

PROFIL GENERALISASI SISWA OPERASIONAL KONKRET BERDASARKAN PERSPEKTIF SEMIOTIK

Mu'jizatin Fadiana¹, Siti M Amin², Agung Lukito³

¹Universitas PGRI Ronggolawe Tuban², Universitas Negeri Surabaya
¹mujizatinfadiana@mhs.unesa.ac.id, ²mujizatin000@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi generalisasi pola berdasarkan perspektif semiotik pada siswa operasional konkret. Material semiotik yang akan dianalisis meliputi, gestur, ucapan dan tulisan. Penelitian kualitatif eksploratif ini dilaksanakan di salah satu SMP swasta di Tuban Jawa Timur Indonesia. Subjek dalam penelitian ini adalah seorang siswa Kelas VII berjenis kelamin laki-laki dan kemampuan berpikir logis berada pada tahap operasional konkret. Subjek dipilih dengan menggunakan instrument GALT (*Group of Assessment of Logical Thinking*). Data dikumpulkan dengan *think aloud*, yaitu saat menyelesaikan tugas generalisasi pola, siswa menyatakan proses berpikirnya secara lisan. Selain itu, juga dilakukan wawancara. Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik analisis data kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa operasional konkret melalui tiga tahapan proses generalisasi, yaitu menemukan keteraturan, mengkonfirmasi keteraturan dan menghasilkan rumus umum. Tahapan membuktikan kebenaran rumus umum tidak dilakukan oleh siswa. Siswa menyatakan produk generalisasi dalam bentuk kalimat sederhana berdasarkan pada konteks gambar yang dilihat

Kata Kunci: *Generalisasi pola; Semiotik; Berpikir logis; Operasional konkret*

PENDAHULUAN

Pola merupakan topik penting yang mendasari belajar dan berpikir matematis. Matematika sering disebut sebagai “ilmu tentang pola” [1] [2]. Perspektif ini menyoroti keberadaan pola di semua bidang matematika. Secara khusus, pola dipandang oleh beberapa peneliti sebagai cara untuk mengembangkan berpikir aljabar karena merupakan langkah mendasar untuk membangun generalisasi yang merupakan esensi dari matematika [3][4].

Generalisasi merupakan kompetensi yang diperhatikan dalam pembelajaran matematika di semua tingkatan. Misalnya, dalam bidang aritmatika siswa bisa menggeneralisasi bahwa perkalian dari setiap bilangan bulat dengan bilangan 5 akan menghasilkan bilangan bulat dengan digit terakhir 0 atau 5. Dalam bidang geometri, teorema-teorema dalam geometri dapat dianggap sebagai produk generalisasi [5]. Sedangkan Blanton & Kaput [6] mengatakan bahwa generalisasi dan formalisasi adalah intrinsik pada aktivitas dan berpikir matematika. Sedangkan generalisasi pola bergambar geometris dapat membantu mengembangkan kemampuan visualisasi, penalaran dan argumentasi siswa [7] [8]

Dalam menyelesaikan tugas generalisasi pola, siswa menggunakan strategi yang berbeda-

beda [9]. Masing-masing strategi yang digunakan oleh siswa disertai tanda-tanda yang menarik untuk diteliti, baik secara mental (proses berpikir) maupun fisik (gestur, kata-kata, simbol tertulis, gambar dan sebagainya). Sebuah teori yang mempelajari tentang tanda, berfungsinya tanda dan makna yang dihasilkan oleh tanda adalah teori semiotik. Simbol atau tanda yang dibentuk oleh siswa dapat dikaji melalui teori semiotik dengan interpretasi sesuai konteks yang dipelajari. Matematika merupakan pengetahuan siswa yang terkait dengan tanda berbasis aktivitas. Semiotik sangat tepat apabila diterapkan dalam matematika [10]. Tarasenkova [11] mengemukakan bahwa memahami operasi dan konteks matematika yang abstrak tidak mungkin tanpa aktivitas semiotik tertentu. Beberapa komponen semiotik yang muncul pada aktivitas generalisasi pola meliputi gestur, ucapan dan simbol [12].

Orton & Orton [3] [13] menyatakan bahwa tahapan perkembangan kemampuan pola pada anak-anak sesuai sistem klasifikasi yang hierarkis. Kerangka hierarkis ini bersesuaian dengan domain kognitif secara umum. Labinowics [14] menjelaskan bahwa domain kognitif secara umum dibangun berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget. Orton & Orton [3] [13] juga mengatakan bahwa jawaban

pertanyaan antara orang dewasa dan anak-anak tentang pola kuadrat dan pola linier dapat diklasifikasikan ke dalam tahapan dari mulai jawaban berupa bilangan yang konkret hingga generalisasi secara aljabar.

Berkaitan dengan perkembangan kognitif individu, berpikir logis merupakan cara yang paling tepat untuk mengidentifikasi tingkat perkembangan kognitif individu antara tahap operasional konkret atau tahap operasional formal [15]. Berpikir logis juga dianggap sebagai karakteristik yang ada pada manusia pada umumnya dan merupakan keterampilan kognitif tingkat tinggi. Keterampilan berpikir logis belum muncul sebelum tahap operasi konkret [16]. Roadrangka [17] telah membuat tiga tahap perkembangan kognitif individu dengan menggunakan pengukuran tingkat kemampuan berpikir logis, yaitu: tahap operasional konkret, tahap transisional dan tahap operasional formal. Dari beberapa pendapat ini, dapat disimpulkan bahwa tingkat kemampuan berpikir logis memberikan kita informasi tentang tingkat perkembangan kognitif individu.

Perspektif semiotik tepat digunakan untuk mengeksplor proses generalisasi yang dibangun oleh siswa dengan tingkat perkembangan kognitif yang berbeda. Gestur, kata-kata yang diucapkan maupun tulisan siswa kemungkinan besar akan berbeda-beda. Pendapat ini diperkuat dengan penelitian MacGregor & Stacey [18], tugas generalisasi pola yang diberikan pada anak usia 14 – 15 tahun, salah satu kesulitan yang dirasakan oleh subjek penelitian adalah memformulasikan generalisasi ke dalam bentuk aljabar. Subjek mengartikulasi struktur pola menggunakan bahasanya sendiri. Sehingga generalisasi mereka nyatakan dalam bentuk bahasa sehari-hari. Orton et al. [3] juga mengatakan bahwa siswa menyatakan hasil dalam bentuk kata-kata (bahasa sehari-hari) seringkali dijumpai ketika siswa tidak mampu untuk menyatakan dalam bentuk ekspresi aljabar. Sejalan dengan pendapat ini, hasil Inganah [19] menyatakan bahwa gestur, kata-kata yang diucapkan, simbol tertulis merupakan komponen semiotik yang bersesuaian dalam mediasi empat kategori berpikir aljabar, yaitu; *factual*, *contextual*, *symbolic short jumping* dan *symbolic high jumping*. Berdasarkan uraian diatas, maka makalah ini akan mendeskripsikan tentang profil generalisasi siswa operasional konkret berdasarkan perspektif semiotik. Makalah ini merupakan sebagian hasil dari penelitian disertasi yang berjudul profil

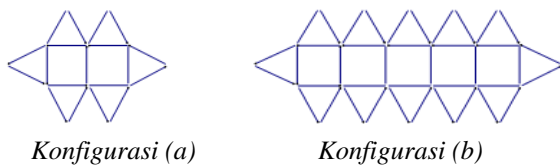
generalisasi berdasarkan perspektif semiotik ditinjau dari kemampuan berpikir logis siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian kualitatif ini dilaksanakan di salah satu SMP swasta Tuban Jawa timur Indonesia. Subjek penelitian adalah seorang siswa Kelas VII berjenis kelamin laki-laki dengan kemampuan berpikir logis berada pada tahap operasional konkret. Pemilihan subjek penelitian menggunakan instrument GALT (*Group of Assessment of Logical Thinking*) yang telah dikembangkan oleh Roadrangka [17]. GALT yang disederhanakan (*abbreviated GALT*) adalah berbentuk *paper and pencil test* yang berisi 12 soal. Tes ini menggunakan soal pilihan ganda yang menyajikan pertanyaan dan kemungkinan jawaban beserta pilihan alasan dibalik jawaban. Terdapat gambar yang disertakan pada setiap butir soal untuk memvisualkan masalah. Setiap butir soal yang jawabannya benar diberikan skor 1. Apabila jawaban salah atau tidak menjawab diberikan skor 0. Sehingga skor maksimum adalah 12 dan skor minimum adalah 0. Selanjutnya, skor yang diperoleh diklasifikasikan sebagai berikut; skor 0-4 dikelompokkan pada tahap operasional konkret, skor 5-7 adalah tahap transisional, dan skor 8-12 termasuk tahap operasional formal [17]

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah peneliti sebagai instrumen utama, lembar tugas generalisasi pola (TGP), dan alat perekam audiovisual. Peneliti sebagai instrumen utama bertindak sebagai perencana, pengumpul data, penganalisis data, penafsir data, dan pelapor hasil penelitian. Selama menyelesaikan tugas generalisasi pola, siswa diminta untuk mengungkapkan secara lisan semua yang sedang dipikirkan. Oleh karena itu pengumpulan data dalam penelitian ini dikatakan *think aloud*. Kegiatan ini direkam dengan audiovisual. Untuk memperoleh data yang valid, dilakukan wawancara. Masalah yang diberikan pada waktu wawancara setara dengan TGP, sedang pertanyaannya sama dengan TGP. Adapun tugas generalisasi pola yang diberikan adalah sebagai berikut.

Gambar berikut terdiri dari persegi dan segi tiga yang tersusun dari batang korek api



- Konfigurasi (a) Konfigurasi (b)
- Tuliskan informasi yang kamu dapatkan setelah memperhatikan konfigurasi (a) dan konfigurasi (b)!
 - Berapa batang korek api yang dibutuhkan untuk 6 persegi? Jelaskan alasanmu!
 - Berapa batang korek api yang dibutuhkan untuk 50 persegi? Jelaskan alasanmu!
 - Jika ada n -persegi, berapa batang korek api yang dibutuhkan?
 - Buktikan kebenaran rumus yang sudah kamu temukan pada jawaban d!

Data hasil tugas generalisasi pola secara tertulis, hasil *think aloud*, hasil pengamatan, dan hasil wawancara, baik yang berupa data verbal maupun perilaku dianalisis dengan tahap-tahap: 1) mentranskripsikan seluruh data verbal, 2) mereduksi data dengan membuat abstraksi, 3) menyusun ke dalam satuan satuan yang dikategorisasikan dengan membuat koding, 5) menganalisis proses generalisasi pola berdasarkan perspektif semiotik, dan (5) penarikan kesimpulan. Lembar jawaban TGP dan hasil wawancara dianalisis berdasarkan indikator proses generalisasi menurut Fadiana [20]

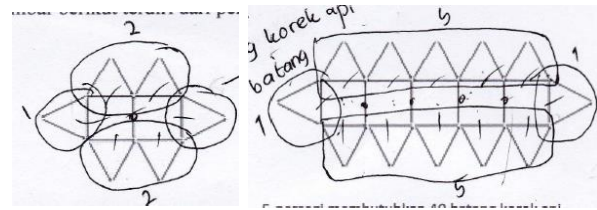
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data pada penelitian ini difokuskan pada proses generalisasi subjek penelitian berdasarkan tahap-tahap generalisasi yang dikembangkan oleh Fadiana [20], yaitu menemukan keteraturan, mengonfirmasi keteraturan, menghasilkan rumus umum (generalisasi) dan membuktikan kebenaran rumus umum. Subjek penelitian diberikan nama inisial SK.

Tahap Menemukan Keteraturan


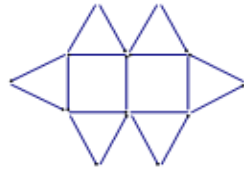
SK melihat konfigurasi (a) dan (b) pada TGP. SK melihat segitiga bagian atas, segitiga bagian bawah, segitiga samping kanan dan segitiga samping kiri. SK menghitung banyak segitiga pada masing-masing bagian. Dalam mengidentifikasi banyak segitiga, SK dimediasi oleh gestur representasional. Gestur representasional SK adalah dengan membuat lintasan melingkar pada masing-masing bagian segitiga. Lintasan melingkar yang dilukiskan

oleh SK pada masing-masing bagian segitiga merupakan simbol tertulis yang dipakai oleh SK untuk menunjukkan banyak segitiga pada bagian atas maupun bagian bawah sebagaimana Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Simbol SK untuk mengidentifikasi banyak segitiga

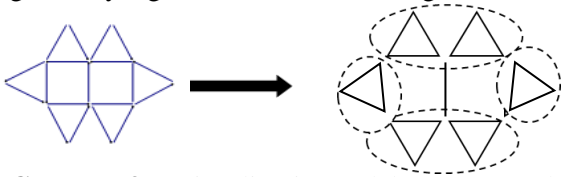
Setelah menghitung banyak segitiga, SK mengalikan banyak segitiga dengan 3. Hal ini dikarenakan 1 segitiga tersusun atas 3 batang korek api. Selanjutnya, SK mengidentifikasi batang korek api yang sudah dihitung dengan dimediasi oleh gestur representasional, ucapan dan simbol tertulis. SK mengucapkan "*ini sudah, ini sudah, sudah, sudah..sudah*". Ucapan SK diikuti oleh *gesture representasional* yaitu menandai beberapa batang korek api yang menurut SK sudah dihitung. Terdapat kesesuaian antara gestur, simbol tertulis dan ucapan SK dalam mengidentifikasi batang korek api yang sudah dihitung.

Gestur Representasional	
Simbol tertulis	
Ucapan	" <i>ini sudah, ini sudah, sudah, sudah, sudah, sudah</i> "

Gambar 2. Kesesuaian antara gestur, simbol tertulis dan ucapan SK

SK kemudian menghitung batang korek api yang belum dihitung dengan dimediasi oleh gestur menunjuk. Setelah yakin bahwa semua batang korek api sudah diidentifikasi dan dihitung, selanjutnya SK menjumlahkan hasil perhitungan batang korek api yang membentuk segitiga dan hasil perhitungan batang korek api yang ada ditengah. Visualisasi dari keteraturan

yang telah ditemukan oleh SK dari kedua gambar yang diketahui adalah sebagai berikut.

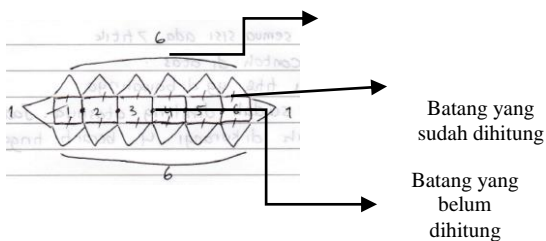


Gambar 3. Visualisasi SK dalam menemukan keteraturan

Tahap Mengonfirmasi Keteraturan

Aktivitas mengonfirmasi keteraturan diungkap melalui pertanyaan (b) dan (c). Menurut nomenklatur Stacey [18], pertanyaan (b) termasuk generalisasi dekat (*near generalisation*) dan pertanyaan (c) adalah generalisasi jauh (*far generalization*).

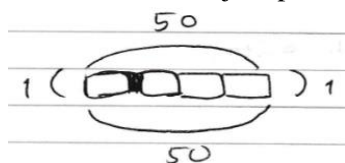
SK menggambar konfigurasi batang korek api yang terdiri atas 6 persegi. SK menghitung banyak segitiga pada konfigurasi 6 persegi dengan dimediasi gestur menunjuk. Kemudian SK mengidentifikasi batang korek api yang sudah dihitung. Setelah mengidentifikasi batang korek api yang sudah dihitung, SK menghitung banyak batang korek api vertikal yang belum dihitung dan terakhir SK menghitung banyak batang korek api keseluruhan. Gambar 4 berikut adalah visualisasi strategi y; Banyak segitiga ada 6 k api pada konfigurasi 6 persegi



Gambar 4. Visualisasi strategi SK

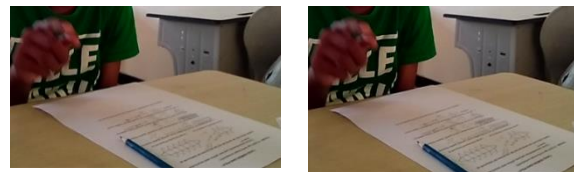
Dari Gambar 4, terlihat bahwa SK menerapkan prinsip keteraturan yang telah ia temukan sebelumnya. Dengan demikian, SK telah mengonfirmasi keteraturan.

Dalam menjawab pertanyaan c, SK tidak menggambar secara utuh konfigurasi 50 persegi. SK hanya membuat sketsa saja seperti Gambar 5



Gambar 5. Sketsa SK dalam menjawab pertanyaan c

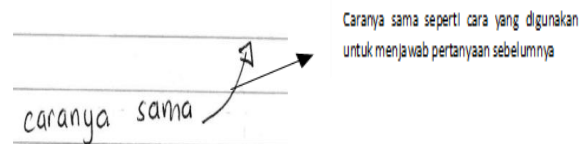
SK menghitung banyak segitiga dengan melakukan analisis hubungan kuantitatif dengan dimediasi gestur representasional, yaitu dengan cara membuat lintasan garis horizontal dengan menggunakan pensil pada sketsa konfigurasi 50 persegi yang menggambarkan banyaknya segitiga atas, segitiga bawah, segitiga samping kanan dan segitiga samping kiri. Kemudian SK menghitung banyak batang korek api yang menyusun segitiga. SK menghitung banyak batang korek api vertikal yang belum dihitung dengan melakukan analisis hubungan kuantitatif dengan dimediasi oleh gesture representasional, yaitu dengan cara membuat lintasan horizontal secara abstrak di udara dengan menggunakan jari telunjuk pada batang korek api vertikal yang di tengah (bukan penyusun segitiga). Terakhir, SK menghitung banyak batang korek api keseluruhan.



Gambar 6. Gerakan jari telunjuk ke atas dan ke bawah untuk merepresentasikan segitiga atas dan segitiga bawah

Tahap Menghasilkan Rumus Umum Untuk Konfigurasi Ke-n

Dalam menghasilkan rumus umum untuk konfigurasi ke-n, SK tidak menuliskan rumus umum (generalisasi) dalam bentuk variabel n. SK memahami bahwa konfigurasi batang korek api yang diberikan membentuk pola dan bisa digeneralisasi dengan menggunakan strategi yang sama dengan yang ia gunakan sebelumnya. Sehingga dengan dimediasi oleh simbol tertulis, SK menuliskan seperti Gambar 7 berikut.



Gambar 7 Jawaban tertulis SK untuk pertanyaan d

Selain dimediasi oleh simbol tertulis (anak panah ke atas), SK dalam menggeneralisasi juga dimediasi oleh ucapan. Rumus umum untuk menentukan banyak batang korek api untuk menyusun n-persegi seperti gambar yang

diketahui dinyatakan dalam ucapan (tidak menggunakan variabel n), seperti pernyataan SK berikut.

"Segitiga atas dan bawah sama dengan banyaknya persegi, lalu ditambah segitiga samping kanan 1 segitiga samping kiri 1. Banyaknya segitiga dikalikan 3. Terus menghitung banyaknya garis tengah. Banyaknya garis tengah sama dengan banyaknya persegi dikurangi 1. Habis itu dijumlahkan semua hasilnya."

Tahap Membuktikan Kebenaran Rumus Umum

SK tidak memberikan pembuktian secara tertulis tentang rumus umum banyaknya batang korek api untuk n -persegi. SK memberikan penjelasan atas hasil generalisasi dengan dimediasi ucapan sebagaimana pernyataan SK berikut.

"Saya kurang mengerti bu maksudnya. Tapi saya sudah yakin jawaban d, buktinya ya sama kayak cara yang saya gunakan pada pertanyaan yg b dan c. Entah bu. Saya bingung"

Berdasarkan hasil penelitian, subjek SK menyatakan generalisasi berdasarkan konteks yang termuat secara eksplisit pada pola (misalnya gambar berikutnya, segitiga atas, segitiga bawah, segitiga kiri, kanan dan sebagainya). Dalam menghasilkan rumus umum, SK dimediasi oleh ucapan dan simbol (bukan variabel).

Produk generalisasi dinyatakan dalam bentuk kalimat atau kata-kata (tidak menyatakan rumus umum dalam bentuk aljabar simbolik). Variabel kurang mempunyai peranan dalam tahap ini. SK kurang memahami makna variabel n , sehingga SK mengkonstruksi aturan atau rumus untuk menentukan banyak batang korek api pada n -persegi dengan menggunakan kalimat sederhana yang merupakan aturan dasar pola. Rumus umum yang diberikan adalah *"Segitiga atas dan bawah sama dengan banyaknya persegi, lalu ditambah segitiga samping kanan 1 segitiga samping kiri 1. Banyaknya segitiga dikalikan 3. Terus menghitung banyaknya garis tengah. Banyaknya garis tengah sama dengan banyaknya persegi dikurangi 1. Habis itu dijumlahkan semua hasilnya"*

Generalisasi yang dihasilkan oleh SK adalah tipe generalisasi secara kontekstual [21]. Radford [21] mendefinisikan generalisasi kontekstual sebagai generalisasi yang dibangun

berdasarkan konteks yang termuat secara eksplisit pada pola.

SK menggunakan gestur menunjuk dan gestur representasional dalam proses generalisasi. SK menunjuk ke bentuk segitiga pada konfigurasi yang diketahui dengan menggunakan pensil. Ketika menunjuk ke bentuk segitiga, SK juga mengucapkan kata-kata. Selain dimediasi oleh gestur menunjuk, proses generalisasi SK juga dimediasi oleh gesture representasional. Gestur representasional yang digunakan oleh SK adalah dengan melukis lingkaran horizontal yang mengelilingi bentuk segitiga dalam konfigurasi yang diketahui untuk menggambarkan banyak segitiga atas. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Fadiana [22] tentang peran gestur menunjuk dan gestur representasional. Gestur menunjuk mempunyai peran sebagai isyarat untuk menunjukkan objek atau referensi matematika yang sedang dibahas. Ketika gesture menunjuk terintegrasi dengan kata-kata akan memudahkan pendengar untuk memahami maksud pembicara. Selain itu, gestur menunjuk juga memiliki peran untuk mengurangi ketegangan kognitif. Sedangkan gestur representasional berguna untuk komunikasi antara pembicara dan audiens serta membantu audiens untuk mensimulasikan tindakan dan persepsi yang disajikan dalam gerakan tubuh pembicara.

Kata-kata yang diucapkan oleh SK menunjukkan makna generalisasi. SK mengucapkan frasa "caranya sama seperti sebelumnya". Generalisasi yang dihasilkan dari SK dibangun atas dasar penalaran induktif. Selain itu SK juga mengucapkan kata "selalu". Radford [23] mengatakan bahwa kata keterangan seperti "selalu" mendukung fungsi generatif bahasa, fungsi yang memungkinkan untuk menggambarkan prosedur dan tindakan yang reiteratif dengan membayangkan.

Dari tinjauan simbol tertulis, SK menulis "1 segitiga = 3 batang korek api". Tanda yang sama yang digunakan oleh SK adalah untuk menjelaskan arti "yang terdiri", sehingga arti penulisan SK adalah 1 segitiga terdiri atas 3 batang korek api. Selain itu, SK juga menggunakan simbol tanda panah ke atas. Tanda ini digunakan oleh SK untuk menjelaskan bahwa cara untuk menghasilkan generalisasi adalah sama dengan cara yang ia gunakan untuk mengidentifikasi keteraturan dari dua konfigurasi yang sudah diketahui. Tanda ini bersifat spesifik dan individual, yang berarti bahwa SK mengetahui maksud dari tanda

tersebut. Penggunaan dan pembentukan tanda adalah bagian dari kreativitas siswa. Makna dan konteks tanda-tanda yang digunakan siswa dapat dikaji melalui perspektif semiotik. Kegiatan komunikasi dalam bentuk tanda atau simbol matematika dapat dilihat melalui kegiatan membaca, menulis, atau membuat sketsa. Steinbring [24] mengemukakan bahwa tanda-tanda atau lambang-lambang matematika adalah sarana pengkodean dan penggambaran pengetahuan matematika, komunikasi pengetahuan matematika dan generalisasi pengetahuan matematika.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa subjek SK (siswa Kelas VII SMP yang berada pada tahap operasional konkret) melakukan generalisasi dengan melalui tiga langkah dari proses generalisasi, yaitu menemukan keteraturan, mengkonfirmasi keteraturan, dan menghasilkan rumus umum. Subjek SK tidak mampu membuktikan kebenaran rumus umum yang telah dihasilkan. Pada tahap menemukan keteraturan, SK memfokuskan pengamatan pada susunan batang korek api yang membentuk segitiga dan garis vertikal dengan dimediasi oleh gestur menunjuk. SK mengonfirmasi keteraturan dengan menerapkan prinsip-prinsip keteraturan yang telah ditemukan. Pada tahap ini, SK dimediasi oleh gestur, ucapan, dan simbol tertulis. Peran gambar sangat penting bagi SK. Sehingga SK selalu menggambar terlebih dahulu sebelum menjawab pertanyaan b dan c. Pada langkah menghasilkan rumus umum, SK menggeneralisasi pola berdasarkan konteks yang terdapat secara eksplisit pada pola. Produk generalisasi dinyatakan dalam bentuk kata-kata.

Bagi peneliti yang tertarik untuk meneliti tentang generalisasi berdasarkan perspektif semiotik, dapat melanjutkan hasil penelitian ini dengan subjek dengan tingkat kemampuan berpikir logis transisional atau operasional formal. Selain memperluas subjek penelitian, peneliti yang lain juga bisa meneliti dengan instrument yang berbeda, yaitu variasi gambar pola yang beragam. Penelitian tentang generalisasi pola dapat dikembangkan lebih luas sebagai sarana untuk mengembangkan berpikir aljabar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Resnik, M, D. 2005. *Mathematics as a science of mathematics*. Oxford: University Press
- [2] Tikekar, V, G. 2009. Deceptive patterns in mathematics. *International Journal Mathematic Science Education*. Vol 2 No.1: 13-21.
- [3] Orton, A. 1999. *Pattern in the teaching and learning of mathematics*. London: Cassel.
- [4] Zazkis, Rina & Liljedahl, Peter. 2002. Generalization of patterns: The Tension Between Algebraic Thinking and Algebraic Notation. *Educational Studies in Mathematics*. Vol 49: 379-402.
- [5] Mason, J. 1996. *Expressing generality and roots of algebra*. In N. Bednarz, C. Kieran, & L. Lee (Eds.), *Approaches to algebra* (pp. 65–86). Dordrecht: Kluwer.
- [6] Blanton, M. L. & Kaput, J. J. 2011. Functional Thinking as a Route Algebra in the Elementary Grade. Dalam Cai, Jinva & Knuth, Eric (Eds.), *Early Algebraization: A Global Dialogue from Multiple Perspectives*. New York: Springer Heidelberg Dordrecht.
- [7] Healy, L., & Hoyles, C. 1996. Seeing, doing and expressing: An evaluation of task sequences for supporting algebraic thinking. In L. Puig & A. Gutierrez (Eds.), *Proceedings of the 20th International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Vol. 3: 67-74. Valencia, Spain.
- [8] Presmeg, N. 2006. Research on visualization in learning and teaching mathematics: Emergence from psychology. In A. Gutiérrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education*. 205-235. Dordrecht: Sense Publishers.
- [9] Fadiana, Mu'jizatin. 2016b. Strategi Generalisasi Pola Siswa SMP Kelas VII. *Prosiding Seminar Nasional Matematika X Tahun 2016*. Semarang : FMIPA Universitas Negeri Semarang
- [10] Ernest, Paul. 2006. A Semiotic Perspective of Mathematical Activity: The Case of Number. *Educational Studies in Mathematics*. 61:67-1001.
- [11] Tarasenkova, N & Kovalenka, O. 2015. Content and Semiotic Features of Mathematical Problems Used as a Means of Training the Primary School Education

- Students. *American Journal of Educational Research*. Vol. 3: 31-35.
- [12] Inganah, S. & Subanji. 2013. Semiotik dalam Proses Generalisasi Pola. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika V*. FMIPA Universitas Negeri Malang. 27-30 Juni. ISBN: 978-602-97895-8-4. Hal. 431-438.
- [13] Orton, A. & Orton, J. 1999. *Pattern and the Approach to Algebra*. In A. Orton (Ed.) *Pattern in the Teaching and Learning of Mathematics*. Cassell, London.
- [14] Labinowicz, E. 1985. *Learning from children: new beginnings for teaching numerical thinking*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley
- [15] Atherson, J.S. 2013. Learning and teaching: Piaget's developmental theory [Online :UK]. Diakses 29 Desember 2016 dari <http://www.learningandteaching.info/learning/piaget.htm>
- [16] Minderovic, Z. 2001. *Logical Thinking*. Encyclopedia of Psychology, April 2006. [Online]. Diakses 13 April 2016 dari http://findarticles.com/p/article/mi_g2600/ix_is_0005/ai_269000536/?tag-content;coll,
- [17] Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J. 1982. *GALT, Group test of logical thinking*. University of Georgia, Athens, GA.
- [18] Stacey, K. And Macgregor, M. 1994. Algebraic Sums And Products: Students' Concepts And Symbolism', In J.P. Da Ponte And J.F. Matos (Eds.), *Proceedings Of The Eighteenth Inter- Understanding Algebraic Notation 19 National Conference For The Psychology Of Mathematics Education (Vol. Iv)*, University Of Lisbon, Portugal: PME. 289–296.
- [19] Inganah, S. 2012. Generalisasi Pola dalam Berpikir Secara Aljabar. *Prosiding: Conference on Applied Mathematics and Education: Membangun Kreativitas dan Kemandirian Bangsa Melalui Matematika*. Hal. 349-355. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- [20] Fadiana, M. Amin, S,M & Lukito, A. 2017. Generalization of Visual Pattern. *IOSR Journal of Research & Method in Education*. Vol 7. 6 (III): 29-32
- [21] Radford, L. 2003. Gestures, speech and the sprouting of signs. *Mathematical Thinking and Learning*. 5(1), 37-70.
- [22] Fadiana, M. 2016. Peran Gestur dalam Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional MASIF II FPMIPATI*. Semarang : Universitas PGRI Semarang
- [23] Radford, L. 2002. The seen, the spoken and the written. A semiotic approach to the problem of objectification of mathematical knowledge. *For the Learning of Mathematics*, 22(2), 14-23.
- [24] Botzer G. & Yerushalmy M. 2008. Embodied Semiotic Activities and their Role in the Construction of Mathematical Meaning of Motion Graphs. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. Vol 13. No 2: 111–134.