

Profil Kemampuan Spasial dari Siswa SMP Tunarungu di SLB Swasta Kota Yogyakarta

Ni Kadek Dianita

Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Corresponding Author: nikadekdianita@students.unnes.ac.id

Abstrak. Pada SMP tunarungu, salah satu yang mereka pelajari adalah geometri dua dan tiga dimensi. Untuk memaksimalkan pembelajaran geometri, guru harus dapat mengidentifikasi perbedaan tingkatan kemampuan spasial pada setiap siswa. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kemampuan spasial siswa SMP tunarungu dan mengetahui faktor-faktor yang mengakibatkannya. Subjek dari penelitian ini adalah siswa SMP tunarungu swasta di Yogyakarta. Penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Pengumpulan data menggunakan tes, wawancara, dan dokumentasi dengan analisis data berupa triangulasi. Hasil penelitian menunjukkan siswa berkemampuan spasial rendah kebanyakan memiliki kategori rendah pada semua aspek, akan tetapi ada dua siswa yang memiliki kategori sedang pada *spatial perception* dan *mental rotation*. Siswa yang berkemampuan spasial sedang memiliki aspek *spatial perception* yang tergolong tinggi, aspek *mental rotation* yang tergolong sedang, dan kedua aspek yang lain yang rendah. Siswa yang berkemampuan spasial tinggi, seluruh aspeknya cenderung sedang ke tinggi. Aspek yang paling rendah adalah aspek *disembedding*. Aspek *disembedding* merupakan aspek yang paling kurang dikuasai oleh siswa. Aspek *spatial orientation* berada pada aspek dua dari bawah untuk aspek yang dikuasai oleh siswa. Aspek *mental rotation* dan *spatial perception* berada pada tingkat penguasaan yang hampir sama. Kemudian, kemampuan spasial siswa SMP tunarungu dipengaruhi oleh kemampuan matematis, lingkungan, keadaan sosial-ekonomi, serta kegemaran terhadap olahraga dan seni. Selain itu, faktor pengalaman, aktivitas terdahulu, dan keadaan psikologis seseorang mempengaruhi perbedaan kemampuan spasial juga. Penggunaan media pembelajaran tiga dimensi, model pembelajaran yang berfokus pada kegiatan siswa, dan pelatihan kemampuan spasial merupakan cara-cara untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa.

Kata kunci: kemampuan spasial, siswa tunarungu, sekolah menengah pertama.

Abstract. In deaf junior high school, one of the things they learn is two- and three-dimensional geometry. To maximize the learning of geometry, teachers must be able to identify the different levels of spatial ability in each student. This article aims to describe the spatial ability of deaf junior high school students and determine the factors that cause it. The subjects of this study were private deaf junior high school students in Yogyakarta. This research is descriptive qualitative. Collecting data using tests, interviews, and documentation with data analysis in the form of triangulation. The results showed that most of the students with low spatial abilities had low categories in all aspects, but there were two students who had moderate categories on spatial perception and mental rotation. Students with moderate spatial ability have high spatial perception aspects, moderate mental rotation aspects, and the other two aspects low. In students with high spatial ability, all aspects tend to be moderate to high, with the disembedding aspect being the lowest. The disembedding aspect is the aspect that is least mastered by all students. The aspect of spatial orientation is in the second aspect from the bottom for the aspect that is mastered by students. Aspects of mental rotation and spatial perception are at almost the same level of mastery. Then, the spatial ability of deaf junior high school students is influenced by mathematical abilities, environment, socio-economic conditions, and a passion for sports and the arts. In addition, experience factors, previous activities, and a person's psychological state affect differences in spatial abilities as well. The use of three-dimensional learning media, learning models that focus on student activities, and spatial ability training are ways to improve students' spatial abilities

Key words: spatial ability, deaf/ hard of hearing student, junior high school

How to Cite: Dianita, N. K. (2021). Profil Kemampuan Spasial dari Siswa SMP Tunarungu di SLB Swasta Kota Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 2021, 99-106.

PENDAHULUAN

Pada sekolah luar biasa untuk kelas 7 sampai 9 sekolah menengah pertama, salah satu pokok bahasan yang dipelajari adalah geometri, yaitu geometri dua dan tiga dimensi. Materi dua dimensi dalam geometri juga dipelajari oleh semua ABK tidak terkecuali siswa tunarungu di sekolah luar biasa, siswa tunarungu adalah siswa yang memiliki hambatan dalam pendengaran baik permanen maupun tidak. Secara umum, guru, individu tunarungu, dan lainnya sering menggambarkan siswa tunarungu sebagai pembelajar visual (Marschark & Hauser, 2012). Akan tetapi berdasarkan penelitian-penelitian selanjutnya (Marschark, Morison, Lukomski, Borgna, & Convertino, 2013; Marschark *et al.*, 2017, 2015) diketahui bahwa

siswa tunarungu tidak lebih cenderung menjadi pembelajar visual daripada siswa yang mendengar. Siswa tunarungu memiliki kelemahan pada ingatan sekuensial, kecepatan pemrosesan, perhatian, dan beban memori. Sedangkan, mereka memiliki kekuatan pada ingatan bebas, ingatan visuospasial, citra, dan pengkodean ganda (Hamilton, 2011). Kemudian saat pembelajaran, umumnya siswa mengenali bentuk bangun datar dengan cara melihat, guru menunjukkan bermacam-macam bentuk bangun datar dengan menggunakan media bangun geometri dua dan tiga dimensi (Hadi, 2018). Namun, untuk ABK tunarungu mengalami kesulitan dalam pemahaman konsep dibandingkan dengan anak yang mendengar (Hassan & Mohamed, 2019; Husniati, Ketut Budayasa, Juniati, & Lant, 2020). Selain itu, mereka juga mengalami kesulitan dalam melakukan pemecahan

masalah dan pengukuran (Kelly, Lang, & Pagliaro, 2003; Pagliaro & Kritzer, 2013).

Berdasarkan sudut pandang psikologi, geometri merupakan penyajian abstraksi dari pengalaman visual dan spasial, misalnya bidang, pola, pengukuran dan pemetaan (Kartono, 2010). Setiap siswa memiliki kemampuan spasial yang berbeda (Gold *et al.*, 2018; Putri, 2018; Sudatha, Degeng, & Kamdi, 2018; Wahidah, Johar, & Zubainur, 2020), begitu juga dengan tingkat berpikir geometrisnya (Alex & Mammen, 2012; Armah & Kissi, 2019; Astuti, Suryadi, & Turmudi, 2018). Kemampuan spasial adalah salah satu kemampuan yang mempengaruhi seorang dalam kesuksesannya belajar geometri (Riastuti, Mardiyana, & Pramudya, 2017; Unal, Jakubowski, & Corey, 2009; Yuliyardi & Rosjanuardi, 2021). Untuk memaksimalkan pembelajaran geometri, guru harus dapat mengidentifikasi perbedaan tingkatan pada setiap siswa, terutama dalam kemampuan spasial (Haviger & Vojkůvková, 2014; Silalahi, Sinaga, & Minami, 2020). Oleh karena itu, perlu adanya analisis tentang bagaimana kemampuan spasial seseorang untuk membantu guru dalam pembelajaran geometris selanjutnya.

Kemampuan spasial adalah kemampuan untuk menghasilkan, menyimpan, merekonstruksi, dan memanipulasi informasi visual secara mental (Csikos & Kárpáti, 2018; Tam, Wong, & Chan, 2019; Xie, Zhang, Chen, & Xin, 2020; Yurt & Tünkler, 2016). Kemampuan spasial bersinonim dengan kecerdasan spasial, penalaran spasial; penalaran visual-spasial (Goldstein & Naglieri, 2011). Kemampuan ini berkontribusi terhadap kinerja dalam domain sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) bahkan mengendalikan kemampuan verbal dan matematika (Khine, 2016; Lubinski, 2010). Kemampuan spasial juga dipercaya berhubungan dengan kemampuan matematis untuk setiap level pendidikan (Frick, 2019; Geer, Quim, & Ganley, 2019; Mix & Cheng, 2012; Zhang *et al.*, 2017). Kemampuan ini biasanya digunakan saat menyelesaikan tugas sehari-hari seperti merakit furniture, mengedit teks di komputer, tugas pencarian informasi berbasis komputer, penggunaan *spreadsheet*, atau menavigasi dari satu lokasi ke lokasi lain (Atit *et al.*, 2020; Pak, Czaja, Sharit, Rogers, & Fisk, 2008). Para peneliti telah menemukan bahwa keterampilan spasial dapat ditempa dan dapat ditingkatkan melalui pengalaman dan latihan (Uttal *et al.*, 2013). Lebih lanjut, keterampilan spasial memprediksi pembelajaran matematika masa depan siswa (Casey, Lombardi, Pollock, Fineman, & Pezaris, 2017). Oleh karena itu, kemampuan spasial adalah kemampuan yang penting dimiliki oleh setiap orang dalam berbagai jenjang untuk melakukan kegiatan sehari-hari maupun dalam pembelajaran matematika.

Kemampuan spasial adalah kemampuan yang terbangun dari beberapa aspek (Xie *et al.*, 2020). Kebanyakan ahli membagi kemampuan spasial menjadi tiga aspek yaitu *mental rotation*, *spatial orientation*, dan *spatial visualization* (Ramful, Lowrie, & Logan, 2017; Young, Levine, & Mix, 2018). Sedangkan, Lovett dan Schultheis (2021) mengungkapkan aspek kemampuan spasial adalah *perception*, *spatial transformation*, *comparison*, dan *spatial adaptation*. Kemudian, Newcombe & Shipley (2015) menyebutkan aspek kemampuan spasial adalah *disembedding*, *spatial visualization*, *mental rotation*, *spatial perception*, dan *perspective taking*. Selanjutnya, menurut Rahmawati *et al.* (Rahmawati, Dianhar, & Arifin, 2021), aspek kemampuan spasial adalah *visualization*, *spatial orientation*, dan *spatial relation*. Oleh karena itu, aspek kemampuan spasial pada penelitian ini adalah *mental rotation*, *spatial perception*,

spatial orientation, dan *disembedding* (Lovett & Schultheis, 2021; Newcombe & Shipley, 2015; Rahmawati *et al.*, 2021; Ramful *et al.*, 2017; Young *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keadaan lingkungan (Young *et al.*, 2018) dan keadaan fisik (Susilawati, Suryadi, & Dahlan, 2017) mempengaruhi kemampuan spasial seseorang. Akan tetapi pada penelitian lain (Ruan, Georgiou, Song, Li, & Shu, 2018) menunjukkan bahwa lingkungan dan keadaan fisik seseorang tidak mempengaruhi kemampuan spasial mereka. Selanjutnya, penelitian sebelumnya (Ramda & Gunur, 2020) pada siswa tunarungu kelas X menunjukkan bahwa faktor lingkungan maupun keadaan fisik tidak mempengaruhi kemampuan spasial mereka. Kemudian, pada penelitian yang sama menunjukkan bahwa kemampuan spasial mereka sesuai dengan kemampuan kognitifnya. Perbedaan dari kedua pendapat ini menarik untuk diteliti lebih dalam pada siswa tunarungu yang berbeda tingkatan dari penelitian sebelumnya.

Berdasarkan pembahasan di atas, perlu untuk menganalisis kemampuan spasial siswa SMP tunarungu di SLB Swasta Kota Yogyakarta. Selanjutnya, analisis lanjutan dilakukan untuk mendalami faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan spasial mereka. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui gambaran kemampuan spasial siswa SMP tunarungu dan mengetahui faktor-faktor yang mengakibatkannya. Penggambaran kemampuan spasial siswa SMP tunarungu ini bermanfaat untuk menambah sumber untuk para peneliti selanjutnya, selain itu bermanfaat untuk para guru dalam mengambil keputusan untuk penggunaan metode, media, dan kegiatan pembelajaran.

METODE

Jenis penelitian adalah deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilaksanakan di sebuah SLB Swasta di Kota Yogyakarta. Subyek dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas 7, 8, dan 9. Jumlah siswa SMP SLB Swasta di Yogyakarta yang dapat mengikuti penelitian ini adalah 5 siswa dari 8 orang siswa keseluruhan. Semua siswa yang menjadi subjek penelitian ini merupakan siswa tunarungu sedang dan tidak memiliki ketunaan lainnya. Hal ini karena penelitian dilakukan pada saat pandemi Covid-19. Kelima siswa tersebut memberikan respons yang baik terhadap Tes Kemampuan Spasial dan siswa maupun orang tua mereka bersedia untuk melakukan wawancara. Kemudian, wawancara juga dilakukan dengan guru matematika. Sedangkan, dokumentasi yang dianalisis pada penelitian ini adalah dokumen hasil belajar matematika dan rapor siswa secara keseluruhan. Selain itu, penelitian ini tidak membedakan kelas karena seluruh kelas pada jenjang SMP di SLB ini diampu oleh satu orang guru.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes, pedoman wawancara, dan dokumen. Berikut penjelasan masing-masing teknik pengumpulan data yang digunakan: Tes kemampuan spasial, yaitu tes yang digunakan untuk menentukan kemampuan spasial siswa. Tes ini adalah tes pilihan ganda berjumlah 25 soal. Tes ini merupakan hasil pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya (Lovett & Schultheis, 2021; Newcombe & Shipley, 2015; Rahmawati *et al.*, 2021; Ramful *et al.*, 2017; Young *et al.*, 2018). (2) Pedoman wawancara, yaitu pedoman yang digunakan dan berkembang sesuai dengan jawaban dari siswa di tes untuk mendalami hasil tes serta digunakan untuk memastikan kebenaran hasil tes. Hal ini perlu dilakukan karena soal tes berbentuk pilihan ganda dan ada kemungkinan siswa menjawab benar bukan karena kemampuannya tetapi karena kebetulan saja memilih jawaban yang benar (Murphy, 2010). Selain itu,

wawancara digunakan untuk mengurangi kesalahpahaman dari siswa dalam membaca soal. Hal ini dikarenakan ada kemungkinan siswa tunarungu cenderung memiliki kosakata yang lebih sedikit dibandingkan siswa yang lain (Susilo Adi, Unsiah, & Fadhilah, 2017; Swisher, 1989; Volpato, Hilzensauer, Krammer, & Chan, 2018). Wawancara juga dilakukan pada orang tua siswa serta guru matematika untuk memperdalam dan memperjelas data yang dimiliki. Selain itu, dokumen seperti hasil belajar matematika dan rapor siswa.

Berdasarkan dari beberapa penelitian sebelumnya (Lovett & Schultheis, 2021; Newcombe & Shipley, 2015; Rahmawati *et al.*, 2021; Ramful *et al.*, 2017; Young *et al.*, 2018), maka aspek-aspek kemampuan spasial dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Aspek-aspek kemampuan spasial

Aspek	Deskripsi
Mental rotation (MR)	Kemampuan untuk memutar objek 2D atau 3D melalui operasi kognitif.
Spatial perception (SP)	Kemampuan untuk menemukan objek relatif terhadap objek lain atau ke kerangka referensi.
Spatial orientation (SO)	Kemampuan untuk mengubah hubungan antar objek saat satu atau lebih objek bergerak, termasuk dirinya sendiri.
Disembedding (DS)	Kemampuan untuk mengenali ciri-ciri benda, termasuk ukurannya dan susunan bagian-bagiannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis hasil dari para siswa tunarungu kelas 7, 8, dan 9, level kemampuan spasial siswa bermacam-macam. Kategori yang pada penelitian ini menunjukkan bahwa subjek yang memiliki skor akhir total 0 sampai 35 merupakan subjek yang memiliki kemampuan spasial yang rendah. Kemudian, subjek yang memiliki skor akhir 35.5 sampai 65 merupakan subjek yang memiliki kemampuan spasial yang sedang. Sedangkan, subjek yang memiliki skor akhir 65.5 sampai 100 adalah subjek yang memiliki kemampuan spasial yang tinggi. Hasil tes kemampuan spasial adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Kemampuan Spasial Siswa

Subjek	Skor				Jumlah Skor	Skor Total	Kategori Kemampuan Spasial
	MR	SP	SO	DS			
Subjek 1	1,5	5	2	2,5	11	27,5	Rendah
Subjek 2	1	2	3	1	7	17,5	Rendah
Subjek 3	9	7	8	6	31	75	Tinggi
Subjek 4	5	7	4,5	3	19,5	48,8	Sedang
Subjek 5	5	2	4	1	12	30	Rendah

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa Subjek 1, 2, dan 5 memiliki kemampuan spasial yang tergolong rendah. Kemudian, Subjek 4 memiliki kemampuan spasial yang berada pada kategori sedang. Selanjutnya, Subjek 3 memiliki kemampuan spasial yang tergolong tinggi. Pada penelitian ini, aspek *disembedding* yaitu kemampuan untuk mengenali ciri-ciri benda, termasuk ukurannya dan susunan bagian-bagiannya merupakan aspek yang paling kurang dikuasai oleh siswa. Kekurangan ini dikarenakan kurangnya media dimensi tiga

yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran sehingga menghambat pengembangan aspek kemampuan spasial ini. Penelitian sebelumnya (Gelişli, 2007; Ting & Gilmore, 2012; Ulug, Ozden, & Eryilmaz, 2011) menyatakan bahwa sikap dan kepercayaan guru mempengaruhi perkembangan kemampuan siswa, termasuk kemampuan spasial siswa (Burte, Gardony, Hutton, & Taylor, 2020).

Kemudian, aspek *spatial orientation* yaitu kemampuan untuk mengubah hubungan antar objek saat satu atau lebih objek bergerak, termasuk dirinya sendiri berada pada aspek dua dari bawah. Hanya satu siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi (Subjek 3) dengan skor 8, sementara siswa yang lain berada pada kategori yang rendah. Selanjutnya, aspek *mental rotation* yaitu kemampuan untuk memutar objek 2D atau 3D melalui operasi kognitif. Untuk aspek ini, hanya siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi (Subjek 3) mendapatkan skor yang tinggi, yaitu 9. Sedangkan ada dua siswa yang berada pada level sedang dan rendah (Subjek 4 dan 5) sama-sama mendapatkan skor 5. Selanjutnya, *spatial perception* adalah kemampuan untuk menemukan objek relatif terhadap objek lain atau ke kerangka referensi. Untuk aspek ini, siswa yang memiliki kemampuan tinggi (Subjek 3) dan sedang (Subjek 4) keduanya mendapatkan skor yang tinggi yaitu 7. Sedangkan, ada subjek yang memiliki kemampuan rendah (Subjek 1) memiliki skor 5. Oleh karena itu, *disembedding* adalah aspek yang paling rendah penguasaannya bagi siswa SMP tunarungu.

Subjek 1 memiliki kemampuan spasial yang rendah untuk setiap aspek, kecuali aspek *spatial perception*. Aspek *spatial perception* adalah kemampuan untuk menemukan objek relatif terhadap objek lain atau ke kerangka referensi. Subjek 1 menunjukkan mampu untuk membaca peta saat peta tersebut mengarah pada dirinya, akan tetapi saat peta tersebut diputar subjek mengalami kesulitan. Wawancara dengan orang tua menunjukkan bahwa Subjek 1 memang tidak terlalu tertarik dengan lingkungan sekitar. Walaupun begitu, Subjek 1 menunjukkan bahwa dia menyukai olahraga terutama sepak bola. Orang tua dari Subjek 1 menyatakan bahwa mereka jarang menemaninya dalam sehari-hari karena mereka bekerja hingga sore hari. Mereka termasuk orang tergolong dalam kalangan menengah ke bawah. Berdasarkan hasil dari pembelajaran matematika sehari-hari menurut guru bahwa kemampuan matematisnya masih berada dibawah rata-rata.

Sedangkan, Subjek 2 menunjukkan bahwa seluruh aspek kemampuan spasial berada pada kategori yang tergolong rendah. Subjek 2 mengalami kesulitan saat diminta melihat kanan dan kiri mereka, kemudian melakukan kesalahan ketika dipandu untuk mengikuti peta. Bahkan, Subjek 2 belum mengenali peta sebelumnya. Kemudian, kedua subjek sama sekali belum mampu melakukan *disembedding* atau kemampuan untuk mengenali ciri-ciri benda, termasuk ukurannya dan susunan bagian-bagiannya. Subjek ini mengalami kesulitan dalam

membayangkan bentuk tiga dimensi dalam pikiran mereka, misalnya bentuk tiga dimensi geometri seperti kubus, balok, prisma, dan lain sebagainya. Selanjutnya wawancara dengan orang tua Subjek 2 menunjukkan bahwa dia kurang termotivasi dengan pembelajaran ataupun sekolah secara umum. Subjek ini menunjukkan bahwa dia kurang tertarik pada kesenian maupun olahraga. Keluarga Subjek ini tergolong dalam keluarga menengah ke bawah. Subjek ini memiliki kemampuan matematis dibawah rata-rata guru menyatakan bahwa Subjek ini sangat mudah untuk hilang fokus dan secara umum tidak tertarik dengan pembelajaran.

Subjek 3 merupakan subjek yang memiliki kemampuan spasial yang tergolong tinggi. Aspek-aspek kemampuan berpikir pada subjek 3 berada pada kategori yang tinggi, kecuali aspek *disembedding*. Aspek *disembedding* adalah kemampuan untuk mengenali ciri-ciri benda, termasuk ukurannya dan susunan bagian-bagiannya. Subjek ini sudah mampu untuk melakukan konstruksi terhadap bangun tiga dimensi secara mental. Selain itu, subjek ini juga mampu untuk memahami dengan baik saat suatu benda dirotasi. Subjek mampu untuk menentukan jaring-jaring yang tepat dari sebuah bangun tiga dimensi begitu juga sebaliknya. Akan tetapi, subjek masih mengalami kesulitan untuk menentukan bentuk yang terjadi jika suatu bangun dimensi tiga dipotong pada bagian tertentu. Subjek 3 merupakan siswa yang memiliki hobi untuk menggambar dan selalu bersemangat dalam pembelajaran seni. Selain itu, subjek ini juga menyukai pembelajaran olahraga. Wawancara dengan orang tua Subjek 3 menunjukkan bahwa keluarga ini berada pada kalangan menengah ke atas. Orang tua subjek yang selalu memberikan bimbingan dan dorongan dalam belajar baik di rumah maupun di sekolah. Guru juga menyatakan bahwa kemampuan matematis subjek ini berada di atas rata-rata.

Subjek selanjutnya yaitu Subjek 4 memiliki kemampuan spasial yang tergolong sedang. Subjek ini memiliki aspek *spatial perception* pada kategori yang tinggi, sedangkan aspek yang lainnya berada pada kategori sedang atau rendah. Siswa tersebut sudah mampu untuk menemukan objek relatif terhadap objek lain atau ke kerangka referensi dengan sangat baik. Pada aspek *mental rotation*, subjek ini cukup mampu untuk melakukan pemutaran objek 2D melalui operasi kognitif. Akan tetapi, saat subjek ini melakukan pemutaran objek 3D dia sering melakukan kesalahan. Selanjutnya, pada aspek *disembedding*, subjek ini mengalami kesulitan untuk menentukan jaring-jaring dari sebuah benda 3D pada soal saat benda tersebut tidak tegak lurus dengan pandangannya. Subjek 4 menyukai permainan sepak bola (olah raga) yang mempengaruhi kemampuan spasialnya. Selain itu, dia juga menyukai pembelajaran seni. Keluarga subjek ini merupakan keluarga menengah dan orang tua subjek mendukung dalam pembelajaran. Guru menyatakan bahwa subjek ini memiliki kemampuan matematis subjek yang berada di atas rata-rata.

Subjek 5 memiliki kemampuan spasial yang tergolong rendah. Dari keempat aspek yang diujikan, subjek ini memiliki dua aspek yang tergolong sedang yaitu *mental rotation* dan *spatial orientation*. Subjek 5 cukup mampu menentukan berbagai bentuk hasil rotasi secara mental, subjek sudah membayangkan prosesnya di imajinasi mereka. Selain itu, Subjek 5 juga sudah cukup mampu untuk mengobservasi objek-objek dari berbagai perspektif. Akan tetapi, pada aspek kemampuan spasial yang lain yaitu *spatial perception* dan *disembedding*, Subjek 5 masih berada pada kategori yang kurang. Kemudian, subjek ini juga mengalami kesulitan saat diminta untuk melihat bagaimana bentuk dua dimensi yang terbuat dari suatu bentuk

tiga dimensi jika dilihat dari atas. Subjek 5 mengalami kesulitan saat diminta untuk membayangkan bentuk tiga dimensi geometri. Bahkan ketika contoh yang digunakan bukanlah bentuk tiga dimensi geometri subjek juga masih mengalami kesulitan. Subjek juga belum mampu untuk merekonstruksi ulang sebuah bentuk tiga dimensi. Subjek ini menyukai sepak bola dan cukup menyukai seni. Keluarga subjek ini tergolong dalam menengah ke bawah. Selain itu, siswa ini memiliki kemampuan matematis dibawah rata-rata.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa SMP tunarungu dipengaruhi oleh kemampuan matematis, lingkungan, keadaan sosial-ekonomi, serta kesukaan mereka terhadap olahraga dan seni. Siswa yang memiliki kemampuan matematis diatas rata-rata memiliki kemampuan spasial yang baik dibandingkan dengan siswa lain. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya (Shawky, Elbiblawy, & Maresch, 2020) yang menyatakan bahwa siswa yang mengalami kesulitan pada pembelajaran matematika akan memiliki kemampuan spasial yang kurang dibandingkan yang tidak mengalami kesulitan. Kesulitan ini mempengaruhi semua aspek dari kemampuan spasial. Kesulitan ini terjadi karena kemampuan spasial berhubungan dengan beberapa kemampuan matematis itu sendiri (Young *et al.*, 2018). Oleh karena kemampuan spasial yang rendah akan mempengaruhi kemampuan matematis, begitu juga sebaliknya.

Keadaan lingkungan dan ekonomi siswa juga mempengaruhi kemampuan spasial mereka. Hasil ini dikuatkan oleh penelitian sebelumnya (Chao & Liu, 2017; Tosto *et al.*, 2014) yang menunjukkan perbedaan kemampuan spasial dari siswa berdasarkan dari lingkungan mereka. Pengaruh lingkungan dengan perkotaan yang memiliki media yang sudah maju dibandingkan dengan lingkungan pedesaan. Selain itu, faktor golongan ekonomi juga merupakan salah satu hal yang mempengaruhi kemampuan spasial (Carr *et al.*, 2018; Levine, Vasilyeva, Lourenco, Newcombe, & Huttenlocher, 2005). Keluarga menengah ke atas siswa memberikan dukungan pembelajaran, baik di rumah maupun di sekolah. Hal ini mengakibatkan kemampuan spasial mereka sudah mulai berkembang sejak masih kecil. Salah satu dukungan tersebut adalah jenis mainan (Peterson, Weinberger, Uttal, Kolvoord, & Green, 2020; Tanweer, 2018) atau kegiatan (Doyle, Voyer, & Chemey, 2012; Peterson *et al.*, 2020) yang membantu dalam pengembangan kemampuan spasial mereka.

Pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa kegemaran siswa pada olahraga dan seni merupakan faktor yang mempengaruhi kemampuan spasial siswa. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya (Cynthia, Lubis, & Vitriana, 2016; Moreau, Clerc, Mansy-Dannay, & Guemien, 2012) yang menyatakan bahwa orang yang melakukan olahraga akan memiliki kemampuan spasial yang lebih baik dibandingkan yang tidak melakukan olahraga. Selain itu, kegiatan kesenian maupun kegemaran terhadap seni membuat siswa memiliki kemampuan spasial yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang tidak menggemari seni (Haanstra, 1996; Liu, 2007). Siswa yang berkegiatan seni akan sering menggunakan imajinasinya untuk berseni (menggambar, bergerak, dan lain sebagainya) sehingga membantu dalam pengembangan kemampuan spasial mereka. Bahkan, kegemaran terhadap seni tidak hanya mempengaruhi kemampuan spasial tetapi juga pemahaman siswa terhadap pembelajaran geometri (Walker, Winner, Hetland, & Simmons, 2011).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap orang memiliki kemampuan spasial yang berbeda-beda dan tidak bergantung pada maupun kelas mereka ataupun level pendidikan (Atit, Miller, Newcombe, & Uttal, 2018; Marchis, 2017). Akan tetapi, faktor

kemampuan matematis, lingkungan, keadaan sosial-ekonomi, serta kesukaan mereka terhadap olahraga dan seni memberikan pengaruh pada kemampuan spasial siswa. Selain faktor-faktor yang disebutkan sebelumnya, pengalaman (Baenninger & Newcombe, 1989) dan aktivitas (Doyle et al., 2012; Peterson et al., 2020) adalah faktor-faktor lain yang mempengaruhi kemampuan spasial. Dikarenakan kemampuan spasial adalah kemampuan yang *malleable* atau dapat ditingkatkan (Uttal et al., 2013) dan dapat ditingkatkan tanpa melihat umur, gender (Stepankova et al., 2014), baik siswa mendengar atau tidak mendengar (Thom & Hallenbeck, 2021), maka guru perlu untuk memfasilitasi kebutuhan siswa dalam pengembangan kemampuan spasial.

Pada penelitian ini diketahui bahwa guru menggunakan media pada pembelajaran geometri dua dimensi, namun belum menggunakan media pada tiga dimensi. Hal ini mengakibatkan kesulitan siswa dalam membayangkan bentuk-bentuk tiga dimensi kecuali bola. Para siswa mengenal bentuk bola dikarenakan mereka sudah terbiasa dengan bola saat mereka bermain sepak bola. Salah satu cara untuk membantu siswa dalam pengembangan kemampuan spasial adalah menggunakan media pembelajaran (Akayuure, Asiedu-Addo, & Alebna, 2016; Dominguez, Martin-Gutierrez, Gonzalez, & Corredeaguas, 2012; Ha & Fang, 2018). Selain itu, penggunaan media berupa peta akan membantu siswa tidak hanya kemampuan spasialnya namun juga lingkungan sekitarnya. Penggunaan berbagai model pembelajaran (Amaluddin et al., 2019; Noviani, Syahputra, & Murad, 2017; Peng & Sollervall, 2014) dan *training* (Bower et al., 2020; Papakostas, Troussas, Krouska, & Sgouropoulou, 2021; Yang, Liu, Chen, Xu, & Lin, 2020) juga membantu mengembangkan kemampuan spasial siswa. Model pembelajaran yang berfokus kepada siswa melakukan penemuan sendiri akan memberikan pengalaman yang lebih. Pengalaman ini merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Kemudian, pengembangan kemampuan spasial sebaiknya ini dilakukan sejak siswa masih anak-anak karena anak-anak ingin memiliki keingintahuan, mampu, dan membutuhkan pengalaman untuk secara aktif mengembangkan keterampilan spasial mereka (Hawes, Moss, Caswell, Naqvi, & MacKinnon, 2017; Rittle-Johnson, Zippert, & Boice, 2019). Oleh karena itu, guru dan sekolah sebaiknya memfasilitasi para siswa dalam pengembangan kemampuan spasial mereka untuk meningkatkan kualitas pembelajaran mereka.

KESIMPULAN

Ada tiga siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah, satu siswa memiliki kemampuan spasial sedang, dan satu siswa memiliki kemampuan spasial tinggi. Siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah kebanyakan memiliki kategori rendah pada semua aspek, akan tetapi ada dua siswa yang memiliki kategori sedang pada *spatial perception* dan *mental rotation*. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tersebut mampu untuk atau mampu untuk melakukan pemutaran objek 2D dan 3D melalui operasi kognitif. Akan tetapi, pada aspek lain mereka mengalami kesulitan. Selanjutnya, siswa yang berada pada kategori kemampuan spasial sedang memiliki aspek *spatial perception* yang tergolong tinggi, aspek *mental rotation* yang tergolong sedang, dan kedua aspek yang lain yang tergolong rendah. Siswa ini sudah dapat melakukan pemutaran objek dalam imajinasinya dan mampu menemukan objek relatif terhadap objek lain atau ke kerangka referensi. Akan tetapi, untuk aspek *spatial*

orientation dan *disembedding* dia cenderung rendah penguasaannya. Kemudian, untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi memiliki aspek yang cenderung sedang ke tinggi. Aspek yang paling rendah adalah aspek *disembedding*, yaitu kemampuan untuk mengenali ciri-ciri benda, termasuk ukurannya dan susunan bagian-bagiannya.

Aspek *disembedding* yaitu kemampuan untuk mengenali ciri-ciri benda, termasuk ukurannya dan susunan bagian-bagiannya merupakan aspek yang paling kurang dikuasai oleh siswa. Kekurangan ini dikarenakan kurangnya media dimensi tiga yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran sehingga menghambat pengembangan aspek kemampuan spasial ini. Kemudian, aspek *spatial orientation* berada pada aspek dua dari bawah untuk aspek yang dikuasai oleh siswa. Hanya siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi saja memiliki penguasaan aspek kemampuan ini secara cukup, sedangkan untuk siswa yang lain cenderung memiliki penguasaan yang rendah untuk aspek ini. Selanjutnya, aspek *mental rotation* dan *spatial perception* berada pada tingkat penguasaan yang hampir sama. Pada siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi dan sedang, mereka cukup menguasai kedua aspek ini. Untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah, penguasaan aspek kemampuan ini cenderung rendah.

Setiap orang memiliki kemampuan spasial yang berbeda-beda dan tidak bergantung pada kelas maupun level pendidikan. Kemudian, kemampuan spasial siswa SMP tunarungu dipengaruhi oleh kemampuan matematis, lingkungan, keadaan sosial-ekonomi, serta kegemaran mereka terhadap olahraga dan seni. Selain itu, faktor pengalaman, kegiatan pada tahap sebelumnya, lingkungan, dan keadaan psikologis mempengaruhi perbedaan kemampuan spasial setiap siswa. Penggunaan media pembelajaran, model pembelajaran, dan kegiatan merupakan beberapa cara untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Oleh karena itu, guru memiliki peranan yang sangat krusial dalam perkembangan kemampuan spasial siswa terutama pada siswa tunarungu.

REFERENSI

- Akayuure, P., Asiedu-Addo, S. K., & Alebna, V. (2016). Investigating the effect of origami instruction on preservice teachers' spatial ability and geometric knowledge for teaching. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(3), 198–209. <https://doi.org/10.18404/ijemst.78424>
- Alex, J. K., & Mammen, K. J. (2012). A survey of South African grade 10 learners' geometric thinking levels in terms of the van Hiele Theory. *Anthropologist*, 14(2), 123–129. <https://doi.org/10.1080/09720073.2012.11891229>
- Amaluddin, L. O., Rahmat, Surdin, Ramadhan, M. I., Hidayat, D. N., Sejati, A. E., ... Fayanto, S. (2019). The effectiveness of outdoor learning in improving spatial intelligence. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(3), 717–730. <https://doi.org/10.17478/jegys.613987>
- Armah, R. B., & Kissi, P. S. (2019). Use of the van hiele theory in investigating teaching strategies used by college of education geometry tutors. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), 1–13. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103562>
- Astuti, R., Suryadi, D., & Tumudi. (2018). Analysis on geometry skills of junior high school students on the concept congruence based on van Hiele's geometric thinking level. *Journal of Physics: Conference Series*, 1132(1), 12036. Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1132/1/012036>

- Atit, K., Miller, D. I., Newcombe, N. S., & Uttal, D. H. (2018). Teachers' spatial skills across disciplines and education levels: Exploring nationally representative data. *Archives of Scientific Psychology*, 6(1), 130–137. <https://doi.org/10.1037/arc0000041>
- Atit, K., Power, J. R., Veurink, N., Uttal, D. H., Sorby, S., Panther, G., ... Carr, M. (2020). Examining the role of spatial skills and mathematics motivation on middle school mathematics achievement. *International Journal of STEM Education*, 7(38). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00234-3>
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20(5–6), 327–344. <https://doi.org/10.1007/BF00287729>
- Bower, C., Zimmermann, L., Verdine, B., Toub, T. S., Islam, S., Foster, L., ... Golinkoff, R. M. (2020). Piecing together the role of a spatial assembly intervention in preschoolers' spatial and mathematics learning: Influences of gesture, spatial language, and socioeconomic status. *Developmental Psychology*, 56(4), 686–698. <https://doi.org/10.1037/dev0000899>
- Burte, H., Gardony, A. L., Hutton, A., & Taylor, H. A. (2020). Elementary teachers' attitudes and beliefs about spatial thinking and mathematics. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(17). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00221-w>
- Carr, M., Alexeev, N., Wang, L., Bamed, N., Horan, E., & Reed, A. (2018). The development of spatial skills in elementary school students. *Child Development*, 89(2), 446–460. <https://doi.org/10.1111/cdev.12753>
- Casey, B. M., Lombardi, C. M. P., Pollock, A., Fineman, B., & Pezaris, E. (2017). Girls' spatial skills and arithmetic strategies in first grade as predictors of fifth-grade analytical math reasoning. *Journal of Cognition and Development*, 18(5), 530–555. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1363044>
- Chao, J. Y., & Liu, C. H. (2017). A case study on the spatial conceptualization abilities for sixth grade elementary students from urban, suburban and remote schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 1675–1686. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00691a>
- Csikós, C., & Kárpáti, A. (2018). Connections between spatial ability and visual imagery preferences. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15(7), 71–90.
- Cynthia, J., Lubis, L., & Vitriana. (2016). Spatial ability differences in athletes and non-athletes. *Althea Medical Journal*, 3(4), 533–537. <https://doi.org/10.15850/amj.v3n4.935>
- Dominguez, M. G., Martin-Gutierrez, J., Gonzalez, C. R., & Corredeguas, C. M. M. (2012). Methodologies and tools to improve spatial ability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 736–744. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.233>
- Doyle, R. A., Voyer, D., & Chermey, I. D. (2012). The relation between childhood spatial activities and spatial abilities in adulthood. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(2), 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2012.01.002>
- Frick, A. (2019). Spatial transformation abilities and their relation to later mathematics performance. *Psychological Research*, 83(7), 1465–1484. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1008-5>
- Geer, E. A., Quinn, J. M., & Ganley, C. M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology*, 55(3), 637–652. <https://doi.org/10.1037/dev0000649>
- Gelişli, Y. (2007). Effects of teachers' attitudes and behavior on students' attitudes, behavior, and academic success in Turkey. *International Journal of Educational Reform*, 16(1), 96–106. <https://doi.org/10.1177/105678790701600108>
- Gold, A. U., Pendergast, P. M., Ormand, C. J., Budd, D. A., Stempien, J. A., Mueller, K. J., & Kravitz, K. A. (2018). Spatial skills in undergraduate students-Influence of gender, motivation, academic training, and childhood play. *Geosphere*, 14(2), 668–683. <https://doi.org/10.1130/GES01494.1>
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2011). *Encyclopedia of child behavior and development*. Boston, MA: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-79061-9>
- Ha, O., & Fang, N. (2018). Interactive virtual and physical manipulatives for improving students' spatial skills. *Journal of Educational Computing Research*, 55(8), 1088–1110. <https://doi.org/10.1177/0735633117697730>
- Haanstra, F. (1996). Effects of art education on visual-spatial ability and aesthetic perception: A quantitative review. *Studies in Art Education*, 37(4), 197. <https://doi.org/10.2307/1320854>
- Hadi, A. M. (2018). Analisis proses pembelajaran matematika siswa tunarungu dalam memahami bangun datar berdasarkan teori van Hiele di SMPLB Negeri Kota Bima. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika (3th SENATIK)*, 145–155. Semarang: FPMIPATI - Universitas PGRI Semarang.
- Hamilton, H. (2011). Memory skills of deaf learners: Implications and applications. *American Annals of the Deaf*, Vol. 156, pp. 402–423. Gallaudet University Press. <https://doi.org/10.1353/aad.2011.0034>
- Hassan, A. S., & Mohamed, A. H. H. (2019). Mathematical ability of deaf, average-ability hearing, and gifted students: A comparative study. *International Journal of Special Education*, 33(4), 815–827.
- Haviger, J., & Vojtkůvková, I. (2014). The van Hiele geometric thinking levels: Gender and school type differences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 112, 977–981. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1257>
- 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. *Cognition and Instruction*, 35(3), 236–264. <https://doi.org/10.1080/07370008.2017.1323902>
- Husniati, A., Ketut Budayasa, I., Juniati, D., & Lant, L. C. (2020). Analysis of deaf students understanding math concepts in the topic of geometry (rectangle shape): A case study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1213–1229. <https://doi.org/10.17478/JEGYS.780213>
- Kartono. (2010). Hands on activity pada pembelajaran geometri sekolah sebagai asesmen kinerja siswa. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/10.15294/kreano.v1i1.219.g228>
- Kelly, R. R., Lang, H. G., & Pagliaro, C. M. (2003). Mathematics word problem solving for deaf students: A survey of practices in grades 6–12. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8(2), 104–119. <https://doi.org/10.1093/deafed/eng007>
- Khine, M. S. (2016). Spatial cognition: Key to STEM success. In *Visual-spatial ability in STEM education: Transforming research into practice* (pp. 3–8). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0_1
- Levine, S. C., Vasilyeva, M., Lourenco, S. F., Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2005). Socioeconomic status modifies the sex

- difference in spatial skill. *Psychological Science*, *16*(11), 841–845. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01623.x>
- Liu, L. M. (2007). The relationships between creativity, drawing ability, and visual/spatial intelligence: A study of Taiwan's third-grade children. *Asia Pacific Education Review*, *8*(3), 343–352. <https://doi.org/10.1007/BF03026464>
- Lovett, A., & Schultheis, H. (2021). Spatial adaptation: modeling a key spatial ability. *Spatial Cognition and Computation*, *21*(2), 89–113. <https://doi.org/10.1080/13875868.2020.1830994>
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, *49*, 344–351. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.022>
- Marchis, I. (2017). Pre-service primary school teachers' spatial abilities. *Acta Didactica Napocensia*, *10*(2), 123–130. <https://doi.org/10.24193/adn.10.2.10>
- Marschark, M., & Hauser, P. C. (2012). *How deaf children learn: What parents and teachers need to know*. New York: Oxford University Press.
- Marschark, M., Morrison, C., Lukomski, J., Borgna, G., & Convertino, C. (2013). Are deaf students visual learners? *Learning and Individual Differences*, *25*, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.02.006>
- Marschark, M., Paivio, A., Spencer, L. J., Durkin, A., Borgna, G., Convertino, C., & Machmer, E. (2017). Don't assume deaf students are visual learners. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, *29*(1), 153–171. <https://doi.org/10.1007/s10882-016-9494-0>
- Marschark, M., Spencer, L. J., Durkin, A., Borgna, G., Convertino, C., Machmer, E., ... Trani, A. (2015). Understanding language, hearing status, and visual-spatial skills. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *20*(4), 310–330. <https://doi.org/10.1093/deafed/env025>
- Mix, K. S., & Cheng, Y. L. (2012). The relation between space and math: Developmental and educational implications. In J. B. Benson (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 42, pp. 197–243). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394388-0.00006-X>
- Moreau, D., Clerc, J., Mansy-Dannay, A., & Guenien, A. (2012). Enhancing spatial ability through sport practice: Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance. *Journal of Individual Differences*, *33*(2), 83–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000075>
- Newcombe, N. S., & Shipley, T. F. (2015). Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. In Gero J. (Ed.), *Studying Visual and Spatial Reasoning for Design Creativity* (pp. 179–192). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9297-4_10
- Noviani, J., Syahputra, E., & Murad, A. (2017). The effect of Realistic Mathematic Education (RME) in improving primary school students' spatial ability in subtopic two dimensional shape. *Journal of Education and Practice*, *8*(34), 112–126.
- Pagliaro, C. M., & Kritzer, K. L. (2013). The math gap: A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *18*(2), 139–160. <https://doi.org/10.1093/deafed/ens070>
- Pak, R., Czaja, S. J., Sharit, J., Rogers, W. A., & Fisk, A. D. (2008). The role of spatial abilities and age in performance in an auditory computer navigation task. *Computers in Human Behavior*, *24*(6), 3045–3051. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.05.010>
- Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Exploration of augmented reality in spatial abilities training: A systematic literature review for the last decade. *Informatics in Education*, *20*(1), 107–130. <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.06>
- Peng, A., & Sollervall, H. (2014). Primary school students' spatial orientation strategies in an outdoor learning activity supported by mobile technologies. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *2*(4), 246–256.
- Peterson, E. G., Weinberger, A. B., Uttal, D. H., Kolvoord, B., & Green, A. E. (2020). Spatial activity participation in childhood and adolescence: Consistency and relations to spatial thinking in adolescence. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *5*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00239-0>
- Putri, R. O. E. (2018). Spatial skill profile of mathematics pre-service teachers. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, *947*, 12065. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012065>
- Rahmawati, Y., Dianhar, H., & Arifin, F. (2021). Analysing students' spatial abilities in chemistry learning using 3D Virtual Representation. *Education Science*, *11*(185). <https://doi.org/10.3390/educsci11040185>
- Ramda, A. H., & Gunur, B. (2020). Kemampuan spasial siswa tunarungu di sekolah luar biasa pada materi bangun ruang. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, *6*(1), 72–84.
- 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>
- Riastuti, N., Mardiyana, & Pramudya, I. (2017). Analysis of students geometry skills viewed from spatial intelligence. *AIP Conference Proceedings 1913*, 40014. <https://doi.org/10.1063/1.5016658>
- 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*, *46*, 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.03.006>
- Ruan, Y., Georgiou, G., Song, S., Li, Y., & Shu, H. (2018). Does the writing system influence the association between phonological awareness, morphological awareness, and reading? A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, *110*(2), 180–202. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/edu0000216>
- Shawky, A., Elbiblawy, E., & Maresch, G. (2020). Spatial ability differences between students with a math learning disability and their other normal colleagues. *Journal of Humanities and Applied Social Sciences, ahead-of-p*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/jhass-01-2020-0016>
- Silalahi, E. P., Sinaga, B., & Minami, A. (2020). Analysis of student spatial ability based on van hiele theory and mathematical disposition ability based on model realistic mathematics education. *International Journal of Scientific and Technology Research*, *9*(3), 4454–4457.
- Stepankova, H., Lukavsky, J., Buschkuehl, M., Kopecek, M., Ripova, D., & Jaeggi, S. M. (2014). The malleability of working memory and visuospatial skills: A randomized controlled study in older adults. *Developmental Psychology*, *50*(4), 1049–1059. <https://doi.org/10.1037/a0034913>
- Sudatha, I. G. W., Degeng, I. N. S., & Kamdi, W. (2018). The effect of visualization type and student spatial abilities on learning

- achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 551–563. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.551>
- Susilawati, W., Suryadi, D., & Dahlan, J. A. (2017). The Improvement of Mathematical Spatial Visualization Ability of Students through Cognitive Conflict. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(2), 155–166.
- Susilo Adi, S., Unsiyah, F., & Fadhilah, D. (2017). Teaching special students: English lessons for deaf students in Indonesian special junior high schools. *International Journal of Education and Research*, 5(12), 121–136.
- Swisher, M. V. (1989). The language-learning situation of deaf students. *TESOL Quarterly*, 23(2), 239. <https://doi.org/10.2307/3587335>
- Tam, Y. P., Wong, T. T. Y., & Chan, W. W. L. (2019). The relation between spatial skills and mathematical abilities: The mediating role of mental number line representation. *Contemporary Educational Psychology*, 56, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.10.007>
- Tanweer, M. (2018). Spatial ability and childhood toys: A phenomenological enquiry from children's perspective. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 4(12), 122–128. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3406807>
- Thom, J. S., & Hallenbeck, T. (2021). Spatial reasoning in mathematics: A cross-field perspective on deaf and general education research. *Deafness and Education International*, 1–33. <https://doi.org/10.1080/14643154.2020.1857539>
- Ting, C., & Gilmore, L. (2012). Attitudes of preservice teachers towards teaching deaf and ESL students. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(12), 46–56. <https://doi.org/10.14221/ajte.2012v37n12.6>
- Tosto, M. G., Hanscombe, K. B., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Petill, S. A., Dale, P. S., ... Kovas, Y. (2014). Why do spatial abilities predict mathematical performance? *Development Science*, 17(3), 462–470. <https://doi.org/10.1111/desc.12138>
- Ulug, M., Ozden, M. S., & Eryilmaz, A. (2011). The effects of teachers' attitudes on students' personality and performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30, 738–742. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.144>
- Unal, H., Jakubowski, E., & Corey, D. (2009). Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(8), 997–1012. <https://doi.org/10.1080/00207390902912852>
- 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*, 139(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Volpato, L., Hilzensauer, M., Krammer, K., & Chan, M. (2018). Teaching the national written language to deaf students: A new approach. In Miesenberger K. & Kouroupetroglou G. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 10896, pp. 163–171). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94277-3_28
- Wahidah, N. R., Johar, R., & Zubainur, C. M. (2020). The Elpsa framework for the students' spatial reasoning ability in Aceh. *Malikussaleh Journal of Mathematics Learning*, 3(1), 27. <https://doi.org/10.29103/mjml.v3i1.2404>
- Walker, C. M., Winner, E., Hetland, L., & Simmons, S. (2011). *Visual thinking: Art students have an advantage in geometric reasoning*. 2(1), 22–26. <https://doi.org/10.4236/ce.2011.21004>
- Xie, F., Zhang, L., Chen, X., & Xin, Z. (2020). Is spatial ability related to mathematical ability: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 113–155. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09496-y>
- Yang, W., Liu, H., Chen, N., Xu, P., & Lin, X. (2020). Is early spatial skills training effective? A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 11(1938). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01938>
- Young, C. J., Levine, S. C., & Mix, K. S. (2018). The connection between spatial and mathematical ability across development. *Frontiers in Psychology*, 9(755). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00755>
- Yuliardi, R., & Rosjanuardi, R. (2021). Hypothetical learning trajectory in student's spatial abilities to learn geometric transformation. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 6(3), 174–190. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i3.13338>
- Yurt, E., & Tünkler, V. (2016). A study on the spatial abilities of prospective social studies teachers: A mixed method research. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(3), 965–986. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.3.0324>
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M. K., & Numi, J. E. (2017). Knowing, applying, and reasoning about arithmetic: Roles of domain-general and numerical skills in multiple domains of arithmetic learning. *Developmental Psychology*, 53(12), 2304–2318. <https://doi.org/10.1037/dev0000432>