

SKRIPSI

AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN STRUKTUR SEL TUMBUHAN DENGAN METODE MARKERLESS

Oleh
Ilham Imani Nur Alam
065118207



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
BOGOR
2023**

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Vision without execution is hallucination"

-Thomas Alva Edison-

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya dedikasikan untuk kedua orang tua yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa dan kasih sayang yang tiada tara. Terima kasih atas segala dukungan dan pengorbanan yang senantiasa mengiringi langkah saya.

Terima kasih dan rasa hormat kepada dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih saya kepada seluruh dosen pengajar yang telah berbagi ilmu dan inspirasi dalam perjalanan akademik saya.

Kepada teman – teman seperjuangan, terima kasih telah memberikan kekuatan, kebersamaan dan semangat dalam setiap langkah selama masa studi di almamater tercinta kita.

Terima kasih kepada diriku atas keberanian untuk terus bermimpi, terus melangkah, dan terus berjuang untuk mewujudkan impian.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan
Dengan Metode Markerless

Nama : Ilham Imani Nur Alam

NPM : 065118207

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping

FMIPA – UNPAK

Pembimbing Utama

FMIPA – UNPAK

Ema Kurnia, S.Kom., M.Sc.

Prof. Dr. Sri Setyaningsih, Dra., M.Si.

Ketua Program Studi Ilmu Komputer

FMIPA – UNPAK

Dekan

FMIPA – UNPAK

Arie Qur'ania, M.Kom.

Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ilham Imani Nur Alam

Npm : 065118207

Program Studi : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan

Menyatakan bahwa sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasi atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian – bagian dimana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, 1 Mei 2023

Ilham Imani Nur Alam

PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Ilham Imani Nur Alam

NPM: 065118207

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan Dengan Metode Markerless" adalah hasil karya saya sendiri dengan bimbingan dari komisi pembimbing. Skripsi ini belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang saya kutip atau gunakan dari karya yang telah diterbitkan maupun yang belum diterbitkan dari penulis lain telah diakui dan dicantumkan dalam teks dan daftar pustaka skripsi ini. Saya memberikan hak paten dan hak cipta dari karya tulis ini kepada Universitas Pakuan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, sebagai bentuk kejujuran dan integritas terhadap karya ilmiah yang saya hasilkan.

Bogor, 1 Mei 2023

Ilham Imani Nur Alam

RIWAYAT HIDUP



Ilham Imani Nur Alam lahir di Cianjur pada tanggal 24 Maret 2001. Anak kedua pasangan Bapak Aam Gambar Alam dan Ibu Eti Suhaeti. Saya memulai pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Simpang pada tahun 2006 dan berhasil menyelesaikan pendidikan tersebut pada tahun 2012. Penulis melanjutkan jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Cipanas pada tahun 2012 hingga 2015. Pada tahun 2015, penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Sukaresmi dan berhasil lulus pada tahun 2018.

Memulai pendidikan di Perguruan Tinggi pada tahun 2018 di Universitas Pakuan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Ilmu Komputer.

Pada tahun 2023 penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir / Skripsi dengan judul “Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan Dengan Metode Markerless”.

RINGKASAN

Proses belajar mengajar di era modern membutuhkan inovasi media pembelajaran yang mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemahaman siswa. Salah satu materi biologi yang seringkali sulit dipahami oleh siswa SMA kelas XI adalah struktur sel tumbuhan, karena sifatnya yang mikroskopis dan kurangnya media pembelajaran interaktif. Berdasarkan survei terhadap 36 siswa SMA jurusan IPA, sebanyak 75,9% siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari struktur sel tumbuhan akibat terbatasnya penggunaan media pembelajaran, seperti papan tulis dan buku konvensional.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis metode markerless sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan. Teknologi AR memungkinkan penggabungan dunia nyata dengan elemen virtual yang dihasilkan oleh komputer, memberikan pengalaman belajar yang interaktif. Aplikasi ini dirancang untuk memvisualisasikan objek struktur sel tumbuhan dalam model 3D sehingga siswa dapat memahami hubungan antarbagian sel dengan lebih jelas dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi ini mampu meningkatkan pemahaman siswa tentang struktur sel tumbuhan sebesar 91,18%. Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran berbasis AR markerless ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di sekolah.

Kata kunci : Augmented Reality, media pembelajaran, struktur sel tumbuhan, biologi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia beserta rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan Dengan Metode Markerless”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pakuan dalam tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan penelitian ini tidak mungkin akan terwujud apabila tidak ada bantuan dari berbagai pihak, Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr.Sri Setyaningsih,Dra., M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian ini dengan baik.
2. Ema Kurnia M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama proses penyusunan hasil penelitian.
3. Arie Qur'ania, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Kedua orang tua, ayahanda Aam Gambar Alam dan Ibunda Eti Suhaeti yang memberikan dukungan moril dan materil serta doa yang dipanjatkan kepada Allah SWT untuk penulis.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Faktultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah berkenan memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna, karena terbatasnya kemampuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata, semoga laporan penelitian ini memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Bogor, 1 Mei 2023

Ilham Imani Nur Alam

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup	1
1.4 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Tinjauan Pustaka.....	3
2.1.1 Media Pembelajaran	3
2.1.2 Augmented Reality	3
2.1.3 Markerless Based Tracking	3
2.1.4 Unity 3D	4
2.1.5 Vuforia	4
2.1.6 Blender.....	4
2.1.7 Android	4
2.1.8 Struktur Sel Tumbuhan.....	5
2.1.9 Intensitas Cahaya	7
2.2 Penelitian Terdahulu	8
2.3 Tabel Perbandingan Penelitian	9
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Metode Penelitian	10
3.1.1 Concept.....	10
3.1.2 Design	10

3.1.5 <i>Testing</i> (Pengujian)	11
3.1.6 <i>Distribution</i> (Distribusi)	11
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1 Alat Penelitian.....	12
BAB IV RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	13
4.1 Tahap Konsep (Concept)	13
4.2 Tahap Design (Perancangan)	14
4.2.1 Perancangan Proses Alur Sistem	14
4.2.2 Perancangan Antar Muka (<i>Interface</i>)	16
4.3 Tahap Material Collecting	18
4.3.1 Pemodelan Objek 3D	18
4.4 Assembly (Pembuatan)	19
4.4.1 Halaman Menu Utama	19
4.4.2 Halaman Materi	20
4.4.3 Halaman Quiz	21
4.4.4 Halaman Panduan	22
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
5.1 Hasil	23
5.2 Uji Coba	25
5.2.1 Uji Coba Sistem	25
5.2.2 Uji Coba Media.....	27
5.2.3 Uji Coba Jarak	28
5.2.4 Uji Coba Intensitas Cahaya.....	28
5.2.5 Uji Kompabilitas.....	29
5.4 Pembahasan	29
5.4.1 Hasil Pengujian Ahli Materi	30
5.4.2 Hasil Pengujian Ahli Media.....	31
5.4.2 Hasil Uji Coba UAT (<i>User Acceptance Test</i>).....	33
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	37
6.1 Kesimpulan	37
6.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alur Kerja Aplikasi AR	3
Gambar 2. Struktur Sel Tumbuhan (Sumber : micro.magnet.fsu.edu)	5
Gambar 3. Retikulum Endoplasma (Sumber : ruangguru.com)	5
Gambar 4. Mitokondria (Sumber : materi.co.id)	6
Gambar 5. Badan Golgi (Sumber: saintif.com)	6
Gambar 6. Kloroplas (Sumber: ruangguru.com)	7
Gambar 7. Vakuola (Sumber: saintif.com)	7
Gambar 8. Nukleus (Sumber: ruangguru.com)	7
Gambar 9. Metode Penelitian Multimedia Development Life Cycle (MDLC).	10
Gambar 10. Diagram Navigasi	14
Gambar 11. Flowchart Aplikasi	15
Gambar 12. Perancangan Halaman Menu Utama	16
Gambar 13. Perancangan Halaman Materi	16
Gambar 14. Perancangan Halaman Quiz	17
Gambar 15. Perancangan Halaman Panduan	17
Gambar 16. Modelling Objek 3D Struktur Sel Tumbuhan	19
Gambar 17. Shading Objek 3D Struktur Sel Tumbuhan	19
Gambar 18. Pembuatan Halaman Utama	20
Gambar 19. Pembuatan Halaman Materi	20
Gambar 20. Implementasi Code Fitur Zoom	21
Gambar 21. Pembuatan Halaman Quiz	21
Gambar 22. Pembuatan Kode Program Fitur Random	22
Gambar 23. Pembuatan Halaman Panduan	22
Gambar 24. Tampilan Halaman Menu Utama	23
Gambar 25. Tampilan Halaman Materi	24
Gambar 26. Tampilan Halaman Quiz	24
Gambar 27. Tampilan Halaman Panduan	25
Gambar 28. Grafik Nilai Rata - Rata Pre-Test dan Post-Test	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Penelitian	9
Tabel 2. Deskripsi Konsep.....	13
Tabel 3. Material Collecting	18
Tabel 4. Uji Fungsionalitas	26
Tabel 5. Uji Coba Media.....	27
Tabel 6. Uji Coba Jarak	28
Tabel 7. Uji Coba Intensitas Cahaya	28
Tabel 8. Uji Kompabilitas.....	29
Tabel 9. Instrumen Validasi Materi	30
Tabel 10. Hasil Pengujian Ahli Media.....	31
Tabel 11. Pengolahan data hasil kuesioner	36
Tabel 12. Hasil Analisis Kuesioner	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Penelitian	41
Lampiran 2. Surat Permohonan Tempat Penelitian	43
Lampiran 3. Data Hasil Kuesioner	42
Lampiran 4. Hasil Kuesioner	45
Lampiran 5. Validasi Ahli Materi	49
Lampiran 6. Data Hasil Kuesioner UAT	51
Lampiran 7. Analisis Hasil Kuesioner User Acceptance Test	52
Lampiran 9. Referensi Model Struktur Sel Tumbuhan.....	55
Lampiran 10. Silabus Biologi	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi dalam dunia pendidikan dapat berperan untuk membantu meningkatkan proses belajar mengajar. Media pembelajaran merupakan sarana penyampaian informasi materi pembelajaran. Media pembelajaran dapat menunjang peserta didik dalam memahami materi secara efektif dan efisien.

Struktur sel tumbuhan merupakan salah satu materi dalam mata pelajaran biologi yang wajib dipelajari oleh siswa Sekolah Menengah Atas kelas XI. Materi struktur sel tumbuhan sulit dipahami siswa dikarenakan media pembelajaran konvensional kurang memvisualisasikan objek – objek sel struktur tumbuhan yang mikroskopis dan tidak dapat dilihat langsung. Berdasarkan survey yang dilakukan penulis terhadap siswa SMA dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam menggunakan kuesioner online yaitu dari 36 responden terdapat 75,9% siswa kesulitan dalam mempelajari struktur sel tumbuhan. Penyampaian materi pada saat ini masih melalui media konvensional seperti papan tulis dan buku. Kurangnya media pembelajaran merupakan faktor yang mempengaruhi pemahaman siswa dalam mempelajari materi struktur sel tumbuhan.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama” telah membahas implementasi Augmented Reality dalam mata pembelajaran biologi tentang sistem eksresi manusia untuk mengetahui keefektifan Augmented Reality dalam proses pembelajaran (Yuthsi Aprilinda & Robby Yuli, 2020). Penelitian lain telah dilakukan oleh (Asep Triyono, 2021) yaitu “Aplikasi Pembelajaran Biologi Tentang Tanaman Berbasis Augmented Reality Untuk Kelas XI”. Tujuan peneliti dalam penelitian ini adalah memudahkan guru dalam menyampaikan materi biologi tentang jaringan penyusun daun dan batang tanaman dengan membuat aplikasi Augmented Reality berbasis android.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis akan melakukan penelitian dengan membuat aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan dengan menggunakan metode markerless.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran interaktif struktur sel tumbuhan dengan metode markerless untuk membantu siswa dalam memahami materi biologi struktur sel tumbuhan.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah pada perancangan aplikasi ini adalah:

1. Perancangan aplikasi ini hanya membahas tentang struktur sel tumbuhan yang terdiri dari dinding sel , nukleus, badan golgi, mitokondria, retikulum endoplasma, vakuola, kloroplas.
2. Perancangan dan pembuatan model 3 dimensi sel struktur tumbuhan menggunakan software Blender 3D dan pembuatan aplikasi augmented reality menggunakan software Unity.
3. Aplikasi ini dapat digunakan dengan smartphone android dengan minimum OS android versi 8.0.

4. Aplikasi augmented reality yang digunakan berbasis offline.
5. Aplikasi augmented reality menggunakan markerless based tracking.

1.4 Manfaat

Berikut manfaat dari penelitian ini :

1. Bagi Siswa :

- a. Membantu siswa memvisualisasikan objek sel struktur penyusun tumbuhan.
- b. Memudahkan siswa dalam mempelajari struktur sel tumbuhan dan dapat belajar dimana saja dan kapan saja dengan menggunakan Augmented Reality.
- c. Meningkatkan minat belajar siswa untuk mempelajari struktur sel tumbuhan dengan metode pembelajaran yang interaktif.

2. Bagi Guru

Menggunakan media Augmented Reality sebagai alternatif media pembelajaran sehingga membantu dalam proses mengajar materi struktur sel tumbuhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

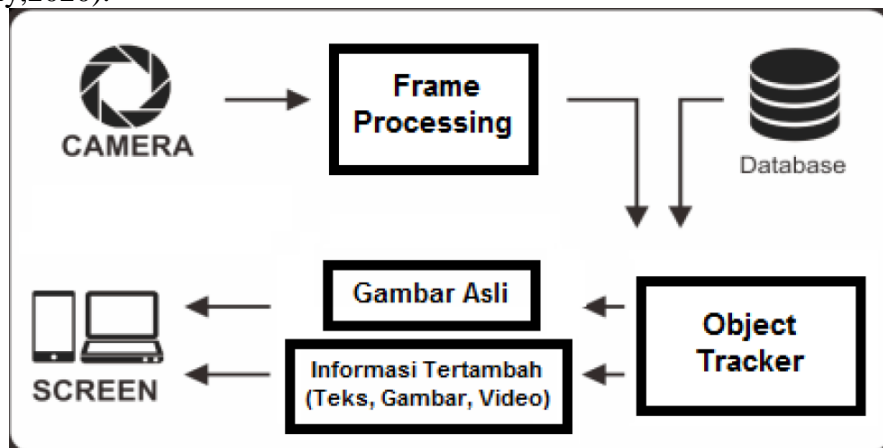
2.1.1 Media Pembelajaran

Media Pembelajaran dapat didefinisikan sebagai alat bantu berupa fisik maupun non fisik yang sengaja digunakan sebagai perantara antara tenaga pendidik dan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran agar lebih efektif dan efisien. Sehingga materi pembelajaran lebih cepat diterima peserta didik dengan utuh serta menarik minat peserta didik untuk belajar lebih lanjut (Hamka,2018).

Peranan media pembelajaran dalam proses belajar dan mengajar merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dari dunia pendidikan. Media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan pengirim kepada penerima, sehingga dapat merangsang pikiran,perasaan, perhatian dan minat peserta didik untuk belajar (Tafonao, 2018).

2.1.2 Augmented Reality

Augmented Reality adalah gabungan antara objek virtual dengan objek nyata yang merupakan pengalaman interaktif dari lingkungan dunia nyata, dimana objeknya berada di dunia nyata oleh informasi persepsi yang dihasilkan komputer (Fathony,2020).



Gambar 1. Alur Kerja Aplikasi AR

Augmented Reality memiliki tiga prinsip yaitu :

1. AR dapat menampilkan objek virtual ke dalam dunia nyata.
2. AR berjalan secara interaktif dan *real time*.
3. Adanya integrasi dengan benda 3 dimensi.

2.1.3 Markerless Based Tracking

Metode Augmented Reality tanpa marker tidak memerlukan marker untuk menampilkan objek virtual. Objek virtual diproyeksikan dengan mengandalkan sebagian lingkungan sekitar sebagai targetnya (Ulfah Mediaty Arief.2019).

Metode *Markerless Tracking* memiliki kelebihan yaitu memunculkan objek 3D dengan permukaan kontras warna yang baik, penggunaan cahaya terang, dan jarak antara objek dengan jarak maksimum kamera adalah 10 hingga 30 cm, serta dipengaruhi fokus kamera, pencahayaan dan jarak kamera (Naim,2019).

2.1.4 Unity 3D

Unity merupakan software yang digunakan untuk membuat berbagai macam aplikasi seperti game, aplikasi 3 dimensi atau 2 dimensi. Unity dapat digunakan untuk membuat aplikasi berbagai platform seperti mobile, desktop, web dan console.(Ulfah Mediaty Arief.2019).

Unity memiliki kerangka kerja yang mendukung untuk pengembangan teknologi Augmented Reality dengan dukungan bahasa pemrograman C# dan JavaScript dan plugin Vuforia untuk membuat aplikasi Augmented Reality.

2.1.5 Vuforia

Vuforia SDK adalah Software Development Kit berbasis AR yang menggunakan layar perangkat mobile sebagai “lensa ajaib” atau kaca untuk melihat kedalam dunia Augmented dimana dunia nyata dan virtual muncul berdampingan. Aplikasi ini membuat preview kamera secara langsung pada layer smartphone untuk mewakili pandangan dari dunia fisik(Sucipto et al., 2021). Vuforia menyediakan fitur database target yang dapat diakses secara lokal di aplikasi AR. Fitur – fitur yang disediakan oleh Vuforia SDK diantaranya:

1. *Image Targets*
Sistem melacak jenis target yang berupa gambar yang digunakan sebagai penanda agar lebih mudah dikenali
2. *Multi Targets*
Jenis target yang didalamnya terdapat lebih dari satu *image* target dan setua target yang dapat diatur posisi geometrinya
3. *Cylinders Targets*
Sistem melacak jenis target berbentuk silinder yang digunakan sebagai penanda agar lebih mudah dikenali.
4. *Text Recognition*
Metode pengenalan target berdasarkan dari jenis teks. Fitur ini dapat mengenali kata lebih dari 150.000 kata bahasa Inggris.
5. *Object Recognition*
Merupakan jenis target untuk mendeteksi objek yang tidak beraturan
6. *Smart Terrain*
Merupakan jenis target yang memberikan pengalaman berinteraksi dimana objek virtual dapat melakukan ninteraksi dengan objek nyata diantaranya meloncat, berbenturan dan lain-lain.

Untuk menjalankan plugin Vuforia, maka sebelumnya telah diinstall *software game engine* yang mendukung seperti Unity 3D. (Arief Wibawanto & Nastiti, 2019).

2.1.6 Blender

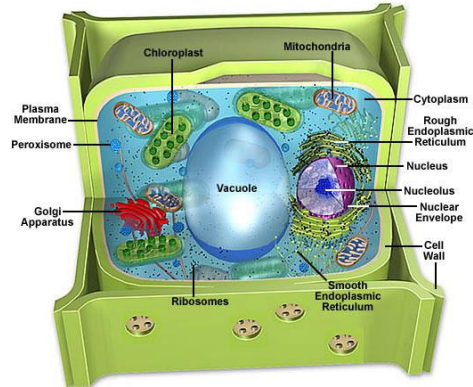
Blender adalah sebuah software yang memungkinkan penggunaanya untuk melakukan pembuatan konten 3D yang interaktif(Harahap et al., 2020). Software ini menawarkan fungsi penuh untuk melakukan modelling, rendering, pembuatan animasi, pos produksi, dan pembuatan game(Surahman et al., 2021).

2.1.7 Android

Android adalah software platform yang open source untuk mobile device. Android berisi sistem operasi, middleware dan aplikasi-aplikasi dasar. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi.

Basis OS Android adalah kernel linux 2.6 yang telah dimodifikasi untuk mobile device (Syah, 2020).

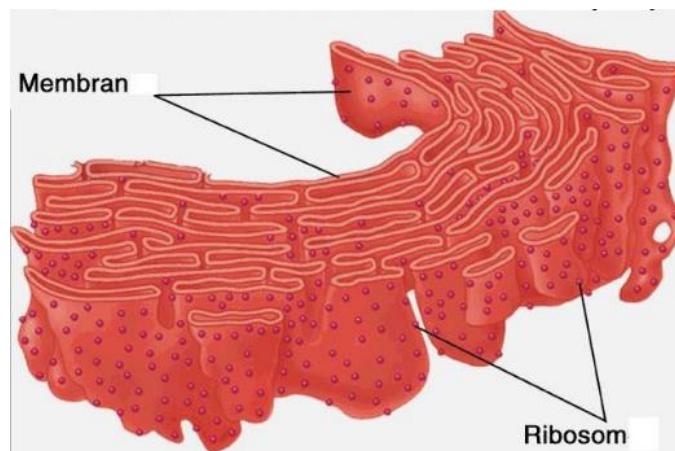
2.1.8 Struktur Sel Tumbuhan



Gambar 2. Struktur Sel Tumbuhan (Sumber : micro.magnet.fsu.edu)

Tumbuhan terdiri atas sel. Sel merupakan unit terkecil dari organisme. Pada sel tumbuhan terdapat dinding sel yang mengelilingi protoplasma (Ramdhini, Manalu, et al., 2021). Dalam sel tumbuhan tingkat tinggi terdapat bagian sel sebagai berikut:

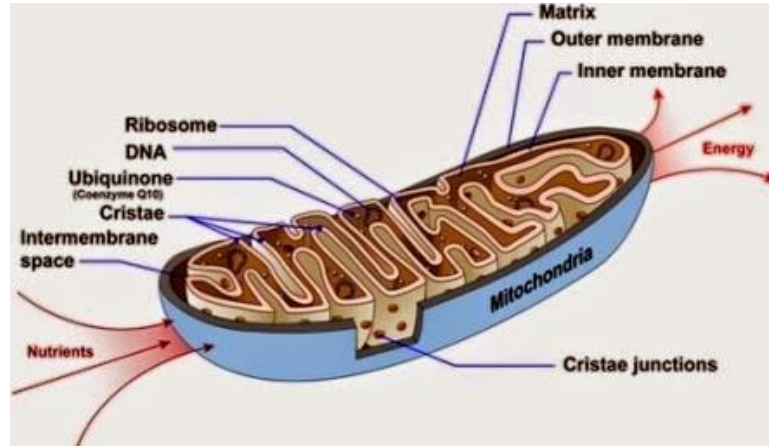
1. Dinding Sel
Dinding Sel merupakan matriks ekstraseluler yang dapat menyelubungi sel tanaman dari luar membran sel. Dinding sel berperan sebagai pelindung sel tumbuhan, mempertahankan bentuk agar dapat tegak melawan gaya gravitasi.
2. Membran Plasma
Membran plasma berfungsi pada komunikasi ekstraseluler untuk pertukaran zat. Fitur ini mengontrol fungsi utama seluler, seperti *transportation*, *endositosis*, *diferensiasi* dan *proliferasi* sel (Handziko, 2021).
3. Ribosom
Ribosom merupakan makromolekul yang terdiri dari RNA dan protein. Fungsinya adalah menerjemahkan mRNA dan menghasilkan polipeptida yang sesuai (Martinez-Seidel, Beine-Golovchuk, Hsieh, et al., 2020).
4. Retikulum Endoplasma



Gambar 3. Retikulum Endoplasma (Sumber : ruangguru.com)

Retikulum endoplasma adalah organel terbesar dan tempat utama sintesis dan transportasi protein, pelipatan protein, sintesis lipid dan steroid, metabolisme karbohidrat dan penyimpanan kalsium (Handziko, 2021).

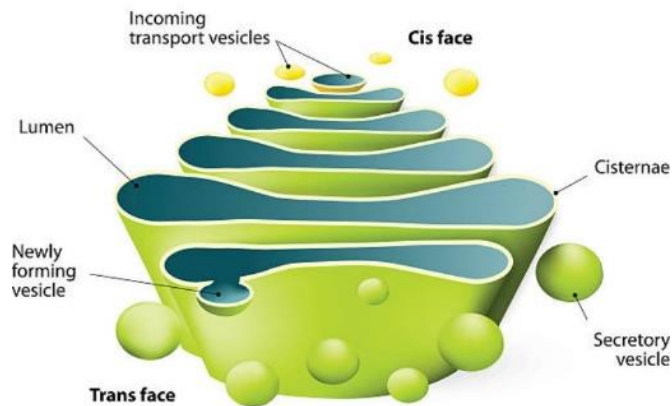
5. Mitokondria



Gambar 4. Mitokondria (Sumber : materi.co.id)

Mitokondria adalah organel bermembran ganda Tak hanya menghasilkan energi, tetapi fitur ini juga berperan dalam metabolisme asam amino dan biosintesis hormone.

6. Badan Golgi

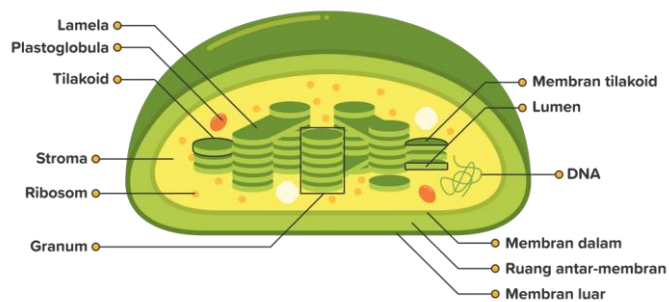


Gambar 5. Badan Golgi (Sumber: saintif.com)

Badan Golgi adalah organel dengan struktur bertumpuk dalam sel, dan berperan penting dalam transportasi intraseluler, modifikasi protein dan lipid, serta sintesis polisakarida dalam sel (Handziko, 2021).

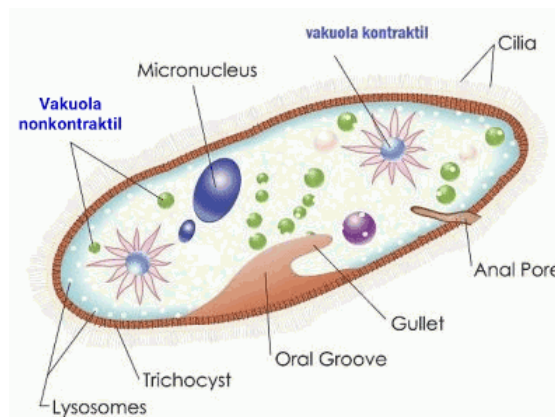
7. Kloroplas

Kloroplas adalah plastida hijau bermembran ganda yang berfungsi untuk fotosintesis dengan tenaga cahaya dan asimilasi karbon dalam sel tumbuhan (Fristedt, 2017).



Gambar 6. Kloroplas (Sumber: ruangguru.com)

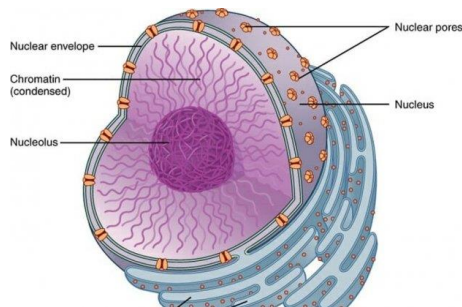
8. Vakuola



Gambar 7. Vakuola (Sumber: saintif.com)

Vakuola adalah organel yang merupakan kompartemen sel terbesar, menempati hingga 90% volume sel tumbuhan dan berfungsi untuk penyimpanan serta pengangkutan zat (Tan, Li, Wang, et al., 2019).

9. Nukleus



Gambar 8. Nukleus (Sumber: ruangguru.com)

10. Nukleus adalah struktur paling menonjol dalam sel dan berisi sebagian besar DNA dalam bentuk kromosom, dan merupakan tempat replikasi dan transkripsi DNA (Handziko, 2021).

2.1.9 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah banyaknya cahaya yang ada pada suatu luas permukaan. Sedangkan, fluks cahaya didefinisikan sebagai sejumlah cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Fluks cahaya menggambarkan cahaya yang dipancarkan dari sumber cahaya yang memancarkan ke segala arah, fluks cahaya diukur dalam satuan lumen. Secara ideal seharusnya fluks cahaya memancarkan dari sebuah sumber cahaya adalah

seragam merata ke seluruh arah. Akan tetapi dalam kenyataannya sebuah cahaya tidak tersebar merata tetapi akan ada perbedaan antara cahaya di sumber dengan di jalan cahaya diarahkan. Oleh sebab itu digunakan sebuah istilah untuk mempresentasikan sejumlah cahaya yang dipancarkan dengan istilah intensitas cahaya (Halilintar 2019).

2.2 Penelitian Terdahulu

- 1 Nama Peneliti : Yogi Efri Saputra
Tahun : 2021
Judul : Augmented Reality Untuk Pembelajaran Struktur dan Fungsi Tumbuhan Berbasis Android (Studi Kasus : SMP YABRI Terpadu Pekanbaru)
Isi : Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Augmented Reality sebagai media pembelajaran tentang struktur dan fungsi tumbuhan untuk menambah minat dan daya tarik peserta didik siswa SMP YABRI Terpadu Pekanbaru.

- 2 Nama Peneliti : Yuthsi Aprilinda
Tahun : 2020
Judul : Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama
Isi : Pada penelitian ini dilakukan implementasi Augmented Reality dalam mata pembelajaran biologi tentang sistem ekskresi manusia untuk mengetahui keefektifan Augmented Reality dalam proses pembelajaran.

- 3 Nama Peneliti : Asep Triyono
Tahun : 2021
Judul : Aplikasi Pembelajaran Biologi Tentang Tanaman Berbasis Augmented Reality Untuk Kelas XI
Isi : Penelitian ini adalah bertujuan untuk mempermudah guru dalam menyampaikan materi biologi tentang jaringan penyusun daun dan batang tanaman dengan membuat aplikasi Augmented Reality berbasis android dengan metode marker based.

2.3 Tabel Perbandingan Penelitian

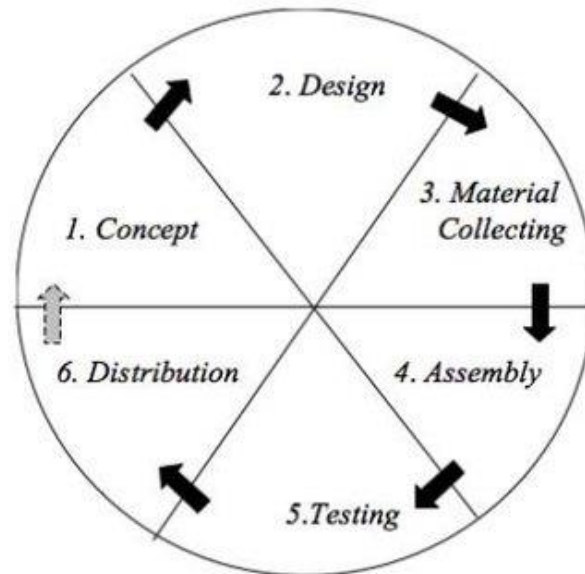
Tabel 1. Perbandingan Penelitian

No	Nama Peneliti & Tahun	Penelitian	Metode		SDK		Penrograman	Basis Aplikasi
			Marker	Markerless	Vuforia	AR Core Foundation		
1	Yogi Efri Saputra (2021)	Augmented Reality Untuk Pembelajaran Struktur dan Fungsi Tumbuhan Berbasis Android (Studi Kasus : SMP YABRI Terpadu Pekanbaru)	-	√	-	√	C#	Mobile
2	Yuthsi Aprilinda (2020)	Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama	√	-	√	-	C#	Mobile
3	Asep Triyono (2021)	Apkasi Pembelajaran Biologi Tentang Tanaman Berbasis Augmented Reality Untuk Kelas XI	√	-	√	-	C#	Mobile
4	Ilham Imani Nur Alam (2022)	Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan Dengan Metode Markerless	-	√	√	-	C#	Mobile

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang merupakan metode pengembangan multimedia yang mempunyai 6 karakteristik yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing, distribution* (Lusa et al., 2020).



Gambar 9. Metode Penelitian Multimedia Development Life Cycle (MDLC).

3.1.1 Concept

Konsep merupakan tahapan untuk menentukan topik penelitian dengan menentukan tujuan penelitian dan menentukan siapa pengguna aplikasi. Kegiatan yang dilakukan pada tahap konsep adalah:

1. Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan dengan mencari, mengumpulkan dan mempelajari literatur seperti buku, jurnal, dan skripsi yang dapat mendukung dalam penelitian.
2. Kuesioner
Kuesioner dilakukan secara online melalui google form kepada siswa Sekolah Menengah Atas dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).
3. Wawancara
Wawancara dilakukan terhadap guru pengampu mata pelajaran biologi SMAN 1 Sukaresmi untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan penelitian serta mendukung solusi penelitian.

3.1.2 Design

Tahapan design dilakukan untuk menentukan alur program dan design aplikasi yang akan dibuat. Design terdiri dari perancangan proses dan perancangan antar muka (*interface*).

1. Perancangan Proses
Perancangan proses merupakan tahapan perancangan alur program dalam bentuk flowchart aplikasi dan diagram navigasi.
2. Perancangan Antar Muka
Pada tahap ini dilakukan perancangan *interface* aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan. Perancangan antarmuka meliputi merancang tampilan halaman utama, halaman materi, halaman quiz, halaman panduan aplikasi dan halaman tentang.

3.1.3 Material Collecting

Pada Tahap material collecting dilakukan pengumpulan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi seperti desain gambar 3 dimensi dan suara. Berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam tahapan material collecting sebagai berikut:

1. Membuat desain 3 dimensi struktur sel tumbuhan sesuai dengan referensi buku pelajaran biologi SMA kelas XI. Pembuatan model 3D menggunakan software Blender. Model 3D akan diexport dalam bentuk file berekstensi .blend dan .fbx akan diimport ke dalam software Unity 3D.
2. Mencari asset *material button, sound effect, icon*.
3. Mencari asset soal dengan menggunakan referensi buku pelajaran biologi SMA kelas XI.

3.1.4 Assembly (Pembuatan)

Tahapan *assembly* (pembuatan aplikasi) merupakan tahapan penting dalam pembuatan aplikasi. Pembuatan program dilakukan berdasarkan perancangan yang telah dibuat pada tahapan *design* (perancangan). Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan software Unity versi 2021.3.15f1 dengan Vuforia SDK dan bahasa pemrograman C#.

3.1.5 Testing (Pengujian)

Tahap *testing* merupakan tahapan untuk melakukan pengujian pada aplikasi yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan metode black box testing untuk menguji fungsionalitas pada aplikasi.

Selain pengujian fungsionalitas, tahap pengujian dilakukan mengacu beberapa variabel indikator seperti :

1. Media permukaan.
2. Intensitas cahaya (lux.)
3. Jarak kamera ke objek (cm).

3.1.6 Distribution (Distribusi)

Distribusi merupakan tahapan akhir yang dilakukan apabila aplikasi telah lolos dari pengujian dan layak untuk digunakan. Aplikasi akan didistribusikan melalui playstore sehingga siswa SMA Negeri 1 Sukaresmi sebagai pengguna dapat mengunduh dan melakukan instalasi aplikasi pada masing – masing smartphone.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian ini berupa perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

a. Perangkat Lunak (*Software*)

1. Unity 3D
2. Blender 3D
3. Visual Studio Code
4. Vuforia
5. Android Studio

b. Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Laptop ASUS STRIX 15 GL503GE
2. Processor i7
3. RAM 16 GB
4. NVidia 1050 Ti
5. Lux meter

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan sebagai sumber informasi pada penelitian ini diantaranya :

1. Kuesioner.
2. Buku pelajaran Biologi kurikulum 2013 yang digunakan di SMAN 1 Sukaresmi.
3. Jurnal digital mengenai Augmented Reality.
4. Buku mengenai Augmented Reality.

BAB IV RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 Tahap Konsep (Concept)

Pada tahap ini dilakukan untuk menentukan tujuan, kegunaan, pengguna dan mengumpulkan informasi awal tentang aplikasi yang akan dibuat. Kegiatan yang dilakukan pada tahap konsep adalah:

1. Studi Pustaka

Pada studi pustaka peneliti menggunakan beberapa referensi buku, jurnal – jurnal digital, yang terkait dengan penelitian, untuk referensi yang dicari terkait dengan :

- a. Augmented reality
- b. Morfologi tumbuhan pada mata pelajaran biologi

2. Kuesioner

Kuesioner dilakukan secara online melalui google form kepada siswa Sekolah Menengah Atas dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Berdasarkan hasil kuesioner yang dilakukan terhadap siswa Sekolah Menengah Atas dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) terdapat 36 koresponden siswa. Dari 36 koresponden terdapat 28 siswa yang berpendapat kesulitan dalam mempelajari materi struktur sel tumbuhan dan 8 siswa tidak mengalami kesulitan dalam mempelajari materi struktur sel tumbuhan. Terdapat 36 koresponden siswa setuju media pembelajaran augmented reality akan membantu mereka dalam memahami materi struktur sel tumbuhan.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap guru pengampu mata pelajaran biologi SMAN 1 Sukaresmi untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan penelitian serta mendukung solusi penelitian.

Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara aplikasi ini dirancang sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan dengan memanfaatkan teknologi augmented reality untuk membantu siswa dalam memvisualisasikan model sel struktur tumbuhan. Berikut deksripsi konsep terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi Konsep

No	Konsep	Deskripsi
1	Judul	Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Stuktur Sel Tumbuhan dengan Metode Markerless
2	Jenis	Media Pembelajaran
3	Tujuan	Menghasilkan media pembelajaran sel struktur tumbuhan yang interaktif untuk meningkatkan minat belajar dan pemahaman siswa terhadap materi struktur sel tumbuhan
4	Kegunaan	Memberikan materi mengenai struktur sel tumbuhan
5	Pengguna	Siswa Sekolah Menengah Atas yang mempelajari struktur sel tumbuhan.
6	<i>Software</i>	Unity 3D, Blender, Vuforia SDK
7	<i>Hardware</i>	<i>Smartphone</i> Android
8	Fitur	Menampilkan objek 3 dimensi, materi dan kuis mengenai struktur sel tumbuhan

4.2 Tahap Design (Perancangan)

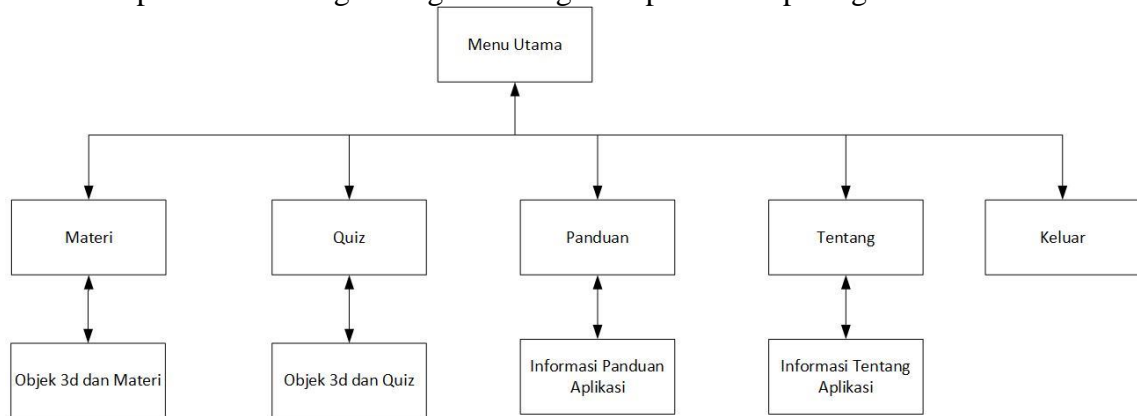
Tahap *design* (perancangan) mendefinisikan kebutuhan aplikasi mulai dari perancangan proses dan perancangan antar muka (*interface*). Pada tahap perancangan dilakukan proses perancangan proses alur sistem dan perancangan antar muka (*interface*).

4.2.1 Perancangan Proses Alur Sistem

Perancangan proses merupakan tahapan perancangan alur program dalam bentuk Diagram navigasi dan flowchart aplikasi.

1. Diagram Navigasi

Diagram navigasi merupakan diagram yang menunjukkan alur dan hubungan tiap halaman aplikasi. Rancangan diagram navigasi dapat dilihat pada gambar 13.



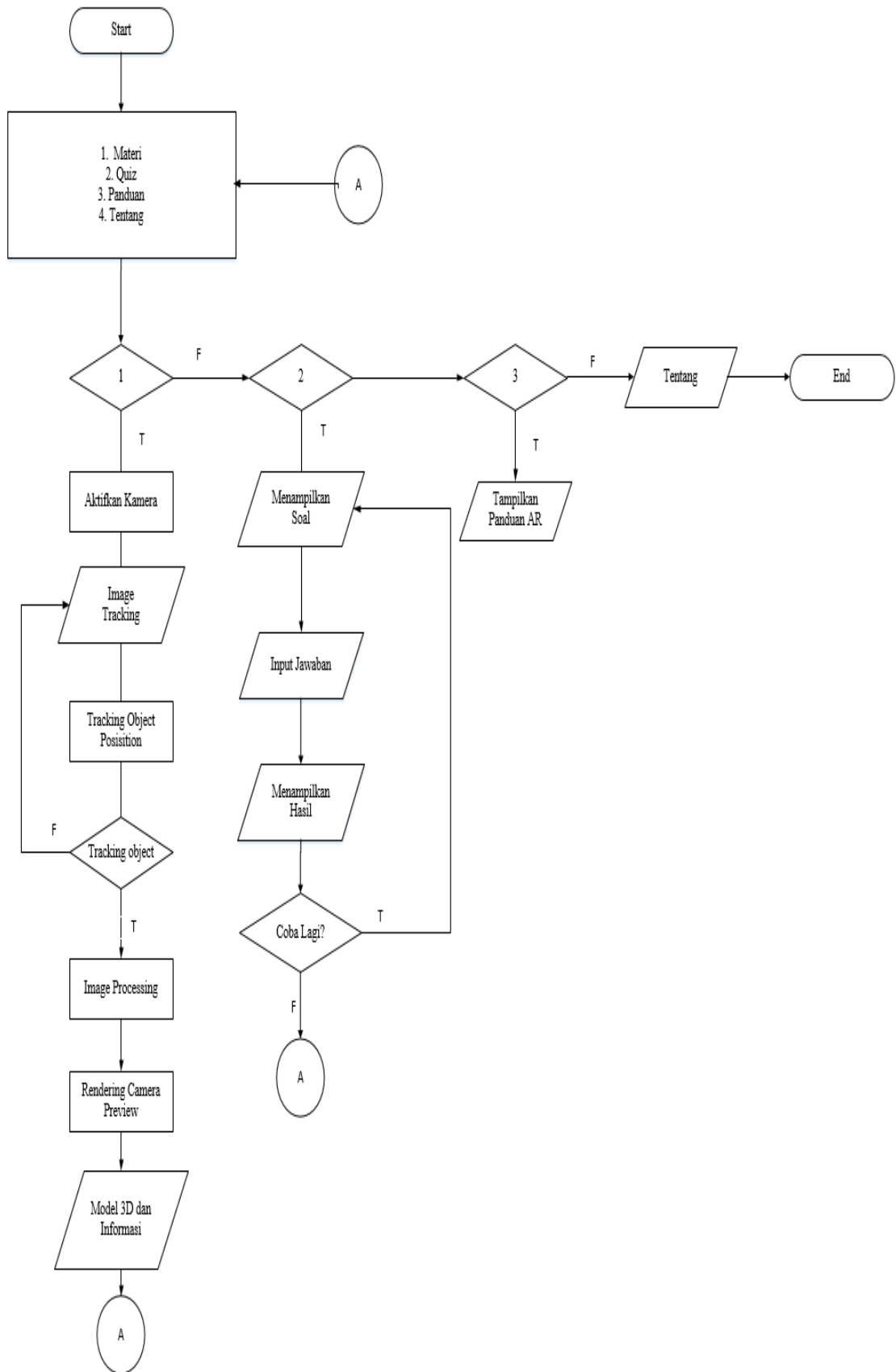
Gambar 10. Diagram Navigasi

2. Flowchart

Flowchart merupakan diagram yang merepresentasikan algoritma dalam sistem. Proses deteksi markerless augmented reality melalui beberapa tahap yaitu:

1. *Object Tracking* adalah proses pengambilan data *image* lingkungan sekitar atau bidang datar sebagai penanda markerless. Pada tahap ini user dituntut untuk mengarahkan kamera *smartphone* ke bidang datar.
2. *Image Processing* adalah proses pencocokan hasil data *image* pada proses *object tracking* yang dihasilkan proses sebelumnya dengan data *image target markerless augmented reality* yang dilakukan oleh sistem AR.
3. *Rendering camera preview* yaitu proses pemanggilan data informasi berupa objek 3d dan informasi untuk ditampilkan pada *user interface* secara *realtime* (Arief, 2019).

Berikut perancangan flowchart dapat dilihat pada gambar 12.



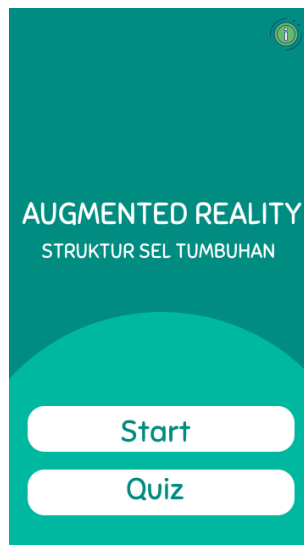
Gambar 11. Flowchart Aplikasi

4.2.2 Perancangan Antar Muka (*Interface*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan *interface* aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan. Perancangan antarmuka meliputi merancang tampilan halaman utama, halaman materi, halaman quiz, halaman panduan aplikasi dan halaman tentang.

1. Perancangan Halaman Menu Utama

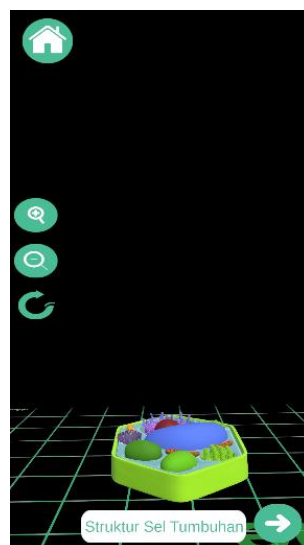
Halaman menu utama adalah halaman yang menampilkan pilihan menu aplikasi. Pada halaman ini memungkinkan siswa untuk memilih menu start untuk memulai materi, menu quiz memungkinkan siswa untuk menjawab pertanyaan terkait struktur sel tumbuhan. Berikut rancangan tampilan halaman utama. Rancangan halaman utama dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Perancangan Halaman Menu Utama

2. Perancangan Halaman Materi AR

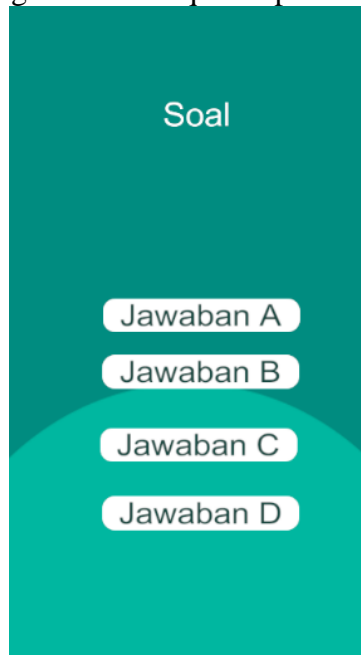
Pada halaman materi pengguna diminta untuk scan lokasi sebagai target marker terlebih dahulu, setelah melakukan scan lokasi marker maka akan ditampilkan objek 3d struktur sel tumbuhan beserta informasinya. Rancangan Halaman materi AR terdapat pada gambar 13.



Gambar 13. Perancangan Halaman Materi

3. Perancangan Halaman Quiz

Pada halaman quiz pengguna akan ditampilkan soal dan jawaban dalam bentuk pilihan ganda. Urutan soal pada halaman quiz akan dilakukan acak sehingga memiliki variasi susunan soal. Rancangan halaman quiz dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Perancangan Halaman Quiz

4. Perancangan Halaman Panduan

Pada halaman informasi terdapat profil pembuat aplikasi dan panduan dalam penggunaan aplikasi augmented reality. Rancangan halaman panduan dapat dilihat pada gambar 15.











Gambar 15. Perancangan Halaman Panduan

4.3 Tahap Material Collecting

Tahapan ini merupakan tahapan pengumpulan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan aplikasi sesuai dengan kebutuhan. Berikut merupakan material yang dibutuhkan :

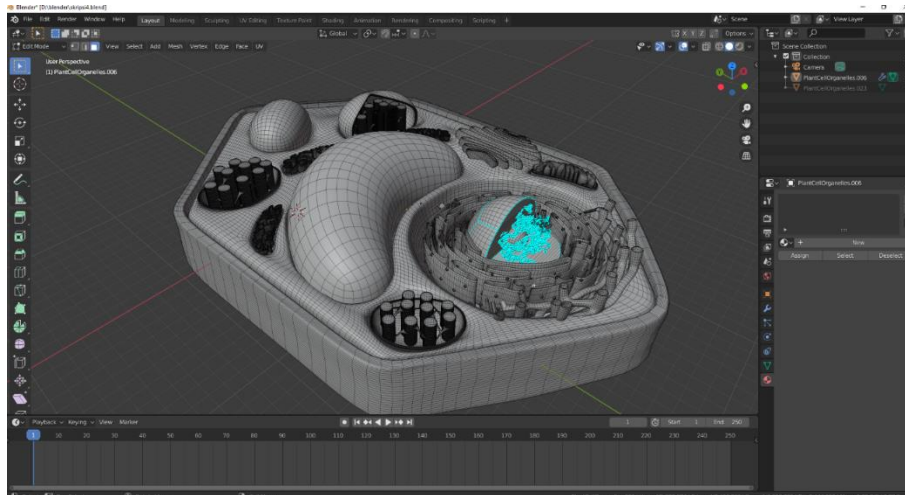
Tabel 3. Material Collecting

No	Material	Keterangan
1		Button Start. Button ini diletakan pada menu utama dan ketika diklik akan menampilkan halaman materi
2		Button Quiz. Button ini diletakan pada menu utama dan ketika diklik akan menampilkan halaman quiz.
3		Button Home. Button ini diletakan pada halaman materi untuk kembali ke menu utama.
4		Button Info. Button ini diletakan pada halaman menu utama dan ketika diklik akan menampilkan halaman panduan.
5		Button Next. Button ini diletakan pada halaman materi untuk menuju materi selanjutnya.
6		Button Previous. Button ini diletakan pada halaman materi untuk menuju materi sebelumnya.
7		Icon Check . Icon ini diletakan pada halaman quiz dan akan muncul ketika pengguna menjawab pertanyaan dengan benar.
8		Icon Cross. Icon ini diletakan pada halaman quiz dan akan muncul ketika pengguna menjawab pertanyaan dengan salah.

4.3.1 Pemodelan Objek 3D

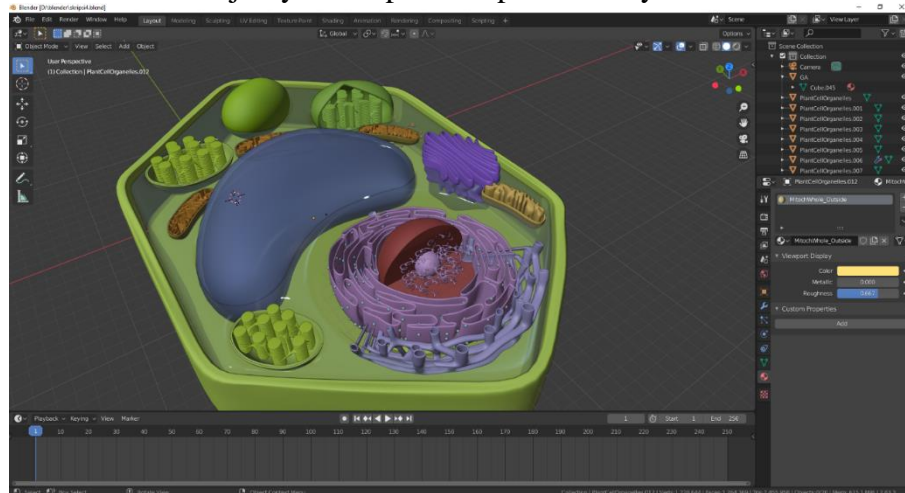
Objek 3D merupakan target yang akan ditampilkan dalam aplikasi Augmented Reality sehingga pengguna dapat melihat bentuk dan informasi dari struktur sel tumbuhan. Pemodelan objek 3D struktur sel tumbuhan ini menggunakan aplikasi blender dengan buku paket pelajaran biologi SMA Kelas XI sebagai referensi model yang dibuat .

Pemodelan dilakukan dengan tahapan *modelling* yaitu membentuk objek terlebih dahulu. Pada tahap *modelling* setiap model sel dibentuk satu persatu kemudian dilakukan *join* atau penggabungan untuk menggabungkan seluruh model sel yang telah dibuat.



Gambar 16. Modelling Objek 3D Struktur Sel Tumbuhan

Setelah dilakukan proses *modelling*, dilakukan tahapan shading yaitu pemberian warna pada objek 3D. Setelah model sel 3D dibentuk lalu dilakukan export dengan ekstensi **.fbx** untuk selanjutnya di import ke aplikasi unity.



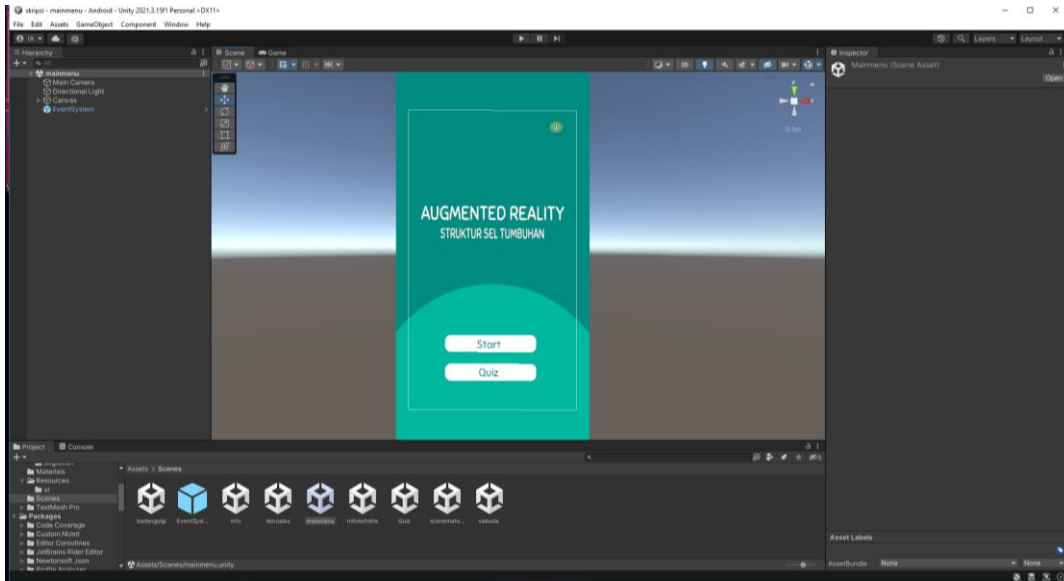
Gambar 17. Shading Objek 3D Struktur Sel Tumbuhan

4.4 Assembly (Pembuatan)

Tahap assembly (pembuatan) adalah tahap pembuatan aplikasi berdasarkan perancangan yang telah dibuat pada tahap design. Objek 3d dan material yang telah dikumpulkan pada tahap material collection digabungkan dalam pembuatan aplikasi. Pembuatan program aplikasi dilakukan dengan menggunakan software Unity 3D dan Vuforia SDK.

4.4.1 Halaman Menu Utama

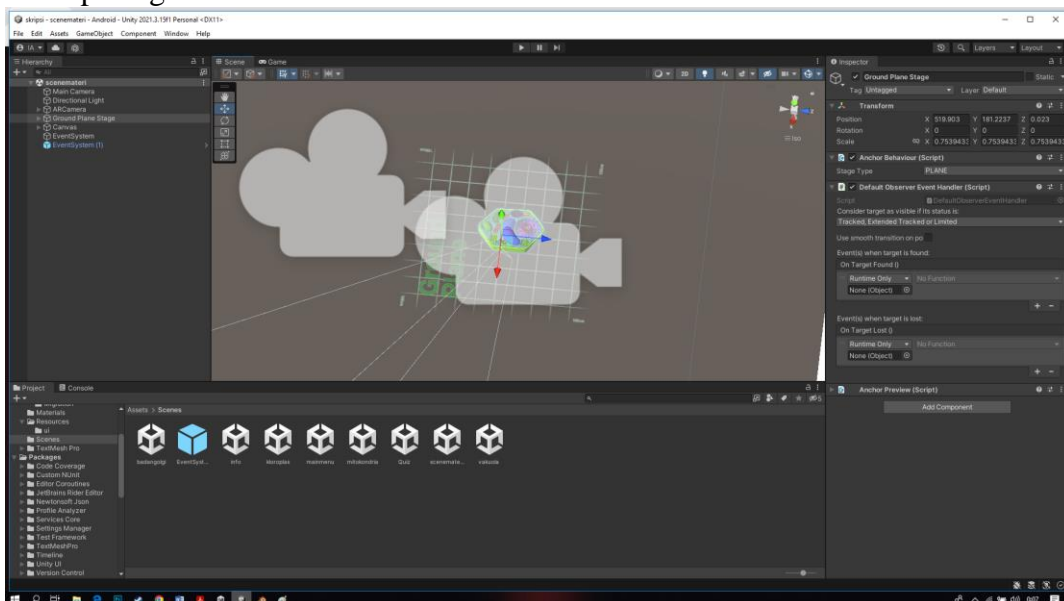
Halaman Menu utama terdiri dari beberapa *button* yaitu *button start*, *button quiz*, dan *button* menu panduan. Berikut pembuatan halaman menu utama pada Unity 3D.



Gambar 18. Pembuatan Halaman Utama

4.4.2 Halaman Materi

Pada halaman materi terdapat pembuatan AR (Augmented Reality). Pada pembuatan AR dilakukan import SDK Vuforia ke aplikasi Unity 3D. Vuforia SDK telah menyediakan AR Camera, Plane Finder, dan Ground Plane Stage untuk pembuatan aplikasi AR. Setelah dibuat Ground Plane Stage dimasukkan game object untuk menyimpan object 3D yang akan ditampilkan. Pembuatan halaman materi dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Pembuatan Halaman Materi

Pada halaman materi dilakukan pembuatan fitur *zoom in*, *zoom out* dan *zoom out*. Pembuatan *zoom in* dan *zoom out* dilakukan dengan skala 0.01 sehingga objek 3 dimensi akan diperbesar atau diperkecil dengan skala 0.01 ketika fitur digunakan.

```

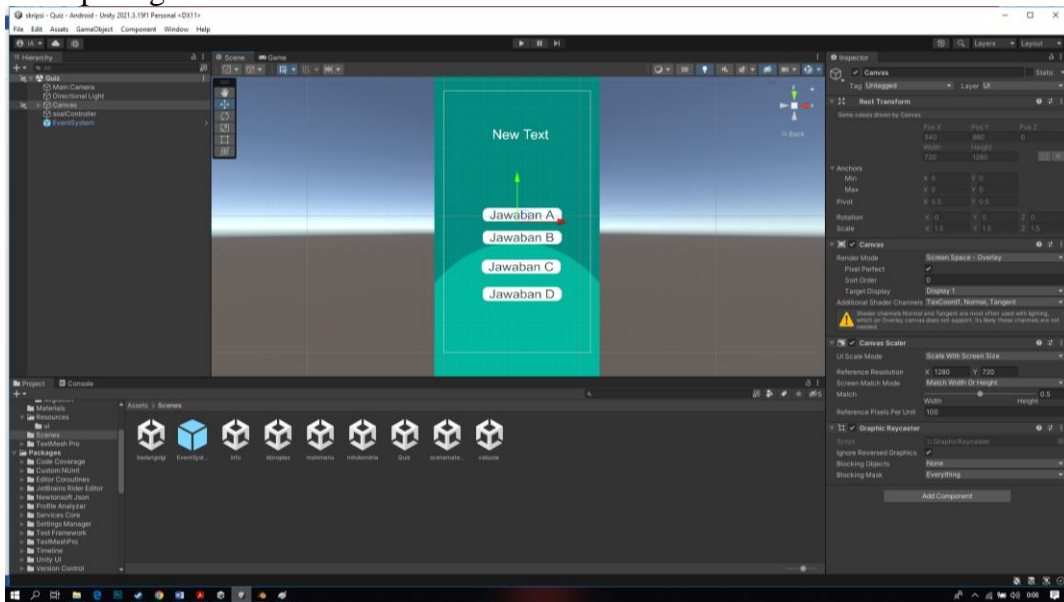
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class scaleInOut : MonoBehaviour
6  {
7      public GameObject Object;
8
9      private bool _ZoomIn;
10     private bool _ZoomOut;
11
12     //object scale speed
13     public float Scale = 0.1f;
14
15     // Update is called once per frame
16     void Update()
17     {
18         if (_ZoomIn)
19         {
20             //make a bigger object
21             Object.transform.localScale += new Vector3(Scale, Scale, Scale);
22         }
23
24         if (_ZoomOut)
25         {
26             //make a small object
27             Object.transform.localScale -= new Vector3(Scale, Scale, Scale);
28         }
29
30         //Make object scaled big
31         public void OnPressZoomIn()
32         {
33             _ZoomIn = true;
34         }
35
36         public void OnReleaseZoomIn()
37     }
38

```

Gambar 20. Implementasi Code Fitur Zoom

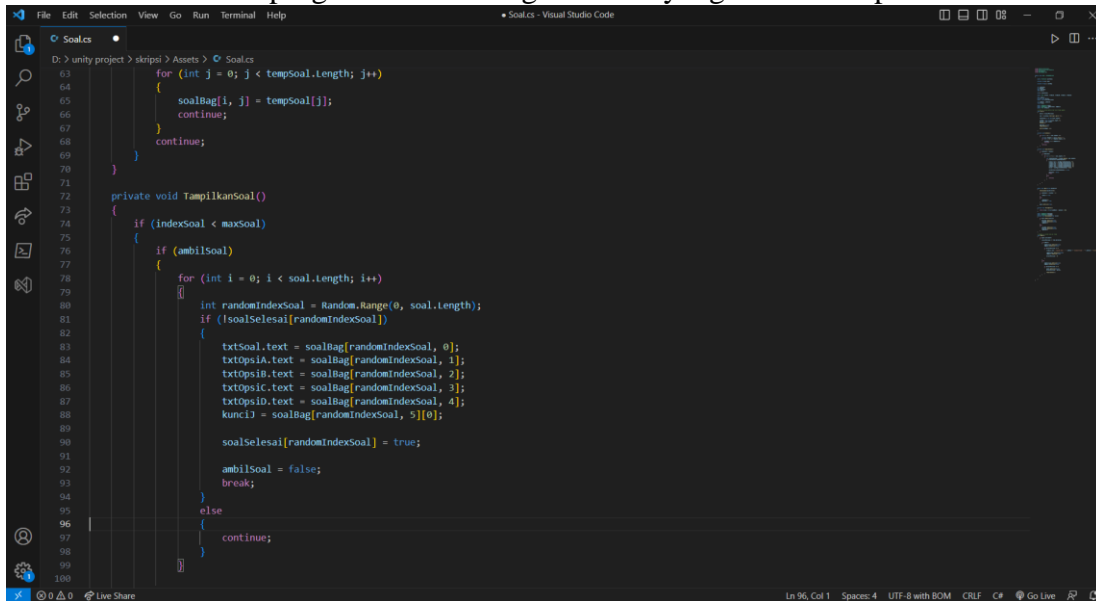
4.4.3 Halaman Quiz

Pada halaman quiz terdapat pertanyaan dan jawaban berbentuk soal pilihan ganda. Pembuatan halaman quiz dilakukan dengan membuat canvas dan 4 button untuk pilihan ganda. Pembuatan script untuk quiz pilihan ganda menggunakan visual studio code dan bahasa pemrograman C#. Berikut pembuatan halaman quiz dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 21. Pembuatan Halaman Quiz

Untuk memberikan variasi dalam tampilan soal, dilakukan pembuatan fungsi random dalam kode program untuk mengacak soal yang akan ditampilkan.

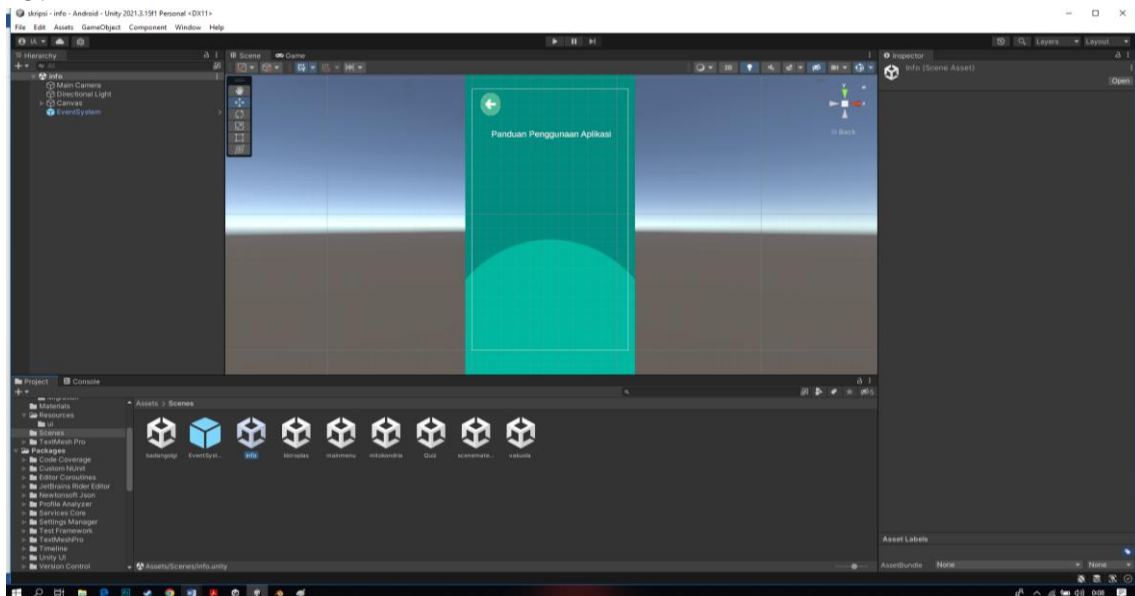


```
63 for (int j = 0; j < tempSoal.Length; j++)
64 {
65     soalBag[1, j] = tempSoal[j];
66     continue;
67 }
68 continue;
69 }
70 }
71 }
72 private void TampilkanSoal()
73 {
74     if (indexSoal < maxSoal)
75     {
76         if (ambilSoal)
77         {
78             for (int i = 0; i < soal.Length; i++)
79             {
80                 int randomIndexSoal = Random.Range(0, soal.Length);
81                 if (!soalSelesai[randomIndexSoal])
82                 {
83                     txtSoal.text = soalBag[randomIndexSoal, 0];
84                     txtOpsiA.text = soalBag[randomIndexSoal, 1];
85                     txtOpsiB.text = soalBag[randomIndexSoal, 2];
86                     txtOpsiC.text = soalBag[randomIndexSoal, 3];
87                     txtOpsiD.text = soalBag[randomIndexSoal, 4];
88                     kunciJ = soalBag[randomIndexSoal, 5][0];
89
90                     soalSelesai[randomIndexSoal] = true;
91
92                     ambilSoal = false;
93                     break;
94                 }
95                 else
96                 {
97                     continue;
98                 }
99             }
100 }
```

Gambar 22. Pembuatan Kode Program Fitur Random

4.4.4 Halaman Panduan

Halaman panduan terdapat panduan penggunaan aplikasi dan profil pembuat aplikasi. Pembuatan halaman panduan dilakukan dengan membuat canvas untuk menyisipkan *Text Mesh Pro*. Pembuatan halaman panduan dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 23. Pembuatan Halaman Panduan

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

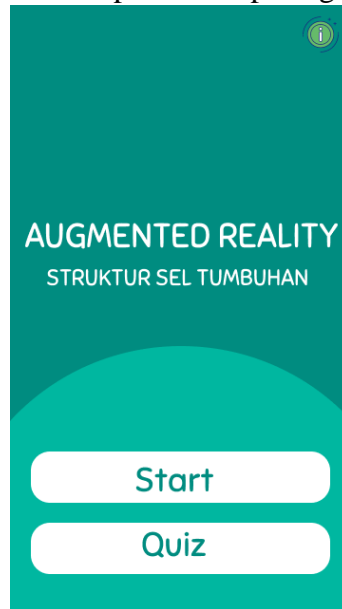
Hasil penelitian ini adalah aplikasi augmented reality struktur sel tumbuhan dengan metode markerless yang berbasis android. Tahap selanjutnya merupakan implementasi interface yang sudah dirancang ke dalam bentuk sistem aplikasi augmented reality berbasis android. Hasil implementasi interface selanjutnya dilakukan pengujian terhadap aplikasi untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik atau terdapat kesalahan.

5.1.1 Hasil Implementasi Interface

Hasil dari implementasi rancangan interface pada pembuatan aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran sebagai berikut.

1. Tampilan Halaman Menu Utama

Tampilan halaman menu utama dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 24. Tampilan Halaman Menu Utama

Pada halaman menu utama terdapat tombol start untuk menuju ke halaman materi yang akan menampilkan kamera untuk melakukan scan pada bidang datar dan akan memunculkan materi dalam objek 3D, tombol quiz untuk menuju ke halaman quiz yang akan menampilkan soal dalam bentuk pilihan ganda, dan tombol info untuk menuju ke halaman panduan yang akan menampilkan panduan penggunaan aplikasi AR dan profil pembuat aplikasi.

2. Tampilan Halaman Materi

Tampilan halaman materi dapat dilihat pada gambar.

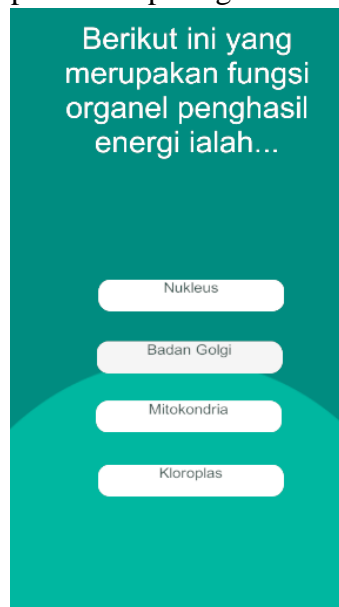


Gambar 25. Tampilan Halaman Materi

Pada halaman materi pengguna akan mengaktifkan kamera untuk melakukan scan pada bidang datar untuk memunculkan objek 3D dan deskripsi mengenai objek.

3. Tampilan Halaman Quiz

Tampilan halaman quiz dapat dilihat pada gambar.

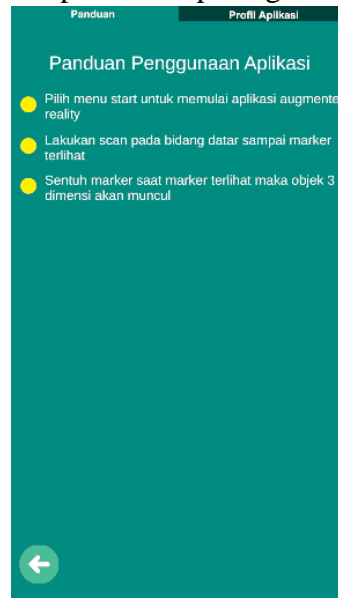


Gambar 26. Tampilan Halaman Quiz

Pada halaman quiz terdapat beberapa soal dalam bentuk pilihan ganda yang setiap dibuka untuk dimainkan, soalnya akan teracak dan akan menampilkan skor akhir setelah menjawab beberapa soal yang telah di jawab.

4. Tampilan Halaman Panduan

Tampilan halaman panduan dapat dilihat pada gambar.



Gambar 27. Tampilan Halaman Panduan

Pada halaman panduan terdapat panduan tata cara penggunaan aplikasi AR dan profil pembuat aplikasi.

5.2 Uji Coba

Uji coba sistem aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi ini sudah berjalan sebagai mestinya dan mengetahui kekurangan pada aplikasi seperti tombol tidak berfungsi, menu tidak berjalan, objek 3D tidak muncul dan sebagainya. Dalam uji coba aplikasi terdapat beberapa tahap yang dilakukan yaitu :

- a. Uji coba sistem.
- b. Uji coba media.
- c. Uji coba jarak.
- d. Uji komparabilitas.

5.2.1 Uji Coba Sistem

Uji coba sistem dilakukan dengan black box testing. Pengujian dilakukan dengan cara menguji aplikasi dari segi fungsionalitas dengan cara dilakukan penginstalan lalu menjalankan aplikasi untuk dilakukan pengujian tampilan dan tombol yang sudah direncanakan. Uji coba sistem dapat dilihat pada tabel 4.

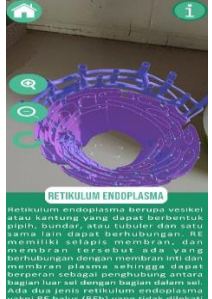
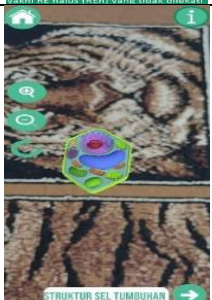



Tabel 4. Uji Fungsionalitas

Halaman	Fungsi	Teknis Uji Coba	Hasil
Halaman Menu Utama	Tombol Start	Klik tombol start untuk masuk ke halaman materi	Berfungsi
	Tombol Quiz	Klik tombol quiz untuk masuk ke halaman quiz	Berfungsi
	Tombol Info	Klik tombol info untuk masuk ke halaman info	Berfungsi
Halaman Materi	Mengaktifkan kamera	Ketika halaman materi dibuka kamera harus aktif secara otomatis	Berfungsi
	Scan pada bidang datar	Melakukan scan pada bidang datar untuk memunculkan target marker	Berfungsi
	Objek 3D muncul	Setelah melakukan scan pada bidang datar lalu klik pada marker maka objek 3D akan muncul	Berfungsi
	Tombol Next	Klik tombol next maka objek 3D akan berganti pada scene materi selanjutnya	Berfungsi
	Tombol Back	Klik tombol back maka objek 3D akan berganti pada scene materi sebelumnya	Berfungsi
Halaman Quiz	Text Soal	Text soal akan berganti setelah soal dijawab	Berfungsi
	Tombol Jawaban	Menampilkan jawaban benar atau salah ketika setelah diklik	Berfungsi
Halaman Panduan	Tombol Back	Klik tombol back maka akan kembali ke menu utama	Berfungsi

5.2.2 Uji Coba Media

Uji coba media dilakukan pengecekan apakah objek 3D muncul pada beberapa bidang datar dengan media yang berbeda. Berikut tabel pengujian media.

Tabel 5. Uji Coba Media

No	Media	Hasil Gambar	Keterangan
1	Media Keramik Polos		Objek 3D muncul pada media keramik polos. Objek 3D muncul dengan jelas dan detail pada media keramik polos. Durasi muncul marker 5-8 detik
2	Media Bercorak		Objek 3D muncul pada media bercorak. Objek 3d sedikit menyatu dengan media. Durasi muncul marker 5 – 8 detik
3	Media Kayu		Objek 3D muncul pada media kayu. Durasi muncul marker 8 - 10 detik
4	Media Warna Hitam		Objek 3D muncul pada media kayu. Durasi muncul marker 8 - 10 detik
5	Media Lantai Semen		Objek 3D muncul pada media kayu. Durasi muncul marker 8 - 10 detik

5.2.3 Uji Coba Jarak

Uji coba jarak dilakukan untuk mengetahui berapa jarak minimal dan maksimal objek akan muncul. Pada uji coba ini dilakukan percobaan pada jarak 1 meter sampai dengan 5 meter. Jarak dihitung dari kamera ke media bidang datar. Berikut hasil uji coba jarak dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Uji Coba Jarak

No	Jarak	Keterangan Hasil
1	1 Meter	Pada jarak 1 meter objek 3D muncul dengan optimal. Durasi muncul marker sekitar 6-8 detik.
2	2 Meter	Pada jarak 2 meter objek 3D muncul dengan baik . Durasi muncul marker 9-12 detik.
3	3 Meter	Pada jarak 3 meter objek 3d mendapati penurunan detail dan ketajaman gambar. Durasi muncul marker 15 detik.
4	4 Meter	Pada jarak 4 meter objek 3D yang muncul keluar akan tetapi detail tidak terlihat. Durasi muncul marker sekitar 12 – 15 detik.
5	5 Meter	Marker tidak muncul.

Berdasarkan uji coba jarak, jarak optimal untuk menggunakan aplikasi Augmented Reality yaitu pada jarak 1 meter.

5.2.4 Uji Coba Intensitas Cahaya

Uji coba intensitas cahaya dilakukan untuk mengetahui intensitas cahaya minimal dan maksimal objek akan muncul. Pengujian intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan aplikasi light meter. Berikut hasil uji coba intensitas cahaya.

Tabel 7. Uji Coba Intensitas Cahaya

No	Intensitas Cahaya	Hasil
1	<50 lux	Pada intensitas cahaya dibawah 50 lux marker tidak terdeteksi dan augmented reality tidak bisa digunakan
2	100 – 200 lux	Pada intensitas cahaya 100 sampai dengan 200 lux marker terdeteksi dan membutuhkan waktu 8 -10 detik hingga marker terdeteksi
3	200 – 500 lux	Pada intensitas cahaya 200 sampai dengan 500 lux marker terdeteksi dan membutuhkan waktu 7 detik hingga marker terdeteksi
4	500 – 1000 lux	Pada intensitas cahaya 500 sampai dengan 1000 lux marker terdeteksi dan membutuhkan waktu 5 -8 detik hingga marker terdeteksi
5	1000 – 2000 lux	Pada intensitas cahaya 1000 sampai dengan 2000 lux marker terdeteksi dan membutuhkan waktu 5-8 detik hingga marker terdeteksi

Berdasarkan uji coba intensitas cahaya, penggunaan aplikasi optimal pada intensitas cahaya 1000 lux. Pada intensitas cahaya 1000 lux.

5.2.5 Uji Kompabilitas

Uji kompabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat berjalan dengan baik pada device lain yang memiliki spesifikasi dan versi lainnya. Pengujian kompabilitas dilakukan pada beberapa jenis smartphone. Berikut hasil uji coba perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Uji Kompabilitas

No	Jenis Smartphone	Spesifikasi	Hasil
1	Realme 5 pro	CPU : Octa-core (2x2.3 GHz) RAM : 4GB Kamera : 48 MP OS : Android 9	Aplikasi berjalan dengan baik
2	Samsung A 32	CPU : Octa-core (2x2.0 GHz Cortex-A76) RAM : 6 GB Kamera: 48 MP OS : Android 11	Aplikasi berjalan dengan baik
3	Redmi Note 8 Pro	CPU : Helio G90T RAM : 4GB Kamera: 64 MP OS : MIUI 10	Aplikasi berjalan dengan baik
4	Samsung A30S	CPU :OctaCore (2x1.8 GHz Cortex-A73 & 6x1.6 GHz Cortex-A53) RAM : 4 GB Kamera :25 MP OS : Android 9	Aplikasi berjalan dengan baik
5	Redmi 5	CPU :Octa-core 1.8 GHz Cortex –A53 RAM : 4 GB Kamera :12 MP OS : Android 7.1.2	Augmented reality tidak berjalan dikarenakan OS android dibawah versi 8.0

Berdasarkan hasil uji kompabilitas diatas, aplikasi augmented reality dapat digunakan pada android minimum OS Android versi 8.0.

5.4 Pembahasan

Dalam penelitian ini penerapan augmented reality (AR) dengan metode markerless menggunakan unity dan SDK Vuforia. SDK Vuforia memiliki package AR kamera, Plane Finder dan Ground Planning yang memudahkan pembuatan aplikasi augmented reality. Metode markerless dipilih karena memudahkan pengguna aplikasi dalam menggunakan augmented reality. Pengguna hanya perlu melakukan scan pada bidang datar untuk memunculkan objek 3 dimensi.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian oleh ahli materi untuk mengetahui kesesuaian materi dengan kurikulum. Setelah dilakukan pengujian materi oleh ahli materi tahap selanjutnya adalah pengujian *User Acceptance Test* (UAT). Pengujian

UAT dimplementasikan dengan mengikutsertakan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi untuk melihat seberapa besar tingkat kemudahan dan kepuasan pengguna dari aplikasi yang telah dikembangkan.

5.4.1 Hasil Pengujian Ahli Materi

Uji Validasi ahli materi dilakukan untuk mengetahui kelayakan materi pada aplikasi augmented reality struktur sel tumbuhan dengan metode markerless ini. Ahli materi yang melakukan validasi pada penelitian ini yaitu guru Biologi SMA. Setelah melakukan validasi adapun penilaian yang sudah diberikan.

A. Skala Penilaian

- 1 : berarti “kurang sekali” diberi nilai 1
- 2 : berarti “kurang” diberi nilai 2
- 3 : berarti “baik” diberi nilai 3
- 4 : berarti “sangat baik” diberi nilai 4

Tabel 9. Instrumen Validasi Materi

No	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
1	Judul dan pembahasan isi materi sudah sesuai				✓
2.	Kesuaian materi dengan kurikulum			✓	
3.	Materi disampaikan secara runtut			✓	
4.	Kelengkapan materi			✓	
5.	Kesesuaian Objek 3D struktur sel tumbuhan dengan materi			✓	
6.	Menggunakan bahasa yang mudah dimengerti			✓	
7.	Kesesuaian pertanyaan dan jawaban pada menu quiz				✓
8.	Materi disampaikan dengan cara yang menarik				✓
9.	Penyajian materi dapat menarik minat belajar siswa				✓
10.	Materi dapat dipahami siswa dengan mudah			✓	

a. Penilaian ahli materi yang menjawab kurang sekali (1) = 0 x 1 = 0

b. Penilaian ahli materi yang menjawab kurang (2) = 0 x 2 = 0

c. Penilaian ahli materi yang menjawab baik (3) = 6 x 3 = 18

d. Penilaian ahli materi yang menjawab sangat baik (4) = 4 x 4 = 16

Total Nilai = 34

Y = skor tertinggi likert x jumlah jawaban

X = skor terendah likert x jumlah jawaban

Y = 4 x 10 = 40

$$X = 1 \times 10 = 10$$

Jika total penilaian ahli diperoleh 35 maka penilaian ahli terhadap aplikasi tersebut adalah jumlah nilai dibagi jumlah item dengan menggunakan rumus index. Rumus index = $100 / \text{jumlah skor (likert)}$. Dari pengukuran interpretasi skor diatas, diperoleh hasil berdasarkan interval adalah :

- a. Angka 0% - 24,99% = Sangat Kurang
 - b. Angka 25% - 49,99% = Kurang
 - c. Angka 50% - 74,99% = Baik
 - d. Angka 75% - 100% = Sangat Baik
- = Total Skor / Y x 100
 = $34 / 40 \times 100$
 = 85 % berada dalam kategori “ Sangat Baik”

Berdasarkan data oleh ahli materi dan melalui penghitungan skala likert menyatakan bahwa materi pada aplikasi termasuk dalam kategori sangat baik.

5.4.2 Hasil Pengujian Ahli Media

Pengujian media dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi memenuhi standar kualitas media dan memberikan pengalaman pengguna yang baik. Ahli media yang melakukan validasi pada penelitian ini yaitu Middle Quality Assurance Engineer. Setelah melakukan validasi adapun penilaian yang sudah diberikan.

A. Skala Penilaian

- 1 : berarti “kurang sekali” diberi nilai 1
- 2 : berarti “kurang” diberi nilai 2
- 3 : berarti “baik” diberi nilai 3
- 4 : berarti “sangat baik” diberi nilai 4

Tabel 10. Hasil Pengujian Ahli Media

No	Uraian Aspek	Nilai			
		1	2	3	4
1	Desain user interface pada aplikasi			✓	
2.	Pemilihan warna interface			✓	
3.	Pemeilihan bentuk tombol dan ikon				✓
3	Pemilihan font				✓
3.	Pemilihan warna font			✓	
4.	Kemudahan saat membaca tulisan				✓
5.	Tata letak tombol dan ikon pada user interface			✓	
6.	Ketepatan fungsi tombol				✓
7.	Kemudahan Navigasi antar halaman				✓
8.	Kecepatan perpindahan antar halaman				✓
9.	Kecepatan respon aplikasi terhadap perintah yang diberikan				✓

10.	Kecepatan respon pelacakan media AR			✓	
11.	Kecepatan respon rendering objek 3D			✓	
12.	Kualitas resolusi objek 3D yang ditampilkan			✓	
13.	Fitur berjalan dengan baik				✓
14.	Instruksi panduan penggunaan aplikasi				✓
15.	Kemudahan dalam penggunaan aplikasi			✓	

a. Penilaian ahli media yang menjawab kurang sekali (1) = 0 x 1 = 0

b. Penilaian ahli media yang menjawab kurang (2) = 0 x 2 = 0

c. Penilaian ahli media yang menjawab baik (3) = 8 x 3 = 24

d. Penilaian ahli media yang menjawab sangat baik (4) = 7 x 4 = 28

Total Nilai = 52

Y = skor tertinggi likert x jumlah jawaban

X = skor terendah likert x jumlah jawaban

Y = 4 x 15 = 60

X = 1 x 15 = 15

Jika total penilaian ahli diperoleh 35 maka penilaian ahli terhadap aplikasi tersebut adalah jumlah nilai dibagi jumlah item dengan menggunakan rumus index. Rumus index = 100 / jumlah skor (likert). Dari pengukuran interpretasi skor diatas, diperoleh hasil berdasarkan interval adalah :

a. Angka 0% - 24,99% = Sangat Kurang

b. Angka 25% - 49,99% = Kurang

c. Angka 50% - 74,99% = Baik

d. Angka 75% - 100% = Sangat Baik

= Total Skor / Y x 100

= 52 / 60 x 100

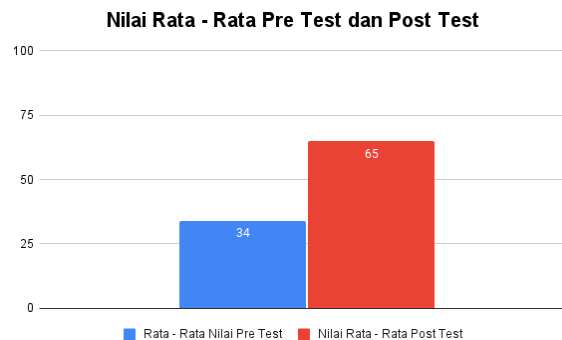
= 86 % berada dalam kategori “ Sangat Baik”

Berdasarkan data oleh ahli media dan melalui penghitungan skala likert menyatakan bahwa materi pada aplikasi termasuk dalam kategori sangat baik dan layak untuk dipergunakan.

5.4.2 Hasil Uji Coba UAT (*User Acceptance Test*)

Setelah pengujian materi oleh ahli materi dilakukan uji coba *User Acceptance Test* (UAT). *User Acceptance Testing* (UAT) merupakan proses verifikasi bahwa solusi yang dibuat dalam sistem sudah sesuai untuk pengguna. Proses ini berbeda dengan pengujian sistem (memastikan software tidak crash dan sesuai dengan dokumen permintaan pengguna), melainkan memastikan bahwa solusi dalam sistem tersebut akan bekerja untuk pengguna (yaitu, tes bahwa pengguna menerima solusi di dalam sistem) (Suprpto 2021).

Sebelum melakukan uji coba kelayakan aplikasi, pengguna diharuskan mengisi soal yang terdapat pada halaman quiz sebagai pretest sebanyak 10 soal. Selanjutnya setelah menjalankan aplikasi augmented reality, pengguna diharuskan mengisi soal pada halaman quiz kembali untuk mengetahui pemahaman pengguna pada materi yang telah disajikan di halaman materi. Nilai rata-rata Pre-Test dibandingkan dengan nilai rata-rata Post-Test. Kemudian dihitung presentase kenaikan nilai dari Pre-Test ke Post-Test. Berikut grafik nilai rata – rata Pre-Test dan Post-Test.



Gambar 28. Grafik Nilai Rata - Rata Pre-Test dan Post-Test

Berdasarkan data yang diperoleh nilai rata – rata (*mean*) Pre-Test adalah 34 dan nilai rata – rata (*mean*) Post-Test yaitu 65. Terdapat peningkatan nilai setelah menggunakan aplikasi AR sebesar 91,18%.

Untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan dengan baik maka dilakukan pengujian terhadap pengguna untuk menilai tingkat kepuasan penggunaan aplikasi melalui kuesioner tanggapan. Kuesioner dilakukan terhadap 10 pengguna. Berikut hasil kuesioner dari 10 responden:

1. Apakah antarmuka pengguna (UI) pada aplikasi ini mudah dipahami?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	1	10%
Baik	5	50%
Sangat Baik	4	40%

2. Apakah instruksi panduan pada aplikasi mudah dimengerti?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	2	20%
Baik	4	40%
Sangat Baik	4	40%

3. Apakah aplikasi ini mampu menampilkan struktur sel tumbuhan dengan jelas dan akurat melalui teknologi augmented reality?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	4	40%
Baik	4	40%
Sangat Baik	2	20%

4. Apakah interaksi dengan objek augmented reality di dalam aplikasi berjalan dengan lancar dan responsif?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	0	0%
Baik	5	50%
Sangat Baik	5	50%

5. Apakah tombol pada aplikasi berjalan dan berfungsi dengan baik?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	2	20%
Baik	4	40%
Sangat Baik	4	40%

6. Bagaimana tingkat kejelasan visual pada model 3D yang digunakan dalam aplikasi ini?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	1	10%
Baik	4	40%
Sangat Baik	5	50%

7. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan struktur sel tumbuhan, seperti rotasi, memperbesar atau memperkecil model 3D berjalan dengan baik?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	1	10%
Baik	7	70%
Sangat Baik	2	20%

8. Bagaimana tingkat akurasi dan ketepatan informasi yang disampaikan oleh aplikasi ini tentang struktur sel tumbuhan?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	2	20%
Baik	4	40%
Sangat Baik	4	40%

9. Apakah aplikasi memiliki desain yang menarik?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	1	10%
Baik	2	20%
Sangat Baik	7	70%

10. Apakah aplikasi memberikan pengalaman belajar yang menarik dan memotivasi pengguna untuk mempelajari struktur sel tumbuhan?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	0	0%
Baik	5	50%
Sangat Baik	5	50%

11. Bagaimana tingkat kenyamanan dan kesenangan pengguna dalam menggunakan aplikasi ini sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan?

Pilihan Jawaban	Jumlah Responden	Presentase
Sangat Kurang	0	0%
Kurang	0	0%
Cukup	1	10%
Baik	5	50%
Sangat Baik	4	40%

Berikut merupakan pengolahan data hasil kuesioner menggunakan skala likert :

Tabel 11. Pengolahan data hasil kuesioner

No	Pertanyaan	Nilai					Jumlah
		Ax5	Bx4	Cx3	Dx2	Ex1	
1	P1	20	20	3	0	0	43
2	P2	20	16	6	0	0	42
3	P3	10	16	12	2	0	38
4	P4	25	20	0	2	0	45
5	P5	20	16	6	0	0	42
6	P6	25	16	3	0	0	44
7	P7	10	28	3	0	0	41
8	P8	20	16	6	2	0	42
9	P9	35	8	3	0	0	46
10	P10	25	20	0	0	0	45
11	P11	25	16	3	0	0	44

Setelah data hasil kuesioner diolah, selanjutnya data dianalisis. Analisis data terlampir pada lampiran 6. Berikut hasil rangkuman analisa aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan secara keseluruhan.

Tabel 12. Hasil Analisis Kuesioner

No	Pertanyaan	Jumlah	Jumlah / Responden	%
1	P1	43	4.3	86
2	P2	42	4.2	84
3	P3	38	3.8	76
4	P4	45	4.5	90
5	P5	42	4.2	84
6	P6	44	4.4	88
7	P7	41	4.1	82
8	P8	42	4.2	84
9	P9	46	4.6	92
10	P10	45	4.5	90
11	P11	44	4.4	88
Rata - Rata			4.3	86

Dari pengukuran interpretasi skor diatas, diperoleh hasil berdasarkan interval adalah :

- a. Angka 0% - 19,99% = Sangat Kurang
- b. Angka 20% - 39,99% = Kurang
- c. Angka 40% - 59,99% = Cukup
- d. Angka 60% - 79,99% = Baik
- e. Angka 80% - 100% = Sangat Baik

Berdasarkan hasil analisis kuesioner pada tabel , hasil rata – rata total 86% menunjukkan keterangan aplikasi sangat baik.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pembuatan aplikasi ini menggunakan software Unity 3D dan SDK Vuforia untuk pembuatan aplikasi Augmented Reality. Pembuatan model 3D dilakukan dengan menggunakan software Blender. Pada aplikasi ini diterapkan AR dengan metode markerless dalam pelacakan target sehingga hanya memerlukan scan pada bidang datar untuk menampilkan objek 3D.

Penelitian ini menerapkan penggunaan augmented reality (AR) sebagai media pembelajaran yang inovatif dan efektif dalam mempelajari struktur sel tumbuhan. Melalui penggabungan dunia nyata dengan elemen virtual, AR mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan memperkaya pemahaman siswa tentang struktur sel tumbuhan. Augmented reality dapat memberikan visualisasi model 3D dari struktur sel tumbuhan sehingga siswa dapat mengamati dengan lebih jelas dan memahami hubungan antar bagian sel dengan baik dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional.

Melalui uji coba media, jarak dan intensitas cahaya yang telah dilakukan pada penelitian ini, aplikasi Augmented Reality berbasis markerless optimal digunakan pada jarak 1 meter dengan intensitas cahaya 1000 lux dan media hitam polos. Aplikasi ini telah melalui tahapan proses validasi materi oleh ahli media. Berdasarkan hasil uji coba oleh ahli materi diperoleh hasil 85% dengan keterangan sangat baik. Berdasarkan hasil pengujian oleh ahli media mendapatkan hasil 86% dan layak untuk digunakan untuk media pembelajaran. Uji coba dilakukan juga terhadap pengguna setelah menggunakan aplikasi AR ini, diperoleh hasil sebesar 86%. Berdasarkan uji coba aplikasi terhadap pengguna terdapat peningkatan pemahaman materi struktur sel tumbuhan sebesar 91,18%.

6.2 Saran

Saran peneliti untuk pengembangan aplikasi ini guna penelitian selanjutnya yaitu ditambahkan video materi pembelajaran dan penambahan fitur virtual button yang dapat menambah interaksi pengguna terhadap objek virtual untuk menambah minat belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Amka. (2018).** Media Pembelajaran Inklusi. Sidoarjo: Nizamial Learning Center Adnan Habbief Al Torique.
- Aprilinda, Y., Yuli Endra, R., Nur Afandi, F., Ariani, F., Cucus, A., Setya Lusi, D. (2020).** Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama. *11*.
- Arfani, Y. Z. (2020).** Penerapan Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Hardware Jaringan Komputer Dengan Metode Markerless. Skripsi. Institut Teknologi PLN. Jakarta.
- Arief, U. M., Wibawanto, H., & Nastiti, A. L. (2019).** Membuat Game Augmented Reality (AR) Dengan Unity 3D. Yogyakarta : ANDI.
- Fathony, K. (2020).** Rancangan Bangun Aplikasi Modul Pembelajaran Satwa untuk Anak Berbasis Mobile Augmented Reality. Media Informatika
- Fristedt, R. (2017).** Chloroplast function revealed through analysis of GreenCut2 genes, *Journal of Experimental Botany*, 68(9), 2111–2120.
- Halilintar, M. P., & Setiawan, D. (2019).** Evaluasi Sistem Pencahayaan Ruang Belanja 212Mart Yos Sudarso Rumbai Pesisir. *JURNAL TEKNIK*, 13(2), 153-160.
- Handziko, Christy Rio.(2021)** Alternatif Bahan Ajar Biologi SMA Penyesuaian Dengan Jenis Kurikulum Di Indonesia. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Harahap, A., Sucipto, A., & Jupriyadi, J. (2020).** Pemanfaatan Augmented Reality (Ar) Pada Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Elektronika Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, 1(1), 20–25.
- Irpani.(2020).**Augmented Reality Sebagai Aplikasi Media Pembelajaran Biologi Berbasis Android.Universitas Dinamika Bangsa.
- K. Naim.** “Rancang Bangun Augmented Reality Dengan Metode Markerless Studi Kasus Benda Museum Lagaligo Makassar,”. 29–33.
- Lusa, S., Rahmanto, Y., & Priyopradono, B. (2020).** The Development Of Web 3d Application For Virtual Museum Of Lampung Culture. *Psychology and Education Journal*, 57(9), 188–193.
- Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2, 110.
- Martinez-Seidel,F., Beine-Golovchuk, O., Hsieh, Y. C., et al. (2020).**Systematic Review of Plant Ribosome Heterogeneity and Specialization. *Frontiers in Plant Science*, 11, 948.
- Pratama, R. R., & Surahman, A. (2020).** PERANCANGAN APLIKASI GAME FIGHTING 2 DIMENSI DENGAN TEMA KARAKTER NUSANTARA BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN CONSTRUCT 2. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 1(2), 234–244.
- Ramdhini, R. N., Manalu, A. I., Ruwaida, I. P., Isrianto, P. L., Panggabean, N. H., Wilujeng, S., Erdiandini, I., Purba, S. R., Sutrisno, E., Hulu, I. L., Purwanti, S., Utomo, B., & Surjaningsih, D. R. (2021).** Anatomi Tumbuhan. Yayasan Kita Menulis.
- S. Heri Setiawan, Harun Mukhtar.(2019).**“Aplikasi Pengenalan Situs Bersejarah Di Kota Pekanbaru Dengan Augmented Reality Markerless Berbasis Android,” *J. FASILKOM*, vol. 9, no. 7, pp. 99–106.
- SAPUTRA, Y. E. (2021).** AUGMENTED REALITY UNTUK PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI TUMBUHAN BERBASIS ANDROID (STUDI

- KASUS: SMP YABRI TERPADU PEKANBARU).Skripsi.Universitas Islam Riau.Pekanbaru. <https://repository.uir.ac.id/11021/>
- Syah, S. (2020).** Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Pahlawan Indonesia Dengan Marker Uang Kertas Indonesia. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 1(1), 9–16.
- Tafonao, T. (2018).** Peranan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Minat Belajar
- Tan, X., Li, K., Wang, Z., Zhu, K., Tan, X., & Cao, J. (2019).** A Review of Plant Vacuoles: Formation, Located Proteins, and Functions. *Plants (Basel,Switzerland)*, 8(9), 327.
- Triyono, A., & Najib Dwi Satria, M. (2021).** Aplikasi Pembelajaran Biologi Tentang Tanaman Berbasis Augmented Reality Untuk Kelas Xi. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, 2(1), 39–53

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Penelitian



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI
Universitas Pakuan
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Kuaggal, Mandiri & Berakhlak Dalam Bidang MIPA

KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
No.: 244/D/FMIPA/I/2023

T E N T A N G

PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
PADA PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN,

- Menimbang : a. bahwa setiap mahasiswa tingkat akhir Program Strata Satu (S1) harus melaksanakan Tugas Akhir sebagaimana tercantum di dalam kurikulum setiap Program Studi di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Pakuan.
b. bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir diperlukan pengawasan dari pembimbing.
c. bahwa sehubungan dengan point a dan b di atas perlu dituangkan dalam suatu Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang RI No.: 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Peraturan Pemerintah No.: 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi.
3. Statuta Universitas Pakuan Tahun 2019.
4. Surat Keputusan Rektor Nomor: 35/KEP/REK/VIII/2020 tanggal 03 Agustus 2020 tentang Pemberhentian Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2015-2020 serta Pengangkatan Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2020-2025 di lingkungan Universitas Pakuan.
5. Ketentuan Akademik yang tercantum dalam Buku Panduan Studi Fakultas MIPA, Universitas Pakuan Tahun 2021.
- Memperhatikan : Usulan dari Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNPAK.

M E M U T U S K A N

- Menetapkan :
Pertama : Mengangkat pembimbing yang namanya tersebut di bawah ini :
1. Pembimbing Utama : Prof. Dr. Sri Setyaningsih, Dra., M.Si.
2. Pembimbing Pendamping : Ema Kurnia, S.Kom., M.Sc.

Untuk membimbing dalam rangka melaksanakan tugas akhir bagi mahasiswa :

Nama : Ilham Imani Nur Alam
NPM : 065118207
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan Dengan Metode Markerless

- Kedua : Kepada para pembimbing diharapkan dapat menjalankan tugasnya sebagai pembimbing dengan sebaik-baiknya.
- Ketiga : Dalam waktu 1 (satu) bulan setelah diterbitkannya SK ini, mahasiswa wajib melaksanakan Seminar Rencana Penelitian yang diselenggarakan oleh Program Studi Ilmu Komputer dengan dihadiri oleh Pembimbing dan Penguji.
- Keempat : Dana untuk honorarium pembimbing dibebankan kepada mahasiswa yang ketentuannya diatur oleh Fakultas MIPA.
- Kelima : Surat Keputusan ini berlaku untuk jangka waktu 1 (satu) tahun sejak tanggal ditetapkan sampai dengan mahasiswa tersebut Lulus Sidang/Ujian Skripsi, dengan ketentuan akan diadakan perubahan/perbaikan sebagaimana mestinya bila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapannya.

Ditetapkan di : Bogor
Pada tanggal : 16 Januari 2023

☞ Dekan,

Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

Tembusan :

1. Yth. Ketua Program Studi Ilmu Komputer;
2. Yth. Prof. Dr. Sri Setyaningsih, Dra., M.Si.;
3. Yth. Ema Kurnia, S.Kom., M.Sc.;
4. Arsip.

Lampiran 2. Surat Permohonan Tempat Penelitian



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI
Universitas Pakuan
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Kegad. Mandiri & Berkarakter Dalam Bidang MIPA

Nomor : 1210/D/FMIPA-UP/III/2023
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Pengambilan Data

Kepada : Yth. SMAN 1 Sukaresmi,
Jl. Mariwati No.Km.4, Kawungluwuk, Kec. Sukaresmi,
Kabupaten Cianjur, Jawa Barat 43254

Dengan Hormat

Sehubungan dengan Pelaksanaan Tugas Akhir/Skripsi untuk Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas MIPA Universitas Pakuan dengan nama mahasiswa dibawah ini:

No.	Nama	NPM	Program Studi
1.	Ilham Imani Nur Alam	065118207	Ilmu Komputer

Bermaksud mengadakan penelitian pada instansi yang Bapak/Ibu pimpin.

Adapun penelitian yang akan dilakukan mahasiswa kami meliputi tanya jawab, lisan, tertulis maupun observasi, sepanjang data-data yang diminta bukan merupakan rahasia yang menjadi tanggung jawab Bapak/Ibu.

Demikian permohonan ini kami sampaikan. Atas perhatian serta kerjasama yang baik, kami ucapkan terima kasih.

Bogor, 20 Maret 2023

Dekan,



Supriyanti, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

Tembusan :

1. Yth. Wakil Dekan I FMIPA-UNPAK ;
2. Yth. Ketua Program Studi Ilmu Komputer ;
3. Arsip.

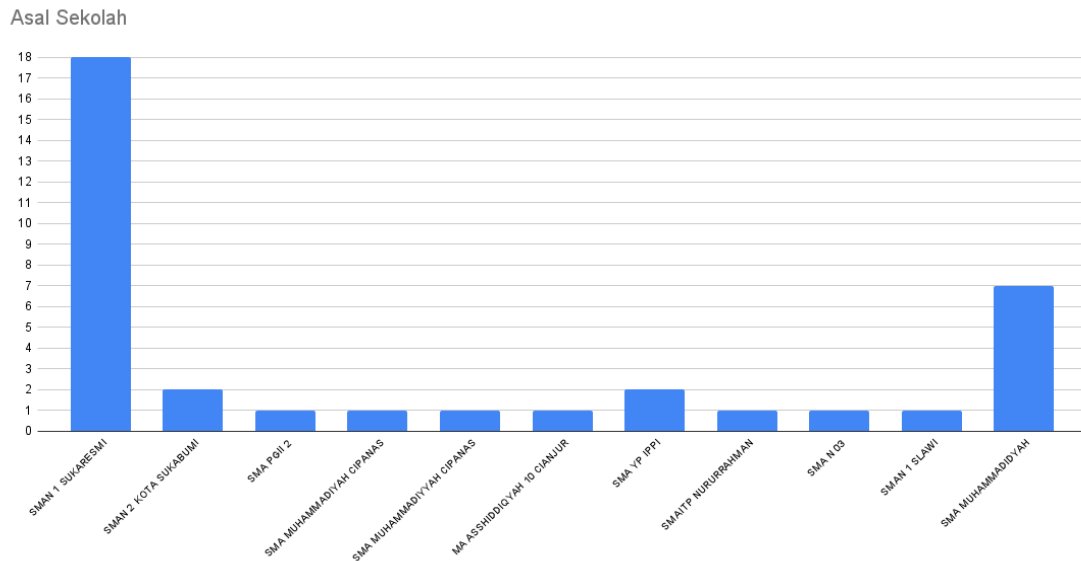
Lampiran 4. Hasil Kuesioner

Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan kuesioner secara online melalui google form kepada siswa Sekolah Menengah Atas dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dengan jumlah keseluruhan adalah (jumlah) koresponden.

Berikut hasil analisis kuesioner yang telah dilakukan .

1. Asal Sekolah

Berdasarkan hasil kuesioner terdapat (jumlah) jawaban yaitu :



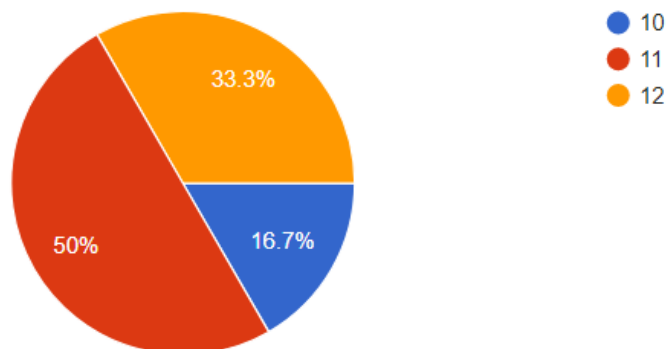
2. Kelas

Berdasarkan hasil kuesioner terdapat 3 jawaban yaitu :

- 1) Kelas 10
- 2) Kelas 11
- 3) Kelas 12

Dari 36 koresponden terdapat 18 merupakan kelas 10, 6 koresponden merupakan kelas 11, dan 12 koresponden merupakan kelas 12.

36 responses



3. Jenis Kelamin

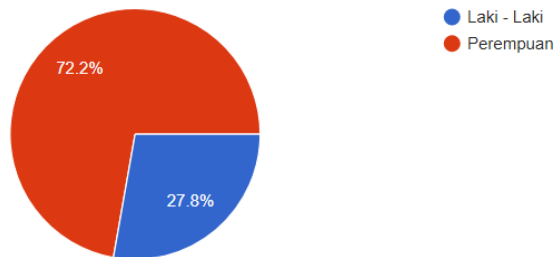
Berdasarkan kuesioner terdapat 2 jawaban yaitu:

- 1) Laki – laki
- 2) Perempuan

Dari 36 koresponden terdapat 26 merupakan laki – laki dan 20 merupakan perempuan.

Jenis Kelamin

36 responses



4. Apakah anda mengetahui struktur sel tumbuhan ?

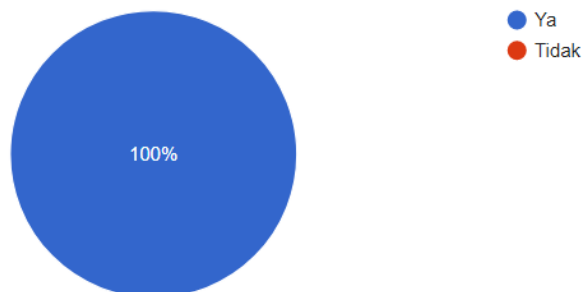
Berdasarkan kuesioner terdapat 2 jawaban yaitu:

- 1) Ya
- 2) Tidak

Dari 36 koresponden terdapat 36 koresponden menjawab Ya dan 0 koresponden menjawab Tidak.

Apakah anda mengetahui tentang struktur sel tumbuhan

36 responses



5. Apakah anda kesulitan dalam mempelajari struktur sel tumbuhan?

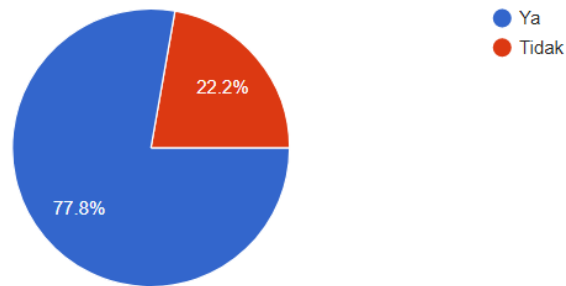
Berdasarkan hasil kuesioner terdapat 2 jawaban yaitu :

Berdasarkan kuesioner terdapat 2 jawaban yaitu:

- 1) Ya
- 2) Tidak

Apakah anda kesulitan dalam mempelajari struktur sel tumbuhan?

36 responses



Dari 36 koresponden terdapat 28 koresponden menjawab Ya dan 8 koresponden menjawab Tidak.

6. Apakah anda mengetahui apa itu Augmented Reality ?

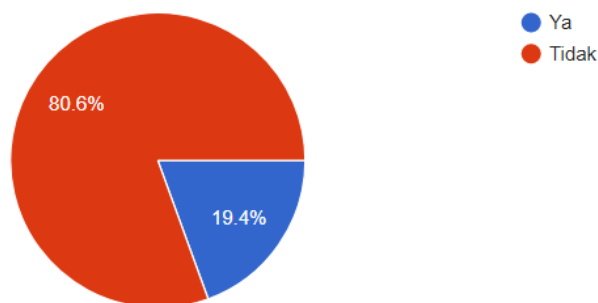
Berdasarkan hasil kuesioner terdapat 2 jawaban yaitu :

- 1) Ya
- 2) Tidak

Dari 28 koresponden terdapat koresponden 7 menjawab Ya dan (jumlah) koresponden menjawab Tidak.

Apakah anda mengetahui apa itu Augmented Reality?

36 responses



7. Augmented Reality adalah media yang dapat memproyeksikan atau menampilkan objek 3 dimensi pada dunia nyata secara realtime. Menurut anda apakah AR dapat dijadikan sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan?

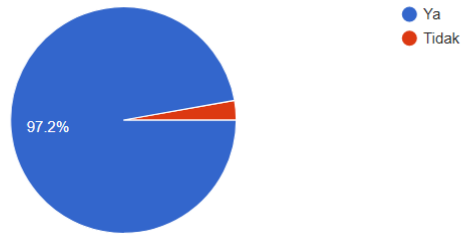
Berdasarkan hasil kuesioner terdapat 2 jawaban yaitu :

- 1) Ya
- 2) Tidak

Dari 36 koresponden terdapat 35 koresponden menjawab Ya dan 1 koresponden menjawab Tidak.

Augmented Reality adalah media yang dapat memproyeksikan atau menampilkan objek 3 dimensi pada dunia nyata secara realtime. Menurut anda apakah AR dapat dijadikan sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan?

36 responses



Lampiran 5. Validasi Ahli Materi

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI

AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN STRUKTUR SEL TUMBUHAN DENGAN METODE MARKERLESS

A. Pengantar

1. Lembar instrument validasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi mengenai materi struktur sel tumbuhan yang sedang dikembangkan dalam aplikasi dari sisi ahli materi.
2. Informasi mengenai kelayakan materi pada aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan dengan metode markerless ini diterapkan pada aspek materi pembelajaran dan metode pembelajaran.

B. Petunjuk Pengisian

1. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek, dimohon Bapak/Ibu memberikan tanda centang(✓) pada kolom nilai sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu
2. Skala Penilaian
 - 1 : berarti "kurang sekali"
 - 2 : berarti "kurang"
 - 3 : berarti "baik"
 - 4 : berarti "sangat baik"
3. Komentar dituliskan pada lembar yang disediakan.

Tabel Instrumen Validasi Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan

No	Indikator	Nilai			
		1	2	3	4
1	Judul dan pembahasan isi materi sudah sesuai				✓
2.	Kesuaian materi dengan kurikulum			✓	
3.	Materi disampaikan secara runtut			✓	
4.	Kelengkapan materi			✓	
5.	Kesesuaian Objek 3D struktur sel tumbuhan dengan materi			✓	
6.	Menggunakan bahasa yang mudah dimengerti			✓	
7.	Kesesuaian pertanyaan dan jawaban pada menu quiz				✓
8.	Materi disampaikan dengan cara yang menarik				✓
9.	Penyajian materi dapat menarik minat belajar siswa				✓
10.	Materi dapat dipahami siswa dengan mudah			✓	

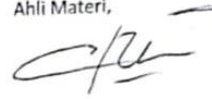
Komentar dan Saran Perbaikan

Tambahkan Materi fungsi-fungsi bagian Sel

.....
.....
.....
.....

Bogor,.....Mei 2023

Ahli Materi,



Drs. Nana Rukmana

NIP. 196205091994121001

Lampiran 6. Data Hasil Kuesioner UAT

DATA HASIL KUESIONER USER ACCEPTANCE TEST (UAT) APLIKASI AUGMENTED REALITY STRUKTUR SEL TUMBUHAN													
No	Timestamp	Nama	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
1	6/3/2023 15:02:17	Nala Sahri Suci	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5
2	6/3/2023 15:05:20	Ariq Jauhardian Mumtaz Febrian	3	4	3	5	3	4	4	3	5	5	3
3	6/3/2023 15:10:17	M. Tri Anjas Septiadi	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5
4	6/3/2023 14:59:46	Endi Suandi	4	5	5	4	3	4	5	5	5	4	4
5	6/6/2023 15:30:29	Neng Bunga Syafira	4	4	3	5	4	5	3	4	3	5	4
9	6/6/2023 15:02:20	Nagita Aulia Al Islami	4	4	3	2	4	3	3	2	4	3	4
10	6/6/2023 15:03:17	Moh Fadhill Modhaffar	4	5	3	4	5	3	4	4	4	5	4
11	6/6/2023 15:03:19	Tiara Nur Azzizah	4	3	4	5	4	5	4	5	5	5	4
12	6/6/2023 15:04:05	Andini Rizky Awalia	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4
13	6/11/2023 15:04:05	Muhammad Akmal Fadilah	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5

Lampiran 7. Analisis Hasil Kuesioner User Acceptance Test

Analisis hasil kuesioner user acceptance test.

a. Analisis pertanyaan pertama.

Dari tabel di atas kita dapat melihat bahwa total skor dari 10 responden untuk pertanyaan pertama adalah 38. Skor rata-rata adalah $38/10 = 3,8$. Persentasenya adalah $3,8/5 \times 100 = 76\%$.

b. Analisis pertanyaan kedua.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan kedua adalah 42. Skor rata-rata adalah $42/10 = 4,2$. Persentasenya adalah $4,2/5 \times 100 = 84\%$.

c. Analisis pertanyaan ketiga.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan ketiga adalah 33. Skor rata-rata adalah $33/10 = 3,3$. Persentasenya adalah $3,3/5 \times 100 = 66\%$.

d. Analisis pertanyaan Keempat.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan keempat adalah 45. Skor rata-rata adalah $45/10 = 4,5$. Persentasenya adalah $4,5/5 \times 100 = 90\%$.

e. Analisis pertanyaan kelima.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor dari 10 responden untuk pertanyaan kelima adalah 42. Skor rata-rata adalah $42/10 = 4,2$. Persentasenya adalah $4,2/5 \times 100 = 84\%$.

f. Analisis pertanyaan keenam.

Dari tabel di atas kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan keenam adalah 44. Skor rata-rata adalah $44/10 = 4,4$. Persentasenya adalah $4,4/5 \times 100 = 88\%$.

g. Analisis pertanyaan ketujuh.

Dari tabel di atas kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan ketujuh adalah 41. Skor rata-rata adalah $41/10 = 4,1$. Persentasenya adalah $4,1/5 \times 100 = 82\%$.

h. Analisis pertanyaan kedelapan.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan kedelapan adalah 42. Rata-ratanya adalah $42/10 = 4,2$. Persentasenya adalah $4,2/5 \times 100 = 84\%$.

i. Analisis pertanyaan kesembilan.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor dari 10 responden untuk pertanyaan kesembilan adalah 46. Nilai rata-ratanya adalah $46/10 = 4,6$. Persentasenya adalah $4,6/5 \times 100 = 92\%$.

j. Analisis pertanyaan kesepuluh.

Dari tabel di atas kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan kesepuluh adalah 45. Skor rata-rata adalah $45/10 = 4,5$. Persentasenya adalah $4,5/5 \times 100 = 90\%$.

k. Analisis pertanyaan kesebelas.

Dari tabel di atas, kita dapat melihat bahwa total skor untuk 10 responden untuk pertanyaan kesebelas adalah 44. Nilai rata-ratanya adalah $44/10 = 4,4$. Persentasenya adalah $4,4/5 \times 100 = 88\%$.

Lampiran 8. Validasi Ahli Media

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI MEDIA AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN STRUKTUR SEL TUMBUHAN DENGAN METODE MARKERLESS

A. Pengantar

1. Lembar instrumen validasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi mengenai pengujian media struktur sel tumbuhan yang sedang dikembangkan dalam aplikasi dari sisi ahli media.
2. Informasi mengenai kelayakan media pada aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran struktur sel tumbuhan dengan metode markerless ini diterapkan pada aspek materi pembelajaran dan metode pembelajaran.

B. Petunjuk Pengisian

1. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek, dimohon Bapak/Ibu memberikan tanda centang(✓) pada kolom nilai sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu
2. Skala Penilaian
 - 1 : berarti "kurang sekali"
 - 2 : berarti "kurang"
 - 3 : berarti "baik"
 - 4 : berarti "sangat baik"

Tabel Instrumen Validasi Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Struktur Sel Tumbuhan

No	Uraian Aspek	Nilai			
		1	2	3	4
1	Desain user interface pada aplikasi			✓	
2.	Pemilihan warna interface			✓	
3.	Pemilihan bentuk tombol dan ikon				✓
3	Pemilihan font				✓
3.	Pemilihan warna font			✓	
4.	Kemudahan saat membaca tulisan				✓
5.	Tata letak tombol dan ikon pada user interface			✓	
6.	Ketepatan fungsi tombol				✓
7.	Kemudahan Navigasi antar halaman				✓
8.	Kecepatan perpindahan antar halaman				✓

9.	Kecepatan respon aplikasi terhadap perintah yang diberikan				✓
10.	Kecepatan respon pelacakan media AR			✓	
11.	Kecepatan respon rendering objek 3D			✓	
12.	Kualitas resolusi objek 3D yang ditampilkan			✓	
13.	Fitur berjalan dengan baik				✓
14.	Instruksi panduan penggunaan aplikasi				✓
15.	Kemudahan dalam penggunaan aplikasi			✓	

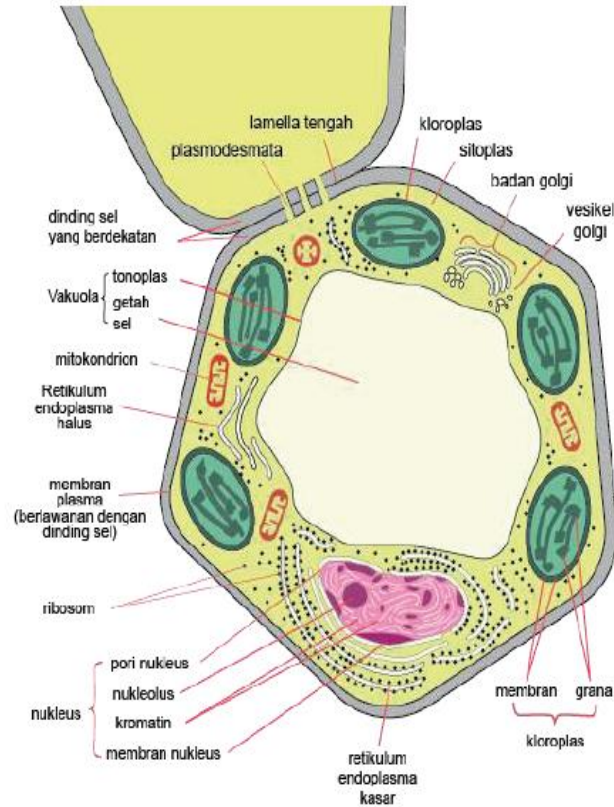
Bogor,.....Mei 2023

Ahli Materi,



Dwi Putra Prastiyo S.Kom

Lampiran 9. Referensi Model Struktur Sel Tumbuhan



(b) Diagram ultrastruktur sel tumbuhan yang dapat dilihat menggunakan mikroskop elektron

Gambar 1.9 Diagram ultrastruktur sel hewan (a) dan sel tumbuhan (b)

Berdasarkan Gambar 1.9 Kalian dapat melihat terdapat organel yang sama sama dimiliki oleh sel tumbuhan dan sel hewan. Namun ada juga organel yang dimiliki hanya oleh salah satu sel tersebut.

Latihan 1.2

Telusuri organel apa saja yang dimiliki oleh sel prokariot dan eukariot? Organel apa saja yang dimiliki sel hewan dan tumbuhan? Lalu, tuliskan jawabannya pada buku catatan Kalian! Untuk mengetahuinya, cermati Tabel 1.2 tentang struktur organel sel dan fungsinya berikut!

Lampiran 10. Silabus Biologi

SILABUS

Biologi
 Satuan Pendidikan : SMAN 1 Sukaresmi
 Kelas : XI (Sebelas)
 Alokasi waktu : 4 jam pelajaran /minggu
 Kompetensi Inti :

- **KI-1 dan KI-2:** Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional”.
- **KI 3:** Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- **KI4:** Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
3.1 Menjelaskan komponen kimiawi penyusun sel, struktur, fungsi, dan proses yang berlangsung dalam sel sebagai unit terkecil kehidupan	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan komponen kimiawi penyusun sel • Menjelaskan struktur dan fungsi bagian-bagian sel • Menjelaskan kegiatan sel sebagai unit struktural dan fungsional makhluk hidup 	Sel <ul style="list-style-type: none"> • Komponen kimiawi penyusun sel • Struktur dan fungsi bagian-bagian sel • Kegiatan sel sebagai unit struktural dan fungsional makhluk hidup • Tranpor membran • Sintesis protein untuk menyusun sifat morfologis dan fisiologis sel • Reproduksi sel sebagai kegiatan untuk membentuk morfologi tubuh dan memperbanyak tubuh 	<ul style="list-style-type: none"> • Membaca dan mengkaji literatur tentang komponen kimiawi penyusun sel, struktur sel, proses yang terjadi di dalamnya dan mengamati gambar struktur sel prokariotik, sel tumbuhan, sel hewan dari berbagai sumber • Melakukan pengamatan mikroskopik mengenai sel, sistem transpor zat pada membran sel, dan proses mitosis pada akar bawang segar/preparat awetan secara kelompok • Membandingkan, menganalisis hasil pengamatan dan mempresentasikan dalam berbagai media tentang hubungan antara makanan yang dikonsumsi dengan zat penyusun sel
4.1 Menyajikan hasil pengamatan mikroskopik struktur sel hewan dan sel tumbuhan sebagai unit terkecil kehidupan	<ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan hasil pengamatan mikroskopik struktur sel hewan dan sel tumbuhan sebagai unit terkecil kehidupan 		
3.2 Menganalisis berbagai bioproses dalam sel yang meliputi mekanisme transpor membran, reproduksi, dan sistesis protein	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis mekanisme tranpor membran • Menganalisis sintesis protein untuk menyusun sifat morfologis dan fisiologis sel • Menganalisis reproduksi sel sebagai kegiatan untuk membentuk morfologi tubuh dan memperbanyak tubuh 		

