

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Pada bagian ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Pada bagian ini juga dideskripsikan definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Kehidupan manusia pada abad ke-21 mengalami perubahan substansial yang berbeda dengan abad-abad sebelumnya. Ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ini mengalami perkembangan pesat. Perkembangan tersebut telah mempengaruhi banyak aspek kehidupan, tidak terkecuali bidang pendidikan.

Matematika adalah salah satu mata pelajaran yang dinilai penting serta diajarkan pada setiap jenjang pendidikan di Indonesia. Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang terbangun atas topik-topik yang terstruktur. Matematika tersusun atas beberapa topik yang saling terkait. Topik-topik tersebut meliputi bilangan, aljabar, geometri, trigonometri, kalkulus, peluang dan statistika, serta matematika diskrit (NCTM, 2008).

Aljabar merupakan cabang matematika yang berkaitan dengan kajian mengenai kuantitas, hubungan, dan struktur yang terbentuk. Hal-hal tersebut dipelajari dengan menggunakan simbol untuk merepresentasikan sesuatu yang tidak pasti, dalam hal ini variabel, parameter, atau sesuatu yang tidak diketahui. Aljabar berkaitan dengan ekspresi menggunakan simbol-simbol dan dengan bilangan yang diperluas untuk menyelesaikan persamaan, menganalisis hubungan fungsional, dan untuk menentukan struktur dari sistem representasional yang terdiri dari ekspresi dan hubungan (relasi). Aktivitas seperti menyelesaikan persamaan, menganalisis hubungan fungsional, dan menentukan struktur dari sistem representasional bukanlah tujuan dari aljabar melainkan alat untuk memodelkan fenomena pada dunia nyata dan memecahkan masalah yang berhubungan dengan berbagai situasi (Kieran, 1989; Lew, 2004; Radford, 2006).

Aljabar dapat digunakan sebagai alat untuk generalisasi dan menyelesaikan berbagai masalah, seperti masalah matematika lanjut, sains, bisnis, ekonomi, perdagangan, komputasi, dan masalah lain dalam kehidupan sehari-hari (NCTM, 2008; Booker, 2009). Banyaknya masalah dalam kehidupan sehari-hari yang dapat diselesaikan dengan aljabar, membuatnya penting untuk dipelajari. Aljabar juga penting dipelajari sebagai bekal seseorang untuk kehidupan mendatang, baik dalam pekerjaan maupun persiapan studi lanjut.

Lew (2004) menjelaskan lebih lanjut bahwa aljabar lebih dari sekedar himpunan fakta dan teknik. Aljabar adalah sebuah cara berpikir. Berpikir aljabar tidak hanya dapat diterapkan dalam materi aljabar, tetapi juga sangat mungkin diterapkan dalam materi geometri, statistika, ataupun materi lainnya.

Dalam matematika sekolah, materi aljabar mulai diajarkan secara formal pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Kompetensi dasar yang ada di antaranya menuntut siswa untuk dapat menggunakan pola dan generalisasi untuk menyelesaikan masalah, menggunakan konsep aljabar dalam menyelesaikan masalah, membuat dan menyelesaikan model matematika dari masalah nyata, menerapkan operasi bentuk aljabar, menyajikan fungsi dalam berbagai bentuk representasi, serta dapat menyelesaikan masalah menggunakan berbagai teknik manipulasi aljabar dan aritmetika.

Berpikir aljabar merupakan salah satu kemampuan yang dibutuhkan di abad ke-21. Salah satu dimensi keterampilan abad ke-21 adalah *ways of thinking* yang meliputi kreativitas dan inovasi, berpikir kritis, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, *learning to learn*, dan metakognisi. Generalisasi, abstraksi, penalaran, berpikir analitis, berpikir dinamis, serta *problem solving* yang dilakukan dalam berpikir aljabar sejalan dengan dimensi tersebut.

Kenyataan di lapangan menunjukkan hal-hal yang belum sejalan dengan apa yang diharapkan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan masih banyak kesulitan yang dialami siswa dalam belajar aljabar (Molina, Ambrose, & Castro, 2004; Chow, 2011; Egodawatte, 2011; Jupri & Drijvers, 2016, Bora & Ahmed, 2019; Feretti, 2020; Farida & Hakim, 2021). Siswa dengan kemampuan berpikir aljabar yang rendah cenderung gagal dalam menyelesaikan masalah aljabar, lemah

dalam menyederhanakan persamaan dan ekspresi aljabar, serta kesulitan dalam menginterpretasikan grafik fungsi. Kesulitan-kesulitan ini membuat siswa belajar dengan menghafal tanpa memahami konsepnya. Akibatnya, siswa hanya mampu menyelesaikan soal-soal rutin tingkat rendah (Yildiz Ulus, 2013).

Selain itu, rendahnya kemampuan aljabar juga dapat dilihat dari hasil *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), di mana aljabar menjadi salah satu materi yang diukur. Berdasarkan hasil TIMSS tahun 2011 dengan partisipan siswa kelas 8, Indonesia tercatat sebagai negara dengan urutan ke-38 dari 42 negara. Rerata skor Indonesia adalah 386, sedangkan rerata internasional adalah 500.

Kemampuan aljabar ini perlu ditingkatkan melalui peningkatan kualitas pembelajaran. Peran guru dalam merencanakan, melaksanakan, serta mengevaluasi proses pembelajaran perlu diperhatikan. Upaya ini dilakukan guru tidak hanya selama pembelajaran, namun juga sebelum dan setelah proses pembelajaran berlangsung. Menurut Suryadi (2010), proses berpikir guru dalam konteks pembelajaran terjadi pada tiga fase: sebelum pembelajaran, pada saat pembelajaran, dan setelah pembelajaran. Kecenderungan proses berpikir sebelum pembelajaran yang lebih berorientasi pada penjabaran tujuan berdampak pada proses penyiapan bahan ajar serta minimnya antisipasi terutama yang bersifat didaktis.

Setidaknya ada lima prinsip dasar dalam pembelajaran aljabar (Van Amerom, 1999).

1. Menciptakan situasi masalah yang kaya dan bermakna bagi siswa baik di dunia nyata atau dalam pengalaman matematik mereka.
2. Mengkonstruksi aktivitas-aktivitas yang memfasilitasi proses matematisasi, pemodelan dan penyusunan skema. Aktivitas tersebut bukan hanya sebagai alat pemecahan masalah, melainkan juga sebagai sarana untuk memformalkan berpikir matematik.
3. Memilih konteks yang familiar dengan siswa yang berfungsi sebagai kerangka acuan.

4. Mengaktifkan siswa untuk mengkonstruksi matematika mereka sendiri, dimulai dari pengetahuan dan strategi informal dan secara progresif membangun pemahaman matematik formal.
5. Mendorong refleksi yang interaktif (siswa-siswa dan siswa-guru) dan partisipasi siswa dalam membangun konvensi-konvensi aljabar.

Pembelajaran fungsi dapat mencakup komponen-komponen utama dalam kemampuan berpikir aljabar. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan (Hajizah, dkk., 2020) terhadap 28 siswa SMP ditemukan bahwa siswa masih kesulitan ketika menyelesaikan soal terkait kemampuan berpikir aljabar siswa pada materi fungsi. Kesulitan tersebut antara lain:

1. menerjemahkan representasi yang berbeda;
2. menggunakan pola hubungan untuk menganalisis situasi;
3. membuat serta menggunakan simbol, kata-kata atau kalimat, notasi visual dan notasi spasial dalam memodelkan dan menyelesaikan permasalahan matematika;
4. mengeksplorasi penyelesaian masalah yang berhubungan dengan topik lain atau disiplin ilmu lainnya;

Kesulitan-kesulitan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir aljabar siswa masih rendah, khususnya dalam menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan materi fungsi.

Konsep fungsi dalam matematika modern telah menjadi salah satu ide yang mendasari hampir semua disiplin ilmu. Konsep fungsi di sisi lain juga merupakan salah satu konsep yang paling sulit untuk dikuasai dalam pembelajaran matematika di sekolah menengah (Eisenberg, 2002; Michelsen, 2006; Doorman, Drijvers, Gravemeijer, Boon, & Reed 2012; Makonye, 2014).

Siswa seringkali menemukan situasi yang terkait dengan hubungan fungsional dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu mereka dapat membawa banyak pengetahuan yang relevan ke dalam kelas. Pengetahuan tersebut dapat membantu siswa bernalar melalui masalah-masalah aljabar. Masalah yang dideskripsikan dalam konteks kehidupan sehari-hari dapat diselesaikan oleh lebih banyak siswa dibandingkan dengan masalah yang sama yang disajikan hanya

dengan persamaan matematik. Namun jika pemahaman matematik yang siswa bawa ke dalam kelas tidak dihubungkan dengan pembelajaran aljabar secara formal, maka hal tersebut tidak akan mendukung pembelajaran baru. (Kalchman & Koedinger, 2005).

Ketika mengajarkan fungsi, beberapa guru lebih memilih untuk memulai dengan definisi, dibandingkan dengan memberikan situasi yang dapat mengarahkan siswa untuk membentuk definisi mereka sendiri tentang fungsi. Siswa juga mungkin diminta untuk mensubstitusikan sebuah bilangan bulat pada fungsi  $f(x)$  untuk menemukan luaran sebuah bilangan real tunggal. Meskipun siswa dapat mengevaluasi nilai ini dengan benar, mereka sulit memahami esensi dari gagasan tentang fungsi. Pembelajaran yang demikian bermasalah karena akan mendorong siswa untuk menghafal prosedur tanpa memahaminya, di mana hal tersebut akan menyulitkan siswa untuk mentransfer atau mengaitkan konsep yang dipelajari dengan situasi yang baru.

Ada beberapa *framework* yang mencakup pendekatan kontekstual dan konseptual. Konsep dari model yang muncul disarankan oleh Gravemeijer (1999) memiliki titik berangkat dari situasi masalah spesifik, yang selanjutnya dimodelkan. Pemberian masalah/konteks di awal pembelajaran memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan metode situasi spesifik dan simbolisasi. Selanjutnya metode dan simbol dimodelkan dari perspektif matematis dan dalam pengertian ini model muncul dari aktivitas siswa. Model pertama kali tampil sebagai sebuah situasi, kemudian secara bertahap menjadi entitas dan pada akhirnya digunakan sebagai model untuk penalaran matematis. Pergeseran yang disajikan dari '*model of*' hingga '*model for*' seharusnya terjadi dengan perubahan cara siswa memandang dan berpikir tentang model, dari model yang diturunkan maknanya dari konteks situasi hingga berpikir tentang konten matematika.

Permasalahan dalam pembelajaran fungsi dapat diantisipasi dengan menerapkan pendekatan pembelajaran yang tepat. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat diterapkan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fungsi adalah pendekatan realistik atau dikenal dengan *Realistik Mathematics Education* (RME).

Van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers (2014) menjabarkan enam prinsip dalam pendekatan realistik sebagai berikut.

1. Prinsip aktivitas. Siswa dituntut aktif dalam proses pembelajaran. Cara terbaik dalam mempelajari matematika adalah dengan “*doing mathematics*”.
2. Prinsip realitas. Prinsip ini dapat ditinjau dari dua aspek. Aspek pertama, mengungkap pentingnya hal yang melekat pada tujuan pembelajaran matematika, meliputi kemampuan siswa untuk menerapkan matematika dalam memecahkan masalah pada kehidupan nyata. Kedua, pembelajaran matematika harus dimulai dari situasi masalah nyata yang bermakna bagi siswa.
3. Prinsip level. Siswa melewati berbagai tingkat pemahaman dalam belajar matematika. Mulai dari solusi yang berhubungan dengan konteks hingga memperoleh wawasan tentang bagaimana konsep dan strategi saling terkait.
4. Prinsip keterkaitan. Domain konten matematika, seperti bilangan, aljabar, geometri, pengukuran, dan pengolahan data dipandang sebagai bagian kurikulum yang saling terintegrasi.
5. Prinsip interaktivitas. Belajar matematika juga merupakan aktivitas sosial, bukan hanya sebuah aktivitas individual. Pendekatan realistik mengutamakan diskusi kelas dan yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk saling berbagi strategi dan penemuan mereka.
6. Prinsip bimbingan. Program pembelajaran harus berisi skenario yang berpotensi sebagai pengungkit untuk mencapai perubahan dalam pemahaman siswa. Guru harus berperan secara proaktif dalam proses pembelajaran siswa.

Prinsip-prinsip dalam pendekatan realistik ini sejalan dengan prinsip pembelajaran fungsi yang dirumuskan oleh Kalchman & Koedinger (2005). Prinsip pembelajaran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pentingnya membangun pengetahuan baru berdasarkan pemahaman dan pengetahuan siswa sebelumnya. Pemahaman matematik siswa yang dibawa ke dalam kelas harus dihubungkan dengan pembelajaran aljabar secara formal. Prinsip ini sejalan dengan prinsip level dan prinsip keterkaitan pada pendekatan realistik.

2. Siswa membutuhkan pemahaman konseptual yang kuat tentang fungsi dan juga kemahiran prosedural untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Prinsip ini berkaitan dengan prinsip aktivitas dan prinsip realitas pada pendekatan realistik.
3. Pentingnya keterlibatan siswa dalam proses metakognitif. Pembelajaran harus memfasilitasi siswa untuk bisa beroperasi pada level abstraksi yang lebih tinggi. Siswa harus terlibat dalam memantau pemecahan masalah yang mereka lakukan dan merefleksikan strategi yang diterapkan dan solusi yang diperoleh. Prinsip ini sejalan dengan prinsip interaktivitas dan prinsip bimbingan pada pendekatan realistik.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses menyebutkan bahwa guru berkewajiban menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis siswa. Hal ini menuntut setiap guru agar mampu mendesain pembelajaran matematika yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

Pembelajaran dan program yang dirancang untuk mewujudkan hal tersebut harus didasarkan pada lintasan belajar (*teaching-learning trajectory*) jangka panjang yang saling koheren. Proses pembelajaran yang memperhatikan lintasan belajar secara umum dibangun oleh *local instruction theory*. *Local instruction theory* terdiri dari sejumlah teori tentang proses pembelajaran mengenai topik tertentu beserta sarana untuk mendukung pembelajaran tersebut (Gravemeijer, 2004).

Gravemeijer (2004) menganalogikan proses pembelajaran sebagai sebuah perjalanan. *Local instruction theory* menawarkan suatu “*travel plan*” atau “rencana perjalanan” di mana guru harus mentranspos rencana tersebut ke dalam “perjalanan” sebenarnya dengan siswa-siswanya. Guru menggunakan wawasan dalam *local instruction theory* untuk memilih aktivitas instruksional dan untuk mendesain hipotesis lintasan belajar untuk siswa mereka sendiri. *Local instruction*

*theory* tidak pernah membebaskan guru dari keharusan merancang hipotesis lintasan belajar untuk kelas mereka sendiri. Menggunakan *local instruction theory* sebagai kerangka acuan dapat meningkatkan kualitas *learning trajectory*.

Dalam menyusun *local instruction theory* dugaan, peneliti dapat memanfaatkan literatur penelitian yang relevan, salah satunya adalah laporan penelitian mengenai proses belajar siswa dalam domain tertentu beserta deskripsi pengaturan pembelajaran, penugasan, dan alat/bahan ajar yang mendukung pembelajaran tersebut. Namun, literatur penelitian yang tersedia mungkin hanya memberikan panduan yang terbatas. Peneliti sebagai perancang desain harus memanfaatkan sumber daya lainnya untuk mengatasi keterbatasan yang disediakan oleh literatur penelitian. Sumber daya lain tersebut misalnya kurikulum, teks tentang pendidikan matematika, dan sejenisnya. Peneliti dapat mengambil ide dari sumber apapun untuk merancang pembelajaran.

Menurut Gravemeijer & Cobb (2013), cara kerja seorang peneliti dalam mendesain *local instruction theory* menyerupai cara kerja ‘*bricoleur*’. ‘*Bricoleur*’ adalah istilah yang digunakan orang Perancis untuk menyebut seseorang yang suka mengutak-atik, menggunakan sebanyak mungkin bahan-bahan yang tersedia. Seorang ‘*bricoleur*’ dalam istilah orang Perancis merupakan orang yang serba tahu atau profesional. Peneliti desain mengikuti pendekatan yang serupa dengan ‘*bricoleur*’ dengan label ‘*theory-guided bricolage*’.

Suryadi (2010) mengenalkan istilah repersonalisasi dan rekontekstualisasi dalam *didactical design research* (DDR). Repersonalisasi berarti melakukan matematisasi seperti yang dilakukan matematikawan, di mana dalam hal ini guru memetakan hubungan antar konsep dalam matematika. Sedangkan rekontekstualisasi berarti memaknai situasi di mana konteks tersebut muncul di kehidupan sehari-hari, di mana guru dapat menelaah sejarah perkembangan konsep tersebut serta ragam aplikasinya. Berbagai pengalaman yang diperoleh dari kedua proses tersebut menjadi bahan berharga untuk mendeteksi dan mengantisipasi kesulitan yang mungkin dialami siswa sebelum merumuskan desain *local instruction theory*.

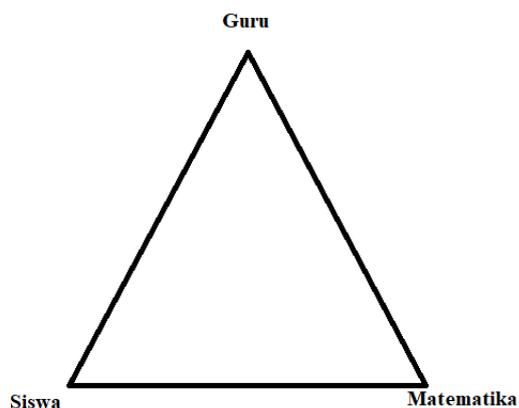
Sejumlah *local instruction theory* yang berfokus pada topik matematika tertentu telah dikembangkan dari waktu ke waktu. Sebagai contoh, *local instruction theory* untuk mengajarkan perkalian dan pembagian di sekolah dasar (Armanto, 2002), *local instruction theory* untuk pengembangan *number sense* (Nickerson & Whitacre, 2010), *local instruction theory* konsep grup dan isomorfisme (Larsen, 2013), *local instruction theory* konsep sudut (Bustang, Zulkardi, & Darmawijoyo, 2013), dan *local instruction theory* kombinatorika (Meika, Suryadi, & Darhim, 2019). Pada penelitian ini akan dikaji *local instruction theory* untuk mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa pada materi fungsi.

Rancangan bahan ajar yang dihasilkan guru sangat erat kaitannya dengan keberhasilan pembelajaran. Tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efektif jika rancangan yang dikembangkan sesuai dengan pendekatan pembelajaran yang tepat dan diarahkan pada penelitian tentang *learning obstacles* yang dihadapi siswa sehingga mampu mengatasi dan mengantisipasi munculnya *learning obstacles*. Desain bahan ajar yang memperhatikan aspek-aspek tersebut dikenal dengan desain didaktis.

Belajar matematika mendapat manfaat dari pengembangan desain didaktis. Fungsi ini memiliki dampak yang signifikan terhadap bagaimana pendekatan siswa terhadap pembelajaran di kelas (Suryadi, 2010). Penciptaan desain didaktis diharapkan mampu menjawab tantangan pembelajaran matematika, khususnya yang berhubungan dengan hambatan dan kesulitan belajar siswa. Penelitian Desain Didaktis atau DDR merupakan penelitian yang terdiri dari tiga tahap proses berpikir: (1) tahap berpikir sebelum belajar, (2) tahap berpikir selama pembelajaran, dan (3) tahap berpikir setelah belajar.

Sebelum pesatnya kemajuan teknologi, filsafat umum dalam pembelajaran matematika didasarkan pada gagasan “segitiga didaktis” antara siswa, guru, dan materi matematika. Menurut Tall (1986), berdasarkan gagasan segitiga didaktis tersebut, matematika merupakan bagian dari sistem pengetahuan yang dibagikan oleh mereka yang sudah terlebih dahulu memahaminya, dalam hal ini guru. Matematika ada di dalam pikiran guru. Representasi fisik biasanya hanya tertuang dalam buku teks. Matematika dalam kasus ini bersifat statis dalam bentuk

kata-kata atau gambar yang tetap. Representasi dinamis hanya dapat muncul melalui penjelasan verbal guru dan dapat juga melalui diagram yang digambarkan oleh guru.



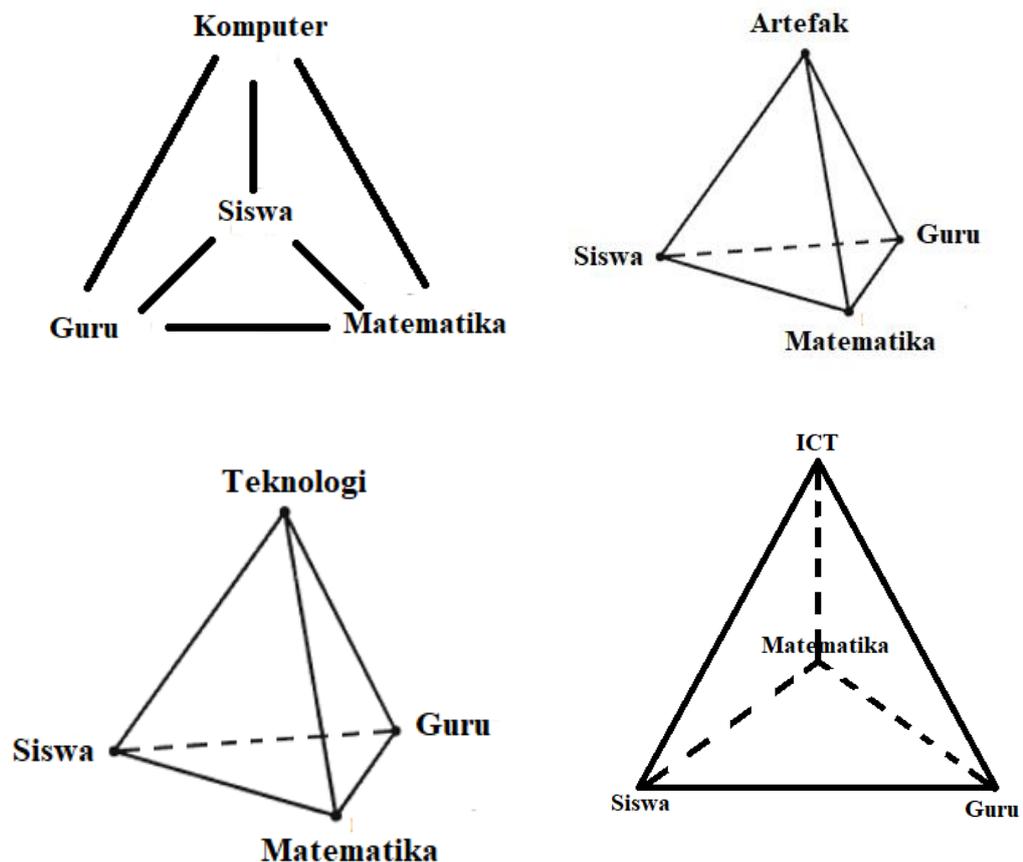
Gambar 1.1 Segitiga Didaktis

Pesatnya kemajuan teknologi dewasa ini berdampak pada pengembangan gagasan dari teori situasi didaktis. Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini tidak bisa lagi diabaikan dalam bidang pendidikan. Di era globalisasi, dunia pendidikan harus senantiasa menyesuaikan kemajuan teknologi dengan upaya peningkatan mutu pendidikan, khususnya dalam proses pembelajaran. Terlebih lagi, kita telah hidup di era Revolusi Industri 4.0 sejak 2011, yang ditandai dengan meningkatnya keterhubungan dan interaktivitas melalui teknologi informasi dan komunikasi. Dunia pendidikan juga harus bersiap menghadapi revolusi industri keempat dengan melakukan berbagai penyesuaian terhadap cara pendekatan pembelajaran yang diterapkan di sekolah. Sejalan dengan itu, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Nadiem Anwar Makarim, telah mengajukan lima usulan besar untuk perbaikan sistem pendidikan negara, salah satunya adalah pemanfaatan teknologi di dalam kelas.

Potensi penggunaan teknologi digital dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika kini telah diakui secara luas dalam lingkup pendidikan matematika. Siswa dapat menggunakan teknologi untuk secara cepat dan tepat menyampaikan dan menganalisis ide-ide matematika mereka, memperoleh dan

menganalisis data, dan menyelidiki hubungan antara representasi numerik, simbolik, dan bergambar (Goos & Bennison, 2008). Teknologi adalah salah satu dari enam prinsip matematika kelas, menurut National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), asosiasi guru matematika terbesar di dunia. Pemanfaatan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran matematika dipandang sangat signifikan (NCTM, 2000).

Pengakuan akan pentingnya penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika berdampak pula pada pergeseran filsafat pendidikan matematika saat ini. Kemajuan teknologi membawa sebuah dimensi baru ke dalam situasi pembelajaran. Selain siswa, guru, dan matematika yang merupakan komponen dasar yang menyusun segitiga didaktis, dewasa ini dikenal pula komputer (Tall, 1986), artefak (Rezat, 2012), teknologi (Hollebrands, 2017), atau perangkat ICT (Todorova, 2018) yang menjadi komponen keempat yang membentuk tetrahedron didaktis dalam konteks pendidikan yang sesuai.



### Gambar 1.2. Model Tetrahedron dari Situasi Didaktis

Gagasan mengenai tetrahedron didaktis dalam pembelajaran matematika mengasumsikan bahwa teknologi dapat menyediakan perangkat yang sesuai untuk merepresentasikan matematika. Perangkat tersebut perlu dirancang sedemikian rupa yang membuat matematika seeksplisit mungkin, tidak hanya menampilkan hasil akhir perhitungan namun juga menunjukkan proses matematikanya.

Pengintegrasian teknologi membawa sebuah komponen baru ke dalam sistem pembelajaran dan menciptakan hubungan baru antara komponen-komponen pada segitiga didaktis. Masing-masing permukaan segitiga dari model tetrahedron terdiri dari perspektif khusus tentang peran teknologi di dalam pendidikan matematika. Segitiga didaktis (siswa-guru-matematika) adalah dasar dari model tersebut. Segitiga siswa-teknologi-matematika menggambarkan aktivitas pembelajaran matematika yang dimediasi oleh teknologi. Segitiga ini merepresentasikan fenomena yang berhubungan dengan pembelajaran matematika dengan teknologi, di mana konseptualisasi siswa tentang konsep-konsep matematika yang diberikan dimediasi oleh teknologi. Sisi teknologi-matematika pada segitiga tersebut menyoroti hubungan antara teknologi dengan matematika misalnya fenomena yang berkaitan dengan pendekatan baru untuk menjelaskan suatu konsep matematik dengan bantuan teknologi yang ada. Peran guru dalam kaitannya dengan segitiga siswa-teknologi-matematika tersebut adalah peran tak langsung. Segitiga guru-teknologi-matematika menggambarkan aktivitas guru yang dimediasi oleh instrumen dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran matematika. Keseluruhan tetrahedron merupakan model komprehensif dari situasi didaktis dalam arti menggabungkan beberapa perspektif yang berbeda ini dan juga mencakup interaksi antar perspektif tersebut. Keempat komponen tersebut saling terkait dan terjalin satu sama lain.

Guru merupakan komponen penting dalam situasi didaktis apapun. Peran guru dalam pembelajaran tidak dapat dihilangkan. Setidaknya ada dua peran guru dalam aktivitas instrumental yang melibatkan segitiga siswa-teknologi-matematika. Pertama, gurulah yang seharusnya memilih dan memutuskan alat bantu apa yang akan digunakan dan kapan harus digunakan dalam pembelajaran.

Kedua, guru dapat menjadi perantara dalam penggunaan alat bantu oleh siswa saat pembelajaran berlangsung. Guru dituntut untuk mampu mengidentifikasi dan menyusun situasi belajar-mengajar melalui model tertentu yang menghadirkan elemen-elemen penting yang mempengaruhi pembelajaran di kelas. Elemen-elemen penting tersebut tidak lain adalah matematika, siswa, teknologi yang digunakan, dan guru itu sendiri (Rezat, 2012).

Gagasan mengenai tetrahedron didaktis dalam pembelajaran matematika mengasumsikan bahwa teknologi dapat menyediakan perangkat yang sesuai untuk merepresentasikan matematika. Perangkat tersebut perlu dirancang sedemikian rupa yang membuat matematika seeksplisit mungkin, tidak hanya menampilkan hasil akhir perhitungan namun juga menunjukkan proses matematikanya.

Banyak teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran matematika. Pengintegrasian teknologi, khususnya Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pembelajaran matematika akan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang diharapkan. Teknologi Informasi dan Komunikasi mencakup semua teknologi yang dapat digunakan untuk menyimpan, mengolah, menampilkan, dan menyampaikan informasi dalam proses komunikasi. Salah satu teknologi yang tergolong TIK yang kerap dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika adalah teknologi komputer.

Menurut Tall (1986), komputer memiliki kemampuan yang melengkapi pikiran manusia. Pikiran manusia rentan terhadap kesalahan, namun mampu membuat lompatan wawasan. Sedangkan komputer cenderung konsisten (asalkan diprogram dengan benar) dan dapat diprediksi. Konsistensi dan prediktabilitas inilah yang membuat komputer dapat menjadi sebuah *environment* untuk membangun dan menguji konsep-konsep matematika. Komputer dapat menyediakan fasilitas untuk membangun konsep matematika dengan mempertimbangkan sejumlah contoh (dan bukan contoh) dari suatu proses dalam tindakan untuk mengamati keteraturan dan abstrak generalisasi yang mendasarinya. Secara komplementer, seseorang dapat menguji konsep dengan menduga apa yang terjadi pada situasi yang belum dicoba sebelum mengeksekusinya untuk memeriksa dugaan. Program komputer tidak hanya dapat menunjukkan contoh konsep, tetapi

juga dapat menunjukkan contoh proses matematika. Dengan demikian, program komputer dapat menyediakan lingkungan yang memungkinkan guru untuk menunjukkan konsep dan proses matematika serta memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep dan proses matematika tersebut.

Menurut Kusumah (2003), program komputer sangat efektif untuk dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika yang menuntut ketelitian tinggi, mengenalkan konsep-konsep matematik yang repetitif, dapat juga membantu penyelesaian grafik secara tepat dan akurat. Sehingga inovasi pembelajaran matematika berbantuan komputer dapat diintegrasikan dalam pembelajaran matematika baik yang menyangkut transformasi geometri, aljabar, kalkulus, fungsi, ataupun satatistika.

Ada banyak aplikasi perangkat lunak yang diciptakan untuk membangun konstruksi geometri serta memecahkan masalah analitik dan aljabar. Salah satu aplikasi terbaik yang didesain untuk mengkonstruksi dan mengilustrasikan masalah matematik adalah Geogebra (Majerek, 2014). Geogebra merupakan perangkat lunak dinamis dan interaktif yang mengintegrasikan geometri, aljabar, statistika, dan kalkulus yang memungkinkan untuk mendukung pembelajaran matematika dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi (Hohenwarter, 2008).

Geogebra bersifat interaktif dan dinamis. Hal ini berarti Geogebra memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat lunak tersebut. Geogebra dapat memvisualisasikan beberapa representasi dan pada saat yang sama representasi ini dapat disesuaikan secara dinamis. Misalnya, pengguna dapat memasukkan rumus atau ekspresi aljabar ke dalam input Geogebra, kemudian Geogebra akan menampilkan representasi aljabar atau grafik yang sesuai. Pengguna juga dapat mengubah salah satu dari representasi dan Geogebra akan menyesuaikan representasi lainnya. Jadi Geogebra akan memvisualisasikan efek dari setiap interaksi atau penyesuaian yang dilakukan oleh pengguna (Olsson, 2017).

Salah satu hambatan yang cukup serius dalam pembelajaran fungsi menurut Eisenberg (2002) adalah keengganan untuk menekankan aspek visual pada konsep. Siswa cenderung berpikir konsep fungsi hanya dalam mode representasi simbolis.

Fungsi dan gagasan yang terkait tidak dipahami secara visual. Pendekatan non-visual dalam pembelajaran terkait fungsi ini menghambat perkembangan seseorang untuk memahami fungsi. Pemanfaatan Geogebra dalam pembelajaran fungsi dapat menjadi alternatif solusi dalam mengatasi hambatan tersebut. Geogebra merupakan aplikasi yang cukup efektif dan efisien untuk membantu memvisualisasikan objek-objek matematika khususnya pada materi fungsi. Geogebra dapat memberikan pengalaman visual yang lebih jelas kepada siswa dalam memahami konsep-konsep matematika pada materi fungsi.

Berpikir aljabar, dalam arti luas, mengacu pada seperangkat pemahaman yang diperlukan untuk menafsirkan data atau kejadian ke dalam bahasa matematika untuk menggambarkan dan mengantisipasi suatu fenomena (Lawrence & Hannesy, 2002). Siswa harus bekerja dengan skenario masalah yang terjadi dalam berbagai konteks yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka atau masuk akal bagi mereka untuk membangun pemahaman yang benar. Selain itu, penggunaan media yang tepat juga dapat mendukung keberhasilan pembelajaran dengan RME (Pertiwi, 2019; Nurlisna, dkk., 2019; Nuswantari, dkk., 2020). Salah satu strategi dalam mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa dalam pembelajaran matematika adalah melalui penggunaan teknologi (Liadiani, dkk., 2020).

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan suatu setting aktivitas belajar pada pembelajaran fungsi yang dikembangkan dengan memperhatikan hubungan yang komprehensif antara guru, siswa, materi pembelajaran, dan teknologi serta dengan memperhatikan pendekatan pembelajaran yang tepat untuk mengatasi dan mengantisipasi munculnya kesulitan belajar sehingga diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Desain Tetrahedron Didaktis Pembelajaran Fungsi dengan Pendekatan Realistik untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Aljabar”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Fokus permasalahan yang dikaji pada penelitian ini adalah: “Bagaimana desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik yang

dapat mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa?” Selanjutnya permasalahan tersebut diuraikan menjadi beberapa rumusan masalah sebagai berikut agar lebih mudah untuk dianalisis.

1. Bagaimana karakteristik kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal kemampuan berpikir aljabar yang dapat diidentifikasi pada materi fungsi?
2. Bagaimana desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik untuk mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa?
3. Bagaimana implementasi desain tetrahedron didaktis dalam pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik?
4. Bagaimana kemampuan berpikir aljabar siswa setelah pembelajaran menggunakan desain tetrahedron didaktis dengan pendekatan realistik?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui lintasan belajar siswa dan efektivitas penggunaan desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik dalam mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa. Tujuan tersebut diuraikan menjadi beberapa tujuan berikut.

1. Mengidentifikasi karakteristik kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal kemampuan berpikir aljabar pada materi fungsi.
2. Menghasilkan desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik untuk mengembangkan kemampuan berpikir aljabar.
3. Mendeskripsikan hasil implementasi desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik.
4. Menganalisis kemampuan berpikir aljabar siswa setelah mendapatkan pembelajaran menggunakan desain tetrahedron didaktis dengan pendekatan realistik.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu desain tetrahedron didaktis dengan pendekatan realistik. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pembelajaran menggunakan desain tetrahedron didaktis dengan pendekatan realistik akan memberikan suatu pengalaman pembelajaran matematika kepada siswa yang berkaitan dengan dunia nyata serta memfasilitasi siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan sendiri.
2. Desain tetrahedron didaktis dapat membantu guru untuk mengantisipasi berbagai kendala, hambatan, dan kesulitan dalam mempelajari materi fungsi sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.
3. Penyusunan dan pengembangan desain tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik ini dapat dijadikan sebagai sarana bagi peneliti untuk mengembangkan kemampuan dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran matematika.
4. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan rujukan untuk mengembangkan desain tetrahedron didaktis pada materi yang berbeda di berbagai jenjang pendidikan.

### **1.5. Definisi Operasional**

#### **1. Desain Tetrahedron Didaktis**

Desain tetrahedron didaktis merupakan sebuah setting aktivitas belajar yang dikembangkan dengan memperhatikan hubungan yang komprehensif antara guru, siswa, materi pembelajaran, dan teknologi. Desain tetrahedron didaktis yang dikembangkan berfokus pada aktivitas guru yang dimediasi oleh teknologi dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran matematika sesuai dengan materi matematika yang akan diajarkan. Desain dikembangkan untuk mengatasi dan mengantisipasi munculnya kesulitan belajar serta diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa. Desain tetrahedron didaktis yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi *hypothetical learning trajectory*, *local instruction theory*, serta uraian bahan ajar tetrahedron didaktis pembelajaran fungsi dengan pendekatan realistik.

## 2. *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

*Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) merujuk pada prediksi guru tentang bagaimana pemikiran dan pemahaman siswa akan tumbuh dalam pengaturan kegiatan pembelajaran. Lintasan belajar yang sebenarnya tidak dapat diketahui sebelumnya, oleh karena itu digunakan istilah *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) atau hipotesis lintasan belajar. Ini mencirikan kecenderungan yang diharapkan terjadi. HLT terdiri atas tiga komponen: a. tujuan pembelajaran, b. kegiatan pembelajaran, c. hipotesis proses pembelajaran (sebuah prediksi tentang bagaimana pemikiran siswa dan pemahaman siswa akan berkembang dalam konteks pembelajaran).

## 3. *Local Instruction Theory* (LIT)

*Local Instruction Theory* (LIT) adalah sebuah teori mengenai proses pembelajaran mengenai topik tertentu beserta sarana untuk mendukung pembelajaran tersebut. LIT menawarkan suatu teori yang dikembangkan secara empiris tentang bagaimana peneliti berpikir bahwa serangkaian aktivitas pembelajaran tertentu dapat bekerja dengan baik. Guru dapat memilih, mengadopsi, dan mengadaptasi teori yang dikembangkan oleh peneliti untuk mendesain dan menafsirkan HLT sendiri dengan menggunakan LIT sebagai kerangka acuan.

## 4. Pendekatan Realistik

Pendekatan realistik merupakan sebuah pendekatan dalam pembelajaran matematika yang memiliki beberapa karakteristik dan prinsip. Karakteristik yang dimaksud adalah sebagai berikut: menggunakan konteks, menggunakan model dalam proses matematisasi, menggunakan kontribusi siswa, interaktif, serta menggunakan berbagai teori belajar yang relevan, saling terkait, dan terintegrasi dengan topik pembelajaran lainnya. Adapun prinsip-prinsip pendekatan realistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Prinsip aktivitas. Siswa dituntut aktif dalam proses pembelajaran. Cara terbaik dalam mempelajari matematika adalah dengan “*doing mathematics*”.

- b. Prinsip realitas. Hal ini dapat dipandang dari dua sisi. Pertama, mengungkap pentingnya hal yang melekat pada tujuan pembelajaran matematika, meliputi kemampuan siswa untuk menerapkan matematika dalam memecahkan masalah pada kehidupan nyata. Kedua, Pembelajaran matematika harus dimulai dari situasi masalah nyata yang bermakna bagi siswa.
- c. Prinsip level. Dalam belajar matematika, siswa melewati berbagai tingkat pemahaman. Mulai dari solusi formal yang berhubungan dengan konteks hingga memperoleh wawasan tentang bagaimana konsep dan strategi saling terkait.
- d. Prinsip keterkaitan. Domain konten matematika, seperti bilangan, aljabar, geometri, pengukuran, dan pengolahan data dipandang sebagai bagian kurikulum yang saling terintegrasi.
- e. Prinsip interaktivitas. Belajar matematika bukan hanya sebuah aktivitas individual, melainkan juga merupakan aktivitas sosial. Oleh karena itu, RME mengutamakan diskusi kelas dan kerja kelompok yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk saling berbagi strategi dan penemuan mereka.
- f. Prinsip bimbingan. Guru harus berperan secara proaktif dalam proses pembelajaran siswa. Program pembelajaran harus berisi skenario yang berpotensi sebagai pengungkit untuk mencapai perubahan dalam pemahaman siswa.

## 5. Kemampuan Berpikir Aljabar

Kemampuan berpikir aljabar merupakan suatu kemampuan berpikir yang meliputi generalisasi, representasi, abstraksi, pemodelan, yang digunakan secara bersamaan ataupun bergantian dalam memecahkan berbagai permasalahan.

Penelitian ini mengadopsi aktivitas berpikir aljabar yang dikemukakan oleh Kieran (2004) sebagai dasar pendeskripsian kemampuan berpikir aljabar siswa. Hal ini dikarenakan pendapat tersebut telah mencakup pendapat ahli yang lainnya tentang kemampuan berpikir aljabar. Indikator untuk masing-masing aktivitas dalam kemampuan berpikir aljabar disajikan pada tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Indikator Kemampuan Berpikir Aljabar

Aktivitas	Indikator
Generasional	1. Siswa mampu menganalisis situasi menggunakan pola hubungan.
Transformasional	1. Siswa mampu membuat dan menggunakan simbol, kata-kata, kalimat, notasi visual atau notasi spasial dalam menyelesaikan masalah matematis. 2. Siswa mampu menerjemahkan representasi yang berbeda-beda.
<i>Global Meta-Level</i>	1. Siswa mampu memodelkan dan menyelesaikan masalah 2. Siswa mampu mengeksplorasi penyelesaian masalah yang berkaitan dengan topik atau bidang ilmu lain.