

Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality Marker Based Tracking

Nais Edi Purwoko¹, Bitu Parga Zen^{2}*

*Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto Kidul, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah
19102082@ittelkom-pwt.ac.id¹, bitu@ittelkom-pwt.ac.id²*

Submitted : 10/08/2023; Reviewed : 10/09/2023; Accepted : 30/10/2023; Published : 31/10/2023

Abstract

Mathematics has an important role in education and has links with other fields of science. Nonetheless, the quality of mathematics education is still lacking as seen from the 2018 PISA score which places Indonesian students' mathematical abilities in a low position. One of the math material that is considered difficult is geometric shapes. Students' difficulties in learning geometric shapes are due to the limited visualization provided by the teacher. To improve learning, innovation is needed such as the use of Augmented Reality (AR) as an interesting and interactive learning medium. This study uses the Marker Based Tracking method in the application of AR. The developed AR application is included in the multimedia application category, using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) development method. This research aims to develop interesting and interactive learning media in studying geometric materials. The black box test results show that this application is free from functional errors. In addition, the results of usability testing using the USE questionnaire obtained a value of 92.44%, which can be classified as "Very Good" in the aspects of Appropriateness recognizability, Learnability, Operability, and Accessibility. Therefore, this application is feasible to be used as a spatial learning medium.

Keywords : augmented reality, geometry, learning media, marker based tracking, mdlc

Abstrak

Matematika memiliki peranan penting dalam pendidikan dan memiliki keterkaitan dengan bidang ilmu lainnya. Meskipun demikian, kualitas pendidikan matematika masih kurang seperti yang terlihat dari skor PISA tahun 2018 yang menempatkan kemampuan matematika siswa Indonesia pada posisi rendah. Salah satu materi matematika yang dianggap sulit adalah bangun ruang. Kesulitan siswa dalam mempelajari bangun ruang disebabkan keterbatasan visualisasi yang diberikan oleh guru. Untuk meningkatkan pembelajaran, diperlukan inovasi seperti penggunaan *Augmented Reality (AR)* sebagai media pembelajaran yang menarik dan interaktif. Penelitian ini menggunakan metode *Marker Based Tracking* dalam penerapan AR. Aplikasi AR yang dikembangkan termasuk dalam kategori aplikasi multimedia, dengan menggunakan metode pengembangan *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran yang menarik dan interaktif dalam mempelajari materi bangun ruang. Hasil pengujian *black box* menunjukkan bahwa aplikasi ini bebas dari kesalahan fungsional. Selain itu, hasil pengujian *usability* menggunakan *USE questionnaire* memperoleh nilai 92,44%, yang dapat diklasifikasikan sebagai "Sangat Baik" dalam aspek *Appropriateness recognizability, Learnability, Operability, dan Accessibility*. Oleh karena itu, aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran bangun ruang.

Kata kunci : augmented reality, bangun ruang, marker based tracking, mdlc, media pembelajaran

1. Pendahuluan

Matematika merupakan suatu ilmu yang berperan penting didalam dunia pendidikan. Ilmu matematika dapat dikaitkan dengan bidang ilmu yang lain. Maka dari itu, ilmu matematika harus dipelajari lebih dalam supaya nantinya dapat digunakan untuk penyelesaian masalah kehidupan sehari-hari[1]. Meskipun demikian, kualitas pendidikan matematika masih sangat kurang. Hal ini dapat terlihat dari skor PISA (*Programme for International Student Assessment*) pada tahun 2018, menunjukkan kemampuan pelajar Indonesia di bidang matematika dengan skor 379 berada pada urutan 68 dari 75 negara yang ikut berpartisipasi[2]. Banyak orang memandang matematika adalah ilmu yang paling sulit. Salah satu materi pembelajaran matematika yang dianggap sukar yaitu materi bangun ruang[3]. Bangun ruang terdiri atas prisma (prisma segitiga, prisma segi empat, prisma segi lima), tabung, limas (limas segitiga, limas segi empat, limas segi lima), kerucut, dan bola[4].

Sulitnya siswa dalam mempelajari bangun ruang disebabkan lemahnya kecerdasan visual siswa karena bentuk bangun ruang yang diberikan oleh guru terbatas hanya gambar di papan tulis atau buku[5]. Hal tersebut membuat siswa sulit untuk mempelajari serta memahami materi bangun ruang. Siswa menganggap bangun ruang merupakan bangun-bangun yang aneh[6]. Lemahnya proses pembelajaran tersebut menunjukkan bahwa guru perlu mengembangkan kreativitas dan inovasi dalam menyampaikan materi agar dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran[7]. Salah satu media yang dapat dipergunakan dalam pembelajaran yang menarik serta diyakini dapat meningkatkan motivasi siswa dalam kegiatan belajar yaitu *Augmented Reality*[8], [9].

Augmented Reality adalah hasil perpaduan antara elemen-elemen dari dunia virtual dengan dunia nyata yang dihasilkan melalui penggunaan teknologi komputer. Objek virtual pada AR dapat berbentuk model 3D, animasi, video, atau teks yang dikombinasikan dengan lingkungan nyata sehingga dapat dirasakan adanya objek tersebut[10], [11]. Penerapan *Augmented Reality* dapat memberikan nilai interaktifitas baru dalam media pembelajaran dimana siswa dapat melihat dan berinteraksi langsung dengan objek yang dibahas[11]. Penggunaan AR dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu metode *marker based* dan metode *markerless*. *Marker based tracking* menggunakan penanda untuk memunculkan objek sedangkan *markerless* dapat memunculkan objek tanpa *marker*. Metode *Augmented Reality* yang peneliti gunakan pada penelitian ini yaitu *Marker Based Tracking*. Peneliti menggunakan *Marker Based Tracking* karena metode ini lebih sesuai untuk digunakan dalam media pembelajaran yang interaktif[12], [13].

Aplikasi *Augmented Reality* ini termasuk ke dalam aplikasi multimedia, karena terdapat tahap pembuatan objek tiga dimensi serta pemberian animasi pada objek tersebut[14]. Metode pengembangan aplikasi multimedia yang banyak digunakan yaitu *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). MDLC terdiri atas enam tahapan, yaitu *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*. Urutan penerapan tahapan-tahapan tersebut tidak harus linear dan dapat bergantian. Terlepas dari itu, tahap *concept* tetap menjadi prioritas yang harus didahulukan[15]. Aplikasi yang telah dibangun dilakukan pengujian *alpha* dan *beta*[15]. Pengujian *alpha* dilakukan dengan menggunakan *Black Box Testing* dan pengujian *beta* dilakukan menggunakan *USE Questionnaire*. Berdasarkan pada permasalahan yang ada, penelitian ini dilakukan untuk menciptakan media pembelajaran menarik serta interaktif dengan harapan meningkatkan semangat dan memotivasi siswa dalam mempelajari materi bangun ruang.

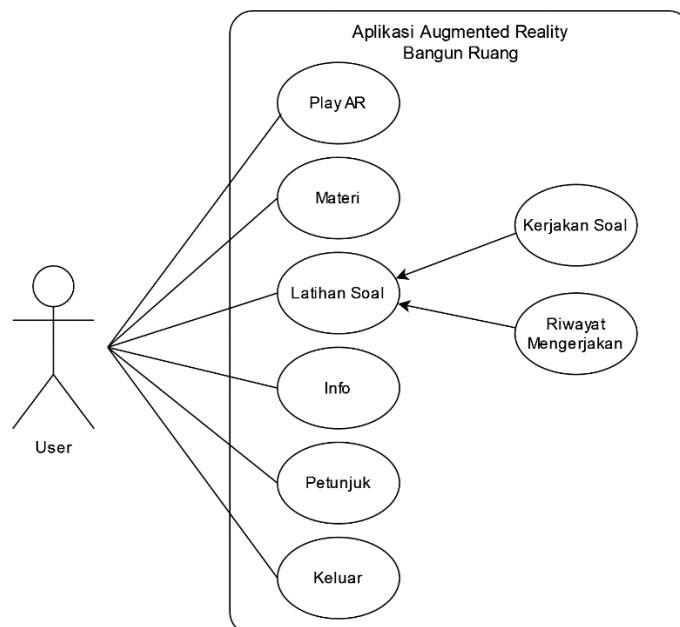
2. Metodologi

Alur penelitian ini dilakukan secara bertahap dan berurutan ketika merancang Aplikasi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran bangun ruang. Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat diketahui pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Identifikasi Masalah
Tahap ini merupakan tahap permulaan yang dilakukan untuk mengenali permasalahan yang ada sebagai landasan dalam penelitian ini. Penulis menemukan sulitnya siswa mempelajari bangun ruang. Hal ini karena kejenuhan siswa dalam pembelajaran metode yang konvensional sehingga berdampak pada nilai yang dibawah KKM.
2. Pengumpulan Data
Metode pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan wawancara dan studi literatur. Wawancara dilakukan langsung dengan guru matematika kelas VI MI Ma'arif NU Lamuk. Penulis melakukan studi literatur dengan memperoleh pemahaman dan pengetahuan tentang teori yang digunakan dalam penelitian ini melalui jurnal, buku, dan internet.
3. Analisis Kebutuhan
Pada tahap ini peneliti menganalisis kebutuhan terkait *hardware* dan *software* yang akan digunakan dalam penelitian.
4. Pengembangan Aplikasi
Metode pengembangan dalam pembuatan aplikasi pada penelitian ini yaitu *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Berikut ini tahapan-tahapan yang ada pada MDLC:
 - 1) *Concept*
Pada tahap pengonsepan penulis menentukan tujuan dan pengguna dari aplikasi *Augmented Reality* yang akan dibuat. Aplikasi pembelajaran bangun ruang ini dirancang untuk siswa kelas VI MI Maarif NU Lamuk. Aplikasi ini dibuat dengan tujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif dan dapat meningkatkan daya tarik siswa.
 - 2) *Design*
Tahap design meliputi perancangan *use case* aplikasi, *activity diagram*, tampilan aplikasi dan tampilan kartu *marker*. Perancangan *use case* dibuat untuk memberikan gambaran mengenai menu yang dapat diakses pengguna. Pada aplikasi *Augmented Reality* bangun ruang terdiri dari delapan menu utama yaitu menu *Play AR*, Materi, Latihan Soal, Riwayat Mengerjakan, Kerjakan Soal, Info, Petunjuk dan Keluar. Gambar 2 menunjukkan *use case* aplikasi *Augmented Reality* bangun ruang.



Gambar 2. Use Case Aplikasi Augmented Reality Bangun Ruang

- 3) *Material Collecting*
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan dan komponen yang akan diperlukan dalam proses pembuatan aplikasi pembelajaran bangun ruang. Bahan yang dibutuhkan yaitu objek 3D bangun ruang, *sound*, teks, gambar, dan lainnya.
- 4) *Assembly*

Semua bahan yang telah dibuat dan dikumpulkan akan digabungkan pada tahap *assembly*, sehingga akan menghasilkan aplikasi pembelajaran bangun ruang sesuai dengan rancangan yang telah dijelaskan pada tahapan *design*.

5) *Testing*

Pada tahap testing dilakukan pengujian *alpha* dan *beta*. Pengujian *alpha* dilakukan dengan menggunakan *Black Box Testing* untuk mengetahui letak kesalahan yang mungkin terjadi pada aplikasi dan memastikan bahwa fitur-fitur aplikasi berfungsi sebagaimana mestinya. *Pengujian beta* dilakukan untuk mengetahui respon siswa dan guru dengan menggunakan *Use Questionnaire* Lund A.M.

6) *Distribution*

Pada tahap ini akan dilakukan proses pendistribusian aplikasi pembelajaran bangun ruang kepada siswa dan guru kelas VI MI Ma'arif NU Lamuk untuk digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Implementasi

3.1.1. Hasil Pembuatan Halaman Home

Halaman *Home* merupakan halaman utama, dikarenakan halaman ini menghubungkan semua menu pada aplikasi. Pada halaman ini terdapat nama aplikasi dan beberapa tombol seperti tombol *Play AR*, Materi, Latihan Soal, Info, *On-Off* Musik, Petunjuk, dan Keluar. Tombol *Play AR* digunakan untuk masuk ke dalam halaman *augmented reality*. Tombol Materi digunakan untuk mengakses halaman yang berisi materi dan objek 3D mengenai bangun ruang. Tombol Latihan Soal berfungsi untuk masuk ke halaman Latihan Soal yang berisi riwayat mengerjakan dan menu untuk mengerjakan latihan soal. Tombol Info berfungsi untuk menampilkan info tentang aplikasi. Tombol *On-Off* Musik berfungsi untuk menghentikan dan memutar *background* musik aplikasi. Tombol keluar digunakan untuk menutup aplikasi. Tombol petunjuk berguna untuk memunculkan petunjuk atau panduan tentang cara penggunaan aplikasi. Gambar 3 merupakan hasil tampilan halaman *Home*.



Gambar 3. Tampilan Halaman Home

Pada menu Info berisi informasi aplikasi, pengembang, dosen pembimbing, serta tombol *close* yang berfungsi untuk menutup papan info. Gambar 4 merupakan hasil tampilan menu Info.



Gambar 4. Tampilan Menu Info

Pada menu Petunjuk berisi informasi cara penggunaan aplikasi, tombol *download* kartu *marker* yang berfungsi untuk mengunduh kartu *marker* bangun ruang, dan tombol *close* yang berfungsi untuk menutup papan petunjuk. Gambar 5 menunjukkan hasil tampilan menu Petunjuk.



Gambar 5. Tampilan Menu Petunjuk

Pada saat menekan tombol keluar, maka akan muncul papan konfirmasi apakah pengguna akan keluar atau tetap berada pada halaman aplikasi. Jika menekan tombol "Tidak" pada papan konfirmasi, maka papan akan ditutup tanpa tindakan lanjutan. Sementara, jika menekan tombol "Iya", maka aplikasi akan ditutup atau keluar. Gambar 6 merupakan hasil pembuatan menu keluar.



Gambar 6. Tampilan Menu Info

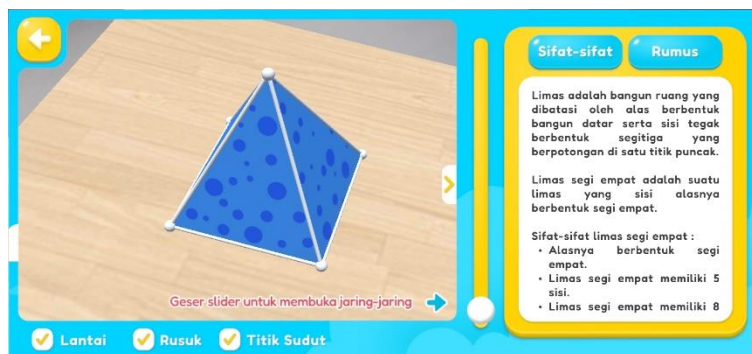
3.1.2. Hasil Pembuatan Halaman Play AR

Pada saat *user* masuk ke halaman *Play AR* maka secara otomatis menyalakan kamera *AR*. Pada halaman ini terdapat informasi perintah agar *user* mengarahkan kamera *AR* ke kartu *marker* bangun ruang. Selanjutnya terdapat tombol *Download Kartu Marker* yang berfungsi untuk mengunduh kartu *marker* jika *user* belum memilikinya. Gambar 7 merupakan tampilan awal halaman *Play AR*.



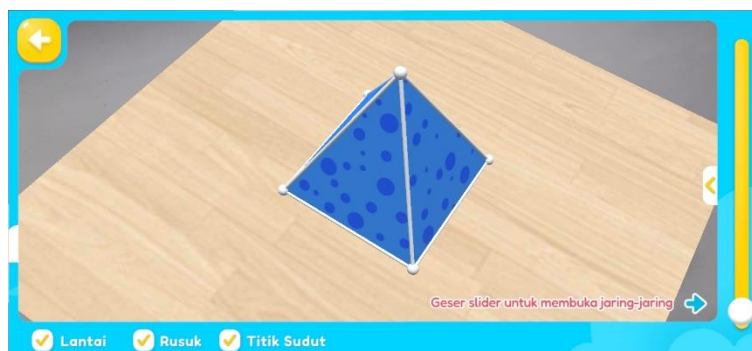
Gambar 7. Tampilan Awal Halaman Play AR

Untuk menampilkan objek 3D bangun ruang, arahkan kamera ke *marker* maka akan muncul objek 3D disertai materi sifat-sifat dan rumus bangun ruang. Kemudian terdapat tombol sifat-sifat dan rumus yang berfungsi untuk menampilkan sifat-sifat dan rumus dari bangun ruang yang ditampilkan. Gambar 8 merupakan tampilan saat *marker* terdeteksi.



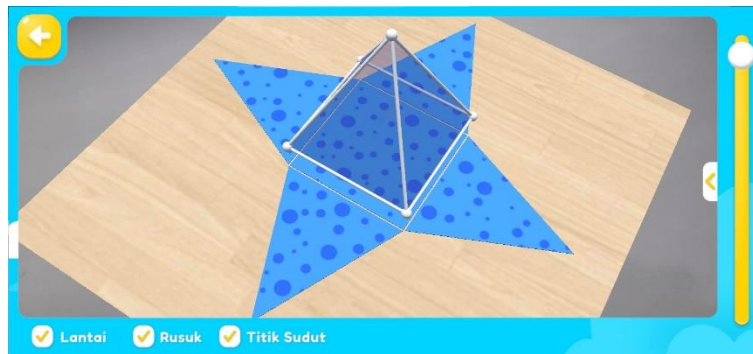
Gambar 8. Tampilan Saat Marker Terdeteksi

Selanjutnya terdapat tombol berbentuk anak panah yang berfungsi untuk menampilkan dan menyembunyikan papan materi. Gambar 9 merupakan tampilan saat papan materi disembunyikan.



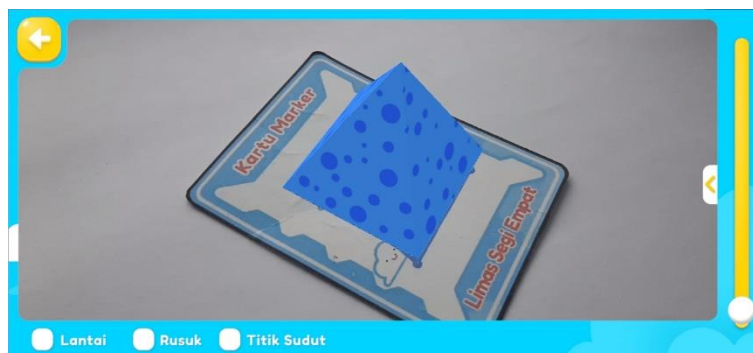
Gambar 9. Tampilan Saat Papan Materi Disembunyikan

User dapat melihat jaring-jaring bangun ruang dengan cara menggeser *slider* ke atas untuk membuka jaring-jaring dan menggeser ke bawah untuk menutup jaring-jaring. Gambar 10 merupakan tampilan saat jaring-jaring bangun ruang terbuka.



Gambar 10. Tampilan Saat Jaring-jaring Bangun Ruang Terbuka

Selain itu, *user* juga bisa untuk menyembunyikan lantai, rusuk, atau titik sudut dengan cara menekan kotak centang lantai, rusuk, atau titik sudut. Gambar 11 menampilkan saat lantai, rusuk, atau titik sudut disembunyikan.



Gambar 11. Tampilan Saat Lantai, Rusuk dan Titik Sudut Disembunyikan

3.1.3. Hasil Pembuatan Halaman Materi

Pada awal Halaman Materi menampilkan papan petunjuk penggunaan dan objek 3D bangun ruang disertai nama bangun ruang yang ditampilkan. Selanjutnya terdapat empat buah tombol, antara lain tombol kembali, *next*, *previous*, dan tombol lanjut. Tombol kembali berfungsi untuk menutup halaman materi dan kembali ke halaman *home*. Tombol *previous* berfungsi untuk berganti ke bangun ruang sebelumnya dan tombol *next* digunakan untuk berganti ke bangun ruang selanjutnya. Tombol lanjut berfungsi untuk menutup papan petunjuk dan menampilkan papan materi sifat-sifat dan rumus bangun ruang. Gambar 12 merupakan tampilan awal halaman Materi.



Gambar 12. Tampilan Awal Halaman Materi

Pada papan materi terdapat tombol sifat-sifat yang berfungsi untuk melihat sifat-sifat bangun ruang dan tombol rumus yang berfungsi untuk melihat rumus bangun ruang. Gambar 13 merupakan tampilan papan materi.



Gambar 13. Tampilan Papan Materi

3.1.4. Hasil Pembuatan Halaman Latihan Soal

Halaman Latihan Soal berisi tombol kembali, kerjakan soal, dan daftar riwayat mengerjakan. Tombol kembali berfungsi untuk menutup halaman latihan soal dan kembali menuju halaman *home*. Tombol kerjakan soal berfungsi untuk masuk ke halaman pengerjaan soal latihan. Riwayat mengerjakan berfungsi untuk menampilkan riwayat *user* mengerjakan soal. Pada menu riwayat mengerjakan terdapat tanggal pengerjaan dan tombol untuk melihat pembahasan dari soal yang sudah dikerjakan. Gambar 14 merupakan tampilan halaman Latihan Soal.



Gambar 14. Tampilan Halaman Latihan Soal

3.1.5. Hasil Pembuatan Halaman Kerjakan Soal

Pada awal halaman Kerjakan Soal menampilkan petunjuk pengerjaan soal dan tombol mulai. Saat tombol mulai ditekan, maka soal akan muncul dan dapat dikerjakan. Gambar 15 merupakan tampilan awal halaman kerjakan soal.



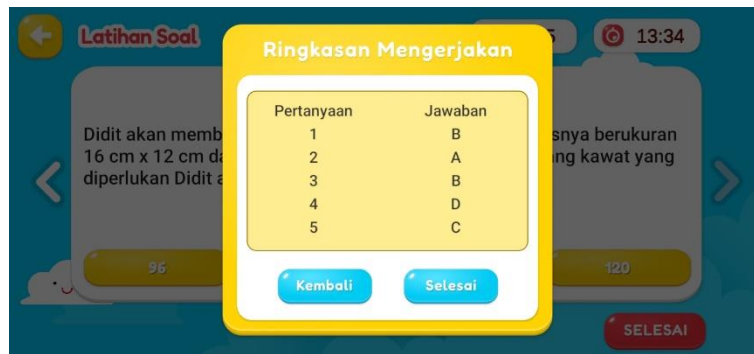
Gambar 15. Tampilan Awal Halaman Kerjakan Soal

Soal latihan terdiri dari 5 soal acak yang harus diselesaikan. Terdapat waktu untuk menyelesaikan semua soal, jika waktu habis maka proses pengerjaan selesai dan akan muncul nilai pengerjaan. Gambar 16 merupakan tampilan soal yang dikerjakan.



Gambar 16. Tampilan Halaman Pengerjaan Soal

Pada halaman pengerjaan soal terdapat tombol *next* dan *previous* yang berfungsi untuk berganti ke soal selanjutnya atau sebelumnya. *User* dapat memilih jawaban dengan cara menekan pilihan jawaban, pilihan jawaban yang dipilih akan berubah menjadi warna biru. Saat *user* menekan tombol selesai maka akan muncul ringkasan jawaban soal yang dikerjakan. Disini *user* dapat meninjau apakah semua soal sudah dijawab atau belum. *User* dapat kembali mengerjakan dengan memilih tombol kembali dan untuk *submit* jawaban soal yang dikerjakan *user* dapat memilih tombol selesai. Gambar 17 merupakan tampilan ringkasan jawaban *user* yang telah dikerjakan.



Gambar 17. Tampilan Ringkasan Jawaban User

Setelah *user* menyelesaikan soal maka akan muncul informasi nilai yang didapatkan dari pengerjaan soal. Kemudian terdapat tombol dengan simbol *home* yang digunakan untuk menuju halaman *home* dan tombol dengan simbol *list* yang digunakan untuk menuju halaman latihan soal. Gambar 18 merupakan hasil tampilan nilai pengerjaan latihan soal.



Gambar 18. Tampilan Nilai Hasil Pengerjaan Soal

3.1.6. Hasil Pembuatan Halaman Riwayat Mengerjakan

Halaman Riwayat Mengerjakan menampilkan pembahasan soal latihan yang telah dikerjakan. Halaman ini bertujuan agar *user* dapat mengetahui pembahasan setiap soal dan dapat dipelajari jika terdapat pengerjaan yang salah. Pada halaman ini terdapat tombol kembali, tombol untuk berganti nomor, tanggal

mengerjakan, nilai, soal, kunci jawaban dan pembahasan. Gambar 19 menunjukkan hasil tampilan halaman Riwayat Mengerjakan.



Gambar 18. Tampilan Halaman Riwayat Mengerjakan

3.2. Pengujian

Aplikasi yang telah dibangun kemudian dilakukan pengujian *alpha* dan *beta*. Pengujian *alpha* dilakukan menggunakan pengujian *black box* dengan tujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan yang terjadi pada aplikasi dan memastikan bahwa fitur-fitur aplikasi berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan rancangan aplikasi. Berdasarkan hasil pengujian *black box* yang telah dilakukan dapat diketahui fungsi-fungsi dalam aplikasi berjalan dengan baik sehingga dapat dikatakan bahwa aplikasi *augmented reality* bangun ruang yang dibuat telah bebas dari kesalahan fungsional. Pengujian *beta* dilakukan bersama 24 siswa dan satu guru kelas VI MI Ma'arif NU Lamuk menggunakan *USE Questionnaire* untuk mengetahui tingkat *usability* aplikasi *augmented reality* bangun ruang. Sebelum pengujian, para siswa diajari dan melakukan demo aplikasi untuk memahami penggunaan aplikasi secara lengkap.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kelayakan}(\%) &= \frac{\text{Total Nilai Pengujian}}{\text{Total Nilai Maksimum}} \times 100 \\ &= \frac{2311}{2500} \times 100 \\ &= 92,44 \% \end{aligned}$$

Tahap pengujian dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada para siswa. Hasil pengujian dapat diketahui aplikasi *augmented reality* bangun ruang memenuhi standar *usability* dengan nilai 92.44% atau dapat diklasifikasi "Sangat Baik".

4. Kesimpulan

Aplikasi yang dikembangkan ini dapat berperan sebagai alat pembelajaran dalam memahami materi matematika bangun ruang. Aplikasi ini memiliki beberapa fitur utama diantaranya Halaman *Play AR* (menampilkan objek 3D bangun ruang kedalam dunia nyata), Halaman Materi (menampilkan objek 3D bangun ruang dan materi), Halaman Latihan Soal (fitur untuk melatih hasil belajar) dan Halaman Riwayat Mengerjakan (menampilkan soal latihan yang telah dikerjakan beserta pembahasan). Hasil dari pengujian *black box* menunjukkan aplikasi ini bebas dari kesalahan fungsional. Hasil pengujian *usability* menggunakan *USE Questionnaire* yang terdiri dari aspek *Appropriateness recognizability*, *Learnability*, *Operability* dan *Accessibility* memperoleh hasil 92,44% atau dapat diklasifikasi "Sangat Baik", sehingga aplikasi layak digunakan sebagai media pembelajaran bangun ruang.

Daftar Pustaka

- [1] M. Chintia, R. Amelia, dan N. Fitriani, "Analisis Kesulitan Siswa Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar," *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, vol. 4, no. 3, hlm. 579–586, Mei 2021, doi: 10.22460/jpmi.v4i3.579-586.
- [2] "Education GPS - Indonesia - Student performance (PISA 2018)." <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=IDN&treshold=10&topic=PI> (diakses 22 Oktober 2022).

- [3] Y. Angraini, "Analisis Persiapan Guru dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu*, vol. 5, no. 4, hlm. 2415–2422, Jul 2021, doi: 10.31004/basicedu.v5i4.1241.
- [4] T. Arnenda, *Pegangan Guru Matematika untuk SD/MI dan yang Sederajat Kelas VI*. Surakarta: Putra Nugraha.
- [5] E. P. Rahayu dan S. Salsabila, "Pengembangan Alat Peraga Putaran Jaring-jaring Bangun Ruang untuk Pembelajaran Matematika Tingkat Sekolah Dasar," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, vol. 2, no. 1, hlm. 13–26, Jun 2022.
- [6] Z. Mubarak, "Perancangan Dan Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang 3D Berbasis Android Dengan Memanfaatkan Augmented Reality," *ucaiaj*, vol. 2, no. 1, hlm. 29–38, Jun 2019, doi: 10.51804/ucaiaj.v2i1.29-38.
- [7] L. Ayuningrum, A. P. Kusuma, dan N. K. Rahmawati, "Analisis Kesulitan Siswa dalam Pemahaman Belajar serta Penyelesaian Masalah Ruang Dimensi Tiga," *jkpm*, vol. 5, no. 1, hlm. 135–142, Des 2019, doi: 10.30998/jkpm.v5i1.5277.
- [8] B. Setyawan, Nf. Rufii, dan Ach. N. Fatirul, "Augmented Reality Dalam Pembelajaran IPA Bagi Siswa SD," *K-JTP*, vol. 7, no. 1, hlm. 78–90, Jul 2019, doi: 10.31800/jtp.kw.v7n1.p78-90.
- [9] M. R. Rafiko, D. Sunardi, dan A. K. Hidayah, "Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality Dengan Menggunakan Marker AR," *Journal Innovation Informatics(JII)*, vol. 1, no. 3, hlm. 152–159, Jul 2022.
- [10] T. Abdulghani dan B. P. Sati, "Pengenalan Rumah Adat Indonesia Menggunakan Teknologi Augmented Reality Dengan Metode Marker Based Tracking Sebagai Media Pembelajaran," *MJI*, vol. 11, no. 1, hlm. 43–50, Mar 2020, doi: 10.35194/mji.v11i1.770.
- [11] A. Saca, "Penerapan Marker-Based Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Tata Surya," *JIKA*, vol. 5, no. 1, hlm. 33, Apr 2021, doi: 10.31000/jika.v5i1.3560.
- [12] W. Farianto, N. A. Prasetyo, dan P. A. Raharja, "Augmented Reality Objek Bersejarah Museum Soesilo Soedarman Menggunakan Metode Marker Based Dan Markerless," *JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musirawas)*, vol. 6, no. 2, hlm. 141–153, 2021.
- [13] A. Adhani, M. A. Gustalika, dan I. K. A., "Penerapan Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Ilmu Tajwid Berbasis Android," *Jur. Ris. Kom.*, vol. 9, no. 5, hlm. 1218, Okt 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i5.4693.
- [14] N. Alamsyah dan R. A. Krisdiawan, "Pembangunan Aplikasi Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Tingkat Sd/Smp Dengan Menggunakan Metode Marker Augmented Reality," *NUANSA*, vol. 15, no. 1, hlm. 23, Jan 2021, doi: 10.25134/nuansa.v15i1.3847.
- [15] W. M. Azzakki dan D. Krisbiantoro, "Penerapan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Sistem Pengapian Sebagai Upaya Membantu Belajar Siswa Kelas XI Teknik Sepeda Motor (Studi Kasus: SMK Bina Mandiri)," *Journal of Information System Management (JOISM)*, vol. 3, no. 2, hlm. 46–50, 2022.