



Learning trajectory berbasis proyek pada materi definisi himpunan

Widi Astuti^{1, a, *}, Ariyadi Wijaya^{2, b}

¹ SMP Negeri 2 Pejawaran

Jalan Raya Karang Sari Km 2 Pejawaran, Karang Sari, Pejawaran, Banjarnegara 53454, Indonesia

² Jurusan Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta

Jalan Colombo Nomor 1, Karangmalang, Yogyakarta 55281, Indonesia

E-mail: ^a widi.astuti9009@gmail.com, ^b a.wijaya@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article history

Received: 21 Oct. 2017

Revised: 5 Nov. 2020

Accepted: 11 Feb. 2021

Keywords

lintasan belajar, definisi himpunan, pembelajaran berbasis proyek, HLT, penelitian desain, *learning trajectory*, *hypothetical learning trajectory*, *definition of set*, *design research*

ABSTRACT

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan *learning trajectory* berbasis proyek yang dilalui siswa untuk memahami definisi himpunan. Penelitian desain ini menggunakan model Gravemeijer dan Cobb dengan tahapan yang terdiri atas: (1) *preparing for the experiment* yang mencakup penyusunan *hypothetical learning trajectory* (HLT); (2) *design experiment* yang mencakup pelaksanaan pembelajaran berdasarkan HLT yang telah dirancang; dan (3) *retrospective analysis*, yaitu membandingkan HLT dengan pembelajaran yang dilaksanakan. Pengembangan HLT menjadi *learning trajectory* diperoleh melalui serangkaian aktivitas yang dilaksanakan dengan pengumpulan data melalui dokumentasi, observasi, dan wawancara dengan guru dan siswa untuk mengklarifikasi dan mengonfirmasi alur belajar. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat memfasilitasi siswa dalam memahami definisi himpunan. *Learning trajectory* definisi himpunan berbasis proyek diperoleh melalui serangkaian aktivitas dengan empat level pemodelan. Level situasional berupa aktivitas survei kumpulan objek di sekolah. Pada level referensial, istilah “ciri-ciri yang sama”, “dapat didefinisikan”, dan “objek tambahan”, dan “kesepakatan” muncul melalui diskusi. Pada level generalisasi, siswa menuliskan himpunan dalam bentuk yang lebih umum. Terakhir, pada level formal, pemahaman yang siswa peroleh dari setiap aktivitas merupakan modal untuk membangun konsep tentang definisi himpunan.

This research aimed to describe the project-based learning trajectory passed through by students to understand the set definition. This design research used Gravemeijer and Cobb model with stages: (1) preparing for the experiment that includes developing hypothetical learning trajectory (HLT); (2) design of experiments which includes learning practices implementation based on the developed HLT; and (3) retrospective analysis, which was to compare HLT with learning practices. The development of HLT into a learning trajectory was obtained through a series of activities carried out by collecting data through documentation, observation, and interview with the teacher and students to clarify and confirm the learning trajectory. The results indicated that project-based learning could facilitate students to understand the definition of set. The learning trajectory was obtained through a series of activities with four levels of modeling. The situational level was in the form of a survey activity aimed to collect objects in the school area. At the referential level, the terms “common features”, “definable”, “additional objects”, and “agreement” emerged through discussion. At the generalization level, students wrote the set in a more general form. Lastly, at the formal level, the understanding that students get from each activity was a provision to construct a concept about set definition.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



How to Cite: Astuti, W., & Wijaya, A. (2020). Learning trajectory berbasis proyek pada materi definisi himpunan. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 254–266. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i2.16483>

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu yang penting bagi kehidupan manusia. Sebagaimana disebutkan dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (Kemendikbud, 2014) bahwa matematika merupakan ilmu universal yang berguna bagi kehidupan manusia dan juga mendasari perkembangan teknologi modern, serta mempunyai peran penting dalam berbagai disiplin dan memajukan daya pikir manusia. Oleh karena itu, matematika menjadi mata pelajaran wajib mulai dari jenjang sekolah dasar. Melalui pembelajaran matematika, cara berpikir siswa diharapkan dapat berkembang dengan baik karena matematika memiliki struktur dan keterkaitan yang kuat dan jelas antara konsep-konsep (Wibowo, 2017, p. 2). Dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2014 (Kemendikbud, 2014) juga disebutkan bahwa salah satu karakteristik matematika adalah pembelajarannya secara bertingkat dan kontinu serta ada keterkaitan antara materi yang satu dengan yang lainnya. Senada dengan hal tersebut Van de Walle et al. (2010, p. 13) menyatakan bahwa matematika itu sebagai ilmu tentang konsep dan proses yang mempunyai pola keteraturan dan urutan yang logis. Lebih lanjut *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)* (2000, p. 20) mengungkapkan bahwa prinsip pembelajaran matematika yaitu para siswa harus belajar matematika dengan pemahaman, secara aktif membangun pengetahuan baru dari pengalaman dan pengetahuan sebelumnya. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa untuk membangun konsep matematika dimulai dari konsep yang paling sederhana menuju konsep yang kompleks.

Himpunan merupakan salah satu kompetensi dalam mata pelajaran matematika. Menurut Barnett et al. (2008, p. 350), logika dan himpunan merupakan fondasi dari matematika. Lebih lanjut, Yee dan Hoe (2009, p. 159) menyebutkan bahwa himpunan merupakan dasar dari konsep matematika yang lebih rumit dan penalaran matematika. Karena sebagai fondasi dari matematika, berarti materi himpunan menjadi prasyarat bagi materi matematika yang lebih kompleks seperti fungsi maupun statistika. Selain itu, konsep himpunan yang harus dikuasai siswa di SMP merupakan prasyarat materi himpunan yang lebih kompleks pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi, yaitu SMA dan perguruan tinggi. Mengingat pentingnya materi himpunan maka pemahaman siswa tentang konsep himpunan juga harus baik. Namun demikian, pada kenyataannya, pemahaman siswa terhadap konsep himpunan masih belum memuaskan. Tabel 1 menyajikan hasil daya serap materi himpunan pada ujian nasional SMP untuk tingkat nasional pada tahun pelajaran 2013/2014 sampai dengan tahun pelajaran 2016/2017. Berdasarkan Tabel 1, penguasaan materi himpunan pada tahun 2013/2014 dan 2014/2015 termasuk dalam kategori cukup, sedangkan penguasaan materi himpunan pada tahun 2015/2016 ($M = 50,58$) dan 2016/2017 ($M = 47,82$) termasuk dalam kategori kurang.

Tabel 1. Daya serap materi himpunan pada ujian nasional SMP

Tahun pelajaran	Kemampuan yang diuji	Persentase
2013/2014	Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan himpunan	57,06
2014/2015	Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan himpunan	61,09
2015/2016	Peserta didik dapat menentukan diagram Venn dari dua himpunan yang dinyatakan dengan notasi pembentuk himpunan	46,18
	Peserta didik dapat menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan konsep irisan tiga himpunan yang irisannya diketahui	54,98
2016/2017	Diberikan himpunan yang memiliki n anggota, peserta didik dapat menentukan banyaknya himpunan bagian dari himpunan tersebut yang memiliki p anggota (p dan n bilangan bulat dengan $4 < n < 9$)	43,77
	Peserta didik dapat menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan konsep himpunan yang irisannya belum diketahui	51,87

Sumber: Puspendik (n.d.)

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru diperoleh bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membedakan kumpulan objek yang termasuk himpunan dan bukan himpunan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa kurang memahami definisi himpunan sebagai konsep dasar dalam belajar materi himpunan.

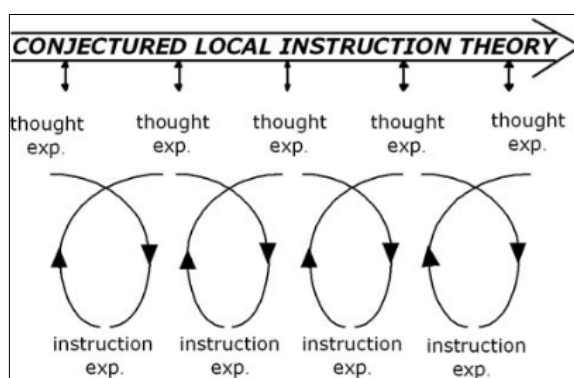
Dari hasil pengamatan pada proses pembelajaran himpunan, guru menggunakan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang kurang memperhatikan dugaan respons siswa. Rencana pembelajaran yang kurang mempertimbangkan keragaman respons siswa mengakibatkan serangkaian pembelajaran yang dikembangkan tidak sesuai dengan keragaman lintasan belajar (*learning trajectory*) masing-masing siswa (Suryadi, 2011, p. 2). Wilson et al. (2013, p. 103) menyebutkan bahwa *learning trajectory* matematika mendukung guru dalam menciptakan model dari pemikiran siswa serta menata kembali pemahaman guru tentang matematika dan penalaran siswa. *Learning trajectory* merupakan deskripsi tentang rute perkembangan level pemikiran siswa dalam suatu pembelajaran pada domain matematika tertentu melalui serangkaian tugas instruksional dan tujuan pembelajaran yang secara sengaja dirancang untuk menimbulkan respons yang dihipotesiskan (Clements & Sarama, 2004, p. 83). Simon (Simon & Tzur, 2004, p. 91) menyebutkan tiga komponen utama dari suatu *learning trajectory*, yaitu tujuan pembelajaran (*learning goals*), aktivitas pembelajaran (*learning activities*), dan hipotesis atau dugaan proses belajar siswa (*hypothetical learning process*).

Aktivitas pembelajaran yang dirancang pada penelitian ini adalah pembelajaran berbasis proyek. Pembelajaran berbasis proyek melatih siswa untuk bagaimana memanfaatkan sepenuhnya pengetahuan yang diperoleh, keterampilan, dan sikap untuk memecahkan masalah dan beradaptasi dengan keadaan yang tidak terduga dalam kehidupan nyata (Chang et al., 2011, pp. 265-266). Pembelajaran berbasis proyek atau *project-based learning* (PjBL) bukan hanya sebagai suatu model pembelajaran sederhana yang hanya bertujuan untuk memperoleh pengetahuan spesifik saja, akan tetapi juga menargetkan pada pembangunan pengetahuan siswa secara keseluruhan (Tamim & Grant, 2013, p. 74). Proyek pada penelitian ini dijadikan model bagi siswa untuk mengembangkan pengetahuannya sendiri dalam pembelajaran definisi himpunan. Pemodelan merupakan suatu aktivitas yang dapat menjembatani dunia matematika dengan dunia nyata (Wijaya, 2012, p. 47). Terdapat empat level pemodelan sebagaimana dikemukakan oleh Gravemeijer (1994), yaitu *situational*, *referential*, *general*, dan *formal*. Level *situational* adalah level paling dasar dari pemodelan, di mana pengetahuan dan model masih berkembang dalam konteks situasi yang digunakan. Level *situational* merupakan level di mana pengetahuan dan model masih berkembang dalam konteks situasi masalah yang digunakan. Level *referential* merupakan level dimana model dan strategi yang dikembangkan merujuk pada konteks. Level *general* merupakan level dimana model yang dikembangkan siswa sudah mengarah pada solusi yang bersifat matematis. Level *general* diperoleh dari hasil level *referensial* yang disajikan dalam bentuk yang lebih umum. Terakhir, level *formal* adalah level di mana siswa sudah bekerja dengan menggunakan simbol, representasi, dan konsep matematis.

Mengingat pentingnya *learning trajectory* dalam mendukung pembelajaran siswa, penelitian terkait penelusuran terhadap *learning trajectory* perlu untuk lebih dieksplorasi. Terlebih Wijaya et al. (2021) menyarankan bahwa penelusuran *learning trajectory* yang sesuai sangat penting untuk dilakukan mengingat hal tersebut dapat mendukung siswa dalam mengembangkan pemahamannya terhadap apa yang sedang dipelajarinya. Berbagai penelitian terdahulu telah berhasil menyelidiki *learning trajectory* siswa dalam mempelajari materi pembelajaran matematika. Sebagai contoh, penelitian Wijaya (2021) berhasil mendeskripsikan *learning trajectory* yang dilalui oleh siswa kelas VIII SMP dalam mempelajari konsep peluang melalui pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*). Selain itu, Risdiyanti et al. (2019) melalui penelitiannya telah berhasil mendeskripsikan *learning trajectory* siswa SMP dalam belajar konsep aritmetika sosial menggunakan permainan tradisional. Selanjutnya, Nursyahidah et al. (2020) telah berhasil mendeskripsikan *learning trajectory* siswa SMP dalam belajar materi kerucut dan penelitian Aisah (2019) pada materi volume prisma. Namun demikian, *learning trajectory* siswa SMP dalam belajar definisi himpunan belum banyak dieksplorasi, terlebih pada pembelajaran yang dirancang dengan berbasis proyek. Meskipun penelitian yang dilakukan oleh Manurung et al. (2018) telah mengeksplorasi desain pembelajaran untuk materi himpunan, penelitian tersebut berfokus pada penggunaan pendekatan pendidikan matematika realistik dan berfokus pada topik hubungan antar himpunan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan *learning trajectory* yang dilalui oleh siswa dalam membangun pemahamannya terhadap definisi himpunan dalam pembelajaran berbasis proyek. Melalui penelitian ini, *learning trajectory* pada pembelajaran definisi himpunan diharapkan dapat menstimulus penalaran siswa dalam mengonstruksi pemahamannya tentang definisi himpunan melalui aktivitas yang dirancang dan juga memberikan tambahan pemahaman baru bagi guru dalam merancang pembelajaran definisi himpunan.

METODE

Jenis penelitian ini adalah *design research* atau penelitian desain dengan menggunakan model Gravemeijer dan Cobb (2006, pp. 17-50) yang terdiri atas tiga tahap, yaitu: (1) *preparing for the experiment* (persiapan desain); (2) *design experiment* (pelaksanaan desain); dan (3) *retrospective analysis* (analisis tinjauan). Karakteristik dari *design research* adalah proses siklik seperti terlihat pada Gambar 1. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIIA SMP Negeri 2 Pejawaran, Banjarnegara, Jawa Tengah sebanyak 25 siswa untuk *design experiment*, sedangkan untuk *pilot experiment* adalah siswa kelas VIIB yang berjumlah 26 siswa.



Gambar 1. Siklus *design research* (Gravemeijer & Cobb, 2006, p. 28)

Prosedur penelitian mencakup langkah-langkah yang dilakukan peneliti sesuai dengan model penelitian desain yang digunakan. Langkah-langkah yang ditempuh peneliti ada tiga tahap, yaitu tahap pertama adalah *preparing for the experiment* (persiapan desain). Pada tahap ini, ada dua hal yang dilakukan, yaitu: (a) analisis kebutuhan berupa kajian literatur dan wawancara guru, di mana penelitian ini dimulai dengan mengkaji literatur mengenai *learning trajectory*, materi himpunan, serta metode yang tepat untuk mengajarkan materi himpunan sebagai basis untuk merumuskan dugaan awal dalam pembelajaran materi himpunan; dan (b) mendesain *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT), dimana ada tiga komponen dalam HLT, yaitu tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan hipotesis atau dugaan proses belajar siswa. Tahap kedua adalah *design experiment* (pelaksanaan desain). Tahap ini merupakan tahap pelaksanaan desain pembelajaran (HLT) yang telah dirancang pada tahap *preparing for the experiment*. Pelaksanaan desain ini terbagi menjadi dua tahapan, yaitu: (a) *pilot experiment* yang merupakan tahap uji coba dari desain HLT dan ditujukan untuk mengumpulkan data terkait penyesuaian HLT yang akan digunakan pada *teaching experiment*; dan (b) *teaching experiment*, dimana tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data guna menjawab pertanyaan penelitian. Tahap ketiga adalah *retrospective analysis* yang merupakan tahap akhir dari penelitian desain. Pada tahap ini, semua data yang telah diperoleh pada tahap *design experiment* dianalisis. Hasil analisis kemudian digunakan untuk memperbaiki HLT yang akan digunakan pada siklus selanjutnya.

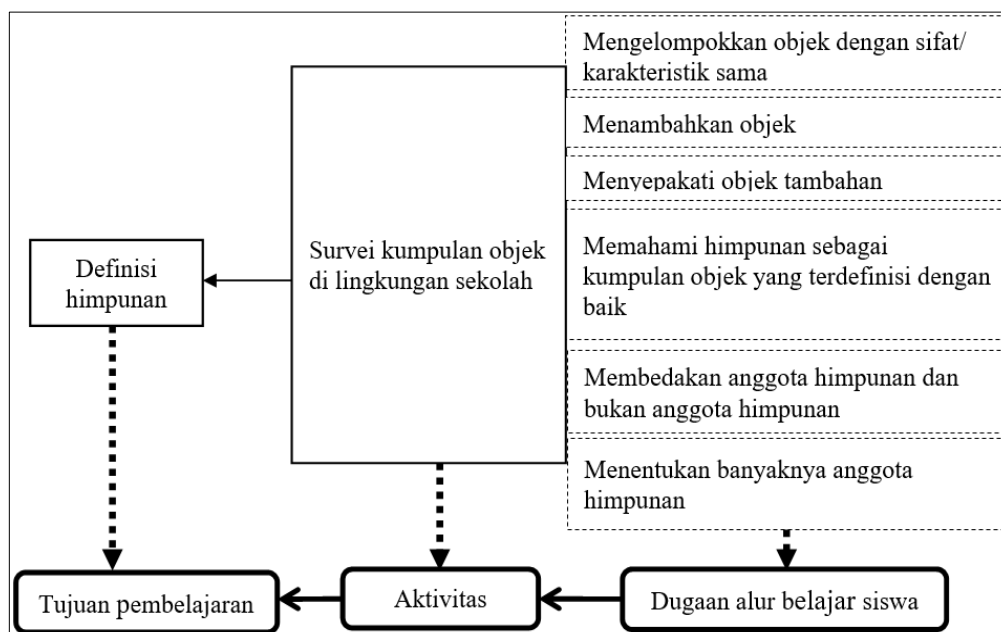
Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berbentuk data kualitatif berupa kata-kata dan hasil dokumentasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah HLT yang berupa dugaan alur belajar yang memuat tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan hipotesis proses belajar siswa. Selain itu, dalam penelitian ini juga dilakukan wawancara yang berfungsi untuk mengklarifikasi dan mengkonfirmasi respons siswa guna mengungkap alur belajar siswa sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ada. Wawancara dilakukan dengan menggunakan pedoman wawancara yang berisi pertanyaan yang bersifat terbuka dan mengacu pada tujuan penelitian. Selanjutnya, instrumen lain yang digunakan adalah lembar pengamatan, di mana instrumen ini digunakan untuk memperoleh data tentang keterlaksanaan HLT dalam pembelajaran yang mana data tersebut digunakan untuk memperbaiki HLT yang akan digunakan pada siklus selanjutnya. Dengan demikian, teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tiga cara, yaitu melalui dokumentasi, wawancara, dan pengamatan.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis kualitatif yang dilakukan dengan memperhatikan hasil pengumpulan data yang telah diperoleh terdiri dari pekerjaan siswa, hasil wawancara dengan siswa, dokumentasi proses pembelajaran, dan catatan observasi hasil pembelajaran pada saat *pilot experiment* dan *teaching experiment*. Data yang diperoleh tersebut kemudian dianalisis dengan

metode berikut. *Pertama*, metode deskriptif, di mana metode ini digunakan untuk menguraikan informasi yang terjadi dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran di kelas. *Kedua*, metode transkrip, dimana metode ini digunakan untuk mentransfer informasi rekaman ke dalam bahasa tulisan. *Ketiga*, metode klasifikasi, dimana metode ini digunakan untuk menginterpretasi hasil pengamatan yang diperoleh selama kegiatan pembelajaran. HLT yang dirancang dibandingkan dengan hasil analisis data dari pembelajaran yang sebenarnya. Hal ini dilakukan untuk memperoleh gambaran dan informasi mengenai bagaimana siswa mengonstruksi pengetahuan mereka tentang materi definisi himpunan. Berdasarkan hasil analisis data tersebut, HLT mengalami penyesuaian berdasarkan dugaan baru tentang pemikiran siswa yang berkembang selama kegiatan pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap *preparing for the experiment*, dihasilkan HLT untuk pembelajaran definisi himpunan. HLT ini terdiri atas tiga komponen. Komponen pertama adalah tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran dalam HLT yang telah disusun adalah siswa dapat membedakan kumpulan objek yang merupakan himpunan dan bukan himpunan, siswa dapat menyebutkan anggota dan bukan anggota himpunan, dan siswa dapat menentukan banyaknya anggota himpunan. Komponen kedua adalah aktivitas pembelajaran. Aktivitas pembelajaran dalam HLT dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memfasilitasi siswa dalam belajar definisi himpunan melalui kegiatan survei terhadap kumpulan objek yang ada di lingkungan sekolah. Komponen ketiga adalah dugaan proses belajar siswa. Dugaan proses belajar yang dilakukan oleh siswa dalam memahami definisi himpunan terdiri atas: (1) siswa menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas; (2) siswa menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas; (3) siswa tidak dapat menyebutkan kumpulan objek baik yang terdefinisi dengan jelas maupun tidak terdefinisi dengan jelas; (4) siswa menyebutkan tambahan objek yang termasuk dalam kumpulan objek yang mereka temukan; (5) siswa menyebutkan tambahan objek yang tidak termasuk dalam kumpulan objek yang mereka temukan; (6) siswa menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas sebagai himpunan; (7) siswa menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas sebagai himpunan; (8) siswa menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas sebagai himpunan dan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas bukan merupakan himpunan; (9) siswa dapat menyebutkan objek yang merupakan anggota himpunan dan objek yang bukan merupakan anggota himpunan; (10) siswa menyebutkan objek yang seharusnya anggota himpunan bukan merupakan anggota himpunan ataupun sebaliknya; (11) siswa dapat menentukan banyak anggota himpunan dengan membilang anggota himpunan; dan terakhir (12) siswa tidak dapat menentukan banyaknya anggota suatu himpunan. Kerangka dari HLT definisi himpunan berbasis proyek yang dihasilkan pada tahap *preparing for the experiment* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka HLT untuk pembelajaran definisi himpunan

Setelah HLT pembelajaran definisi himpunan berhasil dirancang, pada tahap *pilot experiment*, rancangan HLT tersebut diujicobakan pada siswa kelas VIIB yang terdiri atas 26 siswa. Dari pengamatan yang dilakukan pada hasil pelaksanaan uji coba diperoleh bahwa ada respons siswa yang diduga pada tahap *preparing for the experiment* tetapi belum muncul sesuai dengan yang diharapkan pada tahap *pilot experiment*. Respons siswa tersebut adalah siswa menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas. Hal ini diduga karena kurangnya contoh tentang kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan baik. Oleh karena itu, peneliti perlu melakukan perbaikan pada rancangan HLT dengan cara menambahkan contoh yang lebih banyak tentang kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan baik untuk siklus berikutnya, yaitu pada tahap *teaching experiment*. Gambar 3 menunjukkan aktivitas yang dilakukan oleh sekelompok siswa pada kegiatan survei dan Gambar 4 menunjukkan contoh hasil pekerjaan siswa pada tahap *pilot experiment*.



Gambar 3. Kegiatan survei pada tahap pilot experiment.

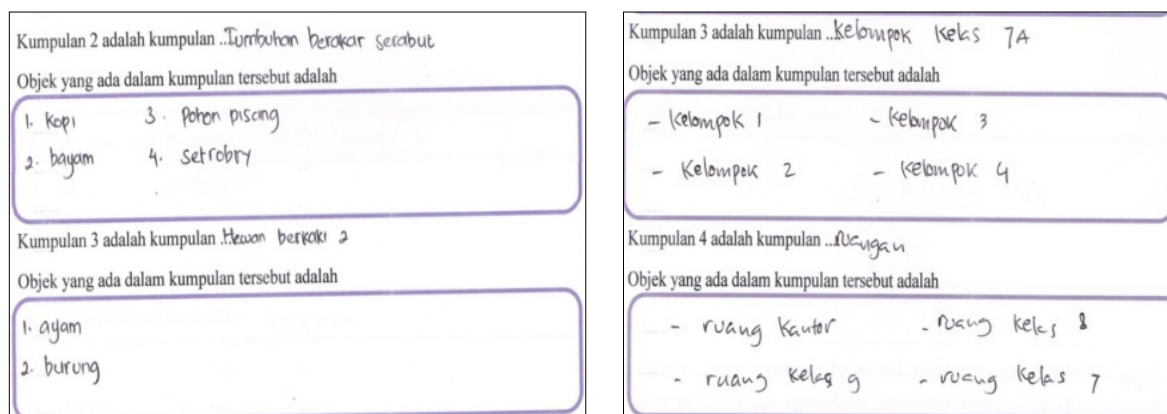
Hasil pengamatan terhadap pelaksanaan *pilot experiment* juga menyebabkan perbaikan pada HLT yang telah dirancang khususnya pada rencana aktivitas pembelajaran yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Perbaikan pada rencana aktivitas pembelajaran meliputi: (1) guru selalu mengingatkan siswa tentang waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek yang telah direncanakan sehingga dapat selesai tepat waktu; (2) membatasi ruang lingkup survei yaitu lingkungan sekitar kelas sehingga waktu survei yang terbatas dapat digunakan secara lebih efektif; (3) guru memberikan tugas kepada anggota kelompok yang berada di dalam kelas untuk mempelajari lebih lanjut LKS sehingga ketika survei, siswa yang tidak bertugas untuk survei di lingkungan sekitar kelas juga belajar di dalam kelas; dan (4) sebelum melaksanakan survei, guru memberikan contoh dari kumpulan objek yang ada di luar lingkungan sekolah walaupun pada LKS juga telah diberikan.

<p>a. Kumpulan 1 adalah kumpulan ...Alat tulis</p> <p>Objek yang ada dalam kumpulan tersebut adalah</p> <p>Pensil, Penghapus, Buku tulis, Buku gambar</p>	<p>Kumpulan 3 adalah kumpulan ...buku</p> <p>Objek yang ada dalam kumpulan tersebut adalah</p> <p>• buku matematika • buku Pkn • buku bahasa Indonesia • buku IPA</p>
<p>b. Kumpulan 2 adalah kumpulan ...siswa perempuan kelas VII-B</p> <p>Objek yang ada dalam kumpulan tersebut adalah</p> <p>Devi, Dian, Henni, Fara, Junifa</p>	<p>Kumpulan 4 adalah kumpulan ...jajan enak</p> <p>Objek yang ada dalam kumpulan tersebut adalah</p> <p>• sosis • coklat • bakwan</p>

Gambar 4. Hasil pekerjaan siswa pada tahap *pilot experiment*

Tahap *teaching experiment* merupakan tahap pelaksanaan HLT yang telah mengalami penyesuaian setelah pelaksanaan *pilot experiment*. *Teaching experiment* dilaksanakan pada kelas VIIA dengan jumlah siswa sebanyak 25. Tujuan pembelajaran pada tahap *teaching experiment* ini sama dengan tujuan pembelajaran pada tahap *pilot experiment*, yaitu: (1) siswa dapat membedakan kumpulan objek yang merupakan himpunan dan bukan himpunan; (2) siswa dapat menyebutkan anggota dan bukan anggota

himpunan; dan (3) siswa dapat menentukan banyaknya anggota himpunan. Aktivitas yang dirancang berupa survei kumpulan objek yang ada di lingkungan sekolah. Aktivitas ini diharapkan dapat mengarahkan siswa dalam memahami definisi himpunan, anggota himpunan, dan menentukan banyaknya anggota himpunan. Siswa bekerja secara berkelompok dan mengerjakan lembar kerja yang telah disediakan. Contoh hasil survei siswa tentang kumpulan objek yang ada di lingkungan sekolah pada saat *teaching experiment* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh hasil survei siswa pada tahap *teaching experiment*

Dari hasil survei yang ditunjukkan pada Gambar 5, diketahui bahwa siswa dapat menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas seperti kumpulan tumbuhan berakar serabut, kumpulan hewan berkaki dua, dan kumpulan ruangan. Siswa juga dapat menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas seperti kumpulan kelompok kelas 7A. Dari Gambar 5 juga terlihat bahwa siswa dapat menyebutkan objek yang termasuk dalam kumpulan objek yang mereka temukan. Selanjutnya untuk mengonfirmasi pemahaman siswa dilakukan wawancara yang dalam hal ini adalah wawancara antara peneliti dengan siswa 1.

Peneliti : Untuk kumpulan hewan berkaki dua, objek apa yang bisa ditambahkan?

Siswa 1 : Bebek dan burung gagak.

Peneliti : Apakah semua anggota kelompokmu **sepakat dengan tambahan objek itu?**

Siswa 1 : Iya Bu...semuanya **sepakat**.

Dari hasil wawancara dengan siswa 1 terlihat bahwa siswa dapat menyebutkan objek tambahan dari kumpulan objek yang mereka temukan dengan benar. Siswa juga dapat menentukan kesepakatan terhadap objek tambahan tersebut. Untuk mengonfirmasi pemahaman siswa tentang kumpulan objek yang merupakan himpunan dan bukan himpunan dilakukan wawancara lanjutan.

Peneliti : Dari kumpulan objek yang kamu telah kamu temukan, manakah yang merupakan himpunan?

Siswa 1 : Semuanya himpunan Bu.

Peneliti : Kenapa semua termasuk himpunan?

Siswa 1 : Karena objeknya punya **ciri-ciri yang sama dan dapat didefinisikan**.

Dari hasil wawancara dengan siswa 1, terlihat bahwa siswa dapat menyebutkan himpunan sebagai kumpulan objek yang mempunyai ciri-ciri yang sama dan dapat didefinisikan. Namun dari hasil pengamatan terhadap hasil kerja siswa tersebut belum dapat menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas sehingga dilakukan wawancara lanjutan untuk mengonfirmasi pemahaman siswa mengenai kumpulan objek yang bukan termasuk himpunan.

Peneliti : Jadi kalau pada kumpulan objek kita mau **menambahkan objek ternyata ada yang tidak setuju**, apakah kumpulan objek itu himpunan?

Siswa 1 : **Bukan himpunan**

Peneliti : Bisakah kamu sebutkan contoh kumpulan objek yang lain yang **bukan termasuk himpunan?**

Siswa 1 : **Kumpulan bunga yang indah**.

Dari hasil wawancara dengan siswa 1, dapat terlihat bahwa siswa 1 dapat memahami kumpulan objek yang bukan himpunan dengan bimbingan pertanyaan mengenai kesepakatan dari objek tambahan. Pemahaman mengenai definisi himpunan di sini diarahkan pada kesepakatan mengenai objek tambahan. Kesepakatan mengenai objek-objek yang dapat dimasukkan ataupun tidak dapat dimasukkan ke dalam suatu himpunan akan mengarahkan pada objek yang terdefinisi dengan baik sehingga membantu siswa dalam memahami definisi himpunan. Hal ini sesuai dengan Billstein et al. (1990, p. 49) yang menyebutkan bahwa sebuah himpunan yang berkaitan dengan matematika pasti terdefinisi dengan baik. Ini berarti jika diberikan suatu himpunan dan objek tertentu, maka objek tersebut dapat dimasukkan sebagai anggota dan bukan anggota himpunan. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa siswa 1 sudah dapat membedakan kumpulan objek yang merupakan himpunan dan bukan himpunan. Pengamatan dilanjutkan pada hasil pekerjaan siswa lain yang dapat menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas dan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas seperti yang tersaji pada Gambar 6.

1.	Kumpulan serangga	Himpunan	Karena dapat didefinisikan dengan jelas
2.	Kumpulan tanaman dikotil	Himpunan	Karena dapat didefinisikan dengan jelas
3.	Kumpulan kelompok kls 7A	Bukan himpunan	Karena tidak dapat didefinisikan dengan jelas
4.	Kumpulan ruangan	Bukan himpunan	Karena tidak dapat didefinisikan dengan jelas

Gambar 6. Contoh hasil pekerjaan siswa dalam membedakan himpunan dan bukan himpunan

Dari Gambar 6 terlihat bahwa siswa dapat menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas seperti kumpulan serangga, kumpulan tanaman dikotil, dan kumpulan ruangan. Siswa juga dapat menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas, yaitu kumpulan kelompok kelas 7A. Namun demikian, jika dicermati pada kolom selanjutnya, siswa menyebutkan kumpulan objek yang terdefinisi dengan jelas yaitu kumpulan ruangan sebagai bukan himpunan. Siswa tersebut menyebutkan alasan kumpulan ruangan bukan termasuk himpunan karena tidak dapat didefinisikan dengan jelas. Oleh karena itu, peneliti melakukan wawancara terkait dengan pernyataan siswa tersebut.

Peneliti : Apakah kumpulan ruangan bukan merupakan himpunan?

Siswa 2 : (Bingung)

Peneliti : Itu ruangan bukan? (Menunjuk lapangan)

Siswa 2 : Bukan.

Peneliti : Itu ruangan bukan? (Menunjuk perpustakaan)

Siswa 2 : Ruang Bu.

Peneliti : Saya juga setuju kalau lapangan bukan merupakan ruangan, dan perpustakaan merupakan ruangan.

Siswa 2 : Jadi kumpulan ruangan adalah **himpunan**.

Peneliti : Kenapa?

Siswa 2 : Karena **objeknya dapat didefinisikan dengan jelas dan disepakati**.

Pada awalnya siswa 2 menyebutkan bahwa kumpulan ruangan bukan termasuk himpunan, namun dari hasil wawancara hal tersebut dapat diklarifikasi sehingga siswa 2 dapat memahami bahwa kumpulan ruangan termasuk dalam himpunan. Selanjutnya adalah kegiatan siswa dalam menyimpulkan definisi himpunan. Berikut adalah hasil konfirmasi terhadap pemahaman siswa mengenai definisi himpunan.

Peneliti : Apa pengertian **himpunan**?

Siswa 1 : Kumpulan yang objeknya mempunyai **ciri-ciri yang sama dan dapat didefinisikan**.

Siswa 2 : Kumpulan yang **objeknya dapat didefinisikan dengan jelas dan disepakati**.

Siswa 3 : *Kumpulan objek yang dapat didefinisikan dengan jelas.*

Dari hasil wawancara tersebut, siswa 1 memahami himpunan sebagai kumpulan objek yang mempunyai ciri-ciri yang sama dan dapat didefinisikan. Siswa 2 memahami himpunan sebagai kumpulan objek yang dapat didefinisikan dengan jelas dan disepakati. Adapun siswa 3 memahami himpunan sebagai kumpulan objek yang dapat didefinisikan dengan jelas. Pemahaman yang berbeda tersebut diperoleh dari hasil konfirmasi terhadap kumpulan objek yang mereka temukan dari kegiatan survei kumpulan objek yang ada di lingkungan sekolah.

Untuk mengonfirmasi pemahaman siswa mengenai anggota dan bukan anggota himpunan, serta menentukan banyaknya anggota himpunan dilakukan wawancara sebagai berikut.

Peneliti : *Apa itu anggota himpunan?*

Siswa 4 : *Objek yang bisa dimasukkan ke dalam himpunan itu.*

Peneliti : *Coba sebutkan objek yang tidak dapat dimasukkan ke dalam himpunan buah-buahan.*

Siswa 4 : *Kangkung, Lumbu, Bayam.*

Peneliti : *Jadi...Kangkung, Lumbu, Bayam bukan termasuk anggota himpunan buah-buahan?*

Siswa 4 : *Iya Bu.*

Peneliti : *Kamu tadi menyebutkan anggota dari himpunan buah-buahan adalah Mangga, Jeruk, Salak, dan Semangka. Ada berapa banyak anggota himpunan tersebut?*

Siswa 4 : *Ya...empat Bu..*

Peneliti : *Bagaimana cara kamu menentukannya?*

Siswa 4 : *Dengan menghitungnya. (Sambil menghitung menggunakan jari dan menyebutkan) Mangga, Jeruk, Salak, Semangka. Ada empat, Bu.*

Dari percakapan dengan siswa 4, dapat dilihat bahwa siswa 4 dapat menyebutkan objek-objek yang merupakan anggota himpunan maupun objek-objek yang bukan merupakan anggota himpunan. Siswa 4 dapat menentukan banyaknya anggota suatu himpunan yang disebutkan dengan cara menghitung anggota himpunan. Wawancara kemudian dilanjutkan dengan siswa 5. Berikut adalah petikan percakapan yang terjadi dalam wawancara dengan siswa 5.

Peneliti : *Apa yang dimaksud anggota himpunan?*

Siswa 5 : *Objek-objek yang ada dalam himpunan itu*

Peneliti : *Coba sebutkan objek yang bukan anggota himpunan hewan karnivora.*

Siswa 5 : *Kambing dan Kerbau.*

Peneliti : *Kamu tadi menyebutkan anggota dari himpunan hewan karnivora adalah Harimau, Buaya, dan Singa. Ada berapa banyak anggota himpunan tersebut?*

Siswa 5 : *Tiga Bu.*

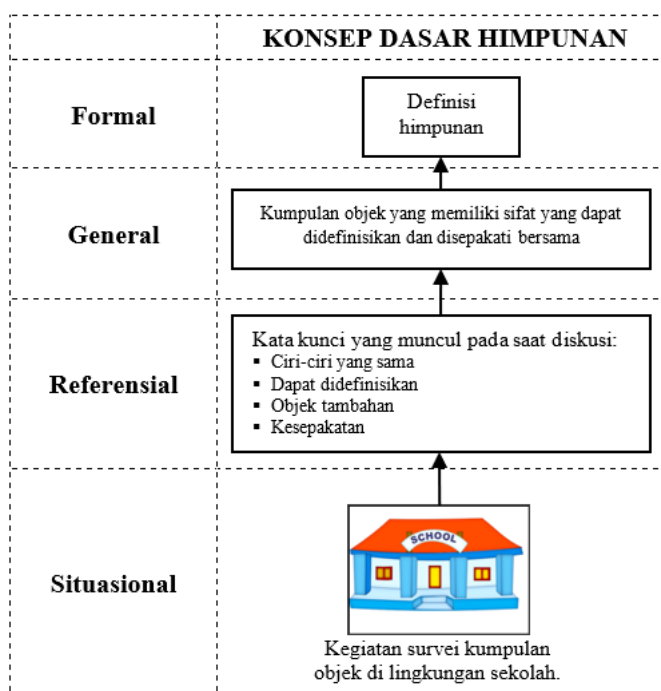
Peneliti : *Bagaimana cara kamu menghitungnya?*

Siswa 5 : *Dihitung dari jumlah anggota yang ada di himpunan tersebut Bu.*

Dari hasil wawancara dengan siswa 5, terlihat bahwa siswa 5 dapat menyebutkan objek-objek yang merupakan anggota himpunan dan objek-objek yang bukan merupakan anggota himpunan. Hal ini karena siswa tersebut mempunyai pengetahuan yang baik mengenai hewan karnivora yang mungkin didapatkannya dari mata pelajaran IPA. Selain itu, siswa 5 juga dapat menentukan banyaknya anggota himpunan dengan cara menghitung jumlah anggota yang ada dalam himpunan tersebut.

Dari hasil pengamatan terhadap hasil pekerjaan siswa (LKS), hasil observasi pembelajaran, serta hasil wawancara dengan siswa memberikan gambaran alur belajar siswa tentang definisi himpunan sebagai berikut. *Pertama*, pada level *situasional*, siswa melakukan survei kumpulan objek di sekolah yang mengarahkan siswa untuk memahami definisi himpunan. *Kedua*, pada level *referensial* muncul istilah-istilah yang dapat mengarahkan siswa pada konsep himpunan, seperti “ciri-ciri yang sama”, “dapat didefinisikan”, “objek tambahan”, dan “kesepakatan”. Dengan menambahkan istilah objek yang disepakati maka siswa dapat membedakan kumpulan mana yang merupakan himpunan dan kumpulan mana yang bukan himpunan yang mengarahkan pada definisi himpunan. *Ketiga*, pada level *general*, model yang digunakan oleh siswa untuk merepresentasikan himpunan adalah menuliskan himpunan dengan huruf kapital dan menyebutkan anggota himpunan di dalam tanda kurung kurawal. *Keempat*, level *formal* merupakan tahap perumusan dan penegasan konsep himpunan yang dibangun siswa melalui

berbagai aktivitas pada level sebelumnya. Melalui aktivitas survei kumpulan objek, siswa memperoleh istilah “kesepakatan objek tambahan” yang mengantarkan pada pemahaman mengenai definisi dari himpunan. Perkembangan alur belajar siswa pada pembelajaran definisi himpunan berbasis proyek pada setiap level dapat dirangkum dalam Gambar 7.



Gambar 7. Learning trajectory berbasis proyek pada materi definisi himpunan

Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada *learning trajectory* yang dilalui oleh siswa SMP dalam membangun pemahaman mengenai definisi himpunan melalui proyek berupa survei terhadap objek-objek yang ada di lingkungan sekolah. Pada tahap awal penelitian, peneliti mengembangkan HLT, di mana salah satu komponen dari HLT adalah dugaan terhadap proses belajar siswa dalam memahami definisi himpunan. HLT yang digunakan pada tahap *teaching experiment* telah mengalami perbaikan yang salah satunya berupa penambahan contoh kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas. Perbaikan ini dilakukan karena pada tahap *pilot experiment* respons siswa berupa menyebutkan kumpulan objek yang tidak terdefinisi dengan jelas belum muncul sesuai dengan yang diharapkan. Padahal, respons tersebut merupakan hal penting yang perlu dilalui oleh siswa agar dapat menentukan mana yang merupakan contoh himpunan dan mana yang bukan merupakan contoh himpunan yang pada akhirnya diharapkan siswa dapat mendefinisikan himpunan dengan baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan aktivitas survei objek-objek yang ada di lingkungan sekolah sebagai bagian dari pembelajaran berbasis proyek dapat mendukung siswa dalam membangun pemahaman mengenai pengertian, anggota, dan banyaknya anggota dari suatu himpunan. Pemahaman tersebut dibangun melalui empat level pemodelan, yaitu situasional, referensial, *general*, dan formal. Hasil ini dapat terjadi diduga karena potensi dari pembelajaran matematika berbasis proyek itu sendiri. Gijbels et al. (Holmes & Hwang, 2016) menyebutkan bahwa pembelajaran matematika yang dilaksanakan dengan berbasiskan pada suatu proyek tertentu memiliki ciri berlangsung melalui aktivitas kolaboratif dan interaktif, melibatkan aktivitas pemecahan masalah yang bersifat autentik, dan melibatkan skenario dalam kehidupan nyata. Dengan ciri yang semacam ini, pembelajaran tersebut dapat mendukung siswa dalam membangun pemahaman yang lebih mendalam terhadap suatu konsep matematika, membantu siswa dalam mengingat pengetahuan yang telah dikonstruksinya untuk kemudian digunakan untuk memahami konsep baru, dan menyelesaikan masalah yang memiliki konteks kehidupan nyata.

Proyek berupa survei objek-objek di lingkungan sekolah yang didesain dalam penelitian ini tentu sudah sesuai dengan ciri dari pembelajaran berbasis proyek yang telah disebutkan sebelumnya, di mana melalui survei tersebut siswa dapat mengalami proses interaksi dan kolaborasi dalam menentukan

kumpulan objek dan anggota dari kumpulan objek tersebut. Melalui proses ini, istilah seperti “kesepakatan” dari semua anggota kelompok dapat muncul dan istilah ini dapat menjadi modal bagi siswa dalam menentukan kumpulan mana yang dapat disebut sebagai himpunan dan kumpulan mana yang tidak dapat disebut sebagai himpunan. Aktivitas pengerjaan proyek secara berkelompok dalam penelitian ini memberikan kesempatan kepada siswa, tidak hanya kesempatan berkomunikasi dan berkolaborasi, tetapi juga kesempatan untuk melakukan penyelidikan dan mengorganisasi waktu secara efektif. Aktivitas semacam ini telah terbukti dapat mendukung siswa dalam mengembangkan prestasi belajar, kemampuan berpikir kritis, dan rasa percaya diri yang dimilikinya (Azizah & Widjajanti, 2019).

Istilah-istilah yang muncul dari siswa pada level referensial dalam tahap memahami definisi himpunan sebagai akibat dari aktivitas survei juga dijumpai oleh Wijaya et al. (2021), di mana dalam penelitiannya, istilah “adil” muncul dari siswa sebagai akibat dari memainkan suatu permainan yang selanjutnya istilah tersebut menjadi modal bagi siswa dalam memahami konsep kejadian acak. Dengan demikian, penyediaan situasi atau konteks yang bermakna bagi siswa, seperti aktivitas survei dalam pembelajaran berbasis proyek atau memainkan suatu permainan dalam pembelajaran berbasis permainan, merupakan hal penting yang perlu dilakukan oleh guru. Melalui penyediaan situasi atau konteks semacam itu, siswa akan terfasilitasi untuk memunculkan gagasan informal berupa istilah tertentu yang dapat membantu mereka dalam mencapai level *general* hingga level formal. Selain menyediakan konteks yang bermakna, penelitian ini mengindikasikan bahwa guru juga memiliki peran untuk memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa yang dapat memicu munculnya gagasan atau istilah informal tertentu pada level referensial.

Learning trajectory berbasis proyek dalam penelitian ini telah terbukti dapat mendukung siswa untuk mencapai pemahaman mengenai definisi himpunan. Oleh karena itu, guru dapat mempertimbangkan *learning trajectory* ini sebagai salah satu referensi dalam mendesain pembelajaran berbasis proyek pada pembelajaran definisi himpunan. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam hal jumlah subjek yang dilibatkan, baik dalam tahap *pilot experiment* maupun *teaching experiment*. Keterbatasan ini bisa jadi menimbulkan perbedaan hasil yang diperoleh pada level referensial dan *general*. Oleh sebab itu, guru perlu memperhatikan karakteristik siswa dalam memfasilitasi pembelajaran definisi himpunan berbasis proyek.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh simpulan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat membantu siswa dalam memahami definisi himpunan. *Learning trajectory* definisi himpunan berbasis proyek pada penelitian ini adalah alur belajar siswa yang diperoleh melalui serangkaian aktivitas pada tingkatan atau level pemodelan yang berbeda. Alur belajar siswa dimulai pada level *situasional*, yaitu survei terhadap kumpulan objek yang ada di lingkungan sekolah dan survei terhadap himpunan di dalam kelas yang dapat merangsang pengetahuan siswa tentang definisi himpunan. Pada level *referensial*, siswa menemukan dan memahami istilah “ciri-ciri yang sama”, “dapat didefinisikan”, “objek tambahan”, dan “kesepakatan”. Istilah-istilah tersebut dapat merangsang pengetahuan siswa tentang definisi himpunan. Selanjutnya, pada level *general*, siswa mengenal representasi dari himpunan dengan menuliskan dengan huruf kapital dan menyebutkan anggota himpunan dalam tanda kurung kurawal. Terakhir, pada level *formal*, pemahaman siswa yang diperoleh dari setiap aktivitas merupakan modal bagi siswa untuk membangun pemahamannya tentang definisi himpunan. Berdasarkan simpulan yang diperoleh beberapa saran yang peneliti berikan, yaitu: (1) penelitian *learning trajectory* berbasis proyek membantu siswa untuk memahami definisi himpunan di tingkat SMP, sehingga penelitian serupa dapat dilakukan untuk membantu siswa memahami konsep matematika lainnya; dan (2) perencanaan pembelajaran yang mempertimbangkan dugaan respons siswa sangat disarankan untuk dilakukan oleh guru agar tujuan pembelajaran yang diharapkan dapat tercapai secara lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, L. S. (2019). Learning trajectory konsep volume prisma pada pembelajaran Matematika SMP. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 1(1), 223–234. <http://www.fkip-unswagati.ac.id/ejournal/index.php/snpm/article/view/814>

- Azizah, I. N., & Widjajanti, D. B. (2019). Keefektifan pembelajaran berbasis proyek ditinjau dari prestasi belajar, kemampuan berpikir kritis, dan kepercayaan diri siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2), 233–243. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i2.15927>
- Barnett, R. A., Ziegler, M. R., & Byleen, K. E. (2008). *Finite mathematics for business, economics, life sciences, and social sciences*. Pearson.
- Billstein, R., Libeskind, S., & Lott, J. W. (1990). *A problem solving approach to mathematics for elementary school teachers* (4th ed.). Benjamin/Cummings.
- Chang, C. S., Wong, W. T., & Chang, C. Y. (2011). Integration of project-based learning strategy with mobile learning: Case study of mangrove wetland ecology exploration project. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 14(3), 265–273. <https://doi.org/10.6180/jase.2011.14.3.10>
- Clement, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81–89. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_1
- Gravemeijer, K. P. E. (1994). *Developing realistic mathematics education*. CD-β Press/Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K. P. E., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. Van den Akker, K. P. E. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 17–51). Routledge.
- Holmes, V. L., & Hwang, Y. (2016). Exploring the effects of project-based learning in secondary mathematics education. *The Journal of Educational Research*, 109(5), 449–463. <https://doi.org/10.1080/00220671.2014.979911>
- Kemendikbud. (2014). *Peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia nomor 58 tahun 2014 tentang kurikulum 2013 sekolah menengah pertama/madrasah tsanawiyah*. <https://jdih.kemdikbud.go.id/arsip/Permendikbud%20Nomor%2058%20Tahun%202014-digabungkan.pdf>
- Manurung, M. M., Windria, H., & Arifin, S. (2018). Desain pembelajaran materi himpunan dengan pendekatan realistic mathematics education (RME) untuk kelas VII. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 19–29. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v5i1.143>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.
- Nursyahidah, F., Saputro, B. A., Albab, I. U., & Aisyah, F. (2020). Pengembangan learning trajectory-based instruction materi kerucut menggunakan konteks megonu gunung. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 47–58. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i1.560>
- Puspendik. (n.d.). *Laporan hasil ujian nasional: Penguasaan materi ujian nasional*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. <https://hasilun.puspendik.kemdikbud.go.id/>
- Risdiyanti, I., Prahmana, R. C. I., & Shahrill, M. (2019). The learning trajectory of social arithmetic using an Indonesian traditional game. *Elementary Education Online*, 18(4), 2094–2108. <http://ilkogretim-online.org.tr/index.php/io/article/view/3026>
- Simon, M. A., & Tzur, R. (2004). Explicating the role of mathematical tasks in conceptual learning: An elaboration of the hypothetical learning trajectory. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 91–104. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_2
- Suryadi, D. (2011). Didactical design research (DDR) dalam pengembangan pembelajaran matematika. *Joint conference UPI-UiTM: Strengthening research collaboration on education* (pp. 1–12). http://a-research.upi.edu/operator/upload/pros_ui-uitm_2011_didi_didactical_design_research.pdf
- Tamim, S. R., & Grant, M. M. (2013). Definitions and uses: Case study of teachers implenting project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem Based Learning*, 7(2), 72–101. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1323>
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (7th ed.). Pearson.

- Wibowo, A. (2017). Pengaruh pendekatan pembelajaran matematika realistik dan saintifik terhadap prestasi belajar, kemampuan penalaran matematis dan minat belajar. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v4i1.10066>
- Wijaya, A. (2012). *Pendidikan matematika realistik: Suatu alternatif pendekatan pembelajaran matematika*. Graha Ilmu.
- Wijaya, A., Elmaini, E., & Doorman, M. (2021). A learning trajectory for probability: A case of game-based learning. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 1–16. <http://doi.org/10.22342/jme.11.1.10225.157-166>
- Wilson, P. H., Mojica, G. F., & Confrey, J. (2013). Learning trajectories in teacher education: Supporting teachers' understandings of students' mathematical thinking. *Journal of Mathematical Behavior*, 32(2), 103–121. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2012.12.003>
- Yee, L. P., & Hoe, L. N. (2009). *Teaching secondary school mathematics: A resource book* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.