

Desain Didaktis Pembelajaran Matematika untuk Mengatasi Learning Obstacles Siswa SMP dalam Mempelajari Materi Aljabar

Lia Ardiansari^{1*}, Didi Suryadi², Dadan Dasari³

^{1,2,3}Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Nov 11, 2022

Revised Jan 4, 2023

Accepted Feb 11, 2023

Kata Kunci:

Aljabar,
Penelitian Desain
Didaktis,
Hambatan Belajar.

Keywords:

Algebra,
Didactical Design
Research,
Learning Obstacle.

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh banyaknya siswa SMP yang mengalami hambatan belajar (learning obstacle) pada saat mempelajari aljabar. Penelitian desain didaktis (didactical design research) digunakan dalam penelitian ini yang diawali dengan studi pendahuluan untuk mendapatkan data learning obstacle di enam kelas pada tiga SMP dengan kluster yang berbeda-beda. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan suatu desain pembelajaran yang diharapkan dapat meminimalkan learning obstacles yang ditemukan. Terdapat tiga kategori learning obstacle yang ditemukan yaitu ontogenic obstacle, didactical obstacle, dan epistemological obstacle sebelum bahan ajar dibuat. Desain didaktis yang ditawarkan berdasarkan hasil studi pendahuluan tersebut disusun dengan tahapan dimulai dari pemberian konsep awal secara aritmatika, trajectory (penghubung) yaitu tahap pra-aljabar, kemudian konsep akhir aljabar secara formal. Hasil dari penelitian ini merupakan hasil uji coba terbatas kepada 28 siswa kelas VII SMP dimana siswa memberikan tanggapan positif terhadap desain didaktis yang dikembangkan.

ABSTRACT

This research is motivated by the number of junior high school students who experience learning obstacles when learning algebra. Didactical design research is used in this study, which begins with a preliminary study to obtain learning obstacle data in six classes in three junior high schools with different clusters. The purpose of this research is to produce a learning design that is expected to minimize the learning obstacles that are found. There are three categories of learning obstacles found, namely ontogenic obstacles, didactical obstacles, and epistemological obstacles before the teaching materials were made. The didactic design offered based on the results of the preliminary study was arranged in stages starting from giving the initial concept arithmetically, the trajectory namely the pre-algebraic stage, then the final algebraic concept formally. The results of this study are the results of a limited trial to 28 seventh grade junior high school students where students give positive responses to the didactic design developed.

Copyright © 2023 JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)
All rights reserved.

Corresponding Author:

Lia Ardiansari
Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudi No.229, Bandung, Jawa Barat, Indonesia
Email: liaardiansari@upi.edu



How to Cite:

Ardiansari, L., Suryadi, D., Dasari, D. (2023). Desain Didaktis Pembelajaran Matematika untuk Mengatasi Learning Obstacles Siswa SMP dalam Mempelajari Materi Aljabar. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)* 7(1), 119-128.

Pendahuluan

Matematika merupakan suatu ilmu yang berhubungan atau menelaah bentuk-bentuk atau struktur-struktur yang abstrak dan hubungan-hubungan diantara hal-hal itu. Untuk dapat memahami struktur-struktur serta hubungan-hubungan diperlukan pemahaman tentang konsep-konsep yang terdapat di dalam matematika. Dengan demikian, belajar matematika berarti belajar tentang konsep-konsep dan struktur-struktur yang terdapat dalam bahasan yang dipelajari serta mencari hubungan antara konsep-konsep dan struktur-struktur tersebut. Menurut Hudojo (2003) mengajar merupakan suatu proses interaksi antara guru dan siswa dimana guru memilih pengetahuan, kemampuan atau keterampilan, serta sikap yang relevan dengan tujuan pendidikan, dan apa yang dipilih guru itu harus bermakna. Supaya proses belajar matematika terjadi, bahasan matematika seyogyanya tidak disajikan dalam bentuk yang tersusun secara final, melainkan siswa dapat terlibat aktif di dalam menemukan konsep-konsep, struktur-struktur sampai kepada rumus-rumus atau teorema. Keterlibatan siswa dapat terjadi bila bahan yang disusun itu bermakna bagi siswa, sehingga terjadinya interaksi antara guru dan siswa menjadi efektif.

Pada praktiknya, siswa secara alamiah mungkin mengalami situasi yang disebut hambatan belajar (*learning obstacle*). Terdapat tiga faktor penyebab *learning obstacle* menurut Brousseau (2002), yaitu hambatan ontogeni (kesiapan mental belajar), didaktis (rancangan pembelajaran) dan epistemologi (pengetahuan siswa yang memiliki konteks aplikasi yang terbatas). Jika bercermin pada situasi saat ini, mungkin selama ini telah terbentuk hambatan belajar sistemik bagi siswa. Barangkali selama ini anak tidak belajar, hanya sebatas hadir di kelas. Kenyataan tersebut menyiratkan bahwa menciptakan situasi belajar bagi siswa memerlukan kerangka pikir yang utuh.

Untuk mempermudah tugas seorang guru, perlu disusun suatu rancangan pembelajaran (desain didaktis) sebagai langkah awal pembelajaran. Desain didaktis merupakan desain bahan ajar matematika yang memperhatikan respon siswa. Sebelum proses pembelajaran, biasanya guru membuat rancangan pembelajaran agar urutan aktivitas dan situasi didaktis dapat diupayakan sesuai dengan yang telah direncanakan. Dalam mengembangkan desain didaktis, aktivitas guru dirancang bukan hanya untuk berfokus kepada siswa maupun materi pembelajaran tetapi pada hubungan antara siswa dengan materi pembelajaran. Peran guru yang paling utama dalam segitiga didaktis menurut Suryadi (2008) adalah menciptakan

suatu situasi didaktis (*didactical situation*) sehingga terjadi proses belajar dalam diri siswa (*learning situation*). Ini berarti bahwa seorang guru selain perlu menguasai materi ajar, juga perlu memiliki pengetahuan lain yang terkait dengan siswa serta mampu menciptakan situasi didaktis yang dapat mendorong proses belajar secara optimal. Selain itu, desain didaktis bahan ajar yang sesuai merupakan syarat cukup untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Jika suatu bahan ajar memiliki desain didaktis yang berkualitas, maka akan menghasilkan pembelajaran yang lebih baik. Aljabar merupakan salah satu materi yang dipelajari oleh siswa kelas VII SMP. Penting bagi siswa untuk memahami materi aljabar serta menguasai keterampilan dalam melakukan operasi pada bentuk aljabar. Tanpa pemahaman yang mendalam serta penguasaan keterampilan dari materi tersebut, maka siswa akan mengalami kesulitan-kesulitan lain dalam materi-materi yang melibatkan kemampuan aljabar pada tingkat selanjutnya. Pada tingkat ini, siswa mulai mengalami perubahan yang signifikan dalam proses berpikir yaitu dari berpikir aritmatik menjadi berpikir aljabar (abstrak). Adanya perubahan yang signifikan dalam proses berpikir tersebut membuat materi aljabar dirasa sulit oleh kebanyakan siswa SMP. Hal serupa diungkapkan oleh Radford (2012) bahwa aljabar merupakan salah satu cabang yang paling menakutkan dari matematika sekolah.

Penelitian di pendidikan matematika secara nasional ataupun internasional, telah banyak menyoroti tentang pengajaran atau belajar aljabar dan kesulitannya pada beragam usia dari tingkat junior hingga universitas. Berikut ini diuraikan beberapa hasil penelitian nasional dan internasional selama 10 tahun terakhir yang menunjukkan fenomena kesulitan siswa SMP dalam mempelajari aljabar. Kusumawati & Sutriyono (2018) melaporkan kesulitan belajar aljabar pada siswa kelas VII SMP dengan rata-rata penguasaan konsep 58%; Nurhamsiah & Dian (2016) melaporkan siswa kelas VII SMP umumnya tidak menguasai konsep operasi hitung pada bentuk aljabar; Puspita & Masriyah (2021) melaporkan kesulitan siswa kelas VII SMP tentang variabel dan operasi hitung pada bentuk aljabar; Setyawati & Ratu (2021) menyimpulkan bahwa siswa kelas VII SMP memiliki kecemasan matematis sehingga mengalami kesulitan menransfer pengetahuan, berhitung, dan bahasa matematis dalam materi aljabar. Studi dari Caspi & Sfard (2012) menyimpulkan adanya kesenjangan antara aritmatika dan aljabar formal yang diajarkan di sekolah; Christou & Vosniadou (2012) melaporkan adanya bias bilangan asli pada siswa yaitu kecenderungan mengganti simbol literal dalam aljabar dengan bilangan asli; Ely & Adam (2012) menyoroti kesulitan siswa kelas VIII menafsirkan huruf dalam aljabar; Humberston & Reeve (2017) menyimpulkan bahwa proses representasi aritmatika dapat menggagalkan pemetaan referensial ke aljabar; Mok (2010) menemukan bahwa sebagian besar siswa sekolah menengah tidak memahami makna variabel dan aturan aljabar.

Berdasarkan uraian tersebut, terlihat bahwa telah banyak penelitian yang terfokus pada kesulitan siswa dalam mempelajari aljabar dan unsur-unsurnya. Identifikasi penyebab kesulitan atau hambatan belajar tersebut pada umumnya masih terfokus pada faktor ontogeni dan epistemologi dimana masih menyisakan banyak ruang kosong untuk faktor didaktis. Padahal didaktis adalah sesuatu yang menjadi penekanan dalam pembelajaran sejak tahap perencanaan pembelajaran untuk mengetahui apa yang dihasilkan dalam suatu situasi pengajaran dari analisis berdasarkan pengetahuan fenomena yang mereka tinggalkan tidak berubah (Brousseau, [1997](#)). Oleh karena itu, penelitian ini akan menekankan pada desain didaktis untuk mengisi ruang kosong dari fokus penelitian-penelitian sebelumnya. Desain didaktis merupakan desain bahan ajar matematika yang memperhatikan respon siswa, urutan aktivitas dan situasi didaktis untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendorong proses belajar secara optimal.

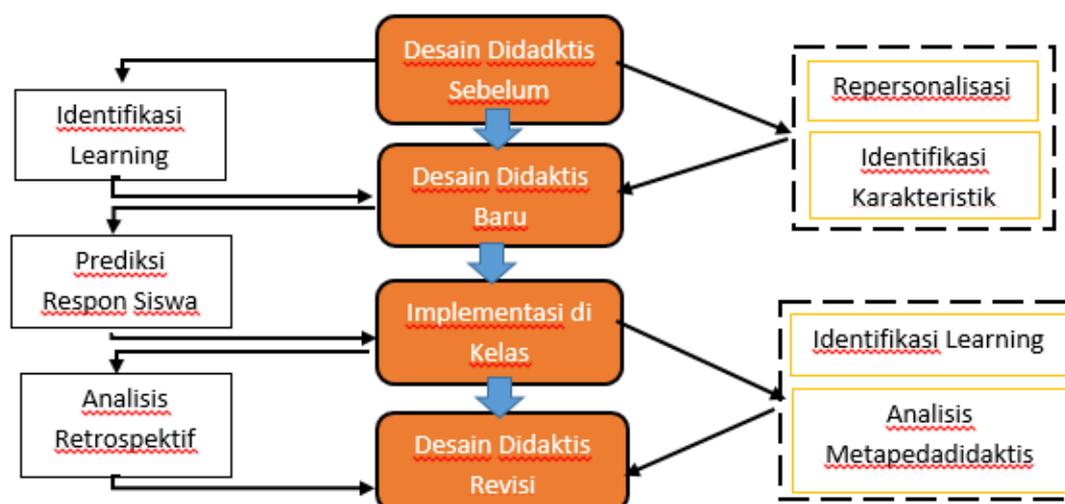
Pada saat guru merancang sebuah situasi didaktis, guru juga harus memikirkan prediksi respon siswa atas situasi tersebut serta antisipasinya sehingga tercipta situasi didaktis baru. Antisipasi tersebut tidak hanya menyangkut hubungan siswa-materi, tetapi juga hubungan guru-siswa, yang disebut sebagai Antisipasi Didaktis dan Pedagogis (ADP). Dalam mengembangkan ADP, salah satu aspek yang dapat menjadi pertimbangan adalah adanya *learning obstacle* yang dialami siswa. Ini menggambarkan bahwa proses berpikir guru tidak sederhana. Oleh karena itu, kemampuan selanjutnya yang harus dimiliki guru menurut Suryadi ([2008](#)) disebut kemampuan metapedadidaktik yang dapat diartikan sebagai kemampuan guru untuk : (1) memandang komponen-komponen segitiga didaktis yang dimodifikasi yaitu ADP, HD, dan HP sebagai suatu kesatuan yang utuh; (2) mengembangkan tindakan sehingga tercipta situasi didaktis dan pedagogis yang sesuai dengan kebutuhan siswa; (3) mengidentifikasi serta menganalisis respon siswa sebagai akibat tindakan didaktis maupun pedagogis yang dilakukan; (4) melakukan tindakan didaktis dan pedagogis lanjutan berdasarkan hasil analisis respon siswa menuju pencapaian target pembelajaran.

Metapedadidaktik meliputi tiga komponen yang terintegrasi yaitu kesatuan, fleksibilitas, dan koherensi. Komponen kesatuan berkenaan dengan kemampuan guru untuk memandang sisi-sisi segitiga didaktis yang dimodifikasi sebagai sesuatu yang utuh dan saling berkaitan erat. Komponen yang kedua adalah fleksibilitas dimana skenario, respon siswa, serta antisipasinya hanyalah rencana yang belum tentu menjadi kenyataan. Dengan demikian antisipasi yang telah disiapkan perlu disesuaikan dengan kondisi didaktis dan pedagogis yang terjadi. Komponen yang ketiga adalah koherensi. Situasi didaktis yang diciptakan sejak awal pembelajaran tidak akan bersifat tetap, karena ada respon siswa yang terjadi saat pembelajaran. Akibatnya akan muncul situasi didaktis dan situasi pedagogis baru. Karena terjadi perubahan-perubahan saat proses pembelajaran, guru perlu

memperhatikan koherensi atau pertalian logis dari tiap situasi sehingga tercipta proses pembelajaran yang optimal.

Metode

Penelitian ini menerapkan Penelitian Desain Didaktis (DDR) dimana hal-hal tentang apa yang disajikan, bagaimana kemungkinan tanggapan siswa, dan bagaimana mengantisipasinya dipikirkan secara komprehensif sejak sebelum pembelajaran, pada saat pembelajaran, dan setelah pembelajaran (Suryadi, 2011). Lebih lanjut Suryadi menjelaskan bahwa penelitian desain didaktis ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu: (1) analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran yang wujudnya berupa Desain Didaktis Hipotetis termasuk ADP, (2) analisis metapedadidaktik, dan (3) analisis retrospektif yakni analisis yang mengaitkan hasil analisis situasi didaktis hipotesis dengan hasil analisis metapedadidaktik. Gambar 1 berikut menggambarkan alur penelitian ini.



Gambar 1. Alur Penelitian Desain Didaktis

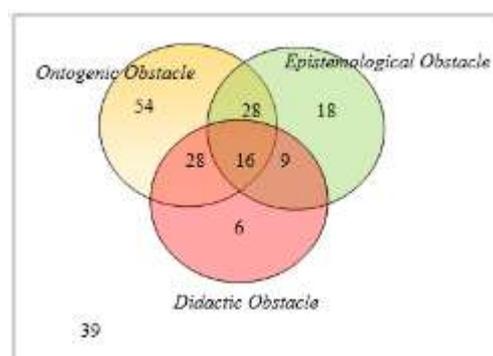
Gambar 1 menunjukkan bahwa penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan untuk mendapatkan data tentang *learning obstacle* siswa di enam kelas pada tiga SMP dengan kluster yang berbeda di Kota Bandung. Studi pendahuluan ini melibatkan total sebanyak 198 siswa kelas VII dan VIII SMP. Dari hasil analisis *learning obstacle* siswa inilah selanjutnya disusun desain didaktis bahan ajar hipotesis yang digunakan untuk mengatasi *learning obstacle* tersebut. Bahan ajar yang disusun selanjutnya diujicobakan secara terbatas pada subyek penelitian ini yaitu 28 siswa kelas VII SMP di Kota Bandung. Setelah selesai uji coba terbatas, dilakukan analisis untuk kemudian disusun bahan ajar revisi. Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari instrumen tes tertulis, desain didaktis hipotesis, dan lembar observasi. Instrumen tes tentang materi bentuk aljabar kelas VII SMP merupakan instrumen yang sama yang digunakan pada saat studi pendahuluan.

Desain didaktis tentang materi bentuk aljabar kelas VII SMP digunakan pada saat uji coba atau implementasi. Lembar observasi digunakan untuk mengobservasi aktivitas guru dan siswa pada saat uji coba desain didaktis.

Hasil dan Pembahasan

Learning Obstacle Siswa

Penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan untuk mendapatkan data tentang hambatan belajar (*learning obstacle*) pada siswa berkaitan dengan materi bentuk aljabar. Berdasarkan hasil analisis jawaban dan wawancara siswa pada tiap soal tes, maka secara umum *learning obstacles* siswa dalam mempelajari materi aljabar kelas VII SMP pada penelitian ini dikategorikan dalam tiga jenis, yaitu *ontogenic obstacle* (hambatan belajar yang disebabkan karena proses pembelajaran yang tidak sesuai dengan kesiapan proses kognitif anak), *didactical obstacle* (hambatan belajar yang terjadi karena adanya ketidaksesuaian metode pembelajaran yang digunakan) dan *epistemological obstacle* (hambatan belajar yang terjadi akibat keterbatasan siswa pada konteks tertentu). Gambar 2 menunjukkan bahwa dari 198 siswa, terdapat 126 siswa yang mengalami *ontogenic obstacle*, 59 siswa mengalami *didactical obstacle*, 71 siswa mengalami *epistemological obstacle*, 28 siswa mengalami *ontogenic obstacle* dan *didactical obstacle*, 9 siswa mengalami *didactical obstacle* dan *epistemological obstacle*, 28 siswa mengalami *ontogenic obstacle* dan *epistemological obstacle*, 16 siswa mengalami *ontogenic obstacle*, *didactical obstacle* dan *epistemological obstacle*, dan sejumlah 39 siswa tidak mengalami hambatan *ontogenic obstacle*, *didactical obstacle* ataupun *epistemological obstacle*.

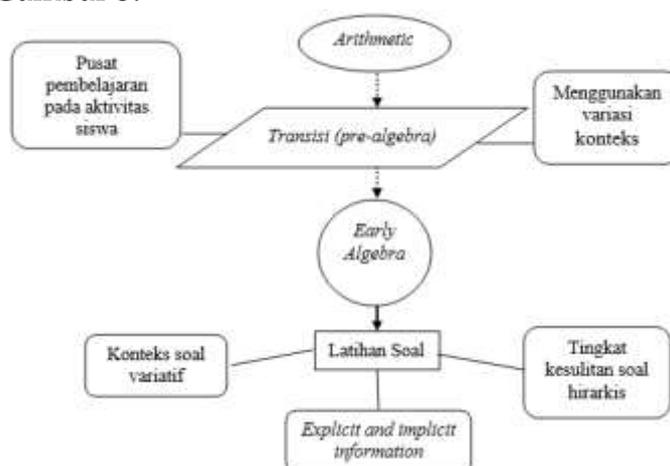


Gambar 2. Diagram Venn *Learning Obstacles* Siswa

Desain Didaktis Hipotetis

Desain didaktis hipotetis yang disusun dalam penelitian ini diawali dari aritmatika. Terdapat *learning trajectory* yaitu tahap transisi yang disebut sebagai 'pra-aljabar' untuk menjembatani kesulitan dalam bergerak dari aritmatika ke aljabar, bentuk penalaran yang memberikan dasar untuk beberapa perubahan dari belajar aritmatika, dan perubahan yang mendorong munculnya pemikiran aljabar. Pada tahap transisi tersebut, *learning trajectory* yang diberikan adalah secara fungsional

dan struktural. Secara fungsional adalah dengan memperhatikan prediksi respon siswa dan antisipasi respon siswa sesuai dengan situasi didaktis yang diberikan. Secara struktural yaitu konsep yang disajikan bertahap dan menggunakan variasi konteks untuk memperkaya pengalaman belajar siswa. Pusat pembelajaran berada pada aktivitas siswa dengan harapan seperti dalam Turmudi (2009) suatu keadaan kelas yang siswanya aktif melakukan berbagai kegiatan yang berkaitan dengan matematika untuk membangun pemahaman matematika sedemikian sehingga matematika dipahami siswa bukan hanya dihafal (*rote learning*). Agar konsep aljabar awal tertanam lebih kuat, diberikan latihan-latihan soal yang memiliki konteks variatif, melalui informasi secara langsung ataupun tidak langsung dan tingkat soal disusun secara hirarkis dari sederhana hingga kompleks sesuai dengan urutan materi yang diberikan. Secara sistematis, desain didaktis hipotesis tersebut disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Desain Didaktis Hipotetis

Implementasi Desain Didaktis

Implementasi desain didaktis dilakukan di salah satu SMP di kota Bandung dengan melibatkan 28 siswa kelas VII, dimana kelas ini adalah salah satu kelas yang digunakan dalam studi pendahuluan. Implementasi dilaksanakan dalam dua kali pertemuan dengan delapan situasi didaktis yang disajikan dalam masing-masing pertemuan. Pertemuan pertama fokus pada desain didaktis tentang pemaknaan huruf (variabel) dalam aljabar, sedangkan pada pertemuan kedua difokuskan kepada pemaknaan tanda sama (dengan) dalam persamaan aljabar. Pada tahap implementasi ini peneliti melakukan observasi terhadap seluruh respon yang terjadi saat pembelajaran berlangsung. Peneliti juga menggunakan alat perekam video berupa kamera High Definition (HD) untuk merekam proses pembelajaran di kelas pada saat implementasi desain didaktis.

1. a. $yz + 6zy + 2yz - 2y + 2 = 5zy + 3yz + 2$
 b. $4(2m+3n) + (3m-4n) = (8m+12n) + (3m-4n) = 11m^2 + 8n^2$
 c. $(2x+3y)(y+4x) = 2xy + 8x^2 + 3y^2 + 12xy = 14xy + 8x^2 + 3y^2$
 d. $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$
 e. $\frac{a^2}{b^2} \times \left(\frac{c}{b} \cdot \frac{2b}{3a}\right) = \frac{c1b}{b1a} \times \frac{2^2}{b^2}$

2. a. $(a+b)^2 = (a+b) \cdot (a+b) = A^2 + 2AB + B^2$
 b. $(a+b)^3 = (a+b)(a+b)(a+b) = A^3 + 3ab^2 + 3ab^2 + b^3$
 c. $(a-b)^2 = (a-b)(a-b) = a^2 - b^2$

3. Diketahui: kandang 1 = 2 ayam - 3 bebek
 .. 2 = 1 ayam - 4 bebek
 .. 3 = 3 ayam - 1 bebek
 Ditanya: Jumlah ayam dan bebek?
 6 ayam 8 bebek
 ∴ Jumlah ayam adalah 6 ekor dan bebek 8 ekor.

4. Diketahui: $18 - 12 = 6$ dan $18 + 12 = 30$
 Ditanya: tentukan kedua bilangan itu?
 ∴ kedua angka tersebut adalah 18 dan 12

5. Diketahui: usia budi = 2 x usia ani
 = 5 tahun ← usia budi = 2 x usia ani
 Ditanya: Bila usia budi 5 tahun yang lalu 15, berapa usia budi sekarang?
 ∴ Jadi usia Budi 20 tahun

Selamat Bekerja!!!

6. Diketahui: Luas jalan $(2x-2) \times (2x-2) = 4x^2 - 8x + 4$
 Luas kolam $(2+x) \times (2x-1) = 4x^2 - 2x + 2x^2 - 1x$
 Ditanya: Luas sisa lahan?
 ∴ Luas sisa lahan adalah $7x^2 - 7x + 4$

Gambar 4. Contoh Jawaban Siswa pada Post-test

Pelaksanaan pembelajaran implementasi desain didaktis hipotesis pada umumnya telah berjalan dengan baik. Selanjutnya adalah analisis setelah pembelajaran yang dapat dilihat melalui hasil post-tes siswa (Gambar 4), observasi, dan wawancara. Post-test dilakukan pada pertemuan ketiga. Hasil tes yang diberikan menunjukkan bahwa semua siswa telah menjawab semua nomor dengan sebaik-baiknya. Hal ini ditunjukkan oleh persentase siswa yang memberikan jawaban benar 82,15%, jika dibandingkan dengan studi pendahuluan persentase siswa yang menjawab secara benar 50,78%, artinya jumlah siswa yang mengalami hambatan belajar menurun. Dengan demikian secara keseluruhan desain didaktis hipotesis yang disusun dapat dinyatakan sangat baik.

Analisis Retrospektif terhadap Hasil Implementasi Desain Didaktis

Pertemuan Pertama

Hasil observasi aktivitas siswa pada pertemuan pertama terlihat bahwa siswa mengikuti pembelajaran dengan antusias. Ada beberapa siswa yang masih mengalami kesulitan untuk memahami bahwa huruf dalam aljabar tidak mewakili objek seperti ayam, bebek, apel, dan lainnya. Pada saat dijelaskan kembali, siswa akhirnya dapat memahami bahwa huruf dalam aljabar mewakili angka atau nilai tertentu yang belum atau tidak diketahui. Pengalaman belajar ini sangat penting untuk meminimalkan kesalahpahaman siswa dalam memahami huruf aljabar.

Pertemuan Kedua

Hasil observasi aktivitas siswa pada pertemuan kedua, siswa mengikuti pembelajaran dengan baik meskipun cukup menyita banyak waktu dan tenaga. Pada pertemuan kedua ini, banyak siswa yang tampak kesulitan karena dihadapkan dengan bentuk-bentuk persamaan di luar format yang biasa mereka kenal di aritmatika (biasanya $a + b = c$), menjadi seperti $c = a + b$ atau $a + b = c + d$. Pengalaman belajar ini sangat penting untuk menumbuhkan kemampuan berpikir relasional yang menjadi *trajectory* antara aritmatika dan aljabar.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa desain didaktis hipotetis yang dikembangkan dalam dua pertemuan, dalam setiap pertemuan dikembangkan 8 situasi didaktis yang dilengkapi dengan prediksi respon siswa, antisipasi didaktis-pedagogis dalam mengatasi *learning obstacle* siswa yang telah ditemukan. Hasil analisis retrospektif tiap pertemuan menunjukkan adanya beberapa respon siswa pada situasi didaktis tertentu yang tidak muncul karena adanya epistemological obstacle yaitu keterbatasan siswa dalam memahami simbol-simbol dalam bentuk aljabar seperti huruf (variabel) dan tanda sama (dengan). Selain itu, meskipun hasil post-test menunjukkan bahwa rata-rata nilai siswa mengalami kenaikan, namun desain didaktis ini bukanlah desain yang ideal karena masih terdapat kelemahan dalam menyesuaikan alokasi waktu, perlu tambahan desain didaktis sebelum memasuki situasi didaktis kesembilan, dan penggantian konteks pada situasi didaktis kesebelas hingga enam belas. Artinya, desain didaktis ini masih harus diperbaiki kembali dan penerapan selanjutnya dilakukan di luar penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield Eds & Trans). Netherland: Kluwer Academic.
- Caspi, S & Sfard, A. (2012). Spontaneous Meta-Arithmetic as The First Step Toward School Algebra. *PNA*, 6(2), 61-71.
- Christou, K, P., & Vosniadou, S. (2012). What Kinds of Numbers do Students Assign to Literal Symbols? Aspects of The Transition from Arithmetic to Algebra. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(1), 1–27. <http://dx.doi.org/10.1080/10986065.2012.625074>
- Ely, R., & Adams, A, E. (2012). Unknown, Placeholder, or Variable: What Is x ?. *Mathematics Education Research Group of Australasia*, 24(1), 19-38. <http://dx.doi.org/10.1007/s13394-011-0029-9>
- Hudojo, H. (2003). *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Universitas Negeri Malang, JICA.
- Humberston, J., & Reeve, R, A. (2017). The Conceptual Overlap between Arithmetic and Algebraic Referential Mapping. *Learning and Instruction*, 54(1), 138-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.09.001>

- Kusumawati, A, D., & Sutriyono, S.(2018). Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Materi Operasi Aljabar bagi Siswa Kelas VII SMP Negeri 3 Salatiga. *Paedagoria*, 9(1), 30-36. <http://dx.doi.org/10.31764/paedagoria.v9i1.265>
- Mok, I, A, C. (2010). Students' Algebra Sense via Their Understanding of The Distributive Law. *Pedagogies: an International Journal*, 5(3), 251-263. <http://dx.doi.org/10.1080/1554480X.2010.486156>
- Nurhamsiah, H. & Dian, A. (2016). Analisis Kesulitan Siswa dalam Mempelajari Bentuk Aljabar Berkaitan dengan Konsep dan Prinsip di SMP. *Khatulistiwa*, 5(2), 20-28. <http://dx.doi.org/10.26418/jppk.v5i2.13675>
- Purwanti, N, D. & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Aljabar Ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Analisa*, 6(2), 83-96. <https://doi.org/10.15575/ja.v6i2.8396>
- Puspita, I. & Masriyah, M. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Matematika pada Materi Aljabar Kelas VII SMP dari Perbedaan Jenis Kelamin. *Mathdunesa*, 10(3), 448-457. <https://doi.org/10.26740/mathdunesa.v10n3.p448-457>
- Radford, L. (2012). *Early Algebraic Thinking Epistemological, Semiotic, And Developmental Issues*. Korea: 12th International Congress on Mathematical Education Program COEX, Seoul.
- Setyawati, A. & Ratu, N. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Siswa SMP pada Materi Aljabar Ditinjau dari Mathematics Anxiety. *Jurnal Cendekia*, 5(3), 2941-2953.
- Suryadi, D. (2008). *Metapedadidaktik dalam Pembelajaran Matematika: Suatu Strategi Pengembangan Diri Menuju Guru Matematika Profesional*. Bandung: Pidato Guru Besar Universitas Pendidikan Indonesia.
- Suryadi, D. (2011). *Kesetaraan Dedactical Design Research (DDR) dengan Matematika Realistik dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika*. Surakarta: Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNS.
- Turmudi, (2009). *Landasan Filosofis dan Teoritis Pembelajaran Matematika (Paradigma Eksploratif dan Investigatif)*. Jakarta: PT Leuser Cita Pustaka.