

PROFIL PENALARAN VISUOSPASIAL MAHASISWA S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA UNIVERSITAS CENDERAWASIH DALAM MENYELESAIKAN MASALAH GEOMETRI

Ronaldo Kho

e-mail: ronaldoankho@gmail.com

Program Studi Pendidikan Matematika

Jurusan PMIPA, FKIP, Universitas Cenderawasih.

Abstrak

Penalaran visuospatial banyak digunakan orang untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan ruang. Penalaran visuospatial diartikan sebagai aktivitas mental yang berkenaan dengan penarikan simpulan terhadap informasi visuospatial objek-objek. Hasil penelitian terhadap satu subjek menunjukkan bahwa (1) dalam menyelesaikan masalah geometri berbantu alat peraga kubus satuan, dapat dibuat model lintasan proses penalaran visuospatial. (2) model lintasan penalaran visuospatial dapat memuat model lintasan berpikir yang berbentuk linier dan juga model lintasan berpikir yang tidak berbentuk linier.

Kata kunci: profil, penalaran visuospatial, masalah geometri

1. Latar belakang

Penalaran visuospatial memainkan peranan penting dalam menyelesaikan masalah-masalah di bidang teknik, arsitektur, kedokteran, fisika, dan matematika, serta di bidang yang lain. Di bidang teknik mesin, penalaran visuospatial digunakan untuk menentukan apakah roda-roda gigi (gears) saling bertautan (Schwartz & Black dalam Tversky, 2004), digunakan juga untuk memahami bagaimana rem sebuah mobil bekerja (Heiser & Tversky dalam Tversky, 2004). Di bidang kedokteran, Duncker (dalam Tversky, 2004) menyatakan bahwa penalaran visuospatial digunakan untuk menemukan bagaimana memusnahkan tumor tanpa memusnahkan jaringan yang sehat. Sedangkan untuk bidang matematika dan fisika, banyak pakar matematika dan fisika menekankan peranan penalaran visuospatial dalam matematika (Terao, et al., t.t.). Penalaran visuospatial merupakan bagian penting dalam memahami matematika dan juga merupakan kemampuan khusus menggunakan bayangan-bayangan visual dan hubungan-hubungan visual dalam menyelesaikan masalah (Hunt, 1995). Penalaran visuospatial digunakan di bidang matematika untuk memahami dan memecahkan masalah-masalah matematika, seperti masalah yang berkaitan dengan ruang metrik, ruang topologi, dan ruang Euclid.

Di ruang Euclid, penalaran visuospatial digunakan untuk memahami dan memecahkan masalah-masalah yang berkaitan dengan bangun ruang yang terdapat di ruang Euclid. Dalam

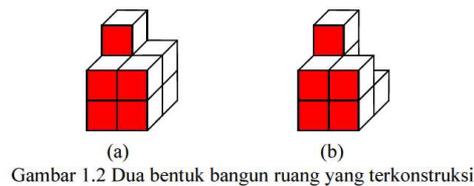
penelitian ini, ruang Euclid dibatasi hanya sampai ruang tiga dimensi, seperti yang diberikan di jenjang persekolahan pada mata pelajaran matematika topik geometri.

Penalaran visuospatial diartikan sebagai aktivitas mental yang berkenaan dengan penarikan simpulan terhadap informasi visuospatial objek-objek. Salah satu materi geometri yang dapat digunakan untuk menelusuri penalaran visuospatial siswa adalah mengkonstruksi bentuk benda ruang bila diketahui tiga buah skema pandangan yang tampak, yaitu pandangan dari depan, pandangan dari samping kanan, dan pandangan dari atas. Berikut ini adalah contoh-contoh soal geometri tentang mengkonstruksi bentuk benda ruang bila diketahui tiga buah skema pandangan yang tampak, yaitu pandangan dari depan, pandangan dari samping kanan, dan pandangan dari atas.

Contoh soal (masalah) sebagai berikut. Diketahui tiga buah skema pandangan terhadap sebuah bangun ruang yang tersusun dari kubus-kubus satuan, yang tampak pada Gambar 1.1. Dengan memanfaatkan ketiga skema itu, gambarlah sebuah bangun ruang.



Penalaran visuospatial dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terdapat pada soal. Dengan menggunakan penalaran visuospatial dan pengetahuan yang dimiliki, siswa mencoba mengkonstruksi dua bentuk bangun ruang pada soal, seperti tampak pada Gambar 1.2.



2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, pertanyaan yang dikemukakan adalah: Bagaimana profil penalaran visuospatial mahasiswa S1 pendidikan matematika FKIP Univesitas Cenderawasih dalam menyelesaikan masalah geometri?

3. Kajian Pustaka

A. Penalaran Visuospasial

Penalaran visuospasial merupakan gabungan dari penalaran dan visuospasial. Penalaran adalah aktivitas mental yang berkenaan dengan pengambilan simpulan berdasarkan informasi berupa data yang tersedia. Sedangkan visuospasial berkenaan dengan kemampuan memproses informasi visual tentang keterkaitan-keterkaitan spasial di antara objek dan menginterpretasi informasi visual itu sehingga informasi itu bermakna. Dengan demikian pengertian penalaran visuospasial dalam penelitian ini adalah aktivitas mental yang berkenaan dengan penarikan simpulan terhadap informasi visuospasial objek-objek.

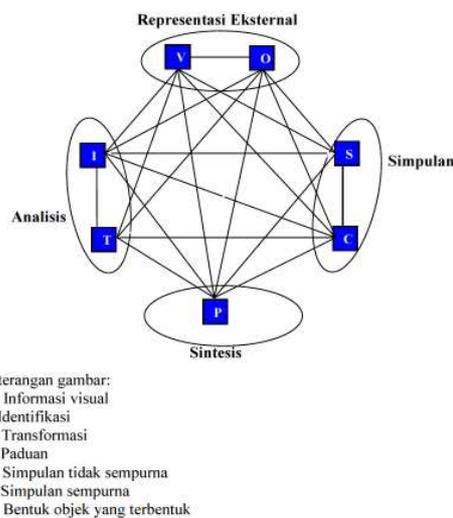
Dalam penalaran visuospasial, informasi visual berupa keterkaitan-keterkaitan spasial perlu dianalisis sebelum simpulan dibuat. Setelah informasi visual dianalisis dan sebelum simpulan dibuat, terlebih dahulu informasi-informasi visual berupa keterkaitan-keterkaitan spasial dipadukan membentuk suatu kesatuan untuk memudahkan simpulan dibuat. Jadi dapat dikatakan bahwa aktivitas mental yang terjadi bila seseorang menggunakan penalaran visuospasial adalah menerima informasi, menganalisis informasi, mensintesis informasi, dan mengambil simpulan.

Dalam penelitian ini, setelah menerima informasi yang diberikan maka aktivitas mental yang terjadi pada proses penalaran visuospasial dalam menyelesaikan masalah geometri adalah menganalisis informasi visual, mensintesis informasi visual dan menarik simpulan tentang bentuk akhir objek yang terbentuk. Menganalisis informasi visual dari suatu objek berarti melakukan pengamatan terhadap bagian-bagian dari objek, menentukan bagaimana satu bagian berkaitan spasial dengan bagian yang lain atau dengan keseluruhan struktur. Mensintesis informasi visual dari suatu objek berarti menjalin atau memadukan unsur-unsur dan keterkaitan spasial antar unsur untuk membentuk sebuah objek. Menarik simpulan tentang bentuk akhir objek yang terbentuk berarti melakukan tindakan secara mental untuk menentukan representasi internal objek (representasi objek yang masih dalam pikiran) yang terbentuk. Objek yang terbentuk mungkin direpresentasikan secara eksternal oleh peserta didik sebagai objek yang tepat dan benar, tetapi mungkin saja terjadi objek yang direpresentasikan itu tidak sempurna.

Terdapat empat komponen utama dalam proses penalaran visuospasial, yaitu (1) representasi eksternal, (2) analisis, (3) sintesis, dan (4) simpulan. Komponen representasi eksternal memuat informasi visual dan bentuk objek yang terbentuk. Komponen analisis memuat

proses identifikasi keterkaitan spasial di antara objek dan transformasi objek dua dimensi ke objek tiga dimensi atau sebaliknya. Komponen sintesis memuat proses paduan antara unsur-unsur dan keterkaitan spasial antar unsur untuk membentuk sebuah objek. Simpulan tentang bentuk akhir objek terjadi dalam proses penalaran visuospasial dapat bernilai benar bila bentuk akhir objeknya tepat sesuai dengan bentuk yang diminta, sedangkan simpulan juga dapat bernilai tidak benar bila bentuk akhir objek yang diperoleh tidak sesuai dengan bentuk yang diminta. Oleh karena itu, komponen simpulan memuat simpulan sempurna dan simpulan tidak sempurna.

Dengan demikian dapat dibuat bagan proses penalaran visuospasial yang memuat empat komponen beserta subkomponennya. Gambar 2.3 menunjukkan bagan proses penalaran visuospasial subjek saat menyelesaikan masalah geometri. Bagan tersebut akan digunakan sebagai panduan untuk menentukan bagan langkah-langkah berpikir dalam proses penalaran visuospasial subjek saat menyelesaikan masalah geometri berbantuan alat peraga kubus satuan.



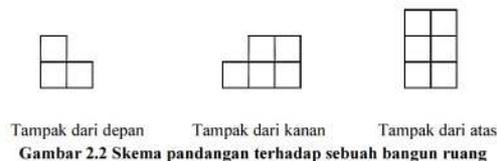
Gambar 2.1 Bagan proses penalaran visuospasial dalam menyelesaikan masalah geometri

B. Masalah Geometri

Masalah (problem) merupakan bagian dari kehidupan manusia. Hampir setiap hari orang dihadapkan kepada masalah-masalah yang perlu dicari jalan keluarnya. Suatu masalah dapat bersumber dari dalam diri seseorang atau dari lingkungannya, berupa masalah yang mudah sampai yang paling sulit diatasi atau dipahami. Bell (1978) mengemukakan bahwa suatu situasi dikatakan masalah bagi seseorang bila orang tersebut menyadari keberadaan situasi tersebut,

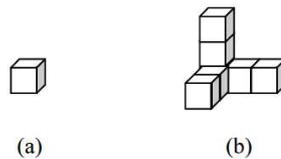
mengakui bahwa situasi tersebut memerlukan tindakan dan tidak dengan segera dapat menemukan penyelesaiannya.

Masalah dalam penelitian ini merupakan masalah geometri terkait dengan bentuk visual, yaitu masalah dalam bentuk visual yang berkaitan dengan gambar dan menggambar suatu bangun ruang yang tersusun dari kubus-kubus satuan berdasarkan tiga skema pandangan yaitu depan, kanan, dan atas. Sedangkan skema pandangan sebuah objek adalah gambar tampakan objek yang sejajar dengan bidang frontal atau bidang horisontal. Berikut ini merupakan contoh soal atau masalah geometri. Diketahui tiga buah skema pandangan terhadap sebuah bangun ruang yang tersusun dari kubus-kubus satuan, yang tampak pada Gambar 2.1. Dengan memanfaatkan ketiga skema itu, gambarlah sebuah bangun ruang.



C. Alat Peraga Kubus Satuan

Alat peraga adalah alat bantu yang digunakan untuk memudahkan pemahaman terhadap suatu ide abstrak. Alat peraga yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk kubus satuan. Kubus satuan adalah kubus berukuran satu satuan yang dapat disusun sehingga membentuk bangun ruang berupa balok, kubus, dan bangun ruang lainnya. Berikut ini adalah contoh kubus satuan dan bangun ruang yang tersusun dari kubus-kubus satuan.



Gambar 2.3 (a) Kubus satuan dan (b) Bangun ruang

4. Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui penalaran visuospasial mahasiswa S1 pendidikan matematika dalam menyelesaikan masalah geometri, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif.

B. Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada mahasiswa S1 pendidikan matematika FKIP Universitas Cenderawasih di Jayapura.

C. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah pewawancara, dalam hal ini peneliti sendiri. Dalam pengambilan data, peneliti menggunakan instrumen bantu berupa lembar tugas yang memuat masalah geometri berupa soal yang berkaitan dengan mengkonstruksi/menata bangun ruang berdasarkan tiga skema pandangan, dan alat peraga kubus satuan.

D. Prosedur Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan sebagai berikut. Subjek diberi lembar tugas dan alat peraga kubus-kubus satuan. Subjek diminta agar memanfaatkan kubus-kubus satuan untuk mengkonstruksi bentuk bangun. Semua kegiatan yang dilakukan oleh subjek dalam menyelesaikan tugas untuk menentukan bentuk akhir bangun, direkam dengan menggunakan alat perekam Audiovisual.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis isi (*Content Analysis*). Menurut Fraenkel & Wallen (2003: 482), analisis isi diartikan seperti pada kutipan berikut ini.

Content analysis is a technique that enables researchers to study human behavior in an indirect way, through an analysis of their communication. ... pictures.

Definisi di atas memperlihatkan bahwa analisis isi digunakan sebagai teknik untuk mempelajari perilaku orang. Dalam penelitian ini perilaku yang dimaksud adalah perilaku proses penalaran visuospasial subjek selama menyelesaikan masalah geometri.

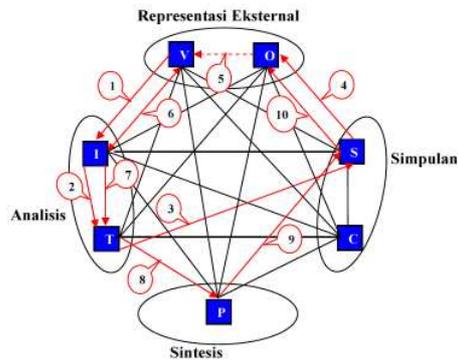
5. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Hasil penelitian ini berupa profil penalaran visuospatial dari seorang subjek dalam menyelesaikan masalah geometri berbantuan alat peraga kubus satuan. Proses penalaran visuospatial subjek diamati melalui perilakunya selama menyelesaikan masalah geometri berbantuan alat peraga kubus satuan. Proses penalaran visuospatial subjek terekam melalui langkah-langkah berpikir.

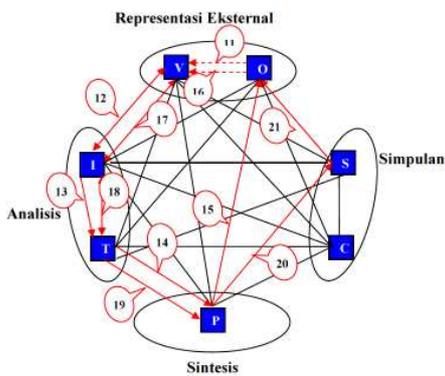
Tabel 4.1
Langkah-langkah berpikir mengkonstruksi bangun tahap pertama

Skema pandangan	Langkah berpikir	Simbol Kegiatan	Makna dari Simbol Kegiatan
1	2	3	4
dari Depan	1	$V \rightarrow I$	Melalui identifikasi terhadap skema pandangan depan, subjek memilih persegi satuan 1 untuk memulai proses penyusunan bangun.
	2	$I \rightarrow T$	Melakukan transformasi persegi satuan 1 menjadi kubus satuan.
	3	$T \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	4	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.
	5	$O \rightarrow V$	Perhatian beralih ke informasi visual.
	6	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 2.
	7	$I \rightarrow T$	Melakukan transformasi persegi satuan 2 menjadi kubus satuan.
	8	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	9	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	10	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.
	11	$O \rightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual.
	12	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 3.
	13	$I \rightarrow T$	Melakukan transformasi persegi satuan 3 menjadi kubus satuan.
	14	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	15	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.
	16	$O \rightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari depan.
	17	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 4 pada informasi visual.
	18	$I \rightarrow T$	Melakukan transformasi persegi satuan 4 menjadi kubus satuan.
	19	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	20	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	21	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.
	22	$O \rightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari depan.
	23	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 5 pada informasi visual.
	24	$I \rightarrow T$	Melakukan transformasi persegi satuan 5 menjadi kubus satuan.
	25	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	26	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	27	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.

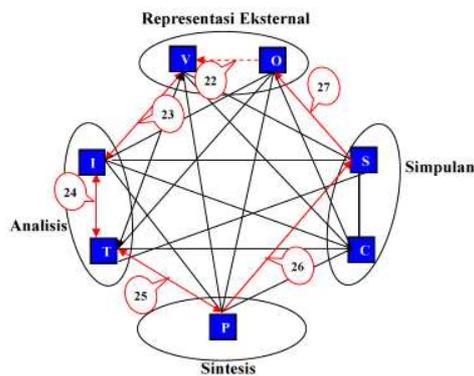
Dengan berpedu pada Gambar 2.1 (Bagan proses penalaran visuospatial), langkah-langkah berpikir yang terdapat dalam Tabel 4.1 dapat dimodelkan seperti tampak pada Gambar 4.1 hingga Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Bagan Langkah-langkah berpikir



Gambar 4.2 Bagan Langkah-langkah berpikir



Gambar 4.3 Bagan Langkah-langkah berpikir

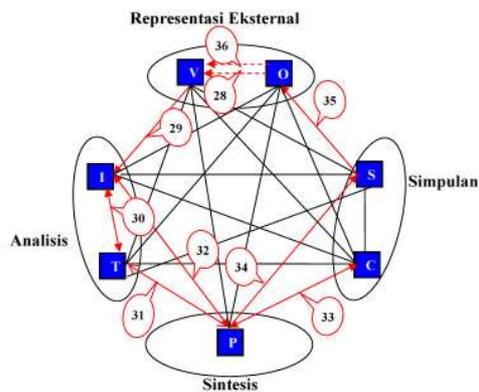
Setelah memperoleh bentuk bangun berdasarkan skema pandangan dari depan, langkah selanjutnya subjek mencoba menyempurnakan bangun tersebut dengan berpandu pada skema

pandangan dari samping kanan. Hal ini dilakukan dengan merubah bentuk bangun yang telah terkonstruksi. Langkah-langkah berpikir yang terjadi dalam proses penalaran visuospasial subjek pada saat mengkonstruksi bangun tahap kedua (yaitu: merubah bentuk bangun yang terkonstruksi) terangkum dalam Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2
Langkah-langkah berpikir mengkonstruksi bangun tahap kedua

Skema pandangan	Langkah berpikir	Simbol Kegiatan	Makna dari Simbol Kegiatan
1	2	3	4
dari Depan 	28	$O \leftrightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari depan dan skema pandangan dari samping kanan.
dari Samping Kanan 	29	$V \leftrightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 5 pada skema pandangan dari depan dan terhadap persegi satuan 6 pada skema pandangan dari samping kanan pada informasi visual. Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 4 pada skema pandangan dari depan dan terhadap persegi satuan 7 pada skema pandangan dari samping kanan pada informasi visual.
	30	$I \leftrightarrow T$	Melakukan transformasi dan identifikasi kubus satuan.
	31	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	32	$P \leftrightarrow I$	Melakukan identifikasi dan paduan terhadap kubus satuan.
	33	$P \rightarrow C$	Simpulan tidak sempurna
	34	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	35	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.

Dengan berpandu pada Gambar 2.1 (Bagan proses penalaran visuospasial), langkah-langkah berpikir yang terdapat dalam Tabel 4.2 dapat dimodelkan seperti tampak pada Gambar 4.4.



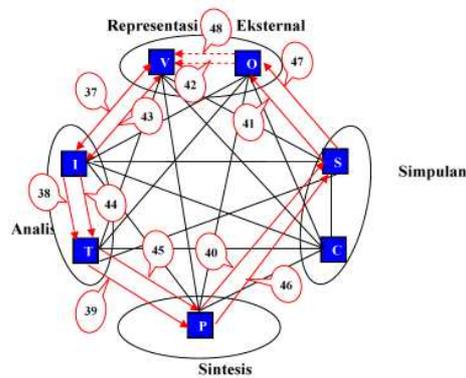
Gambar 4.4 Bagan Langkah-langkah berpikir

Tabel 4.3 memperlihatkan langkah-langkah berpikir yang terjadi dalam proses penalaran visuospasial subjek pada saat menata bentuk bangun tahap ketiga.

Tabel 4.3
 Langkah-langkah berpikir mengkonstruksi bangun tahap ketiga

Skema pandangan	Langkah berpikir	Simbol Kegiatan	Makna dari Simbol Kegiatan			
1	2	3	4			
dari Depan	36	$O \dashrightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari depan dan skema pandangan dari atas.			
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	3	2	1	37	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 4 pada skema pandangan dari depan dan terhadap persegi satuan 5 pada skema pandangan dari atas pada informasi visual.
3						
2						
1						
dari atas	38	$I \leftrightarrow T$	Melakukan transformasi dan identifikasi kubus satuan.			
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	3	2	1	39	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
3						
2						
1						
	40	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.			
	41	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.			
	42	$O \dashrightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari depan dan skema pandangan dari atas.			
	43	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi terhadap persegi satuan 5 pada skema pandangan dari depan dan terhadap persegi satuan 5 pada skema pandangan dari atas pada informasi visual.			
	44	$I \leftrightarrow T$	Melakukan transformasi dan identifikasi kubus satuan.			
	45	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.			
	46	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.			
	47	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.			

Model lintasan berpikir untuk langkah-langkah berpikir dalam Tabel 4.3 seperti tampak pada Gambar 4.5 berikut ini.



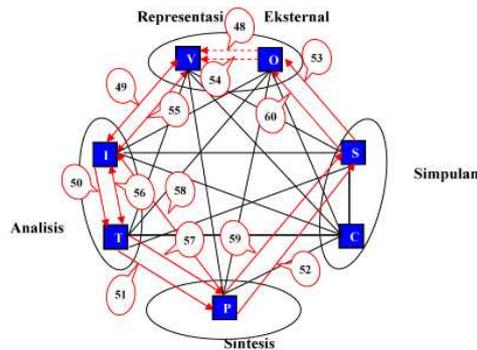
Gambar 4.5 Bagan Langkah-langkah berpikir

Tabel 4.4 memperlihatkan langkah-langkah berpikir yang terjadi dalam proses penalaran visuospatial subjek pada saat menata bentuk bangun tahap ketiga.

Tabel 4.4
Langkah-langkah berpikir mengkonstruksi bangun tahap keempat

Skema pandangan	Langkah berpikir	Simbol Kegiatan	Makna dari Simbol Kegiatan
1	48	$O \dashrightarrow V$	4
dari Samping Kanan 	49	$V \rightarrow I$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari samping kanan dan skema pandangan dari atas.
dari Atas 	50	$I \leftrightarrow T$	Melakukan transformasi dan identifikasi kubus satuan.
	51	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	52	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	53	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.
	54	$O \dashrightarrow V$	Perhatian beralih dari bentuk objek ke informasi visual tentang skema pandangan dari samping kanan dan skema pandangan dari atas.
	55	$V \rightarrow I$	Melakukan identifikasi persegi satuan 7 pada skema pandangan dari samping kanan dan terhadap persegi satuan 3 pada skema pandangan dari atas pada informasi visual.
	56	$I \leftrightarrow T$	Melakukan transformasi dan identifikasi kubus satuan.
	57	$T \rightarrow P$	Memadukan objek.
	58	$P \rightarrow I$	Melakukan identifikasi tentang letak objek
	59	$P \rightarrow S$	Menarik simpulan tentang bentuk objek yang sesuai dengan informasi visual.
	60	$S \rightarrow O$	Memperoleh bentuk objek yang tepat.

Model lintasan berpikir untuk langkah-langkah berpikir dalam Tabel 4.4 seperti tampak pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Bagan Langkah-langkah berpikir

Berdasarkan pada model-model lintasan berpikir di atas, dapat dikatakan bahwa:

1. Langkah-langkah berpikir pada model lintasan berpikir dimulai dari menerima informasi visual, mengidentifikasi, mentransformasi, memadukan, menarik simpulan tentang bentuk objek dilakukan secara kontinu hingga memperoleh bentuk akhir objek yang dikonstruksi.
2. Model lintasan berpikir yang ditemukan ada yang berbentuk linier dan ada yang tidak berbentuk linier.

6. Simpulan

Berdasarkan uraian pada hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam menyelesaikan masalah geometri berbantu alat peraga kubus satuan, dapat dibuat model lintasan proses penalaran visuospasial.
2. Model lintasan penalaran visuospasial dapat memuat model lintasan berpikir yang berbentuk linier dan juga model lintasan berpikir yang tidak berbentuk linier.

Berdasarkan simpulan di atas, perlu adanya penelitian lanjut sehingga diperoleh model lintasan penalaran yang bervariasi.

Daftar Pustaka

- Bell, F. H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics*, (In Secondary School), IOWA. Wim C. Brown Company Publishers.
- Ben-Chaim, David, Glenda Lappan & Richard Houang. (1989). *The Role of Visualization in Middle School Mathematics*. Curriculum Focus on Learning Problems in Mathematics 11, pp. 49-60.
- Hunt, Earl. (1995). *The Role of Intelligence in Modern Society*. The American Scientist.
- Meserve, Bruce E. & Meserve, Dorothy T. (1986). *Teacher Education and the Teaching of Geometry*. In Robert Morris (Ed.). Studies in Mathematics Education (Teaching of Geometry) Volume 5, pp. 161-173, Paris:UNESCO.
- Soedjadi,R. (2000). *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia, Konstataasi Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Jakarta: Dirjen Dikti. Depdiknas.
- Terao, Atsushi, Kenneth R. Koedinger, Myeong-Ho Sohn, John R. Anderson, Cameron S. Carter. (t.t). *An fMRI Study of the Interplay of Symbolic and Visuo-spatial Systems in Mathematical Reasoning*.
- Tversky, Barbara. (2004). *Visuospatial Reasoning*. [www. spatiallearning.org/bibliography_pdfs/visspatholyoak04.pdf](http://www.spatiallearning.org/bibliography_pdfs/visspatholyoak04.pdf) Diakses tanggal 12 Desember 2007.
- Suppiah, Kanagarajah. (2005). *Improving and Identifying the Spatial Visualisation Ability of Students*. ITE Teachers' Conference.http://edt.ite.edu.sg/ite_conf/teaching/tc05ts02.pdf. Diakses tanggal 11 Agustus 2007.