

RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *MAGIC BOOK AUGMENTED REALITY* PADA MATERI PENGENALAN PERANGKAT KERAS KOMPUTER

Arif Setiawan¹⁾, Abdul Aziz Ghoni Aji²⁾

^{1,2} Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Co Responden Email: arif.setiawan@ums.ac.id,

Article history

Received June 12, 2021
Revised June 26, 2021
Accepted June 30, 2021
Available online June 30, 2021

Keywords

Augmented Reality,
Computer Hardware,
Learning Media

Riwayat

Diterima 12 Juni 2021
Revisi 26 Juni 2021
Disetujui 30 Juni 2021
Terbit 30 Juni 2021

Kata Kunci

Augmented Reality,
Computer Hardware,
Media Pembelajaran

Abstract

The amount of computer hardware available is limited so that it becomes an obstacle in the subject of hardware introduction at the junior high school level. For this reason, it is necessary to make learning media that can help students learn the subject. The purpose of this study is to develop an android-based learning media using Augmented Reality technology based on Magic Book on Computer Hardware material for class VII Junior High School students. Magic Book is a marker that arranged in the form of a book that is useful as a tool to display objects in 3D. This study uses the Research and Development (R&D) method with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The results of the media expert test obtained an average value of 0.89 which was included in the very feasible category, the results of testing by material experts with an average value of 0.94 which were included in the very feasible category, the black box test obtained results with a percentage of 100% and the last compatibility test with a percentage value of 100% which means that the learning media application is said to be very feasible to use.

Abstrak

Dalam pembelajaran materi pengenalan perangkat keras pada tingkat SMP, jumlah perangkat keras yang tersedia terbatas sehingga menjadi kendala dalam proses pengajaran. Untuk itu maka perlu dibuat media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam mempelajari materi tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis android dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* berbasis *Magic Book* pada materi Perangkat Keras Komputer (*Hardware*) untuk siswa kelas VII SMP. *Magic Book* merupakan sebuah marker yang disusun dalam bentuk buku yang berguna sebagai alat untuk menampilkan objek secara 3D. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Hasil pengujian ahli media diperoleh nilai rata – rata 0,89 yang termasuk dalam kategori sangat layak, hasil pengujian oleh ahli materi dengan nilai rata - rata 0,94 yang termasuk dalam kategori sangat layak, uji *black box* diperoleh hasil dengan presentase 100% dan yang terakhir uji kompatibilitas dengan nilai presentase 100% yang artinya aplikasi media pembelajaran dikatakan sangat layak untuk digunakan.

PENDAHULUAN

Media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan yang dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran. Manfaat media pembelajaran bagi anak-anak adalah untuk

merubah kebiasaan anak yang terbiasa memandang dan mempelajari segala peristiwa yang terjadi di sekitarnya atau yang dialaminya sebagai suatu kesatuan yang utuh (holistik) tidak secara parsial (terpisah-pisah). (Murtiyasa et al., 2020) Pengertian pembelajaran adalah

mengajarkan siswa menggunakan pendidikan maupun teori yang merupakan penentu utama keberhasilan pendidikan. Pembelajaran merupakan proses komunikasi dua arah. Mengajar dilakukan pihak guru sebagai pendidik, sedangkan belajar oleh peserta didik. Menurut Sagala (2009) guru terkadang kesulitan dalam membawa perangkat keras jaringan ke dalam kelas dikarenakan terlalu banyaknya perangkat keras jaringan komputer tersebut, akibatnya siswa pun menjadi kurang memahami fungsi – fungsi dari perangkat keras itu sendiri. Saat ini telah ada metode baru yang lebih menarik untuk dapat memahami gambar secara tiga dimensi dan untuk mempermudah pembelajaran, yaitu dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*. (Budiyanto, 2012)

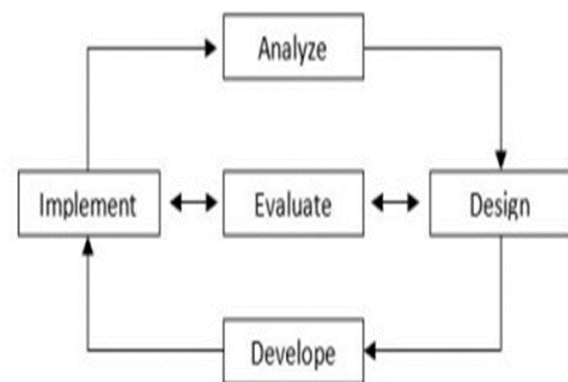
Teknologi *Augmented reality* sudah banyak digunakan dalam dunia pendidikan (Pasaréti et al., 2018). Seperti dalam pengajaran materi anatomi dan organ tubuh manusia (Sudarmilah & Wibowo, 2016) (Heather et al., 2019), *virtual tour* pada museum (Chen et al., 2014), pembelajaran pada matematika untuk pengenalan bangun ruang (Nugroho & Ramadhani, 2015) hingga pada pembelajaran informatika seperti pada materi pengenalan komputer. (Ridha, 2018)

Berdasarkan observasi yang penulis lakukan pada sekolah yang menjadi mitra penelitian, proses pembelajaran yang dilakukan menggunakan metode pengajaran yang masih konvensional yaitu guru menerangkan materi yang ada di buku atau LKS siswa. Dengan cara metode mengajar yang digunakan saat ini siswa masih sangat kurang dalam memahami sebuah materi khususnya materi informatika, karena siswa cenderung tidak fokus dan sering mengantuk pada saat guru menerangkan materi. Dengan latar belakang tersebut, penulis berinisiatif dengan mengembangkan media pembelajaran yang menarik untuk mengenalkan sebuah komponen perangkat keras pada komputer. Pada media pembelajaran tersebut terdapat penerapan *Augmented Reality* (AR) berbasis “*Magic Book*” tentang perangkat keras komputer, pemilihan teknologi AR dipilih karena siswa bisa melihat objek secara 3D dan bisa mengenal tentang pembelajaran yang lebih modern (Hartanto et al., 2021). Keunggulan lain dari penerapan AR yaitu dapat memudahkan guru dalam memperlihatkan perangkat keras komputer tanpa harus

mempraktikan dengan cara membongkar komputer (Sunil & Nair, 2017). Dengan demikian setelah menggunakan aplikasi media pembelajaran ini di harapkan dapat membangkitkan motivasi siswa dalam belajar serta dapat mengerti tentang fungsi – fungsi serta pentingnya teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian yang telah dipaparkan pada bab pendahuluan, metode penelitian yang digunakan oleh peneliti yaitu *Research and Development* (RnD). Metode penelitian ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sutama, 2016). Produk yang dihasilkan dari pengembangan ini berupa *aplikasi media pembelajaran* yang dibuat dengan *Software Unity 3D*. Model penelitian pengembangan yang digunakan untuk melakukan prosedur pengembangan adalah model pengembangan *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) (Cahyadi, 2019). Adapun langkah penelitian pengembangan *ADDIE* dalam penelitian ini jika disajikan dalam Gambar 1 berikut :



Gambar 1 : Rincian tahapan kegiatan dan penelitian

Metode *ADDIE* itu sendiri dijelaskan dalam lima tahap proses pengembangan, pada tahap Analisis akan dilakukan pencarian data, informasi dan permasalahan pembelajaran yang dilakukan di sekolah mitra. Pada tahap Desain akan dilakukan perancangan media pembelajaran. Untuk mempermudah perancangan maka akan disusun *use case* dan

activity diagram. Kemudian pada tahap pengembangan dan implementasi akan dilakukan pengembangan aplikasi *android augmented reality* menggunakan Unity3D. Tahap terakhir yaitu Evaluasi, aplikasi android yang dikembangkan akan dilakukan uji aplikasi yaitu dengan uji *blackbox* dan uji kompatibilitas. Kemudian dilanjutkan dengan validasi oleh ahli media dan ahli materi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis

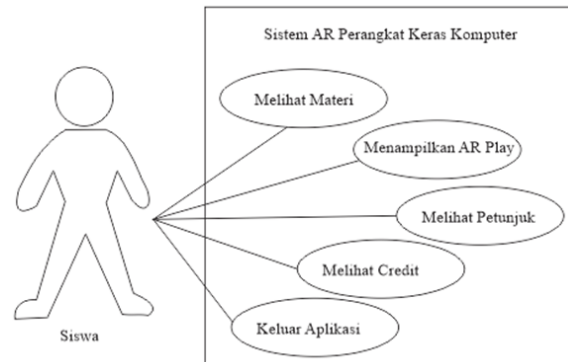
Tahap analisis, penulis mencari informasi permasalahan pembelajaran yang dilakukan selama ini baik berupa materi ataupun media yang digunakan guru saat ini. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi secara langsung ke sekolah mitra yaitu kelas VII tingkat sekolah menengah pertama.

Tahap analisis kinerja digunakan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi oleh guru berkaitan dengan media pembelajaran yang digunakan dikelas, selanjutnya memberikan solusi dengan mengembangkan media pembelajaran yang akan digunakan dalam menyampaikan materi.

Tahap analisis kebutuhan, digunakan untuk menentukan media pembelajaran yang digunakan untuk meningkatkan hasil belajar siswa dikelas. Dalam pembelajaran pengenalan pengenalan perangkat keras komputer guru menggunakan media berupa LKS yang berisikan gambar dan tulisan. Selanjutnya peneliti akan mengembangkan media pembelajaran berupa *Magic Book* dengan *Augmented Reality (AR)* berbasis *android*. Diharapkan siswa akan memperoleh pengalaman baru dalam belajar dan meningkatkan hasil belajar siswa secara baik.

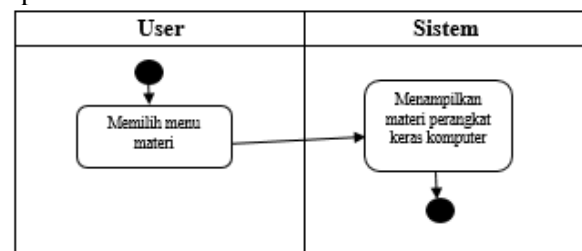
Tahap Desain

Tahap desain terkait dengan penentuan sasaran, instrumen penilaian, latihan, konten, dan analisis yang terkait materi pembelajaran, rencana pembelajaran dan pemilihan media. Fase desain dilakukan secara sistematis dan spesifik. Untuk mempermudah perancangan aplikasi maka disusun *use case diagram* dan *activity diagram*. *Use case diagram* yaitu suatu kegiatan yang memperlihatkan adanya interaksi antara *user* dengan sistem aplikasi.



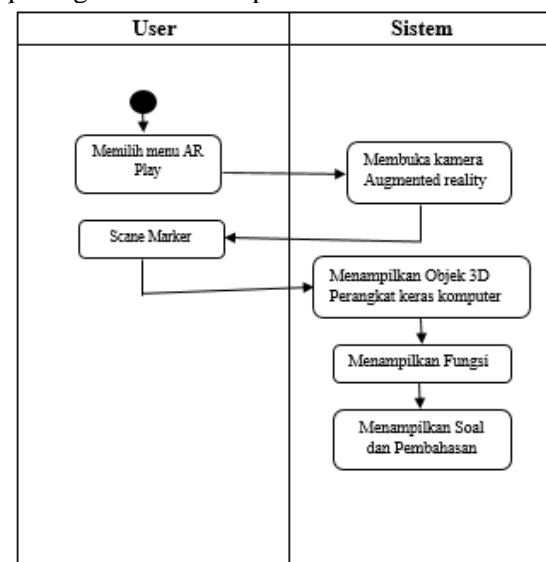
Gambar 2 : Use case diagram AR Perangkat Keras Komputer

Gambar 2 menjelaskan interaksi yang dapat dilakukan oleh user mulai dari melihat materi, menampilkan menu AR, melihat petunjuk, melihat credit dan keluar dari aplikasi.



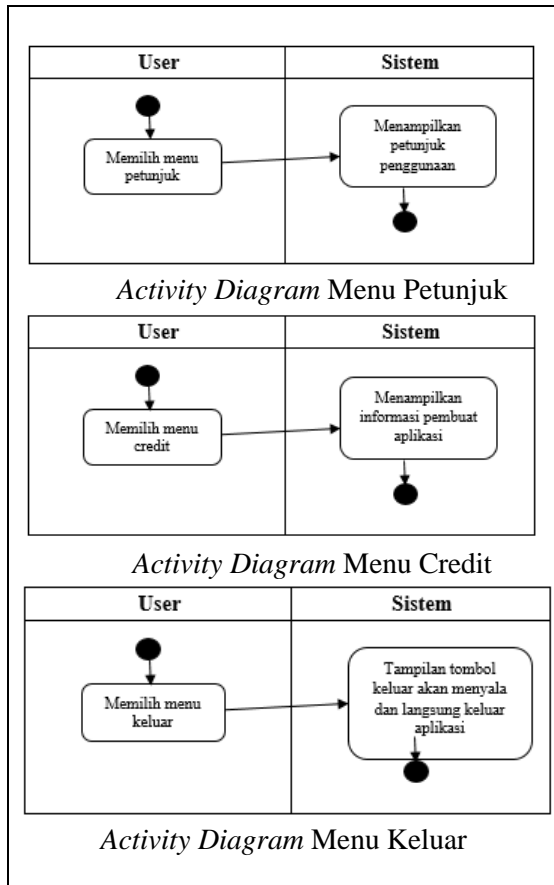
Gambar 3 : Activity Diagram Melihat Materi

Pada gambar 3 merupakan *activity diagram* seorang user membuka menu AR dan sistem merespon dengan menampilkan materi perangkat keras komputer



Gambar 4: Activity Diagram menampilkan AR Play

Gambar 4 merupakan activity diagram *user* membuka menu AR play kemudian sistem merespon dan menampilkan kamera AR, kemudian user menyiapkan marker yang akan digunakan, yang nantinya sistem akan merespon dan menampilkan model 3D perangkat keras Komputer



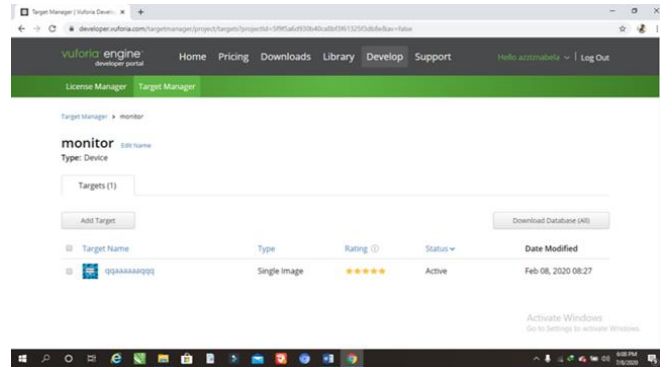
Gambar 5 : Activity Diagram Menu Petunjuk, Credit dan Keluar

Berdasarkan Gambar 5, terdapat tiga *activity diagram* yang menjelaskan proses ketika user memilih menu petunjuk, credit dan keluar.

Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan dilakukan pembuatan marker dengan menggunakan aplikasi coreldraw. Marker inilah yang nantinya untuk target sarana menampilkan objek 3 dimensi perangkat keras komputer. Setelah pembuatan marker selesai, maka marker tersebut diunggah ke target manager yang terdapat pada website vuforia developer. Jika marker yang diunggah memiliki rating bintang 5, menunjukkan bahwa tingkat

kepekaan marker tersebut jika diarahkan pada kamera hasilnya sangat bagus. Selanjutnya yaitu unduh marker target yang sudah dimasukkan didalam *web vuforia* dengan cara klik salah satu marker target kemudian pilih *download database* seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6: Tampilan Rating Marker

Pada gambar 6 merupakan tampilan salah satu target yaitu marker monitor, yang terdapat rating bintang 5, yang artinya tingkat kepekaan marker tersebut jika diarahkan pada kamera hasilnya sangat bagus. Selanjutnya yaitu unduh marker target yang sudah dimasukkan didalam *web vuforia* dengan cara klik salah satu marker target kemudian pilih *download database*.

Tahapan berikutnya yaitu pembuatan objek 3D menggunakan aplikasi Blender. Hasil pembuatan objek 3D diexport ke dalam format .fbs agar objek tersebut dapat digunakan pada Unity3D. Pada aplikasi Unity 3D barulah marker dan target 3D tersebut dikembangkan supaya menjadi media pembelajaran yang komplit.

Tahap Implementasi

Produk yang dikembangkan adalah media pembelajaran perangkat keras komputer dengan menggunakan teknologi AR (*augmented reality*). Media pembelajaran dapat dijalankan dengan cara meng-*install* aplikasi di smartphone. Gambar 7 berikut ini merupakan tampilan menu awal dari media pembelajaran yang berhasil dikembangkan.



Gambar 7: Tampilan awal pada aplikasi

Pada gambar 7 diatas merupakan tampilan awal yaitu terdapat 5 menu yaitu AR Play, Petunjuk, Materi Credit dan keluar, lalu disebelah atas menu terdapat tulisan Perangkat Keras Komputer. Kemudian disebelah kanan terdapat gambar perangkat keras komputer.



Gambar 8: Tampilan Menu pada Materi

Pada gambar 8 terdapat 8 menu materi contoh perangkat keras komputer. Dan disebelah kiri terdapat 4 penjelasan komponen pada komputer yaitu input, pemrosesan, output dan tambahan. Didalam menu materi tersebut jika di klik akan menuju kesebuah isi contoh materi.



Gambar 9: tampilan pada *Augmented Reality* (AR)

Gambar 9 merupakan tampilan AR objek 3 Dimensi, untuk memunculkan objek 3D maka smartphone diarahkan kepada marker dan muncul objek bentuk 3 dimensi, pada contoh tersebut adalah objek monitor. Selain objek monitor juga terdapat tombol fungsi monitor yang jika diklik akan muncul sebuah fungsi pada pojok kanan atas dan jika ingin melihat contoh soal langsung klik pada tombol yang berwarna orange yang akan menampilkan contoh soal dan pembahasan

Tahap Evaluasi Uji Blackbox

Tahap ini digunakan untuk melakukan pengujian fungsi - fungsi pada aplikasi media pembelajaran *Augmented Reality*, pengujian dilakukan dengan 3 responden penguji dan dengan jumlah soal sebanyak 17 item

didapatkan hasil pengujian berhasil berjalan semua sesuai yang diharapkan dengan hasil 100%, maka fungsionalitas aplikasi tersebut dikatakan sangat layak.

Uji Kompatibilitas

Tabel 1 : Hasil uji kompatibilitas

Pengujian	Skor	Berjalan	Tidak
Instalasi	4	4	0
Menjalankan Aplikasi	4	4	0
Total	8	8	0
Presentase	$\frac{8}{8} \times 100\% = 100\%$		

Tabel 1 menunjukkan hasil uji kompatibilitas, terdapat dua pengujian yang dilakukan yaitu yang pertama instalasi dan yang kedua yaitu menjalankan aplikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 4 perangkat android yang berbeda merk. Berhasilan hasil pengujian didapatkan bahwa semua perangkat dapat berjalan 100% tanpa ada kendala dan sudah dikategorikan sangat layak untuk dijadikan dalam media pembelajaran untuk membantu memudahkan dalam proses belajar mengajar dikelas ataupun dirumah.

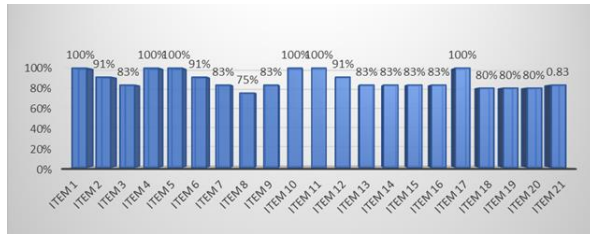
Pengujian Ahli Media

Penilaian ahli media diujikan kepada tiga responden, yaitu dosen dari Universitas Muhammadiyah Surakarta, penyusunan kuisisioner berdasarkan instrumen dari Wahono, (2006) sebanyak 21 item. Hasil dari ahli media seperti pada dibawah ini.

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai } V}{\text{Banyak item}} \quad (1)$$

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{18,77}{21} = 0,89$$

Data di atas merupakan hasil penelitian dari uji media yang menunjukkan hasil rata-rata V memiliki nilai 0,89. Berdasarkan limit tabel Aiken V dengan 21 item memiliki ketentuan dengan lower limit 0,64 sampai upper limit 0,93 atau nilai V mencapai 0,83. Hasil di atas menunjukkan bahwa 21 item memiliki nilai V 0,89. Maka validasi isi yang didapat dinyatakan valid karena sesuai dengan tabel limit aiken.



Gambar 10. Presentase hasil uji ahli media

Pada Gambar 10 menunjukkan grafik persentase interpretasi ahli media untuk 21 item yang ada, dari 21 item tersebut memiliki rata-rata persentase interpretasi 88% diatas batas minimal 60%, maka dapat disimpulkan bahwa semua item layak untuk digunakan kembali sebagai instrument.

Pengujian Ahli Materi

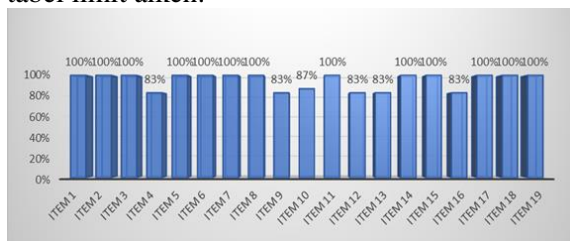
Pengujian uji materi ini dilakukan oleh 2 guru mata pelajaran matematika dengan jumlah item kuisioner sebanyak 19. Hasil dari penilaian tersebut seperti dibawah ini:

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai V}}{\text{Banyak item}}$$

(2)

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata - rata} &= \frac{18,02}{19} \\ &= 0,94 \end{aligned}$$

Hasil pengujian memiliki nilai rata-rata V sebesar 0,94. Berdasarkan limit table Aiken V dengan 19 item memiliki ketentuan lower limit 0,69 sampai upper limit 0,96 atau nilai V mencapai 1.02. Jika disesuaikan dengan hasil nilai pengujian maka validitas isi yang didapat dinyatakan valid karena telah sesuai dengan tabel limit aiken.



Gambar 11 Grafik Persentase Interpretasi Ahli Materi

Gambar 11 merupakan grafik rata-rata dari 19 item uji materi yang memiliki rata-rata presentase interpretasi diatas 92% atau sudah mencapai 94% diatas batas minimal 60%, maka dapat disimpulkan bahwa semua item layak untuk digunakan kembali sebagai instrument.

Produk aplikasi media pembelajaran ini berhasil di kembangkan dengan teknologi

Augmented Reality yang ditujukan sebagai media pembelajaran TIK pada bab perangkat keras komputer untuk sekolah menengah pertama (SMP). Aplikasi telah diuji dengan beberapa pengujian. Pengujian *blackbox* memiliki hasil 100%, Pengujian ahli media memiliki hasil nilai rata-rata 0,89, ahli materi dengan nilai rata-rata 0,94 yang artinya aplikasi yang dikembangkan sudah layak untuk digunakan. Hasil uji kompatibilitas yaitu dengan menjalankan aplikasi pada 4 perangkat android sudah dapat berjalan 100% tanpa ada kendala dan sudah dikategorikan sangat layak untuk dijadikan dalam media pembelajaran

Perbedaan yang menjadi rujukan atau penelitian terdahulu yaitu : Penelitian ini didalam 3 dimensi AR terdapat menu fungsi, menu soal dan pembahasan, sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Wasista, (2016) didalam penelitiannya hanya menampilkan objek 3 Dimensi saja dan belum ada fiktur menu tambahan.

Penelitian selanjutnya oleh Mustika (2015) , aplikasi *Augmented Reality* yang dihasilkan hanya menampilkan Objek 3D dan Teks, kemudian pada bagian menu hanya menyediakan 2 menu yaitu AR dan keluar aplikasi, sedangkan pada penelitian ini terdapat tampilan Objek 3D dan tambahan Tombol fungsi, soal dan pembahasan serta terdapat tombol home.

Penelitian dari (Ilmawan & Kurniawan, 2017), yaitu pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* hanya menampilkan Objek 3 dimensi. Tampilan awal tidak tersedia dan marker masih menggunakan kertas biasa, sedangkan pada penelitian sekarang tampilan *Augemented Reality* sudah menyediakan tombol-tombol tambahan yaitu fungsi menuju soal dan pembahasan soal serta terdapat tombol Home, pada tampilan awal juga sudah menyediakan banyak menu yaitu AR Play, Materi, Petunjuk, Credit, Keluar dan tampilan marker sudah dalam bentuk buku

KESIMPULAN

Dari hasil rancangan pengembangan aplikasi media pembelajaran ini dapat di ambil kesimpulan bahwa telah berhasil dikembangkan media pembelajaran berbasis Android dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* pada materi perangkat keras Komputer SMP. Berdasarkan hasil uji ahli

media, uji materi, uji *Black Box* dan pengujian kompatibilitas didapatkan hasil bawah media pembelajaran ini layak digunakan. Untuk kedepannya sebaiknya ditambahkan game atau permainan didalam media pembelajaran perangkat keras komputer supaya siswa dapat belajar dan bermain.

REFERENSI

- Budyanto, S. (2012). Penerapan Augmented Reality Sebagai Penampil Informasi Hasil Pengenalan Wajah Pada Perangkat Android. *Jurusan Teknik Informatika. PT.UNNES, 01*, 34 – 40.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal, 3*(1), 35. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Chen, C. Y., Chang, B. R., & Huang, P. S. (2014). Multimedia augmented reality information system for museum guidance. *Personal and Ubiquitous Computing, 18*(2), 315–322. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0647-1>
- Hartanto, R., Santosa, P. I., Industri, F. T., & Dahlan, U. A. (2021). *Evaluasi Buku Interaktif Berbasis Augmented Reality Menggunakan. 1*(10), 482–488.
- Heather, A., Chinnah, T., & Devaraj, V. (2019). The Use of Virtual and Augmented Reality in Anatomy Teaching. *MedEdPublish, 8*(2), 1–8. <https://doi.org/10.15694/mep.2019.000077.1>
- Ilmawan, M., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality, Jurusan Teknik Elektro. *PT.UNY, 1 – (01)*, 36 – 48.
- Murtiyasa, B., Jannah, I. M., & Rejeki, S. (2020). Designing mathematics learning media based on mobile learning for ten graders of vocational high school. *Universal Journal of Educational Research, 8*(11), 5637–5647. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081168>
- Mustika. (2015). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Jurusan Pendidikan Teknik Informatika. PT.UGM, 01*, 98 – 104.
- Nugroho, N. A., & Ramadhani, A. (2015). *APLIKASI PENGENALAN BANGUN RUANG BERBASIS AUGMENTED REALITY MENGGUNAKAN ANDROID. 1*, 1–5.
- Pasaréti, O., Hajdú, H., Martin, J., Bohuslava, J., & Igor, H. (2018). Augmented Reality in education 4.0. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2018 - Proceedings, 1*, 1–14. <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526676>
- Ridha, N. (2018). Penerapan Multi Marker Pada Augmented Reality Untuk Pengenalan Komponen Komputer Berbasis Android. *Digital Library STMIK AKAKOM, YOGYAKARTA, 70 –82*.
- Sagala, S. (2009). Pembelajaran Menggunakan Asas Pendidikan Terhadap Siswa. *Jurusan Bahasa Dan Sastra, PT.uniba.*, 62 – 69.
- Sudarmilah, E., & Wibowo, P. A. (2016). Aplikasi Augmented Reality Game Edukasi Untuk Pengenalan Organ Tubuh Manusia. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika, 2*(1), 20. <https://doi.org/10.23917/khif.v2i1.1945>
- Sunil, S., & Nair, S. S. K. (2017). An Educational Augmented Reality App to Facilitate Learning Experience. *2017 International Conference on Computer and Applications, ICCA 2017, 279–282*. <https://doi.org/10.1109/COMAPP.2017.8079771>
- Sutama. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Kuntitaif, Kualitatif, PTK, dan R&D*. Fairuz Media.
- Wahono. (2006). Aspek dan Kriteria Penilaian Media Pembelajaran. In *Diakses dari http://romisatriawahono.net/2006/06/21/aspekdan-kriteria-penilaian-media-pembelajaran/ pada 12 Februari 2019, jam 08.30 WIB*.
- Wasista, S. (2016). Aplikasi Augmented Reality Untuk Pengenalan Perangkat Jaringan Komputer Berbasis Andoid Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Jurusan Teknik Komputer Departemen Informatika dan Komputer Politeknik Elektronika. *PT, PENS.15 (9, 28 – 35*.