

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

Bab ini memuat kajian tentang teori-teori yang mendukung penelitian, yaitu teori situasi didaktis, teori transposisi didaktis, *didactical design research*, masalah matematis, teori epistemologi, dan teori belajar yang mendukung. Selain itu, pada bab ini juga diuraikan penelitian-penelitian yang relevan dan posisi penelitian ini terhadap penelitian relevan.

#### 2.1. Teori Situasi Didaktik

Pada tahun 1986, Brousseau memperkenalkan teori situasi didaktik. Teori ini terinspirasi oleh teori permainan matematika, untuk menyelidiki secara ilmiah masalah yang berkaitan dengan pengajaran matematika dan cara meningkatkan kualitas pengajaran tersebut (Radford, 2008). Teori ini memandang bahwa siswa akan belajar ketika mereka terlibat dalam lingkungan belajar yang disebut *milieu*, dan salah satu tugas utama guru adalah membangun lingkungan tersebut sehingga adaptasi yang terjadi mengarah pada kebutuhan pengetahuan (Balagtas et.al., 2017). Dalam teori situasi didaktis, siswa perlu ditempatkan dalam suatu situasi yang tepat untuk mempelajari pengetahuan matematika. Menurut Brousseau (2002) situasi adalah sistem yang dimasuki oleh seorang guru, seorang siswa, lingkungan, aturan dan regulasi yang dibutuhkan untuk penemuan beberapa pengetahuan matematika. Situasi tersebut harus direncanakan dan dikelola dengan baik untuk mendukung proses rekonstruksi pengetahuan yang harus dilakukan siswa. Lebih lanjut, Brousseau (2002) juga mengungkapkan bahwa situasi dalam teori situasi didaktis dikelola oleh guru sehingga menjadi alat dalam proses pengajaran, dan dalam perkembangannya, guru dan bahkan sistem pengajaran secara keseluruhan juga termasuk sebagai situasi.

Terdapat beberapa prinsip yang harus diperhatikan dalam penerapan teori situasi didaktis. Menurut Radford (2008), ada empat prinsip, yaitu: (i) pengetahuan merupakan solusi optimal dari suatu situasi atau masalah, (ii) belajar merupakan suatu bentuk adaptasi kognitif, (iii) untuk setiap pengetahuan matematika ada rumpun situasi yang memberikan makna, (iv) kemandirian siswa adalah syarat dalam pembelajaran matematika yang baik. Prinsip pertama bermakna bahwa rekonstruksi pengetahuan matematika yang dilakukan siswa

harus diawali dengan adanya situasi atau masalah yang dihadapi oleh siswa terlebih dahulu. Prinsip kedua bermakna bahwa dalam proses belajar yang dilakukan seseorang harus terjadi proses penyesuaian antara pengetahuan yang dimilikinya dengan pengetahuan yang sedang dipelajari. Dengan kata lain, harus ada hubungan antara pengetahuan yang dimiliki sebelumnya dengan pengetahuan yang baru. Prinsip ketiga bermakna bahwa dalam menyajikan pengetahuan matematika dapat digunakan konteks tertentu sehingga pengetahuan matematika dapat bermakna. Prinsip keempat bermakna bahwa pembelajaran matematika yang dilakukan harus memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara mandiri.

Sejalan dengan prinsip tersebut, Artigue, Haspekian, & Corblin-Lenfant (2014) menjelaskan tiga karakteristik teori situasi didaktis yang membedakannya dengan teori yang lain. Karakteristik pertama, teori situasi didaktis memberikan perhatian terhadap matematika dan epistemologisnya. Dalam teori ini, perhatian diekspresikan dengan merujuk epistemologi Bachelard dan konversi didaktis dalam gagasan tentang hambatan epistemologis dan situasi fundamental. Berdasarkan studi Bachelard dalam bidang fisika, Brousseau mendefinisikan hambatan epistemologis sebagai bentuk pengetahuan yang telah relevan dan berhasil dalam konteks tertentu, termasuk konteks yang sering digunakan pada sekolah, tetapi salah atau tidak memadai pada beberapa konteks yang lain, dan jejaknya dapat ditemukan dalam perkembangan historis pengetahuan tersebut. Situasi fundamental dari konsep yang diberikan adalah situasi matematis atau yang lebih luas yaitu a *family of mathematical situation*, yang konsepnya merupakan apriori dari solusi optimal untuk pengetahuan. Analisis epistemologis menghubungkan pengetahuan matematika dan situasi, yang selanjutnya disebut *teori of mathematical situation*, yang merupakan model dan analisis pertama dalam teori situasi didaktis, dan dilanjutkan dengan situasi didaktis.

Karakteristik kedua, terkait karakteristik epistemologis yaitu pengetahuan matematika adalah sesuatu yang memungkinkan kita untuk bertindak pada lingkungan kita, tetapi kekuatan pragmatis matematika sangat tergantung pada bahasa yang dibuat dan bentuk validasinya. Karakteristik ini tercermin dalam teori

situasi didaktis melalui perbedaan antara tiga jenis situasi tertentu: situasi aksi, situasi formulasi, dan situasi validasi.

Karakteristik ketiga dari teori situasi didaktis mengacu pada dimensi kognitif siswa, terutama dalam konsep proses adaptasi dan akulturasi. Brousseau merujuk gagasan Piaget tentang adaptasi pengetahuan, bahwa siswa belajar dengan menyesuaikan diri dengan lingkungan yang menghasilkan kontradiksi, kesulitan, dan *disequilibrium*. Proses adaptasi yang dilakukan siswa mengakibatkan terjadinya perkembangan kognitif dan pada akhirnya siswa memperoleh pengetahuan baru. Tetapi adaptasi tidak cukup, sehingga diperlukan akulturasi untuk mengaitkan konstruksi siswa dengan bentuk-bentuk pengetahuan yang diberikan secara sosial, tertanam secara budaya, dan dilegitimasi secara kelembagaan. Pada proses akulturasi inilah diperlukan intervensi didaktik guru.

Konsep utama teori situasi didaktik adalah situasi didaktis. Situasi didaktis diartikan sebagai sistem tempat terjadinya interaksi antara siswa atau kelompok siswa, guru dan pengetahuan matematika. Situasi didaktis melibatkan dua hal utama, yaitu situasi adidaktik dan kontrak didaktik (Manno, 2006). Situasi adidaktik menyangkut tindakan siswa ketika terlibat dalam aktivitas yang melibatkan interaksi dengan *milieu*, yaitu sistem tempat siswa berinteraksi dengan suatu situasi didaktis (Brousseau, 2002), yang dapat berupa sekumpulan objek materi, simbol-simbol, pengetahuan yang sudah ada, media seperti kalkulator dan komputer (Artigue et al., 2014; González-Martín, Bloch, Durand-Guerrier, & Maschietto, 2014). Ciri situasi adidaktik adalah adanya otonomi bagi siswa dalam berinteraksi dengan milieu, karena siswa dibebaskan dari intervensi secara langsung oleh guru (Radford, 2008). Oleh karena itu, Radford (2008) mengungkapkan bahwa akuisisi pengetahuan sejati hanya terjadi dalam situasi adidaktik. Adanya situasi adidaktik ini berkaitan dengan salah satu prinsip penerapan situasi didaktis yang dikemukakan Radford (2008), yaitu harus adanya kemandirian siswa dalam proses pembelajaran.

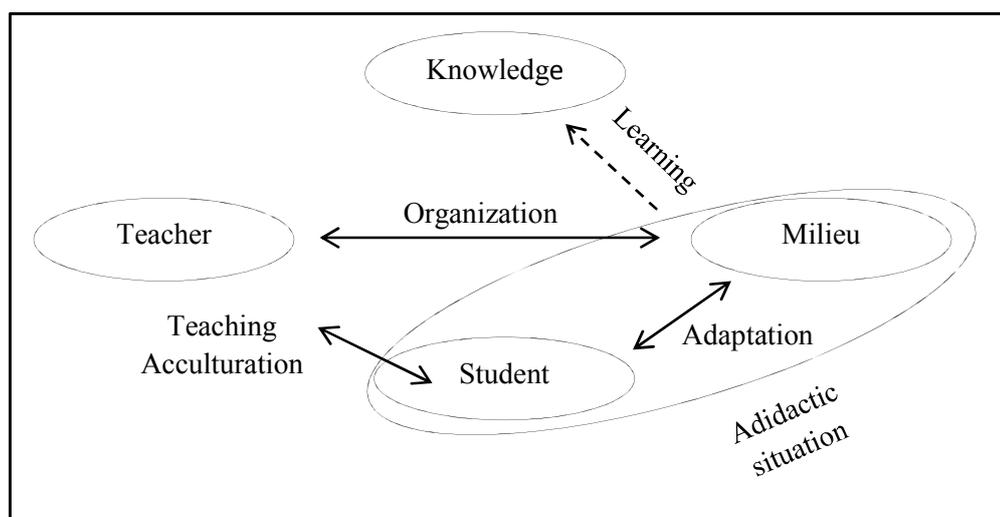
Ketika siswa berada dalam situasi adidaktik untuk menyelesaikan suatu situasi atau masalah yang diberikan, respon yang diberikan siswa dapat beragam. Beberapa respon yang biasanya terjadi adalah ada siswa yang dapat menyelesaikan masalah tersebut, namun ada juga siswa yang menghindari atau

tidak dapat menyelesaikannya. Kondisi ini tentu tidak boleh terjadi terus menerus. Oleh karena itu, jika kondisi ini terjadi, maka guru harus kembali hadir dalam proses pembelajaran untuk membantu siswa. Dengan kata lain, intervensi yang dilakukan guru harus diberikan pada saat siswa benar-benar membutuhkan bantuan. Agar intervensi yang dilakukan guru tepat maka diperlukan suatu aturan-aturan terkait peran guru dan siswa dalam proses pembelajaran yang disebut dengan kontrak didaktik. Kontrak didaktik memuat hubungan timbal balik tanggung jawab siswa dan guru selama proses pengajaran. Tanggung jawab siswa dan guru tersebut harus sesuai dengan tugas siswa dan guru dalam pembelajaran.

Menurut Brousseau, dalam pembelajaran siswa harus terlibat pada masalah untuk dapat melakukan aktivitas ilmiah yang tepat, yaitu aktivitas produksi, formulasi, pembuktian, dan membangun model, bahasa, konsep, dan teori. Siswa juga melakukan rekontekstualisasi dan redepersonalisasi pengetahuan mereka sedemikian rupa untuk mengidentifikasi pengetahuan yang mereka hasilkan dengan pengetahuan yang saat ini digunakan dalam komunitas ilmiah dan budaya (Brousseau, 2002). Agar siswa dapat melakukan peran tersebut, maka peran guru bukan untuk menunjukkan kepada siswa bagaimana menyelesaikan masalah, tetapi untuk membiarkan siswa menangani masalah (Radford, 2008), karena hanya dengan melakukan investigasi dan menyelesaikan masalah tertentu siswa belajar matematika. Untuk dapat memberikan bantuan yang tepat kepada siswa dalam menangani masalah dalam rangka melakukan proses rekontekstualisasi dan redepersonalisasi, guru tentu harus mempunyai pengalaman rekontekstualisasi dan redepersonalisasi pengetahuan yang diajarkan. Hal ini dinyatakan oleh Brousseau (2002) bahwa guru harus melakukan rekontekstualisasi dan redepersonalisasi pengetahuan, dan mencari situasi serta lingkungan yang cocok agar siswa dapat memodifikasi, menemukan atau menciptakan pengetahuan (Semeradova, 2015).

Seperti telah disebutkan sebelumnya, situasi didaktis terdiri dari situasi adidaktik dan kontrak didaktik. Artinya, situasi didaktis merupakan situasi yang lebih luas daripada situasi adidaktis. Jika siswa dibiarkan hanya terlibat dalam situasi adidaktis, maka kemungkinan siswa tidak memperoleh pengetahuan matematika. Artinya, situasi adidaktis saja tidak memadai untuk pembelajaran

matematika (Artigue et al., 2014). Oleh karena itu, situasi didaktis diperlukan pada pembelajaran matematika. Dalam situasi didaktis diperkenalkan proses devolusi dan institusionalisasi. Dengan adanya proses devolusi, guru membuat siswa menerima tanggung jawab matematis untuk menyelesaikan masalah, dan mempertahankannya, sehingga menciptakan kondisi belajar melalui adaptasi. Sementara itu, dengan adanya proses institusionalisasi, guru membantu siswa untuk menghubungkan pengetahuan kontekstual yang telah mereka bangun dalam situasi adidaktis dengan pengetahuan budaya dan tujuan lembaga (Artigue et al., 2014). Dalam situasi didaktis guru dapat menyampaikan ataupun tidak menyampaikan informasi, pertanyaan, dan metode pengajaran kepada siswa saat siswa berinteraksi dengan situasi yang disajikan (Brousseau, 2002). Dengan adanya situasi didaktis guru dapat memastikan keberhasilan aktivitas siswa dalam situasi adidaktik serta membangun interaksi yang baik antara siswa dengan lingkungan belajarnya. Situasi didaktis dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. 1. Situasi Didaktis (Radford, 2008)

Terdapat empat fase situasi dalam teori situasi didaktis, yaitu: situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan situasi institusionalisasi (Brousseau, 2002; Manno, 2006). Aktivitas yang terjadi dalam keempat situasi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

Situasi aksi merupakan situasi di mana siswa diberikan masalah dan menghasilkan hipotesis baru. Siswa berinteraksi dengan siswa lain, guru, dan konteks masalah untuk membuat beberapa strategi awal penyelesaian masalah.

Pada tahap ini siswa membangun model implisit, yaitu seperangkat aturan dan hubungan yang berguna untuk mengambil keputusan baru tanpa harus mengungkapkannya secara eksplisit (Manno, 2006).

Situasi formulasi merupakan situasi di mana siswa mempertahankan model implisit yang dibangun terhadap siswa lain (Kislenko, 2005). Siswa diberi kesempatan untuk membuat model implisitnya, mengekspresikan strategi yang mereka buat melalui kata-kata, mendiskusikan dan mengembangkannya sehingga membuat siswa lain menerimanya. Siswa harus menggunakan bahasa yang dipahami oleh siswa lain. Pertukaran komunikasi antara siswa mengarahkan siswa pada pembuatan strategi yang berkelanjutan (Manno, 2006). Pada situasi formulasi, siswa mendiskusikan hipotesis dan strategi mereka masing-masing. Hipotesis ataupun strategi yang dibuat siswa pada situasi sebelumnya dapat diterima atau ditolak oleh siswa lain. Hipotesis yang disepakati bersama oleh siswa menjadi teorema. Siswa bisa saja mendapatkan teorema yang salah, situasi formulasi mengarahkan mereka untuk meninjau proses yang mereka lakukan untuk memastikan bahwa mereka menggunakan strategi yang tepat. Dengan demikian, kesalahan adalah titik awal dalam proses membangun pengetahuan.

Situasi validasi merupakan situasi di mana guru berperan sebagai ahli teori yang mengevaluasi teorema yang dihasilkan siswa pada situasi aksi dan formulasi (Sierpinska, 2003). Guru dapat membangun diskusi ilmiah dengan cara memberikan masalah-masalah yang menunjukkan adanya inkonsistensi dari teorema yang dihasilkan siswa. Hal ini dapat memfasilitasi siswa untuk lebih konsisten dan tepat dalam menggunakan suatu konsep (Sierpinska, 2003). Setelah melalui proses diskusi ilmiah tersebut diperoleh teorema yang disepakati oleh siswa dan guru, yang merupakan pengetahuan dari proses pembelajaran tersebut.

Situasi institusionalisasi merupakan situasi yang terakhir. Pada situasi ini siswa dapat mengubah pengetahuan yang mereka peroleh pada tahap sebelumnya menjadi pengetahuan formal berdasarkan pembenaran dan persetujuan dari guru. Situasi institusionalisasi diperlukan agar pengetahuan baru yang diperoleh dapat digunakan untuk memecahkan masalah atau dapat dijelaskan kepada orang lain pada waktu yang akan datang (Manno, 2006).

Empat fase ini tentu berkaitan dengan situasi adidaktis dan kontrak didaktik yang dikemukakan sebelumnya. Situasi adidaktis dapat dimaknai sebagai fase situasi aksi dan formulasi, karena dalam dua fase ini, guru tidak melakukan intervensi apapun kepada siswa, sehingga siswa dapat melakukan proses berpikir secara mandiri dalam berinteraksi dengan *milieu*. Sementara itu, pada fase situasi validasi dan institusionalisasi terjadi kontrak didaktik antara guru dan siswa, karena ada intervensi dari guru dalam melakukan diskusi ilmiah dan memberi persetujuan terhadap pengetahuan formal yang dibentuk oleh siswa.

Teori situasi didaktis digunakan sebagai dasar dalam merencanakan situasi belajar untuk mahasiswa calon guru. Situasi belajar yang dirancang harus memfasilitasi mahasiswa untuk mengalami empat fase situasi didaktis. Mahasiswa harus mempunyai kesempatan untuk berpikir secara mandiri, menuliskan dan menyampaikan hasil pemikirannya kepada mahasiswa lainnya, berdiskusi dan dikritik pemikirannya untuk memperoleh pengetahuan ilmiah tentang pecahan, dan memformulasikan pengetahuan ilmiah yang diperoleh secara formal salah satunya dalam bentuk masalah matematis.

Berkaitan dengan empat fase situasi tersebut, tampak bahwa pembelajaran matematika yang terjadi di sekolah melibatkan tiga unsur utama yaitu guru, siswa, dan materi. Kansanen menggambarkan hubungan guru, siswa, dan materi tersebut dalam suatu segitiga didaktis (Kansanen, 2003) yang memuat hubungan didaktis yaitu hubungan antara siswa dan materi, dan hubungan pedagogis yaitu hubungan antara guru dan siswa. Lebih lanjut Kansanen (2003) mengemukakan bahwa proses pembelajaran terjadi saat ada interaksi antara guru dan siswa, namun dasar dari proses pembelajaran adalah bagaimana siswa memahami materi yang dipelajari. Artinya, hubungan pedagogis dan didaktis saling berkaitan, di mana hubungan pedagogis dapat dimaknai sebagai interaksi guru dan siswa agar terjadi hubungan didaktis yang baik antara siswa dan materi dalam bentuk siswa dapat memahami materi yang dipelajarinya.

Proses belajar siswa tentu berkaitan dengan ada atau tidaknya hambatan belajar yang dialami. Dalam proses pembelajaran beberapa siswa mungkin mengalami hambatan belajar. Hambatan belajar yang terjadi tentu dapat menghambat siswa dalam memperoleh pengetahuan dari proses belajarnya. Oleh

karena itu, identifikasi hambatan belajar perlu dilakukan untuk menentukan upaya mengatasinya. Menurut Brousseau (2002) hambatan belajar yang dialami siswa dapat digolongkan menjadi tiga jenis berikut.

1. *Ontogenical obstacle* (hambatan ontogenik).

Hambatan ontogenik adalah hambatan yang disebabkan oleh keterbatasan perkembangan siswa (misalnya terkait neurofisiologis). Menurut Brousseau (2002) siswa dapat mengembangkan pengetahuan yang sesuai dengan kemampuan dan tujuannya pada usia tertentu. Dengan kata lain, hambatan belajar dapat terjadi jika perkembangan siswa tidak sesuai dengan pengetahuan yang dikembangkan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Suryadi pada tahun 2015 ditemukan tiga jenis hambatan belajar ontogenik, yaitu yang bersifat psikologis, instrumental, dan konseptual (Suryadi, 2019a). Hambatan ontogenik psikologis merupakan ketidaksiapan siswa dalam belajar disebabkan oleh aspek psikologis, misalnya kurangnya motivasi atau minat siswa terhadap materi yang dipelajari. Hambatan ontogenik instrumental adalah ketidaksiapan siswa untuk mengikuti seluruh ketidakpahamannya terhadap situasi yang terjadi dalam pembelajaran diakibatkan oleh hal teknis yang bersifat kunci dari proses pembelajaran, misalnya dalam mempelajari tentang penjumlahan pecahan dengan penyebut berbeda, siswa belum memahami tentang kelipatan persekutuan. Hambatan ontogenik konseptual adalah jenis kesulitan yang berkaitan dengan tingkat konseptual yang termuat di dalam desain kurang sesuai dengan kondisi siswa ditinjau dari pengalaman belajarnya. Kondisi ini dapat mengakibatkan siswa frustrasi karena tuntunan berpikir yang terlalu tinggi.

2. *Didactical obstacle* (hambatan didaktis)

Hambatan yang berasal dari didaktis adalah hambatan yang muncul sebagai akibat dari suatu pilihan dari sistem pendidikan (Brousseau, 2002). Hal ini terkait dengan urutan, tahapan, serta penyajian kurikulum yang dilaksanakan di kelas (Suryadi, 2019a). Urutan materi secara struktural yang berkenaan dengan keterkaitan antar konsep, dan urutan materi secara fungsional yang berkaitan dengan kesinambungan berpikir, serta penyajian materi yang kurang rinci atau terlalu rinci memberikan pengaruh terhadap proses belajar siswa. Secara teoritis, ada tahapan-tahapan yang seharusnya dilalui siswa dalam proses belajarnya,

misalnya teori situasi didaktis yang dikemukakan Brousseau (2002) terdiri dari empat fase situasi yaitu aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi (Suryadi, 2019a). Oleh karena itu, hambatan didaktis tidak dapat hanya ditinjau dari hasil belajar siswa, tetapi juga harus memperhatikan proses belajar siswa.

### 3. *Epistemological obstacle* (hambatan epistemologis)

Hambatan yang berasal dari epistemologis adalah hambatan belajar yang diakibatkan dari keterbatasan konteks yang dipahami siswa. Dalam pembelajaran, siswa mungkin memahami suatu konsep hanya dalam satu konteks tertentu, sehingga pada saat berhadapan dengan konteks lain siswa mengalami kesulitan. Untuk mengatasi hambatan belajar tersebut diperlukan interaksi berulang antara siswa dengan objek pengetahuan (Brousseau, 2002). Dengan kata lain, desain pembelajaran perlu mempertimbangkan penggunaan beragam konteks termasuk masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsep yang dipelajari agar proses abstraksi yang dilakukan didasarkan pada matematisasi horizontal berkaitan dengan pemunculan suatu konsep melalui konteks yang beragam dan vertikal yaitu keterkaitan antar konsep (Suryadi, 2019a).

## 2.2. Teori Transposisi Didaktis

Gagasan tentang transposisi didaktik dikemukakan pertama kali oleh Yves Chevallard dalam *First Summer School in Didactic Mathematics*, yang berlangsung di Chamrousse, Perancis, pada tanggal 7 – 19 Juli 1980. Seiring berjalannya waktu, gagasan tersebut mulai disebut sebagai teori transposisi didaktik. Karya pertama Chevallard yang menjadi acuan bagi banyak peneliti tentang matematika didaktis adalah *La Transposition Didactic: Du Savoir Savant au Savoir Enseigne*, pada tahun 1985, yang artinya Transposisi Didaktis: Dari Pengetahuan Dipelajari Menjadi Pengetahuan Diajarkan (Bosch & Gascón, 2006)

Gagasan transposisi didaktik diadaptasi dan dielaborasi oleh Chevallard dari sosiolog Michel Verret (1975), yang menekankan bahwa pengetahuan tidak dapat diajarkan dengan cara komunitas ilmiah menghasilkannya (dalam Herrera, 2015). Pengetahuan yang diajarkan di sekolah sebenarnya berasal dari ilmuwan yang berada pada institusi lain, misalnya universitas (Bergsten et al., 2010). Chevallard (1992) memandang bahwa pengetahuan yang ditetapkan sebagai objek pengajaran, biasanya memiliki pra-eksistensi sebagai pengetahuan ilmiah, yaitu

kumpulan pengetahuan, mulai dari “pengetahuan yang benar-benar ilmiah sampai yang sepertinya ilmiah atau pseudo-ilmiah” (Bergsten et al., 2010). Berkaitan dengan pandangan tersebut, Fensham (2002) mengungkapkan bahwa konteks ilmuwan yang membangun pengetahuan ilmiah pasti tidak sama dengan konteks peserta didik di sekolah atau situasi pendidikan lainnya (dalam Achiam, 2014). Oleh karena itu, pengetahuan ilmiah harus diubah terlebih dahulu menjadi bentuk yang bisa diajar dan dipelajari (Achiam, 2014).

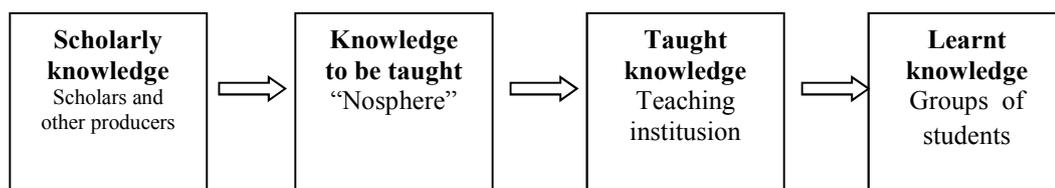
Teori transposisi didaktik berkaitan dengan teori situasi didaktik yang dikemukakan oleh Brousseau pada tahun 70-an (Bosch & Gascón, 2006). Salah satu karakteristik teori situasi didaktik adalah memperhatikan matematika dan epistemologisnya (Artigue et al., 2014). Sehubungan dengan karakteristik tersebut, teori transposisi didaktik memberikan kontribusi dalam penyelidikan epistemologis terhadap pengetahuan matematika (Bosch & Gascón, 2006). Sejalan dengan gagasan transposisi didaktik yang dikemukakan oleh Chevallard, pada tahun 1986, Brousseau juga menyebutkan istilah transposisi didaktik dalam karyanya yang berjudul *Foundation et methodes de la didactique des mathematique* (Brousseau, 2002). Dalam karya tersebut, Brousseau (2002) menjelaskan bahwa penyajian pengetahuan matematika secara aksiomatik memang memungkinkan siswa dan guru untuk mengatur dan menghimpun kegiatan dalam waktu singkat dengan jumlah pengetahuan yang maksimum dan cukup dekat dengan pengetahuan para ahli. Namun, penyajian aksiomatik ini juga menghilangkan jejak sejarah pengetahuan, yaitu, rangkaian kesulitan dan pertanyaan yang memicu munculnya konsep-konsep mendasar, penggunaannya dalam mengajukan masalah baru, hambatan dan pertanyaan yang dihasilkan dari perkembangan sektor-sektor lain, adanya penolakan, dan banyaknya bantahan terhadap pengetahuan tersebut. Artinya untuk memudahkan pengajaran, pengetahuan yang kompleks tersebut dialihkan dalam konteks kelas, dan disebut sebagai transposisi didaktik (Brousseau, 2002).

Menurut Chevallard (1989) teori didaktik dimulai dari hubungan yang menyatukan tiga objek yaitu guru, siswa, dan pengetahuan yang diajarkan. Lebih lanjut, Chevallard (1989) mengungkapkan bahwa masalah utama dari didaktik matematika adalah pengolahan pengetahuan dalam sistem pengajaran, namun

pengetahuan hanya dirujuk secara menyinggung dan tidak langsung sehingga lemah dan tersembunyi dari penggunaannya. Teori transposisi didaktis muncul untuk mengungkap hal-hal penting dan kekeliruan yang mungkin tersembunyi tersebut. Gagasan transposisi didaktik diintegrasikan ke dalam serangkaian gagasan yang memberikan paradigma awal dari suatu: sistem didaktik, situasi didaktik dan adidaktik, kontrak didaktik, skema konseptual, dialektika alat / objek, teknik didaktik, dan lain-lain (Bosch & Gascón, 2006). Chevallard (1992) mengemukakan bahwa transposisi didaktis bertujuan untuk menghasilkan analisis ilmiah dari sistem didaktik (Bergsten et al., 2010). Analisis ilmiah tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan pengetahuan atau materi matematika apa yang diajarkan di sekolah (Bosch & Gascón, 2006).

Menurut Chevallard (1989) matematika sekolah pada dasarnya berevolusi dari matematika yang dihasilkan oleh matematikawan, artinya, matematika yang diajarkan di sekolah dihasilkan di luar sekolah dan dialihkan ke sekolah dengan serangkaian adaptasi sebelum diterima untuk diajarkan. Menurut Kang & Kilpatrick (1992) setiap perubahan pengetahuan dengan tujuan pengajaran merupakan transposisi didaktik. Dalam perkembangan matematika didaktis, teori transposisi didaktis memberikan beberapa kontribusi, yang antara lain adalah memperjelas bahwa matematika sekolah tidak dapat ditafsirkan dengan benar tanpa memperhatikan fenomena yang berkaitan dengan rekonstruksi matematika, yang awalnya ditemukan oleh lembaga-lembaga yang menghasilkan pengetahuan matematika (Bosch & Gascón, 2014). Transposisi didaktik mengacu pada transformasi dan translokasi pengetahuan ilmiah yang dilakukan agar pengetahuan ilmiah tersebut dapat diajar dan dipelajari oleh kelompok lain. Artinya pergeseran pengetahuan tersebut dapat terjadi dalam bentuk pengetahuan ataupun urutan pengetahuan (Achiam, 2014).

Chevallard (1991) mendefinisikan transposisi didaktik sebagai perubahan dari pengetahuan ilmiah (*scholarly knowledge*) melalui pengetahuan untuk diajarkan (*knowledge to be taught*) dan pengetahuan yang benar-benar diajarkan (*taught knowledge*) menjadi pengetahuan yang dipelajari (*learnt knowlegde*) (Bergsten et al., 2010). Berdasarkan definisi tersebut proses transposisi didaktik dapat digambarkan pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2. Diagram proses transposisi didaktis

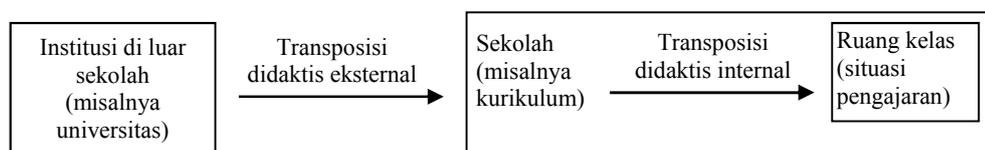
Sumber: (Chevallard & Bosch, 2014)

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa urutan pengetahuan dalam sudut pandang teori transposisi didaktik diawali dari pengetahuan ilmiah. Selanjutnya, pengetahuan ilmiah tersebut dialihkan menjadi pengetahuan yang akan diajarkan. Kemudian pengetahuan yang akan diajarkan dialihkan menjadi pengetahuan yang benar-benar diajarkan, dan akhirnya beralih menjadi pengetahuan yang dipelajari. Dalam praktiknya, ada beberapa pihak yang terlibat dalam transposisi didaktis (Chevallard & Bosch, 2014). Pihak-pihak inilah yang sebenarnya menentukan bagaimana pengetahuan ilmiah ditransposisikan sampai dapat dipelajari oleh siswa. Pihak pertama adalah produsen pengetahuan yang selanjutnya dikemukakan oleh Chevallard & Bosch (2014) sebagai universitas atau lembaga ilmiah lain yang menghasilkan “*scholarly knowledge*”. Selain itu, pihak lain yang terlibat dalam proses transposisi disebut dengan istilah *noosphere*, yaitu pihak yang memikirkan tentang pengajaran dan menjadi perantara antara sistem pengajaran dan masyarakat. Peran utama *noosphere* adalah bernegosiasi dan mengatasi tuntutan masyarakat terhadap sistem pengajaran, dan juga menjaga keaslian pengetahuan yang akan diajarkan di sekolah. *Noosphere* adalah pihak-pihak yang terlibat dalam mengatur, memilih, dan menentukan perubahan pengetahuan ilmiah menjadi pengetahuan yang akan diajarkan di sekolah (Mello, 2019). Perubahan yang dilakukan *noosphere* terhadap pengetahuan ilmiah harus tetap mempertahankan unsur-unsur penting dari pengetahuan ilmiah tersebut, agar unsur-unsur penting tersebut dapat dilestarikan dan dipelajari oleh masyarakat. Ilmuwan, pendidik, politisi, perancang kurikulum, dan penulis buku teks dapat terlibat sebagai *noosphere* dalam proses transposisi (Chevallard & Bosch, 2014; Brockington, dalam de Mello, 2019).

Berdasarkan diagram proses transposisi didaktik yang dikemukakan Chevallard, *noosphere* berperan untuk memproduksi *knowledge to be taught*.

Dalam transposisi didaktik “*knowledge to be taught*” dapat ditinjau dari dokumen program kegiatan, *textbooks*, saran untuk guru, material didaktik yang dibuat oleh *noosphere*. Sementara itu, guru berperan untuk memproduksi *taught knowledge*., sehingga “*taught knowledge*” dapat ditinjau dari proses pembelajaran yang disajikan oleh guru di dalam kelas (Bosch & Gascón, 2014).

Dalam teori transposisi didaktis, terdapat dua jenis transposisi didaktis, yaitu transposisi didaktis eksternal dan internal (Atalar & Ergun, 2018; Do & Nguyen, 2020; Winslow, 2010). Transposisi didaktis eksternal terjadi di luar sekolah, sedangkan transposisi didaktis internal terjadi di dalam sekolah (Winslow, 2010). Transposisi didaktis eksternal merupakan transisi dari *scholarly knowledge* menjadi *knowledge to be taught*, sedangkan transposisi didaktis internal merupakan transisi dari *knowledge to be taught* ke *taught knowledge* (Atalar & Ergun, 2018; Do & Nguyen, 2020; Winslow, 2010). Dalam proses transposisi didaktis eksternal, *noosphere* menjadi pelaku dari proses transposisi. Sedangkan dalam proses transposisi didaktis internal guru yang berperan melakukan proses transposisi.



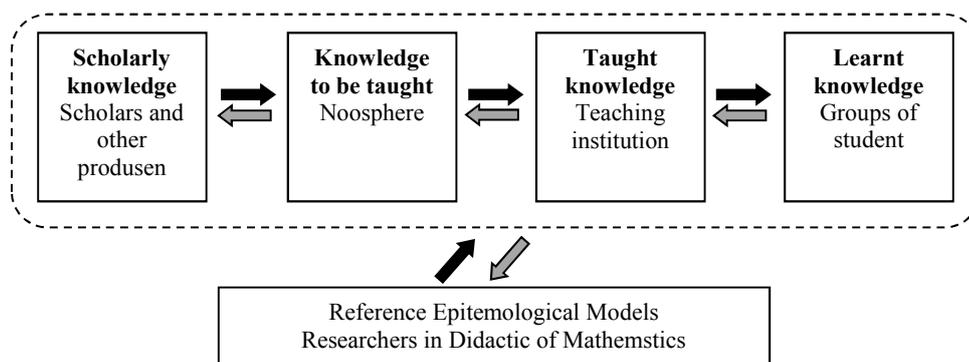
Gambar 2. 3. Transposisi didaktis Eksternal dan Internal

Bosch & Gascón (2006) menyatakan bahwa ketika mempelajari masalah didaktis, ada beberapa tahap transposisi didaktis yang harus dicatat yaitu:

- a. Dari pengetahuan yang dibuat oleh matematikawan ke matematika yang ditulis oleh penulis buku teks matematika.
- b. Dari pengetahuan dari buku teks ke matematika yang diajarkan oleh guru di kelas.
- c. Dari matematika sekolah yang diajarkan oleh guru ke matematika yang dipelajari oleh siswa.

Analisis dalam penelitian transposisi didaktis dilakukan pada setiap unit yang berbeda dan waktu yang berbeda pula. Tidak ada metode tertentu untuk mengamati fenomena yang terjadi pada setiap unit yang terlibat yaitu lembaga ilmiah, *noosphere*, sekolah dan ruang kelas. Oleh karena itu, peneliti harus

membuat perspektif mereka sendiri terhadap berbagai pengetahuan yang terlibat dalam proses transposisi didaktis, termasuk cara mereka sendiri dalam menjelaskan pengetahuan dan praktek kognitif, serta epistemologi mereka sendiri (Chevallard & Bosch, 2014). Dalam penelitian ini, peneliti menempatkan diri di luar proses transposisi didaktik pengetahuan tentang pecahan tersebut. Hal ini sesuai dengan model analisis proses transposisi didaktis yang dikemukakan oleh Chevallard yang dikenal dengan istilah *reference epistemological model*, seperti yang terlihat pada gambar 2.4 (Bosch & Gascón, 2006, 2014; Chevallard & Bosch, 2014). Peneliti menganalisis pengetahuan tentang pecahan yang terdapat pada setiap unit transposisi. Hal ini dilakukan untuk menganalisis fenomena tentang perubahan pengetahuan yang terjadi dari pengetahuan ilmiah menjadi pengetahuan yang dipelajari.



Gambar 2. 4. Posisi peneliti di luar transposisi didaktis

Berdasarkan perkembangan penelitian transposisi didaktis, Bosch, Hausberger, Hochmuth, & Winsløw (2019) mengemukakan bahwa seorang peneliti matematika dapat berperan sebagai bagian dari ahli yang menghasilkan pengetahuan ilmiah, atau sebagai bagian dari *noosphere* yang menyusun pengetahuan yang akan diajarkan, atau sebagai bagian dari sekolah yang mengajarkan pengetahuan. Bosch, et.al. (2019) menambahkan bahwa meskipun peneliti dapat berperan dalam ketiga lembaga tersebut, peneliti harus dapat membedakan peran tersebut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, selain menggunakan *reference epistemological model*, peneliti juga berperan sebagai pendidik yang menghasilkan pengetahuan yang diajarkan kepada mahasiswa. Hal ini dilakukan untuk mengungkap fenomena proses transposisi yang terjadi pada pendidik dan calon pendidik dari mengkonstruksi pengetahuan ilmiah sampai

mengalihkan pengetahuan tersebut menjadi pengetahuan yang akan diajarkan dalam bentuk desain pembelajaran dan pengetahuan yang benar-benar diajarkan. Banyaknya fenomena yang dapat dianalisis melalui teori transposisi didaktis, bersesuaian dengan pendapat Kang & Kilpatrick (1992), yang menyatakan bahwa teori transposisi didaktis dapat menginterpretasikan banyak fenomena dalam kegiatan pembelajaran matematika sekolah.

Kegiatan pembelajaran matematika sekolah tentu tidak terlepas dari peran seorang pendidik, yaitu guru. Seorang pendidik ataupun calon pendidik matematika tidak hanya harus mempunyai pengalaman mempelajari pengetahuan matematika, tetapi juga harus mempelajari tentang bagaimana mengajarkan pengetahuan tersebut kepada siswa (Østergaard, 2013). Dengan kata lain, seorang pendidik ataupun calon pendidik harus dapat mengalihkan pengetahuan yang diperoleh dari proses belajar, menjadi pengetahuan yang diajarkan kepada siswa dalam proses mengajar. Proses ini bersesuaian dengan proses transposisi. Menurut Suryadi, (2019b), proses transposisi oleh seorang pendidik bukan merupakan suatu hal yang mudah. Oleh karena itu, seharusnya mahasiswa dapat belajar melakukan proses transposisi tersebut ketika mereka sedang menempuh pendidikan sebagai calon pendidik. Dengan melakukan proses transposisi, pendidik ataupun calon pendidik akan memperoleh pengetahuan transposisi. Lebih lanjut Suryadi, (2019b) membagi pengetahuan transposisi menjadi pengetahuan transposisi didaktis dan pengetahuan transposisi pedagogis. Pengetahuan transposisi didaktis terbentuk ketika mahasiswa menggunakan pengetahuan ilmiahnya untuk mendesain pembelajaran dan antisipasi didaktis terhadap keragaman respon siswa terhadap desain yang mereka rancang, sedangkan pengetahuan transposisi pedagogis dikonstruksi ketika mahasiswa memprediksi berbagai respon siswa yang mungkin muncul sehingga mahasiswa dapat memperkirakan antisipasi pedagogis yang dapat membantu siswa.

Dalam melakukan proses transposisi tersebut seorang pendidik ataupun calon pendidik harus memikirkan substansi matematika, mempertimbangkan keterkaitan konsep secara struktural, dan keterkaitan alur pikir yang mungkin dialami peserta didik (Suryadi, 2019b). Substansi matematika berkaitan dengan pengetahuan matematika yang dihasilkan matematikawan (*scholarly knowledge*).

Oleh karena itu, pendidik ataupun calon pendidik harus mempunyai pengetahuan ilmiah dalam melakukan proses transposisi. Lebih lanjut, Suryadi (2019b) mengemukakan bahwa proses transposisi yang dilakukan dapat diawali dengan repersonalisasi dan rekontekstualisasi untuk mengalihkan pengetahuan ilmiah matematika yang bersifat *a priori* dan formal menjadi kurikulum dan atau materi bahan pembelajaran yang bersifat *a posteriori*. Ketika melakukan rekonstruksi pengetahuan ilmiah, pendidik ataupun calon pendidik memperoleh pengalaman tentang keterkaitan konsep secara struktural. Sedangkan pengalaman keterkaitan alur pikir siswa dapat diperoleh dari pengalaman pendidik berinteraksi dengan siswa.

Seorang mahasiswa calon guru matematika dapat membangun pengetahuan ilmiah ketika mereka menjalani proses pembelajaran di perguruan tinggi. Menurut Suryadi (2019b), dalam kurikulum pendidikan matematika, seorang mahasiswa akan mempelajari tiga kelompok matematika, yaitu matematika sekolah, matematika menengah, dan matematika lanjut. Dalam penelitian ini, kelompok matematika yang dipelajari adalah matematika sekolah.

Materi matematika sekolah merupakan materi yang sudah dikenal oleh mahasiswa calon pendidik. Oleh karena itu, cara mempelajarinya seharusnya mengutamakan pengetahuan yang sifatnya transposisional, misalnya setiap mahasiswa harus mengkaji satu materi matematika sekolah dengan fokus terhadap konstruksi lima jenis obyek matematika yaitu konsep, aturan, bukti, masalah, dan penyelesaiannya (Suryadi, 2019b). Lebih lanjut, Suryadi (2019b) mengemukakan mahasiswa dapat mencari referensi dari buku teks, menelusuri sejarah, atau melakukan repersonalisasi untuk membangun deskripsi materi yang diperolehnya sebagai pengetahuan ilmiah dan mempunyai argumentasi yang mendukung. Pengetahuan ilmiah yang diperoleh mahasiswa tersebut menjadi dasar bagi mahasiswa untuk merancang desain pembelajaran bagi siswa. Pengetahuan ilmiah yang dalam dan komprehensif dapat memudahkan mahasiswa untuk membantu siswa dalam belajar. Artinya dengan pengetahuan ilmiah yang dalam diharapkan mahasiswa dapat melakukan proses transposisi dan pada akhirnya memperoleh pengetahuan yang diajarkan kepada siswa.

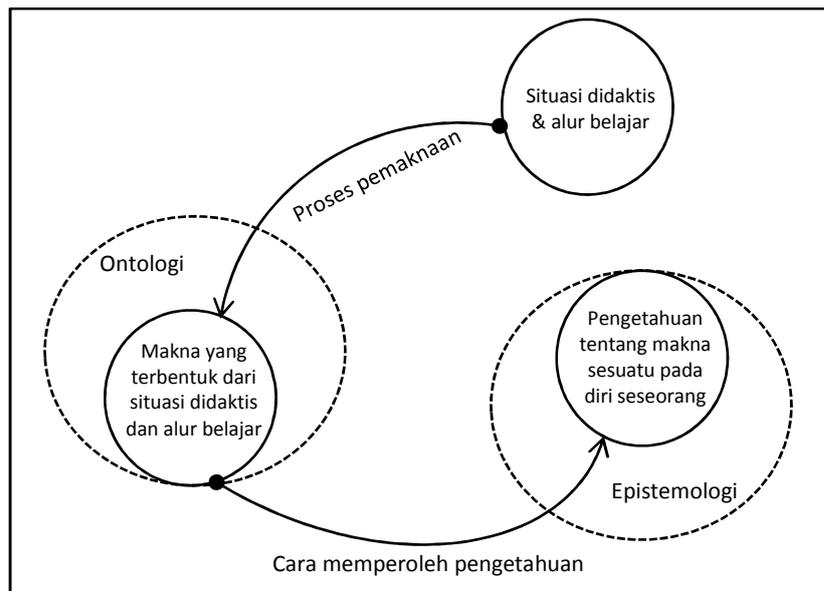
### 2.3. *Didactical design research (DDR)*

Penelitian desain didaktis versi Indonesia atau dikenal dengan DDR pertama kali dikemukakan oleh Suryadi dalam Konferensi Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Malang tahun 2010 (Suryadi, 2019a). DDR merupakan sebuah metodologi penelitian dalam rangka pengembangan pembelajaran matematika (Suryadi, 2011). Terdapat lima alasan yang mendasari DDR dikembangkan, yaitu: (1) tradisi penelitian dalam bidang pendidikan yang cenderung kurang memperhatikan kajian tentang desain pembelajaran dan dampaknya terhadap peserta didik melainkan lebih berorientasi pada penerapan model atau pendekatan pembelajaran; (2) orientasi pengembangan bahan ajar perlu digeser dari upaya mencapai tujuan menjadi upaya untuk mengoptimalkan potensi peserta didik sesuai dengan pengalaman dan kemampuannya; (3) orientasi belajar perlu digeser dari hanya menerima pengetahuan menjadi proses dinamis yang berlangsung secara berkelanjutan yang memberikan pengalaman berpikir reflektif untuk memaknai, membangun, dan menggunakan pengetahuan dalam berbagai konteks; (4) orientasi profesionalitas pendidik perlu digeser dari hanya sebagai pengguna pengetahuan menjadi pengembang pengetahuan; (5) orientasi pengembangan profesionalitas pendidik perlu digeser dari pasif-terisolasi menjadi aktif-kolaboratif (Pusat Pengembangan DDR Indonesia, 2021).

Penelitian ini berpijak pada dua paradigma penelitian yaitu interpretif dan kritis. Paradigma interpretif mengkaji fenomena realitas (*being*) yang berkaitan dengan dampak desain didaktis terhadap cara berpikir seseorang. Adapun tujuan dari penelitian interpretif adalah memahami secara mendalam hakikat dari suatu realitas. Realitas yang menjadi fokus dalam kajian ini berkaitan dengan tiga hal yaitu makna, pengalaman yang menghasilkan makna tersebut (pemaknaan), serta kultur yang berdampak. Kajian terhadap ketiga realitas tersebut didasari pada tiga filosofi pula, yaitu filosofi *hermeneutic* sebagai akar dari kajian tentang makna, filosofi *phenomenology* sebagai akar dari kajian tentang pengalaman pemaknaan, dan filosofi *ethnometodology* sebagai akar dari kajian tentang kultur komunitas dalam menghasilkan cara bersama (Suryadi, 2019a).

Kajian ontologis paradigma interpretif dalam DDR berkaitan dengan dampak desain didaktis terhadap peserta didik yaitu tentang makna yang terbentuk

dari rangkaian situasi didaktis dan alur belajar serta proses pemaknaannya. Sedangkan kajian epistemologis paradigma interpretif dalam DDR berkaitan dengan pengetahuan tentang makna sesuatu pada diri seseorang serta cara memperoleh pengetahuan tersebut. Aspek ontologis dan epistemologis dari DDR interpretif diilustrasikan sebagai berikut.



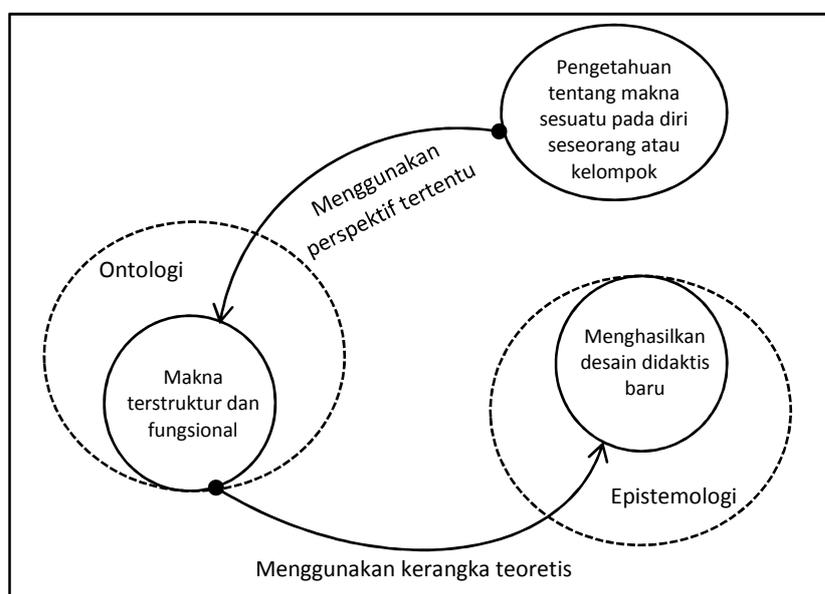
Gambar 2. 5. Realitas pada DDR-Interpretif (Suryadi, 2019a)

Paradigma interpretif digunakan dalam penelitian ini untuk mengkaji realitas tentang transposisi didaktis pengetahuan tentang pecahan; proses transposisi yang terjadi pada pendidik (dosen) yaitu berkaitan dengan alur belajar sebagai proses pemaknaan yang dilakukan pendidik sehingga memperoleh pengetahuan ilmiah tentang pecahan; situasi didaktis yang dihadirkan untuk memfasilitasi calon pendidik (mahasiswa) melakukan proses transposisi yaitu dalam memaknai dan mengajarkan pengetahuan ilmiah tentang pecahan; dampak transposisi didaktis pengetahuan tentang pecahan terhadap munculnya realitas hambatan belajar siswa ; dan pengetahuan transposisi yang dihasilkan calon pendidik (mahasiswa) setelah mengikuti pembelajaran menggunakan desain pembelajaran yang dirancang oleh pendidik.

Paradigma kritis dalam DDR berkaitan dengan aktivitas menghasilkan desain didaktis baru. Landasan filosofis yang mendasari paradigma ini adalah filosofi *critical pedagogy*. Filosofi ini dikemukakan oleh Freire (1970) dengan pandangan bahwa suatu realitas belum selesai dan akibatnya kehidupan manusia

juga belum selesai. Manusia selalu berada pada *process of becoming* (dalam Suryadi, 2019a). Suryadi (2019a) menambahkan bahwa sehubungan pembentukan pengetahuan, manusia selalu mengkreasi dan mengkreasi ulang pengetahuan karena pengetahuan tidak bersifat absolut.

Ditinjau dari sisi ontologis, paradigma kritis berkaitan dengan pengetahuan tentang makna sesuatu pada diri seseorang (peserta didik) serta makna terstruktur (terkategorisasi) dan fungsional yang dihasilkan berdasarkan perspektif tertentu. Sedangkan dari sisi ontologis, paradigma ini berkaitan dengan makna terstruktur dan fungsional berdasarkan kerangka teoritis tertentu sehingga dihasilkan desain didaktis baru. Aspek ontologis dan epistemologis paradigma kritis diilustrasikan pada gambar 2.6.



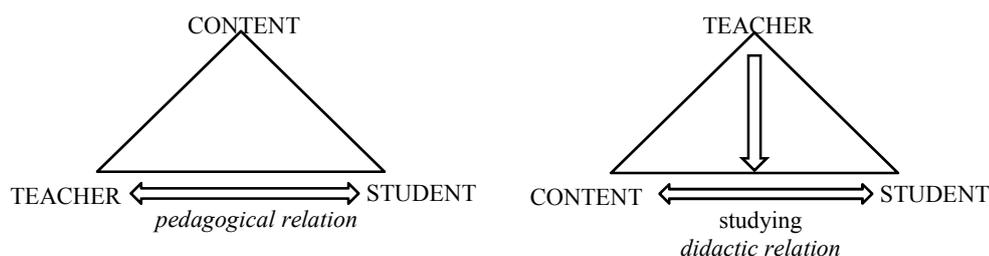
Gambar 2. 6. Realitas pada DDR-Kritis (Suryadi, 2019a)

Paradigma kritis digunakan dalam penelitian ini untuk mengubah proses transposisi didaktis pengetahuan tentang pecahan dengan cara membuat suatu desain pembelajaran yang memfasilitasi mahasiswa calon pendidik memiliki pengalaman melakukan proses transposisi yaitu proses mengalihkan pengetahuan ilmiah yang dihasilkan menjadi pengetahuan yang diajarkan, sehingga pengetahuan ilmiah tentang pecahan dapat dilestarikan.

Paradigma interpretif dan kritis digunakan secara bergantian dalam pelaksanaan DDR. Pada tahap awal penelitian, paradigma interpretif mendasari analisis terhadap fenomena-fenomena yang berkaitan dengan proses pembelajaran yang sudah dilakukan. Analisis ini dilakukan untuk menemukan berbagai realitas

yang berpotensi untuk diperbaiki. Selanjutnya, paradigma kritis digunakan sebagai landasan dalam proses membuat desain pembelajaran yang bertujuan untuk memperbaiki realitas yang ditemukan sebelumnya. Setelah desain pembelajaran tersebut diimplementasikan, paradigma interpretif digunakan lagi untuk menganalisis situasi didaktis yang dihadirkan dan dampaknya terhadap peserta didik. Berdasarkan hasil analisis terhadap implementasi desain pembelajaran tersebut juga dapat diperoleh beberapa saran perbaikan yang melengkapi desain didaktis yang dirancang.

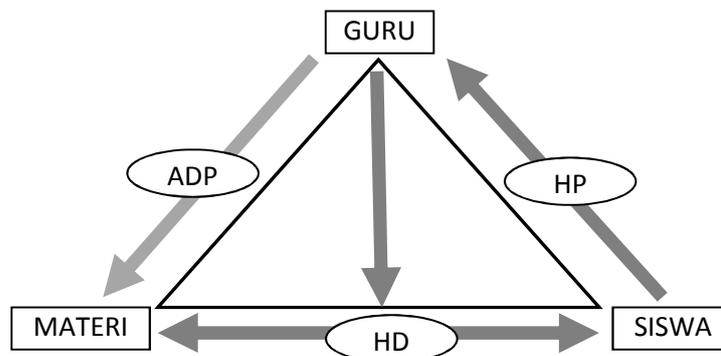
*Didactical Design Research* (DDR) merupakan suatu pemikiran lanjutan yang diformulasikan oleh Suryadi dengan memadukan gagasan tentang proses berpikir reflektif guru sebelum, pada saat, dan setelah pembelajaran dengan teori metapedadidaktik (Suryadi, 2015). Teori metapedadidaktik merupakan teori yang digagas oleh Suryadi yang memberikan penekanan pada Antisipasi didaktis-pedagogis yaitu berkaitan dengan perlunya memikirkan kemungkinan respon peserta didik secara mendalam atas desain materi ajar yang dikembangkan (Suryadi, 2015). Antisipasi didaktis-pedagogis (ADP) merupakan suatu hubungan antisipatif guru-materi. Hubungan ini melengkapi dua aspek dasar dalam pembelajaran yaitu hubungan antara siswa-guru (hubungan pedagogis), dan siswa-materi (hubungan didaktis) yang digambarkan oleh Kansanen (2003) dalam sebuah segitiga didaktis (Suryadi, 2009), seperti yang disajikan pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7. Hubungan pedagogik dan didaktis dalam segitiga didaktis (Kansanen, 2003)

Suryadi (2010) mengemukakan bahwa hubungan didaktis dan hubungan pedagogis terjadi secara bersamaan dalam proses pembelajaran, sehingga selain mempersiapkan situasi didaktis, seorang guru juga harus memprediksi respon siswa ketika menghadapi situasi didaktis yang direncanakan dan merencanakan antisipasi terhadap respon yang diberikan siswa tersebut. Lebih lanjut, segitiga

didaktis Kansanen tersebut disesuaikan oleh Suryadi (2010), sehingga memuat hubungan didaktis (HD) yaitu hubungan antara siswa dan materi, hubungan pedagogis (HP) yaitu hubungan antara guru dan siswa, dan antisipasi didaktis dan pedagogis (ADP) yaitu hubungan antisipatif guru terhadap materi. Segitiga didaktis yang disesuaikan tersebut digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. 8. Segitiga didaktis setelah dimodifikasi

Suryadi (2010) menjelaskan bahwa, dalam konteks segitiga didaktis, guru harus dapat membangun situasi didaktis bagi siswa. Hal ini merupakan peran utama guru. Guru harus mampu menciptakan relasi didaktis antara siswa dan materi sehingga tercipta situasi didaktis yang ideal bagi siswa. Situasi didaktis dalam pembelajaran merupakan suatu hal yang kompleks. Kompleksitas situasi didaktis tersebut menjadi tantangan bagi guru dalam membangun situasi pedagogis yang sesuai sehingga dapat mendorong siswa untuk mencapai kemampuan potensialnya masing-masing. Oleh karena itu, guru harus dapat memprediksi dan mengantisipasi respon siswa tersebut agar tercipta dinamika perubahan situasi didaktis dan pedagogis yang sesuai dan mendukung percepatan belajar siswa (Suryadi, 2010). Dalam proses perencanaan pembelajaran matematika, guru tidak hanya harus menguasai materi namun juga harus mengetahui hal lain terkait siswa agar dapat mendorong pembelajaran yang optimal. Sementara itu, ketika proses pembelajaran terjadi di kelas, situasi didaktis bersifat dinamis. Artinya, meskipun guru telah memprediksi respon siswa dan mengantisipasinya, pada pelaksanaan di kelas dapat saja muncul respon lain dari siswa, sehingga mengharuskan guru memberikan tindakan didaktis pedagogis yang menjadi situasi didaktis baru bagi siswa.

Sebagai sebuah metodologi penelitian, DDR tentu mempunyai tahapan penelitian. Tahapan penelitian DDR mengacu pada tiga proses berpikir reflektif guru dalam konteks pembelajaran yang telah dikemukakan sebelumnya. Oleh karena itu, tahapan penelitian DDR juga terdiri dari tiga fase analisis yaitu analisis prospektif, metapedadidaktik, dan retrospektif.

#### 1. Analisis prospektif

Analisis prospektif berkaitan dengan proses berpikir reflektif sebelum pembelajaran. Analisis prospektif merupakan analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran. Produk dari analisis prospektif berupa desain pembelajaran hipotetik termasuk ADP (Suryadi, 2011). Desain pembelajaran tersebut dihasilkan melalui suatu analisis yang bertujuan untuk memperoleh data terkait proses pembelajaran yang sudah biasa dilakukan dan dampaknya terhadap peserta didik. Selain itu, hasil repersonalisasi dan rekontekstualisasi materi juga menjadi dasar perencanaan desain pembelajaran hipotetik (Pusat Pengembangan DDR Indonesia, 2021). Analisis ini perlu dilakukan sebagai dasar dalam memutuskan situasi didaktis apa yang perlu dihadirkan kepada peserta didik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Pada penelitian ini, sebelum merancang sebuah desain pembelajaran hipotetik, dilakukan analisis transposisi didaktis pengetahuan tentang pecahan, dan proses belajar yang dilakukan oleh peneliti sendiri untuk memperoleh pengetahuan ilmiah tentang pecahan. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan untuk menyusun *hypothetical learning trajectory* (HLT). Tujuan penyusunan HLT adalah agar desain pembelajaran hipotetik yang dibuat sesuai dengan tujuan dirancangnya desain pembelajaran. Dalam penelitian ini, desain pembelajaran dikembangkan untuk memfasilitasi mahasiswa calon guru melakukan proses transposisi, dari memperoleh pengetahuan ilmiah (*scholarly knowledge*) sampai memperoleh pengetahuan yang diajarkan (*taught knowledge*).

*Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) memuat tiga komponen yaitu tujuan pembelajaran, serangkaian aktivitas belajar, dan dugaan proses belajar (Simon, dalam Bakker & van Eerde, 2015). Menurut Simon & Tzur (2004), penyusunan HLT didasari pada beberapa asumsi yaitu: pembuatan HLT didasarkan pada pemahaman tentang pengetahuan peserta didik; HLT merupakan

wahana untuk merencanakan pembelajaran; penugasan merupakan bagian penting dari proses pembelajaran; dan pendidik dapat memodifikasi setiap aspek dari HLT karena sifatnya hanyalah dugaan yang belum tentu sesuai dengan proses pembelajaran yang sebenarnya. Dalam penelitian ini, analisis transposisi didaktis pengetahuan tentang pecahan dan proses rekonstruksi pengetahuan ilmiah yang dilakukan peneliti merupakan upaya untuk memperoleh pemahaman tentang pengetahuan mahasiswa calon guru matematika yang menjadi subjek dari desain pembelajaran yang dikembangkan.

Selanjutnya HLT dikembangkan menjadi desain pembelajaran hipotetis yang memuat tujuan pembelajaran, situasi didaktis, prediksi respon mahasiswa terhadap situasi didaktis yang diberikan, dan antisipasi didaktis pedagogis. Situasi didaktis yang dihadirkan harus dapat mendorong terjadinya situasi aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi sebagaimana yang dijelaskan dalam teori situasi didaktis.

Secara umum, dalam penelitian ini tujuan dari desain pembelajaran hipotetis adalah untuk memfasilitasi siswa melakukan proses transposisi sehingga dapat menghasilkan pengetahuan yang diajarkan dalam bentuk masalah matematis. Dengan demikian situasi didaktis yang direncanakan berkaitan dengan upaya yang dilakukan peneliti untuk membantu mahasiswa mengalami proses transposisi. Setiap mahasiswa tentu mempunyai pengalaman belajar yang beragam sehingga respon mahasiswa terhadap situasi didaktis yang diberikan juga dapat beragam. Oleh karena itu, antisipasi didaktis pedagogis harus disiapkan untuk setiap prediksi respon. Prediksi terhadap respon mahasiswa tersebut dapat didasarkan pada pengamatan dari proses pembelajaran yang dilakukan di sekolah.

## 2. Analisis metapedadidaktik

Tahap analisis metapedadidaktik berkaitan dengan implementasi desain pembelajaran hipotetis. Setelah desain pembelajaran hipotetis dirancang, selanjutnya desain tersebut diimplementasikan kepada peserta didik. Pada tahap implementasi desain didaktis hipotetis, pendidik harus dapat memandang kejadian-kejadian dalam proses pembelajaran secara komprehensif, mengidentifikasi dan menganalisis hal-hal penting yang terjadi, dan melakukan tindakan yang tepat sehingga proses pembelajaran berjalan lancar dan siswa dapat

belajar. Kemampuan tersebut disebut sebagai analisis metapedadidaktik. Menurut Suryadi (2009, 2010, 2011), pendidik harus memiliki kemampuan metapedadidaktik yaitu kemampuan guru untuk: memandang hubungan didaktis (HD), hubungan pedagogis (HP), dan antisipasi didaktis pedagogis (ADP) sebagai satu kesatuan yang utuh; mengembangkan tindakan, sehingga tercipta situasi didaktis dan pedagogis yang sesuai dengan kebutuhan siswa; mengidentifikasi dan menganalisis respon siswa sebagai akibat tindakan didaktis maupun pedagogis yang diberikan; melakukan tindakan didaktis dan pedagogis lanjutan berdasarkan hasil analisis respon siswa. Lebih lanjut, Suryadi (2009, 2010, 2011) menjelaskan bahwa dalam metapedadidaktik terdapat tiga komponen utama, yaitu kesatuan, fleksibilitas, dan koherensi.

Pertama, kesatuan bermakna kemampuan pendidik dalam memandang sisi-sisi segitiga didaktis yang dimodifikasi, yaitu hubungan didaktis, hubungan pedagogis, dan antisipasi didaktis pedagogis, sebagai satu kesatuan yang utuh, tidak terpisah-pisah, dan saling berkaitan erat. Dalam proses pembelajaran pendidik tentu akan memulai sesuai dengan rencana pembelajaran. Ketika pendidik menyajikan suatu situasi didaktis, secara umum terdapat tiga kemungkinan respon siswa, yaitu seluruhnya sesuai dengan prediksi respon, sebagian sesuai dengan prediksi respon, atau tidak sesuai dengan prediksi respon. Secara khusus, jika dipandang dari sisi siswa, kemungkinan ada siswa yang memberikan respon sesuai dengan prediksi respon, namun kemungkinan ada pula yang tidak sesuai dengan prediksi respon, atau bahkan tidak memberikan respon apapun. Kondisi ini tentu harus ditindaklanjuti dengan cepat dan tepat oleh pendidik. Ketika respon siswa tidak sesuai dengan prediksi respon, atau tidak memberikan respon, pendidik harus memikirkan tindakan didaktis pedagogis yang tepat dalam waktu yang cepat. Tindakan pendidik tersebut memunculkan situasi didaktis baru bagi siswa. Oleh karena itu, pendidik harus memikirkan berbagai kemungkinan respon yang diberikan siswa terhadap situasi baru tersebut, antisipasi didaktis pedagogis terhadap respon yang mungkin muncul tersebut, dan pendidik juga harus melakukan antisipasi didaktis pedagogis terhadap respon yang mungkin muncul. Artinya selama pembelajaran, pendidik harus berpikir

reflektif tentang keterkaitan antara tiga hal yaitu hubungan didaktis, hubungan pedagogis, dan antisipasi didaktis pedagogis.

Kedua, fleksibilitas bermakna pendidik mampu mengantisipasi respon siswa, dengan melakukan modifikasi prediksi respon siswa yang disiapkan sesuai dengan hubungan didaktis dan pedagogis yang terjadi dalam pembelajaran. Meskipun respon siswa telah diprediksi sebelumnya, pada kenyataannya situasi yang benar-benar terjadi dalam pembelajaran kemungkinan akan sangat beragam. Hal ini merupakan konsekuensi dari pandangan bahwa setiap siswa mempunyai otoritas dalam mencapai kemampuan potensialnya. Oleh karena itu, sebagai fasilitator, pendidik harus melakukan tindakan didaktis pedagogis pada saat siswa benar-benar membutuhkannya untuk mencapai kemampuan potensial tersebut. Artinya, sepanjang pembelajaran prediksi respon siswa harus disesuaikan dengan situasi didaktis dan pedagogis yang benar-benar terjadi.

Ketiga, koherensi atau pertalian logis bermakna pendidik mampu mengelola berbagai situasi didaktis yang berbeda agar tetap saling berkaitan dan mengarah pada tujuan pembelajaran. Meskipun sepanjang pembelajaran situasi yang terjadi dapat beragam dan berbeda dengan prediksi respon, pendidik harus memperhatikan aspek koherensi dari setiap situasi agar pembelajaran yang terjadi dapat mendorong siswa untuk melakukan aktivitas belajar yang mengarah pada pencapaian hasil belajar yang optimal.

Gagasan tentang metapedadidaktik sejalan dengan gagasan tentang *tacit pedagogical knowing* dalam konteks profesionalisme guru yang diteliti oleh Toom (2006) (Suryadi, 2009). Lebih lanjut Suryadi (2009) menambahkan bahwa *tacit didactical pedagogical knowledge* merupakan pengetahuan yang hanya dapat diperoleh guru melalui pembelajaran secara langsung dan merupakan pengetahuan yang sangat berharga sebagai bahan refleksi untuk perbaikan kualitas pembelajaran yang akan datang. Selanjutnya, Suryadi (2009) menyimpulkan bahwa, metapedadidaktik merupakan strategi yang digunakan untuk memperoleh *tacit didactical and pedagogical knowledge* sehingga guru dapat melakukan pengembangan diri menuju guru matematika yang profesional.

### 3. Analisis retrospektif

Analisis retrospektif berkaitan dengan tahap berpikir reflektif setelah pembelajaran. Setelah desain pembelajaran hipotetis diimplementasikan, perlu dilakukan analisis yang mengaitkan hasil analisis situasi didaktis hipotetis dengan hasil situasi didaktis yang benar-benar terjadi dalam pembelajaran. Jadi analisis retrospektif dapat dipandang sebagai tahap refleksi terhadap desain pembelajaran hipotetis yang dirancang berdasarkan pembelajaran yang benar-benar terjadi. Analisis retrospektif ini dapat melengkapi ataupun memperbaiki situasi didaktis, prediksi respon, dan antisipasi didaktik pedagogis dalam desain pembelajaran. Hasil dari tahapan ini diperoleh desain didaktis empirik yang sangat mungkin untuk terus disempurnakan melalui tiga tahapan analisis DDR tersebut. Hal ini berkaitan dengan paradigma kritis yang mendasari DDR.

#### 2.4. Masalah matematis

Masalah matematis merupakan aspek penting dalam pembelajaran matematika, karena siswa hanya belajar matematika hanya ketika mereka bertanya kepada diri mereka sendiri dan menyelesaikan masalah (Brousseau, 2002). Hal ini sejalan dengan ungkapan bahwa *problem solving* adalah jantungnya matematika yang dikemukakan Branca pada tahun 1980 (Syaiful, 2013). Ungkapan tersebut menyiratkan bahwa matematika tidak dapat berjalan tanpa adanya masalah matematis.

Masalah, dalam pembelajaran matematika, biasanya disajikan dalam bentuk pertanyaan. Kantowski (1977) mengungkapkan bahwa pertanyaan menjadi masalah bagi seseorang jika pertanyaan tersebut tidak bisa diselesaikan dengan metode atau algoritma yang telah diketahui (Hoosain, 2004; Marchi, 2013). Beberapa ahli mendefinisikan masalah sebagai suatu situasi yang membutuhkan solusi, dan cara untuk memperoleh solusi tersebut tidak dapat langsung diketahui, tetapi harus menggunakan pengetahuan dan pengalaman (Aydoğdu & Keşan, 2014; Posamentier & Krulik, 2009). Dengan demikian dua hal yang menjadi ciri suatu masalah matematika yaitu adanya solusi permasalahan, dan prosedur penemuan solusi yang tidak langsung diketahui. Badger, et.al. (2012) mengemukakan karakteristik dari suatu masalah adalah kebaruan (*novelty*), dan

sebagai respon dari keterbaruan jawaban siswa merupakan bentuk kreativitas (*creativity*). Badger, et.al. (2012) menekankan bahwa *novelty* merupakan hal penting untuk menunjukkan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki siswa. Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa suatu pertanyaan di dalam matematika merupakan masalah matematika jika pertanyaan tersebut bersifat baru dan prosedur penyelesaiannya belum pernah diketahui oleh siswa yang diberikan pertanyaan.

Berdasarkan tujuan dari masalah, Polya dalam buku *How to Solve It* menjelaskan dua jenis masalah yaitu "*problem to find*" dan *problem to prove*" (Pólya & Conway, 2004). *Problem to find* merupakan masalah yang bertujuan untuk menemukan objek tertentu yang belum diketahui. *Problem to find* dapat bersifat teori atau praktik, abstrak atau konkret, serius atau teka-teki belaka. Menurut Polya, semua objek yang dapat dibayangkan mungkin untuk ditemukan, diproduksi, atau dibangun melalui *problem to find*. Bagian terpenting dari *problem to find* adalah objek yang tidak diketahui (*unknown*), data, dan syarat-syarat yang diperlukan (*condition*). Sementara itu, *problem to prove* bertujuan untuk menunjukkan secara meyakinkan bahwa suatu pernyataan benar ataupun salah. Bagian terpenting dari *problem to prove* adalah hipotesis dan kesimpulan.

Pentingnya keberadaan masalah matematis dalam pembelajaran matematika tentu saja harus menjadi perhatian bagi guru matematika. Pengajuan masalah atau *problem posing* merupakan tugas penting bagi seorang guru ataupun calon guru matematika (Patáková, 2013b; Rafi & Sugiman, 2019). Hal ini sejalan dengan pendapat Kilpatrick (1987) yang menyatakan bahwa masalah yang baik berasal dari guru matematika dan buku teks yang baik. Secara umum ada dua cara yang biasa dilakukan oleh guru matematika untuk menyajikan masalah matematis kepada siswa yaitu: mengambil masalah matematis yang terdapat di buku teks atau internet; dan membuat masalah matematis sendiri (Rafi & Sugiman, 2019). Namun, dalam mengambil masalah dari buku teks atau internet guru harus tetap memperhatikan kriteria dari masalah matematis. Ketergantungan terhadap buku teks juga dapat dikurangi jika guru mempunyai kemampuan mengajukan masalah (Lavy & Shriki, 2007). Selain itu, kemampuan guru dalam mengajukan masalah

juga dapat mendorong siswa untuk lebih terlibat dalam kegiatan belajar (Lavy & Shriki, 2007).

Berkaitan dengan teori situasi didaktis, masalah matematis yang disajikan dalam pembelajaran harus dapat menjadi situasi belajar bagi siswa. Menurut Abu-Elwan (1999), untuk mengembangkan situasi belajar dengan cara menyajikan masalah matematis yang terstruktur dan berkualitas, guru dapat menerapkan beberapa prinsip yaitu: situasi pengajuan masalah harus sesuai dan muncul dari kegiatan matematika siswa di kelas; situasi pengajuan masalah harus sesuai dengan proses pemecahan masalah siswa; situasi penyajian masalah dapat dihasilkan dari masalah pada buku teks, dengan memodifikasi dan membentuk kembali bahasa dan karakteristik tugas untuk siswa.

## 2.5. Pengetahuan tentang Pecahan

Munculnya pecahan berawal dari adanya masyarakat yang memerlukan simbol untuk menyatakan bagian dari suatu unit. Pecahan pertama kali digunakan di Babylonia dan Mesir (Rasmussen, 1980). Kata "*fraction*" berasal dari bahasa Latin "*fractio*" yang bermakna "bagian yang diperoleh dengan mematahkan" (Pinilla, 2007).

Pecahan merupakan bilangan yang ditulis dalam bentuk  $\frac{a}{b}$ , dengan  $a$  dan  $b$  adalah bilangan bulat, dan  $b \neq 0$  (Lamon, 2012; Park, Güçler, & McCrory, 2013). Ada beberapa interpretasi pecahan yang dikemukakan oleh ahli. Interpretasi pecahan tersebut pertama kali dikemukakan oleh Kieran (1976) (Charalambous & Pitta-Pantazi, 2005; Doyle, 2016; Lazić et al., 2017). Menurut Kieran ada empat sub konstruk pecahan yang dapat dikembangkan berdasarkan hubungan bagian dari keseluruhan, yaitu hasil bagi, rasio, operator, dan ukuran (Charalambous & Pitta-Pantazi, 2005; Lazić, Abramovich, Mrđa, & Romano, 2017). Selanjutnya, berdasarkan pendapat Kieran tersebut, pada tahun 1983, Behr, et.al. (1983) merekomendasikan model teoritis yang menghubungkan interpretasi pecahan dengan operasi pada pecahan dan pemecahan masalah ( dalam Charalambous & Pitta-Pantazi, 2005). Dalam model teoritis tersebut terdapat lima interpretasi pecahan sebagai berikut.

a. Pecahan sebagai bagian dari keseluruhan.

Interpretasi pecahan sebagai bagian dari keseluruhan berkaitan dengan partisi sebuah unit menjadi beberapa partisi yang sama ukurannya. Pecahan merupakan simbol untuk menyatakan banyak partisi yang diperhatikan (Chapin & Johnson, 2006; Wijaya, 2017). Misalnya, sebuah unit dibagi menjadi 5 partisi, pecahan  $\frac{2}{5}$  merupakan simbol untuk menyatakan 2 partisi yang diperhatikan dari 5 partisi keseluruhan. Untuk menyatakan pecahan sebagai interpretasi bagian dari keseluruhan ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan yaitu, banyak partisi keseluruhan, banyak partisi yang diperhatikan, dan ukuran partisi yang harus ekuivalen. Dalam interpretasi bagian dari keseluruhan nilai pembilang harus lebih kecil atau sama dengan penyebut (Charalambous & Pitta-Pantazi, 2007). Interpretasi bagian dari keseluruhan merupakan interpretasi yang mendasari interpretasi yang lainnya.

b. Pecahan sebagai hasil bagi

Suatu pecahan dapat menyatakan proses pembagian ataupun hasil pembagian (Mamede, Nunes, & Bryant, 2005). Misalnya pecahan  $\frac{5}{3}$  dapat bermakna sebagai “lima dibagi tiga” dan juga menyatakan hasil pembagian dari lima oleh tiga. Proses yang harus diperhatikan dalam interpretasi ini adalah pembagian secara adil (*fair sharing*) (Lamon, 2012). Berbeda dengan interpretasi pecahan sebagai bagian dari keseluruhan, pada interpretasi ini tidak ada ketentuan nilai pembilang dan penyebut. Pembilang bisa lebih dari atau kurang dari penyebut (Charalambous & Pitta-Pantazi, 2007).

c. Pecahan sebagai operator.

Interpretasi pecahan sebagai operator berkaitan erat dengan operasi perkalian pecahan. Pernyataan “m/n dari” bermakna perintah untuk mengalikan dengan m dan membagi dengan n (Doyle, 2016; Lamon, 2012). Sebagai contoh pada perkalian " $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$ ", pecahan  $\frac{1}{2}$  merupakan operator untuk pecahan  $\frac{3}{4}$ . Contoh perkalian tersebut dapat dibaca  $\frac{1}{2}$  dari  $\frac{3}{4}$  yang bermakna perintah untuk mengalikan pecahan  $\frac{3}{4}$  dengan 1, dan kemudian membagi dengan 2.

d. Pecahan sebagai ukuran.

Ide utama dari interpretasi ini adalah membuat suatu unit menjadi sub unit yang lebih kecil (Chapin & Johnson, 2006; Lamon, 2012). Misalnya, pada garis bilangan, unit adalah suatu interval panjang ( $l$ ) garis bilangan yang dapat dipartisi menjadi  $n$  sub interval yang sama. Dalam interpretasi ini, pecahan  $\frac{m}{n}$  bermakna  $m$  intervals dari panjang  $\frac{1}{n}$  (Lamon, 2012; Wilkins & Norton, 2018).

e. Pecahan sebagai rasio

Perbandingan antara dua kuantitas juga dapat dinyatakan sebagai pecahan (Chapin & Johnson, 2006; Doyle, 2016; Lamon, 2012). Namun tidak semua perbandingan dapat dinyatakan sebagai pecahan. Perbandingan antara bagian dengan keseluruhan dapat dinyatakan dengan pecahan (Lamon, 2012). Misalnya, di dalam sebuah kelas terdapat 32 orang siswa yang terdiri dari 15 pria, dan 17 wanita. Perbandingan antara banyak laki-laki dengan banyak seluruh siswa dapat dinyatakan dengan  $\frac{15}{32}$ .

Model teoritis yang dikemukakan oleh Behr, et.al (1983) juga mengemukakan hubungan antara interpretasi dengan operasi yang berlaku pada pecahan (dalam Charalambous & Pitta-Pantazi, 2005). Interpretasi pecahan sebagai rasio berkaitan dengan operasi kesamaan pecahan, interpretasi pecahan sebagai ukuran berkaitan dengan operasi penjumlahan, dan interpretasi pecahan sebagai operator berkaitan dengan operasi perkalian, serta kelima interpretasi tersebut yang dapat dihubungkan dengan pemecahan masalah.

## 2.6. Teori Epistemologi

Secara etimologis, epistemologis berasal dari bahasa Yunani *Episteme* yang berarti pengetahuan dan *Logos* yang berarti ilmu. Jadi epistemologi adalah suatu ilmu yang mempelajari dan memperbincangkan pengetahuan. Menurut Lycan (Losee, 2014), banyak filsuf menjelaskan bahwa memiliki pengetahuan mengenai sebuah pernyataan terjadi ketika pernyataan itu dibenarkan, benar, dan diyakini. Studi empiris menunjukkan bahwa sebagian besar gagasan tentang pengetahuan konsisten dengan kombinasi membenaran, kebenaran, dan kepercayaan atau *justified truth belief* (Starmans & Friedman, 2012). Kepercayaan dapat dipahami

sebagai sekumpulan informasi yang dapat diperlakukan sebagai unit yang diterima karena sangat mungkin benar. Kebenaran suatu pernyataan merupakan hubungan dengan pernyataan lain, atau dapat juga dipahami sebagai hubungan antara pernyataan dan kenyataan. Pernyataan dibenarkan ketika pemegang pernyataan memiliki alasan yang baik untuk menerima pernyataan tersebut. Bentuk pembenaran suatu pernyataan menunjukkan bahwa pernyataan itu konsisten dengan seperangkat pernyataan yang dibandingkan. Dengan demikian, pembenaran adalah suatu konsistensi pernyataan yang mewakili konteks tertentu (Losee, 2014). Proses belajar merupakan cara untuk menghasilkan pengetahuan. Pengetahuan dapat bersumber dari persepsi, memori, introspeksi, dan akal (Audi, 2011; Steup, 2018).

Persepsi adalah sumber pengetahuan karena menghasilkan keyakinan. Pengetahuan yang berasal dari persepsi biasanya disebut dengan pengetahuan perseptual. Menurut Audi (2011) paling tidak ada empat unsur dalam persepsi, yaitu: (1) pengamat; (2) objek yang diamati; (3) pengalaman sensorik; dan (4) hubungan antara objek dan pengamat, yang biasanya dianggap sebagai hubungan sebab akibat sehingga objek menghasilkan pengalaman sensorik bagi pengamat. Pengalaman sensorik merupakan pengalaman yang diperoleh dengan interaksi indera pengamat dengan objek. Dengan demikian, pengetahuan yang bersumber dari persepsi merupakan pengetahuan yang diperoleh melalui indera, yaitu pendengaran, penglihatan, pengecap, penciuman, dan sentuhan. Karena hanya bersumber dari indera pengamat, pengetahuan perseptual dianggap sering keliru sehingga dipandang sebagai pengetahuan yang lemah.

Memori adalah kapasitas untuk mempertahankan pengetahuan yang diperoleh di masa lalu (Gericke, 2015). Seseorang tidak dapat mengingat sesuatu kecuali sebelumnya telah mengetahui atau setidaknya memercayainya. Memori dibangun berdasarkan persepsi, artinya memori menyimpan banyak informasi penting yang kita peroleh melalui indera (Audi, 2011). Pengetahuan yang bersumber dari memori berlandaskan pada ingatan seseorang terhadap pengalamannya di masa lalu. Artinya pengetahuan baru yang dibangun seseorang berkaitan erat dengan pengetahuannya di masa lalu.

Introspeksi adalah memeriksa ke dalam pikiran seseorang. Introspeksi diperlukan untuk menemukan dasar yang kuat untuk keyakinan tentang objek-objek eksternal karena pengalaman yang didasarkan pada perseptual tidak dapat menjadi dasar pengetahuan yang kuat (Steup, 2018). Introspeksi dapat mengurangi kekeliruan pada pengetahuan yang dibangun hanya berdasarkan persepsi, karena ada proses pemeriksaan kesesuaian dengan pengetahuan yang dimiliki orang lain.

Akal juga merupakan sumber pengetahuan. Untuk beberapa hal, keyakinan hanya dapat dibenarkan berdasarkan akal. Keyakinan yang seperti ini disebut dengan keyakinan apriori (Steup, 2018)

Teori epistemologi merupakan teori yang penting dalam proses konstruksi pengetahuan. Sumber-sumber pengetahuan tersebut dapat dipandang sebagai urutan yang saling berkaitan satu sama lain sehingga diperoleh suatu pengetahuan yang diyakini benar dan dapat dibuktikan kebenarannya. Dalam penelitian ini, teori epistemologi digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan situasi belajar untuk mahasiswa calon guru. Materi pecahan merupakan materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa calon guru, sehingga mereka telah memiliki pengetahuan yang bersumber dari memori. Selanjutnya, situasi belajar yang dirancang harus dapat menghasilkan pengetahuan yang bersumber dari introspeksi sehingga dicapai keyakinan apriori.

## **2.7. Teori belajar yang relevan**

### **2.7.1. Teori Perkembangan Kognitif Piaget**

Jean Piaget merupakan salah satu tokoh ahli perkembangan kognitif yang berpengaruh. Menurut Piaget, manusia memiliki dua kecenderungan dasar yaitu kecenderungan berorganisasi dan beradaptasi (Ahmad, Hussain, Batool, Sittar, & Malik, 2016; Bormanaki & Khoshhal, 2017; Hebe, 2017). Konsep ini mengasumsikan bahwa manusia memiliki kecenderungan untuk mengatur proses berpikir mereka ke dalam struktur psikologis yang membantu manusia untuk memahami dan berinteraksi dengan dunia (Bormanaki & Khoshhal, 2017). Konsep yang penting dalam kecenderungan berorganisasi adalah skema. Skema merupakan kategori pengetahuan telah tersimpan dalam memori manusia. Skema

berfungsi membantu manusia untuk menafsirkan dan memahami dunia. Ketika pengalaman terjadi, informasi baru digunakan untuk memodifikasi, menambah, atau mengubah informasi atau skema yang ada sebelumnya (Lefa, 2014). Oleh karena itu skema mengacu pada sistem produksi pengetahuan yang mandiri dan dinamis (Toren, 2014).

Kecenderungan kedua adalah adaptasi yang berkaitan dengan penyesuaian terhadap lingkungan. Piaget menganggap adaptasi merupakan proses timbal balik antara manusia dengan lingkungannya (Hebe, 2017). Terdapat dua proses dasar dalam adaptasi yaitu asimilasi dan akomodasi (Bormanaki & Khoshhal, 2017; Hebe, 2017). Asimilasi adalah proses menyesuaikan informasi baru ke dalam skema yang sudah ada (Simatwa, 2010). Pada proses asimilasi manusia mencoba menerapkan pengetahuan yang dimiliki untuk pengalaman dan objek yang baru dan mengintegrasikan aspek baru dari pengalaman dan objek tersebut dalam skema yang telah ada. Proses asimilasi dapat terjadi dengan baik ketika informasi baru yang diterima manusia tidak jauh berbeda dengan skema yang telah tersimpan dalam struktur kognitifnya (Lefa, 2014). Oleh karena itu skema merupakan aspek yang sangat penting dalam proses asimilasi. Apabila tidak ditemui skema yang sesuai dengan pengalaman atau informasi baru, maka terjadi proses mengubah skema yang telah dimiliki sebelumnya untuk mengakomodasi informasi atau pengalaman yang baru tersebut. Proses mengubah skema tersebut dikenal dengan istilah akomodasi (Bormanaki & Khoshhal, 2017). Asimilasi dan akomodasi merupakan proses yang terus berkembang untuk mencapai suatu *equilibrium*, yaitu kondisi seimbang antara struktur kognitif seseorang dengan lingkungannya (Ginsburg & Opper, 2016). Dengan kata lain, *equilibrium* adalah suatu kondisi ketika informasi baru yang diperoleh dari lingkungan telah dapat diterima oleh struktur kognitif seseorang. Jika keseimbangan tersebut tidak dicapai maka terjadilah *disequilibrium*, sehingga dibutuhkan proses asimilasi pengalaman baru dan akomodasi skema lebih lanjut sampai dicapai suatu *equilibrium* (Bormannaki & Khoshhal, 2017). Oleh karena itu, *equilibrium* dan *disequilibrium* harus berlangsung secara terus menerus agar terjadi adaptasi (Hebe, 2017).

Piaget mengungkapkan tiga tipe *equilibrium* (Bormanaki & Khoshhal, 2017; Ginsburg & Opper, 2016). Pertama, *equilibrium* antara struktur kognitif seseorang dengan suatu objek pada lingkungan. Seseorang yang menemukan objek baru akan mengasimilasi objek tersebut ke suatu skema, dan mengakomodasi skema ke objek tertentu. Jika skema itu sesuai maka terjadi *equilibrium*, jika tidak maka terjadi *disequilibrium*. Kedua, *equilibrium* antara berbagai subsistem kognitif. Dapat dikatakan, *equilibrium* tipe ini lebih bersifat internal, yaitu sistem kognitif dapat menimbulkan konflik diantara mereka sendiri. Ketiga, *equilibrium* antara sistem kognitif secara keseluruhan dengan subsistem kognitif komponennya. Jenis *equilibrium* ini terjadi dari proses integrasi dan diferensiasi, yang juga melibatkan asimilasi dan akomodasi.

Suatu *equilibrium* dapat terjadi melalui proses equilibrasi. Fajemidagra mengutip pendapat Flavel tentang beberapa hal yang perlu dilakukan seseorang sebelum menetapkan suatu *equilibrium*, yaitu: 1) memperhatikan dua elemen situasi yang tampak saling bertentangan; 2) menafsirkan dan menyadari bahwa elemen-elemen tersebut bertentangan dan menjadi masalah; 3) merespon konflik tersebut dengan cara mengembangkan pemikiran; 4) memunculkan konsep yang lebih baik serta dapat menyelesaikan konflik yang terjadi sehingga terbentuk sistem kognitif yang lebih tinggi (Bormanaki & Khoshhal, 2017). Dengan demikian, dalam proses equilibrasi sangat mungkin terjadi konflik kognitif yang pada akhirnya mengubah struktur kognitif sebelumnya. Adanya perubahan struktur kognitif merupakan suatu bentuk perkembangan kognitif.

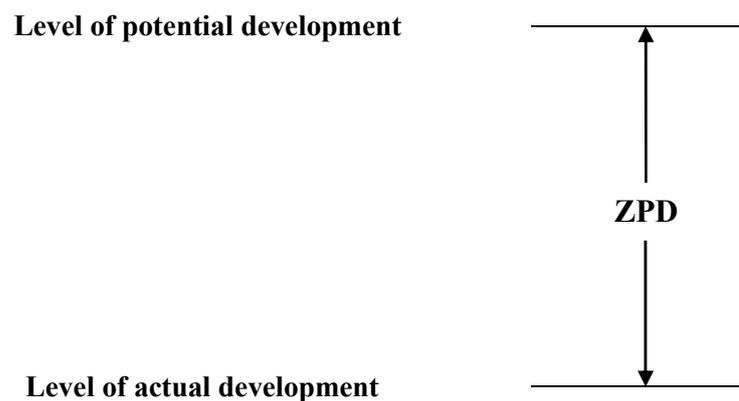
Teori Piaget menjadi dasar dalam penyusunan desain pembelajaran. Rangkaian aktivitas dalam desain pembelajaran harus memungkinkan terjadinya proses asimilasi dan akomodasi dalam sistem kognitif mahasiswa.

### **2.7.2. Teori Sosiokultural Vygotsky**

Teori yang dikemukakan oleh Vygotski dikenal juga sebagai teori sosiokultural. Inti dari teori ini adalah keyakinan Vygotsky bahwa perkembangan manusia merupakan hasil dari interaksi antara manusia dan lingkungan sosialnya. Dalam teori Vygotsky, kondisi lingkungan sosial mempunyai peranan penting terhadap perkembangan kognitif anak. Menurut Vygotsky proses dialektika yang

terjadi saat anak belajar melalui pemecahan masalah bersama orang lain menghasilkan perkembangan kognitif (Syomwene, 2016).

Pemikiran yang dikemukakan oleh Vygotsky menggambarkan bahwa lingkungan sosial berperan dalam perkembangan kognitif individu. Salah satu istilah dalam perkembangan kognitif yang dihasilkan Vygotsky adalah *Zone of Proximal Development* (ZPD). Vygotsky mendefinisikan ZPD sebagai wilayah diantara tingkat perkembangan yang dapat dicapai oleh anak secara mandiri (*actual development*) dan tingkat perkembangan yang dapat dicapai anak dengan bimbingan atau bekerjasama dengan orang lain (*proximal development*) (Danoebroto, 2015; Dastpak, Behjat, & Taghinezhad, 2017; Mishra, 2013; Mutekwe, 2018; Syomwene, 2016). ZPD menggambarkan bahwa keterampilan kognitif anak sedang dalam proses pendewasaan dan hanya dapat dicapai dengan bimbingan orang yang lebih terampil (Mishra, 2013).



Gambar 2. 9. *Zone of Proximal Development*

Berdasarkan gagasan ZPD, dapat dikemukakan bahwa pembelajaran yang baik adalah pembelajaran yang berada pada percepatan perkembangan. Dengan demikian pengajaran baik hanya ketika pengajaran tersebut meneruskan kemajuan perkembangan, yang selanjutnya dapat membangkitkan dan merangsang fungsi-fungsi yang berada pada tahap kematangan, yang melahirkan *zone of proximal development* (Hamilton & Ghatala, 1994).

Istilah ZPD sering dikaitkan dengan istilah *Scaffolding* yang dikemukakan oleh Wood, Bruner, dan Ross, pada tahun 1976, meskipun Vygotsky tidak pernah

mengemukakan istilah *scaffolding* dalam teorinya (Mutekwe, 2018). Para penggagas istilah *scaffolding* mendefinisikannya sebagai proses yang memungkinkan seseorang untuk memecahkan masalah, melaksanakan tugas, atau mencapai tujuan yang melebihi kemampuan mereka secara mandiri (Bakker et al., 2015). Oleh karena itu, dalam menggunakan *scaffolding* guru seharusnya dapat mengidentifikasi mana yang dapat dicapai oleh siswa secara mandiri, dan mana yang memerlukan bantuan. Agar penggunaan *scaffolding* dapat berjalan dengan baik, ada prinsip-prinsip yang harus dilaksanakan guru, yaitu: menjaga keseimbangan antara tantangan dan dukungan untuk siswa, menggunakan bentuk *scaffolding* yang sesuai, mencontohkan sifat dan perilaku yang baik, menyediakan lingkungan belajar yang tepat, memberi tanggapan atau umpan balik terhadap respon yang diberikan siswa sehingga siswa merasa bertanggung jawab terhadap pembelajaran (Bikmaz et al., 2010).

Sebagaimana diuraikan sebelumnya, fokus dari Vygotsky adalah peran penting lingkungan sosial terhadap perkembangan kognitif seseorang. Berdasarkan hal tersebut, desain pembelajaran yang direncanakan seharusnya dapat menciptakan lingkungan sosial yang mendukung siswa untuk belajar. Artinya pendidik harus mempunyai peran dalam membantu peserta didik mengembangkan kemampuan kognitifnya. Tidak hanya terbatas pada kehadiran pendidik untuk membantu peserta didik, tapi juga kehadiran teman sebaya dalam proses belajar. Dalam pandangan teori Vygotsky, interaksi antar teman menguntungkan siswa dengan adanya kesempatan untuk mencapai perspektif bersama dari masalah (Hamilton & Ghatala, 1994). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Forman dan rekannya, dalam aktivitas pemecahan masalah secara berpasangan, siswa belajar berbicara untuk memandu rekannya. Pengalaman ini memungkinkan anak-anak untuk menginternalisasi langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah mereka sendiri (Hamilton & Ghatala, 1994).

## 2.8. Penelitian Relevan

Penelitian ini juga didasari dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Secara umum, penelitian yang relevan dengan

penelitian ini adalah penelitian yang membahas tentang transposisi didaktis pengetahuan matematika, pengembangan desain didaktis, kemampuan masalah matematis, dan konsep pecahan. Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Berdasarkan hasil penelusuran secara digital, penelitian desain didaktis lebih banyak bertujuan untuk mengembangkan desain didaktis untuk mengatasi hambatan belajar siswa di sekolah. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Amalia (2017) dengan judul “Desain Didaktis Aritmetika Sosial Pada Pembelajaran Matematika Siswa SMP : Suatu Penelitian Kualitatif Terhadap Siswa Kelas VII Pada Salah Satu SMP Negeri Di Kota Bandung”, Rahmawati (2018) dengan judul “Pengembangan Desain Didaktis Materi Perbandingan Senilai dan Berbalik Nilai Pada Pembelajaran Matematika SMP”, Putri (2019) dengan judul “Situasi Didaktis Pembelajaran Konsep Luas Daerah Segitiga Pada Siswa Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama”, Fauzi (2020) dengan judul “Desain Didaktis Operasi Hitung Penjumlahan dan Pengurangan Pecahan di Kelas 5 Sekolah Dasar”. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti mengembangkan desain didaktis yang berorientasi terhadap kemampuan mahasiswa. Meskipun demikian, beberapa penelitian desain didaktis yang memilih mahasiswa calon guru sebagai subjek penelitian sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Angraini (2020) yang bertujuan mengembangkan desain didaktis penalaran matematis untuk mahasiswa pada mata kuliah konsep dasar matematika, menunjukkan bahwa terdapat hambatan belajar yang dialami mahasiswa terkait konsep pola bilangan, barisan dan deret aritmetika, serta barisan dan deret geometri, serta materi matematika lain, dan hambatan belajar dalam menyelesaikan soal kemampuan penalaran matematis mahasiswa. Dari hasil penelitian ini terdapat indikasi bahwa hambatan belajar terkait konsep matematika khususnya pecahan juga dapat dialami mahasiswa.

Penelitian desain didaktis lain yang dikembangkan untuk mahasiswa dilakukan oleh Rahmadani (2019), yang bertujuan untuk mengembangkan desain didaktis rekomendasi untuk mahasiswa terkait materi pecahan, juga menyimpulkan bahwa situasi pembelajaran yang biasa dihadapi mahasiswa

belum menyajikan situasi aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi; terjadi hambatan belajar yang dialami mahasiswa ketika menyelesaikan soal tentang pecahan. Lebih lanjut, Rahmadani (2019) mengembangkan desain didaktis rekomendasi untuk pembelajaran tentang pecahan, namun desain ini belum diimplementasikan. Berdasarkan penelitian ini, peneliti memandang bahwa masih diperlukan upaya untuk memfasilitasi mahasiswa memahami materi pecahan dengan lebih baik.

Penelitian-penelitian desain didaktis terdahulu tersebut mengindikasikan bahwa, desain didaktis untuk mahasiswa dapat dan perlu dikembangkan. Dari penelitian-penelitian tersebut, belum ditemukan penelitian desain didaktis yang berorientasi pada proses transposisi yang dilakukan mahasiswa. Oleh karena itu, desain pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berorientasi pada proses transposisi mahasiswa sehingga diperoleh pengetahuan transposisi yang meliputi pengetahuan ilmiah dan pengetahuan yang diajarkan dalam bentuk masalah matematis.

Penelitian tentang transposisi didaktis sudah dilakukan oleh beberapa peneliti di negara lain. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Postelnicu (2017). Penelitian ini dilakukan terhadap seorang guru sekolah menengah dan 58 orang siswanya. Penelitian menganalisis transposisi didaktis pada materi aljabar di sekolah menengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi transposisi didaktis pengetahuan aljabar, dan selama proses transposisi tersebut pengetahuan matematika kehilangan bagian-bagian serta bukti pentingnya, sementara yang diajarkan dan dipelajari adalah bagaimana melaksanakan tugas.

Penelitian tentang transposisi didaktis lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pansell & Boistrup (2018) tentang penggunaan *praxeologis* untuk menganalisis komunikasi dalam pembelajaran di kelas dan pada buku teks matematika ditinjau dari tugas, prosedur, dan penjelasan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dalam aspek tugas dan prosedur, penyajian dalam pengajaran kelas dan buku teks cenderung tidak berbeda, namun dalam aspek penjelasan tentang konsep, penyajian dalam buku teks berbeda dengan penyajian dalam pembelajaran di kelas.

Selanjutnya, penelitian terkait transposisi didaktis juga dilakukan oleh Lundberg & Kilhamn (2018). Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis proses pengalihan pengetahuan dari pengetahuan yang akan diajarkan (*knowledge to be taught*) menjadi pengetahuan yang benar-benar diajarkan (*taught knowledge*), berkaitan dengan tugas tentang perbandingan aljabar di kelas VI. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa transposisi pengetahuan sangat dipengaruhi oleh kontekstualisasi tugas. Penggunaan kata-kata yang berhubungan dengan situasi sehari-hari menyebabkan keterbatasan dan dapat membuat masalah tidak dapat diselesaikan dan ide matematika menjadi tidak jelas.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa transposisi didaktis pengetahuan terjadi dalam proses pengalihan pengetahuan dari satu unit transposisi ke transposisi yang lainnya. Selain itu, penelitian-penelitian tersebut mengindikasikan bahwa transposisi pengetahuan terjadi dalam beragam level pendidikan. Transposisi didaktis pengetahuan tersebut terjadi karena adanya agen transposisi yang melakukan proses transposisi, di antaranya adalah pendidik. Oleh karena itu, calon pendidik harus difasilitasi untuk terbiasa melakukan proses transposisi pengetahuan.

Penelitian terkait konsep pecahan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pecahan merupakan materi yang sulit bagi siswa. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Palpialy & Nurlaelah (2016). Penelitian ini mengidentifikasi hambatan belajar terkait materi pecahan yang dialami siswa Sekolah Menengah Pertama. Dari tes yang dilakukan terhadap 60 orang siswa kelas VII dan VIII, peneliti menyimpulkan bahwa terdapat hambatan belajar epistemologis pada siswa, yaitu terkait generalisasi konsep bilangan bulat, dan bilangan cacah terhadap pecahan, yang tampak dari kesalahan siswa dalam mengurutkan pecahan berdasarkan besar kecilnya penyebut atau pembilang, kesalahan dalam menjumlahkan pecahan dengan menjumlahkan penyebut dengan penyebut dan pembilang dengan pembilang, dan kesalahan dalam menentukan pecahan yang ekuivalen. Selain itu, juga ditemukan hambatan belajar didaktis yaitu pemahaman siswa yang terbatas pada cara melakukan operasi pecahan karena penekanan saat pembelajaran hanya pada prosedur operasi.

Penelitian tentang pecahan lainnya dilakukan oleh Suarjana et al. (2018) terhadap 100 orang siswa kelas IV menyimpulkan bahwa siswa kelas IV SD faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan siswa dalam menyelesaikan operasi pecahan adalah siswa kesulitan memahami soal cerita, menyelesaikan operasi penjumlahan dan pengurangan, serta menyederhanakan pecahan. Penelitian ini juga merekomendasikan kepada guru untuk menggunakan metode pembelajaran yang bervariasi dan penggunaan alat peraga.

Selanjutnya, Fitri & Prahmana (2019) juga melakukan penelitian tentang pecahan terhadap 30 orang siswa kelas VII. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa siswa masih melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal pecahan, yaitu: salah dalam menulis ulang komponen masalah yang diketahui; salah menerapkan konsep operasi hitung pecahan; salah mengubah pecahan campuran menjadi pecahan biasa dan sebaliknya; salah mengubah bilangan bulat menjadi pecahan; kurang berhati-hati dalam melakukan operasi hitung pecahan; dan salah mengurutkan bilangan pecahan.

Secara umum penelitian-penelitian tentang pecahan menunjukkan bahwa materi pecahan perlu diperhatikan dalam konteks pembelajaran dan juga penelitian pendidikan matematika. Masalah yang dialami siswa terkait pengetahuan tentang pecahan harus diupayakan untuk ditemukan solusinya. Peneliti berpandangan bahwa perbaikan terhadap proses pembelajaran tentang pecahan dapat menjadi suatu solusi.

Penelitian tentang kemampuan guru dalam mengajukan masalah matematika juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Amirulmukminin (2017), yang bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan mahasiswa calon guru matematika dalam pengajuan masalah ditinjau dari gaya kognitif *field independent* dan *field dependent*. Dalam penelitian ini partisipan penelitian diberikan informasi dalam bentuk grafik dan kalimat verbal sebagai dasar bagi partisipan untuk membuat masalah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dengan gaya kognitif *field independent* (SFI) lebih baik dari pada mahasiswa dengan gaya kognitif *field dependent* (SFD). Secara umum penelitian ini membandingkan masalah yang diajukan oleh SFI dan SFD untuk dianalisis berdasarkan jumlah masalah yang

diajukan, unsur-unsur semantik dan sintaksis yang dipenuhi pada masalah yang diajukan, jumlah masalah yang memuat data baru, jumlah masalah yang tidak dapat diselesaikan, dan kategori masalah yang diajukan yaitu mudah, sedang, atau sulit.

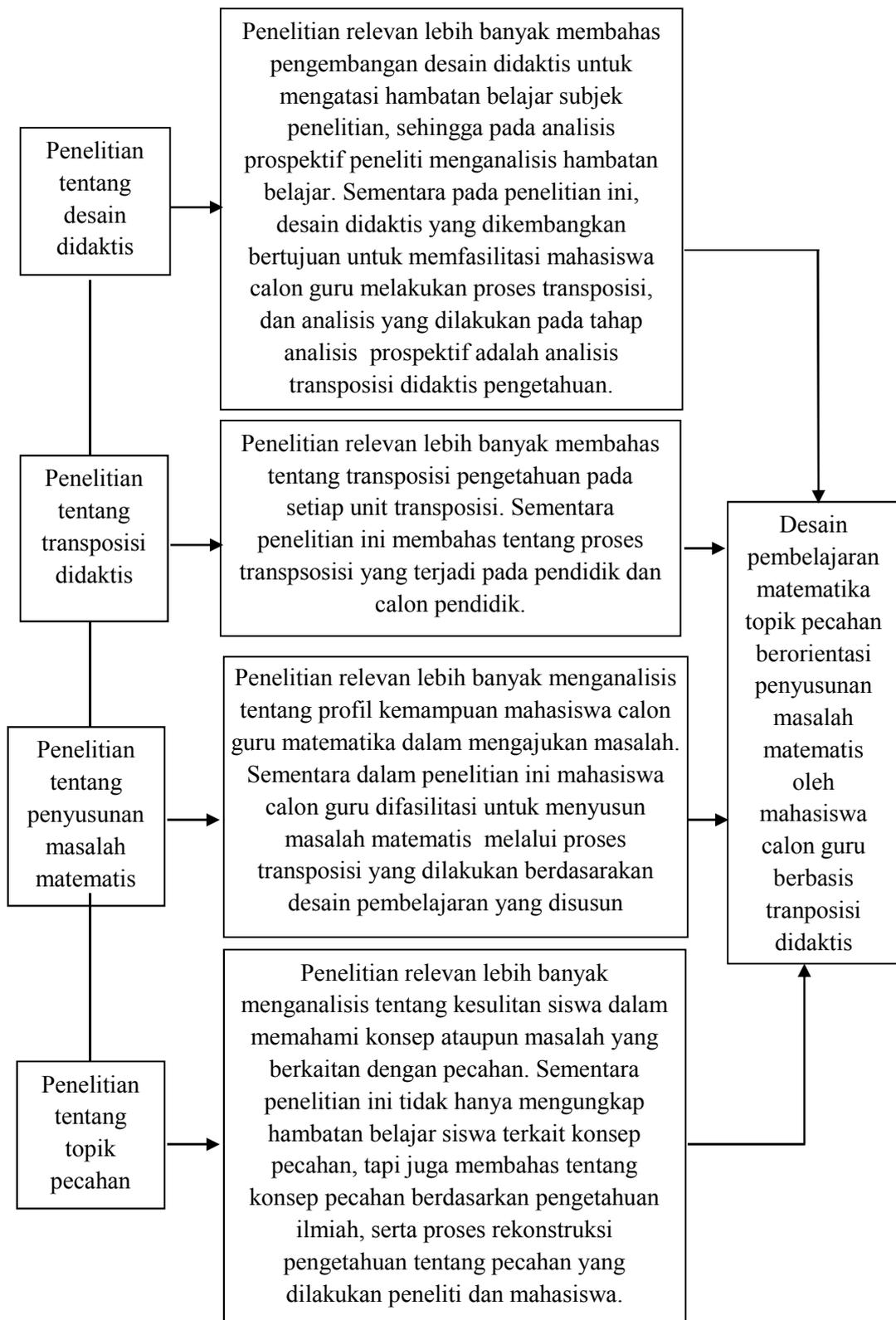
Penelitian lain dilakukan oleh Yuntawati & Lestari (2018). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kemampuan mahasiswa calon guru matematika dalam mengajukan masalah. Penelitian ini menggunakan instrumen tes yang terdiri dari 4 soal non rutin. Partisipan penelitian diminta untuk membuat soal baru yang mendukung penyelesaian soal non rutin yang diberikan. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kemampuan mahasiswa calon guru dalam mengajukan masalah masih sangat rendah. Secara kuantitatif rata-rata nilai tes mahasiswa hanya mencapai 54,17. Sementara itu, secara kualitatif kurang dari 50% mahasiswa yang mampu mengajukan masalah dengan tepat.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Unlu (2017). Penelitian ini melibatkan 95 orang partisipan yang merupakan calon guru matematika. Dalam penelitian ini, partisipan diminta untuk membuat lima masalah matematis berbeda yang dapat diselesaikan dengan strategi *working backward*, *finding pattern*, *guessing and testing*, *accounting for all possibilities*, dan *making a drawing*. Untuk menggali lebih dalam kondisi partisipan, 10 dari 95 partisipan tersebut diwawancarai. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beberapa calon guru tidak dapat membuat masalah matematis meskipun mereka memahami tentang strategi penyelesaian masalah. Selain itu, dalam beberapa kasus, mahasiswa melakukan kesalahan ketika menyelesaikan masalah yang mereka buat sendiri. Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan bahwa beberapa partisipan penelitian mengajukan masalah yang sama dengan buku teks dari pada menyusun masalah sendiri.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan pengajuan masalah merupakan kemampuan yang penting sehingga harus dimiliki oleh mahasiswa calon guru matematika. Penelitian-penelitian tersebut juga mengindikasikan bahwa kemampuan mengajukan masalah mahasiswa calon guru masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, mahasiswa calon guru harus difasilitasi untuk terbiasa mengajukan masalah yang dapat disajikan sebagai situasi belajar siswa di sekolah. Selain itu, penelusuran terhadap penelitian relevan belum

menemukan adanya penelitian tentang desain pembelajaran untuk memfasilitasi kemampuan mengajukan masalah mahasiswa calon guru, yang didasarkan pada analisis transposisi didaktis.

Berdasarkan penelitian-penelitian relevan tersebut, peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan desain pembelajaran yang memfasilitasi mahasiswa melakukan proses transposisi untuk membuat masalah matematis tentang pecahan yang dapat disajikan dalam proses pembelajaran di sekolah. Dengan melakukan proses transposisi tersebut, mahasiswa diharapkan tidak hanya mempunyai kesempatan untuk memahami pengetahuan pecahan dengan lebih baik, yaitu pengetahuan yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah, tapi juga dapat merencanakan pembelajaran tentang pecahan yang lebih baik bagi siswa, sehingga hambatan belajar dan kesalahan-kesalahan siswa terkait pecahan dapat diminimalkan. Posisi penelitian ini terhadap penelitian relevan disajikan pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10. Posisi penelitian terhadap penelitian relevan