



## Penalaran Visuospasial Siswa Kategori *Intelligence Quotient (IQ) Superior*

Suci Wulandari<sup>1</sup>, Elly Susanti<sup>2</sup>, Sri Harini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Magister Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Jl. Gajayana No.50, Dinoyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65144

e-mail: [wsuci23023@gmail.com](mailto:wsuci23023@gmail.com)<sup>1</sup>, [ellysusanti@mat.uin-malang.ac.id](mailto:ellysusanti@mat.uin-malang.ac.id)<sup>2</sup>,

[sriharini@mat.uin-malang.ac.id](mailto:sriharini@mat.uin-malang.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penalaran visuospasial merupakan aktivitas yang berkaitan dengan informasi visual. Penalaran visuospasial dalam penelitian ini berkaitan dengan informasi visual yang terdapat pada bangun tiga dimensi. Tujuan dari penelitian ini mendeskripsikan penalaran visuospasial siswa kategori *Intelligence Quotient (IQ) superior*. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui kemampuan penalaran visuospasial siswa dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini dilakukan di MAN 1 Trenggalek dikarenakan sekolah tersebut sudah melakukan tes IQ. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis deskriptif eksploratif. Subyek dalam penelitian ini yaitu siswa yang sudah melakukan tes IQ dengan IQ *superior*. Penelitian ini akan memaparkan dua subyek berdasarkan kecenderungan yang relatif sama. Teknik pengumpulan data menggunakan studi dokumentasi tentang IQ, tes soal, *think aloud*, dan wawancara semi terstruktur. Analisis data dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Tversky B tentang penalaran visuospasial. Keabsahan data dalam penelitian ini menggunakan triangulasi teknik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa siswa dengan IQ *superior* mampu memenuhi indikator penalaran visuospasial yaitu representasi eksternal, analisis, sistesis dan simpulan secara menyeluruh. Hal ini ditunjukkan dengan siswa dengan IQ *superior* mampu menyelesaikan soal sesuai prosedur dan secara lengkap.

**Kata Kunci:** penalaran, visuospasial, *Intelligence Quotient, Superior*

### ABSTRACT

The purpose of this study was to describe the superior intelligence quotient (IQ) category students' visuospatial reasoning. This research was conducted at MAN 1 Trenggalek because the school had already conducted an IQ test. This research uses a qualitative approach with a descriptive exploratory type. The subjects in this study were students who had already done an IQ test with a superior IQ. This study will describe 2 subjects based on relatively the same tendency. Data collection techniques used documentary studies on IQ, test questions, *think aloud*, and semi-structured interviews. The data analysis in this study refers to Tversky B's research on visuospatial reasoning. The validity of the data in this study used technical triangulation. The results of this study indicate that students with superior IQ are able to meet the indicators of visuospatial reasoning, namely external representation, analysis, synthesis and conclusions as a whole. This is indicated by students with superior IQ who are able to complete the questions according to the procedure and completely.

**Keywords:** reasoning, visuospatial, *Intelligence Quotient, Superior*

## PENDAHULUAN

Penalaran merupakan rangkaian untuk mencari suatu kebenaran berdasarkan apa yang diketahui. Oleh karena itu penalaran sangat penting untuk menyimpulkan suatu pembelajaran khususnya matematika (Munroe, 2020; Ricco & Overton, 2012). NCTM (2000) menyebutkan bahwa penalaran merupakan salah satu standar proses dalam pembelajaran matematika. Penalaran dalam pembelajaran matematika digunakan sebagai pemberi arah untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Tekin-Sitrava, 2020). Penalaran visuospasial merupakan salah satu jenis penalaran yang terdapat dalam pembelajaran matematika (Lowrie, Logan, & Ramful, 2017).

Penalaran visuospasial banyak digunakan dalam penelitian terkait penyelesaian masalah matematika. Salah satunya dilakukan oleh Owens (2017) yang menghubungkan penalaran visuospasial dan budaya untuk pembelajaran berbasis etnomatematika. Owens (2017) memanfaatkan hal tersebut untuk menggunakan budaya dan mengenalkan matematika. Oleh karena itu penalaran visuospasial merupakan penarikan kesimpulan berupa aktivitas mental terhadap informasi visual (Lourenco, Cheung, & Aulet, 2018; Pashler & Tversky, 2013; Reed, 2019, 2020). Komponen penalaran visuospasial yaitu representasi eksternal, analisis, sintesis dan penarikan kesimpulan. Representasi eksternal merupakan komponen awal penalaran visuospasial berupa memahami informasi dan bentuk terkait obyek yang terbentuk. Komponen yang kedua yaitu analisis, analisis merupakan mentransformasikan obyek dua dimensi ke obyek tiga dimensi ataupun sebaliknya. Komponen yang ketiga yaitu sintesis. Sintesis merupakan pepaduan unsur-unsur untuk membentuk obyek baru. Terakhir komponen simpulan merupakan mempresentasikan bentuk akhir obyek (Pashler & Tversky, 2013). Keempat komponen tersebut sangat mempengaruhi penalaran visuospasial.

Visuospasial merupakan persepsi terhadap dunia visual dengan akurat (Allen, Higgins, & Adams, 2019). Visuospasial berhubungan dengan geometri atau kemampuan keruangan dari segala sisi (Owens, 2014). Visuospasial berhubungan dengan pembelajaran matematika yang berkaitan dengan geometri dari segala jenjang. Visuospasial membutuhkan pemikiran yang sangat tinggi sehingga memerlukan kecerdasan intelegensi yang tinggi.

Kecerdasan intelegensi (*intelligence quotient*) yang disingkat IQ merupakan kemampuan yang dimiliki oleh individu yang berkaitan dengan kognitif (Bovaird & Ivie, 2010; Saklofske, Schoenberg, Nordstokke, & Nelson, 2018). Kategori IQ menurut Wechsler (1981) ada 7 yaitu *very superior* ( $> 130$ ), *superior* (120 – 130), *bright normal* (110 – 119), *average* (90 – 109), *dull normal* (80 – 89), *borderline* (70 – 79), *mental devective* ( $< 70$ ). Kategori IQ yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kategori *superior* (120 – 130).

Menurut *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* (2011) dan *PISA* (2012), kemampuan siswa di Indonesia dalam pembelajaran geometri masih kurang sehingga diperlukan penalaran visuospasial. Dikarenakan pentingnya penalaran visuospasial dalam pembelajaran maka penting untuk dilakukan penelitian tentang penalaran visuospasial. Karena

pentingnya penalaran visuospasial pada pembelajaran matematika berikut penelitian terdahulu yang berkaitan dengan visuospasial yaitu Owens (2014, 2015, 2017, 2020), Allen et al. (2019), dan Davidson et al. (2019). Umumnya penelitian tersebut membahas tentang penalaran visuospasial pada pemecahan masalah matematika. Namun belum terdapat penelitian tentang penalaran visuospasial dan IQ. Penting dilakukan penelitian tentang penalaran visuospasial dan IQ agar dapat meningkatkan kemampuan penalaran visuospasial siswa.

## METODE

Pendekatan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kualitatif dengan jenis deskriptif eksploratif (Creswell, 2015; Moleong, 2017). Tujuan dari penelitian ini untuk mendeskripsikan penalaran visuospasial siswa kategori IQ *superior* sebanyak 2 siswa dengan pengambilan sampel secara *purposive sampling* (sampel bertujuan). Kriteria subyek yang dipilih dalam penelitian ini adalah siswa yang memiliki IQ superior dari studi dokumentasi dan sudah pernah mendapatkan materi barisan, fungsi, dan geometri. Jika subyek sudah memenuhi dua kriteria tersebut maka diberikan soal tes terkait penalaran visuospasial disertai *think aloud* serta diwawancarai dengan jenis wawancara semi terstruktur.

Teknik pengumpulan data dengan cara studi dokumentasi tentang IQ, soal tes terkait penalaran visuospasial disertai *think aloud* dan wawancara semi terstruktur. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini diadopsi dari Susanti (2015) dikarenakan instrumen tersebut sangat cocok untuk mengukur penalaran visuospasial. Sebelum diberikan kepada subyek penelitian instrumen tersebut diuji kevalidannya dengan validasi para ahli. Teknik analisis data didasarkan pada teori Tversky B terkait penalaran visuospasial. Keabsahan data dalam penelitian ini diperiksa dengan menggunakan triangulasi teknik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama, penelitian dilakukan dengan studi dokumentasi terhadap IQ siswa. Siswa yang memiliki IQ *superior* yang sudah melakukan tes IQ selama tiga tahun terakhir. Adapun pengkodean subyek *superior* sebagai berikut:

**Tabel 1.** Pengkodean Subyek *Superior*

Satuan	Pengertian	Kode
Subyek 1 <i>Superior</i>	<i>Intelligence quotient</i> yang dimiliki 120 sampai 129	S1S
Subyek 2 <i>Superior</i>	<i>Intelligence quotient</i> yang dimiliki 120 sampai 129	S2S

Sumber : Wechsler (1974)

Berdasarkan Tabel 1, pengambilan subyek didasarkan pada IQ dengan kisaran 120 sampai 129. Adapun data terkait subyek dengan IQ *superior* disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Uraian IQ *Superior*

Subyek	Kemampuan dimiliki subyek	Kategori IQ
S1S	1) Kemampuan verbal sedang 2) Kemampuan numerikal tinggi 3) Kemampuan relasi ruang tinggi	<i>Superior</i>

Subyek	Kemampuan dimiliki subyek	Kategori IQ
	4) Kecepatan dan ketelitian tinggi 5) Kemampuan berpikir berfikir abstrak tinggi 6) Kemampuan ilmu sosial tinggi 7) Kemampuan mekanik tinggi	
S2S	1) Kemampuan verbal tinggi 2) Kemampuan numerikal tinggi 3) Kemampuan relasi ruang sedang 4) Kecepatan dan ketelitian sedang 5) Kemampuan berpikir berfikir abstrak tinggi 6) Kemampuan ilmu sosial tinggi 7) Kemampuan mekanik tinggi	Superior

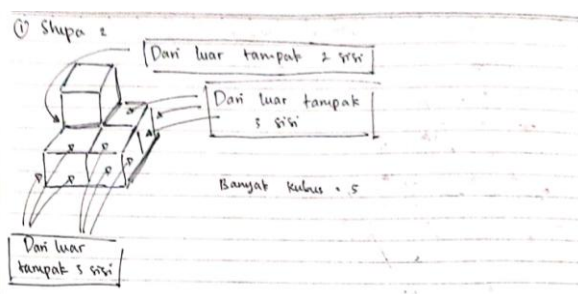
Penelitian ini juga memaparkan hasil wawancara materi yang pernah diperoleh terhadap subyek yang memiliki IQ *superior*. Berikut **Tabel 3** hasil wawancara terhadap materi yang pernah dilampaui subyek:

**Tabel 3.** Materi yang didapat subyek IQ *Superior*

Subyek	Materi yang didapat	Kelengkapan
S1S	1) Geometri bangun ruang dan datar, 2) Barisan dan deret 3) Fungsi	Lengkap
S2S	1) Geometri bangun ruang dan datar, 2) Barisan dan deret 3) Fungsi	Lengkap

### Penalaran Visuospasial Subyek 1 *Superior*

Penalaran visuospasial dianalisis menggunakan **Tversky B (2013)**. Berdasarkan hasil tes yang dikerjakan oleh S1S, S1S melakukan representasi eksternal dengan memahami informasi visual dengan menggambarkan stupa disertai keterangan banyaknya kubus dan sisi kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi. Berikut **Gambar 1** tentang representasi eksternal:



**Gambar 1.** Representasi eksternal S1S

Dari **Gambar 1** terlihat bahwa S1S melakukan komponen representasi eksternal dengan menuliskan banyak kubus pada stupa tingkat 2 sebanyak 5. Menunjukkan kubus dari luar tampak 3 sisi dan dua sisi juga. Hal ini juga didukung dengan rekaman *think aloud* sebagai berikut:

“Pada stupa tingkat 2 terdapat “1,2,3,4,5” terdapat 5 sisi, dengan kubus satuan dari luar tampak 3 sisi sebanyak “1,2,3” berjumlah 3 dan dari luar tampak 2 sisi berjumlah 1. Dari luar tampak 1 sisi dan 0 sisi berjumlah 0 atau tidak ada”.

Hal ini juga diperkuat dengan hasil wawancara sebagai berikut:

Peneliti : “Apakah kamu memahami informasi yang terdapat dari gambar tersebut?”

S1S : “Saya paham terdapat kubus bertingkat yang disetiap tingkat terdapat kubus yang berbeda dan dari luar tampak 3 sisi, 2sisi, 1 sisi dan 0 sisi yang berbeda juga. Misalkan pada stupa tingkat 2 terdapat kubus sebanyak 5, kubus dari luar tampak 3 sisi sebanyak 3 dan kubus dari luar tampak 2 sisi terdapat 1.”

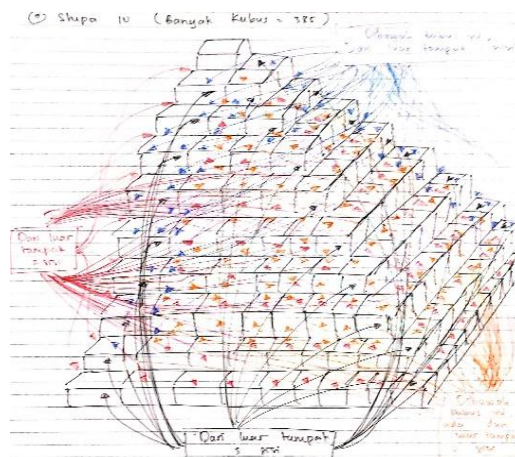
Kemudian S1S menuliskan komponen analisis dengan mengidentifikasi obyek berupa stupa serta mentransformasikan obyek berdimensi dua ke obyek yang berdimensi tiga. Berikut Gambar 2 yang berkaitan dengan analisis hasil kerja S1S:

Stupa	Banyak Kubus	Dari luar tampak 3 sisi	Dari luar 2 sisi	Dari luar 1 sisi	Dari luar 0 sisi
stupa 1	1	3	1	0	0
stupa 2	5	6	4	2	1
stupa 3	14	9	7	6	5
stupa 4	30	12	10	12	14
stupa 5	55	15	15	20	30
stupa 6	91	18	21	30	45
stupa 7	140	21	28	42	63
stupa 8	204	24	36	56	90
stupa 9	285	27	45	72	120
stupa 10	385	30	54	90	150

Gambar 2. Analisis 1 S1S

S1S juga menggambar stupa tingkat sepuluh untuk menggambarkan banyaknya kubus keseluruhan, banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi disertai keterangan.

Gambar 3 terkait dengan analisis sebagai berikut:



Gambar 3. Analisis 2 S1S

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 menjelaskan proses pada komponen analisis dengan menghitung menggunakan nalarnya dan menggunakan gambar untuk memvisualisasi gambar. Hal ini didukung dengan *think aloud* yang dilakukan oleh S1S sebagai berikut:

“Pada stupa tingkat 3 terdapat “1,2,3,... 14” kubus satuan. Dari luar tampak 3 sisi terdapat “1,2,3,4,5,6” sebanyak 6. Dari luar tampak 2 sisi ada 4. Dan dari luar tampak 1 sisi ada “1,2” ada dua dari luar tampak 0 sisi terdapat 1. Ditingkat ke empat itu ada 16 kubus, di stupa tingkat 3 ada 14 kubus, berarti 14 ditambah kubus ditingkat ke 4, 14+16 berarti banyak kubus di stupa tingkat 4 ada 30. Dari luar tampak 3 sisi ditingkat ke 4 dan ada 3 sisi itu ada 1 2 3 berarti 3, ditingkat ke 4 ada 3, yang dari luar tampak 3 sisi ada 3 kubus, karena distupa 3 tingkat ada 6, 6+ 3 ada..., berarti di stupa tingkat 4 ada 9 kubus yang dari luar tampak 3 sisi. Dan seterusnya”

Selanjutnya dari *think aloud* diperkuat pada wawancara semi terstruktur S1S juga melakukan analisis. Berikut wawancara semi terstruktur kepada S1S:

- Peneliti : “Bagaimana cara kamu menghitung banyaknya kubus satuan secara keseluruhan dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi pada stupa masing-masing tingkat?”
- S1S : “Dengan cara menghitung kubus dari stupa tingkat dua dulu lalu ke tingkat 3 per masing-masing tingkat lalu saya tambahkan sehingga membentuk sebuah barisan”.

Pada komponen sintesis S1S mampu memadukan unsur-unsur yang untuk membentuk obyek baru dalam hal ini S1S menuliskan rumus stupa tingkat  $k$  pada banyaknya kubus, banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi pada setiap tingkatnya. Berikut Gambar 4 hasil kerja S1S yang berkaitan dengan komponen sintesis untuk banyaknya kubus:

Stupa tingkat  $k$ ?

Banyak Kubus

$6$	$14$	$30$	$55$
$5$	$16$	$25$	
$7$	$9$		
$2$			

$$U_n = \frac{5}{0!} + \frac{(n-1) \cdot 9}{1!} + \frac{(n-1)(n-2) \cdot 7}{2!} + \frac{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot 2}{3!}$$

$$= \frac{5}{0!} + \frac{9n-9}{1!} + \frac{(n^2-3n+2) \cdot 7}{2!} + \frac{(n^3-3n^2+2n-3) \cdot 2}{3!}$$

$$= \frac{5}{0!} + \frac{9n-9}{1!} + \frac{7n^2-21n+14}{2!} + \frac{(n^3-3n^2+2n-3) \cdot 2}{3!}$$

$$= \frac{5}{0!} + \frac{9n-9}{1!} + \frac{7n^2-21n+14}{2!} + \frac{2n^3-6n^2+4n-6}{3!}$$

$$= \frac{50}{6} + \frac{59n-59}{6} + \frac{21n^2-63n+42}{6} + \frac{2n^3-12n^2+22n-12}{6}$$

Gambar 4. Sintesis S1S

Hasil kerja tersebut juga didukung oleh proses *think aloud* yang mana S1S menjelaskan tentang cara mengerjakan untuk mencari banyaknya kubus dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi, 0 sisi pada stupa  $k$  tingkat. Untuk yang pertama S1S menyusun barisan dari tabel yang telah dibuat lalu mengerjakannya dengan rumus pada barisan aritmatika maupun bertingkat. Hal ini juga diperjelas dengan wawancara semi terstruktur sebagai berikut:

- Peneliti : “Bagaimana cara kamu menemukan banyaknya kubus secara keseluruhan dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi, 0 sisi pada stupa tingkat  $k$ ?”
- S1S : “Dengan cara menuliskan barisan yang terbentuk dari tabel tersebut dan menentukan apakah barisan itu aritmatika atau bertingkat setelah itu saya menggunakan rumus untuk menyelesaikannya”.

Pada komponen simpulan S1S juga mampu mempresentasikan bentuk akhir obyek dengan menuliskan stupa  $k$  tingkat. Berikut Gambar 5 komponen simpulan hasil kerja S1S pada bagian banyaknya kubus:



$$U_n = \frac{2n^3 + 9n^2 + 15n + 6}{6}$$

$$U_k = \frac{2(k-1)^3 + 9(k-1)^2 + 15(k-1) + 6}{6}$$

$$=$$

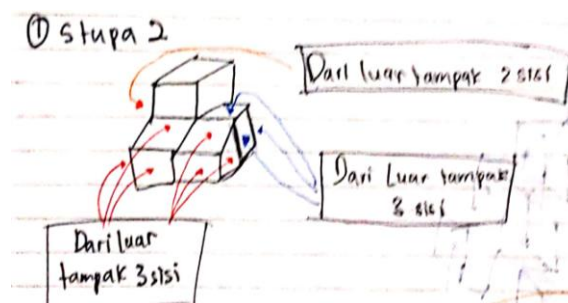
Gambar 5. Simpulan S1S

Hal ini juga didukung oleh *think aloud* yang dilakukan S1S. Dalam *think aloud* S1S mengungkapkan rumus fungsi pada stupa  $k$  tingkat untuk banyaknya kubus secara keseluruhan dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi, dan 0 sisi

Berdasarkan hasil penelitian, S1S yang memiliki IQ *superior* dapat menggambarkan bentuk obyek baik dari yang dua dimensi dan tiga dimensi (representasi eksternal) hal ini sejalan dengan pendapat Lourenco (2018) bahwa subyek yang dapat memahami masalah pada geometri yaitu dapat menggambarkan obyek. S1S juga melewati komponen penalaran visuospasial analisis dimana S1S mengumpulkan mencatat obyek berdimensi dua ke obyek berdimensi tiga. S1S menggunakan kemampuan memvisualisasikan bentuk suatu obyek suatu obyek dari dua dimensi ke tiga dimensi. S1S juga dapat memadukan unsur-unsur obyek sehingga membentuk obyek baru. Hal tersebut menunjukkan S1S mentransformasikan obyek berdimensi dua ke obyek berdimensi tiga. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Owens (2014) bahwa subyek dalam hal melaksanakan tahapan pemecahan masalah melaksanakan rencana maka subyek dapat memvisualisasikan bentuk obyek dan unsur-unsurnya menjadi bentuk baru. S1S menggunakan kemampuan hal menghitung dan dapat memahami ide-ide yang dinyatakan dalam angka. S1S juga dapat menyimpulkan rumus (simpulan).

### Penalaran Visuospasial Subyek 2 Superior

Penalaran visuospasial dianalisis menggunakan Tversky B (2013). Berdasarkan hasil tes yang dikerjakan S2S. Pada Indikator representasi eksternal mampu memahami informasi visual dan memahami obyek yang terbentuk dengan menggambarkan stupa tingkat 2 dengan keterangan kubus dari luar tampak 5 sisi, 3 sisi dan 2 sisi. Berikut ini Gambar 6 tentang representasi eksternal yang dilakukan oleh S2S:



Gambar 6. Representasi Eksternal S2S

Dari Gambar 6 terlihat bahwa S2S melakukan komponen representasi eksternal dengan menuliskan kubus dari luar tampak 3 sisi dan dua sisi. Hal ini juga didukung dengan rekaman *think aloud* sebagai berikut:

“Pada stupa tingkat 2 terdapat “1,2,3,4,5” ada 5 kubus satuan, dengan kubus satuan dari luar tampak 3 sisi ada 3 dan dari luar tampak 2 sisi ada 1”.

Hal ini juga diperkuat dengan hasil wawancara sebagai berikut:

Peneliti : “Apakah kamu memahami informasi yang terdapat dari gambar tersebut?”  
 S2S : “Saya memahami banyaknya kubus pada stupa tingkat 2 dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi.”

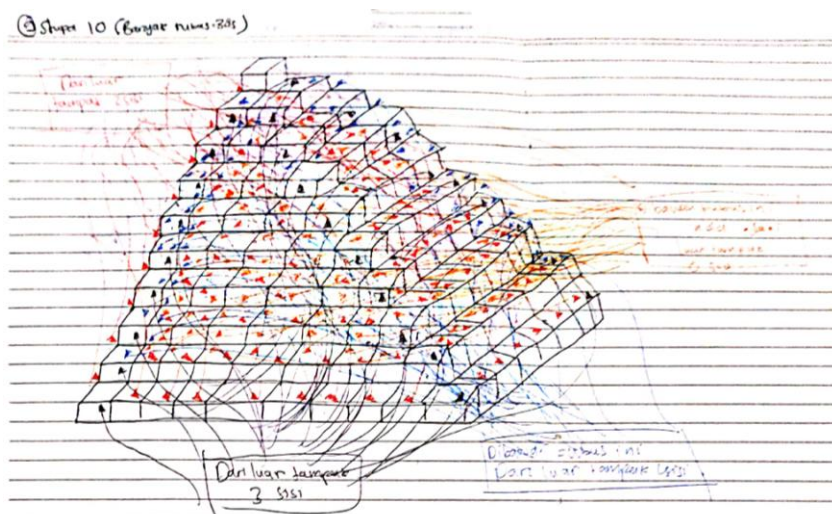
Pada indikator analisis mengidentifikasi, memeriksa dan mentransformasikan obyek dua dimensi ke tiga dimensi dengan menuliskan banyaknya stupa dan kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi beserta keterangan. Hal ini terlihat pada Gambar 7 sebagai berikut:

Stupa	Banyak kubus pada stupa	Dari luar tampak 3 sisi	Dari luar tampak 2 sisi	Dari luar tampak 1 sisi	Dari luar tampak 0 sisi
Stupa 2 tingkat	5	3	1	0	0
Stupa 3 tingkat	14	6	1	2	1
Stupa 4 tingkat	30	9	9	6	5
Stupa 5 tingkat	55	12	16	12	14
Stupa 6 tingkat	91	15	25	20	30
Stupa 7 tingkat	140	18	36	30	55
Stupa 8 tingkat	204	21	49	42	81
Stupa 9 tingkat	285	24	64	56	140
Stupa 10 tingkat	385	27	81	72	204

Gambar 7. Analisis 1 S2S

S2S juga menggambarkan stupa tingkat sepuluh disertai keterangan banyaknya kubus keseluruhan, banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi disertai keterangan.

Gambar 8 tentang stupa tingkat 10 sebagai berikut:



Gambar 8. Analisis 2 S2S



Dari Gambar 8 di atas pada komponen analisis dengan menghitung menggunakan penalarannya dan menggunakan gambar untuk memvisualisasi gambar. Hal ini didukung dengan *think aloud* yang dilakukan oleh S2S sebagai berikut:

“Pada stupa tingkat 3 terdapat 14 kubus satuan. Dari luar tampak 3 sisi terdapat “1,2,3,4,5,6” sebanyak 6. Dari luar tampak 2 sisi ada 4. Dan dari luar tampak 1 sisi ada “1,2” ada dua dari luar tampak 0 sisi terdapat 1. Di tingkat ke empat terdapat 30 kubus satuan. Dari luar tampak 3 ada 9. Dari luar tampak 2 sisi ada 9. Dan dari luar tampak 1 sisi ada 6. Dari luar tampak 0 sisi terdapat 5. Di tingkat 5 terdapat 55 kubus satuan. Dari luar tampak 3 ada 12. Dari luar tampak 2 sisi ada 16 dst.”

Selanjutnya dari *think aloud* diperkuat pada wawancara semi terstruktur S2S juga melakukan analisis. Berikut wawancara semi terstruktur kepada S2S:

- Peneliti : “Bagaimana cara kamu menghitung banyaknya kubus satuan secara keseluruhan dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi pada stupa masing-masing tingkat?”
- S3S : “Mengamati gambarnya dulu setelah itu saya menghitung pada gambar berapa jumlah stupanya”.

Pada tahap sintesis S2S mampu memadukan unsur-unsur obyek untuk membentuk obyek baru. S2S dalam hal ini mensubstitusikan rumus dengan pola yang diketahui untuk membentuk stupa tingkat  $k$  baik dari banyaknya kubus, kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi. Berikut Gambar 9 hasil kerja S2S dalam hal sintesis:

Stupa tingkat  $k$  ?

$a$  5, 14, 30, 55  
 $b$  9, 16, 25  
 $c$  7, 9  
 $d$  6

$$U_n = a + (n-1)b + \frac{(n-1)(n-2)}{2}c + \frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}d$$

$$= 5 + (n-1)9 + \frac{(n-1)(n-2)}{2}7 + \frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}6$$

$$= 5 + 9n - 9 + \frac{(n^2 - 3n + 2)}{2}7 + \frac{(n^3 - 3n^2 - 3n^2 + 6n + 2n - 6)}{6}$$

$$= 9n - 4 + \frac{(n^2 - 3n + 2)}{2}7 + \frac{2n^3 - 12n^2 - 12 + 4n}{6}$$

$$= \frac{(54n - 24)}{6} + \frac{(21n^2 - 63n + 42)}{6} + \frac{(2n^3 - 12n^2 - 12 + 4n)}{6}$$

$$= \frac{2n^3 + 9n^2 + 9n + 4n}{6}$$

Gambar 9. Sintesis S2S

Hasil kerja tersebut juga didukung oleh proses *think aloud* yang mana proses *think aloud* S2S menjelaskan tentang cara dia mengerjakan untuk mencari banyaknya kubus dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi, 0 sisi pada stupa  $k$  tingkat. Untuk yang pertama dia menyusun barisan dari tabel yang telah dibuat lalu mengerjakannya dengan rumus pada barisan aritmatika maupun bertingkat. Hal ini juga diperjelas dengan wawancara semi terstruktur sebagai berikut:

- Peneliti : “Bagaimana cara kamu menemukan banyaknya kubus secara keseluruhan dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi, 0 sisi pada stupa tingkat  $k$ ?”
- S2S : “Dengan cara menyusun barisan yang terbentuk dari tabel jumlah stupa setelah itu menggunakan rumus untuk menyelesaikannya”.

Pada indikator simpulan S2S mampu mempresentasikan bentuk akhir obyek dengan tepat dan benar. S2S mampu menyimpulkan dengan menuliskan rumus akhir pada stupa tingkat  $k$  baik dari banyaknya kubus, banyak kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi dan 0 sisi. Hasil kerja S2S dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut:

$$= \frac{2n^3 + 9n^2 + 13n + 6}{6}$$
$$U_k = \frac{2(k-1)^3 + 9(k-1)^2 + 13(k-1) + 6}{6}$$

Gambar 10. Simpulan S2S

Hal ini juga didukung oleh *think aloud* yang dilakukan S2S. Dalam *think aloud* S2S mengungkapkan rumus fungsi pada stupa  $k$  tingkat untuk banyaknya kubus secara keseluruhan dan banyaknya kubus dari luar tampak 3 sisi, 2 sisi, 1 sisi, dan 0 sisi.

Berdasarkan hasil penelitian, S2S yang memiliki IQ *superior* dapat menggambarkan bentuk obyek baik dari yang dua dimensi maupun tiga dimensi (representasi eksternal) hal ini sejalan dengan pendapat Lourenco (2018) bahwa subyek yang dapat memahami masalah pada geometri yaitu dapat menggambarkan obyek dan memahami maknanya. S2S juga melewati komponen penalaran visuospasial analisis dimana S2S mengumpulkan mencatat obyek berdimensi dua ke obyek berdimensi tiga. S2S menggunakan kemampuan memvisualisasikan bentuk suatu obyek suatu obyek dari dua dimensi ke tiga dimensi. S2S juga dapat memadukan unsur-unsur obyek sehingga membentuk obyek baru. Hal tersebut menunjukkan S2S mentransformasikan obyek berdimensi dua ke obyek berdimensi tiga. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Owens (2014) bahwa subyek dalam hal melaksanakan tahapan pemecahan masalah melaksanakan rencana maka subyek dapat memvisualisasikan bentuk obyek dan unsur-unsurnya menjadi bentuk baru. S2S menggunakan kemampuan hal menghitung dan dapat memahami ide-ide yang dinyatakan dalam angka. S2S juga dapat menyimpulkan rumus (simpulan) secara keseluruhan.

## SIMPULAN

Siswa yang memiliki IQ *superior* dalam penalaran visuospasial pada indikator representasi eksternal yaitu mampu memahami informasi visual dan memahami bentuk obyek yang terbentuk dengan mampu mempresentasikan dengan gambar stupa dengan keterangan. Pada indikator analisis, siswa mampu mengidentifikasi dan memeriksa adanya obyek-obyek spasial antara obyek-obyek serta mampu mentransformasi obyek dua dimensi ke tiga dimensi. Pada indikator sintesis, siswa mampu memadukan unsur-unsur obyek dan berkaitan spasial antar unsur untuk membentuk obyek baru. Pada indikator simpulan, siswa mampu mempresentasikan bentuk akhir obyek dengan tepat dan benar. Dengan demikian, siswa yang memiliki IQ *superior* melakukan penalaran visuospasial dengan baik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Allen, K., Higgins, S., & Adams, J. (2019). The relationship between visuospatial working memory and mathematical performance in school-aged children: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 31(3), 509–531. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09470-8>
- Bovaird, J. A., & Ivie, J. L. (2010). Intelligence/Intelligence Quotient (IQ). In C. S. Clauss-Ehlers (Ed.), *Encyclopedia of Cross-Cultural School Psychology* (pp. 545–547). Boston: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-71799-9\\_213](https://doi.org/10.1007/978-0-387-71799-9_213)
- Creswell, J. W. (2015). Penelitian kualitatif dan desain riset (memilih di antara lima pendekatan). In *Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Davidson, L. S., Geers, A. E., Hale, S., Sommers, M. M., Brenner, C., & Spehar, B. (2019). Effects of early auditory deprivation on working memory and reasoning abilities in verbal and visuospatial domains for pediatric cochlear implant recipients. *Ear and Hearing*, 40(3), 517–528. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000629>
- Lourenco, S. F., Cheung, C. N., & Aulet, L. S. (2018). Is visuospatial reasoning related to early mathematical development? A critical review. In *Heterogeneity of Function in Numerical Cognition* (pp. 177–210). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811529-9.00010-8>
- Lowrie, T., Logan, T., & Ramful, A. (2017). Visuospatial training improves elementary students' mathematics performance. *British Journal of Educational Psychology*, 87(2), 170–186. <https://doi.org/10.1111/bjep.12142>
- Moleong, L. J. (2017). *Metodologi penelitian kualitatif (edisi revisi)*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Munroe, W. (2020). Reasoning, rationality, and representation. *Synthese*, 198, 8323–8345. <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02575-6>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Owens, K. (2014). Diversifying our perspectives on mathematics about space and geometry: An ecocultural approach. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), 941–974. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9441-9>
- Owens, K. (2015). An ecocultural perspective on visuospatial reasoning in geometry and measurement education. In *Visuospatial Reasoning* (pp. 291–308). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02463-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02463-9_10)
- Owens, K. (2017). The role of culture and ecology in visuospatial reasoning: The power of ethnomathematics. In M. Rosa, L. Shirley, M. E. Gavarrete, & W. V. Alangui (Eds.), *Ethnomathematics and its Diverse Approaches for Mathematics Education* (pp. 209–233). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59220-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59220-6_9)
- Owens, K. (2020). Transforming the established perceptions of visuospatial reasoning: Integrating an ecocultural perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 32(2), 257–283. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00332-z>
- Pashler, H., & Tversky, B. (2013). Visuospatial reasoning. In *Encyclopedia of the Mind* (pp. 770–772). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781452257044.n284>
- Petrosko, J. (1975). Wechsler Intelligence Scale for Children—Revised, 1974. David Wechsler. In *Measurement and Evaluation in Guidance* (pp. 265–267).
- PISA. (2012). PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. In *OECD Report*. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>

- Reed, S. K. (2019). Modeling visuospatial reasoning. *Spatial Cognition and Computation*, 19(1), 1–45. <https://doi.org/10.1080/13875868.2018.1460751>
- Reed, S. K. (2020). Visuospatial reasoning. In *Cognitive Skills You Need for the 21st Century*. Oxford Scholarship Online. <https://doi.org/10.1093/oso/9780197529003.003.0008>
- Ricco, R. B., & Overton, W. F. (2012). Reasoning. In *Encyclopedia of Human Behavior: Second Edition* (pp. 257–264). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00300-1>
- Saklofske, D. H., Schoenberg, M. R., Nordstokke, D., & Nelson, R. L. (2018). Intelligence quotient. In J. S. Kreutzer, J. DeLuca, & B. Caplan (Eds.), *EnginEncyclopedia of Clinical Neuropsychology* (pp. 1825–1829). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57111-9\\_1075](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57111-9_1075)
- Susanti, E. (2015). *Proses berpikir siswa dalam membangun koneksi ide-ide matematis pada pemecahan masalah matematika*. Universitas Negeri Malang.
- Tekin-Sitrava, R. (2020). Middle school mathematics teachers' reasoning about students' nonstandard strategies: Division of fractions. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 21(1), 77–93. Retrieved from <https://www.cimt.org.uk/ijmtl/index.php/IJMTL/article/view/240>
- TIMSS. (2011). Trends In International Mathematics and Science Study 2011. *Pirls*. [https://doi.org/10.6209/JORIES.2017.62\(1\).03](https://doi.org/10.6209/JORIES.2017.62(1).03)
- Wechsler, D. (1981). The psychometric tradition: Developing the wechsler adult intelligence scale. *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 6, pp. 82–85. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(81\)90035-7](https://doi.org/10.1016/0361-476X(81)90035-7)