oleh 'angle' dan 'rotationSpeed'. 'Space.World' berarti rotasi terjadi dalam ruang dunia, bukan lokal objek.

Lampiran 2. 6 Kode C# untuk memutar secara otomatis objek tiga dimensi AR

```
using UnityEngine;

public class AutoRotate : MonoBehaviour
{
    public float rotationSpeed = 10f; // Kecepatan
    rotasi objek

    void Update()
    {
        // Memutar objek di sekitar sumbu Y
        transform.Rotate(Vector3.up * rotationSpeed *
Time.deltaTime);
    }
}
```

Penjelasan kode C# untuk memutar secara otomatis objek tiga dimensi adalah sebagai berikut.

a. `public class AutoRotate : MonoBehaviour`

Mendeklarasikan kelas 'AutoRotate' yang merupakan turunan dari 'MonoBehaviour'. 'MonoBehaviour' adalah kelas dasar yang digunakan untuk semua komponen yang dapat ditempatkan di objek dalam Unity. Kelas ini akan digunakan untuk membuat script yang dapat dipasang ke *game object*.

b. `public float rotationSpeed = 10f;`

Mendeklarasikan variabel publik 'rotationSpeed' dengan tipe data 'float' (bilangan desimal). 'f' menunjukkan bahwa nilai ini 'float'. Variabel ini mengatur seberapa cepat objek akan berputar.

c. `void Update()`

Mendefinisikan metode 'Update()' yang merupakan metode bawaan Unity yang dipanggil setiap frame selama *game* berjalan. Kode dalam metode ini akan dieksekusi secara berulang-ulang.

```
d. transform.Rotate(Vector3.up * rotationSpeed * Time.deltaTime);
```

'transform.Rotate' adalah fungsi bawaan yang digunakan untuk memutar objek. 'Vector3.up' adalah vektor yang mengarah ke atas pada sumbu y (0, 1, 0). 'rotationSpeed * Time.deltaTime' menghitung rotasi yang akan diterapkan setiap frame berdasarkan kecepatan rotasi dan waktu yang telah berlalu sejak frame terakhir 'Time.deltaTime'. Menggunakan 'Time.deltaTime' memastikan rotasi berjalan dengan kecepatan yang konsisten, terlepas dari frame rate perangkat.

Lampiran 2. 7 Kode C# untuk memutar audio latar belakang secara otomatis

```
using UnityEngine;

public class BackgroundAudio : MonoBehaviour
{
    // Referensi ke Audio Source
    private AudioSource audioSource;

    void Start()
    {
        // Mendapatkan komponen AudioSource dari
        // GameObject ini
        audioSource = GetComponent<AudioSource>();
    }
}
```

```

        // Mengatur audio untuk diulang secara terus
menerus
        AudioSource.loop = true;

        // Memulai pemutaran audio
        AudioSource.Play();
    }
}

```

Penjelasan kode C# yang digunakan untuk memutar audio latar belakang secara otomatis adalah sebagai berikut.

- a. `public class BackgroundAudio : MonoBehaviour`
Mendefinisikan kelas 'BackgroundAudio' yang merupakan komponen Unity yang diturunkan dari 'MonoBehaviour'.
- b. `private AudioSource audioSource;`
Mendeklarasikan variabel 'audioSource' adalah referensi ke komponen 'AudioSource' yang digunakan untuk memutar, menghentikan, dan mengatur properti audio di Unity.
- c. `void Start()`
Fungsi 'Start()' dipanggil sekali ketika *game object* yang memuat skrip ini pertama kali diaktifkan. Biasanya digunakan untuk inisialisasi.
- d. `audioSource = GetComponent<AudioSource>();`
Mendapatkan komponen 'AudioSource'. Baris ini mengambil komponen 'AudioSource' yang terpasang pada *game object* yang sama dengan skrip ini dan menyimpannya dalam variabel 'audioSource'.
- e. `audioSource.loop = true;`

Mengaktifkan mode 'loop' pada audio. Dengan mengatur properti 'loop' ke 'true', audio akan terus diputar berulang-ulang secara otomatis tanpa berhenti.

f. `audioSource.Play();`

Memulai pemutaran audio yang telah diatur.

Lampiran 2. 8 Kode C# untuk memutar audio ketika sebuah tombol ditekan

```
using UnityEngine;

public class PlayAudioOnButtonClick : MonoBehaviour
{
    // Referensi ke komponen AudioSource
    private AudioSource audioSource;

    void Start()
    {
        // Mendapatkan komponen AudioSource yang ada
        // pada GameObject yang sama
        audioSource = GetComponent<AudioSource>();
    }

    // Fungsi yang akan dipanggil ketika tombol
    // ditekan
    public void PlayAudio()
    {
        if (audioSource != null)
        {
            // Memutar audio
            audioSource.Play();
        }
    }
}
```

Penjelasan kode C# yang digunakan untuk memutar audio ketika sebuah tombol ditekan adalah sebagai berikut.

a. `public class PlayAudioOnButtonClick : MonoBehaviour`

Deklarasi kelas 'PlayAudioOnButtonClick' yang merupakan turunan dari 'MonoBehaviour'. Kelas ini memungkinkan untuk mengakses fungsi Unity seperti 'Start()' dan 'GetComponent()'.

b. `private AudioSource audioSource;`

Mendeklarasikan variabel 'audioSource' sebagai 'private' yang menyimpan referensi ke komponen 'AudioSource' yang akan digunakan untuk memutar audio.

c. `void Start()`

```
{  
    audioSource = GetComponent<AudioSource>();  
}
```

Fungsi 'Start()' dipanggil sekali saat *game* dimulai atau objek diinisialisasi. Komponen 'AudioSource' dari *game object* menggunakan 'GetComponent<AudioSource>()' dan menyimpannya dalam variabel 'audioSource'.

d. `public void PlayAudio()`

```
{  
    if (audioSource != null)  
    {  
        audioSource.Play();  
    }  
}
```

Fungsi 'PlayAudio()' dipanggil saat sebuah tombol ditekan. Terdapat pengecekan apakah 'audioSource' tidak 'null' yang berarti sudah berhasil mendapatkan komponen 'audioSource' di 'Start()'. Jika benar, maka fungsi 'Play()' dari 'audioSource' akan dipanggil untuk memutar audio.