
PENINGKATAN KEMAMPUAN PENALARAN SPASIAL SISWA MELALUI IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN *GEOMETRY WITH AUGMENTED REALITY* (GO -AR)

Muhammad Ari Subhi^{1*}, Achmad Mudrikah², Luki Luqmanul Hakim³

¹Prodi S2 Pendidikan Matematika FPMIPA UPI, ^{2,3}Prodi S1 Pendidikan Matematika FKIP UNINUS

email : larisubhi@upi.edu

*Korespondensi Penulis

Abstrak

Survei *Program for International Student Assessment* (PISA) pada tahun 2018 mengungkapkan bahwa Indonesia menempati peringkat ke 72 dari 79 pada katagori matematika. Ini mengindikasikan bahwa kemampuan matematika siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Untuk memperbaiki kemampuan matematika, siswa harus mempunyai kemampuan dasar matematika. Salah satunya adalah kemampuan penalaran spasial yang memiliki tiga konstruk yaitu: rotasi mental, orientasi spasial, dan visualisasi spasial. Sebagai upaya meningkatkan kemampuan penalaran spasial siswa, maka digunakanlah media pembelajaran *Geometry with Augmented Reality* (GO-AR). Pendekatan penelitian eksperimen kuantitatif yang digunakan adalah Desain Pretes-Postes Grup-Statistik. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa di salah satu Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Sumedang, kelas IX semester 1 (2020/2021). Sampel pada penelitian ini adalah masing-masing 29 siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pembelajaran pada kelas eksperimen melalui media pembelajaran GO-AR dengan model *blended discovery learning* (BDL), sedangkan di kelas kontrol dengan BDL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan penalaran siswa yang menggunakan media pembelajaran GO-AR lebih baik dari pada siswa yang tidak menggunakan media pembelajaran GO-AR.

Kata kunci : *Augmented Reality, Blended Discovery Learning, GO-AR, Media Pembelajaran, Penalaran Spasial*

Abstract

Program for International Student Assessment (PISA) 2018 explain that Indonesia is ranked 72nd of 79 countries for the mathematics category. This indicated that the mathematical ability of students in Indonesia is still low. To improve mathematical abilities, students must have basic mathematical abilities. One of them is the ability of spatial reasoning with three constructs, namely mental rotation, spatial orientation, and spatial visualization. So that students' spatial reasoning abilities can be improved, the learning media Geometry with Augmented Reality (GO-AR) is used. The quantitative experimental research approach used in this research is The Static-Group Pretest-Posttest Design. The population in this research is all students of a Junior High Schools at Sumedang, class IX in the 1st semester (2020/2021). The samples in this research were 29 students in the experimental class and the control class respectively. In the learning experiment class using GO-AR learning media with a blended discovery learning (BDL) model, while in the control class using a BDL model. The results showed that the increase in the spatial reasoning ability of students who used GO-AR learning media was better than students who did not use GO-AR learning media.

Keywords : *Blended Discovery Learning, Augmented Reality, GO-AR, Learning Media, Spatial Reasoning*

Cara menulis sitasi : Subhi, M. A., Mudrikah, A., & Hakim, L. L (2023). Peningkatan Kemampuan Penalaran Spasial Siswa Melalui Implementasi Media Pembelajaran *Geometry with Augmented Reality* (GO-AR). *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 7(2), 1-8.

PENDAHULUAN

Dewasa ini dunia berubah begitu cepat. Hal-hal yang sebelumnya tidak terpikirkan dan menjadi konflik, justru berbalik menjadi sesuatu yang mendominasi dan banyak dibutuhkan. Sebagai contoh misalnya moda transportasi *online*, situs berbelanja *online*, dan *financial technology*. Sudah tidak

terelakan lagi perannya menyentuh segala aspek di kehidupan manusia. Menyadari hal tersebut, sektor pendidikan pun sudah selayaknya berbenah. Pendidikan harus terintegrasi dengan semua bidang yang mendukung kecakapan siswa. Salah satunya cakap dalam teknologi dan matematika (Gunawan, 2007).

Indonesia menempati peringkat 72 dari 79 negara dengan skor rata-rata 379 pada kategori matematika berdasarkan survei *Program for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018 (OECD, 2019). Skor tersebut masih tergolong rendah. Hal ini dikarenakan kemampuan-kemampuan dasar matematika belum sepenuhnya dikuasai siswa. Salah satu kemampuan yang dibutuhkan dalam penguasaan matematika yaitu *spatial reasoning* atau penalaran spasial. Kemampuan tersebut berpotensi meningkatkan kemampuan numerasi dan memaksimalkan prestasi belajar matematika siswa (Young dkk., 2018). Kemampuan penalaran spasial (KPS) dan kemampuan matematika siswa mempunyai hubungan positif yang kuat ($r=0,66$) (Lowrie dkk., 2016).

KPS adalah kemampuan yang meliputi proses kognitif seseorang dalam merepresentasikan dan memanipulasi benda ruang serta hubungan dan transformasi bentuknya (Clements & Battista, 1992). Kemampuan ini terdiri dari 3 konstruk yaitu: *mental rotation* (rotasi mental), *spatial orientation* (orientasi spasial), dan *spatial visualization* (visualisasi spasial) dengan masing-masing mempunyai aspek dan karakteristik berbeda (Ramful dkk., 2017). Pada konstruk rotasi mental, aspek yang diamati adalah kemampuan untuk melakukan rotasi objek 2D (bangun datar) dan 3D (bangun ruang) secara searah putaran jarum jam dan berlawanan putaran jarum jam. Karakteristik yang dapat diamati yakni menemukan hasil (bentuk) objek 2D dan 3D setelah dilakukan rotasi. Sekaligus dapat membedakan antara hasil refleksi dengan rotasi. Pada konstruk orientasi spasial, aspek yang diamati yakni kemampuan seseorang membayangkan pada sebuah ruangan tengah membaca peta. Karakteristik yang dapat diamati yakni kemampuan menentukan posisi suatu objek secara relatif terhadap posisi pengamat (diri sendiri). Pada konstruk visualisasi spasial, aspek yang diamati adalah kemampuan untuk menemukan kesimetrisan, pola, relasi antara objek 2D dan 3D, serta refleksi. Adapun karakteristiknya terdiri dari 5 hal yang meliputi: 1) memvisualisasikan hasil melipat atau membuka konfigurasi tertentu (jaring-jaring suatu bangun ruang), 2) membuat bangun ruang dari jaring-jaring tertentu dan sebaliknya, 3) mencocokkan bagian dan potongan, 4) menemukan kesimetrisan suatu objek, dan 5) melakukan refleksi pada suatu objek.

Akan tetapi, kemampuan representasi spasial dan *visualization* (membayangkan) siswa masih rendah hanya dinilai 21% dari skor ideal (Wiguna, 2015). Penelitian mendalam menunjukkan bahwa KPS dan kesuksesan di *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) berkorelasi dengan kuat (Davis, 2015). Sehingga sebagian besar matematikawan dan pendidik matematika memasukan KPS secara spesifik sebagai bagian dari kurikulum geometri (Kovačević, 2019). Namun di lapangan KPS belum dilibatkan dalam proses pembelajaran bangun ruang, sehingga siswa hanya menghafal rumus tanpa mengetahui makna bangun ruang yang sebenarnya. Seperti yang dipaparkan Usiskin yaitu kurikulum geometri saat ini tidak memberikan peluang yang cukup untuk pengembangan kemampuan spasial (Olkun, 2003).

Hal ini mendorong pembelajaran matematika agar terus berbenah. Pembelajaran yang pada paraktiknya masih terkesan berjalan satu arah harus berubah menjadi suatu pengalaman belajar yang menarik dengan mengajak siswa aktif terlibat berdiskusi. Sebagaimana pesan yang disampaikan Nadiem Makariem (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI) dalam Pidato Hari Guru Nasional 2019 yaitu “ajaklah kelas berdiskusi, bukan hanya mendengar (Mendikbud, 2019). Selain itu, sangat dianjurkan melakukan hal inovatif untuk memberikan perubahan positif pada cara belajar siswa (Christensen dkk., 2008).

Sebagai upaya mengubah cara belajar siswa, implementasi media pembelajaran dinilai penting. Implementasi media pembelajaran menjadi unsur yang sangat penting dalam proses pembelajaran

bersamaan dengan metode mengajar (Arsyad, 2013). Media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai suatu alat atau benda yang dipersiapkan guru guna menjadi bagian yang dapat diintegrasikan kedalam tujuan, isi pembelajaran, dan capaian kompetensi (Mudrikah & Hakim, 2017). Implementasi media pembelajaran termasuk bentuk inovasi pembelajaran yang sangat memengaruhi pemahaman siswa (Lestary dkk., 2023). Adapun faktor yang perlu dipertimbangkan dalam implementasi media pembelajaran yakni faktor relevansi, kelayakan, dan kemudahan (Harjanto, 2011).

Augmented reality (AR) merupakan media penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam, waktu nyata, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata (Azuma, 1995). Sebuah penelitian komparatif mengenai visualisasi spasial menyatakan bahwa implementasi media pembelajaran manipulatif lebih efektif untuk membangun pemahaman siswa (Baki dkk., 2011). Seperti halnya temuan penelitian Pambudi dkk (2018) memaparkan bahwa rata-rata hasil belajar pada kelas eksperimen yang menggunakan media android berbasis AR lebih baik dibandingkan rata-rata hasil belajar pada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Selain itu, hasil penelitian Pangestu dan Setyaningrum (2020) menunjukkan bahwa media intruksional AR dapat meningkatkan kemampuan spasial dengan menyediakan visualisasi yang lebih baik. Berdasarkan penelitian oleh peneliti bersama tim pada penelitian pengembangan sebelumnya, media pembelajaran *Geometry with Augmented Reality* (GO-AR) merupakan media pembelajaran yang secara khusus digunakan untuk meningkatkan KPS (Subhi dkk., 2020). Selain itu, menurut Septia dkk (2018) materi bangun ruang mempunyai peranan penting dalam pelajaran matematika siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). Dengan mempertimbangkan faktor tersebut maka dipilih Media Pembelajaran GO-AR.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah “Apakah peningkatan KPS siswa dengan pembelajaran menggunakan media pembelajaran GO-AR lebih baik dibandingkan dengan siswa yang hanya menggunakan *blended discovery learning* (BDL)?”.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian kuantitatif yang digunakan ialah *experimental research* atau penelitian eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah *the static-group pretest-posttest design* atau desain pretes-postes grup statis. Tes KPS yang diberikan terdiri dari 9 butir soal dengan masing-masing 3 butir soal memuat ketiga konstruk KPS. Berikut diagram *the static-group pretest-posttest design* menurut Fraenkel & Wallen (2009):

O	X	O
O		O

Keterangan:

O : Tes KPS

X : Pembelajaran Model *Blended Discovery Learning* Menggunakan GO-AR

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di salah satu SMP di Kabupaten Sumedang, kelas IX semester ganjil tahun ajaran 2020/2021. Teknik penyampelan yang digunakan adalah *purposive sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah 29 siswa di kelas kontrol dan 29 siswa di kelas eksperimen. Pada kelas kontrol diterapkan model BDL dan pada kelas eksperimen diterapkan model BDL menggunakan media pembelajaran GO-AR. BDL yang dimaksud adalah model pembelajaran *discovery learning* menurut Lestari dan Yudhanegara (2018) meliputi tahapan: 1) kegiatan mengumpulkan data/informasi (*data collection*), 2) kegiatan pengolahan data/informasi (*data processing*), 3) verifikasi

data (*data verification*), 4) membuat kesimpulan berdasarkan hasil dari kegiatan yang telah dilakukan (*generalization*) dengan *Self-Paced Asynchronous*. *Self-Paced Asynchronous* yang dimaksud adalah berupa video pembelajaran yang telah diberikan kepada siswa (Staley, 2007).

Teknik pengolahan dan analisis data terdiri dari analisis data *pretest* dan analisis data peningkatan KPS. Statistik yang digunakan adalah statistik deskriptif dan statistik inferensial berupa uji normalitas (menggunakan uji statistik *Kolmogorof Smirnof* dalam taraf signifikansi 5%), uji homogenitas (menggunakan uji *Levene Test* dalam taraf signifikansi 5%), dan uji satu pihak (*one-tailed test*). Pada analisis data peningkatan KPS dihitung nilai *gain* ternormalisasi (*N-Gain*). Menurut Lestari dan Yudhanegara (2018) analisis data dapat menggunakan nilai *gain* ternormalisasi dengan rumus:

$$N - Gain = \frac{Skor postes - Skor Pretes}{SMI - Skor Pretes}$$

Skor maksimum ideal (SMI) merupakan skor total tertinggi pada satu paket soal. Adapun kriteria *gain* ternormalisasi menurut Lestari dan Yudhanegara (2018) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Interpretasi N-Gain

Nilai <i>N-Gain</i>	Interpretasi
$N-Gain > 0,70$	Tinggi
$0,30 > N - Gain \geq 0,70$	Sedang
$N - Gain \leq 0,30$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis data *gain* ternormalisasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan KPS setelah memperoleh pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berikut ini adalah data *gain* ternormalisasi ditinjau dari ketiga konstruk yang disajikan pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Data Gain Ternormalisasi Konstruk KPS Kelas Eksperimen

	Mengukur	Rotasi Mental	Orientasi Spasial	Visualisasi Spasial
<i>Pretest</i>	Rata-rata	1,10	1,41	1,45
	Standar Deviasi	1,12	0,89	1,04
<i>Posttest</i>	Rata-rata	2,03	1,52	1,97
	Standar Deviasi	0,89	0,97	0,89
<i>N-Gain</i>	Rata-rata	0,49	0,07	0,36
Nilai Maksimal		3	3	3

Tabel 3. Data Gain Ternormalisasi Konstruk KPS Kelas Kontrol

	Mengukur	Rotasi Mental	Orientasi Spasial	Visualisasi Spasial
<i>Pretest</i>	Rata-rata	1,83	0,90	1,45
	Standar Deviasi	1,02	1,03	0,89
<i>Posttest</i>	Rata-rata	2,21	1,00	1,48
	Standar Deviasi	0,89	1,08	0,86
<i>N-Gain</i>	Rata-rata	0,22	-0,53	0,00
Nilai Maksimal		3	3	3

Selanjutnya untuk melihat secara riil perbedaan rata-rata *gain* ternormalisasi akan dilakukan uji perbedaan rata-rata (uji hipotesis penelitian). Sebelumnya, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, maka dilakukan Uji-t. Namun apabila tidak keduanya atau salah satu, maka menggunakan uji statistik *non-parametric* menggunakan tes *Mann-Whitney*.

Uji normalitas dilakukan pada data gain ternormalisasi KPS yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengujian dilakukan dengan uji *Kolmogorof Smirnov* dengan taraf signifikasin $\alpha = 0,05$. Pengolahan data berbantuan *software IBM SPSS 25*. Adapun Hipotesis dalam pengujian normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Gain Ternormalisasi KPS

Kelas	Sig.
Eksperimen	0.000
Kontrol	0.043

Dari hasil pengujian *Kolmogorov Smirnov* diperoleh nilai-nilai signifikansi kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing adalah 0,00 dan 0,043. Berdasarkan hipotesis, nilai tersebut memberi keputusan H_0 ditolak untuk kedua kelas. Sehingga dapat dikatakan bahwa data gain ternormalisasi KPS di atas merupakan data yang berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal.

Uji Homogenitas dilakukan pada data gain ternormalisasi KPS yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengujian dilakukan dengan uji *Levene Test* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Pengolahan data berbantuan *software IBM SPSS 25*. Adapun Hipotesis dalam pengujian homogenitas adalah sebagai berikut:

H_0 : Variansi gain ternormalisasi KPS kedua kelas homogen

H_1 : Variansi gain ternormalisasi KPS kedua kelas tidak homogen

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Gain Ternormalisasi KPS

Uji Homogenitas	Sig.
<i>Lavene Test</i>	0,015

Dari hasil pengujian *Levene Test* diperoleh nilai signifikansi 0,015. Berdasarkan hipotesis, nilai tersebut memberi keputusan keputusan H_0 ditolak. Sehingga dapat dikatakan bahwa variansi gain ternormalisasi KPS kedua kelas tidak homogen.

Setelah data diketahui berdistribusi tidak normal dan tidak homogen, maka selanjutnya dilakukan uji *non-parametric* dengan menggunakan tes *Mann-Whitney* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Pengujian Berbantuan *software IBM SPSS 25*. Adapun rumusan hipotesis yang digunakan dan kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

H_0 : $\mu_1 \leq \mu_2$ (rata-rata peningkatan KPS siswa kelas eksperimen kurang atau sama baik dengan kelas kontrol)

H_1 : $\mu_1 > \mu_2$ (rata-rata peningkatan KPS siswa kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol)

Dimana: μ_1 = rata-rata kelas eksperimen

μ_2 = rata-rata kelas kontrol

Jika *P Value (Sig.)* $\geq \alpha$ ($\alpha = 0,05$), maka H_0 diterima

Jika *P Value (Sig.)* $< \alpha$ ($\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak

Adapun hasil uji hipotesis penelitian dengan menggunakan *Mann-Whitney U* data gain ternormalisasi disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis Penelitian

Uji Statistik Non-Parametric	Sig. (2-tailed)
Mann-Whitney U	0,002

Dari hasil pengujian hipotesis penelitian dengan menggunakan *Mann-Whitney U*, diperoleh tingkat signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0,002. Dikarenakan uji yang digunakan adalah uji satu pihak, maka $\frac{P\ Value}{2}$ (Sunjoyo dkk., 2013). Sehingga nilai signifikansinya adalah $\frac{0,002}{2} = 0,001$. Nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa peningkatan KPS siswa yang memperoleh pembelajaran model BDL menggunakan media pembelajaran GO-AR lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran model BDL tanpa menggunakan media pembelajaran GO-AR.

Pembahasan

Deskripsi Implementasi Model Pembelajaran *Blended Discovery Learning*

Kegiatan mengumpulkan data/informasi (*data collection*)

Terlebih dahulu siswa dibagi dalam kelompok yang beranggotakan 5 atau 6 orang. Selanjutnya tiap kelompok diberi lembar kerja dan diminta melengkapi identitas kelompok. Tiap kelompok mendapat topik bangun ruang sisi lengkung (BRSL) yang berbeda dan diberi kesempatan untuk berdiskusi secara berkelompok. Siswa diperbolehkan mengakses informasi dari berbagai sumber. Pada kelas eksperimen kegiatan mengumpulkan data berbantuan media pembelajaran GO-AR. Dalam tiap kelompok, secara bergantian siswa memperagakan penggunaan media pembelajaran GO-AR. Sedangkan pada kelas kontrol tidak berbantuan media pembelajaran GO-AR. Pembelajaran di kedua kelas berlangsung interaktif karena kebebasan ruang diskusi antar siswa terbuka. Meskipun terdapat kesulitan yang siswa temui ketika mulai berdiskusi (Sahara dkk., 2018). Berikut merupakan dokumentasi kegiatan mengumpulkan data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.



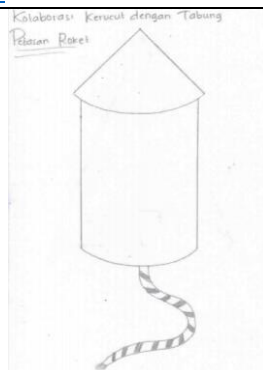
Gambar 1. Kegiatan Mengumpulkan Data Pada Kelas Eksperimen



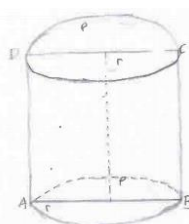
Gambar 2. Kegiatan Mengumpulkan Data Pada Kelas Kontrol

Kegiatan pengolahan data/informasi (*data processing*)

Hasil diskusi selanjutnya dituliskan pada lembar yang sudah disiapkan. Tiap kelompok menggambarkan contoh BRSL yang telah dibagikan. Temuan menunjukkan pada kelas eksperimen siswa pada kelas eksperimen membuat bangun dengan kolaborasi BRSL. Berikut merupakan salah satu BRSL yang digambarkan oleh tiap kelompok pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.



Gambar 3. Salah Satu BRSL Pada Kelas Eksperimen



Gambar 4. Salah Satu BRSL Pada Kelas Kontrol

Verifikasi data (*data verification*)

Tahap verifikasi data dilakukan dengan presentasi hasil diskusi tiap kelompok yang disampaikan di depan kelas. Presentasi dilakukan secara verbal berbantuan lembar kerja yang telah diisi secara berkelompok. Kelompok lain dipersilahkan mengajukan pertanyaan dan turut melengkapi penjelasan. Guru mengonfirmasi apakah yang disampaikan sudah tepat atau belum dan melengkapinya di akhir presentasi. Kegiatan ini sekaligus memberikan nilai karakter yang baik pada siswa disamping meningkatkan kemampuan akademik (Nasution & Nasution, 2023). Berikut merupakan salah satu dokumentasi verifikasi data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.



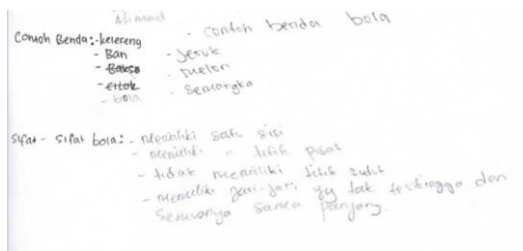
Gambar 5. Presentasi Siswa Di Kelas Eksperimen



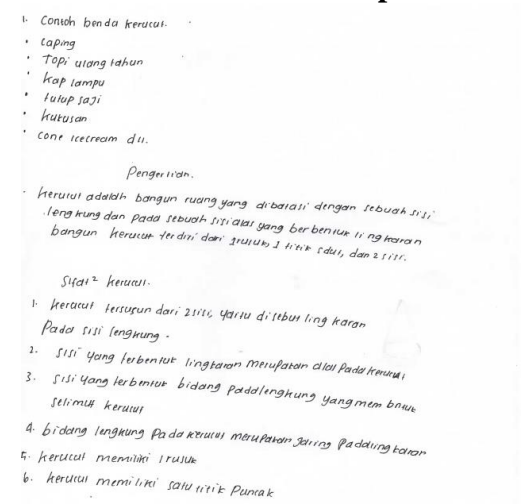
Gambar 6. Presentasi Siswa Di Kelas Kontrol

Membuat kesimpulan berdasarkan hasil dari kegiatan yang telah dilakukan (*generalization*).

Pada tahap *generalization* siswa bersama dengan guru membuat kesimpulan berdasarkan hasil dari kegiatan yang telah dilakukan selama proses pembelajaran. Secara umum dilakukan dengan menuliskan kesimpulan yang tepat yang disajikan dalam tampilan *Ms. Power Point* dan vidio pembelajaran. Pada kelas eksperimen siswa lebih berkonstrubusi aktif karena pemanfaatan AR (Özeren & Top, 2023). Berikut merupakan salah satu kesimpulan yang dituliskan oleh kelompok siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.



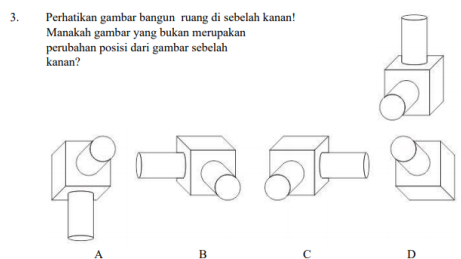
Gambar 7. Kesimpulan Oleh Salah Satu Kelompok Siswa Di Kelas Eksperimen



Gambar 8. Kesimpulan Oleh Salah Satu Kelompok Siswa Di Kelas Kontrol

**Deskripsi Kemampuan Penalaran Spasial Siswa
 Konstruk Mental Rotation**

Konstruk *mental rotation* bertumpu pada kemampuan untuk merotasi objek-objek dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) dengan arah putaran searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. Siswa harus dapat menemukan bentuk setelah objek dirotasi termasuk juga pencerminan objek tersebut. Pada gambar 7 ditampilkan gambar salah satu butir soal konstruk *mental rootation*.



Gambar 9. Butir Soal Konstruk Mental Rotation

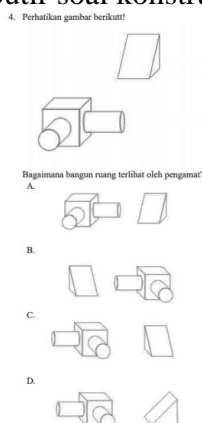
Pada gambar 9 terdapat bangun gabungan dari kubus dan tabung. Siswa diminta memilih gambar yang bukan merupakan perubahan bangun gabungan yang dimaksud. Pilihan yang tepat adalah pada

pilihan D. Dari *Pretest* yang diberikan, rata-rata pada kelas eksperimen jauh berbeda. Rata-rata konstruk *mental rotation* pada kelas eksperimen adalah 1,10. Sedangkan pada kelas kontrol adalah 1,83. Pada kelas eksperimen nilai rata-rata tersebut merupakan yang paling kecil apabila dibandingkan konstruk lainnya. Berbanding terbalik dengan kondisi pada kelas kontrol yang menempatkan nilai rata-rata konstruk *mental rotation* paling tinggi dibandingkan konstruk lainnya.

Setelah siswa di kedua kelas memperoleh pembelajaran, dilakukanlah *posttest*. Dari *posttest* didapatkan nilai rata-rata kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing adalah 2,21 dan 2,03. Nilai tersebut menempatkan konstruk *mental rotation* sebagai konstruk dengan nilai tertinggi apabila dibandingkan dua konstruk lainnya. Demikian pula jika ditinjau dari gain ternormalisasi, konstruk *mental rotation* mengalami peningkatan paling baik di kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan masing-masing nilai 0,49 dengan interpretasi sedang dan 0,22 dengan interpretasi rendah. Pada media pembelajaran GO-AR, secara khusus terdapat perintah yang dapat digunakan untuk merotasi objek.

Konstruk Orientasi Spasial

Konstruk orientasi spasial didasarkan pada kemampuan untuk memposisikan diri terhadap suatu objek yang diamati. Secara sederhana dapat dianalogikan seperti menempatkan diri pada sebuah peta. Siswa harus dapat menemukan posisi yang bersifat relatif terhadap suatu objek yang sedang diamati. Pada gambar 10 ditampilkan salah satu butir soal konstruk orientasi spasial.

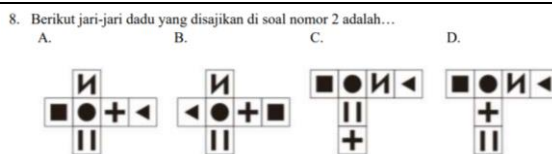


Gambar 10. Butir Soal Konstruk Orientasi Spasial

Pada gambar 10 terdapat ilustrasi seorang pengamat yang sedang mengamati dua bangun ruang. Siswa diposisikan sebagai pengamat dan diminta memilih pilihan yang memuat bangun ruang yang terlihat berdasarkan orientasi pengamat. Pilihan yang tepat adalah pilihan D. Ditinjau dari perolehan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* di kelas eksperimen dan kelas kontrol, konstruk orientasi spasial siswa cenderung rendah. Bahkan nilai gain ternormalisasinya pada kelas kontrol bernilai negatif (perhatikan tabel 3) atau terjadi penurunan. Hal tersebut dikarenakan kesulitan memposisikan tiap objek dari sudut pandang yang berbeda. Maka dari itu konstruk ini perlu mendapat konsentrasi khusus.

Konstruk Visualisasi Spasial

Konstruk visualisasi spasial ditinjau dari kemampuan untuk menemukan kesimetrisan, pola, hubungan antara formulasi 2D dan 3D, dan pencerminan. Siswa harus dapat menemukan visualisasi hasil melipat/membuka konfigurasi dari suatu objek dan mengkonstruksi suatu bangun ruang dengan jaring-jaringnya. Pada gambar 11 ditampilkan salah satu butir soal konstruk visualisasi spasial.



Gambar 11. Butir Soal Konstruk Visualisasi Spasial



Gambar 12. Gambar Dadu

Salah satu butir soal konstruk visualisasi spasial pada gambar 11 didasarkan pada gambar 12. Gambar dadu disajikan dalam 4 sudut pandang yang berbeda, sehingga diharapkan siswa dapat memvisualisasikan dalam bentuk bangun ruang secara utuh. Pilihan yang tepat untuk soal tersebut adalah pilihan A. Ditinjau dari perolehan nilai rata-rata N -Gain (0,00), kemampuan konstruk visualisasi spasial kedua kelas cenderung sama. Pada media pembelajaran GO-AR, proses visual perubahan dari jaring-jaring bangun ruang hingga menjadi bangun ruang sempurna maupun sebaliknya belum tersedia.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan bahwa KPS siswa yang memperoleh pembelajaran model BDL menggunakan media pembelajaran GO-AR lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran model BDL tanpa menggunakan media pembelajaran GO-AR. Apabila ditinjau berdasarkan ketiga konstruk KPS, siswa yang memperoleh pembelajaran model BDL menggunakan media pembelajaran GO-AR mempunyai nilai *gain* ternormalisasi lebih tinggi dibandingkan siswa yang memperoleh pembelajaran model BDL tanpa menggunakan media pembelajaran GO-AR pada ketiga konstruk tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, A. (2013). *Media pembelajaran*. PT Raja Grafindo Persada.
- Azuma, R. T. (1995). A Survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Baki, A., Kosa, T., & Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291–310. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01012.x>
- Christensen, C. M., Horn, M. B., & Jhonson, C. W. (2008). *Disrupting class: How Disruptive Innovation Will Change The Way The World Learns*. McGraw-Hill.
- Clements, D. H., & Battista, M. (1992). *Geometry and spatial reasoning, handbook of research on mathematics teaching and learning evaluating the efficacy of learning trajectories in early mathematics view project concrete manipulatives view project*. <https://www.researchgate.net/publication/284661595>
- Davis, B. (2015). *Spatial reasoning in the early years: Principles, assertions, and speculations*. Routledge.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). *How to design and evaluate research in education (7 ed.)*. McGraw-Hill Higher Education.

- Gunawan, H. (2007). *Kontribusi dalam Matematika dan Pengembangan Ilmu dan Teknologi*. Institut Teknologi Bandung.
- Harjanto. (2011). *Perencanaan Pengajaran*. Rineka Cipta.
- Kovačević, N. K. (2019). Spatial reasoning in mathematics. *Teaching and Learning Mathematics*, 1–21.
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2018). *Penelitian Pendidikan Matematika*. PT Refika Aditama.
- Lestary, R., Dewi, C., Pitriani, L., Hutasuhu, R. P., & Siagian, T. A. (2023). Respon guru dan siswa smp negeri 17 kota bengkulu terhadap media pembelajaran lcr math berbasis android pada materi teorema pythagoras. 7(1), 37–46. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.7.1.37-46>
- Lowrie, T., Logan, T., & Ramful, A. (2016). Spatial reasoning influences students' performance on mathematics tasks. *Opening up mathematics education research (Proceedings of the 39th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*, 407–414.
- Mendikbud. (2019, November 28). *Pidato mendikbud nadiem makarim pada upacara hari guru nasional*. www.kemdikbud.go.id.
- Mudrikah, A., & Hakim, L. L. (2017). *Media Pembelajaran dalam Kapita Selekta Matematika*. Universitas Islam Nusantara.
- Nasution, I. S., & Nasution, S. (2023). Student critical thinking skills in the implementation of discovery learning and inquiry-based learning. *IJEMS: Indonesian Journal of Education and Mathematical Science*, 4(1), 2715–2985. <https://doi.org/10.30596%2Fijems.v4i1.13158>
- OECD. (2019). *PISA 2018 results* (Vol. 1). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities. Dalam *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*. <http://www.ex.ac.uk/cimt/ijmtl/ijabout.htm>
- Özeren, S., & Top, E. (2023). The effects of Augmented Reality applications on the academic achievement and motivation of secondary school students. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 11(1), 25–40. <https://doi.org/10.52380/mojet.2023.11.1.425>
- Pambudi, K. H. B., Buchori, A., & Nur Aini, A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 1, 61–69. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpms>
- Pangestu, A., & Setyaningrum, W. (2020). Instructional media for space geometry based on augmented reality to improve students' spatial reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1581(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012058>
- Ramful, A., Lowrie, T., & Logan, T. (2017). Measurement of Spatial Ability: Construction and Validation of the Spatial Reasoning Instrument for Middle School Students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(7), 709–727. <https://doi.org/10.1177/0734282916659207>
- Sahara, R., Mardiyana, & Saputro, D. R. S. (2018). Discovery learning with SAVI approach in geometry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012125>
- Septia, T., Prahmana, R. C. I., Pebrianto, & Wahyu, R. (2018). Improving students spatial reasoning with course lab. *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 327–336.
- Staley, L. (2007). *Blended Learning Guide Principal contributor Graphic Design*.
- Subhi, M. A., Muksit, A., Nuhaliza, S. M., & Hakim, L. L. (2020). *Pengembangan bahan ajar materi bangun ruang melalui geometry with augmented reality (go-ar) untuk meningkatkan kemampuan spatial reasoning peserta didik*.
- Sunjoyo, R. S., Verina, C., Nonie, M., & Albert, K. (2013). *Aplikasi SPSS untuk Smart Riset*. PT Remaja Rosdakarya.

Wiguna, L. (2015). *Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematis dan Spatial Ability Siswa dengan Pendekatan Pembelajaran Problem Based Learning Tipe Project di Sekolah Menengah Pertama*. Universitas Pendidikan Indonesia.

Young, C., Levine, S. C., & Mix, K. S. (2018). *What Processes Underlie the Relation Between Spatial Skill and Mathematics?* (hlm. 117–148). https://doi.org/10.1007/978-3-319-98767-5_5