

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Aljabar adalah salah satu cabang ilmu matematika yang penting untuk dipelajari di sekolah. Alasan pentingnya mempelajari aljabar dikemukakan oleh Usiskin (1995) yaitu: (1) aljabar adalah bahasa generalisasi; (2) aljabar memungkinkan seseorang untuk menjawab semua pertanyaan dari jenis tertentu dalam satu waktu; (3) aljabar adalah bahasa dari hubungan antara kuantitas; dan 4) aljabar adalah bahasa untuk memecahkan beberapa jenis masalah numerik.

Sayangnya, pembelajaran aljabar di sekolah hanya terpaku pada manipulasi simbol dan pemahaman prosedur (Walkoe, 2014). Hanya karena adanya simbol huruf yang dioperasikan sesuai dengan prosedur, maka para guru menganggap bahwa itu adalah pembelajaran mengenai aljabar. Padahal, Radford (2006) menyatakan bahwa “*Using letters does not amount to doing algebra.*”.

Pembelajaran aljabar seperti itu telah menimbulkan masalah-masalah yang banyak disoroti oleh para peneliti. Manipulasi simbol di kelas aljabar banyak menyoroti pemahaman prosedural yang mengakibatkan siswa tidak memahami makna aljabar secara utuh (Chazan, 1996; Walkoe, 2014). Helfand (2006) dan Walkoe (2014) mengemukakan bahwa siswa-siswa di *Los Angeles* tidak berhasil di kelas aljabar, sebanyak 44% dari siswa di *Los Angeles* yang mengambil aljabar tahun pertama menerima nilai gagal. Penelitian yang dilakukan selama tahun 1970-an dan 80-an menunjukkan bahwa siswa menghadapi beberapa kesulitan dalam subjek aljabar (Kieran, 2004). Redden (dalam Warren, 2003) mengatakan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam mengekspresikan generalisasi pola ke dalam bahasa alami. Ketika mempelajari aljabar, banyak kesulitan yang dialami siswa yang berasal dari pengetahuan aritmatika yang tidak memadai (Warren, 2003).

Pembelajaran aljabar seharusnya tidak terbatas pada simbol dan prosedur operasinya. Lebih dari itu, Tunks dan Weller (2009) menyatakan bahwa penalaran aljabar adalah cara berpikir yang melibatkan bentuk-bentuk semiotik yang

menangkap esensi penting dari pola, fungsi, struktur, atau situasi pemodelan. Radford (2014) mengemukakan bahwa untuk berpikir aljabar (*algebraic thinking*) tidak cukup hanya dengan mengkondisikan adanya penggunaan huruf (sebagai simbol) saja.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dikaji oleh Radford (2014), salah satunya dari Filloy & Rojano (1989), beliau menyatakan ada 3 karakteristik *algebraic thinking*, yaitu: (1) *indeterminacy*; (2) *denotation*; dan (3) *analyticity*. *Indeterminacy* yang diterjemahkan sebagai ketidakpastian, dideskripsikan bahwa masalah-masalah dalam *algebraic thinking* melibatkan bilangan yang tidak diketahui, baik dalam bentuk persamaan, variabel, parameter, dan lain-lain. *Denotation* yang diterjemahkan sebagai tanda, bermakna bahwa bilangan-bilangan yang tak tentu (yang terlibat dalam masalah) harus diberi nama atau dilambangkan. Adapun *analyticity* yang diterjemahkan sebagai keanalitikan, dideskripsikan bahwa bilangan-bilangan yang tak tentu diperlakukan seolah-olah bilangan-bilangan tersebut diketahui, artinya tetap diberi perlakuan operasi menambah, mengurangi, mengalikan, atau membagi.

Kaput dan juga Blanton dkk. (dalam Blanton dkk., 2015) mencetuskan 5 ide yang terlibat dalam berpikir aljabar mengenai praktik generalisasi (*generalizing*), perlambangan (*representing*), pemberian alasan (*justifying*), dan penalaran (*reasoning*) hubungan matematis. Ide-ide itu meliputi: (1) kesetaraan (*equivalence*), ekspresi (*expressions*), persamaan (*equations*), dan ketidaksamaan (*inequality*); (2) aritmatika yang diperumum (*generalized arithmetic*); (3) pemikiran fungsional (*functional thinking*); (4) variabel (*variable*); dan (5) penalaran proporsional (*proportional thinking*).

Selain aljabar, geometri juga memiliki peran penting dalam matematika. Özerem (2012, hlm. 25) menyatakan bahwa “*Studying geometry is an important component of learning mathematics because it allows students to analyse and interpret the world they live in as well as equip them with tools they can apply in other areas of mathematics.*”. Hal ini sejalan dengan pendapat Zuya dan Kwalat (2015, hlm. 100) bahwa “*...the understanding of the environment we live in, and the ability to do well in other areas of mathematics rest on our understanding of geometry.*”. Clements dan Battista serta Clements dan Sarama (dalam Clements

dan Sarama, 2011, hlm. 134) berpendapat bahwa “*Education in geometry may contribute to a growth in mathematical competence and in other cognitive abilities, including IQ.*”. Jadi, peran geometri dalam pendidikan matematika dapat menjadikan siswa mampu menganalisis dan menginterpretasikan dunia serta berperan dalam pertumbuhan kompetensi matematika dan kemampuan kognitif siswa.

Dalam kondisi tertentu, geometri dan aljabar merupakan dua hal yang saling berkaitan. Berdasarkan penelitian mengenai *algebraic thinking* yang telah dilakukan oleh Radford (2014, hlm. 7), khususnya dalam hal generalisasi, dinyatakan bahwa “...one needs to grasp a regularity that involves the linkage of two different structures: one spatial and the other numerical.”. Untuk sampai pada proses *algebraic thinking*, siswa yang baru berkenalan dengan aljabar harus diberi bantuan melalui struktur spasial, yang erat hubungannya dengan struktur geometri, dan bilangan. Geometri dan *spatial thinking* juga dapat mendukung kemampuan dan konsep aritmatika, dimana aritmatika akan selalu berhubungan dengan bilangan (Clements dan Sarama, 2011). Geometri juga membantu siswa memperoleh keterampilan dasar seperti analisis, perbandingan, dan generalisasi (Lee dan Chen, 2014). Sehingga, geometri dapat dijadikan salah satu jalan untuk menjembatani pola pikir siswa menuju berpikir aljabar.

Selanjutnya, Baykul (dalam Biber dkk., 2013) mengemukakan bahwa geometri adalah cabang ilmu matematika yang berhubungan dengan titik, garis, bidang, bentuk bidang, ruang, bentuk spasial, dan hubungan di antara hal-hal tersebut, serta ukuran bentuk-bentuk geometri termasuk panjang, sudut, luas, volume, dan lain-lain. Dalam kurikulum di Indonesia, materi geometri yang pertama kali dipelajari oleh para siswa di Sekolah Menengah Pertama (SMP) yaitu garis dan sudut. Materi tersebut merupakan dasar untuk mempelajari materi-materi selanjutnya. Dalam pembelajaran garis dan sudut, terdapat struktur spasial yang dapat menjadi jembatan untuk siswa melakukan proses *algebraic thinking*. Salah satunya, postulat “Jika diberikan dua buah titik yang berbeda maka akan memuat tepat satu buah garis” dapat menjadi salah satu jalan untuk siswa berpikir aljabar. Hal ini akan dibahas pada pembahasan mengenai desain didaktis awal.

Biber dkk. (2013) mengungkapkan bahwa jika kita berasumsi bahwa semua subjek geometri yang saling terkait satu sama lain membuat rantai, maka sudut, yang merupakan dasar dari geometri, adalah cincin yang paling penting dari rantai ini. Kemudian, bersamaan dengan titik dan bidang, garis adalah salah satu unsur (yang tidak didefinisikan) yang membangun geometri (Mulyana, 2016). Jadi, garis dan sudut merupakan subjek dasar yang sangat penting dalam mempelajari geometri.

Berdasarkan pembahasan-pembahasan yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini, materi garis dan sudut dipilih sebagai jembatan untuk mengantarkan siswa pada proses berpikir aljabar (*algebraic thinking*). Khususnya untuk materi sudut, dari hasil penelitian Özerem (2012) ditemukan masalah bahwa siswa tidak dapat membedakan konsep persamaan dan ekspresi, ketika siswa diberikan ekspresi aljabar, siswa tidak dapat menemukan luas daerah yang ditanyakan.

Warren dan Cooper (2007) menyatakan bahwa kekuatan matematika terletak pada hubungan dan transformasi yang menimbulkan pola dan generalisasi, sehingga Kaput dan Blanton (dalam Warren dan Cooper, 2007) mengemukakan bahwa pengajaran matematika harus fokus pada arahan untuk membina keterampilan dasar dalam menggeneralisasi serta mengekspresikan dan membenarkan generalisasi secara sistematis. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mason dkk. (dalam Becker dan Rivera, 2007) bahwa setiap pelajar yang mulai sekolah diberikan kemampuan untuk menggeneralisasi kasus-kasus tertentu, dan ini adalah akar dari aljabar. Becker dan Rivera (2007) pun menyatakan bahwa kemampuan untuk menggeneralisasi merupakan aspek penting dari penalaran dan berpikir aljabar (*algebraic thinking*). Radford (2008) mengungkapkan bahwa generalisasi pola digunakan olehnya sebagai jalan menuju aljabar.

Hasil penelitian-penelitian yang dikaji oleh Radford (2000), menekankan fakta bahwa generalisasi pola numerik dan perumusan simbolik hubungan antara variabel menimbulkan masalah khusus untuk siswa pemula. Demikian pula hasil uji *learning obstacle* yang telah dilakukan membuktikan bahwa generalisasi pola dalam *algebraic thinking* sampai saat ini masih menjadi masalah yang harus

diteliti. Berdasarkan hal tersebut, konteks berpikir aljabar yang akan diteliti akan fokus pada generalisasi pola.

Ide penelitian ini tidak lepas dari adanya penelitian-penelitian terdahulu mengenai *algebraic thinking* dan geometri, khususnya materi garis dan sudut. Berikut merupakan penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Hitt dkk. (2015) menuliskan hasil penelitiannya mengenai proses transisi aritmatik-aljabar pada siswa kelas 7 dengan judul “*An Arithmetic-Algebraic Work Space for The Promotion of Arithmetic and Algebraic Thinking: Triangular Numbers*”. Radford (2010b) memperkenalkan bentuk-bentuk berpikir aljabar melalui penelitiannya yang berjudul “*Algebraic Thinking from A Cultural Semiotic Perspective*”. Kemudian Nobre dkk. (2012) mengembangkan berpikir aljabar siswa kelas 8 melalui pemecahan masalah kontekstual dalam penelitiannya yang berjudul “*Solving a Contextual Problem with The Spreadsheet as An Environment for Algebraic Thinking Development*”. Radford (2014) menuliskan hasil penelitian longitudinalnya mengenai awal dari perwujudan *algebraic thinking* pada siswa Sekolah Dasar dengan judul “*The Progressive Development of Early Embodied Algebraic Thinking*”. Selanjutnya, Blanton dkk. (2015) menuliskan hasil penelitiannya pada siswa kelas 3 untuk mengembangkan berpikir aljabar dengan judul “*The Development of Children’s Algebraic Thinking: The Impact of a Comprehensive Early Algebra Intervention in Third Grade*”.

Ada beberapa peneliti yang melakukan penelitian mengenai *algebraic thinking* dalam konteks yang lebih spesifik, yaitu generalisasi. Radford (2008) menuliskan hasil penelitiannya dengan judul “*Iconicity and Contraction: A Semiotic Investigation of Forms of Algebraic Generalizations of Patterns in Different Contexts*”. Becker dan Rivera (2007) membuat tulisan yang berjudul “*Generalization in Algebra: The Foundation of Algebraic Thinking and Reasoning Across the Grades*”, kemudian Warren dan Cooper (2007) melakukan penelitian terkait tindakan pengajaran dan pemikiran yang menjembatani kesulitan-kesulitan siswa pada usia dini dalam menggeneralisasi pola dengan judul “*Generalising the Pattern Rule for Visual Growth Patterns: Actions that*

Support 8 Year Olds' Thinking". Radford (2010a) kembali menuangkan hasil pemikirannya pada artikel dengan judul "*The Eye as A Theoretician: Seeing Structures in Generalizing Activities*" dan Radford (2010c) "*Layers of Generality and Types of Generalization in Pattern Activities*". Dougherty dkk. (2015) pun menuliskan penelitian terkait dengan generalisasi dengan judul "*Developing Concepts and Generalizations to Build Algebraic Thinking: The Reversibility, Flexibility, and Generalization Approach*".

Untuk penelitian-penelitian mengenai geometri, Clements dan Sarama (2011) menuliskan hasil penelitiannya mengenai pentingnya geometri dan *spatial thinking* dengan judul "*Early Childhood Teacher Education: The Case of Geometry*". Kemudian Özerem (2012) menuliskan hasil penelitiannya mengenai kelemahan siswa kelas 7 pada materi-materi geometri dengan judul "*Misconceptions in Geometry and Suggested Solutions for Seventh Grade Students*". Biber dkk. (2013) meneliti level pembelajaran, kesalahan, dan kesalahpahaman siswa kelas 8 mengenai masalah "sudut dalam geometri" dengan judul "*The Mistakes and The Misconceptions of The Eighth Grade Students on The Subject of Angles*". Selanjutnya, Zuya dan Kwalat (2015) meneliti kecukupan guru matematika dalam hal kemampuan untuk mengidentifikasi pengetahuan siswa yang lepas dan menyarankan strategi untuk mengatasi kesulitan-kesulitan siswa dengan judul "*Teacher's Knowledge of Students about Geometry*".

Adapun penelitian-penelitian aljabar yang berkaitan dengan geometri, telah dilakukan oleh Booker dan Windsor pada tahun 2010 dengan judul "*Developing Algebraic Thinking: Using Problem-Solving to Build from Number and Geometry in The Primary School to The Ideas that Underpin Algebra in High School and Beyond*". Selain itu, pada tahun 2016, Suwito dkk. telah menuliskan hasil penelitiannya dengan judul "*Solving Geometric Problems by Using Algebraic Representation for Junior High School Level 3 in Van Hiele at Geometric Thinking Level*".

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian mengenai *algebraic thinking* (dengan konteks generalisasi) belum ada yang mengaitkan dengan konteks geometri untuk materi garis dan sudut. Hasil uji *learning obstacle* pun memperlihatkan adanya masalah-masalah dalam bahasan tersebut. Padahal,

algebraic thinking penting untuk dikuasai siswa dan bagi pemula masih memerlukan struktur spasial (yang erat kaitannya dengan struktur geometri) untuk memahaminya.

Berdasarkan pembahasan tersebut, sebagai guru matematika, untuk menjadi guru yang profesional, guru harus melakukan proses berpikir dalam konteks kurikulum dan pembelajaran mengenai bagaimana cara membelajarkan *algebraic thinking* pada materi garis dan sudut. Proses berpikir ini terjadi pada tiga fase, yaitu sebelum pembelajaran, pada saat pembelajaran berlangsung, dan setelah pembelajaran. Sebelum pembelajaran berlangsung, guru harus memikirkan cara untuk mendorong terjadinya situasi belajar yang optimal ketika pembelajaran melalui proses pengembangan situasi didaktis yang kemudian dikenal sebagai Analisis Didaktik dan Pedagogis (ADP). ADP pada hakekatnya adalah sintesis hasil pemikiran guru berdasarkan berbagai kemungkinan yang diprediksi akan terjadi pada peristiwa pembelajaran (Suryadi, 2010). ADP juga dilakukan melalui analisis *learning obstacle* yang telah dilakukan. Proses tersebut merupakan salah satu rangkaian dari proses *Didactical Design Research* (Penelitian Desain Didaktis).

Suryadi (2010, hlm. 74) mengungkapkan bahwa penelitian desain didaktis ini pada dasarnya terdiri atas tiga tahapan yaitu:

- (1) Analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran yang diwujudkan berupa Desain Didaktis Hipotetis termasuk ADP, (2) analisis metapedadidaktik dan (3) analisis retrospektif yakni analisis yang mengaitkan hasil analisis situasi didaktis hipotetis dengan hasil analisis metapedadidaktik. Dari ketiga tahapan ini akan diperoleh Desain Didaktis Empirik yang tidak tertutup kemungkinan untuk terus disempurnakan melalui tiga tahapan DDR tersebut.

Karena masalah-masalah yang didapat berkaitan dengan *learning obstacle* yang merupakan akibat dari desain pada pembelajaran sebelumnya, maka akan disusun sebuah desain didaktis melalui *Didactical Design Research* (Penelitian Desain Didaktis) sehingga judul penelitian ini yaitu “*Algebraic Thinking* dalam Konteks Geometri (*Didactical Design Research* untuk Siswa SMP Kelas 7 pada Materi Garis dan Sudut)”.

B. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Masalah apa saja yang berkaitan dengan *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut?
2. Bagaimana bentuk desain didaktis awal berdasarkan analisis masalah mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut?
3. Bagaimana hasil implementasi desain didaktis awal berdasarkan analisis masalah mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut?
4. Bagaimana pembahasan hasil implementasi desain didaktis awal berdasarkan analisis masalah mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut?
5. Bagaimana bentuk desain didaktis revisi mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut berdasarkan hasil implementasi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui masalah apa saja yang berkaitan dengan *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut.
2. Membuat desain didaktis awal berdasarkan analisis masalah mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut.
3. Mengetahui hasil implementasi desain didaktis awal berdasarkan analisis masalah mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut.
4. Mengetahui pembahasan hasil implementasi desain didaktis awal berdasarkan analisis masalah mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut.
5. Membuat desain didaktis revisi mengenai *algebraic thinking* pada pembelajaran garis dan sudut berdasarkan hasil implementasi.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi siswa, diharapkan dapat memahami dan menguasai *algebraic thinking* pada materi garis dan sudut dalam pembelajaran matematika.
2. Bagi guru, diharapkan menjadi motivasi untuk melakukan proses pembelajaran *algebraic thinking* yang penting untuk dikuasai siswa.