

Pengembangan *Hypothetical Learning Trajectory* kerucut menggunakan *Realistic Mathematics Education* berbantuan geogebra

Inaroh Ghoisani Amahsyah¹, Rizky Esti Utami², Farida Nursyahidah³

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang

³PUI-PT Techno-Ethno-Realistic Mathematics, Universitas PGRI Semarang

Email korespondensi: faridanursyahidah@upgris.ac.id

Abstrak

Kerucut adalah salah satu topik penting pada geometri yang harus dikuasai siswa. Namun, tidak sedikit siswa yang sulit memahami konsep kerucut. Dengan demikian, tujuan riset ini yaitu mengembangkan lintasan pembelajaran yang memudahkan siswa dalam memahami konsep kerucut dengan memanfaatkan konteks tradisi Popokan dan media GeoGebra untuk siswa kelas VII di SMP Negeri 38 Semarang. Pendekatan yang diterapkan adalah *Realistic Mathematics Education* (RME). Riset ini menggunakan metode *Design Research* dengan 3 tahap, yaitu preliminary design, design experiment, dan retrospective analysis. Riset ini menghasilkan rancangan lintasan belajar yang meliputi 4 aktivitas, yakni: (1) mengamati video animasi berbasis konteks tradisi Popokan guna memperkenalkan bentuk kerucut, (2) menemukan rumus luas permukaan melalui representasi jaring-jaring berbantuan GeoGebra, (3) menemukan rumus volume bangun ruang sisi lengkung melalui eksperimen menggunakan tabung, serta (4) menyelesaikan soal kontekstual mengenai luas permukaan dan volume kerucut. Berdasarkan serangkaian aktivitas tersebut, diharapkan mempermudah siswa memahami materi kerucut.

Kata kunci: GeoGebra; Hypothetical Learning Trajectory; Kerucut; Popokan; RME

Abstract

The cone is one of the important topics in geometry that students should master. However, many students have difficulty in understanding the cone concepts. Thus, the purpose of this research is to develop a learning trajectory that makes it easier for students to understand the idea of cones by utilizing the context of the Popokan tradition and GeoGebra media for grade VII students at SMP Negeri 38 Semarang. The approach used is Realistic Mathematics Education (RME). This research uses the Design Research method with 3 stages, namely preliminary design, design experiment, and retrospective analysis. This research produces a hypothetical learning trajectory design that includes 4 activities, namely: (1) observing animated videos in the context of the Popokan tradition to get to know conical shapes, (2) finding the formula for surface area using net representation with the help of GeoGebra, (3) finding the formula of a curved sided shape using experiments using tubes, and (4) solving contextual problems regarding the surface area and volume of a cone. Based on the several activities, it is hoped that it will make it easier for students to understand the cone material.

Keywords: GeoGebra; Hypothetical Learning Trajectory; Cone; Popokan; RME

A. Pendahuluan

Geometri merupakan salah satu materi matematika yang memiliki porsi terbanyak dibandingkan dengan materi lainnya (Andini dkk., 2018). Geometri penting untuk dipelajari, karena keterkaitan geometri dengan berbagai aspek kehidupan sehari-hari serta memiliki koneksi dengan materi matematika lainnya. Selain itu, penguasaan terhadap geometri dapat mendorong kemampuan pemecahan masalah (Budiarto & Artiono, 2019). Namun, tidak sedikit siswa masih mengalami kendala saat mempelajari konsep geometri khususnya bangun ruang sisi lengkung (Yani dkk., 2019). Kerucut menjadi salah satu topik yang sering kali dirasa siswa cukup sulit.

Dalam materi kerucut, kesulitan yang dihadapi siswa mencakup ketidakmampuan dalam mengidentifikasi unsur-unsur dari kerucut, mengingat kembali rumus dari luas permukaan dan volume kerucut, serta menerapkan rumus-rumus tersebut dalam penyelesaian masalah kontekstual (Arifin dkk., 2017). Kurangnya pengenalan siswa terkait lambang matematika dan kurangnya pemahaman siswa saat mensubstitusi nilai ke dalam rumus, juga menjadi salah satu kesulitan siswa (Sitorus dkk., 2023). Selain itu, siswa kesulitan memahami konsep kerucut (Agustini & Fitriani, 2021; Hafsyah dkk., 2022). Siswa sulit membayangkan bentuk bangun ruang kerucut yang bersifat abstrak (Ratu & Talakua, 2024). Akibatnya, siswa kesulitan menyelesaikan masalah terkait materi kerucut (Lestari & Afriansyah, 2022).

Permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa hal berikut. Kurangnya minat siswa dengan bangun ruang sisi lengkung dan minimnya penggunaan media visual oleh guru (Solin dkk., 2023). Konsep yang bersifat abstrak menyebabkan siswa kurang menguasai materi (Tajuddin, 2019). Guru menggunakan metode mengajar yang kurang tepat sehingga menimbulkan kesalahan konsep pada siswa (Dahlan & Kurniasari, 2022). Guru yang kurang kreatif dalam penyampaian materi menjadi salah satu penyebab siswa sulit belajar materi ini (Fahmi & Noviani, 2021). Dengan demikian, penting dilakukan usaha pendesainan pembelajaran yang lebih bermakna dengan pendekatan, model, media, serta konteks yang sesuai dalam penyampaian materi kerucut.

Realistic Mathematics Education menjadi salah satu pendekatan yang efektif diterapkan. RME dipandang sesuai dalam pembelajaran matematika yang melibatkan penggunaan konteks yang dekat dengan dunia siswa guna memfasilitasi pemahaman konsep matematika melalui masalah di dunia nyata (Nursyahidah & Albab, 2021). Manfaat dari pendekatan RME yaitu mampu meningkatkan minat, sikap, dan hasil belajar matematika (Nursyahidah et al. 2020; Febriana, 2023; Andzin dkk., 2024). Selain itu, penggunaan pendekatan ini menjadikan kemampuan representasi matematis dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa meningkat (Widana, 2021; Sulastri & Wulantina, 2023). Perpaduan pendekatan RME dengan masalah kontekstual, mampu menyadarkan siswa bahwa matematika merupakan bagian aktivitas sehari-hari mereka,

sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi relevan dan lebih mudah dipahami.

Terdapat beberapa konteks kearifan lokal yang telah digunakan pada pembelajaran materi kerucut sebelumnya seperti tradisi Megono Gunungan (Nursyahidah dkk., 2021), tradisi Mitoni (Asokawati dkk., 2024), tradisi Sesaji Rewanda (Tunimah dkk., 2024) dan nasi tumpeng (Rahmadona dkk., 2019). Dalam riset ini menggunakan konteks tradisi masyarakat Semarang Popokan. Tradisi Popokan merupakan tradisi tasyakuran atas keselamatan dari marabahaya serta atas melimpahnya hasil panen warga Desa Sendang (Fikriyah dkk., 2020). Penggunaan tradisi Popokan sebagai konteks pembelajaran karena aktivitas tersebut merepresentasikan konsep bangun ruang sisi lengkung kerucut dan belum pernah dimanfaatkan dalam proses pembelajaran matematika sebelumnya. Dalam tradisi popokan, terdapat prosesi *slametan* dan kirab yang harus dilakukan warga. Pada prosesi *slametan*, warga membawa *ambeng* atau nasi berbentuk gunung beserta lauk dan jajanan pasar untuk dibawa ke pengurus desa dan dilakukan doa bersama. Sedangkan pada prosesi kirab, warga melakukan ritual dengan menggiring boneka harimau dan juga mengarak gunung hasil bumi menuju balai Desa Sendang. *Ambeng* dan gunung hasil bumi tersebut merepresentasikan bangun ruang kerucut yang tidak hanya berpeluang mempermudah pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga memperkenalkan nilai-nilai kearifan lokal di Indonesia, khususnya di Semarang. Konteks tradisi Popokan yang digunakan dalam riset ini dikemas dalam suatu media pembelajaran inovatif berbantuan GeoGebra. Penggunaan media pembelajaran GeoGebra terbukti mampu meningkatkan partisipasi aktif dan antusiasme belajar siswa, serta berdampak positif terhadap hasil belajar mereka (Desviona dkk., 2023; Hardiyanto dkk., 2024).

Dengan demikian, tujuan artikel ini yaitu untuk mendeskripsikan Hypothetical *Learning Trajectory* (HLT) pada tahap *preliminary design* guna memberikan stimulasi pemahaman konsep siswa mengenai luas permukaan dan volume kerucut melalui konteks Popokan menggunakan *Realistic Mathematics Education* berbantuan GeoGebra.

B. Metode Penelitian

Metode riset ini menggunakan metode *design research*, suatu metode yang berfokus dalam pengembangan *Local Instruction Theory* (LIT) melalui kolaborasi antara peneliti dan guru, guna mengembangkan kualitas pendidikan (Gravemeijer & Eerde, 2009). Dalam pelaksanaannya, *design research* memiliki 3 tahapan (Gravemeijer & Cobb, 2006) yakni : 1) *preparing for the experiment*, mencakup perancangan aktivitas pembelajaran dan instrumen evaluasi; 2) *design experiment*, terdiri atas dua aktivitas yaitu: a) *pilot experiment*, yaitu uji coba HLT pada siswa dengan kelompok berskala kecil yang memiliki tingkat kemampuan beragam, b) *teaching experiment*, yaitu penerapan desain yang telah diperbaiki dari hasil *pilot experiment* pada

konteks kelas riset yang sesungguhnya; dan 3) *retrospective analysis*, hasil dari analisis di *teaching experiment* digunakan untuk mengembangkan pembelajaran berikutnya. Riset ini dilaksanakan di bulan Mei-Juni 2024 yang menggunakan subjek riset yaitu siswa kelas VII SMP Negeri di Semarang.

Pada tahap awal, *preparing for the experiment*, peneliti meninjau terkait topik riset, baik melalui buku, artikel, maupun jurnal sebagai dasar dalam merancang desain pembelajaran yang hendak diterapkan. Peneliti juga merancang urutan aktivitas pembelajaran dan instrumen evaluasi. Tahap kedua adalah *design experiment*, peneliti menguji cobakan rancangan desain pembelajaran pada kelompok skala kecil kelas VII A yang diambil berdasarkan rekomendasi guru kelas dengan kriteria yaitu 2 siswa dengan kemampuan tinggi, 2 siswa dengan kemampuan sedang, dan 2 siswa dengan kemampuan rendah. Uji coba ini yang kerap disebut dengan *pilot experiment* (siklus I). Setelah diujicobakan pada kelompok kecil, selanjutnya ada evaluasi dari desain pembelajaran yang sudah dibuat. Lalu, dilakukan perbaikan berdasarkan evaluasi tersebut dan diujicobakan pada kelompok besar kelas VII C yang berjumlah 32 siswa dengan guru matematika berperan sebagai guru model dalam pengujian ini. Pengujian inilah yang kerap disebut dengan *teaching experiment* (siklus II). Tahap terakhir yaitu *retrospective analysis*, dilakukan dengan menganalisis data hasil *teaching experiment* yang digunakan untuk pengembangan pembelajaran berikutnya.

C. Hasil dan Pembahasan

Preliminary design menjadi langkah awal yang harus dilakukan dalam *design research*. Persiapan eksperimen dimulai dengan peneliti mengkaji kompetensi dasar siswa sebelum belajar topik luas permukaan dan volume kerucut, sebagaimana diatur dalam kurikulum yang berlaku. Kemudian peneliti mengidentifikasi kompetensi dasar yang dibutuhkan dalam pembelajaran materi kerucut berdasarkan kurikulum merdeka dan merancang HLT materi kerucut berdasarkan pendekatan RME berkonteks tradisi Popokan berbantuan GeoGebra.

Tahapan awal dalam perancangan HLT mencakup perumusan indikator pembelajaran, yaitu: a) mengenal bangun ruang kerucut, b) menemukan rumus luas permukaan kerucut, c) menemukan rumus volume kerucut, dan d) menyelesaikan soal kontekstual mengenai luas permukaan dan volume kerucut. Kemudian perancangan HLT memperhatikan 5 karakteristik pendekatan RME (Akker dkk., 2006) yaitu: (1) penggunaan konteks, peneliti menggunakan konteks tradisi masyarakat Semarang Popokan, (2) penggunaan model, siswa menerapkan pemahamannya dari situasi nyata ke tahap formal matematika, (3) adanya kontribusi siswa, siswa diberi kebebasan mengembangkan pengetahuannya melalui diskusi dan sumber lain, (4) interaktivitas, adanya interaksi antar siswa dan antara siswa dengan guru, (5) keterkaitan, materi luas permukaan dan volume

kerucut dikaitkan dengan materi matematika lainnya. HLT materi kerucut berdasarkan pendekatan RME berkonteks tradisi masyarakat Semarang Popokan berbantuan GeoGebra dipaparkan sebagai berikut.

1. **Aktivitas Pembangunan Norma dan Aturan selama Pembelajaran**

Guru dan siswa membuat kesepakatan tentang aturan-aturan dalam pembelajaran, diantaranya: (1) setelah selesai mengerjakan aktivitas yang diberikan, perwakilan kelompok dapat melakukan presentasi di depan kelas, (2) jika hasil pembelajaran jawaban kelompok berbeda-beda, perwakilan kelompok dapat berargumen dengan cara mengangkat tangan terlebih dahulu, (3) pada saat kelompok sedang presentasi, semua siswa harus mendengarkan dengan baik dan siswa diberikan waktu untuk bertanya dan berpendapat, (4) guru memberikan beberapa pertanyaan setelah selesainya diskusi. siswa hadir guna menguji pemahaman siswa mengenai materi yang dipelajari.

2. **Aktivitas 1**

Penjabaran aktivitas 1 dalam HLT seperti berikut:

- Tujuan Pembelajaran
Siswa diharapkan dapat mengidentifikasi ciri-ciri kerucut dengan observasi video animasi berkonteks tradisi Popokan.
- Aktivitas
Siswa diminta mengamati video animasi berkonteks tradisi Popokan sebagai situasi konteks. Setelah mengamati video, siswa diarahkan untuk mengenal dan mengidentifikasi berbagai objek pada tradisi Popokan yang merepresentasikan bangun ruang kerucut. Selanjutnya siswa diminta menggambarkan kerucut dan mengidentifikasi ciri-ciri kerucut yang ditemukan.



Gambar 1. Konteks Tradisi Popokan

<https://images.app.goo.gl/jvAXT1zser9ZpqH18>

Aktivitas yang dilakukan dalam menyelesaikan LAS 1 sebagai berikut.

- 1) siswa diberikan konteks berupa video animasi proses pelaksanaan tradisi Popokan. Kemudian siswa dapat mengamati objek-objek

yang ada pada setiap prosesi tradisi Popokan yang dapat direpresentasikan dalam kerucut. Setelah menemukan berbagai objek berbentuk kerucut berdasarkan konteks yang diamati, siswa dapat menggambarkan objek tersebut. Kemudian siswa dapat mengidentifikasi ciri-cirinya dengan melengkapi tabel yang telah disediakan,

- 2) guru menstimulasi siswa dengan cara mengingatkan materi yang hendak dipelajari, kemudian memberikan masalah untuk diselesaikan siswa, dan memberikan bimbingan dan arahan kepada siswa dalam mengikuti aktivitas yang diberikan,
 - 3) siswa diberi kesempatan berdiskusi dengan kelompoknya untuk mencari dan memecahkan masalah sesuai kemampuannya.
- Diskusi Kelas

Setelah siswa menyelesaikan LAS 1 yang diberikan, kemudian guru memfasilitasi perwakilan masing-masing kelompok dalam mempresentasikan jawaban yang telah mereka diskusikan. Kemungkinan besar siswa mampu mengidentifikasi objek pada tradisi Popokan yang sesuai dengan kerucut, selanjutnya siswa dapat menggambarkan permodelan objek dan mengidentifikasi ciri-ciri objek yang ada pada tradisi tersebut. Dengan demikian, dapat dikatakan siswa telah mampu menentukan kerucut yang ada pada konteks tersebut. Kemungkinan berikutnya adalah siswa belum mampu mengidentifikasi objek-objek tradisi Popokan yang sesuai dengan kerucut, sehingga dalam mengidentifikasi ciri-ciri kerucut juga belum lengkap. Dengan demikian, guru perlu memberikan arahan dan pendampingan, khususnya bagi siswa yang masih kesulitan menyelesaikan aktivitas yang disediakan. Agar seluruh siswa mampu memahami permasalahan yang disediakan pada LAS 1 dengan baik, maka kelompok yang tidak melakukan presentasi diminta memperhatikan dan mengungkapkan hasil temuan kelompoknya yang berbeda. Di akhir sesi, guru menyampaikan kesimpulan mengenai topik bangun ruang kerucut dan karakteristiknya sebagai penguatan materi yang telah dipelajari.

3. Aktivitas 2

Penjabaran aktivitas 2 dalam HLT seperti berikut.

- Tujuan Pembelajaran
Siswa diharapkan dapat menemukan rumus luas permukaan kerucut dengan jaring-jaring kerucut.
- Aktivitas
Pada aktivitas 2 siswa disuguhkan konteks tradisi Popokan, dari konteks ini siswa diarahkan untuk mengamati gunung hasil bumi pada prosesi kirab yang mewakili kerucut. Siswa dibantu media GeoGebra yang memperlihatkan bangun ruang kerucut yang

menyerupai gunung hasil bumi dan jaring-jaringnya seperti dalam Gambar 1.



Gambar 2. Gunung hasil bumi

Siswa diminta membuat alternatif jaring-jaring kerucut yang berbeda dari ilustrasi yang disuguhkan dan menentukan rumus luas permukaan kerucut berdasarkan bangun datar penyusun jaring-jaring.

Aktivitas yang dilakukan dalam menyelesaikan LAS 2 sebagai berikut.

- 1) siswa diberikan konteks berupa pelaksanaan prosesi kirab tradisi Popokan. Kemudian siswa dapat mengamati objek yang ada di prosesi kirab tersebut yang dapat merepresentasikan kerucut. Setelah menemukan gunung hasil bumi sebagai objek berbentuk kerucut, dengan bantuan GeoGebra siswa dapat merepresentasikan jaring-jaring bangun ruang kerucut serta mengidentifikasi komponen bangun datar yang membentuknya. Selanjutnya, siswa mampu menentukan rumus luas permukaan kerucut dengan melengkapi tabel yang telah disediakan,
- 2) guru menstimulasi siswa dengan cara mengingatkan materi yang hendak dipelajari, selanjutnya memberikan masalah untuk diselesaikan siswa, dan memberikan bimbingan dan arahan kepada siswa dalam mengikuti aktivitas yang diberikan,
- 3) siswa diberi kesempatan berdiskusi dengan kelompoknya untuk mencari dan memecahkan masalah sesuai kemampuannya.

- Diskusi Kelas

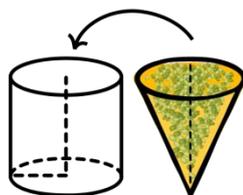
Setelah siswa menyelesaikan LAS 2 yang diberikan, kemudian guru memfasilitasi perwakilan masing-masing kelompok dalam mempresentasikan jawaban yang telah mereka diskusikan. Kemungkinan besar siswa mampu menemukan gunung hasil bumi sebagai objek pada tradisi Popokan yang sesuai dengan kerucut, selanjutnya dengan bantuan GeoGebra siswa dapat menggambarkan jaring-jaring kerucut dan mengidentifikasi komponen bangun datar yang membentuk jaring-jaring tersebut. Lalu, siswa diarahkan untuk menentukan rumus luas permukaan kerucut dengan mengintegrasikan konsep luas dari bangun datar penyusun jaring-jaring kerucut. Dengan demikian, dapat dikatakan siswa telah mampu menentukan rumus luas permukaan kerucut yang ada pada konteks tersebut. Kemungkinan berikutnya adalah siswa tidak mampu

mengingat rumus luas bangun datar penyusun jaring-jaring kerucut, sehingga dalam menemukan rumus luas permukaan kerucut juga belum lengkap. Oleh karena itu, guru perlu memberikan arahan dan pendampingan, khususnya bagi siswa yang masih kesulitan menyelesaikan aktivitas yang disediakan. Agar seluruh siswa mampu memahami permasalahan yang disediakan pada LAS 2 dengan baik, maka kelompok yang tidak melakukan presentasi diminta memperhatikan dan mengungkapkan hasil temuan kelompoknya yang berbeda. Di akhir sesi, guru menyampaikan kesimpulan mengenai topik rumus luas permukaan kerucut sebagai penguatan materi yang telah dipelajari.

4. Aktivitas 3

Penjabaran aktivitas 3 dalam HLT seperti berikut.

- Tujuan Pembelajaran
Siswa diharapkan dapat menemukan rumus volume kerucut melalui eksperimen menggunakan tabung.
- Aktivitas
Pada aktivitas 3 siswa melakukan eksperimen dengan membuat kerucut dari karton sebagai permodelan gunung hasil bumi dan tabung dari mika yang memiliki ketentuan jari-jari dan tinggi kedua bangun ruang harus sama. Siswa diminta melakukan eksperimen dengan mengisi tabung menggunakan kerucut yang diisi kacang hijau, lalu menghitung frekuensi pengisian hingga tabung terisi penuh. Berdasarkan hasil percobaan ini, siswa diarahkan untuk menyimpulkan rumus volume kerucut.



Gambar 3. Eksperimen dengan tabung

Aktivitas yang dilakukan dalam menyelesaikan LAS 3 antara lain:

- 1) siswa membuat kerucut dari karton sebagai permodelan gunung hasil bumi dan tabung dari mika yang memiliki ketentuan jari-jari dan tinggi kedua bangun ruang harus sama. Selanjutnya siswa bereksperimen mengisi tabung menggunakan kerucut yang diisi kacang hijau, kemudian menghitung frekuensi tabung akan terisi penuh jika diisi menggunakan kerucut. Setelah menemukan frekuensi kerucut yang diperlukan untuk tabung terisi penuh, siswa dapat menentukan rumus volume kerucut.
- 2) guru menstimulasi siswa dengan cara mengingatkan materi yang hendak disampaikan, selanjutnya memberikan masalah untuk

- diselesaikan siswa, dan memberikan bimbingan dan arahan kepada siswa dalam mengikuti aktivitas yang diberikan,
- 3) siswa diberi kesempatan berdiskusi dengan kelompoknya untuk mencari dan memecahkan masalah sesuai kemampuannya.
- **Diskusi Kelas**
Setelah siswa menyelesaikan LAS 3 yang diberikan, guru memfasilitasi perwakilan masing-masing kelompok dalam mempresentasikan jawaban yang telah mereka diskusikan. Kemungkinan besar siswa mampu membuat permodelan objek gunung hasil bumi dari karton. Selanjutnya dengan eksperimen menggunakan tabung dari mika siswa dapat menemukan berapa kali tabung akan terisi penuh jika diisi menggunakan kerucut. Lalu, siswa dapat menentukan rumus volume kerucut melalui rumus volume tabung yang ada pada eksperimen. Dengan demikian, dapat dikatakan siswa telah mampu menentukan rumus volume kerucut yang ada pada konteks tersebut. Kemungkinan berikutnya adalah siswa belum mampu membuat pemodelan gunung hasil bumi yang sesuai dengan ketentuan atau tidak mampu mengingat rumus volume tabung pada eksperimen, sehingga dalam menemukan rumus luas volume kerucut juga belum lengkap. Oleh karena itu, guru perlu memberikan arahan dan pendampingan, khususnya bagi siswa yang masih kesulitan menyelesaikan aktivitas yang disediakan. Agar seluruh siswa mampu memahami permasalahan yang disediakan pada LAS 3 dengan baik, maka kelompok yang tidak melakukan presentasi diminta memperhatikan dan mengungkapkan hasil temuan kelompoknya yang berbeda. Di akhir sesi, guru menyampaikan kesimpulan mengenai topik rumus volume kerucut sebagai penguatan materi yang telah dipelajari.

5. **Aktivitas 4**

Penjabaran aktivitas 4 dalam HLT seperti berikut.

- **Tujuan Pembelajaran**
Siswa diharapkan dapat menyelesaikan soal kontekstual mengenai luas permukaan dan volume kerucut.
- **Aktivitas**
Pada aktivitas 4, siswa diberikan LAS 4, berisi beberapa soal kontekstual mengenai luas permukaan dan volume kerucut.
- **Diskusi Kelas**
Guru memfasilitasi perwakilan masing-masing kelompok dalam mempresentasikan jawaban yang telah mereka diskusikan dengan menuliskannya di papan tulis kemudian menjelaskannya di depan kelas. Bagi kelompok yang tidak melakukan presentasi diminta memperhatikan dan mengemukakan pendapat terkait temuan yang berbeda.

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan, terdapat beberapa aktivitas yang dirancang untuk mendukung kesiapan pelaksanaan pembelajaran pada tahap persiapan eksperimen, antara lain: melakukan tinjauan pustaka terkait riset yang dilakukan, melakukan analisis terhadap kemampuan awal siswa, serta perancangan HLT yang mencakup 4 aktivitas pembelajaran antara lain: (1) mengamati video animasi berbasis konteks tradisi Popokan guna memperkenalkan bentuk kerucut, (2) menemukan rumus luas permukaan melalui representasi jaring-jaring kerucut berbantuan GeoGebra, (3) menemukan rumus volume bangun ruang sisi lengkung melalui eksperimen menggunakan tabung, dan (4) menyelesaikan soal kontekstual mengenai luas permukaan dan volume kerucut. Rangkaian aktivitas pembelajaran yang telah disusun bertujuan untuk mempermudah pemahaman konsep siswa pada materi kerucut. Pendekatan *Realistic Mathematics Education* dengan konteks Popokan berbantuan GeoGebra diharapkan mampu membantu siswa dalam menemukan konsep-konsep dasar bangun ruang kerucut. Hal ini sejalan dengan hasil riset sebelumnya (Nursyahidah dkk., 2013; Widyawati dkk., 2016; Purba & Pangaribuan, 2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis konteks yang sesuai, mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan menciptakan pengalaman belajar lebih bermakna.

D. Simpulan

Berdasarkan hasil riset, diperoleh simpulan bahwa *Hypothetical Learning Trajectory* untuk topik bangun ruang kerucut dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education* yang mengangkat konteks Popokan, terdiri atas 4 aktivitas pembelajaran yakni: (1) mengamati video animasi berbasis konteks tradisi Popokan guna memperkenalkan bentuk kerucut, (2) menemukan rumus luas permukaan melalui representasi jaring-jaring kerucut berbantuan GeoGebra, (3) menemukan rumus volume kerucut melalui eksperimen menggunakan tabung, dan (4) menyelesaikan soal kontekstual mengenai luas permukaan dan volume kerucut. Selanjutnya, hasil riset ini berpotensi untuk keberlanjutan riset dengan diimplementasikan pada *teaching experiment* di kelas dan diharapkan dapat membantu siswa belajar kerucut dengan lebih mudah dan bermakna.

E. Daftar Pustaka

- Agustini, W. A., & Fitriani, N. (2021). Analisis kesulitan siswa SMP pada materi bangun ruang sisi lengkung. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(1). <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i1.91-96>
- Akker, Jan van den Gravemeijer, Koeno And, Susan McKenney Nieveen, N. (2006). *Educational Design Research* (Akker, Jan; N. Akker, Jan van den

- Gravemeijer, Koeno And, Susan McKenney Nieveen, Ed.). London: Taylor & Francis e-Library.
- Andini, S., Budiyo, & Fitriana, L. (2018). Developing flipbook multimedia: The achievement of informal deductive thinking level. *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 227–238. <https://doi.org/10.22342/jme.9.2.5396.227-238>
- Andzin, N. S., Sari, P. Y. P., Widodo, R. C., Sukowati, D. I., Indriastuti, S., & Nursyahidah, F. (2024). Arithmetic sequences and series learning using realistic mathematics education assisted by augmented reality. *Mathematics Education Journal*, 18(1), 139–148. <https://doi.org/10.22342/jpm.v18i1.pp139-148>
- Arifin, Yusmin, E., & Hamdani. (2017). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung di SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 6
- Asokawati, I., Harun, L., & Nursyahidah, F. (2024). Desain pembelajaran kerucut menggunakan pendekatan pendidikan matematika realistik indonesia (PMRI) berkonteks tradisi mitoni. Retrieved from <http://journal.unirow.ac.id/index.php/jrpm>
- Budiarto, M. T., & Artiono, R. (2019). Geometri dan permasalahan dalam pembelajarannya (suatu penelitian meta analisis). *JUMADIKA: Jurnal Magister Pendidikan Matematika*, 1(1), 9–18. <https://doi.org/10.30598/jumadikavolliss1year2019page9-18>
- Dahlan, M., & Kurniasari, I. (2022). Identifikasi miskonsepsi siswa SMP pada materi bangun ruang sisi lengkung menggunakan three tier-test. *MATHEdunesa*, 11(2), 499–512. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n2.p499-512>
- Desviona, N., Ifati, A. N., & Masruroh, M. (2023). Software GeoGebra sebagai media penunjang pembelajaran geometri di SMK Muhammadiyah 1 Purbalingga. Retrieved from <https://jurnal.sttw.ac.id/index.php/abma/about>
- Fahmi, S., & Noviani, D. A. (2021). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis android menggunakan augmented reality pada materi bangun ruang sisi lengkung. *Quadratic: Journal of Innovation and Technology in Mathematics and Mathematics Education*, 1(2), 108–113. <https://doi.org/10.14421/quadratic.2021.012-05>
- Febriana, R. (2023). Implementasi pendekatan RME untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(7), 73–86.
- Fikriyah, S. Z., Jayanti, I. D., & Mu'awanah, S. (2020). Akulturasi budayajawa dan ajaran islam dalam tradisi popokan. *JPeB: Penelitian Budaya*, 5(2), 77–88.

- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. *Educational Design Research*, (May), 17–51. <https://doi.org/10.4324/9780203088364-12>
- Gravemeijer, K., & Eerde, D. van. (2009). Design research as a means for building a knowledge base for teachers and teaching in mathematics education. *The Elementary School Journal*, 109(5), 510–524.
- Hafsyah, A. R., & Alam, P. P. (2022). Analisis kesulitan matematika siswa SMPS PPM Rahmatul Asri pada materi bangun ruang sisi lengkung. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 1–4.
- Hardiyanto, D., Asokawati, I., Majid, P. M., Maesaroh, A. T., & Nursyahidah, F. (2024). Learning reflection using realistic mathematics education assisted by GeoGebra software. *Mathematics Education Journal*, 18(1), 15–26. <https://doi.org/10.22342/jpm.v18i1.pp15-26>
- Lestari, L., & Afriansyah, E. A. (2022). Kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita tentang bangun ruang sisi lengkung menggunakan prosedur newman. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu (PME)*, 01(02), 125–138. Retrieved from <https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/powermathedu>
- Nursyahidah, F., & Albab, I. U. (2021). Learning design on surface area and volume of cylinder using Indonesian ethno-mathematics of traditional cookie maker assisted by GeoGebra. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 13(4), 79–98.
- Nursyahidah, F., Putri, R. I. I., & Somakim. (2013). Supporting first grade students' understanding of addition up to 20 using traditional game. *Journal on Mathematics Education*, 4(2), 212–223. <https://doi.org/10.22342/jme.4.2.557.212-223>
- Nursyahidah, F., Saputro, B. A., & Albab, I. U. (2021). Desain pembelajaran kerucut berkonteks tradisi megonu gunung. *Jurnal Elemen*, 7(1), 14–27. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i1.2655>
- 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>
- Purba, T. N., & Pangaribuan, A. J. B. F. (2022). Jurnal Basicedu. *Jurnal Basicedu Vol*, 6(3), 4686–4700.
- Rahmadona, F., Indrayati, H., Widyaningrum, I., Stkip, M., Pagaralam, M., & Stkip, D. (2019). Efektivitas pendekatan PMRI dengan konteks nasi tumpang pada materi volume kerucut di kelas IX. *Academic Journal of Math* (Vol. 01). Retrieved from <http://journal.staincurup.ac.id/index.php/arithmetic>

- Ratu, A., & Talakua, A. C. (2024). Aplikasi media pembelajaran interaktif menggunakan augmented reality pada materi bangun ruang sisi lengkung. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 3(2), 90–98. <https://doi.org/10.56211/sudo.v3i2.529>
- Sitorus, C. W., Perangin-angin, F. S., Asmal, S., Dari, W. (2023). Analisis kesulitan siswa dalam belajar materi bangun ruang sisi lengkung. *Relevan: Jurnal Pendidikan Matematika Yayasan Amanah Nur Aman*. 3(4).
- Solin, T. A., Fitria, N., Sitorus, S. F., & Angkat, D. K. (2023). Analisis kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal bangun ruang sisi lengkung. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(4), 458–465.
- Sulastri, W., & Wulantina, E. (2023). Pengembangan LKPD berbasis pendekatan pendidikan matematika realistik Indonesia (PMRI) untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. *Mathema Journal*. 5.
- Tajuddin, M. (2019). Meningkatkan hasil belajar siswa SMP pada materi bangun ruang sisi lengkung melalui penggunaan media benda nyata dengan model pembelajaran kooperatif tipe jigsaw. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(1). <https://doi.org/10.33387/dpi.v8i1.1382>
- Tunimah, L., Nursyahidah, F., Albab, I. U., & Matematika, P. (2024). Pengembangan hypothetical learning trajectory materi kerucut berkonteks tradisi sesaji rewanda menggunakan PMRI berbantuan adobe animate. *Aksioma*. 15(1).
- Widana, I. W. (2021). Realistic mathematics education (RME) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di Indonesia. *Jurnal Elemen*, 7(2), 450–462. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i2.3744>
- Widyawati, W., Indra Putri, R. I., & Somakim, U. (2016). Desain pembelajaran sudut menggunakan konteks rumah limas di kelas VII. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 2(2), 437. <https://doi.org/10.22219/jinop.v2i2.3489>
- Yani, C. F., Maimunah, M., Roza, Y., Murni, A., & Daim, Z. (2019). Analisis kemampuan pemahaman matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 203–214. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v8i2.481>