

Augmented Reality Game pada Materi Geometri Berbasis Etnomatematika Keraton Yogyakarta

Anwar Rifa'i¹, Kukuh Harsanto²

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

²Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

¹anwar.rifai@budiluhur.ac.id*, ²kukuh.harsanto@budiluhur.ac.id

Abstract

Limited contextual learning resources can be an obstacle in learning mathematics. Middle school geometry learning requires the help of learning media because at this stage students are still at the stage of concrete thinking. In fact, the availability of concrete learning media is still quite limited. Teachers usually only use teaching aids in a classical manner and do not provide opportunities for students to explore using existing media. Augmented reality technology has the potential to facilitate the process of developing mathematics learning tools within the cultural context of the Yogyakarta Palace. The purpose of this research is to develop applications based on augmented reality, as well as games to facilitate students learning geometry material in the ethnomathematics context of the palace. In order to find out the effectiveness of the developed application, quasi-experiments were carried out in two different classes. The results show that there are differences in students' mathematical abilities after participating in learning ($F=19.359$, sig. = 0.000) where classes that learn to use applications have better abilities than those who do not.

Keywords: Augmented Reality, Ethnomatematics, Games, Yogyakarta Palace, Mathematics

Abstrak

Keterbatasan sumber belajar kontekstual dapat menjadi hambatan dalam mempelajari matematika. Pembelajaran geometri SMP membutuhkan bantuan media pembelajaran karena pada tahap ini siswa masih berada pada tahap pemikiran konkrit. Pada kenyataannya ketersediaan media pembelajaran geometri yang bersifat konkrit masih cukup terbatas. Guru biasanya hanya menggunakan alat peraga secara klasikal dan tidak memberi kesempatan bagi siswa untuk bereksplorasi menggunakan media yang ada. Teknologi Augmented reality memiliki potensi untuk memfasilitasi proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika dengan konteks budaya Keraton Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi berbasis augmented reality, serta game untuk memfasilitasi siswa belajar materi geometri dengan konteks etnomatematika keraton. Guna mengetahui efektivitas aplikasi yang dikembangkan dilakukan quasi eksperimen pada dua kelas berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran ($F=19,359$, sig. = 0,000) di mana kelas yang belajar menggunakan aplikasi memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan yang tidak.

Kata kunci: Augmented Reality, Etnomatematika, Game, Keraton Yogyakarta, Matematika

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Matematika merupakan dasar penting dalam pengembangan teknologi karena teknologi memerlukan konsep dan prinsip matematika untuk dirancang, diuji, dan dikembangkan dengan akurat dan efisien. Penggunaan matematika dalam teknologi meliputi banyak aspek, seperti dalam perancangan software, analisis data, dan pengembangan algoritma. Oleh karena itu, mempelajari matematika menjadi sangat penting agar seseorang mampu memahami dan mengaplikasikan konsep matematika dalam pengembangan teknologi, yang mana dapat membantu memajukan teknologi yang digunakan di berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam bidang kesehatan, energi, transportasi, dan lain-lain. Namun banyak yang tidak menyukai matematika dan menganggap bahwa matematika merupakan mata pelajaran yang tidak

dapat dikuasai. Akibatnya, perkembangan siswa menjadi belum optimal.

Dalam mempelajari matematika dibutuhkan pengetahuan secara komprehensif terhadap keseluruhan konten materi yang akan diajarkan. Agar bisa memperoleh pengetahuan yang komprehensif ini maka siswa perlu diarahkan untuk mempelajari konsep matematika yang sedekat mungkin dengan kehidupan mereka. Media pembelajaran dibutuhkan untuk menunjang proses mencapai pengetahuan ini [1]. Media pembelajaran memiliki peran krusial untuk membantu siswa dalam memahami konsep baru yang mereka temui [2].

Keterbatasan sumber belajar yang kontekstual dapat menjadi hambatan dalam mempelajari matematika karena materi-materi matematika seringkali memerlukan visualisasi dan manipulasi objek-objek

matematika yang konkrit [3]. Saat mempelajari geometri pada jenjang SMP siswa membutuhkan manipulasi benda-benda geometris seperti segitiga, persegi, dan lingkaran yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini disebabkan siswa SMP masih berada pada tahap pemikiran operasional konkrit [4]. Keadaan ini menuntut guru untuk mampu menghadirkan objek konkrit saat mempelajari konsep abstrak seperti geometri. Walaupun demikian ketersediaan sumber belajar konkrit masih terbatas [5].

Selama pembelajaran sudah banyak guru yang menggunakan media pembelajaran berupa alat peraga bangun datar maupun bangun ruang namun karena terbatasnya sumberdaya maka siswa tidak berkesempatan untuk memainkan langsung alat peraga yang digunakan [6]. Keterbatasan ini berbanding terbalik dengan tuntutan pelajaran apalagi materi geometri termasuk materi yang sulit untuk dipahami oleh siswa [7]. Penyediaan alat peraga konkrit untuk pembelajaran geometri bagi seluruh siswa tentunya akan membutuhkan biaya yang terlalu besar, sehingga perlu dicarikan solusi untuk menyelesaikan permasalahan ini.

Pada kenyataannya matematika telah digunakan dalam kehidupan sejak zaman dahulu, salah satu contohnya adalah penggunaan matematika dalam perancangan dan pembangunan bangunan keraton. Konstruksi geometris dan perhitungan matematis digunakan dalam merancang atap dan bentuk bangunan, seperti bangunan segi delapan di Keraton Yogyakarta. Selain itu, matematika juga diterapkan dalam pengaturan tata letak keraton, seperti dalam memperkirakan jarak antarbangunan, ukuran halaman, dan pengaturan air mancur di taman [8]. Hal ini menunjukkan bahwa budaya bangunan keraton memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai konteks untuk mempermudah proses belajar geometri dalam matematika [9]. Istilah yang sering digunakan untuk pemanfaatan budaya dalam pembelajaran matematika adalah etnomatematika.

Etnomatematika membahas tentang bagaimana budaya memengaruhi dan membentuk pemahaman dan aplikasi matematika dalam kehidupan sehari-hari. Budaya dapat memengaruhi cara seseorang memahami konsep-konsep matematika, seperti bilangan, ruang, dan ukuran. Sebagai contoh, dalam budaya Barat, bilangan biasanya diasosiasikan dengan konsep kuantitas, sedangkan dalam budaya Timur, bilangan sering dikaitkan dengan konsep kualitas atau keharmonisan. Budaya juga memengaruhi aplikasi matematika dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, di beberapa budaya, pembagian harta warisan dilakukan dengan cara-cara yang berbeda-beda, dan etnomatematika dapat membantu memahami sistem pembagian tersebut.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat beberapa permasalahan utama yaitu: (1) terbatasnya media pembelajaran

geometri siswa SMP. (2) Budaya Indonesia mulai dilupakan padahal memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai konteks pembelajaran (3) Perkembangan teknologi mengubah tren pembelajaran menjadi bersifat mobile dan praktis.

Keadaan ini menuntut adanya suatu perangkat pembelajaran untuk mempelajari matematika secara kontekstual yang sekaligus memberi kesempatan untuk mengeksplorasi budaya (etnomatematika) yang berdasarkan keterbatasan hanya difokuskan pada budaya Keraton Yogyakarta melalui augmented reality dan disajikan secara praktis serta menarik melalui mobile game. Dengan demikian, diharapkan model perangkat pembelajaran yang dikembangkan nantinya akan menjawab kebutuhan pembelajaran berbasis teknologi di era industri 4.0 dengan tetap melestarikan budaya lokal yang ada.

Sampai sekarang sudah cukup banyak penelitian yang dilakukan untuk memberikan konteks pada proses pembelajaran [10] dan penelitian mengenai augmented reality [11,12]. Banyak cara yang telah ditempuh oleh peneliti untuk memberikan konteks pada proses pembelajaran. Penggunaan augmented reality dalam pembelajaran juga telah mulai diterapkan [12]. Namun pada umumnya penggunaan augmented reality ini hanya sekedar memberikan efek tiga dimensi tanpa memberikan kebermanaknaan konteks pada proses pembelajarannya [13]. Selain itu proses pembelajaran yang dilakukan juga baru menunjukkan efek visual tiga dimensi tanpa ada sisipan permainan yang akan semakin meningkatkan minat belajar siswa [14]. Pada penelitian ini, dilakukan penggabungan unsur budaya Keraton Yogyakarta sebagai konteks, augmented reality sebagai unsur visualisasi dan game sebagai unsur yang akan menarik minat siswa dalam belajar. Dengan demikian penelitian ini memiliki posisi yang belum ditempati oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan.

Setelah pengembangan aplikasi selesai nantinya akan dilakukan evaluasi keefektifan pembuatan aplikasi augmented reality geometri ini melalui uji coba terbatas terhadap siswa di sekolah.

2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini terdiri atas enam langkah utama yaitu melakukan studi literatur terkait konsep serious game, augmented reality, Etnomatematika, dan keraton Yogyakarta. Langkah kedua adalah melakukan studi lapangan keraton Yogyakarta. Langkah ketiga melakukan pemodelan alur pembelajaran, konten materi, dan learning trajectory berdasarkan silabus. Langkah keempat membuat rancangan aset 2 dimensi dan 3 dimensi sebagai landasan pembuatan game. Langkah ke lima adalah merancang proses pembelajaran yang menerapkan aplikasi serta modul. Selanjutnya langkah terakhir adalah melakukan evaluasi terhadap aplikasi yang telah dikembangkan. Dengan hasil yang

diharapkan adalah berupa: Prototipe mobile game etnomatematika budaya keraton Yogyakarta berbasis augmented reality. Rincian langkah diuraikan sebagai berikut

2.1. Studi literatur Materi matematika, serious game, augmented reality, Etnomatematika, dan keraton yogyakarta

Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah yaitu: (1) Pengumpulan silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran matematika (2) Litertur review Seious game (3) Literatur review augmented reality (4) Literatur review Etnomatematika (5) Literatur review Keraton Yogyakarta (6) Mempersiapkan software dan hardware guna pengembangan. Adapun hasil yang diharapkan pada langkah ini adalah (1) Data Silabus dan RPS pembelajaran matematika yang siap digunakan (2) Alur pembuatan game dengan prinsip serious game, augmented reality, dan Etnomatematika (3) Lembar observasi pengamatan bangunan keratorn Yogyakarta (4) Software dan hardware siap digunakan.

2.2. Studi lapangan keraton Yogyakarta

Padah tahap ini langkah yang dilakukan adalah (1) Membuat pengamatan berdasarkan lembar obvservasi (2) Mengambil foto untuk digunakan sebagai komponen pembuatan game. Adapun hasil yang didapatkan adalah : (1) Data pengamatan keraton Yogyakarta (2) Foto-foto keraton yogyakarta

2.3. Pemodelan alur pembelajaran, konten materi, dan learning trajectory berdasarkan silabus.

Pada tahap ini ada beberapa langkah yang dilakukn yaitu (1) Menganalisis tujuan pembelajaran dan evaluasi pada setiap sub topik pembelajaran. (2) Membuat skenario game sesuai dengan tujuan pembelajaran. Adapun hasil yang didapatkan adalah (1) Daftar lengkap tujuan pembelajaran dan cara untuk melakukan evaluasinya. (2) Skenarion pembelajaran menggunakan mobile game.

2.4. Membuat rancangan aset 2 dimensi dan 3 dimensi sebagai landasan pembuatan game.

Adapun proses yang dilakukan pada tahap ini adalah (1) Penyortiran gambar bangunan keraton (2) Sketsa bentuk 3D bangun geometri yang sesuai (3)Sketsa bentuk 2D bangun geometri yang sesuai (4) Pengkodean tahap 1. Sementara untuk hasilnya adalah (1) Desain draf marker (2) Bentuk 2D dan 3D (3) Program tahap 1.

2.5. Perancangan model pembelajaran menggunakan game dan modul

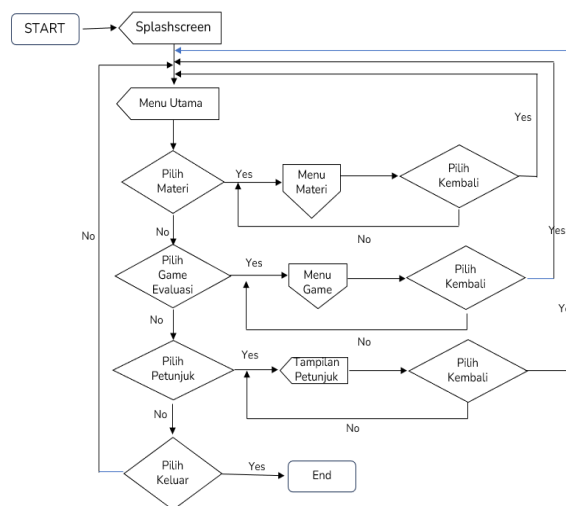
Adapun tahapn yang dilakukan pada proses ini adalah (1) Rancangan model pembelajaran gamification (2) Rancangan marker untuk game (3) Pengkodean tahap 2. Hasil yang diperoleh adalah (1) rancangan aplikasi (2) draf modul (3) Testing program aplikasi.

2.6. Evaluasi aplikasi Game

Pada tahap ini dilakukan uji aplikasi pada dua kelas pada siswa SMP. Satu kelas menggunakan aplikasi dan kelas yang lain tidak. Hasil yang diperoleh adalah perbandingan kualitas pembelajaran pada ke dua kelas. Uji hipotesis MANOVA t Hotteling's Trace digunakan untuk mengetahui signifikansi penambahan penggunaan apliakasi yang telah dikembangkan. Uji ini dilakukan dengan bantuan SPSS

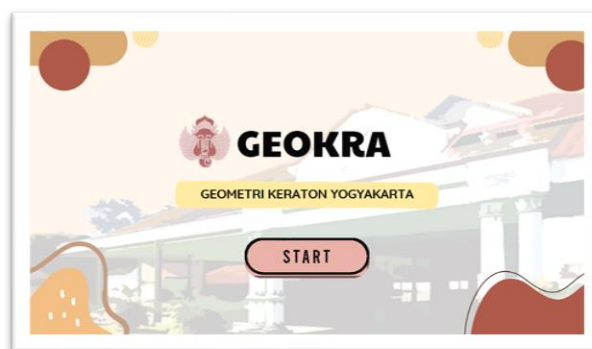
3. Hasil dan Pembahasan

Aplikasi *augmented reality* diangun menggunakan konsep game berbasis kebudayaan keraton Yogyakarta. Secara garis besar aplikasi memuat dua komponen utama yaitu materi pembelajaran geometri dan game evaluasi geometri. Materi geometri disajikan menggunakan konteks keraton Yogyakarta. Pada bagaian awal, user akan disuguhkan pada materi geometri berbasis budaya keraton Yogyakarta. Flow Chart awal aplikasi disajikan dalam diagram berikut.



Gambar 1. Flow Chart Menu Utama

Saat user memulai menggunakan aplikasi maka mereka akan dihadapkan pada *plash screen* sebagaimana yang telah didesain sebelumnya. Tampilan layar ini diperlihatkan saat aplikasi mengalami loading materi dan konten lainnya. Tampilan splash screen disajikan sebagai berikut pada gambar 2.

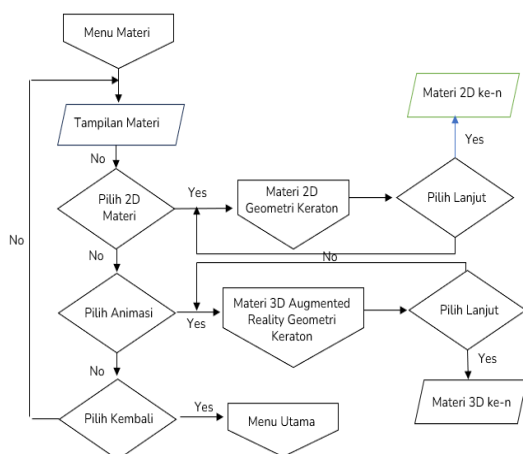


Gambar 2. Tampilan Splash Screen

Gambar pembuka ditampilkan untuk menyuguhi user sapaan sebelum memasuki aplikasi. Splashscreen ini juga menunjukkan identitas dari aplikasi yaitu background gambar keraton yogyakarta beserta logo keraton dan nama aplikasi yaitu "GeoKra" yang merupakan singkatan dari Geometri Keraton. Pada bagian ini user dapat menekan tombol "Start" untuk mulai menjalankan aplikasi secara optimal.

Selanjutnya user akan dibawa menuju menu utama dengan tampilan seperti yang didesain sebelumnya. Pada menu utama ini user memiliki empat pilihan yaitu untuk membuka materi, game evaluasi, petunjuk dan pilihan untuk keluar dari aplikasi.

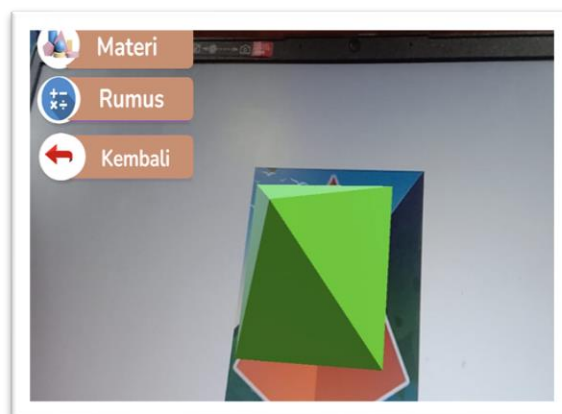
Saat user memutuskan untuk masuk pada menu materi maka mereka akan dihadapkan pada dua pilihan besar yaitu penyajian materi lengkap dengan gambar 2 dimensi yang disertai dengan konteks budaya keraton Yogyakarta dan yang kedua adalah animasi 3D augmented reality yang mengijinkan siswa untuk mengamati bangun ruang secara menyeluruh dan langsung. Flow chart saat users memilih materi disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Flow Chart Materi Pembelajaran

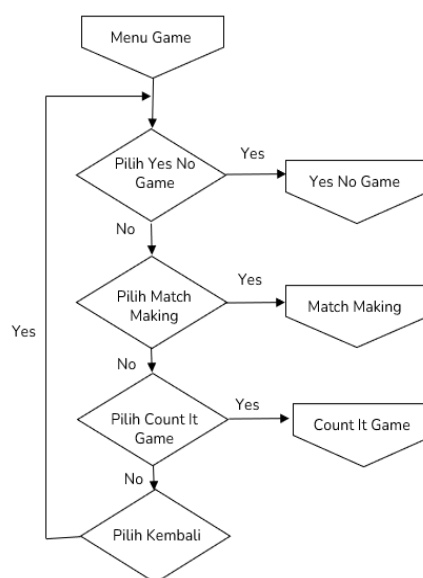
Sebagai awalan user akan dihadapkan pada bangun geometri yang disandingkan dengan bangunan keraton Yogyakarta sebagai konteksnya. Pada proses belajar, user dapat memilih untuk belajar menggunakan komponen 3 dimensi, atau augmented reality.

Konten aplikasi ini juga dilengkapi dengan penjelasan sejarah dan keterangan-keterangan mengenai komponen bangunan keraton yang dijadikan sebagai konteks dalam pembelajaran geometri. Siswa akan dihadapkan pada game petualangan yang melambangkan perjalanan siswa menuju keraton Yogyakarta. Selanjutnya, tampilan augmented reality bangun geometri disajikan pada gambar 4.



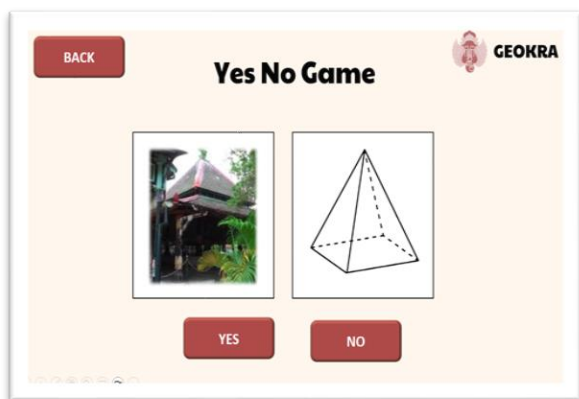
Gambar 4. Tampilan Augmented Reality Geometri

Selanjutnya setelah user belajar materi menggunakan augmented reality maka user diarahkan pada evaluasi dalam bentuk permainan game. Flow chart menu game disajikan pada gambar 5.



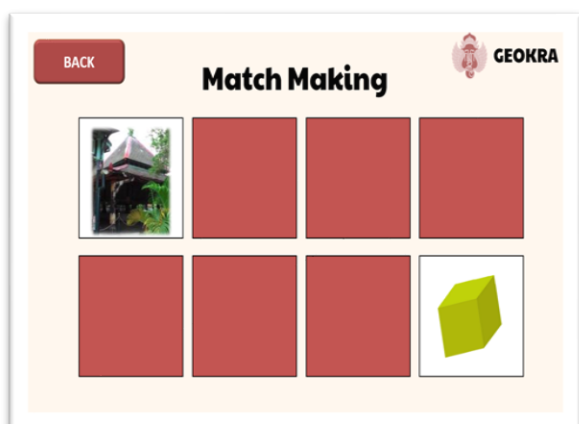
Gambar 5. Tampilan Flow Chart Game Augmented Reality Geometri

Game yang disajikan pada aplikasi ini terdiri atas tiga jenis game yaitu Yes No game, Match Making game dan Count it game. Yes No game merupakan game yang menyajikan dua macam gambar dan user diminta untuk menentukan apakah gambar yang diberikan sesuai atau tidak. Saat kedua gambar yang disajikan sesuai maka user harus menekan yes namun jika tidak sesuai maka perlu menekan tombol No. Tampilan Game Yes No disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Yes No Game

Selanjutnya game match making merupakan game pencocokan gambar namun dalam format kotak-kotak misteri. Gambar 7 menyajikan tampilan awal dari match making game. Pada game ini user diminta untuk membuka dua gambar dengan konsep geometri yang sama. Jika dua gambar tersebut benar memiliki konsep geometri yang sama maka gambar akan tetap terbuka, namun jika tidak tepat maka akan tertutup Kembali.



Gambar 7 Match making Game

Game yang ketiga merupakan “Count It” game yaitu game yang menguji kemampuan berhitung matematika user dari sudut pandang geometri. Pada game ini user akan disajikan gambar geometri dengan keterangan ukuran yang dibutuhkan untuk melakukan hitungan.

User secara mandiri memasukkan input hitungan kemudian perlu menekan tombol “Check” untuk mengetahui apakah perhitungan yang dilakukan sudah benar atau belum. Melalui aplikasi ini user menjadi lebih menikmati pembelajaran geometri karena mampu mempelajari konsep secara nyata dan melakukan evaluasi melalui permainan atau game yang menyenangkan. Tampilan dari game “Count It” disajikan pada gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Tampilan game Count It

Guna melakukan evaluasi terhadap aplikasi yang telah dikembangkan dilakukan uji coba terbatas terhadap aplikasi yang telah dikembangkan. Aplikasi diuji coba menggunakan teknik quasi eksperimen. Dua kelas digunakan dalam uji coba ini. Satu kelas mendapatkan perlakuan pembelajaran menggunakan aplikasi sedangkan kelas yang lain melakukan proses pembelajaran seperti biasa. Berdasarkan analisis data pretest tidak ditemukan perbedaan kemampuan awal matematika siswa sebelum melakukan pembelajaran ($F=0,377$, $sig.=0,687$). Keadaan ini berarti bahwa hasil belajar siswa selanjutnya hanya akan ditentukan oleh perlakuan yang diberikan. Analisis terhadap data posttest menunjukan bahwa terdapat perbedaan kemampuan matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran ($F=19,359$, $sig. = 0,000$).

Keberhasilan peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan aplikasi augmented reality berbasis kebudayaan keraton ini selaras dengan pendapat yang disampaikan [18] bahwa pembelajaran menggunakan augmented reality mampu memberikan kesenangan bagi siswa sehingga mereka lebih menikmati proses pembelajaran. Selain itu pembelajaran menggunakan Augmented reality mampu memberikan pengalaman bagi siswa untuk menyentuh dan memandang objek 3 dimensi secara langsung sehingga pemahaman siswa mengenai konsep geometri menjadi lebih meningkat [15].

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang dapat memperkaya pengalaman belajar dengan menampilkan informasi digital secara interaktif di atas dunia nyata. AR dapat memainkan peran penting dalam pengembangan pembelajaran karena dapat membantu siswa memvisualisasikan dan memahami materi pelajaran yang sulit dipahami dengan cara konvensional. Dalam pengajaran, AR dapat digunakan untuk menampilkan objek 3D, animasi, atau model interaktif secara langsung di atas dunia nyata, yang membuat siswa lebih tertarik dan terlibat dalam pembelajaran. Selain itu, AR juga dapat membantu siswa mengalami situasi nyata dalam lingkungan yang aman dan terkendali, seperti simulasi keadaan darurat atau eksperimen di laboratorium virtual. Penggunaan AR dalam pengajaran juga memungkinkan siswa untuk mengakses informasi secara lebih mudah dan interaktif,

dan memperkaya konten pembelajaran dengan elemen visual yang menarik. Oleh karena itu, penggunaan teknologi AR dalam pengembangan pembelajaran dapat membantu meningkatkan efektivitas pembelajaran dan membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif bagi siswa.

Aspek lain yang berpengaruh terhadap hasil pembelajaran siswa adalah adanya game yang menantang siswa untuk mampu memahami konsep geometri secara lebih mendalam. Keberadaan game membuat pembelajaran yang dilakukan menjadi lebih menarik dan berpihak pada siswa (Ozdener). Siswa seolah olah sedang bermain dan tidak merasa sedang belajar, di sini lain konsep mereka mengenai geometri terus dikembangkan dan dilatih. Kreativitas siswa juga terus berkembang seiring mereka bermain dan menikmati pembelajaran [12].

Mobile game dengan fitur augmented reality memiliki potensi besar dalam mengembangkan pembelajaran geometri. Penggunaan augmented reality dapat membantu siswa memvisualisasikan objek geometri dalam ruang tiga dimensi dan meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep geometri [16]. Mobile game yang dikombinasikan dengan fitur augmented reality dapat memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi bentuk geometri dalam ruang tiga dimensi dengan cara yang lebih interaktif. Melalui penggunaan kamera pada perangkat seluler, siswa dapat melihat bentuk geometri secara langsung dan berinteraksi dengan objek tersebut. Misalnya, dalam pembelajaran tentang kubus, siswa dapat melihat gambaran kubus dalam bentuk tiga dimensi di depan mereka dan dapat memutar objek untuk memeriksa setiap sisi dan sudut.

Selain itu, mobile game dengan fitur augmented reality juga dapat memberikan pengalaman yang lebih realistis dalam mempelajari geometri. [17] Siswa dapat menggunakan perangkat seluler mereka untuk mengukur jarak, sudut, dan dimensi objek geometri secara langsung dalam game. Hal ini dapat membantu siswa memperdalam pemahaman mereka tentang konsep geometri dan meningkatkan kemampuan mereka dalam mengidentifikasi bentuk dan properti geometri yang berbeda. Dengan potensi ini, mobile game dengan fitur augmented reality dapat membantu siswa memperbaiki kemampuan geometri mereka secara instan dan meningkatkan rasa percaya diri mereka dalam mempelajari geometri. Namun, pengembangan mobile game augmented reality yang efektif juga memerlukan desain yang matang dan sesuai dengan kurikulum serta pengujian yang cermat sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran.

Selain itu konsep budaya yang dijadikan konteks dalam pembelajaran memberikan pengalaman yang lebih menyenangkan bagi siswa karena mereka jadi lebih memahami budaya mereka sendiri [9]. Penggunaan konteks budaya ini akan membuat siswa berpikir bahwa geometri merupakan aspek penting yang telah

banyak digunakan oleh leluhur mereka sebelumnya. Etnomatematika akan membantu siswa untuk dapat lebih menghargai budaya mereka sendiri. Hal ini membawa dampak positif terhadap kelestarian budaya di Indonesia

4. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa konteks keraton Yogyakarta dapat mencukupi saat digunakan untuk menyajikan materi geometri bangun ruang dan bangun datar SMP. Selain itu Aplikasi augmented reality berbasis game yang telah dikembangkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa SMP pada topik bahasan Geometri Bangun Ruang. Hal ini terlihat dari uji terbatas aplikasi yang telah dikembangkan. Aplikasi diuji coba menggunakan teknik quasi eksperimen. Dua kelas digunakan dalam uji coba ini. Satu kelas mendapatkan perlakuan pembelajaran menggunakan aplikasi sedangkan kelas yang lain melakukan proses pembelajaran seperti biasa. Berdasarkan analisis data *pretest* tidak ditemukan perbedaan kemampuan awal matematika siswa sebelum melakukan pembelajaran ($F=0,377$, $sig.=0,687$). Keadaan ini berarti bahwa hasil belajar siswa selanjutnya hanya akan ditentukan oleh perlakuan yang diberikan. Analisis terhadap data *posttest* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran ($F=19,359$, $sig. = 0,000$).

Sayangnya, penggunaan barcode/marker cukup merepotkan selama proses pembelajaran, hal ini karena siswa harus mendownload terlebih dahulu marker dalam bentuk file kemudian menscannya menggunakan kamera pada HP. Di sisi lain, konteks budaya mampu meningkatkan minat belajar siswa dan meningkatkan rasa ingin tahu serta kepedulian mereka tentang budaya lokal. Lebih lanjut, game dalam aplikasi meningkatkan minat belajar siswa karena mereka tidak merasa belajar saat bersaing dengan teman-teman mereka dalam memainkan game. Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengembangan aplikasi game augmented reality berbasis geometri Keraton Yogyakarta terdapat beberapa saran yang sebaiknya diperhatikan yaitu (1) Aplikasi augmented reality perlu dikembangkan sampai pada tahap tanpa marker sehingga lebih mudah untuk digunakan secara independent. (2) Aplikasi perlu dikembangkan sampai tahap akhir agar mampu memfasilitasi siswa belajar secara lebih optimal. (3) Uji coba secara lebih luas perlu dilakukan jika aplikasi telah berhasil dikembangkan secara sempurna. (4) Perlu dilakukan pengembangan aplikasi pada konten materi matematika lainnya dan konteks budaya lain di Indonesia.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah

membantu pendanaan penelitian ini, sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- [1] D. Hasiru, S. Q. Badu, and H. B. Uno, "Media-Media Pembelajaran Efektif dalam Membantu Pembelajaran Matematika Jarak Jauh," *Jambura J. Math. Educ.*, vol. 2, no. 2, pp. 59–69, 2021, doi: 10.34312/jmathedu.v2i2.10587.
- [2] M. Zayyadi, L. Supardi, and S. Misriyana, "Pemanfaatan Teknologi Komputer Sebagai Media Pembelajaran Pada Guru Matematika," *J. Pengabd. Masy. Borneo*, vol. 1, no. 2, p. 25, 2017, doi: 10.35334/jpmb.v1i2.298.
- [3] F. K. Sari, F. Farida, and M. Syazali, "Pengembangan Media Pembelajaran (Modul) berbantuan Geogebra Pokok Bahasan Turunan," *Al-Jabar J. Pendidik. Mat.*, vol. 7, no. 2, pp. 135–152, 2016, doi: 10.24042/ajpm.v7i2.24.
- [4] A. Mauliya, "Perkembangan Kognitif pada Peserta Didik SMP (Sekolah Menengah Pertama) Menurut Jean Piaget," *ScienceEdu*, vol. II, no. 2, p. 86, 2019, doi: 10.19184/se.v2i2.15059.
- [5] A. Rahadyan, P. M. Hartuti, and A. A. R. Awaludin, "Penggunaan Aplikasi Geogebra dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Pertama," *J. PkM Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 01, p. 11, 2018, doi: 10.30998/jurnalpkm.v1i01.2356.
- [6] K. I. Irsalina and M. R. W. Muharram, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Volume Bangun Ruang," *PEDADIDAKTIKA J. Ilm. Pendidik. Guru Sekol. Dasar*, vol. 9, no. 1, pp. 69–82, 2022, doi: 10.17509/pedadidaktika.v9i1.53047.
- [7] A. Wahyudi, R. Dwi Agustin, M. Ambarawati, and I. B. Utomo, "Pengembangan Media Aplikasi Geotri Pada Materi Geometri Berbasis Mobile Learning," *J. Ilm. Mat. Realis. (JIMR)*, vol. 3, no. 2, pp. 62–70, 2022.
- [8] O. Daeli, P. S. W. Gulo, and A. Redianto, "Kajian Matematika pada Bangsa Pagelaran Keraton Yogyakarta," *Prism. Pros. Semin.*, vol. 5, pp. 364–370, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/54536%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/download/54536/21062>
- [9] J. W. Pratiwi and H. Pujiastuti, "Eksplorasi Etnomatematika pada Permainan Tradisional Kelereng," *J. Pendidik. Mat. Raflesia*, vol. 5, no. 2, pp. 1–12, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr/article/view/11405>
- [10] N. N. D. Kristanti and I. W. Sujana, "Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Pembelajaran Kontekstual Muatan IPS pada Materi Kenampakan Alam," *J. Penelit. dan Pengemb. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 202–213, 2022, doi: 10.23887/jppp.v6i2.46908.
- [11] A. A. Anggraini and M. R. A. Saf, "Aplikasi Pembelajaran Iqra Berbasis Android Menggunakan Speech Recognition Dan Augmented Reality," *J. Fasilkom*, vol. 10, no. 2, pp. 84–89, 2020, doi: 10.37859/jf.v10i2.2051.
- [12] B. Afifah, T. Widiyaningtyas, and U. Pujiyanto, "Pengembangan bahan ajar perakitan komputer bermuatan augmented reality untuk menumbuhkan keaktifan belajar siswa," *Tekno*, vol. 29, no. 2, p. 97, 2019, doi: 10.17977/um034v29i2p97-115.
- [13] L. Kanti, S. F. Rahayu, E. Apriana, and E. Susanti, "Analisis Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality dengan Model POE2WE Pada Materi Teori Kinetik Gas: Literature Review," *J. Pendidik. dan Ilmu Fis.*, vol. 2, no. 1, p. 75, 2022, doi: 10.52434/jpif.v2i1.1731.
- [14] I. Al Ikhsan, N. Supriadi, and W. Gunawan, "Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality: Materi Bangun Ruang Sisi Datar," *JKPM (Jurnal Kaji. Pendidik. Mat.)*, vol. 7, no. 2, p. 289, 2022, doi: 10.30998/jkpm.v7i2.12839.
- [15] C. Hedenqvist, M. Romero, and R. Vinuesa, "Improving the Learning of Mechanics Through Augmented Reality," *Technol. Knowl. Learn.*, Jul. 2021, doi: 10.1007/s10758-021-09542-1.
- [16] W. S. Ravyse, A. Seugnet Bignaut, V. Leendertz, and A. Woolner, "Success factors for serious games to enhance learning: a systematic review," *Virtual Real.*, vol. 21, no. 1, pp. 31–58, 2017, doi: 10.1007/s10055-016-0298-4.
- [17] M. Cheng, C. Y. Su, and C. Y. Kinshuk, "Integrating Smartphone-Controlled Paper Airplane Into Gamified Science Inquiry for Junior High School Students," *J. Educ. Comput. Res.*, 2020, doi: 10.1177/0735633120953598.