

Sistem Simulasi Alat Indra Manusia untuk Mendukung Proses Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Dasar

Rani Puspita, Galang Prihadi Mahardhika
Departments Of Informatics
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
14523148@students.uii.ac.id

Abstract— Ilmu Pengetahuan Alam atau IPA merupakan pembelajaran yang menarik karena segala sesuatu yang dipelajari berada di sekitar. Cara kerja alam yang ada di sekitar manusia juga sering kali diluar nalar dan pikiran manusia. Akibatnya dalam mempelajari alam diperlukan imajinasi dan pemikiran yang luas. Pada usia anak yang terbilang masih kecil untuk memahami dan membayangkan penjelasan yang disampaikan oleh guru atau buku merupakan hal yang sulit. Khususnya pada organ yang tidak dapat dilihat secara langsung seperti alat indra.

Proses pembelajaran alat indra dengan hanya membaca buku dan melihat gambar akan membuat siswa cepat merasa jenuh, dan bosan. Sehingga siswa kurang bisa menangkap informasi yang diberikan. Cara menarik perhatian belajar yakni dengan bantuan teknologi yang mengandung sisi motivasi di dalamnya, yaitu dengan menggunakan sistem berbasis multimedia. Program yang berbasis multimedia tersebut akan lebih menarik dengan dukungan VR atau *Virtual Reality*. VR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan komputer yang dihasilkan model tiga dimensi atau lingkungan virtual. Lingkungan ini realistis, dalam arti bahwa itu akrab bagi kita, atau menggambarkan dunia fisik yang dikenal kita tetapi yang biasanya tidak dapat diamati.

Pada penelitian ini, penulis membangun sebuah sistem simulasi alat indra manusia untuk membantu dan menarik minat siswa dalam proses pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Dasar. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan metode ADDIE. Perancangan dilakukan dengan menggunakan *Hierarchy Plus Input Output* atau HIPO, dan *storyboard*. Kemudian dilakukan implementasi dan pengujian terhadap responden yaitu guru dan siswa SD.

Pengujian dilakukan terhadap guru SD dan dua belas siswa kelas IV SD dengan hasil evaluasi yang baik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa aplikasi Simulasi Alat Indra dapat digunakan dalam proses pembelajaran guna membantu guru dan menarik minat siswa untuk belajar materi alat indra.

Keywords— *Simulasi alat indra, Ilmu Pengetahuan Alam, media alternatif*

I. PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam atau IPA tersebut merupakan pembelajaran yang menarik karena segala sesuatu yang dipelajari berada di sekitar. Cara kerja alam juga sering kali diluar nalar dan pikiran manusia. Akibatnya dalam mempelajari alam diperlukan imajinasi dan pemikiran yang luas.

Pada usia anak yang terbilang masih kecil untuk memahami dan membayangkan penjelasan yang disampaikan oleh guru atau buku merupakan hal yang sulit. Khususnya pada organ yang tidak dapat dilihat secara langsung seperti alat indra. Indra adalah alat tubuh yang dapat mengindra atau menangkap rangsang karena memiliki ujung syaraf tertentu [1].

Proses pembelajaran alat indra dengan hanya membaca buku dan melihat gambar akan membuat siswa cepat merasa jenuh, dan bosan. Sehingga siswa kurang bisa menangkap informasi yang diberikan. Kegagalan dalam menjelaskan suatu proses ini akan menjadikan sesuatu proses itu dianggap sulit oleh para siswa.

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan minat serta membantu proses pembelajaran yakni dengan mengembangkan sistem pembelajaran yang imajinatif dan menarik. Cara menarik perhatian belajar yakni dengan bantuan teknologi yang mengandung sisi motivasi di dalamnya, yaitu dengan menggunakan sistem berbasis multimedia.

Multimedia adalah perpaduan antara teks, grafik, sound, animasi dan video untuk menyampaikan pesan ke publik [2]. Multimedia sangat membantu dan berguna dalam pendidikan karena memiliki karakteristik interaktivitas, fleksibilitas, dan integrasi berbagai media yang dapat mendukung pembelajaran, dengan mempertimbangkan perbedaan individu di antara peserta didik dan meningkatkan motivasi mereka [3]. Dengan kata lain multimedia merupakan media pembelajaran yang tepat untuk membantu proses pengembangan imajinasi siswa.

Program yang berbasis multimedia tersebut akan lebih menarik dengan dukungan VR atau *Virtual Reality*. VR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan komputer yang dihasilkan model tiga dimensi atau lingkungan virtual [4]. Lingkungan ini realistis, dalam arti bahwa itu akrab bagi kita, atau menggambarkan dunia fisik yang dikenal kita tetapi yang

biasanya tidak dapat diamati. Dalam sistem ini digunakan VR Desktop yaitu pengguna duduk di depan monitor komputer desktop dengan interaksi yang disediakan oleh perangkat pengontrol seperti mouse [4]. Keuntungan VR dibandingkan metode deskripsi konvensional adalah siswa diberi kesempatan untuk mengalami materi pelajaran yang sulit jika menggambarkan atau menjelaskan dengan metode konvensional dengan gambar atau video.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Media Pembelajaran

2.1.1 Belajar

Belajar dalam arti luar merupakan suatu proses yang memungkinkan timbulnya atau berubahnya suatu tingkah laku baru yang bukan disebabkan oleh kematangan dan sesuatu hal yang bersifat sementara sebagai hasil dari terbentuknya respons utama [5].

Belajar merupakan proses yang terus berulang dan tidak terbatas bentuk dan waktu. Belajar tidak hanya berasal dari buku namun berasal dari lingkungan hidup manusia. Setiap manusia memiliki cara belajar masing-masing. Terlepas dari berbagai cara yang dilakukan, belajar memiliki tujuan yang sama yaitu memahami.

2.1.2 Proses Pembelajaran

Proses pembelajaran merupakan usaha pendidik (guru) untuk mewujudkan terjadinya proses pemerolehan pengetahuan, penguasaan kemahiran, dan pembentukan sikap dan kepercayaan pada siswa. Dengan kata lain, pembelajaran adalah proses yang memfasilitasi siswa agar dapat belajar dengan baik [5].

2.1.3 Media atau Alat bantu pembelajaran

National Education Association (NEA) mendefinisikan media sebagai segala benda yang dapat dimanipulasikan, dilihat, didengar, dibaca atau dibicarakan beserta instrumen yang dipergunakan untuk kegiatan tersebut. Maka dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran merupakan proses komunikasi. Dengan kata lain, belajar menggunakan media pembelajaran terjadi bila ada komunikasi antara siswa dan guru lewat atau melalui media tersebut.

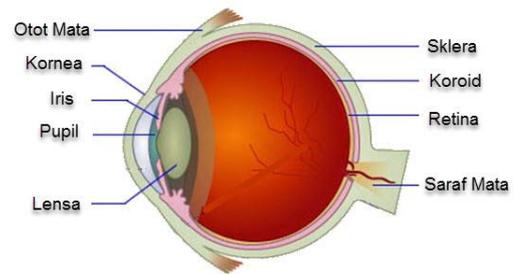
2.2 Sistem Indera Manusia

Indera merupakan alat atau anggota tubuh manusia yang dapat menangkap rangsang dan memrosesnya secara otomatis. Manusia dapat memperoleh dan mengolah informasi tentang lingkungan sekitarnya. Alat indera adalah sel-sel reseptor sensori yang mampu mendeteksi berbagai rangsangan, lalu akan diteruskan ke otak. Kemudian otak akan mengolah rangsangan yang diterima, menginterpretasikan dan memerintah efektor.

Manusia memiliki lima alat indera yang sering disebut dengan panca indera. Kelima alat indera tersebut adalah indera penglihatan (mata), indera pendengaran (telinga) indera pembau (hidung), indera peraba (kulit), dan indera pengecap (lidah).

2.2.1 Indera Penglihatan (Mata)

Mengapa manusia dapat melihat keindahan alam sekitar? Tentu saja karena manusia mempunyai alat indera penglihatan yang disebut dengan mata. Melalui mata, manusia dapat mengetahui warna, bentuk, ukuran atau volume suatu barang. Bentuk mata menyerupai bola sehingga disebut dengan bola mata. Bola mata terletak di dalam lekuk mata yang dibatasi oleh tulang dahi dan tulang pipi.



Gambar 2. 1 Anatomi Mata

Struktur Anatomi Mata

Bagian-bagian mata dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian luar mata dan bagian dalam mata. Bagian luar mata terdiri dari alis mata, kelopak mata serta bulu mata.

a. Alis mata

Alis mata berfungsi untuk mencegah masuknya keringat yang berasal dari dahi menuju ke dalam mata.

b. Kelopak mata

Kelopak mata berguna untuk menutup bola mata. Kelopak mata akan segera menutup jika ada cahaya yang terlalu terang atau ada benda asing yang akan masuk ke mata. Tanpa disadari mata sering berkedip, berkedip merupakan gerak reflek. Fungsi berkedip ialah untuk membasahi mata, menggiring apabila ada kotoran di dalam mata untuk keluar serta memberi istirahat pada retina mata dari paparan cahaya secara terus menerus.

c. Kelenjar mata

Pada kelopak mata bagian atas terdapat kelenjar air mata yang berfungsi untuk menghasilkan air mata. Air mata berguna untuk membasahi kornea, melindungi mata dari kuman serta menjaga mata dan bagian di dalam mata untuk tetap sehat dan lembut.

d. Bulu mata

Bulu mata dapat diumpamakan sebagai tirai karena bulu mata berfungsi untuk mengurangi cahaya yang masuk ke mata. Apabila cahaya terlalu terang dan terdapat debu yang hendak memasuki mata, maka terlebih dahulu dihalang oleh bulu mata. Bagian dalam mata diantaranya ialah seperti dibawah ini :

a. Lapisan sklera

Merupakan lapisan terluar yang berwarna putih kecuali bagian depan tidak berwarna atau bening. Bagian yang bening tersebut disebut dengan kornea. Fungsi kornea ialah menerima rangsang berupa cahaya dan meneruskannya ke bagian mata yang lebih dalam.

b. Lapisan koroid

Merupakan lapisan tengah yang banyak mengandung pembuluh darah. Di bagian depan, lapisan koroid membentuk iris. Warna iris menentukan warna mata seseorang. Fungsi iris

ialah mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk ke mata. Di bagian tengah iris terdapat celah yang disebut pupil. Pupil merupakan tempat lewatnya cahaya menuju retina. Jika cahaya terlalu terang maka pupil akan mengecil. Sebaliknya, jika cahaya terlalu redup maka pupil akan melebar.

c. Retina

Pada retina terdapat bintik kuning (fovea) yang merupakan bagian yang sangat peka terhadap cahaya. Selain itu terdapat pula bintik buta, yang merupakan bagian tidak peka terhadap cahaya dan merupakan tempat keluarnya saraf mata menuju otak.

d. Lensa mata

Merupakan sebuah benda bening yang berbentuk cembung. Lensa mata terletak persisi dibelakang iris. Fungsi dari lensa ialah meneruskan dan mengumpulkan cahaya atau bayangan benda agar jatuh tepat di retina. lensa mata memiliki daya akomodasi yang merupakan kemampuan untuk berubah menjadi cembung atau pipih.

e. Saraf mata

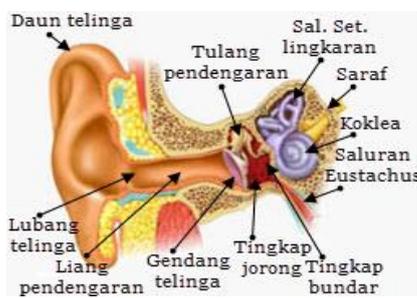
Merupakan saraf optik yang berfungsi untuk meneruskan rangsang cahaya yang diterima sel-sel reseptor ke susunan saraf pusat di otak.

Mekanisme Kerja Mata

Mata bekerja saat menerima cahaya. Pantulan cahaya dari suatu benda masuk melalui pupil, kemudian diteruskan ke dalam lensa mata. Setelah itu lensa mata mengarahkan cahaya, sehingga bayangan benda jatuh pada retina. Ujung-ujung saraf retina menyampaikan bayangan benda tersebut ke otak. Selanjutnya otak mengolah bayangan tersebut sehingga benda tersebut dapat kita lihat.

2.2.2 Indera Pendengaran (Telinga)

Telinga manusia merupakan indera pendengar yang hanya mampu mendengarkan suara berfrekuensi antara 20-20.000 getaran per detik (*Hertz/Hz*). Frekuensi atau gelombang suara dibagi menjadi 3 yaitu infrasonik, akustik, dan ultrasonik. Telinga manusia hanya dapat mendengar suara akustik. Sedangkan frekuensi suara infrasonik ialah 1-20 Hz, serta frekuensi suara ultrasonik adalah lebih dari 20.000 Hz.



Gambar 2. 2 Anatomi Telinga

Struktur Anatomi Telinga

Telinga manusia terdiri atas tiga bagian yaitu telinga bagian luar, telinga bagian dalam serta telinga bagian tengah.

a. Telinga bagian luar

Telinga bagian luar terdiri atas daun telinga, lubang telinga, serta gendang telinga. Daun telinga terdiri atas tulang

rawan yang berfungsi untuk menangkap suara dari luar. Lubang telinga merupakan pintu masuknya suara sebelum masuk kebagian telinga tengah. Suara yang ditangkap oleh daun telinga akan diteruskan melalui lubang telinga lalu menuju ke gendang telinga. Setelah itu gendang telinga bergetar sesuai dengan jumlah getaran yang diterima daun telinga.

b. Telinga bagian tengah

Telinga bagian tengah terdiri atas tulang martil, tulang landasan, serta tulang sanggurdi. Ketiga telinga tersebut disebut dengan tulang pendengaran. Telinga bagian tengah berfungsi menerima suara yang ditangkap oleh telinga bagian luar. Pada bagian ini terdapat saluran yang berfungsi menghubungkan telinga dengan rongga mulut yang disebut saluran *eustachius*. Fungsi saluran tersebut untuk menyeimbangkan tekanan udara antara telinga luar dengan telinga tengah.

c. Telinga bagian dalam

Telinga bagian dalam terdiri atas tingkap jorong, undar, tiga saluran setengah lingkaran, serta rumah siput (koklea). Pada rumah siput terdapat ujung-ujung saraf pendengaran dan alat keseimbangan tubuh.

Mekanisme Kerja Telinga

Suara dapat masuk ke dalam telinga melalui udara. Suara tersebut terlebih dahulu ditangkap oleh daun telinga yang berada di bagian luar telinga, lalu diteruskan ke gendang telinga. Akibatnya gendang telinga bergetar, kemudian getaran tersebut diteruskan oleh tulang-tulang pendengaran ke telinga bagian dalam, tepatnya ke ujung saraf. Oleh ujung saraf getaran tersebut disampaikan ke otak agar diolah sehingga manusia dapat mendengar.

2.2.3 Indera Pembau (Hidung)

Hidung merupakan alat pembau atau indera penciuman bagi manusia. Apabila lubang hidung tersumbat oleh lendir atau ingus maka manusia akan sulit untuk bernafas dan mempengaruhi sistem pernafasan manusia.



Gambar 2. 3 Anatomi Hidung

Struktur Anatomi Hidung

Hidung terdiri atas dua bagian yaitu lubang hidung dan rongga hidung. Rongga hidung terbentuk oleh tulang hidung dan tengkorak. Selain itu dalam rongga hidung terdapat selaput lendir atau yang disebut juga *membran mukus* serta bulu hidung atau *silia*.

Bulu hidung dan selaput lendir berguna untuk menyaring udara yang akan masuk hidung. Sehingga kotoran yang ada

dalam udara tidak terbawa ke dalam hidung. Kotoran tersebut dapat berupa debu, virus, kuman, dan cairan. Bersin merupakan akibat dari masuk kotoran ke dalam hidung. Bersin sendiri berfungsi untuk mengeluarkan kotoran tersebut.

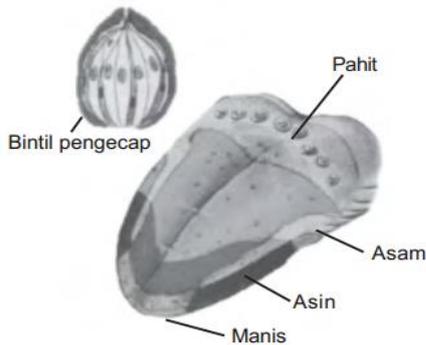
Di rongga hidung bagian atas terdapat sel-sel reseptor atau ujung-ujung saraf pembau. Saat sakit flu manusia tidak dapat membau dengan baik, penyebabnya adalah pembekakan yang terjadi di selaput hidung. Selain itu lendir juga menyebabkan indera pembau tidak menerima rangsang dengan baik.

Mekanisme Kerja Hidung

Saat menghirup udara untuk bernafas, bau sekitar juga ikut ke dalam hidung. Di dalam rongga hidung, bau akan larut di dalam lendir. Setelah itu rangsangan bau tersebut akan diterima oleh ujung-ujung saraf pembau serta diteruskan ke pusat penciuman dan saraf pembau. Setelah itu otaklah yang memproses ingata akan bau tersebut sehingga manusia tau dan dapat membau aroma tersebut.

2.2.4 Indera Pengecap (Lidah)

Lidah merupakan indera perasa atau pengecap manusia yang berfungsi untuk membedakan bermacam-macam rasa. Rasa yang berbeda dapat dirasakan dibagian lidah yang berbeda-beda pula.



Gambar 2. 4 Anatomi Lidah

Struktur Anatomi Lidah

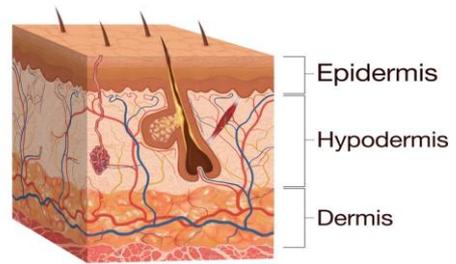
Pada permukaan lidah terdapat bintil-bintil yang sangat peka terhadap rangsang rasa benda yang masuk kedalam mulut. Pada bintil-bintil tersebut terdapat ujung-ujung saraf pengecap.

Mekanisme Kerja Lidah

Makanan atau minuman yang telah berupa larutan di dalam mulut akan merangsang ujung-ujung saraf pengecap. Setelah itu rangsangan tersebut diteruskan ke pusat saraf pengecap di otak. Lalu otak menanggapi rangsang tersebut sehingga manusia dapat merasakan rasa makanan atau minuman tersebut.

2.2.5 Indera Peraba (Kulit)

Seluruh tubuh manusia diselimuti oleh kulit. Kulit berfungsi untuk melindungi bagian-bagian tubuh bagian dalam. Kulit juga berfungsi mengatur suhu tubuh dan berperan sebagai indera peraba.



Gambar 2. 5 Anatomi Kulit

Struktur Anatomi Kulit

Kulit terdiri dari tiga lapisan yaitu epidermis, dermis, serta hipodermis. Penjelasan seperti berikut :

a. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan terluar dari kulit serta tersusun atas kulit ari dan lapisan malpighi. Terdapat pula saluran keringat, lubang kulit atau pori-pori serta ujung rambut. Kulit ari tersusun atas sel-sel terluar dari lapisan malpighi yang telah mati. Fungsi dari kulit ari merupakan mencegah masuknya bibit-bibit penyakit ke dalam tubuh dan mencegah menguapnya air dari tubuh. Lapisan malpighi berada di bagian dalam setelah kulit ari. Lapisan ini disusun oleh sel-sel yang aktif membelah diri.

b. Dermis

Lapisan dermis terdapat kelenjar keringat, kelenjar minyak, akar rambut, pembuluh darah, saraf serta reseptor indera peraba.

c. Hipodermis

Lapisan ini merupakan lapisan terdalam dari susunan kulit. Lapisan ini mengandung banyak jaringan lemak yang berguna untuk menghangatkan tubuh.

Mekanisme Kerja Kulit

Rangsang yang diterima kulit merupakan sentuhan panas, dingin, tekanan serta nyeri. Rangsangan tersebut diterima oleh sel-sel reseptor. Selanjutnya rangsangan diteruskan ke otak melalui urat saraf. Oleh otak rangsangan akan diolah sehingga otak memerintahkan tubuh untuk menanggapi rangsang tersebut.

III. METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang ditemukan oleh Dick dan Carry. Metode ADDIE adalah metode yang terdiri dari lima tahapan penelitian yang meliputi analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Tahap penelitian untuk membuat "Sistem Simulasi Alat Indra Manusia untuk Membantu Proses Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Dasar" meliputi tahap-tahap berikut ini.

3.2 Analysis

Pada tahap analisis dilakukan wawancara untuk mengetahui permasalahan dan solusi dari permasalahan yang ditemukan. Wawancara kepada guru pengampu mata pelajaran IPA untuk kelas IV.

3.2.1 Analisis masalah

Analisis masalah merupakan informasi yang didapatkan dari proses wawancara yang berkaitan dengan kesulitan yang dihadapi oleh narasumber. Berikut merupakan analisis masalah yang diperoleh :

- Materi pembelajaran alat indra terdapat pada buku Ilmu Pengetahuan Alam 4, penerbit PT. Bengawan Ilmu oleh Budi Wahyono dan Setyo Nurachmandani.
- Proses pembelajaran materi alat indra menggunakan metode konvensional yaitu metode ceramah. Dengan metode ceramah tersebut sering kali siswa merasa jenuh dan bosan.
- Sesi pembelajaran alat indra yang tidak kondusif membuat siswa sering kali merasa bosan di tengah penjelasan yang disampaikan guru, sehingga proses pembelajaran yang dilakukan tidak optimal.
- Proses pembelajaran dengan menggunakan gambar 2D membuat siswa tidak dapat membayangkan proses kerja dari masing-masing alat indra.
- Media yang dapat diterima di SDN 2 Bandar adalah media teknologi berbasis *dekstop*. Hal ini dikarenakan peraturan yang tidak memperbolehkan siswa membawa *smartphone*.

3.2.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui berbagai macam kebutuhan informasi yang diperlukan sebelum aplikasi simulasi alat indra dibangun. Berikut ini merupakan hasil analisis kebutuhan yang didapat dari proses wawancara :

- Aplikasi yang memuat alat indera manusia berbentuk tiga dimensi.
- Aplikasi yang membantu siswa membayangkan atau mengimajinasikan cara kerja masing-masing alat indra.
- Aplikasi yang dapat membantu guru menjelaskan materi alat indera serta menarik minat belajar siswa.
- Aplikasi dikembangkan berbasis *dekstop*.
- Materi alat indera diambil dari buku Ilmu Pengetahuan Alam 4, penerbit PT. Bengawan Ilmu oleh Budi Wahyono dan Setyo Nurachmandani yang digunakan oleh SDN 2 Bandar.

3.3 Design (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan guna mempermudah perancangan sistem yang akan dibangun. Pada tahap ini dibuat rancangan yang mewakili keinginan dan ide dari peneliti sesuai dengan analisis kebutuhan yang telah didapatkan. Berikut merupakan proses *design* :

3.3.1 Storyboard

Pada sistem ini akan dibangun sesuai dengan buku acuan yang digunakan dan mengandung beberapa materi. Materi tersebut meliputi bagian-bagian alat indra, gambar atau animasi alat indra dan simulasi cara kerja alat indra.

Storyboard Halaman Main Menu

Halaman Main Menu pada aplikasi simulasi alat indra menampilkan beberapa tombol yang dapat dipilih. Terdapat

enam tombol yang meliputi tombol Mata, tombol Hidung, tombol Lidah, tombol Telinga, tombol Kulit dan tombol Keluar. Masing-masing tombol memiliki fungsi yang berbeda. Tombol Mata memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Bagian-Bagian Mata. Tombol Hidung memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Bagian-Bagian Hidung. Tombol Lidah memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Bagian-Bagian Lidah. Tombol Telinga memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Bagian-Bagian Telinga. Tombol Kulit memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Bagian-Bagian Kulit. Tombol Keluar berfungsi untuk menutup aplikasi simulasi alat indera. Dalam halaman main menu juga dilengkapi dengan suara. Tombol-tombol dalam halaman main menu juga akan menghasilkan suara saat tombol di tekan. Tampilan *Storyboard* halaman Main Menu pada Gambar 3.1

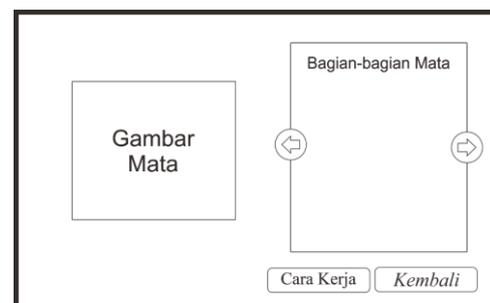


Gambar 3. 1 *Storyboard* Halaman Main Menu

Storyboard Halaman Mata

Halaman Mata menampilkan materi bagian-bagian mata berbentuk tulisan. Pada halaman ini terdapat gambar bagian-bagian mata, penjelasan, tombol *next*, tombol *previous*, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Halaman ini dilengkapi dengan *background* yang sama dengan halaman main menu. Tombol Cara Kerja memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Cara Kerja Mata yang merupakan halaman VR.

Tombol *next* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian mata selanjutnya. Tombol *previous* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian mata sebelumnya. Tombol Kembali memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tombol-tombol pada halaman ini memiliki suara apabila ditekan. Tampilan *Storyboard* Halaman Mata pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 *Storyboard* Halaman Bagian-bagian Mata

Storyboard Halaman Cara Kerja Mata

Halaman Cara Kerja Mata menampilkan simulasi cara kerja mata dalam bentuk *virtual reality*. Di dalam halaman ini *user* akan diajak melihat proses masuknya cahaya ke mata. Dalam halaman ini, tombol arah (atas, bawah, kanan, kiri) digunakan untuk bergerak atau berjalan. Sedangkan kursor mouse berperan sebagai sudut pandang *user*. Selain itu pada halaman ini dilengkapi penjelasan yang berupa suara. Terdapat tombol pada Halaman Cara Kerja Mata yaitu tombol kembali. Selain itu dengan menekan tombol X pada *keyboard* memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Cara Kerja Mata pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 *Storyboard* Halaman Cara Kerja Mata

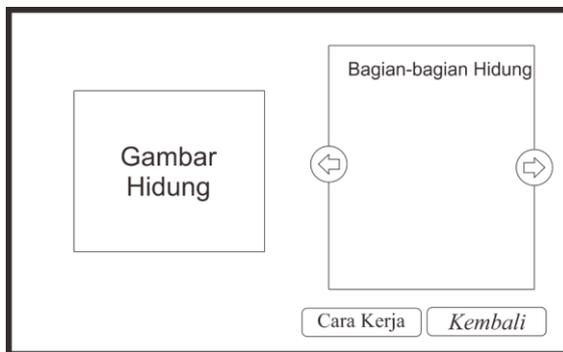
user akan diajak melihat proses masuknya udar ke hidung. Dalam halaman ini, tombol arah (atas, bawah, kanan, kiri) digunakan untuk bergerak atau berjalan. Sedangkan kursor mouse berperan sebagai sudut pandang *user*. Selain itu pada halaman ini dilengkapi penjelasan yang berupa suara. Terdapat tombol pada Halaman Cara Kerja Hidung yaitu tombol kembali. Selain itu dengan menekan tombol X pada *keyboard* memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Cara Kerja Hidung pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 *Storyboard* Halaman Cara Kerja Hidung

Storyboard Halaman Hidung

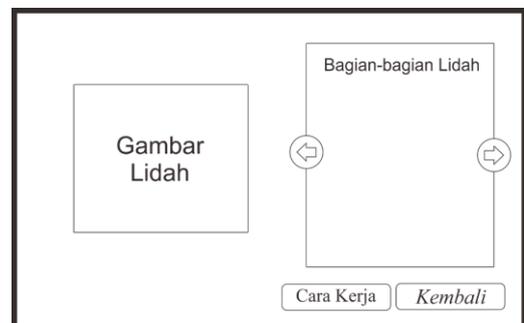
Halaman Hidung menampilkan materi bagian-bagian hidung berbentuk tulisan. Halaman ini dilengkapi dengan *backsound* yang sama dengan halaman main menu. Pada halaman ini terdapat gambar bagian-bagian hidung, penjelasan, tombol *next*, tombol *previous*, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol-tombol pada halaman ini memiliki suara apabila ditekan. Tombol Cara Kerja memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Cara Kerja Hidung yang merupakan halaman VR. Tombol *next* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian hidung selanjutnya. Tombol *previous* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian hidung sebelumnya. Tombol Kembali memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Hidung pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 *Storyboard* Halaman Bagian-bagian Hidung

Storyboard Halaman Lidah

Halaman Lidah menampilkan materi bagian-bagian lidah berbentuk tulisan. Halaman ini dilengkapi dengan *backsound* yang sama dengan halaman main menu. Pada halaman ini terdapat gambar bagian-bagian lidah, penjelasan, tombol *next*, tombol *previous*, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol-tombol pada halaman ini memiliki suara apabila ditekan. Halaman memiliki gambar bagian-bagian lidah, penjelasan, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol Cara Kerja memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Cara Kerja Lidah yang merupakan VR. Tombol *next* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian lidah selanjutnya. Tombol *previous* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian lidah sebelumnya. Tombol Kembali memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Lidah pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 *Storyboard* Halaman Bagian-bagian Lidah

Storyboard Halaman Cara Kerja Hidung

Halaman Cara Kerja Hidung menampilkan simulasi cara kerja hidung dalam bentuk *virtual reality*. Di dalam halaman ini

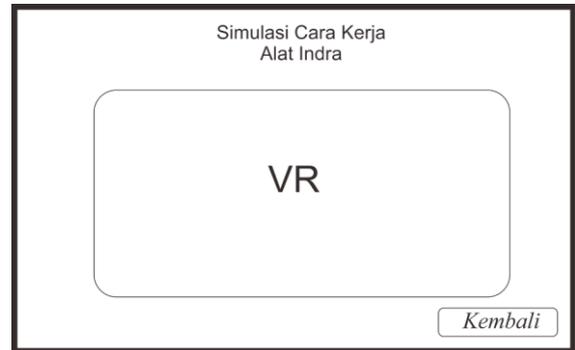
Storyboard Halaman Cara Kerja Lidah

Halaman Cara Kerja Lidah menampilkan simulasi cara kerja lidah dalam bentuk *virtual reality*. Di dalam halaman ini *user* akan diajak melihat proses makanan menyentuh lidah. Dalam halaman ini, tombol arah (atas, bawah, kanan, kiri) digunakan untuk bergerak atau berjalan. Sedangkan kursor mouse berperan sebagai sudut pandang *user*. Selain itu pada halaman ini dilengkapi penjelasan yang berupa suara. Terdapat tombol pada Halaman Cara Kerja Lidah yaitu tombol kembali. Selain itu dengan menekan tombol X pada *keyboard* memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Cara Kerja Lidah pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 *Storyboard* Halaman Cara Kerja Lidah

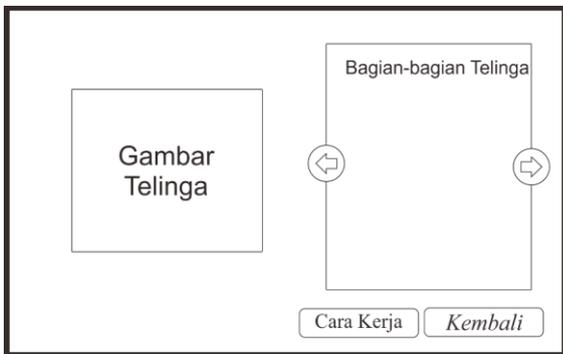
Halaman Cara Kerja Telinga menampilkan simulasi cara kerja telinga dalam bentuk *virtual reality*. Di dalam halaman ini *user* akan diajak melihat proses masuknya suara ke telinga. Dalam halaman ini, tombol arah (atas, bawah, kanan, kiri) digunakan untuk bergerak atau berjalan. Sedangkan kursor mouse berperan sebagai sudut pandang *user*. Selain itu pada halaman ini dilengkapi penjelasan yang berupa suara. Terdapat tombol pada Halaman Cara Kerja Telinga yaitu tombol kembali. Selain itu dengan menekan tombol X pada *keyboard* memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Cara Kerja Telinga pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 *Storyboard* Halaman Cara Kerja Telinga

Storyboard Halaman Telinga

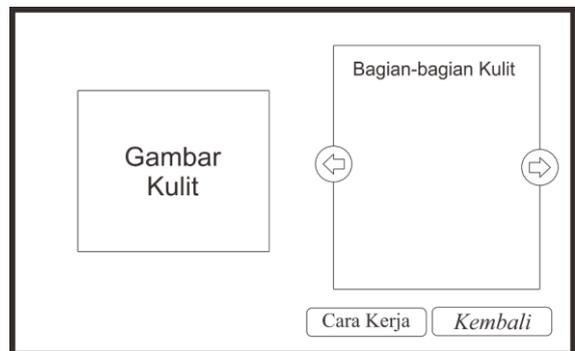
Halaman Telinga menampilkan materi bagian-bagian mata berbentuk tulisan. Halaman ini dilengkapi dengan *backsound* yang sama dengan halaman main menu. Pada halaman ini terdapat gambar bagian-bagian hidung, penjelasan, tombol *next*, tombol *previous*, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol-tombol pada halaman ini memiliki suara apabila ditekan. Halaman ini terdapat gambar bagian-bagian Telinga, penjelasan, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol Cara Kerja memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Cara Kerja Telinga yang merupakan VR. Tombol *next* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian telinga selanjutnya. Tombol *previous* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian telinga sebelumnya. Tombol Kembali memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Telinga pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 *Storyboard* Halaman Bagian-bagian Telinga

Storyboard Halaman Kulit

Halaman Kulit menampilkan materi bagian-bagian mata berbentuk tulisan. Halaman ini dilengkapi dengan *backsound* yang sama dengan halaman main menu. Pada halaman ini terdapat gambar bagian-bagian hidung, penjelasan, tombol *next*, tombol *previous*, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol-tombol pada halaman ini memiliki suara apabila ditekan. Halaman ini terdapat gambar bagian-bagian Kulit, penjelasan, tombol Cara Kerja, dan tombol kembali. Tombol Cara Kerja memiliki fungsi untuk berpindah ke halaman Cara Kerja Kulit yang merupakan VR. Tombol *next* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian kulit selanjutnya. Tombol *previous* berfungsi untuk berpindah ke halaman bagian kulit sebelumnya. Tombol Kembali memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Kulit pada Gambar 3.10.

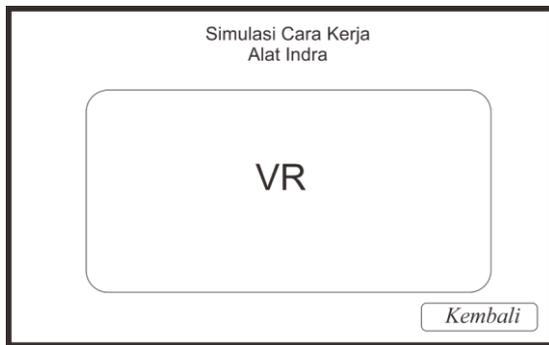


Gambar 3. 10 *Storyboard* Halaman Bagian-bagian Kulit

Storyboard Halaman Cara Kerja Telinga

Storyboard Halaman Cara Kerja Kulit

Halaman Cara Kerja Kulit menampilkan simulasi cara kerja mata dalam bentuk *virtual reality*. Di dalam halaman ini *user* akan diajak melihat proses udara menyentuh kulit. Dalam halaman ini, tombol arah (atas, bawah, kanan, kiri) digunakan untuk bergerak atau berjalan. Sedangkan cursor mouse berperan sebagai sudut pandang *user*. Selain itu pada halaman ini dilengkapi penjelasan yang berupa suara. Terdapat tombol pada Halaman Cara Kerja Kulit yaitu tombol kembali Selain itu dengan menekan tombol X pada *keyboard* memiliki fungsi untuk kembali ke Halaman Main Menu. Tampilan *Storyboard* Halaman Cara Kerja Kulit pada Gambar 3.11.



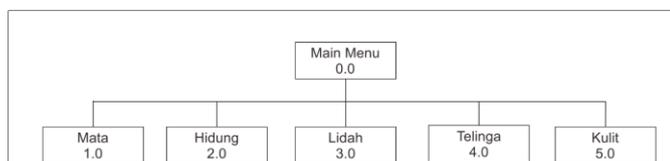
Gambar 3. 11 *Storyboard* Halaman Cara Kerja Kulit

3.3.2 Diagram HIPO

Dalam proses *design* aplikasi simulasi alat indra ini menggunakan diagram HIPO. Diagram HIPO (*Hierarchy Plus Input Proses Output*) berfungsi untuk memudahkan *user* untuk memahami alur aplikasi. Diagram HIPO terdiri dari tiga bagian yaitu VTOC (*Visual Table Of Content*), diagram ringkas serta diagram rinci.

VTOC (*Visual Table Of Content*)

Diagram ini berfungsi untuk memberikan gambaran seluruh hubungan dari fungsi-fungsi secara beruntut. Hubungan fungsi-fungsi dan struktur diagram digambarkan ke dalam bentuk hierarki. Gambar *Visual Table Of Content* dari Sistem Simulasi Alat Indra dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 12 Diagram *Visual Table Of Content*

Tabel 3.1 merupakan tabel penjelasan dari diagram HIPO pada aplikasi simulasi alat indra.

Tabel 3. 1 Penjelasan Diagram HIPO

Proses	Keterangan
Main Menu 0.0	Modul Halaman Main Menu, menampilkan halaman awal dari aplikasi yang terdapat enam tombol didalamnya yaitu tombol Mata, tombol Hidung,

	tombol Lidah, tombol Telinga, tombol Kulit dan tombol Keluar.
Mata 1.0	Modul Halaman Mata, menampilkan halaman Bagian-bagian Mata yang berisi penjelasan bagian-bagian mata serta gambar bagian-bagian mata.
Hidung 2.0	Modul Halaman Hidung, menampilkan halaman Bagian-bagian Hidung yang berisi penjelasan bagian-bagian hidung serta gambar bagian-bagian hidung.
Lidah 3.0	Modul Halaman Lidah, menampilkan halaman Bagian-bagian Lidah yang berisi penjelasan bagian-bagian lidah serta gambar bagian-bagian lidah.
Telinga 4.0	Modul Halaman Telinga, menampilkan halaman Bagian-bagian Telinga yang berisi penjelasan bagian-bagian telinga serta gambar bagian-bagian telinga.
Kulit 5.0	Modul Halaman Kulit, menampilkan halaman Bagian-bagian Kulit yang berisi penjelasan bagian-bagian kulit serta gambar bagian-bagian kulit.

3.4 Perancangan Pengujian

3.4.1 Pengujian Pengguna

Pengujian pengguna dilakukan dengan cara wawancara kepada guru pengampu pelajaran IPA serta siswa-siswa kelas IV SDN 2 Bandar. Untuk melakukan wawancara buat daftar pertanyaan yang akan diajukan guna mengetahui hasil perancangan yang dilakukan. Berikut merupakan pertanyaan yang diajukan kepada guru guna mengetahui apakah aplikasi yang dibangun membantu proses pembelajaran :

- Apakah gambar tiga dimensi alat indra sesuai dengan materi pada buku acuan yang digunakan?
- Apakah simulasi alat indra sesuai dengan materi pada buku acuan yang digunakan?

Berikut merupakan pertanyaan yang diajukan kepada siswa guna mengetahui apakah aplikasi yang dibangun menarik dan dapat digunakan sebagai alat simulasi :

- Apakah mau menggunakan aplikasi ini lagi?
- Apakah simulasi alat indra dengan tiga dimensi lebih menarik?
- Apakah suara penjelasan cara kerja alat indra dapat didengar dengan jelas?
- Apakah kombinasi warna nyaman untuk dilihat?
- Apakah teks yang ada pada aplikasi dapat dipahami dengan mudah?

3.4.2 Pengujian Sistem

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah pengujian secara fungsional. Pengujian secara fungsional bertujuan untuk mengetahui seberapa sesuai aplikasi dengan rancangan yang telah dibuat. Untuk melakukan pengujian secara fungsional maka dilakukan *blackbox testing* agar tidak terjadi kesalahan saat aplikasi dijalankan. Pengujian *blackbox testing* disesuaikan dengan diagram HIPO yang telah dibuat. Pengujian *blackbox testing* dibuat berdasarkan diagram rinci yang telah dirancang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Development

Pada tahap pengembangan ini, desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dipetakan menjadi desain yang lebih nyata dan dapat digunakan. Berikut merupakan hasil dari proses pengembangan :

Hasil Tampilan Antarmuka

Tampilan antarmuka merupakan tampilan dari aplikasi simulasi alat indra yang akan dioperasikan oleh pengguna. Akan ditampilkan salah satu tampilan pada aplikasi simulasi alat indra. Berikut merupakan tampilan hasil aplikasi pada halaman Main Menu yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Main Menu

Pengujian Blackbox

Pengujian pada aspek ini memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa kesesuaian aplikasi simulasi alat indra dengan hasil yang diharapkan. Pada aspek ini dilakukan pengujian secara *Blackbox testing* untuk menghindari kesalahan ketika aplikasi dijalankan.

4.2 Implementation

Pada tahap implementasi ini aplikasi simulasi alat indra yang telah dibangun diperkenalkan dan digunakan oleh responden. Tahap implementasi bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat bekerja dengan baik serta sesuai dengan tujuan pembuatan aplikasi. Target utama dari mengembangkan aplikasi ini adalah guru IPA dan siswa kelas IV yang berada di Sekolah Dasar Negeri Bandar 2, Sukomoro, Magetan. Guru IPA terdiri dari satu orang serta siswa terdiri dari dua belas siswa. Adapun data dari responden dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Data responden

No	Nama	Jenis Kelamin	Keterangan
1.	Iswati	Perempuan	Guru
2.	Melvin Adelino	Laki-laki	Siswa
3.	Candra Kirana	Perempuan	Siswa
4.	Fikartrio Adi	Laki-laki	Siswa
5.	Yumma Kirana Sesyana	Perempuan	Siswa
6.	Vanesha Samara	Perempuan	Siswa

7.	Aurel Riskia	Perempuan	Siswa
8.	Safa Diah	Perempuan	Siswa
9.	Alvinsa Zakia	Laki-laki	Siswa
10.	Bintang Bagus Oktasia	Laki-laki	Siswa
11.	Elen Atrilian	Perempuan	Siswa
12.	Nabela Putri Nur	Perempuan	Siswa
13.	Ratu Saidabungsu	Perempuan	Siswa

Sebelum dilakukan implementasi, terlebih dahulu penulis meminta izin untuk melaksanakan implementasi kepada kepala sekolah dan guru pengampu. Setelah mendapat izin penulis diberikan kesempatan untuk mengimplementasi aplikasi pada tanggal 12 Oktober 2019. Implementasi dilakukan di ruang kelas IV SDN Bandar 2. Proses implementasi dilakukan pada waktu sebelum pelajaran dimulai yaitu pada jam 07.15. Seluruh proses implementasi memakan waktu 45 menit. Sebelum proses implementasi dilakukan, guru pengampu sudah menjelaskan materi alat indra kepada siswa. Proses implementasi diawali dengan penjelasan keseluruhan dari aplikasi simulasi alat indra kepada siswa dan guru, kemudian siswa secara bergantian maju satu persatu untuk menggunakan aplikasi. Setelah itu seluruh siswa maju untuk mencoba aplikasi bersama-sama.

Implementasi pada guru dilakukan setelah proses implementasi pada siswa selesai. Proses implementasi pada guru hanya memakan waktu 15 menit, karena guru sudah ikut menyimak pada saat implementasi pada siswa sehingga guru bisa langsung mencoba aplikasi.

4.3 Evaluation

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap aplikasi simulasi alat indra yang telah diimplementasikan. Tahap evaluasi dilakukan dengan cara wawancara kepada guru dan siswa sebagai responden. Proses wawancara dilakukan pada hari Sabtu, 12 Oktober 2019. Proses wawancara dilakukan setelah aplikasi simulasi alat indra digunakan oleh responden. Pertanyaan yang digunakan untuk wawancara sesuai dengan pertanyaan yang telah ditentukan pada proses pengembangan tepatnya pada bagian pengujian pengguna. Poin pertanyaan dan jawaban hasil wawancara yang diajukan kepada guru dan siswa SDN 2 Bandar dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Hasil Wawancara terhadap guru dan siswa SDN 2 Bandar

Responden	Pertanyaan	Jawaban
Guru	Apakah gambar tiga dimensi alat indra sesuai dengan materi pada buku acuan yang digunakan?	Gambar tiga dimensi alat indra sudah sesuai dengan materi pada buku dan gambar menarik perhatian siswa.
	Apakah simulasi alat indra sesuai dengan materi pada buku acuan yang digunakan?	Simulasi cara kerja alat indra sudah sesuai dengan materi pada buku, namun lebih baik

		ditambahkan keterangan pada setiap bagian-bagian alat indra. Karena siswa cenderung cepat lupa nama bagian-bagian alat indra, sehingga dengan menambahkan keterangan pada setiap bagian-bagian alat indra akan lebih membantu siswa untuk belajar.
Siswa	Apakah mau menggunakan aplikasi ini lagi?	Para siswa sangat ingin menggunakan aplikasi ini lagi untuk belajar. Bahkan para siswa berkata ingin menggunakan aplikasi ini dengan <i>smartphone</i> agar lebih mudah.
	Apakah simulasi alat indra dengan tiga dimensi lebih menarik?	Jauh lebih menarik, karena selama ini tidak bisa melihat seperti cara kerja alat indra. Selain itu di sekolah belajar hanya dengan gambar, sehingga tidak tahu seperti apa bentuk sebenarnya.
	Apakah suara penjelasan cara kerja alat indra dapat didengar dengan jelas?	Jelas, tapi suara kurang keras.
	Apakah kombinasi warna nyaman untuk dilihat?	Sudah nyaman dilihat, warnanya bagus.
	Apakah teks yang ada pada aplikasi dapat dipahami dengan mudah?	Teks pada aplikasi mudah dipahami.

Pada saat siswa diminta untuk menggunakan aplikasi ini, siswa sangat antusias dan bergantian untuk mencoba aplikasi. Beberapa siswa dengan berani untuk menggunakan aplikasi dan

mengulang-ulang materi yang ada pada aplikasi. Guru pengampu juga sangat antusias dan senang, karena selama ini pada saat siswa belajar materi alat indra siswa cenderung terlihat bosan dan tidak antusias. Guru pengampu juga mengatakan bahwa dengan aplikasi ini membantu siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil wawancara di atas, maka dapat disimpulkan kelayakan aplikasi simulasi alat indra manusia untuk membantu dan menarik minat siswa dalam proses pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. Namun pada proses simulasi alat indra harus ditambahkan nama bagian-bagian alat indra, dan suara penjelasan cara kerja manusia harus dikembangkan lebih baik lagi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

4.3 Kesimpulan

Kesimpulan dari proses analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi sebagai berikut :

1. Sistem Simulasi Alat Indra dikembangkan dengan menggunakan model ADDIE. Sistem ini dirancang dengan menggunakan metode perancangan HIPO dan *storyboard*. Aset dibuat dengan menggunakan Blender dan difungsikan dengan menggunakan Unity. Aplikasi dinyatakan layak digunakan berdasarkan *Blackbox Testing* yang dilakukan.
2. Aplikasi ini dapat memuat materi alat indra dan menyajikan simulasi cara kerja alat indra sesuai dengan buku acuan yang digunakan. Dibuktikan dengan hasil wawancara yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 terhadap responden guru.
3. Menurut hasil pengujian, aplikasi ini dapat digunakan dalam proses pembelajaran guna membantu guru dan menarik minat siswa untuk belajar materi alat indra. Dibuktikan dengan hasil wawancara terhadap responden guru dan siswa yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

5.2 Saran

Pada Aplikasi Simulasi Alat Indra Manusia masih terdapat beberapa temuan yang dapat dikembangkan. Berikut beberapa hal yang masih dapat dikembangkan dari Aplikasi Simulasi Alat Indra :

1. Aplikasi dapat dikembangkan dengan berbasis *mobile* atau Android.
2. Aplikasi dapat dikembangkan sehingga dapat digunakan dengan VR Box.
3. Aplikasi dikembangkan sehingga dapat memiliki modul *Virtual Tour* atau skenario pada saat simulasi dijalankan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyono, B., & Nurachmandani, S. (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam 4*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- [2] Hackbarth, S., *The Education Technology Handbook*. Englewood Cliffs (New Jersey: Education Technology Publications Inc., 1996), hal 197.

- [3] Dwyer, C. (1993). *Multimedia in Education*. *Educational Media International* (Vol. 30). <https://doi.org/10.1080/0952398930300402>
- [4] Christou, C. (2015). Virtual Reality in Education. *Affective, Interactive and Cognitive Methods for E-Learning Design*, (June 2010), 228–243. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-940-3.ch012>
- [5] Hanafy, M. S. (2014). *Konsep Belajar dan Pembelajaran*, 17.