

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

PENGEMBANGAN BUKU SAKU BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI BANGUN RUANG UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL SISWA

Sri Winarni¹, Muziyati Hanim^{2*}, Ade Kumalasari³, Marlina⁴, Rohati⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*Corresponding author. Jl. Jambi, Muara Bulian, 36129, Jambi, Indonesia.

E-mail: [^{1\)}sri.winarni@unja.ac.id](mailto:sri.winarni@unja.ac.id)
[^{2*\)}muziyati.my@gmail.com](mailto:muziyati.my@gmail.com)
[^{3\)}ade.kumalasari@unja.ac.id](mailto:ade.kumalasari@unja.ac.id)
[^{4\)}marlina.fkip@unja.ac.id](mailto:marlina.fkip@unja.ac.id)
[^{5\)}rohati.fkip@unja.ac.id](mailto:rohati.fkip@unja.ac.id)

Received 26 June 2023; Received in revised form 08 November 2023; Accepted 29 November 2023

Abstrak

Kemampuan spasial berperan penting dalam pembelajaran geometri khususnya bangun ruang. Namun, kemampuan spasial siswa masih tergolong rendah. Kemampuan spasial dapat ditingkatkan dengan inovasi bahan ajar yang adaptif teknologi melalui *augmented reality*. *Augmented reality* dapat menampilkan bentuk 2D maupun 3D. Penelitian ini bertujuan menghasilkan dan menguji kualitas buku saku berbasis *augmented reality* pada materi bangun ruang sisi lengkung untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan menggunakan model Plomp yang terdiri dari fase investigasi awal, desain, realisasi/konstruksi, tes, evaluasi, revisi, dan implementasi. Satu orang guru matematika SMP Negeri 17 Kota Jambi dan siswa kelas IX G SMP Negeri 17 Kota Jambi berjumlah 38 siswa sebagai subjek penelitian. Hasil penelitian diperoleh: 1) rata-rata kevalidan buku saku 85,78 % (sangat valid), 2) rata-rata kepraktisan buku saku 85,74% (sangat praktis), 3) keefektifan buku saku dari rata-rata lembar observasi aktivitas siswa pada uji lapangan 82,21%, dari ketuntasan tes hasil belajar 81,57% (sangat efektif) dan tes kemampuan spasial diperoleh 12 siswa berkemampuan spasial sedang dan 26 siswa berkemampuan spasial tinggi. N-Gain diperoleh 62,6% (cukup efektif). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa buku saku berbasis *augmented reality* pada materi bangun ruang sisi lengkung memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Kata kunci: *Augmented reality*; buku saku; kemampuan spasial.

Abstract

Spatial ability plays an important role in learning geometry, especially spatial figures. However, students' spatial abilities are still relatively low. Spatial abilities can be improved by innovation in technology-adaptive teaching materials through augmented reality. Augmented reality can display 2D or 3D shapes. This research aims to produce and test the quality of an augmented reality-based pocket book on curved-sided geometric material to improve students' spatial abilities. This research is development research using the Plomp model which consists of initial investigation, design, realization/construction, test, evaluation, revision, and implementation phases. One mathematics teacher at SMP Negeri 17 Jambi City and 38 students in class IX G of SMP Negeri 17 Jambi City were the research subjects. The research results obtained: 1) the average validity of the pocketbook was 85.78% (very valid), 2) the average practicality of the pocketbook was 85.74% (very practical), 3) the effectiveness of the pocketbook was based on the average activity observation sheet students in the field test were 82.21%, from the completion of the learning result test was 81.57% (very effective) and in the spatial ability test, 12 students had moderate spatial ability and 26 students had high spatial ability. N-Gain was obtained at 62.6% (quite effective). Based on the research results, it was concluded that the pocketbook based on augmented reality on curved-sided spatial material meets the criteria of being valid, practical, and effective so it is suitable for use as a learning medium.

Keywords: *Augmented reality*; spatial ability; pocket book



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah merevolusi industri komputasi dan mendorong pergeseran paradigma dalam pedagogi belajar mengajar (Kaliisa, Palmer, & Miller, 2019; Oyelere, Suhonen, Wajiga, & Sutinen, 2018). Hal ini menuntut kita untuk selalu melakukan pembaharuan dalam pemanfaatan hasil teknologi terutama dibidang pendidikan (Elmqaddem, 2019; Sugiman, Suyitno, Pujiastuti, Sugiharti, & Wusqo, 2022). Penerapan kurikulum merdeka belajar yang salah satu alasannya untuk menjawab tantangan revolusi 4.0. Matematika merupakan ilmu yang dipelajari dalam kurikulum merdeka memuat materi aljabar dan geometri.

Geometri merupakan bagian dari matematika yang mempelajari pola-pola visual yang akan menghubungkan matematika dengan dunia nyata. Dalam mempelajari geometri khususnya bangun ruang, siswa mampu membangun bentuk dalam imajinasi mereka dan memahami bentuk bangun ruang meskipun mereka tidak dapat melihatnya secara nyata, kemampuan ini disebut dengan kemampuan spasial. Khine (2017) menyatakan kemampuan spasial sebagai kemampuan untuk menghasilkan, menyimpan, dan memanipulasi gambaran visual yang abstrak. Kemampuan spasial yang baik akan menjadikan siswa mampu mendeteksi hubungan dan perubahan bentuk bangun ruang. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan spasial siswa dapat menghasilkan peningkatan pemikiran geometri ruang (Ilić, Kosić Jeremić, & Stavrić, 2020; Liao, Yu, & Wu, 2015).

Namun, kenyataan di lapangan setelah diberikan tes kemampuan

spasial pada materi tabung, kerucut, dan bola didapatkan hasil tes yang rendah. Tes terdiri dari lima soal yang diujikan pada kelas IX G SMP Negeri 17 Kota Jambi. Dari rentang 1-100, nilai yang diperoleh yaitu 41,11. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan kemampuan spasial siswa masih kurang dan perlu untuk dikembangkan. Berdasarkan hasil observasi belum ada media yang adaptif dengan teknologi untuk mendukung kemampuan spasial siswa.

Kemudian hasil wawancara dengan salah satu guru matematika, sebagian siswa menghadapi kesulitan ketika belajar bangun ruang sisi lengkung (BRSL) dikarenakan siswa harus dapat memvisualisasikan dan membayangkan bentuk bangun ruang selain dapat memahami konsep yang disajikan dalam materi ini. Kesulitan siswa dalam memvisualisasikan materi bangun ruang membutuhkan media pembelajaran yang bisa membantu siswa untuk mempelajari konsep abstrak (Sungkono, Apiati, & Santika, 2022).

Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa adalah dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* (AR). AR merupakan teknologi yang dapat memvisualisasikan desain objek yang menggambarkan dunia maya dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D) kedalam dunia nyata (Abdinejad, Talaie, Qorbani, & Dalili, 2021).

Dengan menggunakan kamera *smartphone* yang diarahkan ke marker pada buku saku, teknologi *augmented reality* dapat digunakan untuk memvisualisasikan objek ke dalam bentuk yang lebih nyata dan lebih mendekati aslinya. *Smartphone* digunakan untuk mengintegrasikan AR dengan buku saku. Pemilihan buku saku karena mudah dibawa-bawa dan ukurannya yang kecil. Beberapa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

penelitian sebelumnya menunjukkan buku saku dapat memfasilitasi siswa memahami konsep matematis (Ariyantika, Farida, & Rakhmawati, 2019). Buku saku menarik digunakan dalam pembelajaran matematika (Rosdiana, Raupu, & Hilma, 2022), dan dapat memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah (Anita, Thahir, Komarudin, Suherman, & Rahmawati, 2021). Selanjutnya buku saku didesain berbasis AR untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa.

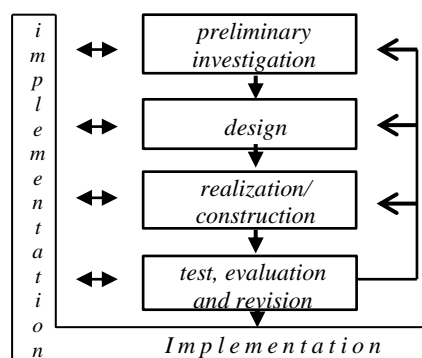
Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil positif seperti meningkatkan prestasi belajar dengan teknologi AR (Muktiani, Soegiyanto, Siswantoyo, Rahayu, & Hermawan, 2022). AR dapat diterapkan dengan baik di bidang pendidikan sebagai media dalam pembelajaran matematika. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Maulana Arifin, Pujiastuti, & Sudiana, (2020), Rossano, Lanzilotti, Cazzolla, & Roselli, (2020), Sarkar, Kadam, & Pillai, (2020), teknologi AR memberikan manfaat yang baik dan dapat digunakan dalam mata pelajaran matematika, khususnya bangun ruang. Selain itu, AR dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan spasial pada materi geometri ruang (Isharyadi & Herman, 2022). Teknologi AR memiliki manfaat untuk membantu guru dalam menjelaskan materi kepada siswa. Manfaat lain dari AR dapat memvisualisasikan jaring-jaring dalam bentuk 2D berubah bentuk menjadi suatu bangun ruang 3D.

Namun dari penelitian-penelitian sebelumnya, belum ada yang mengembangkan buku saku berbasis *augmented reality* untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah

untuk menghasilkan dan menguji kualitas buku saku berbasis *augmented reality* pada materi bangun ruang sisi lengkung untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*). Model pengembangan yang digunakan adalah model Plomp. Diagram alur pengembangan Plomp dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Fase pengembangan model Plomp

Gambar 1 menguraikan prosedur pengembangan dengan model Plomp (Plomp & Nieveen, 2013). 1) Fase investigasi awal (*preliminary investigation*), pertama analisis masalah, mewawancarai guru matematika kelas IX tentang tantangan yang dihadapi siswa, khususnya dalam geometri, ketersediaan sumber daya pembelajaran, dan memberikan tes untuk mengukur kemampuan spasial siswa. Kedua analisis materi, ditujukan untuk menyusun secara sistematis materi ajar. 2) Fase desain (*design*), merancang *storyboard*, mendesain produk, beserta merancang instrumen-instrumen penelitian. 3) Fase realisasi/konstruksi, mencetak keras buku saku berbasis AR, perangkat

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

pembelajaran hasil dari fase ini yaitu prototipe I. 4) Fase tes, evaluasi dan revisi (*test, evaluation and revision*), Adapun langkah-langkah pada fase ini yaitu validasi oleh tim ahli yaitu ahli materi dan ahli media, uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. 5) Fase Implementasi (*implementation*), fase dimana buku saku berbasis AR yang telah didesain diujikan pada wilayah yang lebih luas yaitu di satu kelas.

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 17 Kota Jambi. Waktu pelaksanaan penelitian adalah pada bulan Maret sampai Mei 2022. Subjek dalam penelitian ini adalah satu orang guru matematika kelas IX (uji perorangan), 9 siswa kelas IX G yang berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan ranking (uji coba kelompok kecil) dan siswa kelas IX G berjumlah 38 orang (uji lapangan).

Adapun alasan memilih kelas IX G karena kemampuan spasial siswa masih rendah, hal ini diketahui dari pemberian tes kemampuan spasial.

Teknik pengumpulan data yaitu wawancara, observasi, angket, dan tes. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi, angket untuk menilai kevalidan dan kepraktisan produk, lembar tes dan observasi untuk menilai keefektifan produk yaitu lembar tes untuk menilai kemampuan spasial dan lembar observasi untuk menilai proses pembelajaran saat menggunakan produk di kelas.

Teknik analisis data meliputi analisis data kualitatif dan kuantitatif. Analisis kevalidan dan analisis kepraktisan kemudian diklasifikasikan pada rentang kelas interval yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi persentase kevalidan dan kepraktisan buku saku

No	Persentase Kelayakan	Kriteria	
		Valid	Praktis
1	$80\% < p \leq 100\%$	Sangat Valid	Sangat Praktis
2	$60\% < p \leq 80\%$	Valid	Praktis
3	$40\% < p \leq 60\%$	Kurang Valid	Kurang Praktis
4	$20\% < p \leq 40\%$	Tidak Valid	Tidak Praktis
5	$0\% < p \leq 20\%$	Sangat Tidak Valid	Sangat Tidak Praktis

(Akbar, 2013)

Indikator kemampuan spasial yang digunakan dalam penelitian ini

terdiri dari lima indikator yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Spasial

No	Indikator	Deskripsi
1	<i>Spatial visualization</i>	Kemampuan membayangkan atau memberikan gambaran suatu bangun ruang yang bagian-bagiannya terdapat perubahan dan perpindahan
2	<i>Spatial orientation</i>	Kemampuan untuk mencari pedoman secara fisik atau mental di dalam ruang
3	<i>Mental rotation</i>	Kemampuan dalam merotasikan atau memutar suatu bangun ruang secara cepat dan tepat

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

No	Indikator	Deskripsi
4	<i>Spatial relation</i>	Kemampuan untuk mengerti wujud keruangan dari bagian suatu benda dan hubungan antara bagian satu dengan yang lain
5	<i>Spatial perception</i>	Kemampuan mengamati suatu bangun ruang dalam diletakkan dalam posisi horizontal atau vertikal

(Maier dalam Mizzi, 2017)

Data tes kemampuan spasial siswa dihitung menggunakan perhitungan *N-Gain*. Rumus *N-Gain* dapat dilihat pada rumus (1).

$$N - Gain = \frac{\text{posttest} - \text{pretest}}{\text{nilai max} - \text{pretest}} \times 100\% (1)$$

Setelah diperoleh nilai menggunakan rumus (1), selanjutnya nilai akan dikategorikan menggunakan kriteria yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori tafsiran efektifitas n-gain

No	N-gain	Kriteria
1	< 40	Tidak efektif
2	40 – 45	Kurang efektif
3	56 – 75	Cukup efektif
4	> 76	Efektif

Pada Tabel 4 merupakan kriteria keterlaksanaan penggunaan produk dalam proses pembelajaran.

Tabel 4. Kriteria keterlaksanaan aktivitas siswa dalam pembelajaran

No	Aktivitas Siswa (%)	Kriteia
1	76-100	Sangat efektif
2	51-75	Efektif
3	26-50	Kurang efektif
4	≤ 25	Tidak efektif

(Riduwan & Sunarto, 2013)

Produk dikatakan baik dan layak digunakan jika dinyatakan valid oleh validator dengan rata-rata kriteria minimal “cukup valid”. Dikatakan praktis dengan rata-rata kriteria minimal

“cukup praktis”. Dikatakan efektif untuk digunakan apabila persentase keterlaksanaan aktivitas siswa dalam pembelajaran minimal pada kriteria “cukup baik”. dapat dinyatakan efektif apabila memenuhi standar ketuntasan kelas yaitu 75% subjek yang tuntas. Kemampuan spasial siswa dianggap baik apabila memenuhi kriteria minimal yaitu berkemampuan spasial sedang dan berkemampuan spasial tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan luaran sebagai berikut: (1) buku saku berbasis AR dengan konten BRSL untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa; (2) evaluasi buku saku berbasis *augmented reality* oleh para ahli di bidang materi dan desain; (3) tanggapan guru dan pendapat siswa terhadap buku saku yang diperoleh melalui angket dan divalidasi oleh ahli di bidang instrumen; dan (4) evaluasi aktivitas siswa melalui lembar observasi aktivitas siswa, penilaian hasil belajar, dan tes kemampuan spasial yang diberikan setelah penggunaan buku saku dalam proses pembelajaran. Selanjutnya akan dibahas hasil temuan pada setiap fase penelitian dengan model Plomp.

Pada fase investigasi awal (*preliminary investigation*), Pre-test terdiri dari lima butir soal pada materi bangun ruang sisi lengkung dengan lima indikator kemampuan spasial di kelas IX G SMP Negeri 17 Kota Jambi, diberikan kepada siswa untuk menilai kemampuan spasial.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

Berdasarkan hasil tes, kemampuan spasial siswa dengan materi bangun ruang sisi lengkung masih kurang. Ada beberapa kesalahan dalam jawaban siswa. Misalnya, siswa tidak dapat menentukan bidang permukaan air tetap dalam posisi vertikal atau horizontal ketika gelas yang berbentuk tabung terisi air setengahnya saat dalam posisi tegak dan miring, menentukan serta mendeskripsikan visualisasi objek BRSL setelah dirotasikan, menentukan serta mendeskripsikan posisi BRSL dilihat dari perspektif yang berbeda. Data kemampuan spasial yang didapatkan yaitu 41,11. Berdasarkan hasil tersebut, kemampuan spasial siswa perlu untuk ditingkatkan. Oleh karena itu, akan dibuat sebuah bahan ajar yang dapat membangkitkan semangat dan ketertarikan siswa terhadap geometri ruang serta kemampuan spasial siswa dapat ditingkatkan melalui penggunaan AR. Hal ini dikarenakan AR memiliki fitur yang memungkinkan siswa memahami posisi objek dalam ruang dan bagaimana membayangkan objek berubah atau bergerak sehingga kemampuan berpikir spasial siswa dapat ditingkatkan (Isharyadi & Herman, 2022).

Selanjutnya fase desain (*design*), hasil dari penyusunan instrumen validasi, praktikalitas, efektivitas, yaitu angket validasi materi dan validasi desain, lembar praktikalitas (angket respon guru dan siswa), lembar observasi aktivitas siswa, lembar tes hasil belajar siswa, dan lembar tes kemampuan spasial siswa. Aplikasi utama yang digunakan untuk mendesain buku saku adalah *canva* dan *assemblr* untuk mendesain *augmented reality*. Aplikasi *assemblr* telah menyediakan konten-konten AR khusus di bidang pendidikan sehingga pengguna bisa

memilih konten sesuai dengan kebutuhan siswa (Enzai, Ahmad, Ghani, Rais, & Mohamed, 2020). Siswa yang belajar geometri dalam kelompok AR memiliki sikap yang lebih positif terhadap geometri daripada siswa yang belajar tanpa AR (Auliya & Munasiah, 2020).

Buku saku memuat materi bangun ruang sisi lengkung yang terdiri dari 3 bagian, yaitu pendahuluan, inti dan penutup. Berikut ini akan dijabarkan poin dari ketiga bagian tersebut.

a. Bagian pendahuluan

Memuat cover, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan buku saku, peta konsep, kompetensi inti dan kompetensi dasar, indikator pencapaian.

b. Bagian Inti

Memuat materi (bangun ruang sisi lengkung), bagian AR dan kemampuan spasial, contoh soal, dan halaman evaluasi.

c. Bagian penutup

Memuat evaluasi akhir, rangkuman, glosarium, daftar pustaka, kunci jawaban, biodata penulis dan cover belakang.

Adapun tampilan cover depan buku saku dapat dilihat pada Gambar 2. Halaman *cover* didesain semenarik mungkin. Warna dasar yang digunakan adalah hijau muda.



Gambar 2. Cover depan




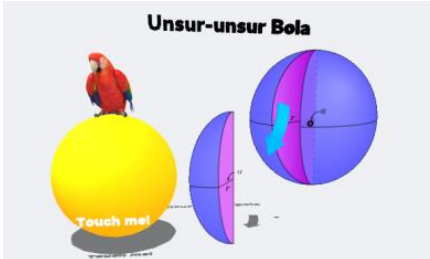
DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

Buku saku ini terdiri dari delapan marker yang memunculkan delapan objek AR yang berbeda-beda sesuai dengan lima indikator kemampuan spasial yang dikembangkan. Ketika kamera *smartphone* memindai marker, maka akan muncul objek AR bangun ruang.

Pada Tabel 5 nomor 1 siswa dapat mengamati bentuk tiga dimensi tabung berubah bentuk menjadi dua dimensi dan sebaliknya menggunakan teknologi AR, kemampuan ini berkaitan dengan *spatial visualization*. Selanjutnya pada

Tabel 5 nomor 2, kegiatan belajar pada materi bola yang mencakup unsur-unsur penyusun bola yang berhubungan dengan kemampuan *spatial relation*. Kemudian pada lembar kegiatan berikutnya terdapat tiga kemampuan spasial yang dikembangkan melalui pengaplikasian AR yakni *mental rotation* (rotasi pikiran), *spatial perception* (persepsi keruangan), dan *spatial orientation* (orientasi keruangan) yang memiliki tampilan objek AR yang berbeda-beda sesuai dengan indikator kemampuan spasial yang ingin dicapai.

Tabel 5. Contoh Marker dan Objek AR Pada Buku Saku

No	Marker	Objek AR	Indikator Kemampuan Spasial
1	 Marker 2. Jaring-jaring tabung		<i>Spatial Visualization</i> (Visualisasi Keruangan)
2	 Marker 7. Unsur-unsur bola		<i>Spatial Relation</i> (Relasi Keruangan)

Berikutnya pada fase realisasi/konstruksi, buku saku dan semua instrumen penelitian dicetak keras kemudian diberikan kepada validator guna menilai kevalidan buku saku berbasis AR.

Selanjutnya dilakukan fase tes, evaluasi, dan revisi. Uji kualitas buku saku berbasis AR terdiri menjadi beberapa tahapan, yaitu uji validitas, praktikalitas dan efektivitas.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil validasi buku saku

No	Aspek	P%	Kriteria
1	Materi	86,00%	Sangat Valid
2	Desain	85,56%	Sangat Valid
Rata-rata		85,78%	

Berdasarkan Tabel 6 hasil validasi materi oleh dua orang dosen FKIP pendidikan matematika Universitas Jambi terhadap buku saku berbasis AR pada materi BRSB adalah 86% (sangat valid). Diperoleh melalui pengisian angket terbuka memuat 5 indikator

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

dengan 20 pertanyaan. Setiap pertanyaan mendapatkan tanggapan positif dari ahli materi dimana secara keseluruhan materi buku saku sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator kemampuan spasial. Akan tetapi terdapat saran dari ahli materi berupa perbaikan pada bagian AR.



Gambar 3. Contoh tampilan AR setelah direvisi

Berdasarkan Gambar 3. AR diperbaiki sesuai dengan saran ahli materi yaitu perintah untuk mengklik kupu-kupu biru menjadi, untuk melihat jaring-jaring tabung terbuka dan tertutup silahkan klik kupu-kupu biru.

Selanjutnya validasi desain menggunakan angket penilaian terbuka yang terdiri dari 6 indikator yaitu tampilan tulisan cover, tampilan tulisan bagian isi, tampilan cover buku saku, tampilan bagian isi buku saku, tampilan *augmented reality* dan tampilan ukuran buku saku, dengan 18 pertanyaan. Adapun hasil validasi desain dapat dilihat pada Tabel 6 yaitu 85,56% yang artinya sangat valid. Hasil validasi desain yang terdapat di buku saku sesuai dengan tujuan pembelajaran BRSI, hanya saja terdapat saran yaitu pada bagian *cover* depan akan lebih baik ditambahkan kata “matematika” untuk memberikan kelengkapan informasi tentang buku saku dan pada bagian marker kemampuan *spatial relation* dan kemampuan *spatial visualization* hampir berimpit dengan materi.

Pada tahap berikutnya setelah buku saku direvisi sesuai komentar dan masukan dari ahli validasi materi dan desain, maka dilanjutkan dilakukan evaluasi formatif untuk melihat praktikalitas dan efektivitas dari buku saku. Evaluasi formatif terdiri dari 3 tahapan yaitu uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil, dan uji lapangan. Pada uji coba perorangan melibatkan satu orang guru matematika kelas IX SMP 17 Kota Jambi. Subjek diminta untuk mengamati, menggunakan AR dan menilai buku saku secara keseluruhan. Subjek diberikan angket praktikalitas berisi 15 pertanyaan sesuai indikator yaitu, penyajian materi, keterbacaan, praktikalitas penggunaan buku saku, praktikalitas penggunaan AR. Hasil penilaian praktikalitas buku saku oleh guru dapat dilihat pada Tabel 7 yaitu 85,33% yang artinya sangat praktis. Saran dan penilaian dari guru dijadikan panduan untuk memperbaiki buku saku berbasis AR agar didesain sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa juga dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Kepraktisan Buku Saku

No	Aspek	P%	Kriteria
1	Kepraktisan oleh guru	85,33%	Sangat praktis
2	Kepraktisan oleh siswa	86,15%	Sangat praktis
Rata-rata		85,74%	

Berdasarkan persepsi guru pada uji coba perorangan, secara keseluruhan buku saku yang didesain sangat baik. Namun, terdapat masukan yang diberikan oleh guru yaitu perbaikan contoh soal pada bagian tabung, guru memberi saran untuk menambahkan soal yang dapat membuat siswa lebih memahami bagaimana penggunaan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

rumus untuk menyelesaikan masalah. Selanjutnya dari segi kebahasaan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami. Kemudian untuk penggunaan AR diketahui guru belum pernah menggunakan teknologi ini dalam pembelajaran sebelumnya sehingga guru sangat mendukung pengembangan bahan ajar yang adaptif dengan teknologi ini. Selanjutnya buku saku direvisi sesuai saran guru dan dilanjutkan uji coba kelompok kecil.

Pada uji coba kelompok kecil, setiap siswa diberikan buku saku dan sebuah *smartphone* untuk penggunaan AR. Dengan menggunakan buku saku berbasis AR, siswa diberikan gambaran umum tentang materi dan kegiatan selama dua jam uji coba produk. Selanjutnya, siswa diminta untuk memeriksa secara menyeluruh buku saku dan mengisi angket untuk penilaian. Terdapat 12 pertanyaan dan 4

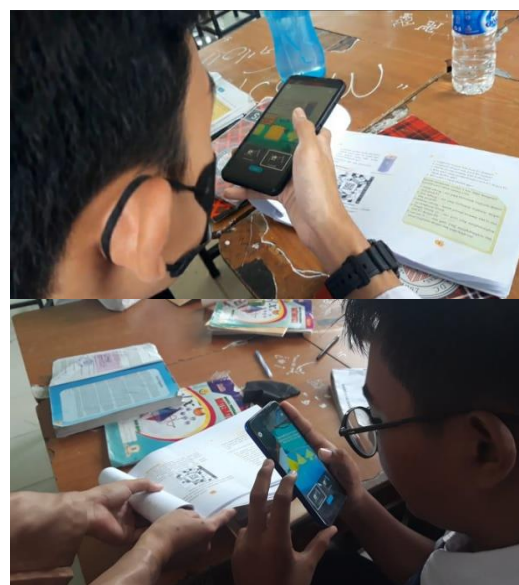
indikator dalam angket uji coba kelompok kecil ini. Persentase siswa yang menjawab angket praktikalitas buku saku berbasis AR dapat dilihat pada Tabel 7 yaitu 86,15%. Siswa memberikan umpan balik yang positif dan menyatakan ketertarikannya untuk belajar dengan buku saku berbasis *augmented reality*, berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil. Telah terbukti bahwa menggunakan *augmented reality* dalam pendidikan meningkatkan motivasi siswa karena perangkat ini dapat membantu siswa belajar dimana saja, kapan saja, dengan memanfaatkan *smartphone* (Sungkono, Apiati, & Santika, 2022).

Tahapan selanjutnya adalah uji coba lapangan. Rata-rata persentase efektivitas dapat dilihat pada Tabel 8 yaitu 82,21% berdasarkan pada pengamatan aktivitas belajar siswa yang dilakukan selama enam kali pertemuan.

Tabel 8. Hasil keefektivan buku saku

No	Aspek	P%	Kriteria
1	Lembar observasi kegiatan belajar mengajar	82,21%	Sangat efektif
2	Ketuntasan hasil belajar	81,57%	Sangat efektif
3	Perhitungan n-gain	62,60%	Cukup efektif

Adapun hasil pengamatan aktivitas belajar siswa pada salah satu pertemuan dengan sub materi kerucut dan bola, terlihat siswa sangat tertarik dengan penggunaan *augmented reality* karena para siswa dengan penuh semangat melihat dan mengamati visualisasi yang muncul, meskipun ini adalah pengalaman pertama mereka dengan teknologi *augmented reality*. Pada Gambar 4 siswa memindai marker dari buku saku menggunakan *smartphone* dan mengamati visualisasi bangun ruang kerucut dan bola yang muncul di layar *smartphone*.



Gambar 4. Siswa mengamati tampilan objek AR

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

Berdasarkan Gambar 4, siswa tampak sangat tertarik dan bersemangat dalam mengikuti proses pembelajaran dimana siswa mengamati visualisasi jaring-jaring kerucut yang dapat berubah bentuk dari tiga dimensi menjadi dua dimensi begitu pula sebaliknya dengan pengaplikasian AR, kemampuan ini berkaitan dengan *spatial visualization* (visualisasi keruangan). Hal tersebut merupakan keunggulan dari penelitian ini karena buku saku berukuran kecil yang mudah dibawa kemanapun dan diintegrasikan dengan AR yang memungkinkan siswa untuk melihat bangun ruang secara *real time* sehingga dapat mendukung kemampuan spasial siswa dan membuat siswa termotivasi mempelajari geometri ruang. Sejalan dengan penelitian Gecuparmaksiz & Delialioğlu (2018), Thomas, Linder, Harper, Blyth, & Lee (2019), AR memungkinkan siswa untuk menjelajahi objek virtual sehingga membuat siswa lebih termotivasi dalam pembelajaran.

Adapun kendala dari penelitian ini yaitu AR tidak dapat ditampilkan jika jaringan internet tidak stabil kemudian tidak semua siswa memiliki *smartphone* sehingga guru harus dapat memfasilitasi alat atau media sesuai dengan kebutuhan siswa. Sejalan dengan penelitian Saumi, Muliani, & Amalia (2022) seorang guru juga perlu mempertimbangkan kondisi siswa dan apakah perlu mengadaptasi media atau alat yang sesuai dengan karakter dan kebutuhan siswa. Selain itu, pengamatan terhadap kegiatan belajar siswa menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa menjadi lebih baik. Temuan ini sejalan dengan pernyataan yang dibuat oleh Plomp & Nieveen (2013) bahwa keefektifan sebuah intervensi ditentukan oleh seberapa

dekat pengalaman dan hasilnya sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Tabel 8 juga menunjukkan ketuntasan tes hasil belajar diperoleh 81,57% dengan 31 orang siswa tuntas dan 7 orang siswa tidak tuntas. Berdasarkan tes hasil belajar dapat diketahui bahwa sebagian besar siswa dapat menghitung luas permukaan tabung dengan tinggi dan volume yang diketahui, serta luas permukaan dan volume kerucut dengan panjang garis pelukis yang diketahui (s). Kemudian, 12 siswa memenuhi kriteria sedang dan 26 memenuhi kriteria tinggi dalam tes kemampuan spasial siswa. Buku berbasis AR dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa yang rendah menjadi sedang dan tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Isharyadi & Herman (2022), Pambudi, Suyitno, & Mastur (2022), penggunaan AR dalam pembelajaran geometri ruang dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa.

Pada kategori efektif, persentase efektivitas N-Gain yang dicapai dapat dilihat pada Tabel 8 yaitu 62,6%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa dapat mempelajari materi baru secara efektif dan penggunaan buku saku dengan *augmented reality* telah meningkatkan kemampuan spasial siswa. Penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa teknologi AR bermanfaat dalam membantu siswa mengembangkan dan meningkatkan kemampuan spasial dan dapat diimplementasikan dalam proses belajar mengajar secara efektif (Phon, Rahman, Utama, Ali, Halim, & Kasim, 2019; Del Cerro Velazquez, F & Morales Mendez, G, 2021). Menurut penelitian ini, penggunaan teknologi *augmented reality* dalam media memiliki beberapa dampak seperti guru dapat memanfaatkan teknologi sebagai

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

media pembelajaran melalui *smart-phone*, dapat memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan menarik kepada siswa, kemudian dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa karena AR dapat menampilkan bentuk 2D dan 3D dari bangun ruang. Uraian ini menunjukkan bahwa buku saku berbasis *augmented reality* dapat menjadi alat pendidikan yang berguna untuk mengajar matematika, khususnya geometri ruang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis data penelitian menunjukkan bahwa telah dihasilkan dan dikembangkan buku saku yang berbasis *augmented reality* pada materi bangun ruang sisi lengkung untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Produk ini memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Kemudian buku saku berbasis AR memberikan dampak yang positif yaitu, siswa lebih cepat dalam memahami konsep geometri ruang, siswa termotivasi untuk belajar matematika khususnya geometri ruang, dan meningkatnya kemampuan spasial siswa pada geometri ruang. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi model untuk penelitian pendidikan matematika di masa depan. Disarankan agar lebih banyak penelitian dilakukan dengan memberikan penilaian sumatif pada buku saku berbasis AR yang secara khusus dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa. kemudian kami merekomendasikan untuk mengadakan sesi pelatihan bagi guru tentang cara mendesain AR dan menggunakan AR dalam pembelajaran matematika.

DAFTAR PUSTAKA

Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student Perceptions Using Augmented

Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 87–96.

<https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2>

Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Rosdakarya.

Anita, Y., Thahir, A., Komarudin, K., Suherman, S., & Rahmawati, N. D. (2021). Buku Saku Digital Berbasis STEM: Pengembangan Media Pembelajaran terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 401–412. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.1004>

Ariyantika, D., Farida, & Rakhmawati, R. (2019). Pengembangan Pocket Book of Mathematic Pada Siswa Berkebutuhan Khusus Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 8(1), 175–183. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v8i1.1821>

Auliya, R. N., & Munasiah, M. (2020). Augmented Reality Affects Students' Attitude and Conceptual Understanding in Learning 3D Geometry. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(2), 203. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i2.17480>

Del Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Application in Augmented Reality for Learning Mathematical Functions: A Study for the Development of Spatial Intelligence in Secondary Education Students. *Mathematics*, 9, 369.

Elmqaddem, N. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality?

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

- International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3), 234–242.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
- Enzai, N. I. M., Ahmad, N., Ghani, M. A. H. A., Rais, S. S., & Mohamed, S. (2020). Development of Augmented Reality (AR) for Innovative Teaching and Learning in Engineering Education. *Asian Journal of University Education*, 16(4), 99–108.
<https://doi.org/10.24191/ajue.v16i4.11954>
- Gecu-parmaksiz, Z., & Delialioğlu, Ö. (2018). The effect of augmented reality activities on improving preschool children ' s spatial skills. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–14.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1546747>
- Ilić, M., Kosić-Jeremić, S., & Stavrić, M. (2020). Descriptive geometry and spatial ability-correlation and mutual impact at engineering students. *Tehnicki Vjesnik*, 27(6), 2001–2007.
<https://doi.org/10.17559/TV-20190425181038>
- Isharyadi, R., & Herman, T. (2022). Designing learning material assisted by augmented reality to improve spatial thinking skills. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 413–422.
- Kaliisa, R., Palmer, E., & Miller, J. (2019). Mobile learning in higher education: A comparative analysis of developed and developing country contexts. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 546–561.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12583>
- Khine, M. (2017). Spatial cognition: Key to STEM success. In *Visual-spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice* (pp. 3–8). Switzerland: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0_1
- Liao, Y. T., Yu, C. H., & Wu, C. C. (2015). Learning geometry with augmented reality to enhance spatial ability. *Proceedings - 2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering, LaTiCE 2015*, 221–222.
<https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2015.40>
- Maulana Arifin, A., Pujiastuti, H., & Sudiana, R. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran STEM Dengan Augmented Reality Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Matematis Siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(1), 59–73. Retrieved from <http://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm>
<https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>
- Mizzi, A. (2017). *The Relationship between Language and Spatial Ability An Analysis of Spatial Language*. Essen: Springer Nature
- Muktiani, N. R., Soegiyanto, Siswantoyo, Rahayu, S., & Hermawan, H. A. (2022). Augmented reality mobile app-based multimedia learning of Pencak Silat to enhance the junior high school students' learning outcomes. *Cakrawala Pendidikan*, 41(2), 553–568.
<https://doi.org/10.21831/cp.v41i2.49217>
- Oyelere, S. S., Suhonen, J., Wajiga, G. M., & Sutinen, E. (2018). Design, development, and evaluation of a mobile learning application for computing education. *Education and Information Technologies*, 23(1), 467–495.
<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9613-2>
- Pambudi, M. H., Suyitno, A., & Mastur,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>

- Z. (2022). Development of Application Based on Augmented Reality to Improve Student's Spatial Ability. *Jurnal Didaktik Matematika*, 9(2), 314–327. <https://doi.org/10.24815/jdm.v9i2.25936>
- Phon, D., Rahman, M., Utama, N., Ali, M., Halim, N., & Kasim, S. (2019). The Effect of Augmented Reality on Spatial Visualization Ability of Elementary School Student. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(2), 624. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.2.4971>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*, 1–206. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ815766>
- Riduwan, & Sunarto. (2013). *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Rosdiana, R., Raupu, S., & Hilma, H. (2022). Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis Stem Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1818. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5664>
- Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A., & Roselli, T. (2020). Augmented Reality to Support Geometry Learning. *IEEE Access*, 8, 107772–107780. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3000990>
- Sarkar, P., Kadam, K., & Pillai, J. S. (2020). Learners' approaches, motivation and patterns of problem-solving on lines and angles in geometry using augmented reality. *Smart Learning Environments*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00124-9>
- Saumi, F., Muliani, F., & Amalia, R. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Augmented Reality Dengan Model Guided Discovery Learning Pada Materi Vektor. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 3850. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6066>
- Sugiman, S., Suyitno, A., Pujiastuti, E., Sugiharti, E., & Wusqo, I. U. (2022). Sign Language Mathematics Lecture Video as Assistive Technology for Inclusive Class in Higher Education. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(1), 163–173. <https://doi.org/10.15294/kreano.v13i1.33342>
- Sungkono, S., Apiati, V., & Santika, S. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Augmented Reality. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 459–470. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i3.1534>
- Thomas, R., Linder, K. ., Harper, N., Blyth, W., & Lee, V. (2019). Current and Future Uses of Augmented Reality in Higher Education. *IDEA Paper*, (81), 13.