



PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATERI GEOMETRI UNTUK MENUMBUHKAN *SPATIAL SKILLS* SISWA SEKOLAH DASAR

Indah Setyo Wardhani

Prodi PGSD, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo
Bangkalan, Madura, Jawa Timur, 69162, Indonesia.
e-mail: ^{1*}indahsetyo.wardani@trunojoyo.ac.id

Diserahkan: 01-06-2024; Direvisi: 08-06-2024; Diterima: 16-06-2024

Abstrak: Model pembelajaran imajinatif spasial untuk menumbuhkan *spatial skills* siswa sekolah dasar telah dikembangkan oleh peneliti, namun keterlaksanaannya perlu modul ajar. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan modul ajar yang berkriteria valid untuk menumbuhkan *spatial skills* siswa sekolah dasar. Jenis penelitian yang dipilih adalah penelitian pengembangan. Teori pengembangan yang dipilih adalah teori Plomp dengan tahapan: 1) investigasi awal, 2) pengembangan prototipe, dan 3) penilaian. Hasil penelitian berupa produk modul ajar yang berkriteria valid dan telah dinilai ahli melalui lembar validasi modul ajar yang reliabel. Implementasi penelitian bahwa modul ajar dapat dijadikan pendukung model pembelajaran imajinatif spasial dan dapat diterapkan dalam pembelajaran geometri.

Kata Kunci: Modul Ajar, Geometri, *Spatial Skills*

Abstract: A spatial imaginative learning model to develop elementary school students' *spatial skills* has been developed by researchers, but its implementation requires a teaching module. This research aims to describe the process and results of developing teaching modules that have valid criteria for developing the *spatial skills* of elementary school students. The type of research chosen is development research. The development theory chosen is Plomp theory with stages: 1) initial investigation, 2) prototype development, and 3) assessment. The results of the research are teaching module products that have valid criteria and have been assessed by experts through reliable teaching module validation sheets. Implementation of research shows that teaching modules can be used as supports for *spatial imaginative learning* models and can be applied in geometry learning.

Keywords: Teaching module; geometry; *spatial skills*

Kutipan: Wardhani, Indah Setyo. (2024) Pengembangan Modul Ajar Materi Geometri Untuk Menumbuhkan *Spatial Skills* Siswa Sekolah Dasar. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, Vol.10 No.1, (277-289). <https://doi.org/10.29100/jp2m.v10i1.5759>



Pendahuluan

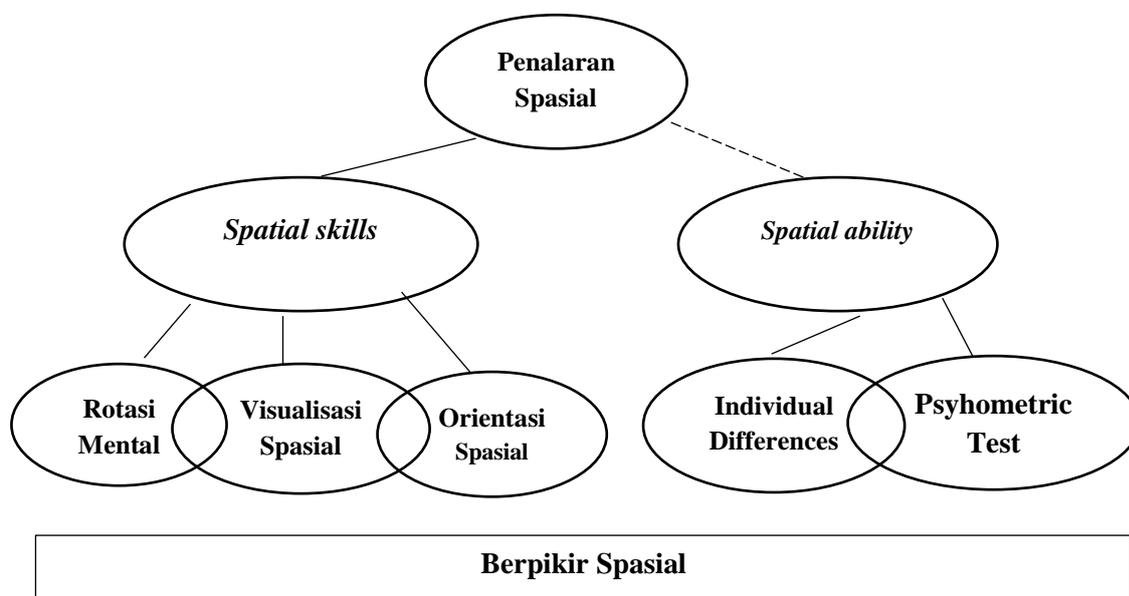
Spatial skills penting karena membantu aktivitas seseorang. *Spatial skills* membantu seseorang memprediksi prestasi matematika, yaitu seseorang dengan *spatial skills* baik akan berprestasi baik dibidang matematika (Rittle-Johnson, dkk., 2019). *Spatial skills* membantu memecahkan masalah geometri (Izard, 2020; Carbonell-Carrera, dkk., 2021). *Spatial skills* membantu menyelesaikan masalah navigasi seperti penggunaan *google map* (Wakabayashi & Ishikawa, 2011; Uttal, dkk., 2013; Atit, dkk., 2020). *Spatial skills* membantu pekerjaan bidang STEM (Gagnier & Fisher, 2020). Seseorang yang tidak maksimal dalam *spatial skills*, dikawatirkan akan bermasalah pada kinerja tugas spasial dan dapat



berakibat pada keterbatasan pengalaman dalam memori jangka panjang (Wardhani, 2023; Wardhani, 2023). Karenanya, beberapa studi menyerukan, pengembangan *spatial skills* penting dilakukan dalam pendidikan (Hawes, dkk., 2017; Yang, dkk., 2020).

Spatial skills membantu memecahkan masalah objek dimensi dua dan tiga. Menurut Yang, dkk., (2020), *spatial skills* diterapkan dalam memroses dan memanipulasi informasi spasial (dimensi dua dan tiga). Pemrosesannya informai spasial ini dihubungkan dengan bentuk, ukuran, posisi, serta hubungannya (Newcombe & Shipley, 2015). Contohnya, seseorang memecahkan masalah dimensi dua dan tiga dengan membayangkan (Hegarty & Waller, 2014), sehingga mereka dapat merepresentasikan objek dari orientasi tertentu (Carbonell-Carrera, dkk., 2021).

Istilah *spatial skills* sering diartikan sebagai sinonim dari *spatial ability* (kemampuan spasial). Wai, dkk (2009) dan Uttal, dkk., (2013) mempunyai pandangan yang berbeda. Kemampuan digunakan untuk membedakan siswa dalam pendidikan (Wai, dkk., 2009). Hal ini menyiratkan bahwa kemampuan itu stabil dari waktu ke waktu. Sementara, *spatial skills* menunjukkan peluang untuk tumbuh dan berubah (Uttal, dkk., 2013). Harris (2021) menyusun model konseptual untuk terminologi spasial seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Konseptual Terminologi Spasial (Diadopsi dari Harris, 2021)

Berdasarkan Gambar 1, penalaran spasial merupakan aktivitas berpikir tentang pemecahan masalah spasial, sementara berpikir spasial adalah gambaran kebiasaan berpikir tentang objek spasial yang lebih holistik. Penalaran spasial mencakup kemampuan spasial dan *spatial skills*. Kemampuan spasial digambarkan sebagai kecerdasan yang berbeda dari kemampuan verbal. Alat untuk mengukur kemampuan spasial biasanya dibuat oleh psikolog (Hegarty & Waller, 2005). Uttal, dkk (2013) menjelaskan bahwa bakat spasial seseorang tidak tetap, melainkan ada perbedaan seseorang yang menunjukkan kecenderungan kemampuan spasial. Umumnya, kemampuan spasial anak laki-laki lebih baik dari perempuan (Hegarty & Waller, 2005). Garis putus-putus antara kemampuan spasial dan penalaran spasial menandakan adanya bawaan kapasitas (kemampuan) spasial seseorang. Kapasitas bawaan dapat bertumbuh setelah mendapatkan pengaruh dari pendidikan, pengalaman, dan interaksi lingkungan berpengaruh untuk peningkatan kemampuan tersebut (Newcombe, 2002).

Komponen *spatial skills* berupa visualisasi spasial, orientasi spasial, dan rotasi spasial. Visualisasi merupakan salah satu keterampilan untuk menumbuhkan *spatial skills*. Keterampilan visualisasi ada tiga, yaitu: (1) membayangkan, (2) menggunakan bantuan, dan (3) gerakan tangan. Keterampilan membayangkan dilakukan ketika menggambarkan posisi objek tanpa melihat fisik dari objek. Contohnya, siswa menentukan sisi depan dari kubus yang diketahui sisi belakangnya. Menggunakan bantuan dilakukan ketika menggunakan peraga untuk menjelaskan objek. Contohnya, siswa mengambil kertas, menggambar jaring-jaring kubus sesuai pola, menggunting sesuai pola, menandai sisi sebagai tutup, melipat jaring-jaring sehingga membentuk kubus, menemukan sisi sebagai alas, menandai alas, membuka kembali, menjadi jaring-jaring, dan terakhir menjawab soal tes dengan memberi tanda yang sesuai. Menurut Libertus & Golinkoff (2017), menyelesaikan tugas spasial, perlu bantuan peraga benda nyata. Melalui benda nyata, siswa dapat membayangkan bentuk sesuai dengan apa yang ditugaskan (Frick & Newcombe, 2012; Verdine, dkk., 2016). Gerakan tangan dilakukan ketika menggunakan gerakan tangan untuk menunjukkan bagian tertentu dari objek. Gerakan ini menjadi cara untuk belajar matematika (Frick & Newcombe, 2012; Weber, dkk., 2018).

Keterampilan orientasi ada dua, yaitu: (1) egosentris dan (2) sesuai sudut pandang. Keterampilan egosentris digunakan ketika siswa tidak mengubah sudut pandangnya terhadap objek. Contohnya, menggambarkan bentuk sebagai hasil membayangkan kubus yang dilihat dari arah atas secara tegak lurus. Siswa dengan keterampilan egosentris memutuskan bahwa sisi atas berbentuk jajargenjang. Keterampilan ini cenderung muncul pada siswa dengan kemampuan spasial rendah (Riggs, dkk., 2011). Siswa tipe ini, cenderung kesulitan merepresentasikan objek spasial (Pruden, dkk., 2011; Weber, dkk., 2018). Sudut pandang, digunakan siswa dalam membayangkan objek sesuai dengan sudut pandang yang diminta. Keterampilan ini cenderung dimiliki siswa dengan *spatial skills* yang baik (Wang, dkk., 2014; Wai, dkk., 2009). Sehingga siswa dapat mengkomunikasikan objek kepada orang lain dengan baik (Cheng & Mix, 2014).

Hasil penelitian pendahuluan diperoleh informasi bahwa siswa sekolah dasar dengan kemampuan akademik sedang dan rendah cenderung bertipe egosentris, yaitu tidak dapat memandang objek spasial dari sudut pandang tertentu. Sebaliknya, siswa dengan kemampuan akademik tinggi cenderung bertipe sesuai dengan sudut pandang, yaitu dapat memandang objek spasial dari sudut pandang tertentu (Wardhani, dkk., 2023). Hasil ini mengindikasikan adanya kesenjangan *spatial skills* antara siswa berkemampuan akademik tinggi dan rendah. Kondisi ini terjadi karena: (1) pembelajaran cenderung prosedural yaitu guru menjelaskan materi, memberikan rumus, contoh penggunaan rumus, dan latihan soal, (2) guru masih berfokus untuk merampungkan target kurikulum, yaitu menyampaikan apapun yang tertulis di buku teks kepada siswa, (3) pembelajaran matematika yang berorientasi pada objek spasial lebih berfokus pada penamaan bentuk dan atribut, dan belum melibatkan aktivitas orientasi spasial. Di sisi lain, model pembelajaran matematika yang berfokus pada aktivitas spasial sudah dikembangkan beberapa peneliti, namun belum ada yang berfokus untuk menumbuhkan *spatial skills*. Sementara, pembelajaran matematika di sekolah dasar sepatutnya menumbuhkan *spatial skills*, karena Permendikbudristek nomor 7 tahun 2022 yang merujuk pada NCTM (2000) dan bahasan beberapa literatur menghendaki siswa dapat memecahkan masalah spasial.

Informasi tentang sistem sosial diperoleh hal-hal berikut: (1) guru sudah berperan sebagai fasilitator, informator, dan mediator, namun guru masih mendominasi pembelajaran; (2) pembelajaran geometri sudah dilakukan melalui *setting* kelompok, namun interaksi antar kelompok masih kurang; dan (3) guru belum memberikan kesempatan siswa berinteraksi dengan media. Informasi tentang prinsip reaksi diperoleh hal bahwa guru sudah merespon hasil kerja dan penugasan, serta siswa sudah merespon penugasan yang diberikan namun hanya mengukur kemahiran. Informasi tentang sistem pendukung diketahui bahwa perangkat berupa buku teks dan LKS sudah memunculkan aktivitas visualisasi spasial, namun belum tampak aktivitas orientasi spasial. Karenanya, dikembangkan model pembelajaran pembelajaran yang dapat menumbuhkan *spatial skills* siswa.

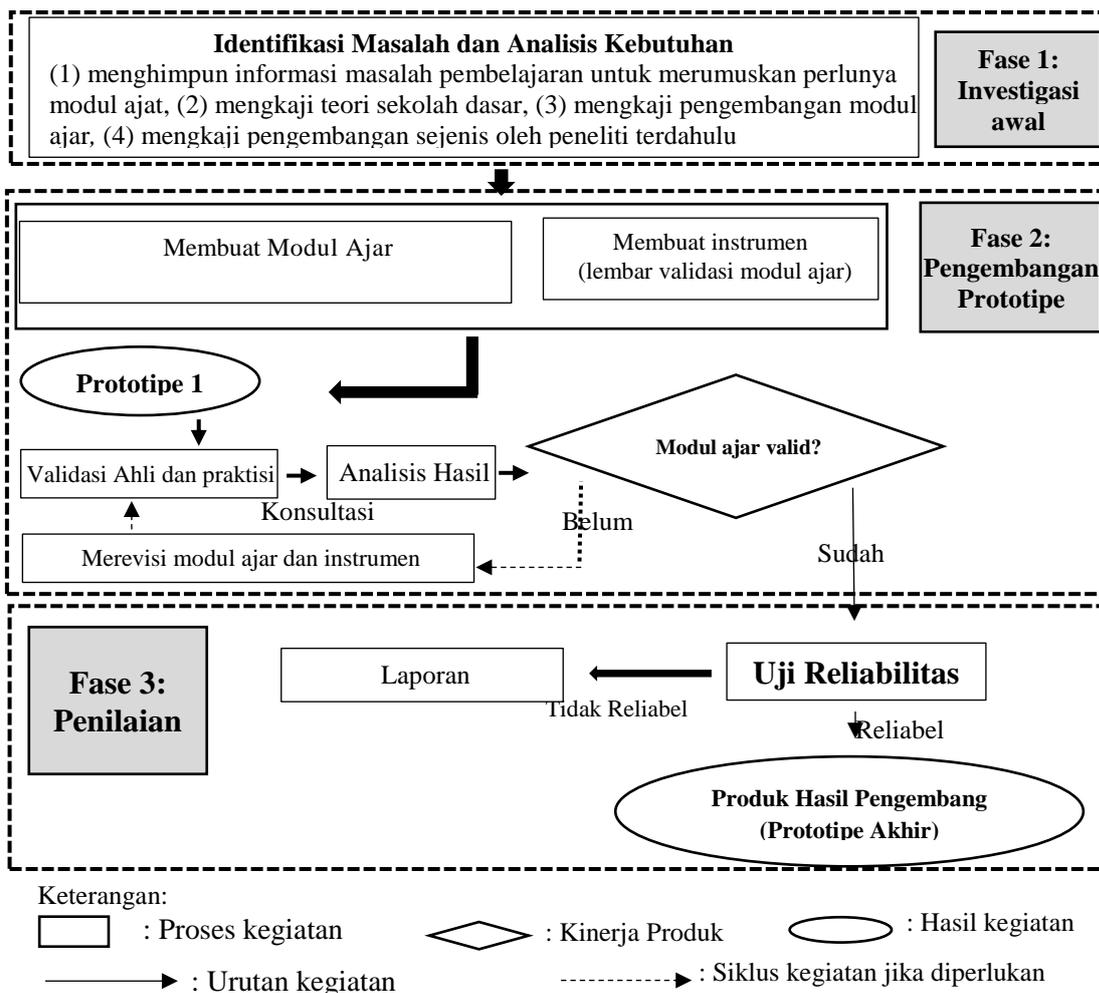
Peneliti telah menghasilkan model pembelajaran imajinatif spasial yang berkriteria valid, praktis, dan efektif untuk menumbuhkan *spatial skills* siswa sekolah dasar (Wardhani, (2023). Sintaks model tersebut mencakup: (1) pendahuluan, yaitu tahap yang berisi persiapan manajemen kelas, yaitu mengecek anggota kelompok, mendistribusikan bahan belajar, apersepsi, dan penyampaian konsep spasial melalui contohhontoh; (2) demonstrasi konsep spasial, yaitu tahap yang mengajak siswa berpikir spasial melalui interaksi alat peraga untuk memberikan gambaran perubahan objek dari sudut pandang tertentu; (3) fasilitasi aktivitas spasial, yaitu tahap yang mengajak siswa untuk menumbuhkan *spatial skills*; dan (4) penutup, yaitu tahap akhir dalam pembelajaran. Model yang dihasilkan telah didukung oleh teori tingkatan berpikir geometri, pendekatan *imagistic*, perkembangan kognitif, teori belajar psikologi kognitif, teori belajar konstruktivis. Namun, untuk menerapkan model pembelajaran dalam situasi masalah, perlu modul ajar.

Modul ajar merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang mendukung terlaksananya model pembelajaran. Telah banyak modul ajar yang dikembangkan untuk kepentingan pembelajaran, hanya belum ada yang berfokus pada penumbuhan *spatial skills*. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan modul ajar yang berkriteria valid untuk menumbuhkan *spatial skills* siswa sekolah dasar. Spesifikasi modul ajar adalah: 1) berkarakter sintaks model pembelajaran imajinatif spasial, 2) berfokus pada aktivitas visualisasi dan orientasi spasial.

Metode

Tujuan penelitian ini untuk mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan modul ajar yang berkriteria valid untuk menumbuhkan *spatial skills* siswa sekolah dasar. Karenanya, penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian pengembangan. Teori pengembangan yang dipilih adalah teori Plomp. Teori ini bertujuan untuk mengembangkan solusi berbasis penelitian terhadap masalah pada praktik pendidikan. Teori ini relevan, karena pengembangan modul ajar adalah aspek yang mendukung pemecahan masalah pembelajaran. Tahapan dalam teori Plomp berupa; 1) investigasi awal, 2) pengembangan prototipe, 3) penilaian.

Tahap investigasi awal bertujuan: (1) menghimpun informasi masalah pembelajaran (berfokus pada geometri) untuk merumuskan perlunya mengembangkan modul ajar, (2) mengkaji teori pembelajaran untuk sekolah, (3) mengkaji pengembangan modul ajar, (4) mengkaji pengembangan modul ajar oleh peneliti terdahulu. Tahap pengembangan prototipe berupa pengembangan modul ajar. Prototipe modul ajar selanjutnya dinilai validator (ahli dan praktisi), untuk mengukur apakah modul ajar telah berkriteria valid atau belum. Ahli adalah orang yang menilai isi (konstruk) prototipe. Kualifikasinya adalah S3 pendidikan matematika. Praktisi adalah guru sekolah dasar. Validator memberikan penilaian pada lembar validasi. Instrumen dikembangkan untuk menilai modul ajar berupa lembar validasi modul ajar. Aktivitas pengembangan pada Gambar 2.



Gambar 2, Alur Kegiatan Pengembangan Modul Ajar

Sebelum menganalisis hasil validasi, diuji reliabilitas lembar validasi modul ajar, yaitu menghitung selisih skor tiap butir dari dua validator. Penilaian ke- i bernilai *agree* jika $|O_{i1} - O_{i2}| \leq 1$, sebaliknya *disagree*. Jika prosentase *agree* tidak kurang dari 80%, maka reliabel (Johnson & Christensen, 2004). Prosedur analisis kevalidan: 1) merekap skor, 2) menghitung rerata, dan 3) menyimpulkan. Menurut (Johnson & Christensen, 2004), kevalidan produk ditetapkan melauil skala ordinal 1-4, dengan pembagian 25%, 50%, dan 75% dari rentang 1-4, yaitu: valid ($\bar{V}_T \geq 3$); cukup valid ($2 \leq \bar{V}_T < 3$); tidak valid ($\bar{V}_T < 2$). Jika data cukup valid, maka ada bagian yang direvisi. Produk direvisi dikatakan prototipe $i, i \geq 1$.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah menghasilkan lembar validasi modul ajar dengan reliabilitas yang sangat tinggi. Reliabilitas lembar validasi ini telah diukur dari penilaian bervariasi dua validator terpilih. Semua indikator dalam lembar validasi ini bernilai *agree*, dengan nilai mak $\{|v_{i1} - v_{i2}|\} = 1$ dan $r = 1$. Berdasarkan kriteria, lembar validasi ini mempunyai reliabilitas yang sangat tinggi. Hasil pengujian reliabilitas lembar validasi perangkat pembelajaran dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Reliabilitas Lembar Validasi Perangkat Pembelajaran

Komponen Indikator	Nomor Indikator	Hasil Penilaian Lembar Validasi Modul Ajar		$ v_{i1} - v_{i2} $	Keterangan
		Validator 1	Validator 2		
		Format	1		
Isi	2	3	3	0	Agree
	3	4	3	1	Agree
	4	4	3	1	Agree
	5	4	3	1	Agree
	6	4	3	1	Agree
	7	4	3	1	Agree
	8	4	3	1	Agree
	9	4	3	1	Agree
	Alat Peraga	10	4	4	0
11		4	4	0	Agree
12		4	4	0	Agree
Soal Penguasaan bahan ajar	13	4	3	1	Agree
	14	4	3	1	Agree
	15	4	3	1	Agree
	16	4	3	1	Agree
Soal <i>Spatial Skills</i>	17	4	3	1	Agree
	18	4	3	1	Agree
Angket Respon	19	4	3	1	Agree
	20	4	3	1	Agree
	21	4	3	1	Agree

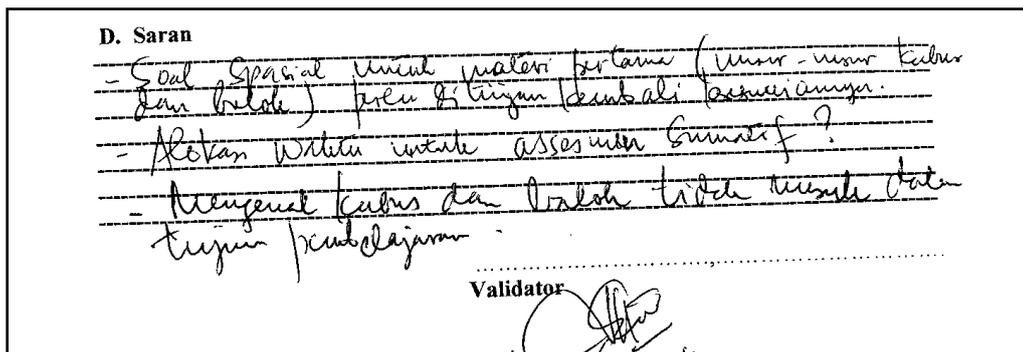
Lembar validasi modul ajar diperoleh dari modifikasi atau adaptasi dari konsep Parta (2017). Cara ini dilakukan karena dapat meminimalkan tidak tercovernya butir pernyataan yang akan digunakan untuk menilai modul ajar. Hal ini terlihat dari makna kevalidan dari modul ajar. Kevalidan modul ajar bermakna bahwa: 1) format modul ajar jelas, 2) tujuan pembelajaran bersesuaian dengan ciri model, jelas, dan terukur, 3) aktivitas guru dan siswa tersusun runtut, jelas, dan tidak menyimpang dari tujuan pembelajaran, 4) sintaks model tersusun runtut, jelas, dan tidak membingungkan, 5) aktivitas visualisasi dan orientasi spasial tersusun runtut, jelas, dan tidak membingungkan, 6) sajian gambar terbaca dengan jelas, 7) alat peraga sesuai dengan karakteristik siswa, karakteristik materi, mudah dioperasikan oleh siswa, dan dapat untuk melakukan aktivitas visualisasi dan orientasi spasial, 8) soal penguasaan bahan ajar dapat mengukur penguasaan siswa terhadap materi yang dipelajari, 9) tes spatial skills dapat mengukur spatial skills siswa unsur visualisasi dan orientas spasial, 10) angket respon dapat mengukur respon siswa selama mengikuti pembelajaran dengan bahasa yang komunikatif.

Penelitian ini telah menghasilkan modul ajar pembelajaran imajinatif spasial yang berkriteria valid. Kriteria kevalidan modul ajar diukur dari hasil validasi empat validator yang terpilih. Nilai rata-rata kevalidan modul ajar sebesar 3,51. Rata-rata kevalidan modul ajar bernilai ≥ 3 . Sehingga, modul ajar dapat digunakan untuk melaksanakan model pada situasi masalah dan mengukur kepraktisan dan keefektifan model pembelajaran imajinatif spasial. Menurut Nieveen (1999) produk ini telah memenuhi aspek yang akan diukur. Melalui perangkat yang valid, pembelajaran dapat dilaksanakan dengan baik (memperlancar pelaksanaan pembelajaran) (Bannan-Ritland, 2001; van Berlo, dkk., 2007; Joyce, 2015). Hasil validasi secara lengkap dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Lembar Validasi Modul Ajar

Aspek	Butir Pernyataan	Validator Ke-				\bar{x}_1	\bar{x}_2
		1	2	3	4		
Format	1. Format (sistematika) dalam modul ajar jelas (tidak tidak membingungkan)	4	4	4	4	4,00	4,00
Isi	2. Tujuan pembelajaran bersesuaian dengan ciri model yang dikembangkan	3	4	3	3	3,25	3,28
	3. Tujuan pembelajaran terukur	4	3	3	3	3,25	
	4. Aktivitas guru dalam tiap langkah pembelajaran tersusun dengan runtut, jelas, tidak membingungkan dan tidak menyimpang dari tujuan pembelajaran	4	3	3	3	3,25	
	5. Aktivitas siswa dalam tiap langkah pembelajaran tersusun dengan runtut, jelas, tidak membingungkan, dan tidak menyimpang dari tujuan pembelajaran	4	3	3	3	3,25	
	6. Sintaks model pembelajaran imajinatif spasial tersusun dalam langkah pembelajaran secara runtut, jelas, dan tidak membingungkan	4	3	3	3	3,25	
	7. Aktivitas visualisasi dan orientasi spasial dalam langkah pembelajaran tersusun dengan runtut, jelas, dan tidak membingungkan	4	3	3	3	3,25	
	8. Langkah pembelajaran dapat dilaksanakan dalam waktu yang dialokasikan	4	3	3	3	3,25	
	9. Sajian gambar dalam modul ajar dapat terbaca dengan jelas	4	3	3	4	3,50	
	Alat Peraga	10. Alat peraga yang dipilih dapat dengan mudah dioperasikan oleh siswa	4	4	4	4	4,00
11. Alat peraga yang dipilih mencukupi untuk melakukan aktivitas visualisasi dan orientasi spasial		4	4	4	4	4,00	
12. Karakteristik alat peraga yang dipilih bersesuaian karakteristik siswa dan materi yang dipelajari siswa sehingga dapat membantu menjelaskan konsep		4	4	4	4	4,00	
Soal Penguasaan bahan ajar	13. Soal penguasaan bahan ajar dapat mengukur penguasaan siswa terhadap materi yang dipelajari	4	3	3	4	3,50	3,50
	14. Waktu yang diberikan dalam penyelesaian soal penguasaan bahan ajar mencukupi	4	3	3	4	3,50	
	15. Kunci jawaban dan pedoman penskoran jelas	4	3	3	4	3,50	
	16. Soal penguasaan bahan ajar dapat menelusuri <i>spatial skills</i> siswa	4	3	3	4	3,50	
Soal Spatial Skills	17. Tes <i>spatial skills</i> dapat mengukur <i>spatial skills</i> siswa unsur visualisasi dan orientasi spasial	4	4	3	3	3,50	3,50
	18. Waktu yang diberikan dalam menyelesaikan tes <i>spatial skills</i> mencukupi	4	4	3	3	3,50	
Angket Respon	19. Pernyataan dalam angket respon jelas, tidak menimbulkan makna ganda, dan tidak bergantung satu sama lain	4	3	3	4	3,50	3,50
	20. Pernyataan dalam angket respon mewakili dan mengukur respon siswa selama mengikuti pembelajaran menggunakan model pembelajaran imajinatif spasial	4	3	3	4	3,50	
	21. Bahasa dalam angket respon komunikatif dan mudah dipahami oleh siswa	4	3	3	4	3,50	
Rata-Rata						3,51	

Modul ajar dalam penelitian ini, telah disempurnakan oleh validator. Penyempurnaan dilakukan melalui pemberian saran secara lisan dan tertulis. Saran tertulis seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Saran Tertulis dari Validator Terhadap Modul Ajar

Pada Gambar 3, validator memberikan saran tertulis untuk perbaikan modul ajar. Saran tersebut antara lain: 1) penyesuaian soal spasial tiap materi, 2) alokasi waktu untuk asesmen sumatif, dan 3) penyesuaian pada tujuan pembelajaran. Saran ini berguna untuk penyempurnaan modul ajar. Selanjutnya, peneliti merespon positif saran ini, dan merevisi modul ajar.

Hal, saran validator yang tidak tertulis serta keputusan peneliti dapat dilihat pada Tabel 3.

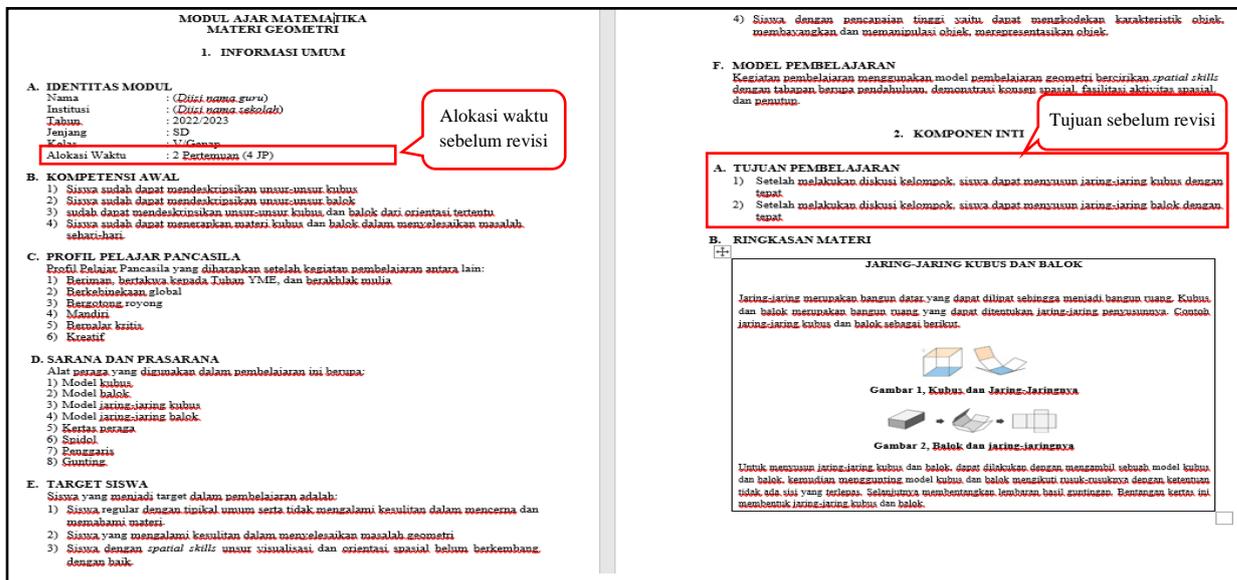
Tabel 3. Hal, Saran Validator, Keputusan Peneliti

Hal	Saran Validator	Keputusan Peneliti
Alokasi waktu	Merevisi alokasi waktu untuk penilaian sumatif	Saran diterima Alokasi waktu pembelajaran 6 x 35 menit untuk setiap tujuan pembelajaran. Pembelajaran 4 x 35 menit Tes spatial skills 1 x 35 menit Tes penguasaan bahan ajar 1 x 35 menit
Tujuan Pembelajaran	Memperbaiki tujuan pembelajaran	Saran diterima Memperbaiki tujuan pembelajaran
Soal spasial	Soal spasial disesuaikan dengan materi geometri	Saran diterima Perubahan soal pada modul ajar 1, dan disesuaikan dengan materi

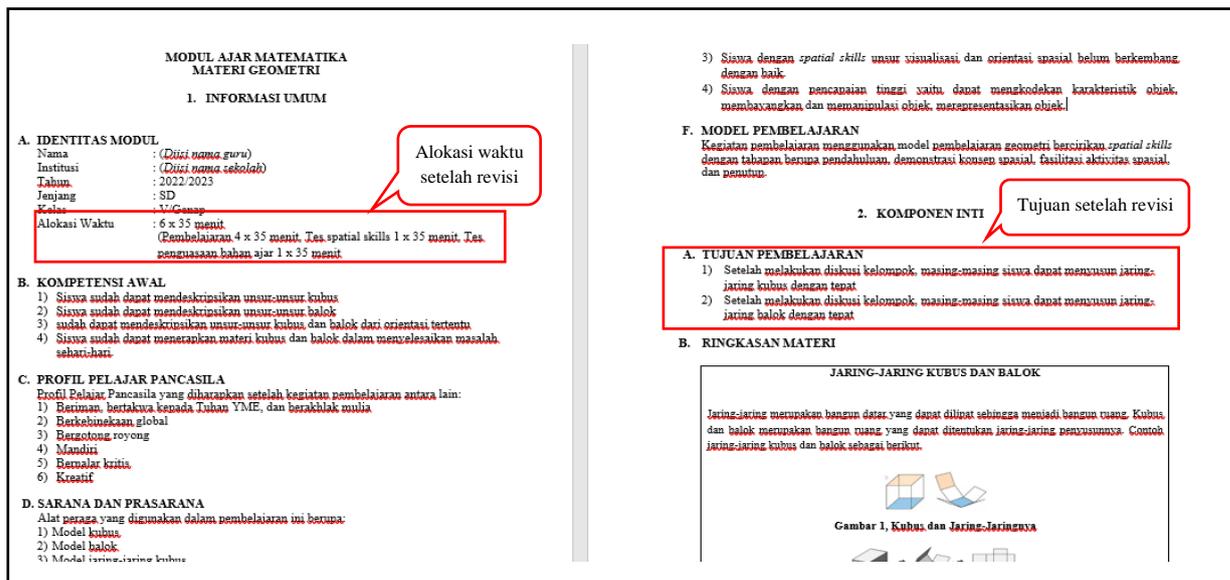
Berdasarkan Tabel 3, validator telah memberikan saran perbaikan terhadap keseluruhan produk pengembangan secara tertulis atau lisan. Saran perbaikan tersebut antara lain: (1) menambahkan rujukan dalam buku model, (2) memperjelas butir aktivitas guru dan butir aktivitas siswa, (3) menambahkan uraian tentang karakteristik model yang dikembangkan pada buku model, (4) menambahkan penjelasan tentang posisi spatial skills pada buku model, (5) merevisi penamaan fase model pembelajaran menjadi pendahuluan, demonstrasi informasi spasial, fasilitasi aktivitas spasial, penutup, (6) merevisi aktivitas guru dari penyajian informasi spasial menjadi demonstrasi informasi spasial melalui alat peraga, (7) memunculkan aktivitas siswa yaitu memunculkan aktivitas pemahaman materi dari objek dimensi dua dan tiga, (8) merevisi alokasi waktu pembelajaran menjadi 6 x 35 menit untuk uji coba 1 dan uji coba 2. Rinciannya sebagai berikut. Pembelajaran 4 x 35 menit. Tes *spatial skills* 1 x 35 menit. Tes penguasaan bahan ajar 1 x 35 menit, (9) merubah tujuan pembelajaran dan disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dalam silabus pembelajaran geometri, (10) merubah soal pada modul ajar 1, dan disesuaikan dengan materi, (11) menambahkan daftar rujukan dalam LKS dan buku guru, (12) menyesuaikan tujuan pembelajaran dalam LKS dan buku guru dengan tujuan pembelajaran dalam modul ajar, (13) merinci kunci jawaban untuk soal yang mengukur *spatial skills*.

Keseluruhan tanggapan dari peneliti terhadap saran validator memberikan makna bahwa validator telah memberikan saran perbaikan dan peneliti telah merespon positif terhadap saran perbaikan dari validator. Artinya bahwa antara peneliti dan validator telah berdiskusi, saling melengkapi dan

meminimalkan kekurangan dari produk pengembangan yang dikembangkan (Sugiyono, 2017). Sajian contoh modul ajar sebelum dan setelah direvisi dapat dilihat dalam Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Produk Modul Ajar Sebelum Direvisi



Gambar 5. Produk Modul Ajar Setelah Direvisi

Implementasi produk modul ajar digunakan dalam menerapkan model pembelajaran imajinatif spasial pada situasi masalah. Dalam tulisan ini, implementasi dicontohkan pada tahap fasilitasi aktivitas spasial. Sesuai dengan kerangka dalam modul ajar, Langkah ini dilakukan dengan mengajak anggota kelompok melakukan kegiatan menyusun tanda pada jaring-jaring kubus dari kubus yang diketahui untuk menumbuhkan *spatial skills* siswa. Fasilitasi aktivitas spasial dimulai dengan tanya jawab antara guru dan siswa. Pedoman tanya jawab tertuang dalam modul ajar.

- Guru : *Anak-anak, dalam diskusi ini, kalian akan menyusun tanda pada jaring-jaring kubus dari kubus yang diketahui. (Model jaring-jaring dan kubus yang diketahui ada di meja masing-masing kelompok).
Ada 3 model jaring-jaring yang disediakan. Tugas kalian nanti menuliskan warna dan kode dan kubus pada jaring-jaring penyusunnya. Lakukan pekerjaan ini dengan baik.*
- Siswa : *Iya bu...* (Siswa mengamati alat peraga di meja kelompok).

Alat peraga yang dipilih berupa kotak berwarna dan berkode angka (seperti Gambar 6). Melalui alat peraga yang diberikan, aktivitas siswa berupa: 1) mengenali karakteristik kubus spesifik (bertanda khusus), 2) membayangkan beberapa pilihan (seperti: membuat jaring-jaring kubus dari kubus spesifik (bertanda khusus), meletakkan tanda spesifik yang sesuai pada jaring-jaring kubus, membayangkan posisi tanda spesifik (bertanda khusus) ketika model jaring-jaringnya berbeda), 3) membuat bayangan dari orientasi yang dimaksud melalui representasi yang sesuai.



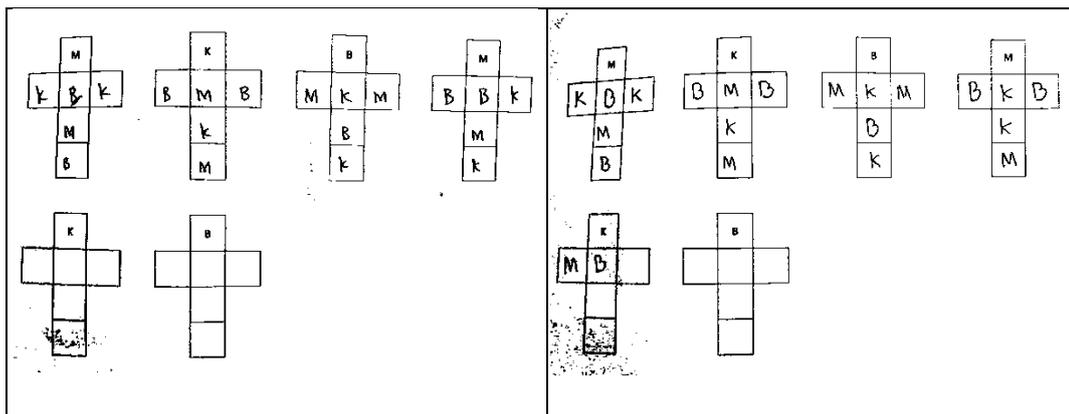
Gambar 6. Kotak Berwarna dan Berkode Angka yang Berbentuk Kubus

Aktivitas membayangkan dan memanipulasi objek spasial dilakukan dengan bantuan guru. Kegiatan dalam aktivitas ini yaitu, (a) siswa dalam kelompok diminta untuk mengamati alat peraga ke-1 dan ke-2 dari berbagai sudut pandang, (b) siswa diminta menunjukkan pasangan sisi yang berhadapan dalam alat peraga ke-1 maupun alat peraga ke-2, (c) siswa diminta berdiskusi dalam kelompok untuk menuliskan kode warna pada jaring-jaring setelah mengamati alat peraga ke-1, (d) siswa berdiskusi dalam kelompok untuk menunjukkan tanda pada jaring-jaring setelah mengamati alat peraga ke-2. Peran guru sebagai informator, fasilitator, mediator dan motivator.

Dalam aktivitasnya, guru memandu siswa untuk melakukan diskusi kelompok.

- Guru : *Anak-anak, ambillah model kubus berwarna dengan sisi yang berhadapan diberi warna sama. Tuliskan warna yang sama pada jaring-jaring pertama.*
- Siswa : *Iya bu...* (Siswa berdiskusi dalam kelompok).

Dalam aktivitasnya, diperoleh bahwa, 2 kelompok berhasil menyusun 4 jaring-jaring dengan warna yang berbeda, dan 3 kelompok berhasil menyusun 3 jaring-jaring dengan warna yang berbeda. Artinya, *skills* orientasi dari 2 kelompok telah bertumbuh dengan baik, dan *skills* orientasi spasial dari 3 kelompok telah bertumbuh. Contoh hasil pekerjaan kelompok dapat dilihat dalam Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Contoh Pekerjaan Kelompok Untuk Kegiatan ke-1, Alat Peraga ke-1

Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan modul ajar yang berkriteria valid. Kevalidan diukur dari penilaian ahli dan praktisi (guru SD) terhadap modul ajar yang telah digunakan. Penilaian ahli menggunakan lembar validasi modul ajar yang telah dianalisis dengan reliabilitas yang sangat tinggi. Implementasi penelitian bahwa modul ajar dapat diterapkan dalam pembelajaran kubus dan balok di kelas V jenjang sekolah dasar. Kelemahan penelitian, modul ajar masih terbatas pada materi kubus dan balok, sehingga perlu modul ajar untuk materi lain.

Daftar Pustaka

- Atit, K., Power, J. R., Veurink, N., Uttal, D. H., Sorby, S., Panther, G., Msall, C., Fiorella, L., & Carr, M. (2020). Examining the Role of Spatial Skills and Mathematics Motivation on Middle School Mathematics Achievement. *International Journal of STEM Education* (pages 13). DOI: 10.1186/s40594-020-00234-3.
- Carbonell-Carrera, C., Jaeger, A.J., Saorín, J. L., Melián, D., & de la Torre-Cantero, J., (2021). Minecraft as a Block Building Approach for Developing Spatial Skills. *Entertainment Computing*, 38(3):100427. DOI: 10.1016/j.entcom.2021.100427.
- Cheng, Y.L., & Mix, K. S., (2014). Spatial Training Improves Children's Mathematics Ability. *Journal of Cognition and Development*, v15, n1, pp. 2-11. DOI: 10.1080/15248372.2012.725186.
- Gagnier, K. M., & Fisher, K. R. (2020). Unpacking the Black Box of Translation: A Framework for Infusing Spatial Thinking Into Curricula. *Cognitive Research: Principles and Implications*, v.5 (5:29). DOI: 10.1016/j.lindif.2014.04.002.
- Harris, Danielle. (2021). Spatial ability, skills, reasoning or thinking: What does it mean for mathematics?. Excellence in Mathematics Education: Foundations and Pathways. *Proceedings of the 43rd annual conference of the Mathematics* pp. 219-226. DOI: 10.4324/9781315623511.
- Hawes, Z., Moss, J., Caswell, B., Naqvi, S., & MacKinnon, S. (2017). Enhancing Children's Spatial and Numerical Skills Through a Dynamic Spatial Approach to Early Geometry Instruction: effects of a 32-week intervention. *Cogn. Instr.* 35, 236–264. DOI: 10.1080/07370008.2017.1323902.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A Dissociation Between Mental Rotation and Perspective-Taking Spatial Abilities. *Intelligence*, Volume 32, Issue 2, Pages 175-191. DOI: 10.1016/j.intell.2003.12.001.
- Izard, J. (2020). Developing *Spatial Skills* With Three-Dimensional Puzzles. *The Arithmetic Teacher*, Volume 37, Issue 6, Pages: 44–47. DOI: /10.5951/AT.37.6.0044.

- Johnson, R. B., & Christensen, L. B. (2004). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Newcombe, N. S & Shipley, T. F. (2015). Thinking About Spatial Thinking: New Typology, New Assessments. *Studying Visual and Spatial Reasoning for Design Creativity*. DOI: arXiv:1011.1669v3.
- Nieveen, N. (1999). *Prototyping to Reach Product Quality*. In J. Van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Ed.), *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Enschede: Kluwer Academic Publishers.
- Parta, I. N. 2017. *Model Pembelajaran Inkuiri: Refleksi Membangun Pertanyaan Penghalusan Pengetahuan Internalisasi Pengetahuan*. Malang: UM Press.
- Plomp, T. (2013). *Educational Design Research: A Introduction Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2010). *Educational Designs Research*. Enshede: Netherlands Institute.
- Pruden, S. M., Levine, S. C., Huttenlocher, J. (2011). Children's spatial thinking: Does talk about the spatial word matter? *Developmental Science*, 14, 1417-1430. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2011.01088.x
- Riggs, K. J., Simpson, A., & Potts, T. (2011). The Development of Visual Short-Term Memory for Multifeatured Items During Middle Childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 802-809. DOI: 10.1016/j.jecp.2010.11.006.
- Rittle-Johnson, B., Zippert, E. L., & Boice, K.L. (2019). The Roles of Patterning and Spatial Skills in Early Mathematics Development. *Early Childhood Research Quarterly*, Volume 46, Pages 166-178. DOI: 10.1016/j.ecresq.2018.03.006
- Subanji., Kusumawati, E., Wardhani, I.S. (2023). Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Dalam Memecahkan Masalah Geometri Ditinjau Dari Prior Knowledge. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*. DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/edumat.v11i2.17141>.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies. *Psychological Bulletin*, Vol. 139, No. 2, 352–402. DOI: 10.1037/a0028446.
- Wai, J, Lubinski D., & Benbow, CP. (2009). Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies It's Importance. *Journal of Education Psychology*, (online), 101(4):817-835. DOI: /10.1037/a0016127
- Wakabayashi, Y, & Ishikawa I. (2011). Spatial Thinking in Geographic Information Science: A Review of Past Studies and Prospects for the Future. *In Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 21, Pages 304-313. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.07.031.
- Wang, L., & Carr, M. (2014). Working Memory and Strategy Use Contribute to Gender Differences in Spatial Ability. *Educational Psychologist*, 49(4), 261–282. DOI: 10.1080/00461520.2014.960568.
- Wardhani, I.S., Nusantara, T., Parta, I.N., Permadi, H., (2023). The Model of Geometry Learning With Spatial Skills Features: Is It Possible?. *Journal of Higher Education Theory & Practice*. Vol. 23 Issue 14, p225-240. 16p. DOI: /10.33423/jhetp.v23i14.6397.
- Wardhani, Indah Setyo. (2023). Identifikasi Karakteristik *Spatial Questions* Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar Pada Materi Geometri. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, Vol.9 No.2, (369-381). <https://doi.org/10.29100/jp2m.v9i2.4746>
- Wardhani, Indah Setyo. (2023). Pengembangan Model Pembelajaran Imajinatif Spasial Untuk

Menumbuhkan *Spatial Skills* siswa sekolah dasar. Disertasi tidak dipublikasikan: Universitas Negeri Malang

Wardhani, Indah Setyo. (2023). Why Orientation Spatial Strategies Are Important In Learning Geometry? The 2nd International Conference on Mathematics Education and Technology (ICOMET). Universitas Islam Malang.

Weber, J. M., Miller, H. E., & Ou, L. (2018). Children's Representation of Five Spatial Terms. *Proceedings of the 40th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1648-1653. DOI: 10.1089/1076280041138243.

Yang, W., Liu, H., Chen, N., Xu, P., & Lin, X. (2020). Is Early Spatial Skills Training Effective? A Meta-Analysis. *Frontier in Psychology*. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01938.