

BAB II **LANDASAN TEORI**

2.1 Tinjauan penelitian

Dalam penelitian ini akan digunakan 5 (lima) tinjauan studi yang nantinya dapat mendukung penelitian, berikut ini merupakan tinjauan studi yang diambil, yaitu:

Tabel 1.1 Daftar Tinjauan Literature

No. Literature	Penulis	Tahun	Judul
Literature 01	Nur Budi Nugraha , Soni Fajar Mahmud	2020	Implementasi Augmented Reality Pada Aplikasi Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Mobile
Literature 02	Rizqi Mauludin, Anggi Srimurdianti Sukamto, Hafiz Muhardi	2017	Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Pada Manusia Dalam Mata Pelajaran Biologi
Literature 03	Ahmad Hamdani, Ali Mahmudi, Karina Auliasari	2020	Augmented Reality Pengenalan Organ Dalam Manusia Menggunakan Metode Marker Berbasis Android
Literature 04	Susanna Dwi Yulianti Kusuma	2018	Perancangan Aplikasi Augmented Reality Pembelajaran Tata Surya Dengan Menggunakan Marker Based Tracking

Tabel 1.2 Daftar Tinjauan Literature (lanjutan)

No. Literature	Penulis	Tahun	Judul
Literature 05	Maman Sri Suganda, Syariful Fahmi	2020	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar

2.1.1 Tinjauan literature 01

Oleh Nur Budi Nugraha , Soni Fajar Mahmud (2020) dari jurusan teknik informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai dengan judul *Implementasi Augmented Reality Pada Aplikasi Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Mobile*. Pada penelitian permasalahan yang dihadapi adalah kebanyakan pola pendidikan sekolah di Indonesia masih menggunakan sistem konvensional yang menyebabkan beberapa dari siswa kurang mengerti dengan materi yang disampaikan dikarenakan minimnya interaksi yang dilakukan oleh siswa saat belajar terutama pada mata pelajaran biologi mengenai organ-organ pernapasan manusia. Diperlukan alat peraga untuk membantu dalam proses pembelajaran sedangkan saat ini alat peraga yang dimiliki sangat terbatas. Oleh karena itu dimanfaatkan teknologi dalam membuat suatu media pembelajaran yaitu dengan teknologi augmented reality. Dalam jurnal ini menggunakan metode iterative dengan tahapan analisis, desain, pengkodean/implementasi, dan pengujian. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* menggunakan *marker* yang dapat memvisualisasikan sistem pernapasan pada manusia. Aplikasi ini dapat menyajikan *multi objek* 3D dan suara pada *marker* yang terdapat di media pembelajaran sistem respirasi pada sistem operasi *android*.

2.1.2 Tinjauan literature 02

Oleh Rizqi Mauludin, Anggi Srimurdianti Sukamto, Hafiz Muhardi (2017) dari jurusan teknik informatika fakultas teknik, Universitas Tarumanegara dengan judul Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Sistem Pencernaan pada Manusia dalam Mata Pelajaran Biologi. Dalam jurnal ini permasalahan yang dihadapi oleh penulis yaitu metode pembelajaran yang digunakan dalam penyampaian materi pembelahan sel yaitu menggunakan media konvensional seperti papan tulis dan gambar-gambar yang terdapat di buku. Sementara materi tentang sistem pencernaan manusia sulit untuk dilihat langsung secara langsung karena sebagian besar berada didalam tubuh. Dengan penerapan teknologi augmented reality yang diharapkan dapat menjadi alternatif sebagai media pembelajaran untuk mempelajari sistem pencernaan manusia sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran biologi tersebut. Dalam penelitian ini digunakan metode *Unified Modelling Language* dengan *use case diagram*, *class diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*. Penelitian ini berhasil membuat media pembelajaran dengan teknologi *augmented reality* berbasis *mobile* dan berdasarkan hasil penelitian, pengujian dilakukan dengan memberikan *pre test* kepada 20 siswa setelah dilakukan *pre test* maka siswa tersebut dibagi menjadi 2 kelompok untuk dilakukan *pos test*. Kelompok pertama belajar menggunakan metode yang sama seperti yang dilakukan selama ini dan kelompok kedua belajar menggunakan aplikasi *augmented reality*. Selanjutnya diberikan soal *post test* dan didapatkan siswa yang belajar dengan menggunakan buku pelajaran memiliki persentasi kenaikan nilai 14,5% sedangkan siswa yang menggunakan aplikasi pembelajaran dengan augmented reality mengalami kenaikan 24,8%.

2.1.3 Tinjauan literature 03

Oleh Ahmad Hamdani, Ali Mahmudi, Karina Auliasari (2020) dari jurusan teknik informatika fakultas teknologi industry, Institut Teknologi Nasional Malang dengan judul *Augmented Reality* Pengenalan Organ Dalam Manusia Menggunakan Metode *Marker* Berbasis *Android*. Penelitian ini dilakukan karena kondisi yang banyak terjadi dalam pendidikan masa kini, pembelajaran anatomi organ dalam tubuh hanya bisa dilakukan dilaboratorium biologi sekolah dengan menggunakan kit anatomi tubuh atau dengan menggunakan buku dikelas. Oleh karena itu penulis membuat aplikasi pengenalan organ dalam manusia menggunakan *Augmented Reality* berbasis *Android* sebagai sarana belajar dan salah satu upaya dalam membantu pembelajaran siswa menjadi lebih efektif. Penelitian ini menggunakan metode *Blog diagram sistem, Activity diagram sistem, Flowchart augmented reality*. Dari hasil penelitian ini aplikasi *Augmented Reality* pengenalan organ dalam manusia menggunakan metode *marker* berbasis *Android* dapat berjalan dengan baik mendapatkan respon yang baik dari pengguna karena Dari 20 responden hanya 1 pengguna menyatakan bahwa aplikasi membantu dalam menambah pengetahuan terhadap organ dalam kurang baik dan 95% pengguna menyatakan cukup baik atau baik.

2.1.4 Tinjauan literature 04

Oleh Susanna Dwi Yulianti Kusuma (2018) dari jurusan teknik informatika fakultas teknik, Universitas Pamulang dengan judul Perancangan Aplikasi *Augmented Reality* Pembelajaran Tata Surya Dengan Menggunakan *Marker Based Tracking*. Teknologi saat ini telah menjadi bagian dari kehidupan manusia, banyak teknologi diciptakan untuk menjadi kehidupan manusia. Salah satunya, teknologi

peralatan telekomunikasi atau yang biasa kita sebut *smartphone*. Tata surya adalah ilmu dasar yang bisa kita dapatkan di sekolah. Tidak adanya laboratorium IPA dapat diuji di sekolah-sekolah yang digunakan sebagai ruang praktis dan mendukung tata surya, sehingga siswa akan kehilangan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan, melakukan pengamatan dan mengurangi rasa ingin tahu siswa. Augmented reality adalah teknologi yang mengubah dunia nyata dan dunia dua dimensi yang diproyeksikan dalam ruang nyata. Augmented reality telah berkembang sebagai media pembelajaran di banyak bidang ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data dengan studi literatur. Dengan adanya aplikasi Tata Surya AR yang berbentuk 3D, maka objek 3 Dimensi yang timbul bisa dijadikan sebuah alat peraga virtual untuk menggantikan alat peraga fisik yang tidak ada. Marker yang digunakan adalah buku pelajaran itu sendiri, jadi siswa bisa menggunakan aplikasi sambil belajar. Sehingga dengan ini siswa dapat belajar sambil melihat bentuknya secara 3D.

2.1.5 Tinjauan literature 05

Oleh Maman Sri Suganda, Syariful Fahmi (2020) dari jurusan pendidikan matematika fakultas keguruan dan ilmu pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. Media pembelajaran yang paling banyak dan mudah digunakan sampai saat ini adalah buku teks atau Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Pada kenyataannya peserta didik masih kesulitan dalam memahami konten atau materi yang ada pada buku pelajaran dan hal tersebut mengakibatkan peserta didik merasa jenuh ketika belajar. Berkaitan dengan masalah tersebut maka dibutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu peserta didik dalam

memahami materi dan membantu memvisualisasikan bentuk bangun matematika yaitu bangun ruang sisi datar. Dengan teknologi *augmented reality* yang dapat memunculkan objek geometri secara virtual melalui *smartphone* mereka diharapkan dapat membantu peserta didik belajar dengan mudah dan tertarik dengan apa yang mereka pelajari. Metode penelitian yang digunakan adalah ADDIE yang terdiri dari tahap *Analysis* (Analisis), *Design* (desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Aplikasi ini berhasil melakukan pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada materi bangun ruang sisi datar untuk peserta didik kelas VIII menggunakan model ADDIE. Berdasarkan penilaian oleh ahli media, ahli materi dan angket pada uji coba peserta didik kelas kecil maupun kelas besar dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran yang telah peneliti kembangkan masuk pada kategori sangat layak untuk digunakan.

2.2 Augmented reality

Augmented reality merupakan sebuah teknologi yang digunakan untuk menggabungkan objek dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah tampilan dunia nyata dengan citra virtual melalui perantara kamera secara *real time* (Hamdani, 2020). Objek virtual yang diintegrasikan ke dalam lingkungan nyata digunakan untuk menampilkan informasi yang tidak dapat diterima secara langsung oleh manusia. Hal ini memungkinkan *augmented reality* digunakan sebagai alat untuk membantu pengguna memahami dan berinteraksi dengan dunia nyata. Cara kerja *augmented reality* sangat sederhana yaitu berdasarkan pendeteksian gambar yang biasa disebut *marker*. Misalnya, kamera yang dikalibrasi dapat mendeteksi penanda yang dibuat, dan kemudian setelah mendeteksi penanda tersebut, kamera

akan mencocokkan dengan *database* yang sudah dibuat sebelumnya. Jika hasilnya cocok, informasi dari *marker* akan digunakan untuk menampilkan objek 3D yang dirancang di depan layar pengguna, tetapi jika *marker* tidak cocok dengan *database*, informasi dari *marker* tidak akan diproses (Ammatia, 2012). Ada tiga prinsip dalam *augmented reality*. Pertama, *augmented reality* merupakan perpaduan antara dunia nyata dan dunia maya. Kedua, dapat memberikan informasi secara interaktif dan *real time*, dan ketiga adanya integrasi antar objek dalam bentuk tiga dimensi, yaitu objek virtual yang terintegrasi dalam dunia nyata (Ronald, 1997). Ada beberapa jenis metode yang sering digunakan dalam pengembangan aplikasi *augmented reality* yaitu *Marker Based Tracking* dan *Markerless Based Tracking* (Raj. dkk, 2015).

2.2.1 Marker Based Tracking

Marker Based Tracking merupakan sebuah metode yang digunakan dalam *augmented reality*, dimana untuk menampilkan objek 3D digunakan sebuah penanda atau yang disebut *marker* (Perwitasari, 2018). Marker adalah ilustrasi sebuah persegi berwarna hitam putih dengan pinggiran hitam tebal, pola berwarna hitam berada tengah persegi, dengan latar belakang putih. Contoh *marker* dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 1.1 Contoh marker

2.2.2 Markerless Based Tracking

Markerless based tracking merupakan sebuah metode *augmented reality* yang sedang berkembang saat ini. Dengan adanya metode ini maka *marker* tidak dibutuhkan lagi sebagai sebuah target *tracking*, sehingga proses *augmented reality* tidak lagi dibatasi oleh *marker*. Menurut Perwitasari (2018) ada beberapa teknik yang dapat diterapkan pada metode *markerless based tracking*, yaitu :

- a. *Face Tracking*, merupakan teknologi dalam *augmented reality* yang dapat mengenali wajah manusia berdasarkan posisi mata, hidung dan mulut dari manusia.
- b. *Motion (gestur) Tracking*, teknologi ini banyak diterapkan dalam industri film untuk mendapatkan sebuah karakter dari seorang tokoh yang dilakukan dengan menangkap gerakan.
- c. *GPS (Global Positioning System)*, merupakan teknik yang digunakan dalam teknologi *augmented reality* yang dapat menampilkan data dari GPS yang sudah dihubungkan dengan perangkat seluler kemudian ditampilkan dalam bentuk arah secara *real time*.

Dalam penelitian ini, untuk menampilkan objek 3D dari sel tumbuhan dan bagian-bagiannya akan menggunakan teknologi *augmented reality* dengan metode *marker based tracking*. Beberapa *tools* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi *augmented reality* antara lain yaitu *Unity*, *Blender*, dan juga *Vuforia*.

2.2.3 Unity

Unity merupakan sebuah *game engine*, yaitu *software* yang dirancang untuk membuat game berbasis 3D maupun 2D. *Unity* dapat membuat *game* yang bisa digunakan di perangkat komputer, *smartphone* android, iPhone, PS3 bahkan X-

BOX. Meskipun tidak selalu untuk game, *unity* juga dapat digunakan untuk pengembangan aplikasi *mobile*, salah satunya yaitu membuat *augmented reality* (Nugroho, 2017). *Unity* menggunakan C# sebagai bahasa pemrograman (*scripting*) utama dalam proses pengembangan *game* ataupun aplikasi. Berikut merupakan beberapa bagian yang akan sering digunakan dalam *unity*, yaitu:

- a. *Asset*, merupakan tempat penyimpanan di *unity* yang digunakan untuk menyimpan suara, gambar, video dan tekstur.
- b. *Scenes*, merupakan tempat yang digunakan untuk menyimpan fitur-fitur yang akan ada dalam *game*, seperti membuat sebuah *level*, membuat *menu*, tampilan, dan sebagainya.
- c. *Game Object*, merupakan objek yang berada di *assets* dan akan dipindahkan ke *scenes*, *game object* juga dapat digerakkan, diatur ukurannya dan diatur rotasinya.
- d. *Components*, merupakan perilaku yang akan ditambahkan ke dalam sebuah objek game seperti *collision*, *rigidbody* dan lain-lain.
- e. *Script*, merupakan tempat untuk menyimpan *scripting*. Fitur *scripting* yang dapat digunakan dalam *unity* ada tiga, yaitu C# , *Javascript* dan *BOO*.
- f. *Prefabs*, merupakan tempat untuk menyimpan *game object* sehingga bisa diperbanyak dengan mudah.

2.2.4 *Vuforia*

Vuforia merupakan *augmented reality Software Development Kit* (SDK) yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* pada perangkat *mobile*. *Vuforia* menggunakan teknologi *computer vision* untuk mengenali dan melacak gambar (*marker*) dan objek 3D sederhana secara *real time*

(Wijaya, 2018). Vuforia SDK juga dapat digunakan bersama dengan *unity*, yaitu dengan fitur *unity vuforia AR Extension*. AR *Vuforia* menyediakan metode interaktif menggunakan kamera perangkat *mobile* sebagai perangkat *input* yang akan mengenali tanda tertentu, sehingga kombinasi antara dunia nyata dan dunia yang digambar oleh aplikasi dapat ditampilkan di layar perangkat *mobile* (Mahendra, 2016). *Vuforia* SDK membutuhkan beberapa komponen penting untuk bekerja dengan baik. Beberapa komponen tersebut adalah:

- a. Kamera, digunakan untuk mendeteksi setiap gambar secara *real time* kemudian menyampaikannya ke *tracker*. Pengembang hanya membuat perintah untuk membuat kamera mendeteksi gambar dan berhenti mendeteksi gambar. Gambar yang terdeteksi akan diteruskan secara otomatis sesuai dengan format dan ukurannya.
- b. *Image Converter*, gambar yang sudah dideteksi oleh kamera kemudian akan dikonversikan formatnya menjadi gambar yang memiliki format sesuai dengan *OpenGL* kemudian pencahayaan akan diatur untuk dilakukan *tracking*.
- c. *Tracker*, berisi algoritma *komputer vision* yang dapat mendeteksi dan melacak objek nyata yang sudah dideteksi oleh kamera. Kemudian setelah dideteksi akan disimpan dalam *state* objek untuk dilanjutkan oleh *video background renderer*.
- d. *Video Background Renderer*, melakukan *rendering* terhadap gambar yang telah disimpan pada *state* objek. Hasil dari *rendering* tersebut akan ditampilkan secara *real time* oleh perangkat *mobile*. Spesifikasi perangkat

mobile yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kecepatan *rendering* gambar.

- e. Target *Resource*, dibuat menggunakan *Target Manajemen Sistem Online* yang telah tersedia pada *Vuforia Assets* yang telah diunduh berisi file XML.

2.3 Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sesuatu yang dapat digunakan pendidik untuk menyampaikan pesan kepada siswa, sehingga mendapat perhatian dan minat siswa, serta keinginan siswa dalam belajar sehingga proses pembelajaran dapat terwujud dan mencapai target pembelajaran dengan efektif (Sukiman, 2012). Dalam upaya mencapai tujuan pembelajaran, media pembelajaran memegang peranan yang sangat penting. Media pembelajaran merupakan alat yang membantu proses pembelajaran karena berkaitan dengan pendengaran dan penglihatan. Keberadaan media pembelajaran dapat mempercepat proses belajar mengajar menjadi efektif dan efisien dalam suasana yang menguntungkan, sehingga siswa dapat lebih cepat memahami materi yang diberikan (Wibawanto, 2017). Media pembelajaran merupakan alat yang digunakan oleh pendidik untuk mendukung kegiatan mengajar di kelas (Estheriani, 2020). Dengan memakai media pembelajaran guru dapat meningkatkan minat siswa serta mempermudah dalam mengarahkan perhatian siswa dalam belajar. Hal tersebut dapat membuat siswa bersemangat untuk belajar dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran (Mauludin, 2017). Media pembelajaran yang baik merupakan media yang memungkinkan siswa untuk lebih memahami materi yang diajarkan oleh guru (Sahertian, 2017). Dengan penggunaan media pembelajaran diharapkan dapat mempermudah proses belajar siswa, karena

media pembelajaran mampu mengatasi keterbatasan ruang dan waktu dalam proses pembelajaran, selain itu media pembelajaran juga diharapkan dapat memberikan motivasi belajar kepada siswa.

2.3.1 Fungsi Media Pembelajaran

Dalam proses pembelajaran media pembelajaran memiliki banyak fungsi, menurut Mustakim (2016) fungsi media pembelajaran yaitu :

- a. Menarik perhatian siswa dalam belajar.
- b. Membuat siswa kembali fokus dalam pelajaran yang disampaikan.
- c. Siswa mendapatkan suasana nyaman dalam belajar.
- d. Membuat objek tiruan dari sebuah objek yang sedang dipelajari, sehingga konsep yang tadinya abstrak menjadi konsep yang nyata.
- e. Memberikan wawasan tanpa terkendala waktu, dan dapat memberikan informasi kepada siswa secara terus menerus.

2.3.2 Manfaat Media Pembelajaran

Dalam proses pembelajaran media pembelajaran memiliki banyak manfaat menurut Sanaky (2013), media pembelajaran memiliki manfaat, yaitu :

- a. Oleh karena minat siswa terhadap media pembelajaran maka dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.
- b. Dengan adanya media pembelajaran maka penyampaian materi akan lebih jelas.
- c. Media pembelajaran yang semakin bervariasi sehingga siswa mendapat pengalaman yang beragam saat proses pembelajaran.
- d. Siswa semakin aktif terlibat dalam proses pembelajaran.

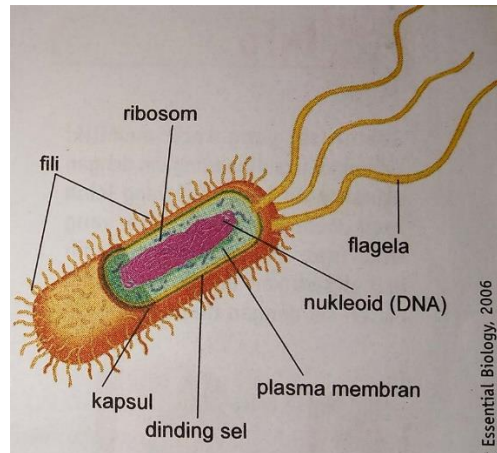
2.4 Pengertian Sel

Sel adalah satuan unit terkecil makhluk hidup yang merupakan dasar penyusun bagian-bagian tubuh serta tidak dapat dibagi lagi menjadi bagian yang lebih kecil. Sel berasal dari istilah bahasa Latin yaitu *cellula* yang berarti ruang kecil. Robert Hook pertama kali memperkenalkan istilah sel dalam bukunya, *Micrographia* (1665). Ia melihat adanya unit-unit kecil yang dibatasi oleh dinding-dinding pada penampang gabus dengan menggunakan mikroskop hasil rancangannya.

Menurut Matthias Schleiden dan Theodor Schwann (1838) mengatakan bahwa sel adalah kesatuan struktural dari makhluk hidup. Menurut Jean Baptiste de Lamarck (1809) setiap makhluk hidup merupakan sebuah kumpulan sel dan setiap sel tersebut bergerak cairan yang sangat kompleks. Pada tahun 1858 Rudolf Virchow berpendapat bahwa setiap sel berasal dari sel sebelumnya (*omnis cellula e cellula*).

2.4.1 Struktur dan fungsi bagian-bagian sel

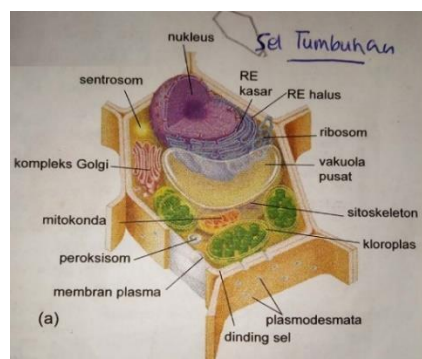
- a. Sel Prokariotik, berasal dari bahasa Yunani yaitu dari kata *pro*=sederhana atau pertama dan *karyon*=inti. Dilihat dari segi morfologinya sel prokariotik merupakan sel-sel yang paling sederhana. Sel prokariotik biasanya dimiliki oleh golongan bakteri dan ganggang biru. (Cartono dan Ratu, 2010). Sel prokariotik juga memiliki lapisan luar yang disebut dinding sel, lapisan ini berfungsi untuk melindungi bagian dalam sel (Nurhayati dan Wijayanti, 2016). Sel Prokariotik merupakan sel yang tidak terdapat membran inti, hal ini membuat sel tersebut mempunyai materi inti sehingga tidak dibatasi oleh membran. Seluruh proses metabolisme yang ada pada sel prokariotik terjadi pada sitoplasma sel. Struktur sel prokariotik dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 1.2 Struktur sel prokariotik

Sumber : (Buku Biologi 2 Yudhistira)

- b. Sel *Eukariotik*, adalah kelompok sel yang sudah memiliki membran inti (*nukleus*) serta pemisahan organel-organel sel yang sudah jelas. Contoh organisme yang tubuhnya tersusun dari sel *eukariotik* yaitu sel tumbuhan dan hewan tingkat tinggi. Sel *eukariotik* juga dibatasi oleh adanya sistem membran. sel eukariotik biasanya memiliki bentuk berupa gelendong, pipih, bulat, kuboid, ataupun kolumnar (Nurhayati dan Wijayanti, 2016). Sel *eukariotik* terbagi dari tiga bagian utama, yaitu membran sel, inti sel, dan sitoplasma. Contoh dari sel *eukariotik* dapat dilihat pada gambar 2.3 dan 2.4 berikut.



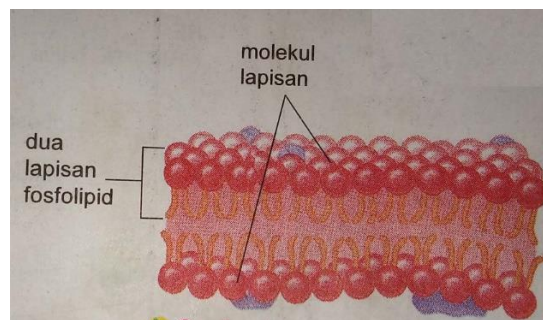
Gambar 1.3 Struktur Sel Tumbuhan

Sumber : (Buku Biologi 2 Yudhistira)

2.4.2 Struktur Sel Tumbuhan

Sel tumbuhan terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu membran sel, inti sel, dan *sitoplasma*.

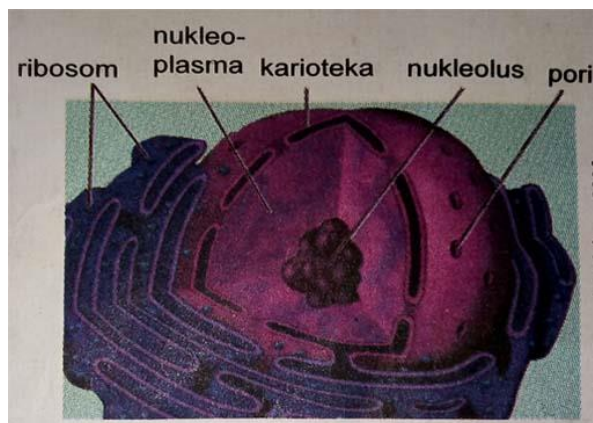
- a. Membran sel atau membran plasma, merupakan bagian terluar dari sel yang berfungsi menjadi pembatas antara isi sel dengan lingkungan disekitarnya. Struktur dari membran sel ini yaitu tipis dan elastis. Tidak hanya berguna sebagai pembatas, membran sel juga berfungsi sebagai pelindung sel, mengontrol dan mengendalikan transportasi molekul, dan reseptor atau penerima rangsangan dari luar sel (Utari & Tresnawati, 2011). Struktur membran sel dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 1.4 Struktur Membran Sel

Sumber : (Buku Biologi 2 Yudhistira)

- b. Inti Sel atau *Nukleus*, bertindak sebagai pusat berbagai aktifitas sel dan berperan untuk mengendalikan seluruh aktifitas di dalam sel dan mengatur proses pembelahan sel. *Nukleus* menyimpan informasi *genetik* berupa DNA dalam jumlah besar yang disebut gen. Struktur inti sel dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 1.5 Struktur Inti Sel

Sumber : (Buku Biologi 2 Yudhistira)

c. *Sitoplasma*, merupakan *protoplasma* yang terdapat di dalam *membran plasma* dan berada diantara *nukleus* dan terdiri dari struktur hidup dan tak hidup. Struktur tak hidup (non-protoplasmik) pada *sitoplasma* disebut *paraplasma* dan *deutoplasma*. Sementara struktur hidup (protoplasmik) disebut sebagai organoid atau organel (Cartono & Nahdiah, 2010). Berikut merupakan organel-organel yang terdapat pada *sitoplasma*, yaitu :

1. *Ribosom*, merupakan organel kecil dengan diameter sekitar 20 nm. Dengan bentuk dasar bulat dan kebanyakan melekat pada retikulum endoplasma, namun ada juga yang bebas. Ribosom tersusun dari protein dan RNA dengan jumlah perbandingan yang sama. Fungsi ribosom sebagai tempat untuk mensintetiskan asam amino menjadi protein yang dilakukan oleh RNA (Cartono & Nahdiah, 2010).
2. *Retikulum Endoplasma* (RE), merupakan sistem membran yang rumit dan tidak tersusun secara tertatur di dalam plasma sel eukariotik. *Retikulum endoplasma* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu RE kasar dan RE halus.(Cartono dan Nahdiah, 2010). Permukaan RE kasar merupakan hasil

yang terjadi akibat menempelnya *ribosom* pada RE. *Retikulum endoplasma* berguna sebagai saluran penghubung dari sitoplasma ke bagian inti sel (nukleus) dan juga mengirimkan protein yang sudah disintetiskan dalam ribosom.

3. *Mitokondria*, merupakan organel yang berfungsi sebagai tempat dilakukannya *respirasi aerobik* untuk menghasilkan suatu energi dalam sel. Mitokondria juga dilindungi dengan membran ganda. Mitokondria digunakan sebagai pusat respirasi sel dan menjadi penghasil energi terbesar di dalam sel dan digunakan sebagai sumber energi untuk sel. (Campbell & Reece, 2010).
4. *Badan Golgi*, adalah organel yang berhubungan dengan *retikulum endoplasma*. Terbentuk dari selaput yang mengandung banyak enzim pencernaan yang belum aktif, baik berupa zimogen maupun koenzim. Badan golgi berfungsi membentuk membran plasma, membentuk komponen dinding sel dan sebagai cadangan makanan. Pada sel tumbuhan, badan golgi disebut juga *diktiosom*. Fungsi utama dari badan golgi itu sendiri adalah sebagai alat sekresi (Cartono dan Nahdiah, 2010).
5. *Plastida*, merupakan *organel* yang ditemukan hanya pada sel tumbuhan dan dilindungi dengan membran ganda. *Plastida* dibagi menjadi tiga bagian yaitu: *leukoplas*, *kloroplas* dan *kromoplas*. *Leukoplas* merupakan plastida yang berwarna putih atau tidak mengandung *pigmen* warna, berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan dalam bentuk *amiloplas (aluminium)*, *elaioplas* (lemak) dan *proteoplas (protein)*. *Kloroplas* merupakan plastida yang berwarna hijau (*klorofil*), yang berguna untuk menyerap energi cahaya

dan mengubahnya menjadi energi kimia. *Kromoplas* adalah plastida yang mengandung berbagai macam pigmen sehingga plastida jenis ini berwarna warni (Cartono & Nahdiah, 2010).

6. *Peroksisom*, adalah sebuah organel kecil yang ada pada *sitoplasma* dengan diameter 0,5 nm dan memiliki membran. *Peroksisom* juga berfungsi dalam melakukan *metabolisme* lemak menjadi karbohidrat. Memiliki bentuk bulat maupun lonjong. Mengandung *enzim oksidase* yang akan bereaksi dengan *hidrogen* untuk menjadi *hidrogen peroksidase*, juga mengandung enzim *katalase* yang akan mengubah *hidrogen peroksidase* menjadi air dan *oksigen* (Utari & Tresnawati, 2011).
7. *Sitoskeleton*, merupakan rangka sel yang ada diantara nukleus dengan membran sel eukariotik. Tugas dari sitoskeleton adalah untuk melakukan pergerakan sel dan transpor zat. Dengan adanya sitoskeleton, bentuk sel menjadi lebih kokoh, sel dapat berubah bentuk, posisi organel dapat diatur, berenang, serta merayap di permukaan (Husniati, 2011).
8. *Lisosom*, merupakan organel yang berbentuk seperti gelembung dan mengandung berbagai *enzim*. *Lisosom* juga dapat digunakan sebagai penghasil *enzim-enzim* pencernaan. (Cartono dan Nahdiah, 2010). *Lisosom* berperan dalam penguraian molekul secara *endositosis*, *eksositosis*, *autofagi*, dan *autolisis*.
9. *Vokula* atau rongga sel, merupakan rongga yang berisi suatu cairan yang dikelilingi oleh selapis membran. Rongga sitoplasma diduga merupakan perluasan dari RE atau badan golgi. Rongga sitoplasma ini berfungsi sebagai cadangan makanan, transmisi zat didalam sel dan menjaga tekanan didalam

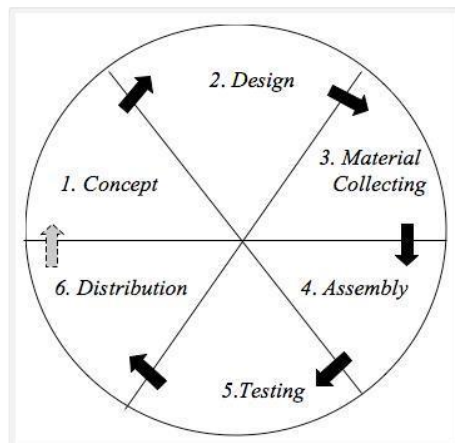
sel. (Cartono dan Nahdiah, 2010). Vakuola pada sel tumbuhan berukuran sangat besar dan dikelilingi oleh membran tonoplas yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan sisa-sisa metabolisme.

10. *Sentriol*, merupakan sepasang benda mikro yang memiliki bentuk seperti tabung yang berada dekat dengan inti sel (*nukleus*). Pada saat terjadinya pembelahan sel, *sentriol* berfungsi pada saat pergerakan *kromosom*. (Nurhayati dan Wijayanti, 2016).
11. Dinding Sel, merupakan struktur yang berada di luar *membran plasma* yang membatasi ruang bagi sel untuk membesar. Dinding sel dibentuk oleh *protoplasma* dan berfungsi untuk memberi bentuk pada sel tumbuhan, melindungi bagian dalam sel dari pengaruh lingkungan dan menjaga sel tumbuhan agar tidak pecah akibat masuknya air secara berlebihan. Diantara dinding dua sel yang berdekatan maka terdapat lamella tengah. Bagian ini terbentuk oleh karena pektin yang berfungsi untuk menempelkan sel yang satu dengan sel yang lainnya (Cartono & Nahdiah, 2010).

2.5 Multimedia Development Life Cycle

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *Multimedia Development Live Cycle* (MDLC) yang dikembangkan oleh Luther (1994). MDLC merupakan metode pengembangan system yang cocok untuk digunakan pada pengembangan system berbasis multimedia (Riyanto & Singgih, 2015). Tahapan yang dilakukan dalam *Multimedia Development Live Cycle* (MDLC) ada enam tahap yaitu *concept* (pengkonsepan), *design* (perancangan), *material collecting* (pengumpulan bahan),

assembly (pembuatan), *testing* (pengujian), dan *distribution* (pendistribusian) (Binanto, 2010). Tahapan MDLC dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut :



Gambar 1.6 Tahapan Multimedia Development Life Cycle

Sumber : (Sugiarto, 2018)

1. *Concept* (Pengkonsepan), merupakan tahap di mana tujuan dan siapa pengguna aplikasi ditentukan (identifikasi *audience*). Selain itu juga ditentukan jenis aplikasi (presentasi, interaktif, dll) dan tujuan aplikasi (hiburan, pelatihan, pembelajaran, dll). Pada tahap ini juga ditentukan dasar aturan untuk perancangan aplikasi, misalnya ukuran aplikasi, target, dan lain-lain. *Output* dari tahap ini biasanya berupa dokumen *naratif* untuk mengungkap tujuan proyek yang ingin dicapai.
2. *Design* (Percangan), merupakan tahapan menentukan spesifikasi mengenai arsitektur program, gaya, tampilan dan kebutuhan dari program. Design biasanya menggunakan *storyboard* untuk menggambarkan deskripsi setiap *scene*, dengan penjelasan alur dari setiap *scene* yang dibuat dan bagan alir (*flowchart*) untuk menggambarkan aliran dari satu *scene* ke *scene* lain. *storyboard* dapat dibuat seperti pembuatan *storyboard film/animasi*, atau

dapat juga dengan cara pembuatan *storyboard* di multimedia yang hanya menggunakan teks saja.

3. *Material Collecting* (Pengumpulan bahan), merupakan tahap pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan dari aplikasi yang sedang dibangun. Bahan yang dikumpulkan antara lain gambar clip art, foto, animasi, video, audio, dan lain-lain yang dapat diperoleh secara gratis atau dengan pembuatan secara mandiri. Tahap ini dapat dikerjakan secara bersamaan dengan tahap *assembly*. Namun, dalam beberapa kasus, tahap *material collecting* dan tahap *assembly* tidak dikerjakan secara bersamaan.
4. *Assembly* (pembuatan), merupakan tahap dimana semua objek atau bahan multimedia dibuat. Pembuatan aplikasi dibuat berdasarkan pada tahap design seperti *storyboard*, bagan alir, dan/atau struktur navigasi.
5. *Testing* (pengujian), dilakukan setelah tahap *assembly* (pembuatan) selesai dengan melihat apakah ada kesalahan atau tidak saat aplikasi / program dijalankan. Tahap pertama disebut juga sebagai tahap pengujian *alpha* (*alpha test*) dimana pengujiannya dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuatnya sendiri. Pengujian *alpha* meliputi pengujian fungsionalitas aplikasi dan pengujian *marker*. Pengujian fungsionalitas aplikasi ini merupakan pengujian terhadap fitur-fitur berupa tombol dan tampilan pada aplikasi, apakah berfungsi sesuai yang diharapkan atau tidak. Hasilnya semua berdasarkan dengan rencana pengujian. Setelah lolos dari pengujian *alpha*, lalu dilakukan pengujian beta yang melibatkan penggunaan akhir. Pada tahapan *beta testing*, digunakan angket atau kuisioner untuk mengukur

tingkat ketertarikan pengguna terhadap penyampaian informasi pada aplikasi yang dibangun.

6. *Distribution* (Pendistribusian), merupakan tahap akhir dari penelitian dan aplikasi yang dibuat didistribusikan ke pengguna. Pada tahap ini aplikasi akan disimpan di media penyimpanan. Tahap ini juga bisa disebut tahap evaluasi untuk mengembangkan produk akhir agar menjadi lebih baik. Hasil evaluasi dapat digunakan sebagai masukan untuk tahap konsep produk selanjutnya.

2.6 Pengujian ISO 25010

ISO 25010 merupakan metode standar internasional yang digunakan untuk mengevaluasi model kualitas dari perangkat lunak yang dikeluarkan oleh ISO / IEC. Metode ISO 25010 dapat digunakan untuk menguji kualitas sebuah perangkat lunak berdasarkan dua dimensi umum, yaitu *quality in use* dan *product quality*. pada dimensi *quality in use*, terdapat beberapa karakteristik relatif yang ditinjau dari *perspektif user* antara lain *Usability in use*, *Flexibility in use*, dan *Safety* (Alfian, 2010). Untuk dimensi *product quality*, mengacu pada karakteristik dari sebuah produk perangkat lunak, memiliki beberapa elemen yang antara lain meliputi *functional suitability*, *reliability*, *performance efficiency*, *operability*, *security*, *compatibility*, *maintainability*, dan *portability* (Azuma, 2008).



Gambar 1.7 Model kualitas ISO 25010

Sumber : (www.iso25000.com)

Dari gambar diatas, mengenai delapan karakteristik kualitas ISO 25010 dapat dijelaskan, sebagai berikut :

1. *Functional suitability*, merupakan sistem atau produk perangkat lunak dapat memberikan fungsionalitas yang dibutuhkan ketika perangkat lunak pada kondisi tertentu digunakan. Perangkat lunak dapat memberikan kelayakan dari fungsi dalam melakukan pekerjaan dan dapat memberikan hasil sesuai dengan kebutuhan pengguna.
2. *Performance efficiency*, merupakan saat dimana perangkat lunak dapat memberikan kemampuan yang baik dengan sejumlah sumber yang akan digunakan pada kondisi tertentu. Kinerja relatif terhadap sumber daya yang digunakan dalam kondisi tertentu.
3. *Compatibility*, merupakan kemampuan dimana sebuah produk, sistem atau komponen dapat bertukar informasi, sistem atau komponen dapat menjalankan fungsi lain yang diperlukan secara bersamaan.
4. *Usability*, merupakan keadaan dimana pada suatu sistem atau produk dapat digunakan oleh user tertentu untuk mencapai tujuan dengan *efektif*, *eficiency*, dan kepuasan tertentu dalam penggunaan.
5. *Reliability*, merupakan keadaan dimana sebuah sistem, produk atau komponen dapat melaksanakan fungsi tertentu dalam kondisi tertentu selama jangka waktu yang ditentukan.
6. *Security*, dalam hal ini sistem atau produk memberikan layanan dimana sistem melindungi informasi dan data sehingga seseorang atau sistem lain

dapat mengakses data tersebut sesuai dengan jenis dan tingkat otorisasi yang dimilikinya.

7. *Maintainability*, merupakan kemungkinan untuk memodifikasi sistem atau produk, termasuk peningkatan, pengembangan sesuai dengan lingkungan, dan modifikasi standar dan spesifikasi fungsional. Selain itu, perangkat lunak dapat dianalisis untuk menemukan penyebab kegagalan perangkat lunak, sehingga komponen yang dapat dimodifikasi.
8. *Portability*, mengacu pada tingkat efektivitas dan efisiensi sistem, produk, atau komponen yang dapat dipindahkan dari perangkat keras, perangkat lunak, atau digunakan di lingkungan yang berbeda.

2.7 Skala Likert

Skala Likert merupakan skala pengukuran yang dipakai guna mengukur tanggapan, sikap atau pendapat seseorang atau kelompok terhadap sebuah peristiwa atau kejadian sosial (Saputra & Nugroho, 2017). Skala pengukuran didasarkan dengan sikap responden dalam merespon pernyataan atau variable yang sedang diukur (Sanusi, 2012). terdapat dua pernyataan yaitu setuju dan tidak setuju. Pada skala likert ini biasanya juga menggunakan beberapa pernyataan, misalnya seperti sangat setuju, setuju, kurang setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju.

2.8 Skala Guttman

Skala Guttman merupakan skala pengukuran yang dipakai untuk mendapatkan jawaban yang tegas dari responden dan hanya menyediakan dua pilihan jawaban, misalnya ya–tidak, baik–jelek, berhasil-gagal, dan lain-lain (Sugiono, 2018). Maka dari itu data yang dihasilkan adalah data nominal, dimana jawaban positif mendapat nilai 1 dan negatif mendapat nilai 0 (Sukardi, 2010).