

DESAIN PEMBELAJARAN BERBASIS RISET

Rafiq Zulkarnaen
rafiq.zulkarnaen@fkip.unsika.ac.id

Abstrak

Desain pembelajaran merupakan serangkaian aktivitas yang dirancang untuk mengembangkan pengetahuan dan kemampuan yang akan dimiliki oleh siswa selama proses pembelajaran. Penyusunan desain pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: pengetahuan dan pengalaman guru tentang kurikulum, teori belajar, karakteristik siswa, hambatan belajar yang mungkin akan dialami oleh siswa. Desain pembelajaran dalam arti sempit dapat dipersepsikan sebagai penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran. Akan tetapi, desain pembelajaran merupakan rencana pembelajaran yang dihasilkan dari suatu siklus pembelajaran dari perencanaan, implementasi, dan analisis. Desain pembelajaran berbasis riset merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan oleh guru dalam mendesain pembelajaran matematika. Penyusunan desain tersebut dapat berdasarkan teori situasi didaktis atau lintasan belajar atau analisis materi pembelajaran.

Kata Kunci: *learning progression, milieu, didactical situation, Hipotetical learning trajectory, local instructional theory,*

Desain pembelajaran dalam arti sempit dapat dipersepsikan sebagai penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). RPP disusun oleh guru dengan mengacu pada silabus dengan prinsip: memuat secara utuh kompetensi dasar (sikap spiritual, sikap sosial, pengetahuan, dan keterampilan); memperhatikan perbedaan individual siswa; berpusat pada siswa; berbasis konteks; berorientasi kekinian; mengembangkan kemandirian belajar; memberikan umpan balik dan tindak lanjut pembelajaran; memiliki keterkaitan dan keterpaduan antar kompetensi dan/atau antar muatan; dan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016). RPP merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang sangat menentukan keberhasilan belajar siswa, karena RPP merupakan rencana aktivitas belajar siswa yang disusun oleh guru sesuai dengan pengetahuan matematika dan keterampilan matematis. Namun demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa guru masih kesulitan dalam menyusun RPP, diantaranya: Taufik (2016); Tambunan (2016); Jayadipura (2018); Hasim (2018); Aminah (2019). Masih ditemukan guru memiliki RPP yang telah disusun oleh penerbit tertentu, ada yang memfotokopi dari teman, ada yang mendaur ulang dari internet (Tambunan, 2016; Jayadipura, 2018); belum mampu merumuskan kesesuaian indikator dengan Kompetensi Dasar, ketidaksesuaian merumuskan indikator dengan tujuan, ketidaksesuaian indikator dengan materi, ketidaksesuaian indikator dengan langkah pembelajaran, ketidaksesuaian indikator dengan alokasi waktu, ketidaksesuaian indikator dengan metode dan media, ketidaksesuaian indikator dengan instrumen penilaian (Hasim, 2018); dan, perencanaan langkah-langkah kegiatan pembelajarannya masih dangkal (Aminah, 2019)

Desain pembelajaran merupakan suatu proses dalam menentukan situasi dan kondisi belajar yang menekankan kepada proses dan produk. Mendesain pembelajaran diperlukan serangkaian kegiatan, yang diawali dengan menganalisis kebutuhan dan mengidentifikasi hambatan-hambatan pembelajaran (*learning obstacle*). Terdapat beberapa pengertian tentang hambatan belajar (*learning obstacle*), diantaranya: *ontogenic obstacle*, *epistemological obstacle*, *didactical obstacle*. *Ontogenic obstacle* yaitu

ketidaksesuaian antara pembelajaran yang diberikan dengan tingkat berpikir siswa, *epistemological obstacle* yaitu kesulitan pada proses pembelajaran yang terjadi akibat dari keterbatasan konteks yang siswa ketahui, *didactical obstacle* yaitu kesulitan yang terjadi akibat pembelajaran yang dilakukan guru (Brousseau, 2002). Hambatan epistemologis merupakan interpretasi reaksi seseorang terhadap sesuatu yang membatasi dirinya sendiri terhadap hubungan antar konsep untuk memahami konsep tertentu (Job & Schneider, 2014). *Didactical obstacle* dapat berbentuk *didactical structural*, merupakan hambatan belajar akibat dari pengalaman pembelajaran matematika dalam jangka waktu yang cukup lama (Subroto & Sholihah, 2018), dan hambatan didaktis disebabkan oleh pemilihan pendekatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru, karena pilihan didaktis yang sering dianggap guru sederhana dapat membentuk *ways of knowing* siswa yang parsial (Tamba & Siahaan, 2020). Contoh *learning obstacle* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Contoh Hasil Penelitian tentang *Learning Obstacle*

<i>Learning Obstacle</i>	Uraian
<i>Ontogenic Obstacle</i>	Penelitian yang dilakukan oleh Rohimah (2017) dalam materi persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel. <i>Ontogenic obstacle</i> ditemukan karena terjadi loncatan proses berpikir siswa dari pola pikir aritmetika ke aljabar. Pengenalan variabel dimisalkan langsung dengan huruf-huruf alfabet dan diakhiri dengan pemberian langsung definisi variabel, koefisien dan konstanta tanpa ada tahapan untuk siswa terlibat dalam proses pembentukan arti dari komponen bentuk aljabar tersebut. Hal ini menimbulkan “loncatan” berpikir siswa dari pola pikir aritmetika ke aljabar, tidak ada tahapan pembelajaran yang menjembatani perubahan pola pikir siswa tersebut.
<i>Didactical obstacle</i>	Penelitian yang dilakukan oleh Tamba & Siahaan (2020) dalam materi pertidaksamaan kuadrat. Pendekatan didaktis yang digunakan guru dalam pembelajaran pertidaksamaan kuadrat adalah pendekatan diagram garis bilangan, penggunaan metafora “batas” dan “seolah-olah sama dengan persamaan kuadrat”. Pembuat nol merupakan konsekuensi dari pilihan pendekatan diagram garis bilangan yang digunakan guru. Langkah utama yang guru tekankan ketika menggunakan diagram garis bilangan adalah penentuan pembuat nol. Implikasinya, ketika menghadapi pertidaksamaan kuadrat dengan tidak ada nilai x yang memenuhi agar fungsi $f(x)$ bernilai 0, siswa menyimpulkan bahwa pertidaksamaan kuadrat tersebut tidak memiliki solusi. Bahkan ketika grafik fungsi $f(x)$ sudah diberikan, siswa tetap mencari pembuat nol dari pertidaksamaan kuadrat. Cara mengetahui atau pemahaman ini tepat dan efektif ketika menghadapi permasalahan pertidaksamaan kuadrat $f(x) < 0, f(x) > 0, f(x) \leq 0$ atau $f(x) \geq 0$ dengan $\exists x \in R, f(x) = 0$. Sebaliknya, dengan cara mengetahui atau pemahaman yang seperti itu, siswa mengalami hambatan

<i>Learning Obstacle</i>	Uraian
	ketika menghadapi pertidaksamaan kuadrat yang memiliki solusi $\{x \forall x \in R\}$. Dengan demikian, pembuat nol merupakan hambatan didaktis yang terjadi pada pertidaksamaan kuadrat.
<i>epistemological obstacle</i>	Penelitian yang dilakukan (Maarif <i>et al.</i> , 2020) dalam materi sistem persamaan linier dua variabel hambatan epistemologis meliputi hambatan konseptual, hambatan prosedural, dan hambatan teknik prosedural. Hambatan konseptual terjadi karena siswa tidak mampu membedakan persamaan linier dua variabel dengan sistem pertidaksamaan linier dua variabel (SPLDV), siswa tidak mampu memberikan alasan syarat cukup SPLDV, dan siswa kurang memahami konsep dasar aljabar sebagai syarat awal dalam memahami konsep SPLDV. Hambatan prosedural terjadi karena kesalahan prosedur yang dilakukan oleh siswa yang melibatkan variabel, kekeliruan dan memodelkan SPLDV, dan menjalankan prosedur metode eliminasi dan substitusi. Hambatan teknik operasional terjadi karena siswa kurang teliti dalam melakukan operasi perkalian dalam metode eliminasi.

Hasil-hasil penelitian tentang *learning obstacle* yang relevan dengan materi pembelajaran yang akan diberikan kepada siswa dapat digunakan guru dalam merancang desain pembelajaran. Meskipun demikian, temuan hasil penelitian tentang *learning obstacle* dalam satu materi yang sama dengan siswa yang berbeda akan menghasilkan *learning obstacle* yang berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan karakteristik siswa yang unik antara satu siswa dengan siswa yang lainnya, disebabkan pengetahuan dan oleh pengalaman belajar siswa sebelumnya.

Analisis kebutuhan dan karakteristik siswa digunakan untuk mengatasi perbedaan dalam hal apa yang sudah siswa ketahui dan apa yang perlu siswa ketahui untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan (Roubides, 2015). Guru harus mengidentifikasi karakteristik siswa dalam merencanakan desain pembelajaran, diantaranya: demografis, fisik, emosional, persepsi, usia, sikap, kemampuan kognitif, minat, dan timbal baik yang diharapkan dari siswa selama proses pembelajaran. Selain itu, guru harus mengintegrasikan kesesuaian karakteristik siswa dengan prinsip-prinsip pembelajaran dan epistemologi konsep matematika. Beberapa prinsip dalam pembelajaran matematika, diantaranya: *refutational text* (Lem *et al.*, 2017); *personalization* (Walkington & Hayata, 2017); *multiple representation* (Rau & Matthews, 2017); *variation theory of learning* (Kullberg *et al.*, 2017); *self-explanation* (Rittle-Johnson *et al.*, 2017). Perbedaan prinsip-prinsip pembelajaran matematika tersebut disebabkan oleh kerangka teoritis yang mendasarinya. Misalnya, beberapa prinsip didasarkan pada teori perubahan konseptual, teori beban kognitif dan teori kognisi. Dengan demikian, mengacu tentang perbedaan antara subdomain prinsip yang berbeda dan tingkat perkembangan atau tingkat kemampuan antar siswa yang berbeda, akan berbahaya jika hanya mengaplikasikan langsung prinsip pembelajaran tanpa memperhatikan analisis kebutuhan, analisis siswa, dan antisipasi pedagogis-didaktis (Verschaffel *et al.*, 2017).

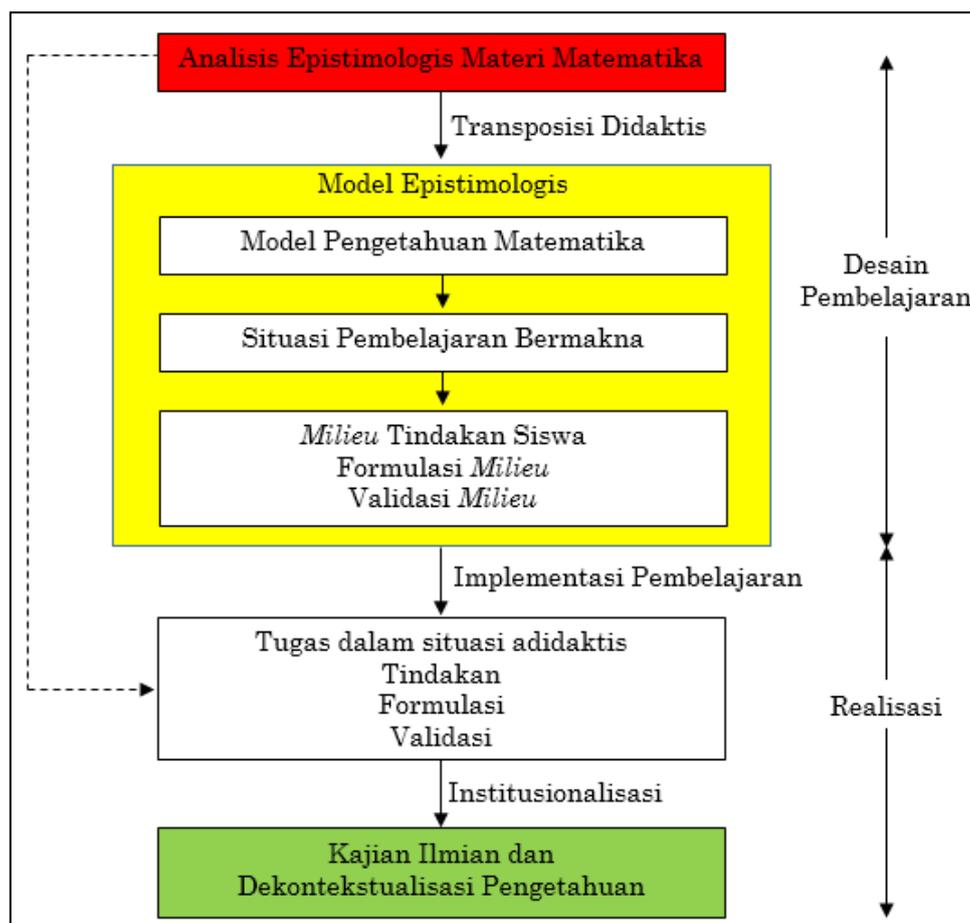
Hambatan didaktis (*didactical obstacle*) akan berhubungan pada cara guru menyusun situasi didaktis atas suatu materi pembelajaran, dan penyajian materi akan sangat berkaitan dengan model/ pendekatan yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Keefektifan model/ pendekatan pembelajaran adalah hasil dari hubungan antar-kausal dari variabel yang diketahui dan variabel yang tidak diketahui proses pembelajaran (Hung, 2009). Mengidentifikasi dan mempertimbangkan variabel yang tidak diketahui dapat membantu menjelaskan dan memberikan gambaran bagaimana model atau pendekatan pembelajaran efektif dan efisien untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Misalnya, model pembelajaran berbasis masalah akan efektif apabila difokuskan kepada pemahaman siswa tentang keterhubungan konsep dan prinsip matematika yang sedang diajarkan (Gijbels *et al.*, 2005), layanan bantuan dan bimbingan dari guru (Kirschner *et al.*, 2006). Penerapan model pembelajaran yang efektif sangat dipengaruhi pengetahuan pedagogis-didaktis guru. Salah satu aspek pengetahuan pedagogis guru adalah pemberian layanan bantuan (*scaffolding*) kepada siswa yang kesulitan didalam memahami materi matematika yang diajarkan (*epistemological obstacle*). Salah satu aspek pengetahuan pedagogis guru adalah pemberian layanan bantuan (*scaffolding*) kepada siswa yang kesulitan didalam memahami materi matematika yang diajarkan (*epistemological obstacle*). Dengan demikian, identifikasi bentuk *scaffolding* seperti apa yang tepat digunakan dalam pembelajaran untuk mengatasi karakteristik siswa yang beragam, tuntutan tugas yang berubah, kemampuan dan keterampilan matematis yang berkembang selama dan diakhir pembelajaran.

Pembelajaran yang signifikan ketika siswa belajar tidak bergantung dengan kehadiran guru atau siswa menggunakan *milieu* dalam situasi adidaktis (Miyakawa & Winsløw, 2009) atau kemandirian siswa dalam proses belajar tanpa intervensi guru. *Milieu* mewakili elemen materi dan realitas intelektual siswa ketika menyelesaikan tugas, elemen ini adalah kondisi untuk tindakan dan penalaran siswa (Laborde & Perrin, 2005). *Milieu* dapat terdiri dari: tugas yang harus diselesaikan; alat material atau simbolik yang disediakan (misalnya, artefak, teks informatif, data); pengetahuan siswa sebelumnya; dan pengaturan kelas dan aturan untuk beroperasi dalam situasi tersebut yang menentukan siswa berinteraksi dengan siswa lainnya (Strømskag, 2017). Implementasi situasi adidaktis pada tahap awal pembelajaran, guru harus menciptakan aktivitas pembelajaran yang memungkinkan siswa menggunakan pengalaman dan pengetahuan belajar yang dimiliki sebelumnya (González-Martín *et al.*, 2014), misalnya tahap observasi situasi otentik dalam interpretation-construction design model (Zulkarnaen, 2018). Selanjutnya, proses pembelajaran dilanjutkan dengan mengintegrasikan situasi adidaktis dengan situasi didaktis. Situasi didaktis adalah guru memberikan intervensi langsung dalam proses pembelajaran. Sebagai contoh, Integrasi situasi adidaktis dengan situasi didaktis dalam proses pembelajaran tahap observasi situasi otentik dan tahap *cognitive apprenticeship* dalam *interpretation-construction design model* (Zulkarnaen, 2018).

Hubungan antara siswa dan guru dalam situasi disebut *didactical contract* atau kontrak didaktis (Miyakawa & Winsløw, 2009). Terdapat berbagai macam jenis kontrak didaktis, diantaranya: macro, meso, dan micro (Hersant & Perrin-Glorian, 2005). Pembelajaran sebagai kombinasi proses adaptasi dan altikurasi (Artigue & Bosch, 2014), dan integrasi situasi didaktis dan adidaktis. Situasi adidaktis adalah situasi ketika siswa mencoba menyelesaikannya tugas tanpa bimbingan guru dan tanpa penalaran didaktis, sedangkan situasi didaktis merupakan kerangka kerja sistematis untuk menyelidiki proses pembelajaran dan mendukung desain didaktis dalam pembelajaran matematika (Strømskag, 2017). Integrasi situasi didaktis dan adidaktis disebut kontrak didaktis

dengan didaktis dengan guru mengambil peran untuk mengaturnya (Artigue & Bosch, 2014).

Terdapat dua pendekatan dalam mendesain pembelajaran, yaitu: berdasarkan kerangka teoritis dan berdasarkan analisis tugas (Miyakawa & Winsløw, 2009). Desain pembelajaran berdasarkan kerangka teoritis adalah merancang pembelajaran berdasarkan analisis tugas-tugas matematika sesuai dengan prinsip-prinsip teoritis yang diajukan dalam suatu teori belajar. Sedangkan, pembelajaran dirancang berdasarkan analisis tugas matematika sesuai dengan pengalaman guru dalam implementasi pembelajaran di kelas. Salah satu teori belajar dalam mendesain pembelajaran adalah *theory of didactical situation* (TDS) (Brousseau, 1997). Mengacu TDS bahwa pembelajaran terjadi karena interaksi guru, siswa dan *milieu* (kondisi lingkungan pembelajaran yang disiapkan oleh guru).



Gambar 1 Desain Pembelajaran Matematika (Strømskag, 2017)

Gambar 1 merupakan model teoritis dalam desain pembelajaran sebagai representasi dari konsep dan prinsip dari TDS. Analisis epistemologis materi matematika merupakan analisis awal sesuai dengan konsepsi materi dan analisis apriori yang bertujuan untuk memahami secara mendalam tentang konstruksi pengetahuan dan desain situasi pembelajaran. Dalam analisis epistemologis terbagi kedalam dua tahapan, yaitu: analisis materi dan analisis didaktis. Analisis materi bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan hambatan epistemologis, dan mendukung pencarian situasi fundamental yang merepresentasikan materi tersebut. Analisis didaktis berdasarkan hasil penelitian

sejenis yang berkaitan dengan pembelajaran yang akan dilakukan. Analisis epistemologis akan menghasilkan model epistemologis. Model epistemologis dirancang sedemikian rupa untuk membuat memantau kemajuan pengetahuan siswa secara bertahap, berdasarkan pada proses adaptasi siswa dengan *milieus*. Model epistemologis merupakan dasar bagi guru dalam mengimplementasikan pembelajaran termasuk pemberian tugas. Institusionalisasi melibatkan pengkajian ilmiah dan dekontekstualisasi model epistemologis yang telah tervalidasi serta membandingkan hasil analisis didaktis yang dihasilkan dari analisis epistemologis. Pada tahap ini guru membandingkan pengetahuan (materi) matematika yang diperoleh siswa meliputi terminologi matematika formal dari situasi adidaktis, karena Pembelajaran sebagai kombinasi proses adaptasi dan altikurasi.

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya, dalam mendesain pembelajaran sebaiknya guru terlebih dahulu mempunyai informasi mengenai pengetahuan prasyarat yang dimiliki oleh siswa, strategi berpikir yang digunakan siswa, level berpikir siswa, dan variasi aktivitas pembelajaran yang dapat mempermudah siswa dalam mengembangkan pemikiran dalam mempelajari materi matematika yang akan diajarkan. Informasi tersebut memuat lintasan belajar, lintasan belajar atau *learning trajectory* merupakan cara untuk mendeskripsikan aspek pedagogis dan didaktis dalam pembelajaran matematika (Arnellis *et al.*, 2018), yang memberikan kemudahan bagi guru dalam menentukan dan merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, dan pendukung terhadap dalam mengembangkan kurikulum, melalui lintasan belajar guru mampu mengembangkan cara berpikir siswa dan menyediakan kegiatan pembelajaran yang sesuai demi mencapai tujuan pembelajaran (Clements & Sarama, 2004).

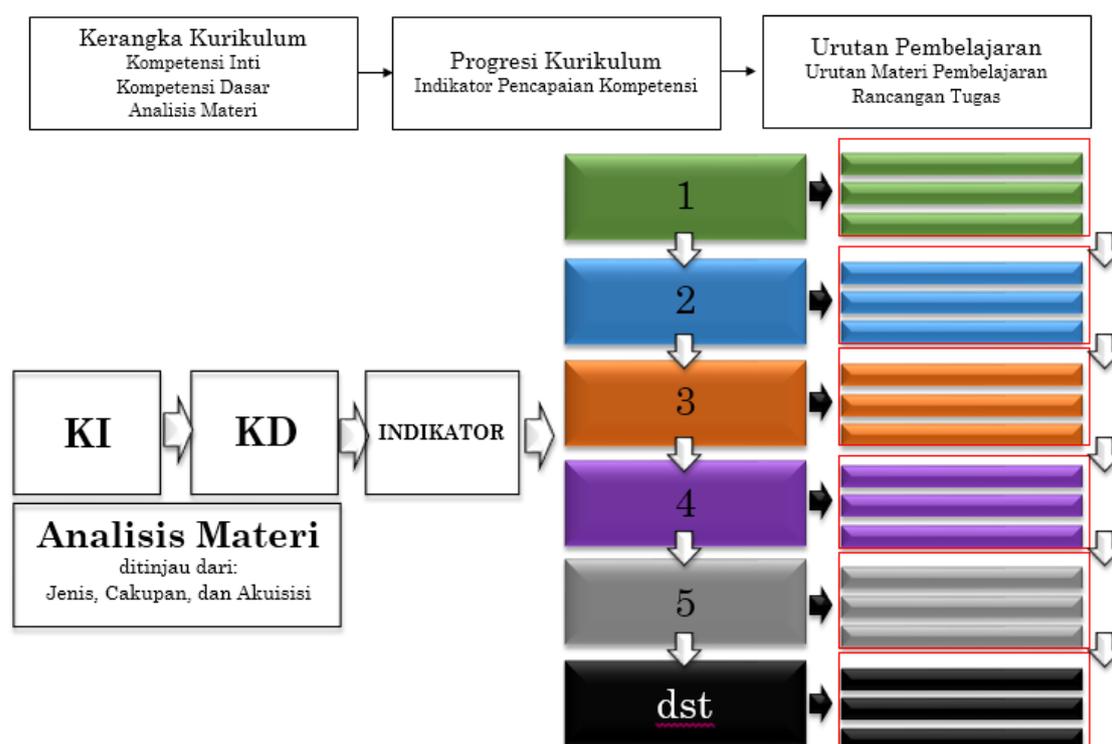
Konsep lain yang dapat digunakan dalam mendesain pembelajaran adalah *learning progressions* (disingkat LP). LP menawarkan suatu pendekatan dalam mengembangkan materi yang sedang diajarkan dengan menentukan “jalur” yang akan ditempuh oleh siswa dalam mempelajari materi. LP dapat memberikan informasi kepada guru tentang apa yang diharapkan dari siswanya. LP mengidentifikasi poin penting di sepanjang jalur dengan pengetahuan dan keterampilan siswa cenderung tumbuh serta berkembang dalam materi yang sedang diajarkan (Daro *et al.*, 2011). LP merupakan suatu rancangan materi pembelajaran dalam menentukan jalur potensial yang dapat dilalui siswa ketika mengembangkan pengetahuan dan kemampuan kompetensi dalam materi pembelajaran tersebut (Ellis *et al.*, 2014). Terkadang LP sering diartikan sebagai *learning trajectory*, akan tetapi keduanya memiliki dasar teori yang berbeda. LP biasanya menyajikan konstruksi atau target kemampuan yang diharapkan, memuat tujuan pembelajaran, bukti pencapaian tujuan pembelajaran, dan tugas-tugas yang dirancang untuk mendorong pencapaian itu (Ellis *et al.*, 2014). Perbedaan LP dengan LT disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbedaan antara *Learning Progesion* dan *Learning Trajectory*

<i>Learning Progesion</i>		<i>Learning Trajectory</i>	
Konstruksi	Menentukan kompetensi yang harus dicapai dalam suatu materi pembelajaran	Konsep	Menentukan tahapan berpikir siswa dalam mempelajari suatu materi pembelajaran
	Konstruksi pengetahuan dalam bentuk matematika formal		Konsep yang termuat dalam materi pembelajaran dielaborasi dalam aktivitas mental siswa

Tujuan Pembelajaran	Mendeskripsikan kemampuan matematis yang harus dicapai siswa	Karakteristik	Mendeskripsikan cara berpikir siswa (<i>ways of thinking</i>)
	Menentukan target pembelajaran yang harus dicapai siswa		Mengidentifikasi skema yang relevan
Bukti	Mejelaskan proses pembelajaran yang harus dicapai	Contoh	Menjelaskan konsepsi matematika berdasarkan aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan
	Berdasarkan domain matematika		Berdasarkan aktivitas siswa selama pembelajaran
Tugas	Dikembangkan dari analisis materi pembelajaran	Aktivitas	Dikembangkan dari analisis retrospektif
	Bertujuan mengidentifikasi kinerja siswa dalam pembelajaran		Pengembangan konsep matematika yang sedang diajarkan
	Masalah yang berdiri sendiri		Memuat konteks dan hubungan pedagogis.

LP mengidentifikasi materi untuk memfasilitasi perkembangan pengetahuan siswa melalui pengorganisasian tujuan pembelajaran, sedangkan LT menekankan kepada konsep yang akan diajarkan dan serangkaian aktivitas pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran (Fonger *et al.*, 2017). Lebih lanjut, perbedaan kontras diantara keduanya yaitu LT menekankan kepada karakterisasi proses belajar siswa (misalnya, skema berpikir siswa) berasal dari aktivitas siswa yang diarahkan pada tujuan selama pembelajaran, sedangkan LT menekankan kepada identifikasi pemikiran siswa terlibat dalam proses pembelajaran. Kerangka konsep *learning progression* dalam mendesain pembelajaran disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kerangka Konsep *Learning Progression* dalam Mendesain Pembelajaran (sumber dimodifikasi dari Fonger *et al.*, 2017)

Sebagaimana disajikan pada Gambar 2, salah satu tahap dari *learning progression* dalam mendesain pembelajaran adalah analisis materi yang akan diajarkan. Analisis materi merupakan metode penelitian yang memanfaatkan seperangkat prosedur untuk menarik kesimpulan yang valid dari buku teks atau sumber relevan. Analisis materi ditinjau dari tiga kajian, yaitu: jenis (meliputi: fakta, konsep, prinsip, prosedur, sikap dan keterampilan yang akan diperoleh siswa ketika mempelajari materi), Cakupan (meliputi: materi utama dan materi penunjang), dan akuisisinya (meliputi: linier digunakan untuk menentukan urutan materi, akumulatif digunakan untuk menemukan ruang lingkup, praktikal digunakan untuk menentukan sifat materi yang membutuhkan praktek, dan eksperimental digunakan untuk menentukan materi yang membutuhkan ujicoba untuk memperoleh pengalaman belajar).

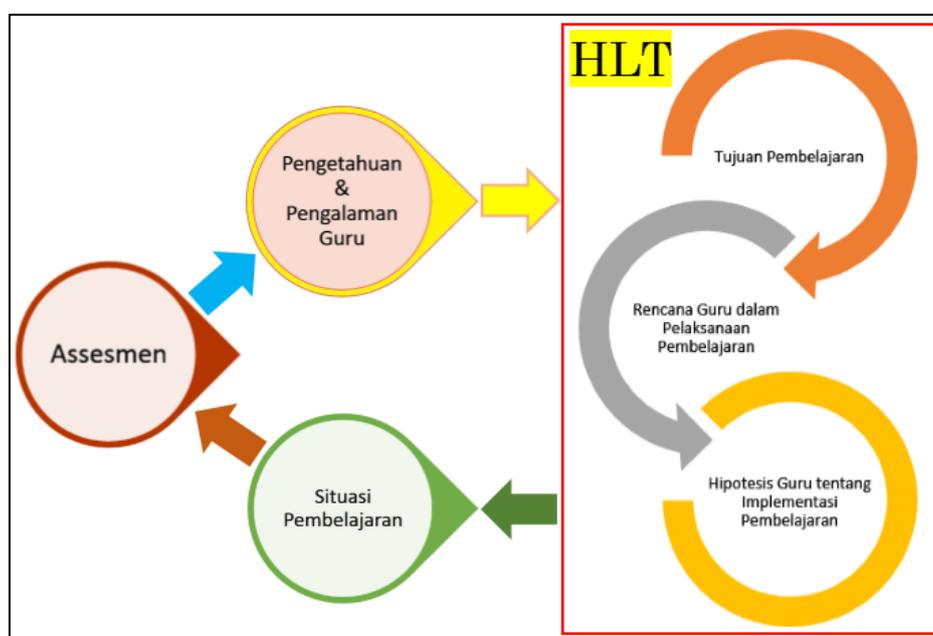
Merumuskan desain pembelajaran perlu memperhatikan tiga komponen, yaitu: tujuan pembelajaran, lintasan belajar, dan tugas pembelajaran yang dicanangkan (Clements & Sarama, 2004). Tujuan pembelajaran yang ditetapkan oleh guru berdasarkan kepada kompetensi dasar yang termuat dalam kurikulum yang memuat objek matematika dan kemampuan matematis yang diharapkan; Lintasan belajar menggambarkan level berpikir siswa, dimulai dari mengajarkan materi matematika yang mudah sampai yang sukar melalui bimbingan dan arahan kepada siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran; serangkaian tugas yang sesuai dengan tingkat berpikir siswa yang mampu membantu siswa belajar tentang objek matematika yang termuat dalam materi yang sedang diajarkan dan kemampuan matematis yang dibutuhkan untuk mencapai suatu tingkatan berpikir.

Pengalaman guru dalam pembelajaran matematika memberikan petunjuk tentang lintasan belajar (*learning trajectory*) yang akan dialami oleh siswa ketika mempelajari satu materi yang akan diajarkannya. Pengalaman tersebut sejatinya membuat guru

memikirkan lebih awal dalam mempersiapkan antisipasi pedagogis-didaktis yang akan dilakukan, sehingga guru dapat memformulasikan serangkaian aktivitas belajar siswa menjadi lebih optimal. Antisipasi pedagogis-didaktis bermuara dalam suatu hipotesis lintasan belajar (*hypotetical learning trajectory*, disingkat HLT).

HLT merupakan hasil pemikiran guru dalam membayangkan bagaimana cara berpikir dan proses belajar siswa pada suatu situasi pembelajaran. Simon (1995) mengemukakan bahwa komponen HLT terdiri dari tiga bagian, yaitu: tujuan belajar siswa, kegiatan pembelajaran yang akan dialami siswa, dan hipotesis tentang proses pembelajaran yang akan dialami oleh siswa. Tujuan pembelajaran identik dengan kompetensi dasar namun lebih spesifik disesuaikan dengan karakteristik (kognitif dan afektif) siswa serta kurikulum yang dicanangkan. Kegiatan pembelajaran merupakan serangkaian aktivitas belajar yang akan dialami oleh siswa ketika mempelajari materi sesuai dengan kurikulum yang dicanangkan. Selanjutnya, hipotesis berkaitan dengan dugaan guru mengenai pemikiran siswa dalam kegiatan pembelajaran serta memuat antisipasi pedagogis-didaktis untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Ilustrasi penyusunan HLT dalam mendesain pembelajaran disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dimaknai bahwa penyusunan HLT yang dibuat oleh guru sangat dipengaruhi oleh pengetahuan dan pengalaman pembelajaran yang dapat berbentuk: informasi tentang kesulitan, hambatan atau kesalahan yang dialami oleh siswa sebelumnya dalam mempelajari materi yang akan diajarkan, materi prasyarat yang diperlukan oleh siswa ketika akan mempelajari materi yang akan diajarkan, kemampuan matematis yang diperlukan selama proses pembelajaran berlangsung, lintasan belajar yang akan dialami oleh siswa selama proses pembelajaran, dan teori belajar yang mendukung proses pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa dan materi yang akan diajarkan.



Gambar 3 Penyusunan HLT dalam mendesain Pembelajaran

HLT sebagai cara menggambarkan pemikiran pedagogik yang terlibat dalam mengajar matematika (Simon, 1995), dan HLT bersifat hipotesis yang tidak selalu benar karena proses yang terjadi dalam kelas yang bersifat unik dan kompleks. HLT merupakan

hipotesis mengenai cara berpikir siswa selama pembelajaran dengan pertimbangan tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, proses berpikir siswa, serta antisipasi pedagogis-didaktis yang dilakukan guru. HLT yang telah dirancang oleh guru dan diimplementasikan dalam situasi pembelajaran serta dianalisis luaran (hasil pembelajaran) akan menghasilkan teori pembelajaran lokal (*local instructional theory*, disingkat LIT). LIT merupakan teori proses pembelajaran pada suatu materi matematika tertentu dengan aktivitas yang mendukung (Gravemeijer & Van Eerde, 2009); LIT meliputi tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran dan alat-alat yang digunakan, dan konjektur proses pembelajaran yang mengembangkan pemikiran dan pemahaman siswa saat kegiatan pembelajaran (Gravemeijer, 2004). Perbedaan antara LIT dan HLT adalah HLT memberikan informasi yang disesuaikan dengan karakteristik siswa tertentu pada materi matematika tertentu, sedangkan LIT memuat seluruh urutan pembelajaran dan menggambarkan perkembangan HLT (Gravemeijer dalam Nickerson & Whitacre, 2010).

Contoh keterkaitan *learning trajectory*, *hypotetical learning trajectory* dalam mendesain pembelajaran disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3

Contoh Keterkaitan LIT, LT, dan HLT dalam Materi Luas Permukaan dan Balok

Tahap	Uraian
Identifikasi Masalah	Materi luas permukaan tugas yang diberikan oleh guru lebih banyak didominasi dengan pemberian soal untuk langsung menghitung luas permukaan, dengan pelaksanaan pembelajaran umumnya dimulai dengan penyajian materi, memberikan rumus dan contoh soal, setelah itu siswa diberi soal-soal latihan yang dikerjakan dengan menggunakan rumus yang sudah diberikan oleh guru (Kusumawati, 2011)
	Secara mekanistik, siswa menggunakan rumus penyelesaian luas permukaan kubus dan balok yang sudah diberikan oleh guru. Kegiatan pembelajaran lebih terpusat pada guru sebagai pemberi informasi, dan pembelajaran cenderung satu arah dengan guru memberikan instruksi mengenai penerapan rumus-rumus tanpa adanya kegiatan yang dapat memberikan pemahaman menyeluruh mengenai materi yang sedang dipelajari.
Lintasan Belajar yang diharapkan	<i>Learning trajectory</i> pada materi kubus dan balok dimulai dengan menggunakan kotak-kotak berbentuk kubus dan balok yang dapat dibongkar pasang hingga membentuk jaring-jaring atau bangun dua dimensi. Selanjutnya, siswa diberi panduan hingga dapat menemukan konsep luas permukaan kubus dan balok.
LIT yang sudah diidentifikasi	Luas permukaan adalah penutup dari bangun tiga dimensi, dan untuk menentukan luas permukaan kubus dan balok dapat menghitung luas setiap sisi dan menjumlahkannya melalui menggunakan kotak berbentuk kubus dan kotak berbentuk balok yakni dengan cara membongkar kotak tersebut hingga

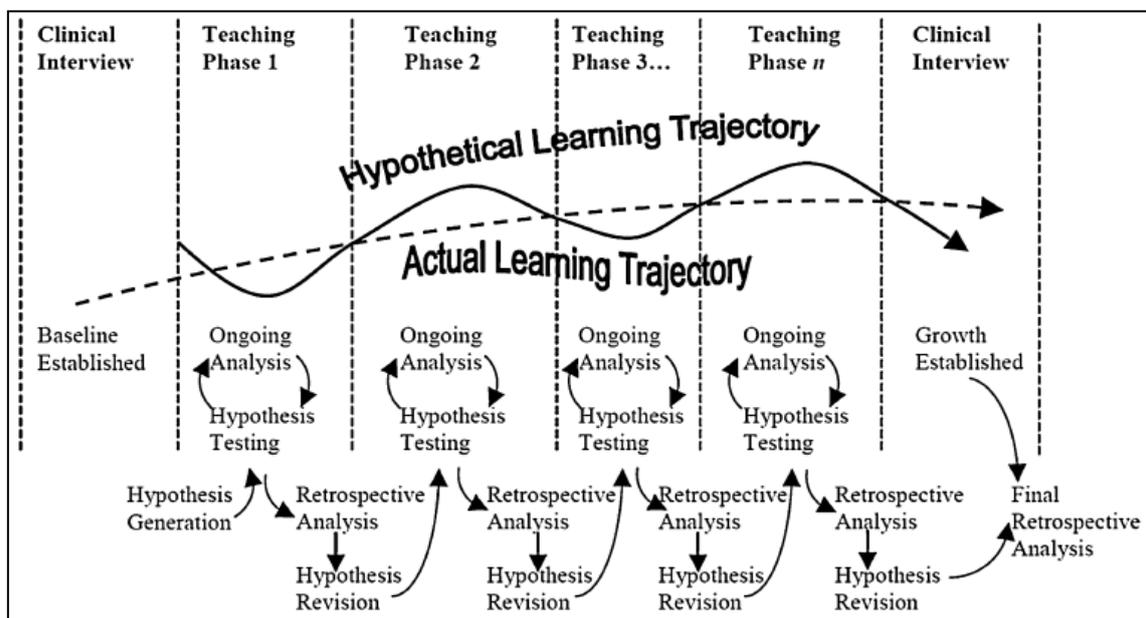
Tahap	Uraian
	membentuk jaring-jaring atau bangun dua dimensi (Keshway, 2013).
HLT dalam materi menentukan luas permukaan kubus dan balok	<p>Aktivitas pembelajaran dimulai dengan melakukan identifikasi terhadap bangun ruang kubus dan balok, siswa diminta menyebutkan benda-benda apa saja yang berbentuk kubus dan balok yang ada pada situasi dunia nyata. Aktivitas ini bertujuan untuk membangun pemahaman dasar siswa tentang konsep luas permukaan kubus dan balok. Siswa diminta untuk menggambar jaring-jaring kubus dan balok berdasarkan pengalaman dan pengetahuannya dari benda yang berbentuk kubus dan balok disekitarnya, melalui jaring-jaring ini siswa diarahkan pada aktivitas memahami bahwa jaring-jaring merupakan bangun dua dimensi yang memiliki kaitan dengan bangun tiga dimensi.</p> <p>Berdasarkan aktivitas pembelajaran sebelumnya siswa diminta untuk menuliskan kembali definisi luas permukaan berdasarkan pengalaman belajar disertai panduan guru. Dalam aktivitas ini, diharapkan siswa mampu mendefinisikan bahwa luas permukaan adalah luas semua sisi bangun datar, dilanjutkan dengan menentukan luas pada tiap sisi-sisi kemudian siswa menjumlahkan semua luas sehingga diperoleh luas permukaan.</p>

Sumber: dimodifikasi dari Refianti & Adha (2018).

Konsepsi dalam mendesain pembelajaran berbasis riset sebagaimana telah diuraikan pada bagian sebelumnya, memberikan petunjuk kepada guru tentang kerangka kerja sebelum pembelajaran, selama pembelajaran, dan sesudah pembelajaran. Ketiga kerangka kerja tersebut (Sebelum → Selama → Sesudah pembelajaran) dapat digunakan oleh guru sebagai penelitian desain dan pengembangan pembelajaran matematika untuk meningkatkan kompetensi guru dan efektivitas pembelajaran. Penelitian desain dan pengembangan diantaranya adalah Penelitian Desain model Gravemeijer & Cobb (2006).

Penelitian Desain Pembelajaran Model Gravemeijer & Cobb (2006) dibagi kedalam tiga tahapan, yaitu: *preparing the experiment, conducting the experiment*, dan *restropective analysis* (lihat Gambar 4). *Preparing for the Experiment* (Tahap Persiapan) yang bertujuan untuk merumuskan hipotesis lintasan belajar (*hypotetical learning trajectory*, disingkat HLT) melalui identifikasi objek matematika dan kemampuan matematis yang termuat dalam kompetensi dasar, pengetahuan dan kemampuan prasyarat, hambatan pedagogis-didaktis berdasarkan pengalaman guru sebelumnya. Selain itu, dalam merumuskan HLT difokuskan kepada serangkaian aktivitas pengetahuan siswa terhadap materi yang akan diajarkan dan dugaan aktivitas yang dilakukan siswa dan antisipasi yang akan dilakukan dalam proses belajar berdasarkan teori pembelajaran yang relevan. *Conducting the Experiment*, yang bertujuan untuk menguji dan memperbaiki HLT yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dalam siklus kegiatan uji coba. Pada setiap siklus, rancangan HLT diujicobakan secara terbatas dengan mengharapkan menghasilkan suatu HLT baru yang akan diujicobakan pada siklus berikutnya. *Retrospective Analysis*, dalam tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi HLT yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya dalam kegiatan eksperimen, hasil analisis

sangat bergantung kepada teori dan desain penelitian. Analisis retrospektif dilakukan dengan menganalisis hasil dari semua alat pengumpul data yang digunakan, meliputi: hasil kerja siswa, catatan lapangan dalam kegiatan diskusi, tes dan nontes yang dilakukan.



Gambar 4 Penelitian Desain model Gravemeijer & Cobb (2006)

Contoh desain penelitian Model Gravemeijer & Cobb (2006) dalam topik barisan dan deret di Kelas IX disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Contoh Penelitian menggunakan Model Gravemeijer & Cobb (2006)

Tahap	Uraian
<i>preparing the experiment</i>	<p>Analisis Kurikulum. Pada kurikulum matematika SMP kelas IX terdapat materi barisan dan deret, pada kurikulum matematika SMA juga terdapat materi barisan dan deret yang sama dengan SMP dan ditambah dengan barisan dan deret takhingga. Topik pola bilangan, barisan dan deret sudah tepat diajarkan di kelas IX apabila menggunakan masalah kontekstual yang dekat siswa, dan siswa menemukan konsepnya (menemukan rumus sendiri) sehingga pembelajaran akan lebih bermakna.</p> <p>Analisis Konsep. Materi pola bilangan haruslah diajarkan terlebih dahulu, dikarenakan siswa akan mengenal tentang urutan bilangan yang memiliki beda dan rasio yang konstan. Siswa juga akan dapat melanjutkan suatu barisan bilangan dengan menentukan pola secara umum. Selanjutnya menentukan suku ke-n dalam barisan aritmetika, karena siswa sudah mampu membuat pola bilangan secara umum. Kemudian, menentukan jumlah n suku pertama pada deret aritmetika, topik ini diajarkan setelah barisan aritmatika</p>

Tahap	Uraian
	<p>karena deret aritmatika adalah jumlah dari suku-suku pada barisan aritmetika. Selanjutnya menentukan suku ke-n pada barisan geometri, topik ini diajarkan setelah selesai membahas barisan aritmetika yang memiliki ciri yaitu bedanya selalu konstan padahal pada barisan geometri ciri-ciri urutan bilangannya memiliki rasio yang konstan. Menentukan jumlah n suku pertama deret geometri diajarkan pada bagian akhir karena siswa telah paham dengan barisan geometri, karena deret geometri merupakan jumlah dari suku-suku pada barisan geometri.</p> <p>Analisis Siswa dan Guru. Menelaah siswa dijadikan pertimbangan dalam menentukan lintasan belajar (<i>learning trajectory</i>), dan menelaah guru terhadap perannya dalam proses pembelajaran</p> <p>Kajian Litelatur. Digunakan untuk menganalisis teori dan konsep yang berkaitan dengan pengembangan alur topik barisan dan deret.</p> <p>Hypotetical Learning Trajectory, terdiri dari:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. HLT Mengenal Pola Bilangan <ol style="list-style-type: none"> a. aktivitas mengenal pola bilangan naik dengan konteks jadwal les beberapa anak. b. Aktivitas mengenal pola bilangan turun dengan kontek uang jajan anak kos. 2. HLT Menemukan konsep suku ke-n Barisan Aritmetika <ol style="list-style-type: none"> a. Aktivitas menemukan konsep suku ke-n barisan aritmetika dengan pola naik melalui penyusunan batang korek api menjadi segitiga-segitiga sama sisi. b. Aktivitas menemukan konsep suku ke-n barisan aritmetika dengan pola turun melalui penyusunan batang korek api menjadi persegi-persegi. 3. HLT Menemukan Konsep Jumlah suku pertama Deret Aritmetika. <ol style="list-style-type: none"> a. Aktivitas menemukan konsep jumlah suku pertama deret aritmetika dengan pola naik melalui perhitungan jarak yang diempuh seseorang dalam permainan memungut bola. b. Aktivitas menemukan konsep jumlah n suku pertama deret aritmetika dengan pola turun melalui perhitungan jumlah pesanan sepatu pada sebuah pabrik yang menurun secara konstan. 4. HLT Menemukan Konsep Suku ke-n pada Barisan Geometri <ol style="list-style-type: none"> a. Aktivitas menemukan konsep suku ke-n barisan geometri dengan rasio besar dari 1 melalui

Tahap	Uraian
	<p>perhitungan terhadap gaji yang ditawarkan pada sebuah perusahaan.</p> <p>b. Aktivitas menemukan konsep suku ke-n barisan geometri dengan rasio lebih kecil dari 1 melalui perhitungan terhadap panjang tali pramuka yang di potong selalu menjadi dua bagian sama besar.</p> <p>5. HLT Menemukan Jumlah n Suku Pertama Deret Geometri.</p> <p>a. Aktivitas menemukan konsep jumlah n suku pertama deret geometri dengan rasio lebih besar dari 1 melalui perhitungan terhadap jumlah followers pada akun media sosial facebook.</p> <p>b. b. Aktivitas menemukan konsep jumlah n suku pertama deret geometri dengan rasio lebih kecil dari 1 melalui perhitungan terhadap jumlah hotel yang digunakan tim bola dengan pertandingannya menggunakan sistem gugur.</p>
<i>Conducting the experiment</i>	Pelaksanaan uji lapangan dilakukan sebanyak 5 kali pertemuan dan 1 kali pertemuan lagi tes kemampuan penalaran matematis siswa. Aspek penilaian observasi mengacu kepada lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan RME dan video. Obsevasi dilakukan oleh tiga orang observer.
<i>Restropective analysis</i>	Refleksi dilakukan setiap akhir pertemuan agar diketahui apa saja yang harus diperbaiki pada setiap pertemuan sehingga proses pembelajaran semakin membaik.

Sumber: Ramadoni (2017)

Kesimpulan

Desain pembelajaran berbasis merupakan suatu proses untuk memperoleh informasi objektif dari pelaku pembelajaran (Siswa atau Guru) yang dapat digeneralisasi pada berbagai situasi pembelajaran. Desain pembelajaran berbasis riset akan menghasilkan temuan-temuan penting yang menunjang optimasilasi dan profesionalisme pelaku pembelajaran. Dengan demikian, Desaian pembelajaran berbasis riset membutuhkan informasi tentang aktivitas siswa dalam belajar menggunakan metode penelitian empiris.

Daftar Pustaka

- Aminah, S. (2019). Implementasi pembimbingan berkelanjutan dapat meningkatkan kompetensi guru dalam menyusun perangkat pembelajaran pada MTs Yapit Malakaji Kabupaten Gowa. *La Geografia*, 17(3), 218–227.
- Arnellis, Fauzan, A., & Arnawa, I. M. (2018). Using learning trajectory real function based on realistic mathematics education to increase high order thinking skills of the Students' at SMAN 10 Padang. *Proceedings of 2nd International Conference on Mathematics and Mathematics Education 2018 (ICM2E 2018)*, Padang: Desember 2018, 14–16.
- Artigue, M., & Bosch, M. (2014). Networking of theories as a research practice in mathematics education. In A. Bikner- & A. & S. Prediger (Eds.), *Networking of theories as a research practice in mathematics education* (pp. 47–65). Springer, Cham.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situation in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer.
- Brousseau, G. (2002). Theory of didactical situations in mathematics. In *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81–89.
- Daro, P., Mosher, F. A., & Corcoran, T. (2011). Learning trajectories in mathematics education: a foundation for standards, curriculum, assessment, and instruction. In *CPRE Research Report #RR-68*.
- Ellis, A. B., Weber, E., Lockwood, E., & Affairs, Y. (2014). The case for learning trajectories research. In D. Oesterle, S., Liljedahl, P., Nicol, C., & Allan (Ed.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36, (Vol.3, 1-8)*. Vancouver, Canada: PME.
- Fonger, N. L., Blanton, M., Isler, I., Knuth, E., Murphy, A. (2017). Developing a learning progression for curriculum, instruction, and student learning: an example from mathematics education. *Cognition and Instruction*, 0(0), 1–26.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van Den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75(1), 27–61.
- González-Martín, A. S., Bloch, I., Durand-Guerrier, V., & Maschietto, M. (2014). Didactic situations and didactical engineering in university mathematics: cases from the study of calculus and proof. *Research in Mathematics Education*, 16(2), 117–134.
- Gravemeijer, K. (2004). Mathematical thinking and learning local instruction theories as means of support for teachers in reform mathematics education. *Mathematical*

Thinking and Learning, 6(2), 105–128.

- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. M. And, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 17–51). New York: Routledge.
- Gravemeijer, K., & Van Eerde, D. (2009). Design research as a means for building a knowledge base for teachers and teaching in mathematics education. *Elementary School Journal*, 109(5), 510–524.
- Hasim, J. (2018). Analisis kesulitan guru IPS dalam menyusun perangkat pembelajaran di SMP Negeri Kecamatan Ibu. *Jurnal Geocivic*, 1(1), 8–13.
- Hersant, M., & Perrin-Glorian, M. J. (2005). Characterization of an ordinary teaching practice with the help of the theory of didactic situations. *Educational Studies in Mathematics*, 59(1–3), 113–151.
- Hung, W. (2009). The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, 4(2), 118–141.
- Jayadipura, Y. (2018). In house training untuk meningkatkan kemampuan guru dalam menyusun RPP. *IDAARAH*, 2(2), 260–268.
- Job, P., & Schneider, M. (2014). Empirical positivism, an epistemological obstacle in the learning of calculus. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 46(4), 635–646.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Kullberg, A., Runesson Kempe, U., & Marton, F. (2017). What is made possible to learn when using the variation theory of learning in teaching mathematics? *ZDM - Mathematics Education*, 49(4), 559–569.
- Laborde, C., & Perrin, J. (2005). Introduction teaching situations as object of research: empirical studies within theoretical perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 59, 1–12.
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2017). Using refutational text in mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 49(4), 509–518.
- Maarif, S., Setiarini, R. N., & Nurafni. (2020). Hambatan epistimologis siswa dalam menyelesaikan masalah sistem persamaan linear dua variabel. *Jurnal Didaktik Matematika*, 7(1), 72–89.

- Miyakawa, T., & Winsløw, C. (2009). Didactical designs for students' proportional reasoning: An "open approach" lesson and a "fundamental situation." *Educational Studies in Mathematics*, 72(2), 199–218.
- Nickerson, S. D., & Whitacre, I. (2010). A local instruction theory for the development of number sense. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(3), 227–252.
- Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016.
- Ramadoni. (2017). Pengembangan desain pembelajaran topik barisan dan deret berbasis realistic mathematics education di kelas IX SMP. Tesis pada Program Magister Prodi Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang: Tidak Diterbitkan.
- Rau, M. A., & Matthews, P. G. (2017). How to make 'more' better? Principles for effective use of multiple representations to enhance students' learning about fractions. *ZDM - Mathematics Education*, 49(4), 531–544.
- Refianti, R., & Adha, I. (2018). Learning trajectory pembelajaran luas permukaan kubus dan balok. *Journal of Mathematics Science and Education*, 1(1), 24–37.
- Rittle-Johnson, B., Loehr, A. M., & Durkin, K. (2017). Promoting self-explanation to improve mathematics learning: A meta-analysis and instructional design principles. *ZDM - Mathematics Education*, 49(4), 599–611.
- Rohimah, S. M. (2017). Analisis learning obstacles pada materi persamaan. *JPPM*, 10(1), 132–141.
- Roubides, P. (2015). An instructional design process for undergraduate mathematics curriculum online. *Procedia Computer Science*, 65(Iccmit), 294–303.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114–145.
- Strømskag, H. (2017). A methodology for instructional design in mathematics—with the generic and epistemic student at the centre. *ZDM - Mathematics Education*, 49(6), 909–921.
- Subroto, T., & Sholihah, W. (2018). Analisis hambatan belajar pada materi trigonometri dalam kemampuan pemahaman matematis siswa. *IndoMath: Indonesia Mathematics Education*, 1(2), 109.
- Tamba, K. P., & Siahaan, M. M. L. (2020). Pembuat nol sebagai hambatan didaktis dalam pertidaksamaan kuadrat. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 4(2), 292.
- Tambunan, D. (2016). Peningkatan kemampuan guru dalam menyusun RPP melalui

diskusi kelompok kerja guru (KKG) di SD Negeri 166324 Tebing Tinggi. *Elementary School Journal Pgsd Fip Unimed*, 6(1), 62–78.

Taufik, N. I. (2016). Pembinaan guru matematika SMA dalam menyusun RPP. *AdMathEdu: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Ilmu Matematika Dan Matematika Terapan*, 5(2), 151–160.

Verschaffel, L., Van Dooren, W., & Star, J. (2017). Applying cognitive psychology based instructional design principles in mathematics teaching and learning: introduction. *ZDM - Mathematics Education*, 49(4), 491–496.

Walkington, C., & Hayata, C. A. (2017). Designing learning personalized to students' interests: balancing rich experiences with mathematical goals. *ZDM - Mathematics Education*, 49(4), 519–530.

Zulkarnaen, R. (2018). *Peningkatan kemampuan pemodelan dan penalaran matematis serta academic self-concept siswa SMA melalui interpretation-construction design model*. Disertasi pada Program Studi Pendidikan Matematika SPs Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak diterbitkan.