

PEMBELAJARAN DENGAN *VISUAL SCAFFOLDING* UNTUK MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH TERBUKA MATERI FUNGSI KUADRAT

N. L. T. Rahmawati^{1*}, I. N. Suparta², & G. Suweken³

*Program Studi Pendidikan Matematika, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja*^{1*, 2, 3}

Email: ara_semangat@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu lintasan pembelajaran dengan *visual scaffolding* pada materi fungsi kuadrat. Peneliti menitikberatkan pada kemampuan siswa menyelesaikan masalah terbuka. Pembelajaran ini disertai dengan penggunaan media pembelajaran geogebra untuk membantu siswa mengeksplorasi konsep fungsi kuadrat. Penelitian ini menggunakan *design research* dengan tiga tahapan yang meliputi penelitian awal, implementasi dan analisis retrospektif. Data terkait dengan aktivitas dan strategi yang digunakan siswa dalam menyelesaikan masalah yang diberikan selama pembelajaran berlangsung dikumpulkan melalui jawaban tertulis siswa di LKS, hasil *post test*, wawancara dan observasi yang kemudian dianalisis secara deskriptif. Rumusan akhir lintasan pembelajaran dari penelitian desain ini memiliki tahapan sebagai berikut : (1) mengeksplorasi karakteristik grafik fungsi kuadrat dengan memanipulasi media visual, (2) mengeksplorasi titik potong grafik fungsi kuadrat dengan memanipulasi media visual, (3) mengeksplorasi titik puncak grafik fungsi kuadrat dengan memanipulasi media visual, (4) menemukan kemungkinan jawaban permasalahan *open ended* dengan memanipulasi media visual. Dari temuan yang diperoleh, dapat disimpulkan pembelajaran dengan menggunakan *visual scaffolding* dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan menyelesaikan permasalahan *open ended*.

Kata-kata kunci: fungsi kuadrat, permasalahan open ended, visual scaffolding

Abstract

This research aims at designing a learning trajectory with visual scaffolding on quadratic functions. The study emphasized the student's ability on solving open-ended problems. This learning is supported by the use of instructional media GeoGebra to help students to explore the concept of quadratic function. Design research was deliberately chosen as the method of this study, with the following three steps: preliminary research, teaching implementation and retrospective analysis. The data related to student's activities and strategies that students used to solve the given problems during learning processes were collected using student's written works on some worksheets, post tests, interviews and observations. Final learning trajectory of this research has four steps: (1) exploring characteristic of quadratic function graph by manipulating visual media, (2) exploring intersection point of quadratic function graph with x-axes by manipulating visual media, (3) exploring vertex point of quadratic function graph by manipulating visual media, (4) finding possible solutions in solving open ended problems by manipulating visual media. The results showed that visual scaffolding was able to develop the students' ability on solving open ended problems on quadratic function materials.

Keywords: quadratic function, open-ended problems, visual scaffolding

1. Pendahuluan

Kemampuan pemecahan masalah siswa Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini dibuktikan dari hasil survei PISA 2012 yang difokuskan pada penilaian matematika, membaca, sains dan pemecahan masalah, yaitu Indonesia menempati peringkat 64 dari 65 negara, dengan rerata skor matematika yaitu 375, sementara rata-rata skor internasional adalah 494 (OECD, 2014).

Pemberian masalah yang kurang menuntut proses berpikir siswa menjadi salah satu penyebab rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa, dan guru terkadang lebih menuntut siswa menjawab benar namun kurang memperhatikan langkah penyelesaian dan proses berpikir siswa. Guru lebih sering memberikan soal-soal yang tidak menantang, penyelesaian hanya sebatas hapalan, dan kurangnya pemberian soal tipe *problem solving*. Seringkali dalam buku maupun sumber belajar hanya disediakan permasalahan dengan satu solusi, sehingga siswa kurang kreativitas dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Sangat jarang ditemukan soal-soal soal terbuka dalam buku-buku yang dipergunakan di sekolah. Masalah terbuka adalah masalah yang memiliki lebih dari satu cara atau solusi. Foong (dalam Tran Vui, 2014) menyimpulkan tiga kriteria dasar untuk masalah terbuka yaitu (1) masalah terbuka harus memberikan semua siswa kesempatan untuk menunjukkan beberapa pengetahuan, kemampuan, dan pemahaman matematika, (2) masalah *open-ended* harus cukup kaya untuk menantang siswa untuk bernalar dan berpikir, untuk melampaui kemampuan mereka sendiri, (3) masalah *open-ended* harus memungkinkan untuk solusi dan strategi yang luas.

Berbagai penelitian menunjukkan pemberian masalah terbuka berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Salah satunya merupakan penelitian Ariani (2014), yang dalam penelitiannya menyatakan terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah yang signifikan antara siswa yang mengikuti pembelajaran dengan *open-ended problem* dan siswa yang

mengikuti pembelajaran dengan *closed-ended problem*. Pemberian soal *open ended* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, seperti yang dinyatakan oleh Sudiarta (2005) yaitu penggunaan *open-ended problems* dalam pembelajaran dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, Ruslan (2013) menyatakan adanya pengaruh pemberian soal open ended terhadap kemampuan penalaran matematis siswa. Tetapi pemberian permasalahan *open ended* tanpa dibarengi dengan pelaksanaan pembelajaran yang tepat tidak akan membuat siswa mampu menyelesaikan permasalahan *open ended*, sehingga tujuan untuk dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa tidak akan tercapai. Inovasi guru matematika adalah untuk membantu siswa membangun pengetahuan mereka sendiri dengan cara yang aktif dan untuk meningkatkan pemikiran mereka melalui pemecahan masalah yang tidak rutin, saat bekerja sama dengan teman sekelas, sehingga bakat mereka dan kompetensi matematika bisa berkembang (Tran Vui, 2014).

Namun kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah terbuka masih kurang. Siswa kebanyakan kurang familiar dengan masalah terbuka yang menyebabkan siswa kesulitan dalam menyelesaikan masalah terbuka. Siswa cenderung kesulitan menemukan lebih dari satu cara maupun jawaban dalam merespon masalah terbuka. Secara khusus, untuk mengetahui bagaimana siswa menyelesaikan masalah terbuka pada materi fungsi kuadrat, dilakukan uji coba pemberian masalah terbuka materi fungsi kuadrat pada siswa kelas XI. Beberapa permasalahan siswa yang dapat diidentifikasi, antara lain: (1) siswa tidak memahami maksud dari masalah terbuka yang diberikan; (2) siswa merasa kebingungan dalam menggunakan/memilih "rumus", hal ini karena siswa sudah terbiasa mendapatkan permasalahan yang dapat diselesaikan dengan mengaplikasikan rumus; (3) Siswa cenderung menghafal untuk menyelesaikan suatu permasalahan, (4) siswa belum terbiasa melakukan elaborasi

permasalahan; (5) siswa hanya menggunakan hapalan rumus untuk dapat menyelesaikan masalah terbuka tersebut; (6) sebagian besar siswa tidak bisa menyelesaikan masalah terbuka tersebut secara mandiri. Siswa tidak mampu untuk menentukan langkah-langkah apa saja yang harus diambil dan konsep apa yang mungkin bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah terbuka yang diberikan.

Fungsi kuadrat merupakan materi yang kompleks karena di dalamnya menuntut kemampuan analitis dan geometris siswa. Untuk dapat menyelesaikan masalah terbuka, siswa harus mampu memahami secara utuh materi fungsi kuadrat baik dari aspek analitik maupun geometris. Untuk itu sangat diperlukan bantuan secara visual (*visual scaffolding*) yang dapat menghubungkan aspek geometris dan analitis materi fungsi kuadrat. Hal ini diperkuat oleh hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal *open ended* fungsi kuadrat, sebagian siswa tidak bisa menempatkan koordinat titik dan menggambar grafik fungsi kuadrat dengan tepat. Selain itu siswa tidak mengetahui bagaimana hubungan antara titik puncak dan titik potong terhadap grafik fungsi kuadrat. *Scaffolding* merupakan pemberian sejumlah bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal pembelajaran, kemudian mengurangi bantuan dan memberikan kesempatan untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar setelah ia dapat melakukannya. *Visual Scaffolding* dalam penelitian ini adalah pemberian bantuan dalam bentuk visual yang menggunakan bantuan aplikasi geogebra. Pembelajaran dengan *visual scaffolding* mengharuskan siswa mengeksplorasi konsep fungsi kuadrat dan menemukan sendiri keterkaitan antara fungsi kuadrat, grafik fungsi kuadrat dan unsur-unsur dalam grafik fungsi kuadrat. Sehingga siswa mampu menangani masalah terbuka fungsi kuadrat dengan berbekal pemahaman dari mengeksplorasi konsep fungsi kuadrat.

Karena berbagai hal yang dijelaskan di atas, peneliti tertarik untuk mengadakan

penelitian yang berjudul “Pembelajaran dengan *Visual Scaffolding* untuk Mengembangkan Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Terbuka pada Materi Fungsi Kuadrat”.

2. Metode Penelitian .

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan memperoleh desain pembelajaran pada materi fungsi kuadrat dengan *visual scaffolding* untuk dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah terbuka, dan mengetahui bagaimana rancangan tersebut akan bekerja di kelas. Oleh karenanya dipilihlah *design research* sebagai metode dalam penelitian ini. Tiga tahapan dalam *design research* diterapkan dalam penelitian ini, yang meliputi desain awal, implementasi lapangan dan analisis retrospektif (Bakker & van Eerde, 2015). Pada saat tahapan desain awal, dirancanglah *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang bersumber dari kajian teoritis.

HLT terdiri atas tiga komponen: tujuan pembelajaran yang akan menentukan arah dari kegiatan belajar, aktivitas pembelajaran dan hipotesis proses pembelajaran yang berisi prediksi bagaimana peserta didik berpikir apabila diberikan aktivitas pembelajaran yang dimaksudkan (Simon, 1995). Dalam penelitian ini aktivitas yang dijelaskan dalam HLT ini disusun berdasarkan pendekatan saintifik.

HLT yang telah didesain kemudian melalui proses pengujian ahli untuk diuji validitas konten dan reliabilitasnya. Setelah dinyatakan valid dan reliabel, HLT ini kemudian diujicobakan ke kelas pada tahap implementasi lapangan.

Implementasi lapangan diadakan dalam tiga siklus di SMA Negeri 8 Denpasar. Siklus pertama dilakukan dengan melibatkan 4 orang siswa kelas X IPA 2. Tujuan Siklus I ini adalah untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran yang dirancang. Temuan dalam Siklus I digunakan untuk menyempurnakan desain yang dibuat untuk kemudian diaplikasikan pada Siklus II. Siklus II diimplementasikan di X IPA 1 dengan melibatkan seluruh peserta didik. Temuan

dalam siklus II digunakan untuk menyempurnakan desain yang dibuat untuk kemudian diaplikasikan pada siklus III. Hampir sama dengan siklus II, pada siklus III diimplementasikan desain yang sudah disempurnakan tetapi dengan kelas yang berbeda yaitu kelas X IPA 4.

Data tersebut dikumpulkan melalui jawaban tertulis peserta didik, wawancara dan observasi selama pembelajaran berlangsung. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara kualitatif pada tahapan ketiga dari penelitian desain ini yaitu pada fase analisis retrospektif. Langkah-langkah dalam menganalisis data yaitu: (1) menonton semua rekaman pembelajaran sesuai urutan yang benar, (2) membuat transkrip umum, (3) menandai segmen yang menarik khususnya yang menunjukkan momen pembelajaran krusial, (4) melengkapi transkrip pada bagian tersebut secara detail, (5) mencari konfirmasi maupun kontradiksi yang mendukung maupun menolak penafsiran terhadap krusial momen tersebut pada segmen lainnya, (6) mendiskusikan hasil temuan dengan kolega untuk melihat apakah mereka juga menginterpretasi hal yang sama dengan peneliti. Untuk meningkatkan validitas dari penelitian ini, beberapa strategi dilakukan, yaitu: (1) menggunakan data triangulasi, (2) menguji kecocokan data antara HLT dan kegiatan pembelajaran yang sebenarnya terjadi dan (3) mencari kemungkinan adanya *counterexamples* selama tahap penilaian untuk menguji prediksi yang dibuat (Frambach, van den Vleuten & Durning, 2013). Sementara itu untuk menjamin reliabilitas dalam analisis data cara yang ditempuh adalah sebagai berikut: (1) mendokumentasikan seluruh kegiatan pembelajaran, (2) menjelaskan bagaimana pembelajaran terlaksana dan (3) menjelaskan bagaimana penarikan simpulan dilakukan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam penelitian ini dirancang aktivitas pembelajaran untuk empat kali pertemuan yang membahas materi fungsi kuadrat. Sebelum melaksanakan pembelajaran, siswa terlebih dahulu diberikan tes kemampuan awal yang bertujuan untuk

mengetahui sejauh mana siswa mampu menyelesaikan masalah terbuka. Tes kemampuan awal yang diberikan dengan materi persamaan kuadrat yang merupakan materi prasyarat dari fungsi kuadrat. Dalam pembahasan berikut akan diperlihatkan bagaimana gambaran umum tiap aktivitas serta beberapa temuan yang diperoleh selama penelitian Siklus I, II dan III.

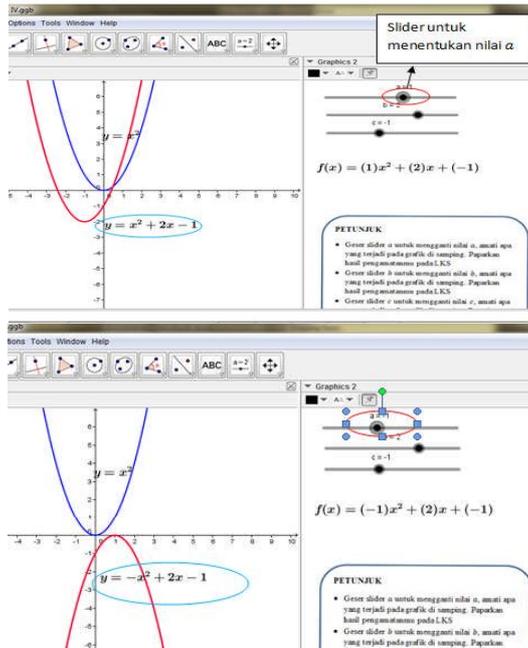
Pembelajaran I: Pengenalan Fungsi Kuadrat

Pembelajaran pertama, siswa dikenalkan pada konsep fungsi kuadrat dengan diberikan contoh dan bukan contoh fungsi kuadrat. kemudian siswa akan menyimpulkan fungsi kuadrat dengan pemahaman sendiri. Beberapa siswa masih harus diarahkan untuk dapat menemukan perbedaan fungsi kuadrat dan bukan fungsi kuadrat. Contoh fungsi yang kuadrat disajikan dalam beberapa bentuk, ini dimaksudkan agar siswa mengenal bentuk-bentuk fungsi kuadrat bukan hanya bentuk umum yang lebih sering dimunculkan dalam buku maupun soal-soal pada buku. Setelah diberikan arahan oleh peneliti untuk menjabarkan bentuk fungsi kuadrat yang diberikan menjadi bentuk umum, siswa mampu membuat kesimpulan dari hasil pengamatan mengenai fungsi kuadrat.

Pada Kegiatan 2, siswa dikenalkan pada grafik fungsi kuadrat. Tujuan dari kegiatan 2 ini agar siswa mengetahui bentuk grafik fungsi kuadrat. Dari kegiatan 2, siswa terlebih dahulu diminta untuk menentukan nilai fungsi kuadrat jika diberikan nilai x . Kemudian siswa menempatkan titik-titik yang diperoleh dan menggambarkan grafik fungsi kuadrat. Beberapa siswa masih kesulitan dalam menggambarkan grafik fungsi kuadrat, namun setelah mengamati media visual siswa mampu menggambarkan grafik fungsi kuadrat. Selanjutnya pada kegiatan 3, siswa menjelaskan bagian-bagian grafik fungsi kuadrat dengan bantuan sumber maupun literatur yang dimiliki.

Pada kegiatan 4 siswa memanipulasi media geogebra untuk

memperoleh hubungan nilai a dan c pada fungsi kuadrat $y = ax^2 + bx + c$. Siswa memanipulasi media pembelajaran dengan secara bebas mengganti nilai a dan mengamati perubahan pada grafik. Berikut ini adalah gambar media geogebra yang digunakan siswa untuk mengeksplorasi hubungan koefisien a dan c terhadap perubahan grafik fungsi kuadrat.



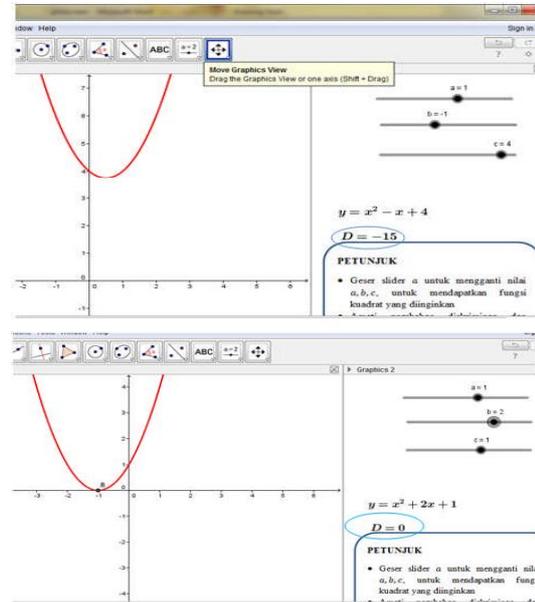
Gambar 1. Perubahan Grafik Berdasarkan Nilai a

Setelah siswa berkali-kali memanipulasi media visual, siswa mengamati perubahan grafik fungsi kuadrat yang disebabkan oleh perubahan nilai koefisien a. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, siswa memaparkan hubungan nilai koefisien a dengan grafik fungsi kuadrat, demikian juga dengan hubungan nilai konstanta c dengan grafik fungsi kuadrat.

Pembelajaran II : Eksplorasi Titik Potong Grafik Fungsi Kuadrat

Pertemuan kedua mengkhususkan pada pemahaman siswa terhadap konsep titik potong terhadap sumbu-x. Pada Kegiatan 1, siswa diminta untuk memanipulasi media geogebra dan mengaitkan nilai

diskriminan dengan grafik fungsi kuadrat seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2 Grafik fungsi kuadrat berdasarkan nilai diskriminan

Dalam melakukan kegiatan 1, siswa harus diarahkan agar mampu melihat hubungan diskriminan terhadap grafik sumbu-x. Beberapa hal yang penting terkadang tidak teramati oleh siswa, sehingga siswa perlu diberikan petunjuk dalam memanipulasi media geogebra, seperti yang terlihat pada penggalan percakapan peneliti (P) dengan B dan A berikut ini.

Fragmen 1: Hubungan diskriminan dengan titik potong grafik

- P : Bagaimana semuanya? Apa sudah ada yang menemukan hubungan antara diskriminan dengan titik potong terhadap sumbu x?
- B : Sudah ibu.
- P : Bagaimana hubungan yang kamu dapatkan
- B : Grafik akan memotong sumbu x pada dua titik jika diskriminannya positif dan tidak memotong kalau diskriminannya negatif
- P : Pengamatan yang baik sekali Budi, tapi ada yang kamu lewatkan sedikit.
- A : Apa itu ibu?

- P : Apa kalian sudah mencoba dengan nilai diskriminan bilangan yang bukan positif dan bukan negatif?
- A : Bingung buk?
- P : Dalam bilangan bulat terdapat bilangan bukan positif, negatif serta bukan positif dan bukan negatif.
- B : Oh iya buk, nol ya?
- P : Benar sekali, coba kalian amati bagaimana jika diskriminannya sama dengan nol.
- B : Titik potong dengan sumbu x cuma satu buk.
- P : Oke, sekarang pengamatan kalian baru lengkap. Setelah itu kalian bisa buat kesimpulannya.

Selain sebagai ciri dari perpotongan dengan sumbu x , nilai diskriminan juga menentukan apakah fungsi kuadrat tersebut definit positif ataupun definit negatif. Menghubungkan nilai diskriminan dengan nilai a merupakan metode media pembelajaran yang diberikan untuk diamati oleh siswa. Memperdalam pengetahuan siswa mengenai fungsi kuadrat merupakan hal yang menjadi fokus selain pada kemampuan menyelesaikan permasalahan mengenai fungsi kuadrat.

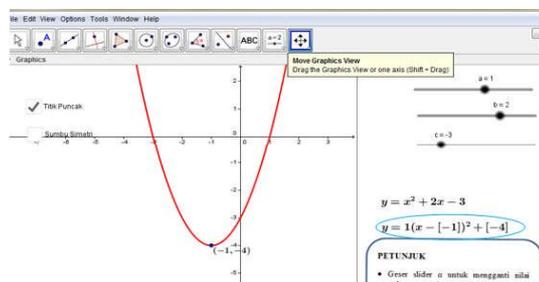
Pengamatan media visual dalam membelajarkan fungsi kuadrat sangat berguna, meskipun tidak akan seterusnya siswa dibiarkan bergantung terhadap media tersebut. Visualisasi grafik serta karakteristiknya bertujuan untuk membiasakan siswa mengamati grafik fungsi serta bagaimana perubahan yang terjadi terhadap grafik jika nilai a , b dan c pada fungsi $y = ax^2 + bx + c$ dimanipulasi. Hal tersebut dilakukan pada kegiatan ini, dengan memanipulasi nilai a , b dan c siswa mampu melihat perubahan grafik dalam hal berpotongannya dengan sumbu x . Diberikan juga bentuk faktor dari fungsi kuadrat di dalam media juga menjadi petunjuk bahwa terdapat hubungan antara bentuk faktor dengan perpotongan dengan sumbu x .

Kegiatan ketiga yaitu menentukan persamaan fungsi kuadrat yang diketahui titik potong terhadap sumbu- x dan sebuah

titik yang dilalui. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang penting karena siswa tidak hanya cukup mengeksplorasi grafik tetapi harus mampu menyusun kembali suatu fungsi kuadrat jika diketahui beberapa hal pendukung, dan kegiatan ini akan menjadi bekal dalam menyelesaikan masalah terbuka.

Pembelajaran III : Eksplorasi Persamaan Sumbu Simetri dan Titik Puncak Grafik Fungsi Kuadrat

Pertemuan ketiga mengkhususkan pada titik puncak, dan sumbu simetri grafik fungsi kuadrat. Pada kegiatan 1, siswa diminta untuk mengeksplorasi media geogebra untuk dapat menentukan titik puncak dari grafik fungsi kuadrat. Dengan memanipulasi media Geogebra yaitu dengan menggeser-geser slider siswa diarahkan untuk menentukan persamaan fungsi kuadrat yang diinginkan. Dalam media yang disediakan, siswa mengamati hubungan antara fungsi kuadrat yang terbentuk dengan titik puncak yang ditampilkan pada media Geogebra, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Media visual untuk menentukan titik puncak

Dalam melaksanakan kegiatan 1, beberapa siswa mengalami kesulitan dalam melakukan proses kuadrat sempurna seperti yang terlihat dalam cuplikan percakapan di bawah ini.

Fragmen 2 : Hubungan titik puncak dengan bentuk fungsi

- C : Buk, bentuk $y = 2(x - [-1,5])^2 + [-4,25]$ langsung dapat titik puncaknya ya karena di grafik titik puncaknya $(-1,5, -4,25)$?

- P : Iya, betul banget C. Persamaan itu sudah menunjukkan titik puncak. Coba dulu bentuk persamaannya yang simpel-simpel, misalnya $y = x^2 + 2x - 2$.
- C : *(mencoba mengeksplorasi media dengan persamaan fungsi kuadrat $y = x^2 + 2x - 2$)* kalau dilihat dari grafi titik puncaknya $(-1, -3)$
- P : Iya benar, nah tapi kamu harus tau caranya mengubah $y = x^2 + 2x - 2$ ke $y = (x - (-1))^2 - 3$?
- D : Gak buk
- P : Kita menggunakan kuadrat sempurna untuk mengubah bentuk persamaan tadi. *(menjelaskan kepada siswa sambil mengorek ngorek di kertas)*. Setelah kalian bisa mengubah ke bentuk $y = (x - (-1))^2 - 3$, kalian akan dapat menentukan titik puncaknya. Nah kalau saya punya persamaan fungsi kuadrat $y = a(x - p) + q$, titiknya puncaknya gimana?
- D : (p, q)

Kemudian siswa diperkenalkan bagaimana memperoleh bentuk $(-\frac{b}{2a}, -\frac{D}{4a})$ yang merupakan titik puncak dari grafik fungsi kuadrat. Siswa diajak untuk memahami perjabaran dari bentuk-bentuk fungsi kuadrat yang diperoleh dari titik puncak. Lembar kerja yang disediakan peneliti telah memberikan tuntunan dalam penjabaran bentuk-bentuk fungsi kuadrat yang ditentukan. Siswa melakukan kegiatan melengkapi lembar kerja dengan bimbingan dari peneliti sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran yang berlangsung. Dari kegiatan yang dilakukan, siswa memahami bahwa $(-\frac{b}{2a}, -\frac{D}{4a})$ dapat diperoleh dari $y = a(x - p)^2 + q$ dengan $p = -\frac{b}{2a}$ dan $q = -\frac{D}{4a}$.

Eksplorasi menggunakan media pembelajaran geogebra kembali digunakan dalam kegiatan ini. Siswa ditugaskan untuk mengamati bagaimana sumbu simetri pada grafik fungsi kuadrat dan bagaimana persamaan sumbu simetri. Dengan melakukan manipulasi terhadap

grafik fungsi kuadrat menggunakan media, siswa menemukan bahwa sumbu simetri pasti selalu melalui titik puncak grafik. Hal tersebut membuat siswa mengetahui bahwa persamaan sumbu simetri dari grafik fungsi kuadrat adalah $x = -\frac{b}{2a}$.

Pada kegiatan ketiga ini siswa dilatih untuk membentuk persamaan kuadrat jika diketahui titik puncak dan satu titik yang diketahui berada pada grafik fungsi kuadrat. Lembar kerja yang disediakan telah memuat petunjuk-petunjuk yang memudahkan siswa untuk memahami tahapan dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Keberlanjutan dari kegiatan ini adalah latihan menyelesaikan masalah fungsi kuadrat yang berkaitan dengan titik puncak untuk membentuk fungsi kuadrat. Selain dengan tahapan atau cara yang telah dikerjakan pada lembar kerja, terdapat siswa yang menghubungkan hubungan bentuk fungsi kuadrat dengan titik puncak seperti pada kegiatan pertama. Hal tersebut menunjukkan pemahaman siswa terhadap kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya. Sesuai dengan harapan peneliti, kegiatan pada pertemuan ketiga ini berjalan dengan efektif dan bermakna bagi siswa dalam memahami fungsi kuadrat.

Pembelajaran IV : Menyelesaikan Masalah Terbuka Materi Fungsi Kuadrat

Pertemuan terakhir yang dilaksanakan berisikan kegiatan yang lebih mempersiapkan siswa untuk menghadapi atau menyelesaikan permasalahan *open ended*. Pada kegiatan pertama siswa diberikan permasalahan untuk membentuk fungsi kuadrat jika diketahui tiga titik yang dilalui fungsi kuadrat. Untuk awalan, siswa diberikan tuntunan dalam menyelesaikan permasalahan pada lembar kerja dan berikutnya dilatih untuk mengembangkan cara-cara yang menurut siswa lebih efektif dalam menemukan nilai a, b dan c dalam bentuk fungsi kuadrat.

Kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan *open ended* adalah tujuan utama dalam penelitian ini. Bagaimana siswa dibiasakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan lebih dari satu kemungkinan penyelesaian merupakan hal yang diharapkan peneliti.

Namun dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan, siswa masih kebingungan dan merasa masalah yang diberikan belum lengkap. Hal ini terlihat pada cuplikan percakapan peneliti dengan salah satu siswa.

Fragmen 3: Menggambarkan fungsi kuadrat dan menyelesaikan masalah terbuka

- B : Buk, gimana ni caranya? Sulit banget
- P : Kamu harus ingat-ingat lagi pertemuan sebelumnya, waktu kamu pake geogebra. Sumbu simetri berhubungan dengan apa?
- B : Hmm.. titik puncak kayaknya buk.
- P : Hm.. kalo sumbu simetri itu letaknya kan di tengah-tengah grafiknya, trus klo dari sumbu simetri ke titik potong di sumbu-x gimana ya?
- B : Iya buk, tapi kalo cuma sumbu simetri yang ditauin kan x jaraknya dari titik potong satu ke sumbu simetri sama kayak dari titik potong yang lagi satu
- P : Iya,, nah titik potongnya itu bisa kamu tentuin secara bebas, tp tidak asal ya..
- B : Nah misalnya saya ambil titik potong (0,0) berarti titik potong yang lagi satu (-4,0) dong ya?
- P : Kalau sudah gitu, kamu punya berapa titik ya? Untuk menentukan persamaan fungsi kuadrat perlu berapa titik ya?
- B : Perlu tiga bu, boleh saya tentukan titik puncaknya di (-2,1)?
- P : Kenapa mengambil (-2,1)?
- B : Iya kan yang penting sumbu simetrinya $x = -2$
- P : Dikerjakan dulu ya, tapi sebelum itu jelaskan dulu sama A (*menoleh ke A yang masih kebingungan*)

Terlihat siswa masih belum terbiasa menyelesaikan masalah terbuka sehingga siswa berpikir bahwa masalah yang diberikan salah atau tidak lengkap. Untuk membantu siswa mengelaborasi masalah yang diberikan dengan konsep fungsi kuadrat, siswa diberikan pertanyaan pancingan pada lembar kerja seperti “apakah yang diketahui pada permasalahan tersebut cukup membantu dalam menyelesaikan permasalahan tersebut?”; “Apakah yang kamu perlukan untuk menyelesaikan permasalahan di atas?”. Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan suatu petunjuk agar siswa mulai berpikir untuk melengkapi permasalahan yang diberikan dengan pemahaman masing-masing agar mampu diselesaikan. Keputusan siswa untuk melengkapi permasalahan agar bisa diselesaikan akan membuat permasalahan tersebut berkembang sesuai dengan kemampuan siswa masing-masing.

Setelah siswa mencoba menyelesaikan masalah terbuka yang diberikan dengan pemahaman yang dimiliki, siswa kemudian mengecek kembali jawaban yang diperoleh dengan menggunakan media visual. Mengecek kembali merupakan hal yang sangat penting dalam pemecahan masalah seperti yang tercantum dalam empat langkah pemecahan masalah Polya (1973) yaitu memahami masalah (*understand the problem*), merencanakan pemecahannya (*devising a plan*), menyelesaikan masalah sesuai rencana (*carry out a plan*), memeriksa kembali hasil yang diperoleh (*looking back at the completed solution*).

Selain itu siswa akan melihat kemungkinan solusi lain yang dapat diperoleh, hal ini akan membantu siswa lebih memahami bahwa masalah yang diberikan memiliki banyak cara atau penyelesaian. Siswa dapat memanipulasi media visual untuk menemukan solusi-solusi lain dari masalah yang diberikan. Hal ini akan membuka pemahaman siswa untuk tidak terpaku pada satu cara yang diketahui maupun yang terdapat di buku pegangan siswa.

4. Simpulan

Dari penelitian ini diperoleh hasil dimana dalam pembelajaran fungsi kuadrat akan sangat baik dengan *visual scaffolding* dalam rangka mengembangkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah terbuka. Lintasan pembelajaran yang diperoleh sebagai bagian dari hasil dari penelitian desain ini memiliki tahapan sebagai berikut : (1) mengeksplorasi karakteristik grafik fungsi kuadrat dengan memanipulasi media visual, (2) mengeksplorasi titik potong grafik fungsi kuadrat dengan memanipulasi media visual, (3) mengeksplorasi titik puncak grafik fungsi kuadrat dengan memanipulasi media visual, (4) menemukan kemungkinan jawaban permasalahan *open ended* dengan memanipulasi media visual.

Berdasarkan refleksi terhadap hasil penelitian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Saran yang pertama adalah hendaknya para tenaga pendidik tidak hanya terpaku pada jenis permasalahan yang selama ini diberikan kepada siswa. Masalah terbuka merupakan permasalahan yang patut dipertimbangkan untuk diberikan kepada siswa. Selain itu guru juga perlu mempertimbangkan gaya belajar siswa yaitu gaya belajar auditori, visual dan kinstetik. Sehingga pemberian bantuan berupa media pembelajaran dapat memfasilitasi gaya belajar siswa yang berbeda-beda. Pendidik dapat mengaplikasikan *learning trajectory* yang telah disusun dan menyesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Guru perlu memberikan ruang diskusi pada peserta didik dan kelas untuk menyampaikan argumentasi mereka masing-masing dan sangat diharapkan memberikan permasalahan yang dapat diselesaikan secara kolaboratif.

5. Daftar Pustaka

Ariani, dkk. 2014. "Pengaruh Implementasi Open-Ended Problem dalam Pembelajaran Matematika terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Dengan Pengendalian Kemampuan Penalaran Abstrak." e-Journal Program Pascasarjana

Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan (Volume 4 Tahun 2014). Tersedia pada: http://pasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/jurnal_ep/article/download/1167/911 (Diakses tanggal 14 September 2015)

Bakker, A. 2004. *Design research in statistics education: On symbolizing and computer tools*. Utrecht: CD-beta press.

Bakker, A., & Van Eerde, H. A. 2015. "An introduction to design-based research with an example from statistics education." *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (hal. 429-466).

Clarke, D., dkk. 1992. "Student Response Characteristics to Open-Ended Tasks in Mathematical and Other Academic Contexts". Tersedia pada http://www.merga.net.au/document/s/RP_Clarke_Sullivan_Spandel_1992.pdf (diakses Tanggal 01 Oktober 2015).

Frambach, J. M., van dkk. 2013. "Quality criteria in qualitative and quantitative design research". *Academic Medicine*

OECD. (2014). *PISA 2012 results in focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Diakses pada: <http://www.oecd.org/pisa>

Ruslan, A.S. 2013. "Pengaruh Pemberian Soal Open-Ended Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa". *Jurnal Kreano*.

Simon, M. A. (1995). "Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective". *Journal for Research in Mathematics Education*. vol 26 (hal. 114-145).

Sudiarta, I.G.P. 2005. "Pengembangan Kompetensi Berpikir Divergen dan Kritis Melalui Pemecahan Masalah Matematika Open-Ended". Tersedia pada pasca.undiksha.ac.id/images/img_item/689.doc (diakses Tanggal 5 Juni 2015).

Vui, T. 2014. "Using Dynamic Visual Representations to Discover Possible Solutions in Solving Real-life Open-ended Problems". Prosiding Seminar International Conference on Research Mei 2014. Yogyakarta: UN