



Lestari Media Pembelajaran Interaktif Tumbuhan

Achmad Rifaldi¹✉, Prawidana Kurniawan¹, Manikowati², Angraini Mulwinda¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²Balai Pengembangan Multimedia Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: November 2020

Direvisi: Juni 2021

Disetujui: Juni 2021

Keywords:

Augmented Reality,
Blackbox, Mobile

Learning

Abstrak

Lestari merupakan media pembelajaran interaktif dengan multi fitur dan *mobile*. Pengembangan aplikasi bertujuan untuk memberikan materi tumbuhan secara tulisan dan gambar serta menampilkan model 3D (tiga dimensi) sebagai alat peraga dalam menampilkan jaringan tumbuhan yang tidak dapat dilihat langsung tanpa adanya alat bantu. Metode yang digunakan dalam pengembangan menggunakan metode *prototype*. Pengujian dilakukan dalam memindai pola gambar, dimana *Augmented reality* terbatas dalam mengidentifikasi gambar pada penggunaan kertas, cahaya, dan jarak. Fungsionalitas tombol pada aplikasi diuji menggunakan metode *black box* yang mana fungsi telah berjalan baik, dinilai layak digunakan pada *android*.

Abstract

Lestari is an interactive learning media with multi features and mobile. Application development aims to provide plant material in writing and pictures and display 3D (three-dimensional) models as props in displaying plant tissue that cannot be seen directly without any tools. The method used in the development using the prototype method. Tests are carried out in scanning image patterns, where Augmented reality is limited in identifying images on the use of paper, light, and distance. The functionality of the buttons on the application was tested using the black box method where the function has been running well, considered suitable for use on Android.

PENDAHULUAN

Proses dan bentuk pendidikan seharusnya menyesuaikan dengan perubahan kondisi perilaku dan kebiasaan yang terjadi. Di masa ini, digitalisasi mulai berkembang sehingga manusia mulai bergantung pada perangkat-perangkat digital seperti *smartphone*. Tak terkecuali pada peserta didik yang kian sering bermain *smartphone* setiap harinya. Menurut (Kominfo, 2017) survei kepemilikan gawai pada pelajar Indonesia pada tahun 2017 bahwa 70.98% pelajar di Indonesia memiliki gawai, dimana separuh lebih pelajar di Indonesia telah menggunakan gawai. Dari hal itu gawai memiliki peluang besar yang dapat dimanfaatkan sebagai alat yang mudah dijangkau dan digunakan dalam pemanfaatan dalam proses pembelajaran. Namun pada pemanfaatannya terkendala pada kurangnya penyedia konten-konten pembelajaran berbasis mobile learning, karena konten yang beredar lebih banyak dengan kategori hiburan yang kurang mencerminkan aspek pendidikan, faktor lain dimana pengembang konten berasal dari luar negeri yang mana konten memiliki latar budaya yang berbeda (Astuti, Sumarni, & Saraswati, 2017).

Pemanfaatan pendidikan menggunakan media digital disebut sebagai *mobile learning* yang diartikan media alternatif dalam mempermudah peserta didik memahami materi yang dapat dipelajari tanpa terikat tempat dan waktu. Keluwesan gawai serta tingkat penjualan yang meninggi setiap tahunnya membuat pemanfaatan gawai sebagai media dalam pembelajaran memiliki potensi yang besar.

Kitchenham (2011:9) berpendapat bahwa penggunaan gawai pada proses penyelenggaraan pendidikan membuat perangkat ini dapat menjadi salah satu bentuk perangkat yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengembangan media. Pemanfaatan m-Learning dinyatakan oleh Gonzalez (2015:32) dapat memberikan bentuk manfaat yang positif kepada para siswa untuk mengakses bahan belajar ataupun sebagai media pembelajaran. Selain itu, Laurillard (2007) berpendapat bahwa dengan menggunakan *smartphone* dalam pendidikan, membuat teknologi ini memiliki peran yang sentral untuk dapat digunakan sebagai sarana penyampai informasi kepada siswa melalui teknologi perangkat *smartphone*.

Badriyah (2015) mengatakan bahwa efektivitas dari kegiatan belajar mengajar yang memanfaatkan media pembelajaran dapat dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan media dengan pula memadukannya dengan teori pembelajaran. Hal tersebut berarti bahwa keberhasilan terhadap pencapaian tujuan

belajar sangat ditentukan dengan media yang digunakan untuk menunjang pembelajaran yang dilakukan. Budiman (2013) menegaskan pernyataan tersebut dengan mengatakan pemilihan metode belajar yang tepat dan memahami tujuan pelajaran serta mampu memotivasi siswa, pembelajaran mendapatkan jaminan untuk bisa dinikmati oleh siswa. Siswa akan menemukan kelezatan ilmu di tangan guru yang memahami jiwa siswa dalam kemasan pembelajaran menarik dalam lingkungan belajar yang kondusif untuk menyerap nilai-nilai. Dari pernyataan diatas penulis ingin memanfaatkan perkembangan dan minat anak belajar melalui media *smartphone*. Topik pembelajaran yang digunakan adalah topik tumbuhan pada mata pelajaran IPA bab biologi.

Beberapa penelitian mengenai media pembelajaran tumbuhan telah banyak termuat. Tetapi masih diperlukan pengembangan sehingga efektivitas dan penggunaan media lebih baik. Pada penelitian yang dilakukan Nurmaningsih (2013), pengembangan media pembelajaran disajikan dalam bentuk tulisan dan animasi disertai dengan kuis sebagai bahan evaluasi yang termuat dalam aplikasi. Penelitian lain mengenai media tersebut juga dilakukan Lena Zairana (2019) yang mengembangkan media pembelajaran interaktif dengan menggunakan Adobe Flash CS 6. Hasil keluaran media yang dihasilkan tersimpan di *copy disk* yang dapat dijalankan di perangkat komputer. Melihat dari penelitian yang ada mengenai pengembangan media pembelajaran tumbuhan, kami mengembangkan aplikasi dengan nama "LESTARI". Aplikasi ini dapat dijalankan di perangkat *smartphone* agar lebih mudah diakses dibandingkan perangkat komputer. Selain memuat tulisan, animasi dan kuis, kami mengimplementasikan beberapa fitur lain yang dapat meningkatkan antusias belajar seperti *augmented reality* dan beragam permainan serta penyajian materi dengan menggunakan *motion graphic*.

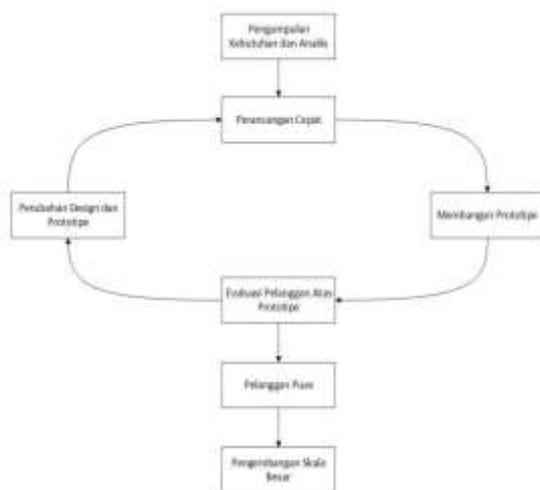
Fitur *augmented reality* pada aplikasi ini bertujuan agar pengguna dapat mengerti bentuk dan nama bagian tumbuhan dengan penggambaran gambaran penampang tumbuhan yang hampir menyerupai objek aslinya sehingga pengguna dapat mengerti bagian-bagian tersebut jika berhadapan langsung dengan tumbuhan sesungguhnya. *Augmented reality* bersifat interaktif karena pengguna dapat menggerakkan visualisasi pemodelan dengan menggerakkan gambar cetak.

METODE PENELITIAN

Pada proses pengembangan perangkat lunak Lestari, metode pengembangan yang dipilih adalah metode *prototyping*. Pemilihan metode tersebut karena aplikasi yang kami kembangkan merupakan konsep awal dari penggabungan beberapa fitur dan merancang rangkaian yang tepat untuk memudahkan pengguna berinteraksi dengan media yang dibuat.

Prototyping adalah bagian dari produk yang mengekspresikan logika maupun fisik antarmuka eksternal yang ditampilkan (Simarmata, 2010). Pendekatan dengan metode ini dimulai dengan menyusun rancangan dan gagasan mengenai sebuah produk yang akan dibentuk. Dari hasil yang didapatkan kemudian dievaluasi mengenai keefektifan dari perangkat yang telah dikembangkan. Menurut Sommerville (2011), kelebihan dari pendekatan *prototyping* pada pengembangan perangkat lunak yaitu kegunaan sistem yang lebih baik, kesesuaian sistem yang lebih dekat dengan kebutuhan pengguna, kualitas desain yang lebih baik, pemeliharaan yang lebih baik, dan usaha pengembangan yang lebih ringan.

Ada berbagai jenis metode *prototyping*, dalam penelitian ini kami menggunakan *prototyping evolusioner*. konsep dari metode tersebut adalah dengan menggunakan hasil pengembangan secara maksimal sehingga aplikasi yang dikembangkan dapat berjalan dengan baik.



Gambar 1. Pendekatan prototype (Simarmata, 2010)

Proses pengembangan aplikasi dengan metode ini tidak terlepas dari ketepatan waktu.

Pengembangan aplikasi memiliki *milestone* sebagai acuan dasar setiap langkahnya. Proses *prototyping* seharusnya bersifat efektif dari segi waktu. Oleh karena itu, setiap tahapan dilakukan dengan semaksimal mungkin sehingga tahapan-tahapan selanjutnya dapat berjalan baik.

Tahapan awal dalam metode *prototyping evolusioner* dengan melakukan analisis kebutuhan. Pada tahapan ini, pengembang melakukan analisis pada kurikulum sekolah yang berlaku. Pada pengembangan Lestari, kami mengacu pada kurikulum 2013 pada mata pelajaran IPA khususnya pada bidang biologi bab tumbuhan pada jenjang Sekolah Dasar (SD). Analisis fitur juga dilakukan pada metode ini dengan berdasarkan pada kurikulum. Urutan dan skenario tampilan dan fitur dilakukan pada tahap ini dengan tujuan agar pengguna mencapai kemudahan dan kenyamanan dalam mengoperasikan perangkat yang dikembangkan.

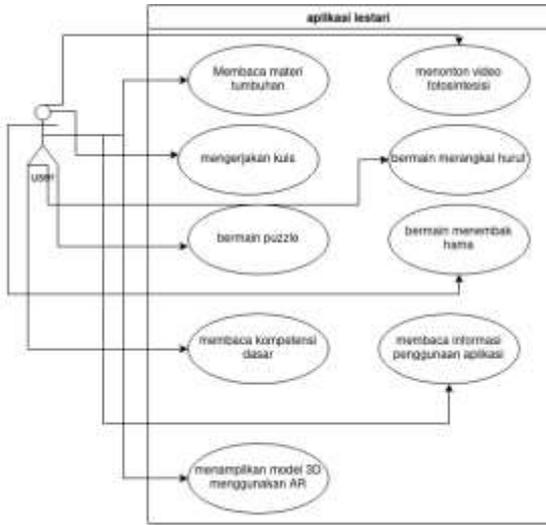
Setelah konsep sudah disusun, maka selanjutnya dilakukan tahap pengembangan mulai dari pembuatan desain hingga eksekusi dengan melakukan pemrograman menggunakan bahasa komputer. Desain yang disajikan disesuaikan dengan target aplikasi yang dihasilkan. Karena aplikasi ini ditujukan kepada anak sekolah dasar, maka desain yang dibuat memiliki warna dan ilustrasi yang lucu untuk menarik perhatian.

Aplikasi yang sudah dikerjakan pada tahapan awal kemudian melalui tahap evaluasi. Evaluasi aplikasi dapat menggunakan metode *blackbox*. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah semua fitur sudah berjalan dengan baik, interaksi antar halaman sudah sesuai dengan rancangan, dan melakukan pengecekan apabila terjadi kesalahan sistem. Selain hal tersebut, pengujian efektivitas pengalaman pengguna perlu diperhatikan. Tampilan dan urutan aplikasi seharusnya bersifat mudah dan nyaman.

Dari hasil evaluasi aplikasi, maka perlu dilakukan perbaikan ataupun perubahan apabila diperlukan. Proses evaluasi dan perbaikan dilakukan berulang sampai aplikasi sudah tidak mengalami kesalahan fitur dan konsep pengalaman pengguna sudah ergonomis. Setelah hal itu tercapai, maka selanjutnya diujikan kepada pengguna yang lebih luas untuk menguji kelayakan aplikasi dari pihak lain. Aplikasi yang sudah layak dapat disebarluaskan kepada pengguna dengan lingkup yang besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Use case



Gambar 2. Use case

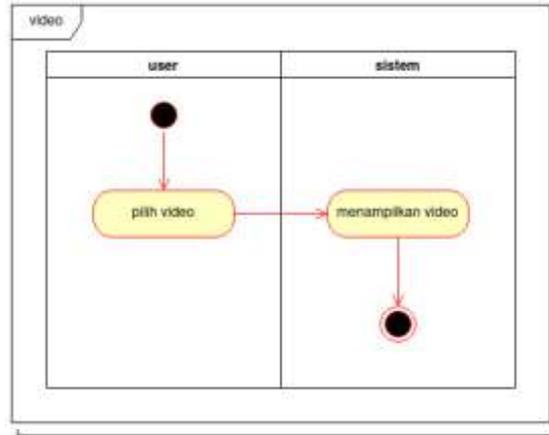
Diagram *use case* pada Gambar 2 menggambarkan bahwa *user* atau pengguna dapat menggunakan aplikasi lestari untuk membaca materi berkaitan tumbuhan dimana materi yang disediakan adaptasi tumbuhan. Pengguna juga dapat melihat video berkaitan fotosintesis.

Pada menu game pengguna dapat menyelesaikan kuis berkaitan bab tumbuhan, bermain untuk merangkai huruf menjadi suatu kata, bermain *puzzle* untuk merangkai gambar tumbuhan, dan bermain menembak hama pada tumbuhan.

Menu *augmented reality* menampilkan model tiga dimensi berkaitan sel pada tumbuhan. Menu informasi menampilkan kompetensi dasar yang perlu dikuasai peserta didik, dan pengguna mampu membaca informasi penggunaan tombol dalam menjalankan aplikasi media pembelajaran lestari.

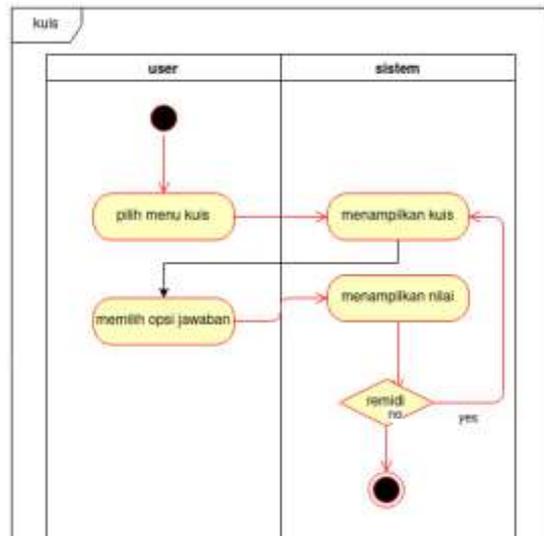
A. Activity Diagram

Activity diagram materi diawali dari pengguna memilih materi kemudian sistem akan menampilkan materi berkaitan adaptasi tumbuhan.



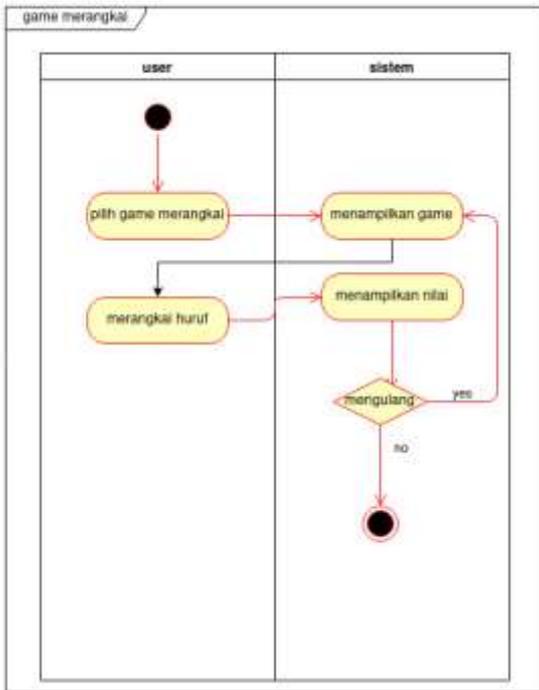
Gambar 3. Activity video

Activity diagram video pengguna dapat memilih menu materi berupa video, kemudian sistem akan menampilkan dan memainkan video berkaitan fotosintesis.



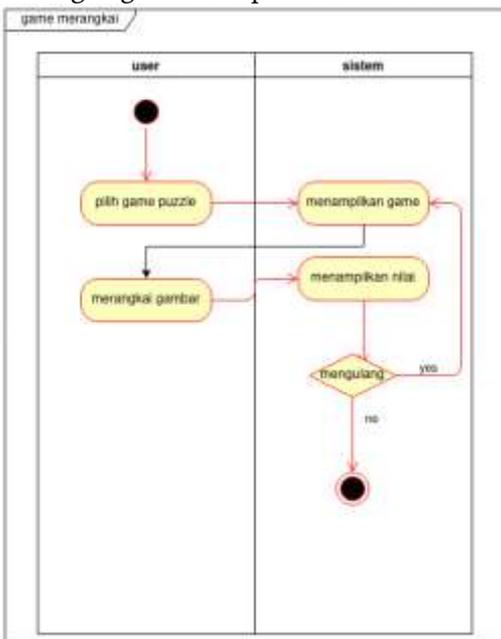
Gambar 4. Activity kuis

Activity diagram kuis pengguna dapat memilih tombol menu kuis, sistem akan menampilkan kuis, kemudian pengguna dapat memilih opsi jawaban yang dirasa benar dari kuis yang diajukan secara acak, setelah pengguna selesai mengisi pertanyaan dengan lengkap, maka sistem akan menampilkan nilai, jika nilai dibawah 70 maka akan mengulang kuis, apabila nilai diatas 70 maka sistem akan keluar.



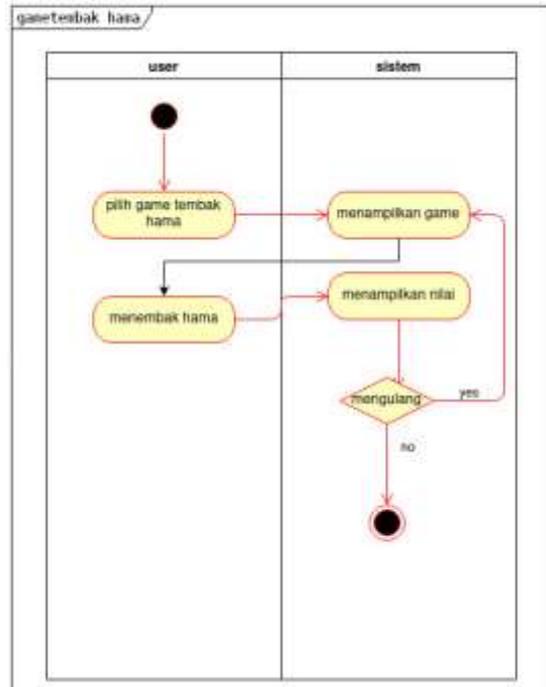
Gambar 5. Activity permainan merangkai

Activity diagram permainan merangkai huruf menjadi kata, dimulai dari pengguna memilih game merangkai, sistem akan menampilkan permainan, pengguna dapat merangkai huruf menjadi suatu kata, jika permainan berhasil diselesaikan maka sistem akan menampilkan nilai, apabila mendapat bintang tiga maka permainan akan selesai.



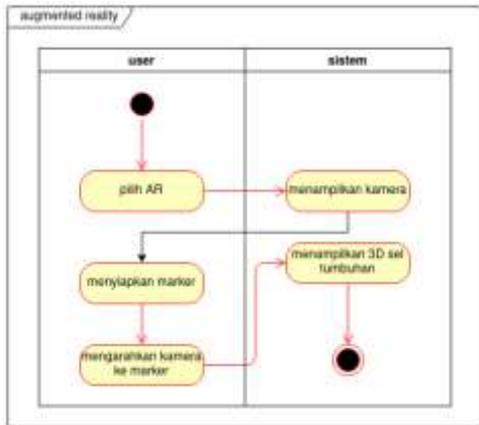
Gambar 6. Activity permainan merangkai

Activity diagram puzzle pengguna memilih permainan puzzle, sistem akan menampilkan permainan, kemudian pengguna merangkai gambar acak menjadi suatu gambar utuh, jika pengguna berhasil merangkai maka sistem akan menampilkan nilai, apabila pengguna tidak mampu menyelesaikan puzzle maka sistem akan menampilkan permainan dari awal, apabila pengguna berhasil menyelesaikan tantangan maka permainan berakhir.



Gambar 7. Activity permainan tembak hama

Activity diagram tembak hama diawali pengguna memilih permainan tembak hama, sistem akan menampilkan permainan, pengguna akan menembak hama, setelah berakhirnya permainan sistem akan menampilkan jumlah hama yang ditembak, apabila pengguna mati maka sistem akan menampilkan permainan tembak hama dari awal, jika pemain menghendaki untuk berhenti maka permainan akan berakhir.



Gambar 8. Activity augmented reality

Activity diagram augmented reality pengguna memilih tombol AR, kemudian sistem akan menampilkan kamera, pengguna menyiapkan marker dari kertas, pengguna mengarahkan kamera tepat diatas marker, maka sistem akan menampilkan model tiga dimensi sel tumbuhan.

A. Penggunaan Augmented Reality

Menyiapkan marker dalam bentuk foto yang dapat di ambil melalui CD (compact disk) aplikasi lestari, kemudian foto tersebut dicetak menggunakan kertas. Cara penggunaan augmented reality agar dapat menampilkan model jaringan tumbuhan dengan meletakkan marker yang selesai dicetak di bidang datar, kemudian masuk pada aplikasi lestari dan pilih menu augmented reality, setelah menu tersebut dipilih maka aplikasi akan membuka kamera. Arahkan kamera ke marker, maka model tiga dimensi jaringan tumbuhan akan terlihat.

B. Navigasi Model



Gambar 9. Navigasi

Dimulai dari menampilkan logo, kemudian akan muncul loading, berikutnya muncul tampilan menu utama, yang mana menu belajar akan menampilkan dua menu yaitu menu materi dalam bentuk digital, dan animasi bergerak.

Menu augmented reality pada tampilan utama akan mengarahkan pada kamera yang otomatis terbuka untuk dapat memindai kartu yang telah disediakan. Menu permainan pada tampilan utama disediakan empat permainan yang mana permainan merangkai kata, multiple choice, permainan puzzle, dan permainan pest hunter. Pada tampilan utama disediakan pula tombol informasi untuk mengetahui kompetensi materi, fungsi tombol pada aplikasi, dan pengembang aplikasi. Tombol keluar berada pada tampilan utama yang mana mengarahkan keluar pada aplikasi.

C. Desain Tampilan



Gambar 10. Animasi singkat

Animasi singkat logo yang menaungi pembuatan aplikasi.



Gambar 11. Loading

Tampilan loading, disediakan tombol tap to play untuk memulai belajar pada aplikasi.



Gambar 12. Kompetensi dasar

Tampilan kompetensi awal disediakan animasi sederhana menampilkan kompetensi dasar yang harus dimiliki peserta didik.



Gambar 13. Tampilan keluar

Permainan ini disediakan untuk merangkai kata dimana topik pembahasan pada tumbuhan, seperti adaptasi tumbuhan, dan bahan untuk fotosintesis.



Gambar 17. Tampilan materi

Tampilan keluar disediakan tombol ya untuk keluar dan tombol tidak untuk kembali ke menu utama.



Gambar 14. Tampilan menu

Tampilan menu materi disediakan tiga pilihan menu.



Gambar 18. Tampilan menu belajar

Tampilan Menu terdapat tiga tombol belajar, *augmented reality* dan *game*.



Gambar 15. Permainan *multiple choice*

Tampilan menu belajar disediakan dua tombol yang dapat membuka video pembelajaran atau materi tumbuhan secara digital.



Gambar 1. Animasi pembelajaran

Permainan ini menyediakan pertanyaan seputar tanaman, yang mana telah dilengkapi papan nilai dan simbol apabila menjawab pertanyaan secara benar maupun salah.

Animasi pembelajaran disediakan untuk membahas topik fotosintesis.



Gambar 16. Permainan merangkai kata



Gambar 20. Puzzle

Permainan ini untuk merangkai gambar dari pertanyaan yang telah disediakan.



Gambar 21. Permainan pest hunter

Permainan ini untuk memberikan pengetahuan macam-macam hama pada tanaman.



Gambar 22. Tampilan 3D augmented reality

Hasil 3D yang mana dapat di dilihat saat memindai kartu yang disediakan.



Gambar 23. Tampilan petunjuk button

Tampilan untuk memberikan fungsi masing-masing tombol.



Gambar 24. Tampilan pengembang

Tampilan gambar pengembang aplikasi.

D. Analisis Pengujian Augmented Reality

Pengujian *augmented reality* pada *marker tracking* dimana indikator pengujian menggunakan jarak pada saat menampilkan model 3D dengan cara mendeteksi gambar dua dimensi sebagai pola yang dibaca aplikasi media interaktif. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan bahan kertas yang berbeda dan dilakukan menggunakan cahaya matahari dan lampu.

Tabel 1. Pengujian

pengujian	Sub pengujian
	Jarak 5cm
	Jarak 10cm
Jarak, cahaya lampu, kertas glossy paper	Jarak 20cm
	Jarak 30cm
	Jarak 40cm
	Jarak 50cm
	Jarak 5cm
	Jarak 10cm
Jarak, cahaya lampu, kertas buffalo	Jarak 20cm
	Jarak 30cm
	Jarak 40cm
	Jarak 50cm

panjang 10cm dengan bahan kertas glossy paper, dengan menggunakan cahaya lampu ruangan menggunakan lampu 5 watt dan berbagai jarak sesuai dengan tabel pengujian.

Tabel 2. Pengujian Deteksi Pola Gambar

Uji	Cahaya lampu, kertas <i>glossy paper</i>					
Jarak (cm)	5	10	20	30	40	50
Hasil	T	Y	Y	Y	Y	T

Menurut tabel pengujian deteksi gambar bahwa aplikasi dapat mendeteksi pola gambar 2 dimensi sebagai alat untuk menampilkan model 3D, didapat hasil aplikasi tidak mampu menampilkan model 3D dengan jarak kurang dari 10cm, dan aplikasi hanya dapat menampilkan gambar 3D dengan jarak $10 \leq x \leq 40$, apabila aplikasi mendeteksi pola dari jarak lebih dari 40cm tidak dapat mendeteksi dan tidak dapat menampilkan model 3D.



Gambar 25. Pengujian pada jarak 50cm



Gambar 27. Pengujian pada jarak 40cm bufalo



Gambar 26. Pengujian pada jarak 20cm



Gambar 28. Pengujian jarak 20cm bufallo

E. Pengujian *Blackbox*

Pengujian menggunakan pola gambar dengan ukuran lebar 7.5cm dan panjang 10cm dengan bahan kertas bufallo, menggunakan jarak yang telah ditentukan pada tabel pengujian dan menggunakan lampu 5watt.

Tabel 3. Pengujian Deteksi Pola Gambar

Uji	Cahaya lampu, kertas bufallo					
Jarak (cm)	5	10	20	30	40	50
Hasil	T	Y	Y	Y	T	T

Pada tabel pengujian deteksi gambar jarak minimal mendeteksi pola gambar dua dimensi yaitu $\leq 10\text{cm}$, dan batas aplikasi dapat mendeteksi pola $10 \leq x \leq 30\text{cm}$, apabila jarak lebih dari 30 cm aplikasi tidak dapat mendeteksi pola dengan bahan bufallo.

Pengujian yang dilakukan menggunakan *blackbox* guna mengetahui fungsi pada keseluruhan tombol dapat berfungsi dengan baik, dan terdapat kesesuaian hasil yang diharapkan.

Pengujian black box ditujukan untuk menilai kelayakan pada tiap fungsi tombol, dimana fungsi tombol dapat berjalan baik karena tombol memiliki area aktif yang mana ukuran dan bentuknya telah disesuaikan, tombol dapat ditekan dengan sentuhan tangan pada area aktif, Tombol dinilai berfungsi baik dengan adanya aktivitas halaman dapat berpindah ke halaman selanjutnya

Tabel 4. Pengujian Black Box

Nama Pengujian	Deskripsi pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Masuk aplikasi	Menekan icon aplikasi	Masuk pada aplikasi	Masuk pada aplikasi
Tap to play	Menekan tap to play	Beralih ke layar beranda	Beralih ke layar beranda
Exit	Menekan tombol exit	Menampilkan tombol ya dan tidak	Menampilkan tombol ya dan tidak
Ya pada tombol exit	Menekan ya	Keluar aplikasi	Keluar aplikasi
Tidak pada tombol exit	Menekan tidak	Kembali ke halaman beranda	Kembali ke halaman beranda
Informasi	Menekan tombol informasi	Menampilkan petunjuk button	Menampilkan petunjuk button
Home	Menekan tombol home	Menampilkan halaman beranda	Menampilkan halaman beranda
Pembuat	Menekan tombol pembuat	Menampilkan halaman pembuat	Menampilkan halaman pembuat
Kompetensi	Menekan tombol kompetensi	Menampilkan halaman kompetensi	Menampilkan halaman kompetensi
Menu belajar	Menekan tombol belajar	Menampilkan tombol materi dan video	Menampilkan tombol materi dan video
Materi	Menekan tombol materi	menampilkan halaman materi	menampilkan halaman materi
Video	Menekan tombol video	Menampilkan materi video	Menampilkan materi video
Play	Menekan tombol play	Memutar video	Memutar video
Pause	Menekan tombol pause	Video berhenti	Video berhenti
Menu augmented reality	Menekan tombol augmented reality	Menampilkan kamera	Menampilkan kamera
Menu game	menekan tombol game	Menampilkan halaman game	Menampilkan halaman game
Permainan pest hunter	Menekan tombol pest hunter	Menampilkan permainan pest hunter	Menampilkan permainan pest hunter
Joystick	Menekan tombol joystick dan memutar ke semua arah	Karakter dapat berpindah	Karakter dapat berpindah
Reset	Menekan tombol reset	Mengulangi permainan	Mengulangi permainan
Tembak	Menekan tombol tembak	Mengeluarkan peluru dan membunuh karakter jahat	Mengeluarkan peluru dan membunuh karakter jahat
Puzzle	Menekan tombol Puzzle	Menampilkan permainan puzzle	Menampilkan permainan puzzle
lanjut	Menekan tombol lanjut	Berpindah level puzzle selanjutnya	Berpindah level puzzle selanjutnya
Permainan merangkai	Menekan tombol merangkai	Menampilkan permainan merangkai	Menampilkan permainan merangkai
Permainan multiple choice	Menekan tombol multiple choice	Menampilkan permainan	Menampilkan permainan

SIMPULAN

Pengembangan media pembelajaran lestari menggunakan media digital yang mana ingin memberikan kemudahan untuk dapat belajar dimana saja berkaitan tumbuhan.

Penganga video pada materi untuk memberikan daya tarik yang mana diberikan animasi bergerak untuk memudahkan pemahaman akan materi yang abstrak. Penggunaan gambar, suara dan teks mampu memberikan penangkapan dalam pemahaman materi sebesar 50% menurut kerucut edgar dale.

Penggunaan permainan diciptakan sebagai alat evaluasi pemahaman materi, yang mana nilai yang akan keluar melambangkan tingkat pemahaman materi secara kognitif. Penggunaan augmented reality diberikan untuk memudahkan pembelajaran yang mana mampu menampilkan model tiga dimensi jaringan tumbuhan yang mana jaringan tersebut sulit dilihat tanpa adanya alat bantu pembesar, maka apabila pembaca tidak memiliki alat mikroskop cukup dengan menampilkan model tiga dimensi akan membantu dalam mengenali bagian-bagian pada jaringan tumbuhan.

Pengujian pada pola gambar dalam menampilkan model 3D dengan menggunakan augmented reality mengalami keterbatasan pada jarak saat memindai gambar, penggunaan bahan kertas pada marker sangat berpengaruh karena gambar pola dapat ditampilkan lebih baik menggunakan kertas glossy paper sehingga dapat dengan mudah ditangkap oleh aplikasi dan mudah diidentifikasi untuk menampilkan model 3D.

Pengujian menggunakan *blackbox* pada fungsi tombol mendapatkan hasil bahwa semua tombol pada aplikasi berjalan sesuai yang diharapkan, dan berjalan baik sehingga dinilai layak digunakan pada perangkat android.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., & Saraswati, D. L. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Mobile Learning berbasis Android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 57–62. <https://doi.org/10.21009/jrpk.072.10>

Kominfo. (2017). *Survey Penggunaan TIK Serta*

Implikasi Terhadap Aspek Sosial Budaya Masyarakat. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Informatika dan Informasi dan Komunikasi Publik Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.

Presman. (2002). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi.

Rahmad, A. N., & Pribadi, F. S. (2018). *Edu Komputika Journal*. *Edu Komputika Journal*, 5(1), 33–43.

Badriyah. 2015. Efektifitas Proses Pembelajaran Dengan Pemanfaatan Media Pembelajaran. *Jurnal Lentera Komunikasi Vol.1 No.1*

Budiman, Agus. 2013. Efisiensi Metode Dan Media Pembelajaran Dalam Membangun Karakter Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal At-Ta'dib*. Vol. 8, No. 1, Juni 2013

Emda ,Amna . 2011. Pemanfaatan Media Dalam Pembelajaran Biologi Di Sekolah. *Jurnal Ilmiah Didaktika Vol. Xii, No. 1*

Gonzalez, M.A., Martin, M.E., Liams, C., et al. (2015). Teaching and learning physics with smartphones. *Journal of Cases on Information Technology*, 17, 31-50.

Laurillard, D. (2007). *edagogical forms for mobile learning in: Pachler, N. (ed) (2007) Mobile learning: towards a research agenda*. London: WLE Centre, IoE.

Kitchenham, A. (2011). *Models for interdisciplinary mobile learning: delivering information to students*. Hersey PA: IGI Global. [5] Rogozin. (2012)

Rosa, A. S. Dan M Shalahuddin 2013. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur Dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika

Zairana, L., Djulia E., Harahap Herwina (2019). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Biologi Menggunakan Adobe Flash CS 6 Pada Materi Jaringan Tumbuhan. *Jurnal Pelita Pendidikan*

Nurmaningsih, Dwi Soelistya Dyah Jekti, Jamaluddin. 2013. Pengembangan Media Animasi Biologi dan Efektivitasnya Terhadap Peningkatan Minat serta Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 7 Mataram. Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains Edisi 1 Tahun ke-1

Janner, Simarmata. 2010. Rekayasa Perangkat Lunak. Yogyakarta: Penerbit Andi

Sommerville, Ian, 2011, Software Engineering (9th Edition). USA, Pearson Education.