

PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE LEARNING* BERBASIS *AUGMENTED REALITY* MATERI BANGUN RUANG

Khaerul Anam¹, Gunawan Wiradharma²), Mario Aditya Prasetyo³)

Universitas Terbuka

Abstrak

Mobile learning sebagai alternatif layanan pembelajaran masa kini yang adaptif sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menawarkan kemudahan, kecepatan, keluwesan, dan kemenarikan. Selain itu, penggunaan media pembelajaran semakin beragam dan interaktif, salah satunya yang sedang marak saat ini adalah dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* (AR). Perlu dilakukan pengembangan aplikasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* materi bangun ruang yang terdapat dalam mata kuliah Pendidikan Matematika II pada Program Studi PGSD FKIP Universitas Terbuka agar materi tersebut mudah dipahami. Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengembangan aplikasi tersebut. Tujuan penelitian ini mengembangkan hingga melakukan uji kelayakan aplikasi. Manfaat penelitian ini adalah mengetahui langkah yang dilakukan dalam melakukan pengembangan aplikasi. Metode penelitian yang digunakan adalah *research and development* (R&D) dengan pendekatan penelitian deskriptif kuantitatif dengan kuesioner sebagai teknik pengambilan data. Tahapan penelitian dan pengembangan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Borg & Gall. Penelitian ini fokus pada bagian pengembangan aplikasi yang terdiri atas dua tahap. Tahap pertama adalah uji coba awal untuk membuat konten dan tampilan aplikasi. Tahap kedua adalah kelayakan aplikasi menurut ahli bahasa, materi, dan media. Hasil penelitian ini adalah kualitas dan kelayakan aplikasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* materi bangun ruang.

Kata kunci: *mobile learning, augmented reality, aplikasi, media pembelajaran, bangun ruang*

Abstract

Mobile learning as an alternative to today's adaptive learning services by the development of science and technology offers convenience, speed, flexibility, and attractiveness. In addition, the use of learning media is increasingly diverse and interactive, one of which is currently emerging is the use of *augmented reality* (AR) technology. It is necessary to develop a *mobile learning* application based on *augmented reality* for the material contained in the Mathematics Education II course at the PGSD FKIP Study Program at the Open University so that the material is easy to understand. The formulation of the research problem is how to develop the application. The purpose of this research is to develop to conduct a feasibility test of the application. The benefit of this research is knowing the steps taken in developing the application. The research method used is *research and development* (R&D) with a quantitative descriptive research approach with a questionnaire as a data collection technique. The stages of research and development are by the theory proposed by Borg & Gall. This research focuses on the application development section which consists of two stages. The first stage is the initial trial to create the content and appearance of the application. The second stage is the feasibility of the application according to language, material, and media experts. The results of this study are the quality and feasibility of a *mobile learning* application based on *augmented reality* building materials.

Keywords: *mobile learning, augmented reality, application, learning media, geometry*

PENDAHULUAN

Saat ini proses pembelajaran banyak memanfaatkan teknologi dalam kegiatan belajar mengajar, seperti penggunaan *mobile learning*. Menurut Domingo & Gargante (2016), *mobile learning* dapat meningkatkan minat mahasiswa terhadap materi yang diajarkan. Namun, penggunaan *mobile learning* sebagai media yang digunakan dalam pembelajaran pun harus didukung oleh penggunaan perangkat teknologi di kalangan peserta didik maupun guru. Hal tersebut disebabkan *mobile learning* dianggap sebagai sistem belajar yang menggunakan perangkat telepon genggam (*mobile*) untuk mendukung proses pembelajarannya (Mehdipour & Zerehkafi, 2013). Selain itu, menurut Ally (2009), *mobile learning* merupakan penggunaan perangkat teknologi *wireless mobile* yang memungkinkan pengaksesan informasi dan materi belajar kapanpun dan dimanapun.

Dari beberapa keunggulan *mobile learning* tersebut di atas, dapat diketahui bahwa *mobile learning* sebagai alternatif layanan pembelajaran masa kini yang adaptif sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, menawarkan kemudahan, kecepatan, keluwesan, dan kemenarikan tanpa mengurangi esensi dari hakikat dan prinsip pembelajaran secara umum. Keunggulan *mobile learning* dalam hal waktu dan tempat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat mengakses materi dan informasi kapanpun dan di manapun (Ally, 2009). Peserta didik dapat memilih waktu dan tempat yang sesuai dengan kesiapannya untuk belajar, hal ini sejalan dengan prinsip belajar menyenangkan, artinya *mobile learning* memberikan alternatif waktu dan tempat untuk belajar tanpa adanya tekanan dari pihak eksternal diri peserta didik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kariadinata (2010) diketahui bahwa peserta didik masih sulit untuk mengonstruksi bangun ruang geometri terutama untuk menyelesaikan masalah dengan visualisasi. Visualisasi ini merupakan salah satu unsur dari kemampuan spasial matematis yang dikemukakan oleh Ristontowi (2016). Untuk mengatasi kurangnya kemampuan spasial matematis peserta didik, pembelajaran materi bangun ruang kerap kali digunakan media pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran menjadi semakin beragam dan interaktif, salah satunya yang sedang marak saat ini adalah dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR).

Augmented Reality (AR) adalah bidang penelitian komputer yang menggabungkan data grafis 3D dengan dunia nyata atau dengan kata lain realita yang ditambahkan ke suatu media. Media ini dapat berupa kertas, sebuah marker, atau penanda melalui perangkat-perangkat input tertentu. Objek dunia maya digabungkan dengan lingkungan yang sebenarnya. Teknologi ini bisa berupa teks, animasi, model 3D atau video, sehingga pengguna dapat merasakan objek dunia maya seolah-olah berada di dunia nyata (Suryawinata, 2010).

Dengan ciri-ciri menggabungkan nyata dengan virtual, berinteraksi secara nyata, dan bentuk yang berbentuk 3D (Azuma, 2014), *Augmented Reality* dapat diartikan sebagai teknologi yang merepresentasikan antara dunia nyata dengan dunia virtual yang bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam merepresentasikan dunia virtual. Menurut Ronald T. Azuma (2014), *Augmented reality* didefinisikan sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, terdapat integrasi dan dimungkinkan dengan teknologi tampilan yang sesuai, interaktivitas dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu, dan integrasi yang baik memerlukan penjelasan yang efektif.

Pada dasarnya AR memiliki kelebihan, yaitu mampu memberikan pengalaman dan pemahaman yang mendalam bagi subjek pengenalan. Hal ini berarti tidak menutup kemungkinan bahwa teknologi ini dapat dijadikan alat untuk metode pengenalan rumus bangun ruang Matematika

yang lebih inovatif, misalnya, dengan menyorotkan kamera yang terhubung dengan *handphone* pengguna bisa melihat secara tiga dimensi bagaimana bentuk bangun ruang secara *real* dalam bentuk 3D. Melalui *Augmented Reality*, pembelajaran telah dibawa ke dimensi baru karena peserta didik dapat dengan mudah memvisualisasikan apa yang terjadi dan mudah memahami yang konsep-konsep kompleks.

Penelitian sebelumnya tentang AR menyatakan bahwa AR membuat pembelajaran semakin efektif dan anak-anak semakin bersemangat. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Khotimah dan Satiti (2019) yang memanfaatkan media pembelajaran *Augmented Reality*, peserta didik memiliki respon yang sangat positif terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan sehingga media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* berkategori praktis. Sebesar 87% peserta didik mampu mencapai nilai kriteria ketuntasan belajar sehingga media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* berkategori efektif. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Sungkur, Panchoo, dan Bhoyroo (2016) dengan hasil penelitiannya adalah aplikasi *Augmented Reality* telah terbukti membantu dalam memahami konsep-konsep kompleks yang rata-rata peserta didik memiliki banyak kesulitan dalam pemahaman. Melalui *Augmented Reality*, pembelajaran telah dibawa ke dimensi baru karena peserta didik dapat dengan mudah memvisualisasikan apa yang terjadi dan mudah memahami yang konsep-konsep kompleks. Penelitian lain yang dilakukan oleh Zakia Nurhasanah menunjukkan bahwa AR dapat memberikan dampak positif untuk peserta didik dalam memahami konsep sains (Nurhasanah dkk., 2019). Berdasarkan hasil analisis data menggunakan *non-equivalent control group design* menunjukkan terdapat perbedaan antara kelas yang menggunakan media AR dengan kelas yang tidak menggunakan media AR dalam proses pembelajaran IPA

Selain kelebihan di atas, masih terdapat beberapa kekurangan dalam pengembangan *Augmented Reality* materi bangun ruang. Penelitian yang dilakukan Nugroho dkk. (2015), aplikasi berbasis *Augmented Reality* yang dibangun adalah media pembelajaran pengenalan bangun ruang sebanyak enam jenis, tetapi tidak dilengkapi dengan pengujian aplikasi dari sisi jarak maupun pencahayaan. Penelitian yang dilakukan oleh Rusnandi dkk. (2015) merupakan pengembangan aplikasi berbasis *Augmented Reality* media pembelajaran bangun ruang menggunakan *Open Space 3D Editor Tools* yang digunakan untuk menampilkan objek pada marker. Penelitian ini juga tidak dilengkapi dengan pengujian aplikasi. Penelitian Subagyo dkk. (2015) menyatakan bahwa aplikasi berbasis *Augmented Reality* bangun ruang matematika yang dikembangkan hanya berfokus pada pengenalan rumus bangun ruang. Dari studi literatur ini, dapat dilihat bahwa aplikasi berbasis *Augmented Reality* sudah banyak diimplementasikan sebagai media pembelajaran. Berdasarkan hal itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem pembelajaran bangun ruang berbasis *Augmented Reality* yang digunakan dalam pelajaran matematika. Selain visualisasi bangun dalam bentuk 3D, media yang dibuat akan memuat karakteristik, rumus, dan kalkulasi adri bangun ruang sehingga mahasiswa dapat memvisualisasikan bangun ruang dengan mudah menggunakan aplikasi yang interaktif.

Mahasiswa sebagai peserta didik merupakan kelompok masyarakat yang pada umumnya mengikuti tren perkembangan teknologi *smartphone*, baik konten maupun fungsinya, yang selama ini masih didominasi oleh konten hiburan. Data yang diperoleh dari *website gs.statcounter.com* menunjukkan persentase pengguna sistem operasi *mobile Android* di dunia selama satu tahun terakhir unggul dengan nilai 52,98% per Juni 2014 dibandingkan sistem operasi lainnya. Isu inilah yang menjadikan *smartphone* menjadi pilihan terbaik dalam pengaplikasian *mobile learning* ini

disebabkan kehandalan *smartphone* yang hampir sama dengan komputer serta cara penggunaannya sudah lebih dikenal oleh masyarakat dibandingkan dengan komputer.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengembangan *mobile learning* berbasis *Augmented Reality* pada materi bangun ruang. *Mobile learning* yang dikembangkan sesuai dengan materi yang terdapat dalam mata kuliah Pendidikan Matematika II pada Program Studi PGSD FKIP Universitas Terbuka. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* materi bangun ruang hingga melakukan uji kelayakan aplikasi tersebut dari segi tampilan dan konten. Manfaat penelitian ini adalah mengetahui langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengembangan aplikasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* yang digunakan sebagai media pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan aplikasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* untuk materi Bangun Ruang pada mata kuliah Pendidikan Matematika II adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan penelitian kuantitatif. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan aplikasi dan konten *mobile learning* berbasis *augmented reality*. Struktur pembelajaran dirancang khusus dengan menerapkan model *self-paced instruction* yang memungkinkan para peserta mengatur waktu pembelajarannya sesuai dengan kemampuan masing-masing. Topik penelitian ini akan mengembangkan keterampilan spasial dalam mempelajari materi bangun ruang. Dalam pembuatan konten dan aplikasi *mobile learning*, penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

1)Pembuatan materi berupa PPT bangun ruang; 2)Pembuatan video materi pembelajaran dari PPT yang telah dibuat agar peserta mudah memahami materi bangun ruang dengan tampilan yang menarik melalui media audiovisual. Pembuatan video menggunakan teknik animasi grafis agar terkesan kekinian; 3)Pembuatan *mobile learning* berbasis *augmented reality*; 4)Telaah oleh pakar/ahli terhadap konten dan tampilan *mobile learning* yang telah dibuat; 5)Melakukan revisi terhadap hasil *review* dari para pakar/ahli.

Penelitian ini melakukan pengembangan untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2017) agar di tahun berikutnya produk aplikasi *mobile learning* siap untuk didesiminasikan ke masyarakat umum. Pengembangan *mobile learning* menggunakan tahap-tahap penelitian dan pengembangan yang dikemukakan oleh Borg & Gall (2003) yang terdiri atas sepuluh tahap, yaitu (1) penelitian dan pengumpulan data (*research and information*), (2) perencanaan (*planning*), (3) pengembangan produk awal (*develop preliminary product*), (4) uji coba awal (*preliminary field testing*), (5) penyempurnaan produk awal (*main product revision*), (6), uji coba lapangan (*main field testing*), (7) penyempurnaan produk hasil uji lapangan (*operational product revision*), (8) uji lapangan (*operational field testing*), (9) penyempurnaan produk akhir (*final product revision*), dan (10) deseminasi (*dissemination*).

Langkah-langkah dalam pembuatan aplikasi *mobile learning* ini menggunakan sepuluh tahap sesuai model pengembangan Borg & Gall (2003). Sepuluh tahap tersebut diringkas menjadi tiga bagian, yakni rancangan, pengembangan, serta evaluasi. Penelitian ini berlangsung selama dua tahun. Tahun pertama dilakukan bagian rancangan dan pengembangan pada tahun 2022. Pada tahun berikutnya akan dilakukan bagian evaluasi terhadap aplikasi *mobile learning* ini. Proses penelitian yang dilakukan ini fokus pada bagian pengembangan aplikasi *mobile learning*.

Pada tahap pengembangan aplikasi *mobile learning* dilakukan pembuatan tampilan halaman awal aplikasi dan halaman utama aplikasi yang terdisi atas enam submenu. Selanjutnya, setelah

dummy aplikasi *mobile learning* ini selesai dibuat, peneliti melakukan dua tahapan, yaitu uji coba awal dan penyempurnaan produk awal. Kedua tahapan digabung menjadi satu dengan nama kelayakan aplikasi berdasarkan ahli. Hal yang dilakukan adalah melakukan penyebaran kuesioner kepada ahli materi, bahasa, dan media. Kuesioner tersebut ditujukan kepada para ahli untuk mengetahui kualitas dan kelayakan aplikasi *mobile learning*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan kuesioner. Data kuesioner yang didapatkan kemudian diolah dan dianalisis untuk dijadikan acuan dalam pengembangan media *mobile learning*. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengkuantitatifkan hasil kuesioner sesuai dengan indikator-indikator yang telah ditetapkan dengan memberikan bobot skor yang telah ditentukan. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan karakteristik masing-masing data yang diperoleh. Hasil analisis data digunakan untuk revisi aplikasi. Pada penelitian ini skala penilaian yang digunakan dalam instrumen penelitian adalah skala *likert* dengan skala 1 sampai 4.

Tabel 1
Penilaian Skala Likert

Jawaban	Bobot
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Dengan teknik analisis sebagai berikut: 1)Menyusun dan mengumpulkan data kuesioner dari para ahli; 2)Mengolah dan menghitung data untuk dijadikan persentase di setiap kategorinya. 3)Rumus yang digunakan merupakan rumus yang diadaptasi dari rumus menghitung persentase pada skala likert, yaitu nilai skala jawaban yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan nilai skala jawaban terbesar lalu dikalikan 100%.

$$\text{Presentase Keayakan (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skor Hasil Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan yang didapatkan berupa persentase, kemudian dikategorikan sesuai kriteria menggunakan *rating scale* untuk mengetahui tingkat kelayakan dari aplikasi yang sedang dikembangkan. Produk yang dikembangkan dapat dikatakan layak untuk digunakan apabila interpretasinya $\geq 60\%$ berdasarkan perhitungan skor menurut skala *likert* (Riduwan, 2012). Kriteria deskriptif kualitas dengan *rating scale* disajikan pada tabel 2.

Tabel 2
Kriteria Deskriptif Kualitas dengan *Rating Scale*

Tingkat Penilaian	Keterangan
Angka 0-20%	Sangat Kurang Baik
Angka 21-40%	Kurang Baik
Angka 41-60%	Cukup Baik
Angka 61-80%	Baik
Angka 81-100%	Sangat Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini adalah aplikasi *mobile learning* yang dapat diakses menggunakan *smartphone* dengan sistem operasi *Android* yang diberi nama “ABRAR: Aplikasi Bangun Ruang *Augmented Reality*”. Konten yang terdapat pada media ini terdiri atas simulasi AR, materi, video

pembelajaran, kuis, kalkulator bangun ruang, dan info yang sesuai dengan hasil analisis kebutuhan mahasiswa.

Bagian pengembangan terdiri atas tiga tahap, yaitu pengembangan produk awal (*develop preliminary product*), uji coba awal (*preliminary field testing*), dan penyempurnaan produk awal (*main product revision*). Tahap pengembangan produk awal dilakukan pembuatan desain gambar untuk tampilan *mobile learning*. Tahap uji coba awal dilakukan dengan melibatkan para ahli, yaitu ahli media, materi, dan bahasa untuk mengetahui kekurangan dari aplikasi yang sedang dikembangkan sehingga dapat dilakukan revisi. Setelah itu, dilakukan tahap penyempurnaan produk awal dengan melakukan perbaikan terhadap aplikasi *mobile learning* berdasarkan masukan para ahli. Untuk tahap uji coba awal (*preliminary field testing*) dan tahap penyempurnaan produk awal (*main product revision*), dijadikan satu dengan nama pembahasan kelayakan aplikasi dari para ahli. Bagian ini menghasilkan kualitas dan kelayakan aplikasi *mobile learning* yang siap diuji oleh para mahasiswa yang dijadikan sampel sebagai *user* dari aplikasi *mobile learning* ini. Berikut penjelasan detailnya.

Pengembangan Produk Awal (*Develop Preliminary Product*)

Tahap awal pembuatan *mobile learning* dilakukan penentuan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan untuk mengembangkan media, yaitu *software Adobe Animate cc 2020* sebagai program pengolah *software* utama dan pengolah animasi dua dimensi. Kemudian dilakukan pembuatan tampilan gambar untuk mengilustrasikan dan melengkapi isi materi bangun ruang yang diperoleh dari berbagai situs. Gambar-gambar terdiri atas *background*, tombol, dan gambar pendukung lainnya yang didesain menggunakan *software canva* dan *corelDraw x7*. Selain itu, *mobile learning* ini juga terdapat video pembelajaran materi bangun ruang untuk memperkaya pengetahuan peserta didik.

Tahap selanjutnya menentukan sistem operasi yang akan digunakan untuk pengembangan media *mobile learning*. Sistem yang digunakan adalah *AIR for Android*. Hal itu didasarkan pada data analisis kebutuhan mahasiswa yang menyatakan sebagian besar dari mereka menggunakan sistem *android* daripada *IOS* maupun *windows*. Aplikasi ini dapat dioperasikan pada *smartphone* dengan sistem operasi *Android* mulai dari versi 4.3 (*Jelly Bean*) hingga versi 9.0 (*Pie*).

Mobile learning yang dikembangkan berupa aplikasi yang bernama “ABRAR: Animasi Bangun Ruang dengan *Augmented Reality*”. Format media tersebut adalah *file.apk (Android Package)*. Selain itu, *layout mobile learning* yang dikembangkan berupa *landscape* dengan resolusi 1280 x 720 *pixel* dan memiliki ukuran *file* sebesar 20 *megabyte*. Pemilihan *layout* ini dilakukan agar tulisan dan gambar yang disajikan terlihat lebih jelas.

Tampilan *mobile learning* “ABRAR: Animasi Bangun Ruang dengan *Augmented Reality*” dapat diuraikan sebagai berikut:

Halaman Awal Aplikasi

Tampilan halaman awal pada *mobile learning* “ABRAR” ini terdiri atas judul dan tombol-tombol menu yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Adapun tombol-tombol yang tersedia pada halaman awal, yaitu *start* (tombol mulai), petunjuk (?), informasi yang berupa ikon gambar garis tiga, keluar (X), dan *on/off music* yang berupa ikon gambar. Tampilan halaman awal dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Halaman Awal Aplikasi

Halaman Utama Aplikasi

Mobile learning memiliki enam submenu, yakni simulasi AR, materi, kalkulasi, video, kuis, dan info spesifikasi *mobile learning*. Berikut ini adalah tampilan pada halaman utama aplikasi *mobile learning*.

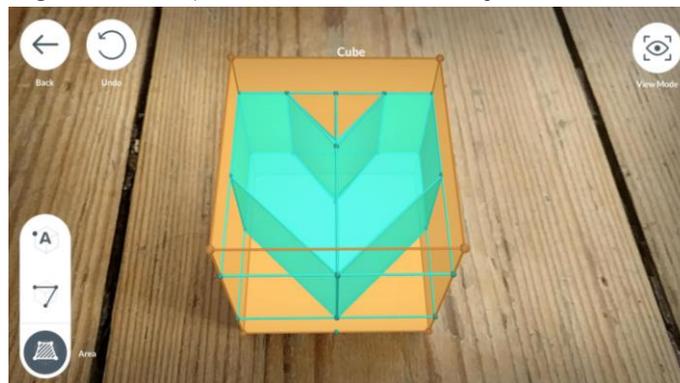


Gambar 2. Halaman Utama Aplikasi

Penjelasan di bawah ini merupakan perincian submenu yang terdapat dalam halaman utama aplikasi *mobile learning* berbasis *augmented reality*.

Simulasi AR

Menu ini menampilkan kamera *Augmented Reality* yang dapat mendeteksi tujuh macam *marker* bangun ruang mulai dari kubus, balok, limas segiempat, prisma segitiga, tabung, kerucut, hingga bola. Berikut contoh gambaran *layout* simulasi AR tersaji dalam Gambar 3.



Gambar 3. Contoh tampilan simulasi AR

Materi

Menu materi ini menyajikan tujuh macam jenis bangun ruang, seperti kubus, balok, limas segiempat, prisma segitiga, tabung, kerucut dan bola. Karakteristik dari setiap bangun ruang ditampilkan juga pada bagian materi ini. Pada halaman ini pengguna dapat memilih submateri yang ingin dipelajari. Materi yang disajikan berasal dari berbagai sumber buku maupun internet yang kemudia disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Tampilan halaman awal materi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Halaman Awal Materi

Kalkulasi

Pada bagian menu kalkulasi menampilkan kalkulator sederhana untuk menghitung volume masing-masing bangun yang telah disajikan. *Layout* pada menu kalkulasi mempunyai detail masing-masing yang terbagi menjadi tujuh sesuai dengan jumlah menu bangun ruang, yakni kubus, balok, limas segiempat, prisma segitiga, tabung, kerucut dan bola. Gambar Layout Kalkulasi tersaji dalam Gambar 5.



Gambar 5. Halaman Kalkulasi

Video

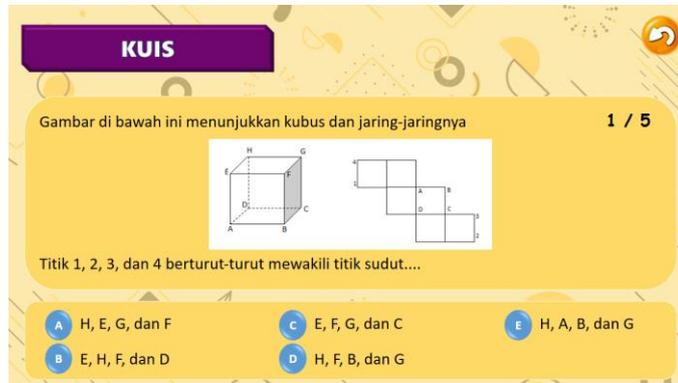
Menu video ini menyajikan sebuah video terkait pembelajaran materi bangun ruang. Video ini dibuat dengan tujuan agar pengguna dapat memahami bangun ruang secara kontekstual. Tampilan video dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Halaman Video

Kuis

Menu kuis ini berisi soal-soal mengenai materi bangun ruang untuk menguji pemahaman mahasiswa dan mengingat kembali materi yang telah dipelajari. Kuis ini terdiri atas lima butir soal pilihan ganda. Setelah selesai dalam menjawab soal, pengguna dapat langsung mengetahui total skor dan pilihan jawaban yang tepat. Soal-soal yang disajikan berasal dari berbagai sumber, seperti buku kumpulan soal matematika yang kemudian soal tersebut disesuaikan dengan konteks pembelajaran yang digunakan. Tampilan kuis dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Halaman Kuis

Info

Pada menu info berisi informasi tentang *mobile learning* yang dibuat. Dalam *layout* ini juga ditampilkan referensi yang digunakan dalam menyusun konten *mobile learning*. Tampilan info dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Halaman Info

Kelayakan Aplikasi dari Para Ahli

Kelayakan aplikasi *mobile learning* yang telah dikembangkan perlu diuji secara praktis. Hal ini dilakukan untuk melakukan perbaikan aplikasi *mobile learning*. Uji kelayakan melibatkan ahli materi, ahli bahasa, ahli media sebagai respondennya dengan menggunakan kuesioner. Berikut ini adalah uraian uji kelayakan *mobile learning* yang melibatkan ahli materi, ahli bahasa, dan ahli media.

Uji kelayakan yang dilakukan oleh para ahli bertujuan untuk mendapatkan masukan terkait aplikasi *mobile learning* yang sedang dikembangkan. Uji ini dilakukan oleh ahli yang memiliki kompetensi di bidangnya, yaitu ahli materi, ahli bahasa, serta ahli media. Para ahli terlebih dahulu mencoba *mobile learning* yang telah dikembangkan kemudian mereka mengkaji dan mengamati *mobile learning*. Setelah itu, para ahli diminta untuk mengisi kuesioner yang sudah disediakan. Hasil penilaian dilakukan terhadap kelayakan materi, bahasa, dan media pada *mobile learning*. Berikut uraian lebih detailnya.

Penilaian uji validasi media meliputi dua aspek, yaitu (1) tampilan visual dan audio *mobile learning* serta (2) keterlaksanaan dan rekayasa perangkat lunak. Hasil penilaian terhadap kelayakan media pada *mobile learning* yang dilakukan oleh ahli media dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3
Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Media

No.	Aspek	Nomor Butir Soal	Rata-rata Presentase Kelayakan (%)	Kriteria
1	Tampilan visual dan audio <i>mobile learning</i>	1 s.d. 10	83,32	Sangat Baik
2	Keterlaksanaan dan rekayasa perangkat lunak	11 s.d. 15	87,50	Sangat Baik
Rata-rata Nilai Keseluruhan			85,41	Sangat Baik

Penjelasan hasil uji kelayakan oleh ahli media pada *mobile learning* yang dilakukan sebagai berikut: Aspek tampilan visual dan audio *mobile learning* terdiri atas enam indikator, yaitu ketepatan *layout*, kesesuaian desain, kejelasan gambar, kesesuaian tulisan, kesesuaian musik, dan kualitas video. Berdasarkan persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 83,3%. Hal itu berarti tampilan visual dan audio pada media *mobile learning* ini telah memenuhi kriteria “Sangat Baik”.

Aspek keterlaksanaan dan rekayasa perangkat lunak terdiri atas dua indikator, yaitu kemudahan penggunaan media dan kualitas media. Berdasarkan persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 87,5% yang berarti keterlaksanaan dan rekayasa perangkat lunak pada media *mobile learning* ini telah memenuhi kriteria “Sangat Baik”.

Hasil persentase kedua aspek tersebut diperoleh hasil penilaian rata-rata keseluruhan kelayakan media *mobile learning* ini sebesar 85,4% dengan interpretasi “Sangat Baik”. Ahli media juga memberikan saran dan komentar terhadap *mobile learning* yang dikembangkan yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4
Saran dan Komentar Ahli Media

Saran dan Komentar
Perhatikan kompatibilitas versi sistem operasi <i>android</i> yang digunakan, seperti tipe <i>android</i> dan spesifikasi minimumnya.
Proporsi tulisan dengan gambar konsisten.
Gunakan huruf standar untuk tulisan ilmiah agar dapat terbaca dengan baik.
Gunakan warna tulisan, gambar, dan <i>background</i> yang serasi agar mudah terlihat sehingga materi yang disampaikan dapat dipahami.
Berikan keterangan pada bagian bawah setiap tombol agar pengguna tidak perlu bolak-balik melihat ke menu petunjuk.

Saran dan komentar yang diberikan oleh ahli media kemudian digunakan untuk memperbaiki media *mobile learning* agar menjadi lebih baik. Berdasarkan saran dan komentar dari ahli media, peneliti melakukan perbaikan komponen pada bagian yang dikomentari.

Penilaian uji validasi bahasa meliputi tiga aspek, yaitu keefektifan kalimat pada *mobile learning*, kalimat pada *mobile learning* komunikatif, dan bahasa pada *mobile learning* mudah dipahami. Instrumen penilaian dibuat sesuai standar kelayakan bahasa pada media sesuai kebutuhan. Berikut ini hasil penilaian terhadap kelayakan bahasa dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5
Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Bahasa

No.	Aspek	Nomor Butir Soal	Rata-rata Presentase Kelayakan (%)	Kriteria
1	Keefektifan kalimat pada <i>mobile learning</i>	1 s.d. 5	79,4	Baik
2	Kalimat pada <i>mobile learning</i> komunikatif	6 s.d. 10	77,8	Baik
3	Bahasa pada <i>mobile learning</i> mudah dipahami	11 s.d. 15	79,2	Baik
Rata-rata Nilai Keseluruhan			78,8	Baik

Persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 79,4% yang berarti keefektifan kalimat pada *mobile learning* ini telah memenuhi kriteria “Baik”. Persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 77,8% yang berarti kalimat pada *mobile learning* telah komunikatif dengan memenuhi kriteria “Baik”. Persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 79,2% yang berarti bahasa pada media *mobile learning* ini mudah dipahami dengan “Baik”.

Hasil persentase ketiga aspek tersebut diperoleh hasil penilaian rata-rata keseluruhan kelayakan bahasa *mobile learning* ini sebesar 78,8% dengan interpretasi “Baik”. Selain penilaian, ahli bahasa juga memberikan sarandan komentar yang disajikan pada tabel 6.

Tabel 6
Saran dan Komentar Ahli Bahasa

Saran dan Komentar
Pilih padanan kata yang lebih tepat
Bahasa yang digunakan sebaiknya bersifat <i>familiar</i> agar mudah dipahami oleh pengguna
Gunakan bahasa yang dapat menggugah rasa penasaran pengguna
Tidak perlu terlalu banyak memberi tulisan pada media agar pengguna tidak bosan.
Berikan hal yang penting-penting saja

Saran dan komentar yang diberikan oleh ahli bahasa kemudian digunakan untuk memperbaiki media *mobile learning* agar menjadi lebih baik. Berdasarkan saran dan komentar dari ahli bahasa, peneliti melakukan perbaikan komponen pada bagian yang dikomentari.

Penilaian uji validasi materi meliputi tiga aspek, yaitu kelayakan isi pada media *mobile learning*, kelayakan penyajian pada media *mobile learning*, dan penggunaan *Augmented Reality* pada media *mobile learning*. Berikut ini hasil penilaian terhadap kelayakan materi dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7
Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Materi

No.	Aspek	Nomor Butir Soal	Rata-rata Presentase Kelayakan (%)	Kriteria
1	Kelayakan isi pada media <i>mobile learning</i>	1 s.d. 7	83,3	Sangat Baik
2	Kelayakan penyajian pada media <i>mobile learning</i>	8 s.d. 15	78,2	Baik
3	Penggunaan <i>Augmented Reality</i> pada media <i>mobile learning</i>	16 s.d. 20	77,7	Baik
Rata-rata Nilai Keseluruhan			79,7	Baik

Aspek kelayakan isi pada media *mobile learning* terdiri atas dua indikator, yaitu kesesuaian materi dengan kompetensi dasar dan keakuratan isi materi. Persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 83,3%. Hal ini berarti kelayakan isi pada media *mobile learning* ini telah memenuhi kriteria “Sangat Baik”.

Aspek kelayakan penyajian pada media *mobile learning* terdiri atas dua indikator, yaitu teknik penyajian materi dan pendukung penyajian materi. Persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 78,2% yang berarti kelayakan penyajian pada *mobile learning* ini telah memenuhi kriteria “Baik”.

Aspek penggunaan *Augmented Reality* pada media *mobile learning* ini terdiri atas satu indikator, yaitu komponen *Augmented Reality*. Persentase rata-rata kelayakan setiap indikator diperoleh sebesar 77,7% yang berarti penggunaan *Augmented Reality* pada *mobile learning* ini telah memenuhi kriteria “Baik”.

Hasil persentase ketiga aspek tersebut diperoleh hasil penilaian rata-rata keseluruhan materi media *mobile learning* ini sebesar 79,7% dengan interpretasi “Baik”. Selain penilaian, ahli materi memberikan saran dan komentar yang disajikan pada tabel 8.

Tabel 8
Saran dan Komentar Ahli Materi

Saran dan Komentar
Media <i>mobile learning</i> sudah cukup baik dan layak digunakan.
Perlu ditingkatkan lagi komponen AR-nya agar terlihat nyata dan semakin mudah dipahami
Mungkin bisa ditambahkan contoh-contoh atau bentuk nyata dalam kehidupan agar materi bangun ruang menjadi kontekstual
Materi bisa dilengkapi lagi dengan penjelasan komponen luas permukaan

Saran dan komentar yang diberikan oleh ahli materi kemudian digunakan untuk memperbaiki aplikasi *mobile learning* agar menjadi lebih baik. Berdasarkan saran dan komentar dari ahli materi, peneliti melakukan perbaikan komponen pada bagian yang dikomentari.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan *mobile learning* berbasis *Augmented Reality* pada materi bangun ruang yang diberi nama “ABRAR: Animasi Bangun Ruang dengan *Augmented Reality*.apk” dengan ukuran file sebesar 20 megabyte. Aplikasi *mobile learning* ini dapat digunakan dengan menggunakan *smartphone* berbasis sistem operasi Android mulai dari versi 4.3 (*Jelly Bean*) hingga versi 9.0 (*Pie*). Penelitian ini fokus pada bagian pengembangan aplikasi *mobile learning* yang terdiri atas dua tahap. Bagian pengembangan bertujuan untuk mengetahui kualitas dan kelayakan aplikasi *mobile learning* yang sedang dikembangkan.

Tahap pertama pada bagian pengembangan aplikasi *mobile learning* adalah uji coba awal untuk membuat konten dan tampilan aplikasi *mobile learning* dengan menarik. Konten yang terdapat pada media yang dihasilkan terdiri dari simulasi AR, materi, video pembelajaran, kalkulasi, kuis, dan info. Selain itu, tampilan aplikasi *mobile learning* terdiri atas tampilan halaman awal dan halaman utama aplikasi yang terdiri atas enam submenu.

Tahap kedua adalah kelayakan aplikasi dari para ahli. Kelayakan aplikasi *mobile learning* yang telah dikembangkan perlu diuji secara praktis. Hal ini dilakukan untuk menilai kualitas dan kelayakan dari *mobile learning*. Uji kelayakan melibatkan ahli materi, ahli bahasa, dan ahli media sebagai respondennya. Hasil penilaian rata-rata keseluruhan kelayakan media *mobile learning* ini sebesar 85,4% dengan interpretasi “Sangat Baik”. Hasil penilaian rata-rata keseluruhan kelayakan bahasa *mobile learning* ini sebesar 78,8% dengan interpretasi “Baik”. Hasil penilaian rata-rata

keseluruhan materi media *mobile learning* ini sebesar 79,7% dengan interpretasi “Baik”. Berdasarkan hasil uji kelayakan media dapat disimpulkan bahwa *mobile learning* “ABRAR: Animasi Bangun Ruang dengan *Augmented Reality*.apk” yang dihasilkan memenuhi kriteria baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi bangun ruang. *Mobile learning* ini dibuat untuk membangun sistem pembelajaran bangun ruang berbasis *Augmented Reality* yang digunakan dalam pelajaran matematika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM-UT yang telah membiayai kegiatan penelitian ini. Selain itu, peneliti mengucapkan terima kasih atas bantuannya kepada para ahli, para mahasiswa, dan tim pembuat aplikasi *mobile learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ally, M. Ed. . (2009). *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*. Athabasca University Press.
- Azuma. (1997). On the projections of generalized upper Lq-spectrum. *Chaos, Solitons and Fractals*, 42(3), 1451–1462. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2009.03.056>
- Azuma, R. . (2014). *A Survey Of Augmented Reality: Presence Teleoperators and Virtual Environments Hughes Research Laboratories*.
- Domingo, M. G., & Garganté, A. B. (2016). Exploring the use of educational technology in primary education: Teachers’ perception of mobile technology learning impacts and applications’ use in the classroom. *Computers in Human Behavior*, 56, 21–28.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research : An Introduction* (7th ed.). Pearson.
- Kariadinata, R. (2010). Kemampuan visualisasi geometri spasial siswa Madrasah Aliyah Negeri (MAN) kelas X melalui software pembelajaran mandiri. *Jurnal Edumat*, 1(2), 1–13.
- Khotimah, K., & Satiti, W. S. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Kelas VIII. *In Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin*, 2(1), 99–105.
- Mehdipour, Y., & Zerehkafi, H. (2013). Mobile learning for education: Benefits and challenges. *International Journal of Computational Engineering Research*, 3(6), 93–101.
- Nugroho, N. A., & Ramadhani, A. (2015). Aplikasi pengenalan bangun ruang berbasis Augmented Reality menggunakan android. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 1(1), 20–24.
- Nurhasanah, Z., Widodo, A., & Riandi, R. (2019). Augmented reality to facilitate students’ biology mastering concepts and digital literacy. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), 481–488.
- Riduwan. (2012). *Dasar-dasar Statistika*. Alfabeta.
- Subagyo, A., Listyorini, T., & Susanto, A. (2015). Pengenalan Rumus Bangun Ruang Matematika Berbasis Augmented Reality. *Prosiding SNATIF*, 29–32.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sujadi, H., Rusnandi, E., & Fauzyah, E. F. N. (2015). *Implementasi Augmented Reality (AR) pada Pengembangan Media Pembelajaran Pemodelan Bangun Ruang 3D untuk Siswa Sekolah Dasar*.
- Sungkur, R. K., Panchoo, A., & Bhoyroo, N. K. (2016). Augmented reality, the future of contextual mobile learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 13(2), 123–146.
- Suryawinata, B. A. (2010). *Pemanfaatan Augmented Reality dalam Memvisualisasikan Produk Perumahan Melalui Internet*. 1(2), 758–769.
- Syahfitri, L., & Ristontowi, R. (2016). Pemahaman Konsep Matematika Siswa pada Pembelajaran Peraihan Konsep. *Jurnal Math-UMB. EDU*, 3(3).