

# Spatial Reasoning of Student With Mathematical Learning Difficulties [Penalaran Spasial Siswa yang Mengalami Mathematical Learning Difficulties]

Alfin Khoiro Amalia<sup>1)</sup>, Mohammad Faizal Amir<sup>\*2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [faizal.amir@umsida.ac.id](mailto:faizal.amir@umsida.ac.id)

**Abstract.** *Spatial reasoning is essential for solving two or three-dimensional oriented problems. Meanwhile, primary school students often experience mathematical learning difficulties (MLD) using spatial reasoning. The research analyzes the spatial reasoning of primary school students who experience MLD. The research method is qualitative, with the research subject being fifth-grade students at one of the primary schools in Sidoarjo. The research instruments used spatial reasoning tests and interview guidelines. The results stated differences in spatial reasoning in students' MLD types. Students who experience visual spatial type MLD have lower spatial reasoning skills because they cannot solve spatial orientation, mental rotation, and spatial visualization problems. Meanwhile, students who experience memory-type MLD have moderate spatial reasoning because they can solve spatial orientation and spatial visualization problems but cannot solve mental rotation problems. The researcher suggested that the subsequent research should intervene in the spatial reasoning of students who experience MLD.*

**Keywords** - *geometry, mathematical learning difficulties, spatial reasoning.*

**Abstrak.** *Spatial reasoning penting untuk memecahkan masalah yang berorientasi dua atau tiga dimensi. Sementara, siswa sekolah dasar seringkali mengalami mathematical learning difficulties (MLD) dalam menggunakan spatial reasoning. Penelitian bertujuan untuk menganalisis spatial reasoning siswa primary school yang mengalami MLD. Metode penelitian berjenis kualitatif dengan subjek penelitian siswa kelas lima pada salah satu primary school di Sidoarjo. Instrumen penelitian menggunakan spatial reasoning test dan pedoman wawancara. Hasil penelitian menyatakan bahwa terdapat perbedaan spatial reasoning terhadap perbedaan tipe MLD siswa. Siswa yang mengalami MLD tipe visual spatial memiliki spatial reasoning lebih rendah karena tidak dapat menyelesaikan masalah spatial orientation, mental rotation and, spatial visualization. Sementara, siswa yang mengalami MLD tipe memory memiliki spatial reasoning sedang karena dapat menyelesaikan masalah spatial orientation dan spatial visualization tetapi tidak mampu menyelesaikan masalah mental rotation. Peneliti menyarankan bahwa penelitian berikutnya perlu intervention spatial reasoning siswa yang mengalami MLD.*

**Kata Kunci** - *geometry, mathematical learning difficulties, penalaran spasial*

## I. PENDAHULUAN

Spatial reasoning berperan penting untuk memecahkan masalah yang melibatkan two-dimensional (2-D) or three-dimensional (3-D) dalam pembelajaran geometri [1]–[4]. Selain geometri, spatial reasoning juga diperlukan pada beberapa domain, di dalam domain geometri [2] atau di luar domain geometri, misal aljabar [5]. Disamping itu, spatial reasoning telah dikonfirmasi dapat digunakan untuk memprediksi pencapaian matematika siswa [5]–[7].

Para peneliti menyebutkan terdapat spatial reasoning siswa di Indonesia yang rendah atau tidak memadai [8]–[13]. Selain itu, siswa pada umumnya belum memiliki pengalaman menyelesaikan masalah yang berbasis penalaran spasial [14]. Rendahnya penalaran spasial ini diakibatkan oleh kesulitan siswa dalam belajar untuk memvisualisasikan objek 2-D or 3-D [15]. Kesulitan spatial reasoning siswa ini juga dikarenakan spatial reasoning jarang diajarkan secara eksplisit di sekolah-sekolah [16], [17].

Kesulitan belajar siswa dalam pembelajaran matematis disebut sebagai mathematical learning difficulties (MLD) [18]. MLD digunakan secara luas untuk menggambarkan berbagai macam kesulitan dalam matematis. Siswa yang mengalami MLD memiliki gangguan fungsi kognitif [19]–[21], defisit ketrampilan matematis [22], dan kesulitan yang dialami siswa dalam konsep dan prosedur matematika yang ditunjukkan dengan rendahnya prestasi atau kinerja yang rendah dalam matematika [23], [24].

Sementara spatial reasoning dengan MLD memiliki hubungan. Hubungan ini dapat dilihat dari tingkat penalaran spasial siswa yang berpengaruh terhadap kesulitan matematika, khususnya siswa yang mengalami MLD [21]. Spatial reasoning merupakan salah satu komponen penilaian MLD [20]. Spatial reasoning memiliki hubungan yang signifikan terhadap siswa yang mengalami MLD [21], [25], [26]. Selain itu, spatial visualization terjadi defisit dalam sistem numerik pada anak MLD [26]. Siswa MLD akan

mengalami spatial reasoning yang terbatas, terutama visualization dan mental rotation [25]. Siswa yang mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan dan menganalisis geometris dalam visualisasi gerak kaku seperti rotasi akan digolongkan pada MLD tipe visual spatial [27].

Beberapa penelitian mengenai spatial reasoning dengan meninjau MLD pernah dilakukan. Peneliti lain menunjukkan bahwa adanya perbandingan antara siswa MLD dengan perkembangan tipikal (TD) [21]. Siswa MLD melakukan tugas spatial reasoning yang lebih sulit dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan tugas mental rotation, spatial visualization, dan spatial orientation. Peneliti lain menyarankan defisit spasial pada anak MLD [22], [28] dan defisit sistem numerik pada spatial visualization [26]. Studi empiris menyatakan bahwa ada perbandingan kapasitas memori kerja antara siswa MLD dan tanpa MLD yang melaporkan adanya kekurangan pada memori kerja visuospasial tetapi tidak pada memori kerja verbal pada siswa-siswa dengan MLD [29]. Selain itu, siswa yang mengalami MLD memiliki kesulitan pada penyelesaian masalah mental rotation [30]. Gangguan pada serangkaian keterampilan kognitif yang sama, termasuk keterampilan bahasa, spatial, dan berhitung, ditemukan mendasari MLD [31].

Penelitian-penelitian yang ada belum berfokus untuk mengungkap spatial reasoning siswa berdasarkan komponen-komponen oleh Ramful yaitu spatial orientation, mental rotation dan visualization spatial [4]. Komponen-komponen ini menyajikan informasi mendetail tentang tinjauan spatial reasoning. Dengan demikian, diharapkan dengan mengungkap penalaran spasial dalam hal spatial orientation, mental rotation dan visualization spatial pada siswa yang mengalami MLD dapat memberikan informasi mengenai terhambatnya penalaran spasial pada siswa MLD. Oleh karena itu, penelitian ini dapat berkontribusi sebagai pemberian informasi dan gagasan mengenai lemahnya spatial reasoning bagi siswa MLD. Sehingga diharapkan pula hasil penelitian berimplikasi terhadap pemberian saran yang tepat agar spatial reasoning siswa yang mengalami MLD dapat lebih meningkat.

## II. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif dengan pendekatan *case study*. Case study adalah pendekatan yang memfokuskan eksplorasi “sistem terbatas” (bounded system) atas satu kasus khusus atau sebagian kasus secara terperinci melalui penggalian data secara mendalam. Beragam sumber informasi yang kaya akan konteks dilakukan untuk penggalian data [32]. Kasus yang dieksplorasi adalah spatial reasoning siswa yang mengalami MLD.

Penelitian dilakukan dengan melibatkan 21 siswa kelas lima primary school di SD Lemahputro 1 Sidoarjo. Penentuan subjek penelitian dilakukan secara purposive, yaitu dengan cara mengelompokkan tipe MLD siswa ke dalam memory dan visual spatial. MLD tipe memory adalah kumpulan siswa yang membutuhkan waktu lama dalam menyelesaikan masalah. MLD tipe visual spatial adalah kumpulan siswa yang mengalami kesulitan dalam membayangkan, mengingat, ataupun berpikir suatu objek visual pada penyelesaian masalah spatial reasoning. Dalam penelitian ini, masing-masing dipilih satu siswa yang mewakili tipe MLD memory dan visual spatial.

Teknik pengumpulan data menggunakan tes tertulis dan wawancara semi terstruktur. Tes terdiri dari spatial reasoning test dan MLD test. Spatial reasoning test digunakan untuk mengetahui spatial reasoning siswa. MLD test digunakan untuk mengkategorikan siswa MLD. Kemudian, dilakukan wawancara untuk menggali lebih dalam komponen spatial reasoning, yaitu dalam hal spatial orientation, mental rotation, dan spatial visualization

### *Spatial Reasoning Test*

Spatial reasoning test terdiri dari tiga masalah (see Figure 1), test ini mencakup komponen-komponen spatial orientation, mental rotation, dan spatial visualization yang diadaptasi dari Ramful [4]. Masalah pertama mewakili komponen spatial visualization, yaitu mengenai penentuan wujud dari suatu bangun ruang jika dilihat dari arah yang berbeda. masalah kedua mewakili komponen mental rotation, yaitu mengenai perotasian suatu objek 3-D, dan masalah ketiga mewakili komponen spatial orientation, yaitu mengenai pembayangan sebuah jaring-jaring menjadi kubus yang sisinya saling berhadapan.



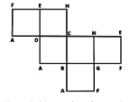
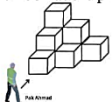

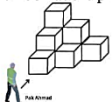

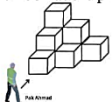

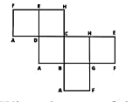
<p>1. Perhatikan gambar dibawah ini !</p>  <p>Pak ahmad sedang mengecek suatu tumpukan kardus didalam gudang. Kardus tersebut berukuran 30cm x 30cm. Gambarkan bentuk tumpukan kardus tersebut bila di lihat dari sisi belakang dan sisi kiri!</p> <p>(a) <b>Orientasi Spasial</b></p>	<p>2. Gambar dibawah ini menunjukkan gambar sebuah kubus.</p>  <p>gambarlah sebuah bentuk versi rotasi dari bentuk yang sama dengan bentuk di atas !</p> <p>(b) <b>Rotasi Mental</b></p>	<p><b>Translation</b></p>			
<p>3. Perhatikan jaring-jaring dibawah ini !</p>  <p>Apabila jaring-jaring bangun diatas dilipat atau dipasang hingga membentuk bangun ruang. Sisi ABGF sebagai alas. Tentukan sisi ADEF yang berhadapan dengan sisi lainnya!</p> <p>(c) <b>Visualisasi Spasial</b></p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="809 268 1085 560"> <p>1. Look at the picture below!</p>  <p>Mr. Ahmad is checking a stack of cardboard boxes in the warehouse. The cardboard measures 30cm x 30cm. Describe the shape of the stack when viewed from seen from the back side and the left side !</p> <p>(a) <b>Spatial Orientation</b></p> </td> <td data-bbox="1085 268 1355 560"> <p>2. The picture below shows a picture of a cube.</p>  <p>draw a rotational version of the same shape with the shape above!</p> <p>(b) <b>Mental Rotation</b></p> </td> </tr> </table>			<p>1. Look at the picture below!</p>  <p>Mr. Ahmad is checking a stack of cardboard boxes in the warehouse. The cardboard measures 30cm x 30cm. Describe the shape of the stack when viewed from seen from the back side and the left side !</p> <p>(a) <b>Spatial Orientation</b></p>	<p>2. The picture below shows a picture of a cube.</p>  <p>draw a rotational version of the same shape with the shape above!</p> <p>(b) <b>Mental Rotation</b></p>
<p>1. Look at the picture below!</p>  <p>Mr. Ahmad is checking a stack of cardboard boxes in the warehouse. The cardboard measures 30cm x 30cm. Describe the shape of the stack when viewed from seen from the back side and the left side !</p> <p>(a) <b>Spatial Orientation</b></p>	<p>2. The picture below shows a picture of a cube.</p>  <p>draw a rotational version of the same shape with the shape above!</p> <p>(b) <b>Mental Rotation</b></p>				
<p>3. Take a look at the net below this!</p>  <p>When the nets of the shapes above are folded or fitted to form a space. Side ABGF as the base. Find the side of ADEF that faces the other side!</p> <p>(c) <b>Spatial Visualization</b></p>					

Figure 1. Masalah-masalah pada spasial reasoning test

**MLD Test**

Tes MLD merupakan instrument untuk mengukur kesulitan belajar siswa pada sifat-sifat geometri. Tes ini terdiri dari 6 item, yaitu recognition and construction of net, manipulation of 3-D shapes representation modes, structuring 3-D arrays of cubes, recognition of 3-D shapes properties, calculation of the volume, and comparison of 3-D shapes properties yang diadaptasi dari Pittalis and Christou (2010). Penentuan siswa yang mengalami MLD difokuskan pada dua tipe MLD menurut [20], yaitu memory dan visual spasial.

Analisis data menggunakan teknik data deskriptif kualitatif yang terdiri dari reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan [34]. Reduksi data dilakukan dengan menghilangkan data yang tidak sesuai dengan spasial reasoning siswa. Penyajian data dilakukan dengan menampilkan aktivitas spasial reasoning pada setiap tipe MLD siswa. Kesimpulan diambil dengan mengklasifikasikan perbedaan penyelesaian masalah siswa MLD pada setiap komponen spasial reasoning.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

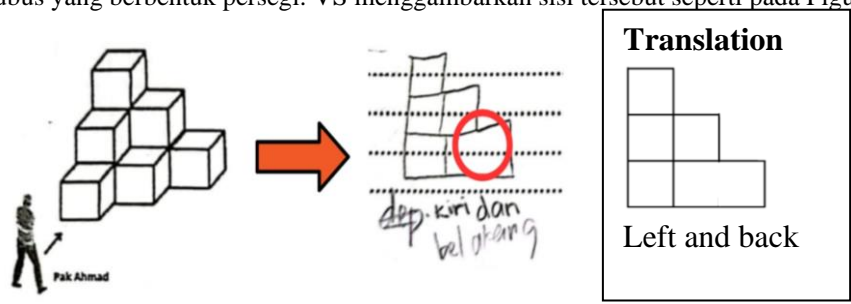
Pada bagian ini diuraikan penalaran spasial terhadap dua siswa yang mengalami MLD. VS merupakan siswa yang mengalami MLD tipe visual spasial, sementara ME merupakan siswa yang mengalami MLD tipe memory. Selanjutnya, penalaran spasial VS dan ME dianalisis komponen-komponen spasial orientation, mental rotation and spatial visualization

**A. SiswaTipe Visual Spasial**

Siswa dengan MLD tipe visual spasial adalah siswa yang mengalami kesulitan memahami, membayangkan, mengingat, ataupun berpikir dalam bentuk visual seperti VS. VS tidak mampu menyelesaikan ketiga komponen spasial reasoning, yaitu spatial orientation, mental rotation and spatial visualization

*Spatial Orientation*

VS mengilustrasikan gambar tumpukan kardus berbentuk bangun kubus. Bangun kubus tersebut ditumpuk beberapa barisan yaitu barisan pertama berisi dua bangun kubus, barisan kedua berisi dua bangun kubus dan barisan ketiga berisi satu bangun kubus. Jika dilihat dari arah kiri dan belakang akan membentuk sisi-sisi kubus yang berbentuk persegi. VS menggambarkan sisi tersebut seperti pada Figure 2

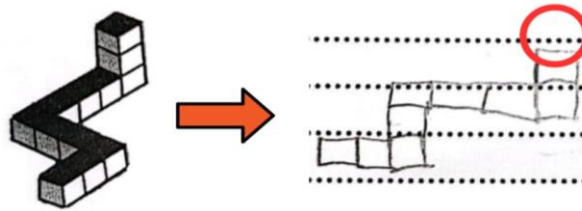


**Figure 2.** VS melihat suatu objek dari prespektif yang berbeda

Pada menyelesaikan masalah orientasi spasial, VS cenderung memiliki imajinasi yang sedang. VS mengakui bahwa ia bingung mencari jawaban OS, namun VS hampir benar dalam menggambarkan sebuah objek dari berbagai sudut pandang (lihat Gambar 2). VS mengatakan bahwa ia belum pernah menyelesaikan soal orientasi spasial. VS membaca sekilas dan kemudian mengidentifikasi informasi pemecahan masalah, seperti menggambar sisi tumpukan kardus dilihat dari sisi depan dan kanan. VS menggambar sisi tumpukan kardus, namun masih ada sisi yang belum digambar dalam menyelesaikan masalah orientasi spasial.

#### *Mental Rotation*

VS kesulitan membayangkan suatu objek yang dilihat dari satu perspektif, akan terlihat jika objek diputar dalam ruang ke orientasi baru dan dilihat dari perspektif baru. VS memiliki kesulitan menentukan perubahan yang terjadi dalam bentuk yang dirotasikan beberapa kali, baik perubahan dalam bentuk maupun posisi sebagai hasil. VS memperlihatkan hasil jawaban bahwa siswa masih tidak mampu melakukannya setelah beberapa kali. Sebagaimana disajikan pada Figure 3.

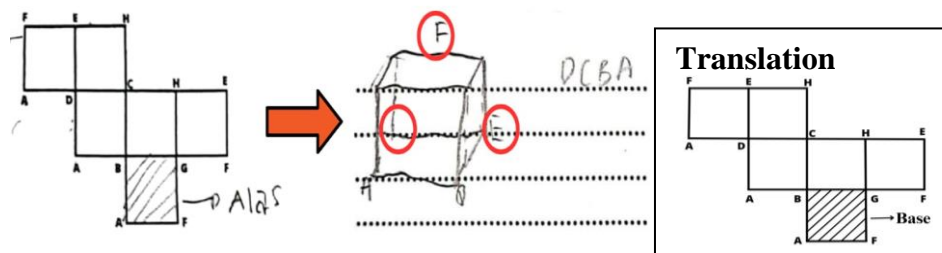


**Figure 3.** VS menggambar objek yang sudah dirotasikan

#### *Spatial Visualization*

VS menggambar sebuah kubus dan mengetahui bahwa semua kubus adalah balok. VS mengarsir sisi AFGH pada soal yang diberikan tetapi diminta untuk menggambarinya dan masih kesulitan. VS merepresentasikan sebuah sisi dengan titik sudut AB dan E. Namun, VS mengosongkan titik yang sejajar dengan titik sudut E. Sisi AFGH adalah sisi alas bangun. Kemudian, sisi yang berhadapan dengan sisi ADEF adalah sisi DCBA.

VS mengalami kesulitan dalam membayangkan objek pada Gambar 4. VS menyelesaikan soal dengan menebak terlebih dahulu kemudian mengecek kebenarannya. VS kesulitan membayangkan bagaimana jaring-jaring kubus dapat dibentuk menjadi kubus. Kesulitan ini mengakibatkan VS tidak memiliki dasar yang kuat untuk menyelesaikan masalah karena ada gambaran visual bagaimana sisi-sisi kubus saling berhadapan. VS tidak dapat menghasilkan gambaran mental dalam pikirannya atau menggambarkan proses yang dilalui VS dengan jelas.



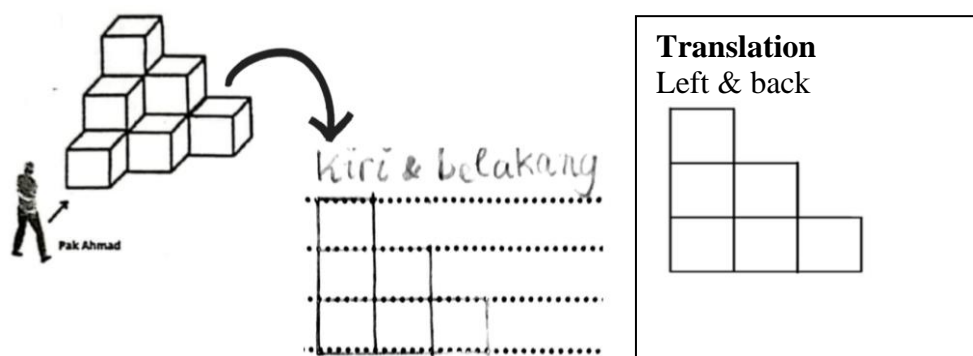
**Figure 4.** VS Memvisualisasikan Suatu Jaring-jaring Bangun Ruang

## **B. Siswa Tipe Memory**

ME merupakan siswa yang membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikan masalah pada setiap komponen spatial reasoning. Namun, ME mampu menyelesaikan masalah dengan dua komponen spatial reasoning, yaitu spatial orientation dan spatial visualization tetapi tidak mampu menyelesaikan masalah mental rotation, dibandingkan siswa MLD tipe visual spasial

#### *Spatial Orientation*

Tumpukan kardus berbentuk bangun kubus. Tumpukan bangun kubus dalam bentuk 3-D dilihat dari sisi kiri dan belakang. Kemudian sisi kubus dari prespektif kiri dan belakang memiliki gambar yang sama, yaitu berbentuk persegi yang memiliki tiga tingkatan. Tingkatan pertama terdapat 3 persegi, tingkatan kedua terdapat 2 persegi, dan tingkatan ketiga terdapat 1 persegi Sebagaimana disajikan pada Figure 5.

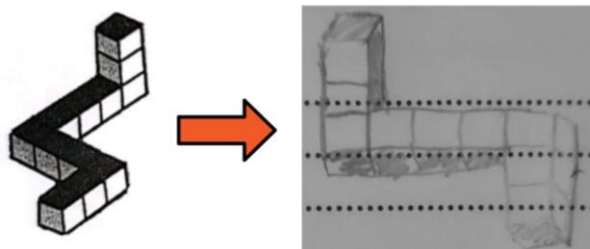


**Figure 5.** Proses Mengamati Posisi Tumpukan Kardus yang Ada Pada Masalah OS

ME menyimpulkan bahwa jawaban yang tepat seperti pada Figure 5. ME mampu menyelesaikan masalah orientasi mental meskipun menyelesaikannya membutuhkan waktu lama. ME mampu mengamati posisi objek dari prespektif yang berbeda serta hubungan spasial antara objek. Hal ini, ME mampu mengingat dimana suatu objek yang berhubungan dengan objek lain Misalnya ME mengorientasikan suatu bangun. ME mengamati dari sisi depan lalu menggambar seperti yang diminta pada masalah sedangkan sisi kanan tinggal membayangkan sisi belakang tumpukan kardus tersebut seperti apa, lalu digambar sisi kiri tersebut

#### *Mental Rotation*

ME sulit menerima informasi baru dan tidak bisa mengikuti instruksi masalah tersebut karena materi ini belum dipelajari oleh ME. ME memutar objek yang ada di kertas berulang kali dan tetap tidak bisa memecahkan permasalahan yang benar. ME kesulitan dalam memahami masalah yang diberikan. Selain itu, ME kesulitan menentukan perubahan setelah dirotasikan beberapa kali, baik perubahan dalam bentuk maupun posisi seperti Figure 6. Kemampuan menyelesaikan masalah mengenai rotasi bangun ruang dikarenakan merasa sulit melihat bangun ruang yang telah dimanipulasi objeknya.



**Figure 6.** ME Solves The Problem of Mental Rotation

#### *Spatial Visualization*

ME dapat memanipulasi objek dengan melipat jaring-jaring kubus, kemudian memvisualisasikan kubus 3-D ke dalam pikirannya. ME memberikan huruf pada setiap sisi kubus. Kemudian menentukan sisi ABGF sebagai sisi alas dan sisi DEHC sebagai sisi tutup. Disini dapat terlihat ME mampu mengubah bentuk 2-D menjadi bangun 3-D pada penyelesaian masalah spatial visualization. Dengan menggunakan visualisasi 3-D yang diperoleh, ME dapat menentukan sisi yang sejajar dengan sisi AEDF adalah sisi BHCG seperti yang ditunjukkan pada Figure 7.

ME dapat menjelaskan dengan rinci proses apa yang sudah dilakukannya dalam menyelesaikan penalaran spasial. Pada masalah visualisasi spasial ME mencoba menjelaskan apa yang dipikirkannya dengan detail dan dilengkapi dengan ilustrasi penyelesaian masalah di selembar kertas saat menjelaskan kepada pewawancara. ME mengkomunikasikan alasannya kepada pewawancara dengan baik dan jelas. Disamping itu, ME tidak mengalami kendala dalam menyelesaikan permasalahan visualisasi spasial.

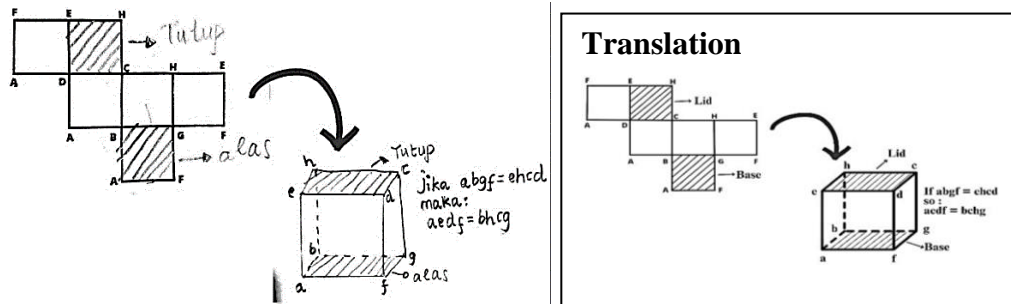


Figure 7. ME Visualize Cube Nets Into 3-D Objects

Berdasarkan penjelasan di atas, siswa MLD tipe *memory* membuat keputusan tampaknya belum meyakinkan. Selain itu, siswa tipe memori mengalami kesulitan dalam menyimpan informasi yang diperlukan untuk mengikuti instruksi dan menyelesaikan masalah yang ada di masalah rotasi mental. Namun, ME mampu memanipulasi yang telah dilakukan sepanjang perjalanan masalah untuk menyelesaikan masalah secara akurat. Sebuah objek secara visual berakibat pada penurunan kinerja pada tugas spasial lain seperti mental rotation

## DISCUSSION

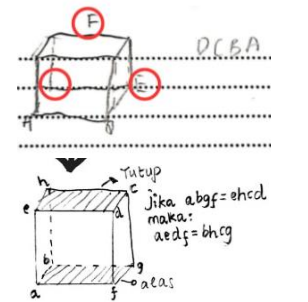
Sintesis klasifikasi spasial reasoning siswa MLD disajikan pada Tabel 3. Penyelesaian masalah siswa MLD terdiri atas objek pada tingkatan pertama tidak lengkap, obyek diorientasikan dengan sempurna, menghilangkan satu persegi pada gambar, mengasir bayangan objek yang dirotasikan, kesalahan dalam pemberian sisi di bagian alas, memanipulasi bangun dengan melipat jaring-jaring kubus menjadi 3-D. Selain itu, penyelesaian masalah spasial; reasoning yang dihasilkan oleh siswa MLD tipe visual spasial dan tipe memory dibahas dibagian ini.

Table 1. Penyelesaian masalah komponen spasial reasoning yang dihasilkan oleh siswa MLD

Komponen penalaran spasial	Contoh Penalaran Spasial
<p><b>Spatial Orientation</b></p> <p><b>Type visual spatial:</b> Bangun kubus tersebut ditumpuk beberapa barisan yaitu barisan pertama berisi dua bangun kubus, barisan kedua berisi dua bangun kubus dan barisan ketiga berisi satu bangun kubus.</p> <p><b>Type memory:</b> Tumpukan bangun kubus dalam bentuk 3-D dilihat dari sisi kiri dan belakang. Kemudian sisi kubus digambar berbentuk persegi yang memiliki tiga tingkat. Tingkatan pertama terdapat 3 persegi, tingkatan kedua terdapat 2 persegi, dan tingkatan ketiga terdapat 1 persegi</p>	
<p><b>Mental Rotation</b></p> <p><b>Type visual spatial:</b> Menggambar bangun ruang dalam 2-D setelah dirotasikan tetapi ada satu persegi yang belum digambar</p> <p><b>Type memory:</b> Mengidentifikasi posisi suatu obyek yang dirotasikan searah jarum jam</p>	
<p><b>Spatial Visualization</b></p> <p><b>Type visual spatial:</b> Terdapat kesalahan dalam pemberian sisi di bagian alas. Sehingga VS tidak mampu membayangkan sisi yang berhadapan dengan sisiw AEDF.</p>	



**Tipe memory:** Bangun 2-D dimanipulasi bangun dengan melipat jaring-jaring kubus, kemudian memvisualisasikan menjadi 3D. ME menjelaskan secara detail dan di lengkapi dengan ilustrasi pemecahan masalah.



Siswa yang mengalami MLD tipe visual spatial akan mengalami kesulitan memahami, membayangkan, mengingat, ataupun berpikir dalam bentuk visual. Hal ini sejalan dengan chinn menyatakan bahwa siswa MLD tipe visual spatial akan kesulitan dalam menafsirkan spatial reasoning dari representasi objek matematika dan memvisualisasikan dan menganalisis suatu objek pada geometri [18]. Selain itu, Hubungan antara MLD tipe visual spatial dan spatial reasoning yang kami temukan konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa siswa MLD tipe visual spatial akan kesulitan dalam memvisualisasikan dan menganalisis geometris dalam visualisasi tertentu gerakan kaku seperti rotasi [27]. Siswa MLD memiliki kapasitas memori kerja yang mengalami kekurangan pada memori kerja visuo spatial [29].

Pada siswa MLD tipe memory memiliki masalah dengan memori kerja yaitu lama untuk memikirkan suatu permasalahan mengenai spatial reasoning tetapi mampu menyelesaikan permasalahan tersebut, kecuali mental rotation. Working memory digunakan untuk memilih verbal daripada informasi spasial sebagai relevan [35]. Memory (working memory), dan semantic memory lebih menekankan kesulitan dalam memahami dan mempelajari angka [20].

Spatial reasoning jarang diajarkan secara eksplisit di sekolah sehingga para peneliti menemukan sebuah metode untuk mengajarkan konsep spasial secara eksplisit, termasuk bekerja sama dengan guru kelas untuk membuat intervensi spasial [16], [17]. Studi penelitian menghasilkan program pelatihan untuk mengatasi spatial reasoning yang rendah. Sebagai contoh, Lowrie mendefinisikan tiga aspek spatial reasoning, yaitu mental rotation, spatial orientation mencakup pengambilan perspektif, dan spatial visualization mencakup membayangkan transformasi spasial yang kompleks, seperti melipat kertas menjadi bentuk tiga dimensi [17]. Selain itu, membuat dan menerapkan program intervention spatial reasoning untuk siswa kelas lima dan enam selama sepuluh minggu. Program berlangsung selama dua puluh jam dan berfokus pada kemampuan spatial visualization, spatial orientation, dan mental rotation. Untuk memperluas penelitian ke rentang usia yang lebih luas, Lowrie menerapkan dan mengevaluasi program intervention pelatihan spasial untuk siswa di kelas tiga dan empat [36].

#### IV. SIMPULAN

Hasil penelitian disimpulkan bahwa terdapat perbedaan spatial reasoning siswa terhadap perbedaan tipe MLD siswa. Tidak semua siswa tipe MLD mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah spatial reasoning. MLD tipe visual spatial siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah spatial orientation, mental rotation and, spatial visualization. MLD tipe memory siswa mengalami kesulitan pada penyelesaian masalah mental rotation. Siswa MLD tipe visual spatial mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan suatu objek sedangkan siswa MLD tipe memory lama menerima informasi dan lama mengambil keputusan atau jawaban tetapi siswa tersebut dapat menyelesaikan permasalahan spatial reasoning, kecuali mental rotation. Peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya yang mengarah pada ketersediaan program intervention spasial secara khusus terhadap siswa yang mengalami MLD.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah mengizinkan kami untuk melakukan penelitian..

#### REFERENSI

- [1] M. S. Khine, *Visual-spatial ability in STEM education*. 2017.
- [2] T. Fujita, Y. Kondo, H. Kumakura, S. Kunimune, and K. Jones, "Spatial reasoning skills

- about 2D representations of 3D geometrical shapes in grades 4 to 9,” *Math. Educ. Res. J.*, vol. 32, no. 2, pp. 235–255, 2020, doi: 10.1007/s13394-020-00335-w.
- [3] G. Pavlovicova and V. Svecova, “The development of spatial skills through discovering in the geometrical education at primary school,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 186, pp. 990–997, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.189.
- [4] A. Ramful, T. Lowrie, and T. Logan, “Measurement of spatial ability: Construction and validation of the spatial reasoning instrument for middle school students,” *J. Psychoeduc. Assess.*, vol. 35, no. 7, pp. 709–727, 2017, doi: 10.1177/0734282916659207.
- [5] E. A. Gunderson, G. Ramirez, S. L. Beilock, and S. C. Levine, “The relation between spatial skill and early number knowledge: The role of the linear number line,” *Dev. Psychol.*, vol. 48, no. 5, pp. 1229–1241, 2012, doi: 10.1037/a0027433.
- [6] D. H. Clements, C. Germeroth, and B. Sovran, “The Building Blocks of Mathematics for Infants and Toddlers: An Annotated Bibliography for Course Developers 2015,” 2015.
- [7] Y. L. Cheng and K. S. Mix, “Spatial training improves children’s mathematics ability,” *J. Cogn. Dev.*, vol. 15, no. 1, pp. 2–11, 2014, doi: 10.1080/15248372.2012.725186.
- [8] S. Ma’rifatin, S. M. Amin, and T. Y. E. Siswono, “Students’ mathematical ability and spatial reasoning in solving geometric problem,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1157, no. 4, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1157/4/042062.
- [9] M. Dintarini, A. F. Jamil, and A. D. Ismail, “Secondary students’ spatial thinking in solving the minimum competency assessment (MCA) on geometry,” *J. Elem.*, vol. 8, no. 2, pp. 544–555, 2022, doi: 10.29408/jel.v8i2.5670.
- [10] U. Hasanah and D. T. Kumoro, “Kemampuan spasial: Kajian pada siswa usia sekolah dasar,” *J. Pacu Pendidik. Dasar*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2021, [Online]. Available: <https://unu-ntb.e-journal.id/pacu/article/view/68/19>.
- [11] A. P. Kusuma, Rochmad, and Isnarto, “Penerapan model accelerated learning cycle terhadap penalaran matematis ditinjau dari kemampuan spasial,” *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 4, no. 1, pp. 75–79, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/44952>.
- [12] D. D. P. Lestari, M. T. Budiarto, and A. Lukito, “Analisis kemampuan spasial visualization siswa sekolah dasar dalam pemecahan masalah geometri: Ditinjau dari kemampuan matematika tingkat tinggi,” *ELSE (Elementary Sch. Educ. Journal) J. Pendidik. dan Pembelajaran Sekol. Dasar*, vol. 5, no. 1, p. 55, 2021, doi: 10.30651/else.v5i1.7371.
- [13] R. Z. Musriroh, E. Hidayanto, and R. Rahardi, “Penalaran spasial matematis dimensi persepsi dan visualisasi kelas VIII dalam pemecahan masalah geometri,” *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 6, no. 11, p. 1774, 2021, doi: 10.17977/jptpp.v6i11.15144.
- [14] T. Lowrie, T. Logan, and M. Hegarty, “The influence of spatial visualization training on students’ spatial reasoning and mathematics performance,” *J. Cogn. Dev.*, vol. 20, no. 5, pp. 729–751, 2019, doi: 10.1080/15248372.2019.1653298.
- [15] D. G. Dimitriu and D. C. Dimitriu, “A simple method to help students improve 3-D visualization skills,” *ASEE Annu. Conf. Expo. Conf. Proc.*, vol. 2020-June, 2020.
- [16] Z. Hawes, J. Moss, B. Caswell, S. Naqvi, and S. MacKinnon, “Enhancing children’s spatial and numerical skills through a dynamic spatial approach to early geometry instruction: Effects of a 32-week intervention,” *Cogn. Instr.*, vol. 35, no. 3, pp. 236–264, 2017, doi: 10.1080/07370008.2017.1323902.
- [17] T. Lowrie, T. Logan, and A. Ramful, “Visuospatial training improves elementary students’ mathematics performance,” *Br. J. Educ. Psychol.*, vol. 87, no. 2, pp. 170–186, 2017, doi: 10.1111/bjep.12142.
- [18] S. Chinn, *The routledge international handbook of dyscalculia and mathematical learning*



- difficulties*. 2014.
- [19] D. Bartelet, D. Ansari, A. Vaessen, and L. Blomert, “Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education,” *Res. Dev. Disabil.*, vol. 35, no. 3, pp. 657–670, 2014, doi: 10.1016/j.ridd.2013.12.010.
- [20] G. Karagiannakis, A. Baccaglioni-frank, and Y. Papadatos, “Mathematical learning difficulties subtypes classification,” *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 8, no. February, pp. 1–5, 2014, doi: 10.3389/fnhum.2014.00057.
- [21] S. Yazdani, S. Soluki, A. A. Arjmandnia, J. Fathabadi, S. Hassanzadeh, and V. Nejati, “Spatial ability in children with Mathematics Learning Disorder (MLD) and its impact on executive functions,” *Dev. Neuropsychol.*, vol. 46, no. 3, pp. 232–248, 2021, doi: 10.1080/87565641.2021.1913165.
- [22] X. Zhang, W. Fu, L. Xue, J. Zhao, and Z. Wang, “Children with mathematical learning difficulties are sluggish in disengaging attention,” *Front. Psychol.*, vol. 10, no. APR, pp. 1–9, 2019, doi: 10.3389/fpsyg.2019.00932.
- [23] K. Beswick, “Influencing teachers’ beliefs about teaching mathematics for numeracy to students with mathematics learning difficulties,” *Math. Teach. Educ. Dev.*, vol. 9, no. 2000, pp. 3–20, 2008, [Online]. Available: [http://ecite.utas.edu.au/55228/1/MTED\\_9\\_Beswick.pdf](http://ecite.utas.edu.au/55228/1/MTED_9_Beswick.pdf).
- [24] M. M. M. Mazzocco, “An introduction to the special issue: Pathways to mathematical learning difficulties and disabilities,” *Dev. Disabil. Res. Rev.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–3, 2009, doi: 10.1002/ddrr.52.
- [25] E. L. H. Donnelly, “Exploring the spatial-math link: The impact of tailored visual memory interventions for children with MLD,” 2021, [Online]. Available: [https://prism.ucalgary.ca/handle/1880/112974%0Ahttps://prism.ucalgary.ca/bitstream/handle/1880/112974/ucalgary\\_2021\\_donnelly\\_emma.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://prism.ucalgary.ca/handle/1880/112974%0Ahttps://prism.ucalgary.ca/bitstream/handle/1880/112974/ucalgary_2021_donnelly_emma.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- [26] S. Levy, N. B. Turk-Browne, and L. Goldfarb, “Impaired visuo-spatial statistical learning with mathematical learning difficulties,” *Vis. cogn.*, no. May, 2023, doi: 10.1080/13506285.2023.2208887.
- [27] J. M. Thompson, H. C. Nuerk, K. Moeller, and R. Cohen Kadosh, “The link between mental rotation ability and basic numerical representations,” *Acta Psychol. (Amst.)*, vol. 144, no. 2, pp. 324–331, 2013, doi: 10.1016/j.actpsy.2013.05.009.
- [28] M. M. Murphy, M. M. M. Mazzocco, L. B. Hanich, and M. C. Early, “Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD,” *J. Learn. Disabil.*, vol. 40, no. 5, pp. 458–478, 2007.
- [29] D. Szucs, A. Devine, F. Soltesz, A. Nobes, and F. Gabriel, “Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment,” *Cortex*, vol. 49, no. 10, pp. 2674–2688, 2013, doi: 10.1016/j.cortex.2013.06.007.
- [30] K. Skagerlund and U. Träff, “Development of magnitude processing in children with developmental dyscalculia: Space, time, and number,” *Front. Psychol.*, vol. 5, no. JUN, pp. 1–16, 2014, doi: 10.3389/fpsyg.2014.00675.
- [31] X. Zhang and P. Rasanen, “Early cognitive precursors of children’s mathematics learning disability and persistent low achievement: a 5-year longitudinal study,” *Child Dev.*, vol. 91, no. 1, pp. 7–27, 2020, doi: 10.1111/cdev.13123.
- [32] J. W. Creswell, *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications, 2014.
- [33] M. Pittalis and C. Christou, “Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability,” *Educ. Stud. Math.*, vol. 75, no. 2, pp. 191–212, 2010, doi:

- 10.1007/s10649-010-9251-8.
- [34] M. B. Miles, A. M. Huberman, and J. Saldana, *Qualitative data analysis*. SAGE Publications, 2014.
- [35] B. De Smedt, J. Taylor, L. Archibald, and D. Ansari, “How is phonological processing related to individual differences in children’s arithmetic skills?,” *Dev. Sci.*, vol. 13, no. 3, pp. 508–520, 2010, doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00897.x.
- [36] T. Lowrie, T. Logan, D. Harris, and M. Hegarty, “The impact of an intervention program on students’ spatial reasoning: student engagement through mathematics-enhanced learning activities,” *Cogn. Res. Princ. Implic.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2018, doi: 10.1186/s41235-018-0147-y.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*