

DESAIN *LEARNING TRAJECTORY* BERBASIS ETNOMATEMATIKA DENGAN STRATEGI *FLIPPED CLASSROOM* PADA PERKULIAHAN PENDIDIKAN MATEMATIKA I

Osniman Paulina Maure¹, Konradus Silvester Jenahut²

¹*Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam, Universitas San Pedro*

²*Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan
Ilmu Pendidikan, Universitas San Pedro*

*email: osnimanmaure@unisap.ac.id

Abstrak: Matematika merupakan mata kuliah wajib di perguruan tinggi karena penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis, kritis, dan pemecahan masalah. Namun, pada masa PTM Terbatas saat pandemi COVID-19, perkuliahan matematika kurang optimal akibat keterbatasan dosen dalam merancang pembelajaran yang tepat. Mengingat sifat matematika yang abstrak, diperlukan desain pembelajaran yang lebih efektif dan kontekstual. Salah satu model pembelajaran yang populer pada masa pandemik COVID-19 ini adalah *flipped classroom*. Agar perkuliahan matematika ini dapat optimal, seorang dosen perlu mendesain suatu alur pembelajaran yang bermakna berupa *learning trajectory* berbasis etnomatematika. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini adalah mendesain suatu *learning trajectory* berbasis etnomatematika dengan menggunakan strategi *flipped classroom* dalam mengajarkan materi sistem bilangan pada mata kuliah Pendidikan Matematika I di Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas San Pedro. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan metode *design research*. Tahapan dalam desain *learning trajectory* ini meliputi tahap *thought experiment*, *teaching experiment*, dan *restropective analysis*. Selanjutnya, peneliti menggunakan metode *design research* untuk mendesain *learning trajectory* berbasis etnomatematika dengan menggunakan strategi *flipped classroom*. *Learning trajectory* didesain mengikuti tahapan dalam *design research* yang meliputi *thought experiment*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*. *Learning trajectory* untuk materi sistem bilangan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dianggap sebagai cara alternatif atau kerangka acuan bagi guru untuk merancang serangkaian kegiatan pembelajaran yang mendukung pengembangan pemahaman konseptual siswa terhadap materi sistem bilangan.

Kata Kunci: *Learning trajectory*; etnomatematika; *flipped classroom*.

Abstract: *Mathematics is a compulsory course in higher education because it is important in shaping the ability to think logically, critically, and solve problems. However, during the PTM Limited period during the COVID-19 pandemic, mathematics lectures were less than optimal due to lecturers' limitations in designing appropriate learning. Given the abstract nature of mathematics, a more effective and contextual learning design is needed. One of the popular learning models during the COVID-19 pandemic is the flipped classroom. In order for this mathematics lecture to be optimal, a lecturer needs to design a meaningful learning flow in the form of an ethnomathematics-based learning trajectory. Therefore, the purpose of this study is to design an ethnomathematics-based learning trajectory using the flipped classroom strategy in teaching number system material in the Mathematics Education I course at the San Pedro University Elementary School Teacher Education Study Program. This type of research is a qualitative research with design research method. The stages in this learning trajectory design include thought experiment, teaching experiment, and restropective analysis. Furthermore, researchers used the design research method to design an ethnomathematics-based learning trajectory using a flipped classroom strategy. The learning trajectory was designed following the stages in design research which include thought experiment, teaching experiment, and retrospective analysis.*

Keywords: *Learning trajectory; ethnomathematics; flipped classroom.*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata kuliah wajib di perguruan tinggi yang diberikan kepada mahasiswa di setiap program studi. Hal ini dikarenakan matematika membekali mahasiswa dengan kemampuan berfikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, dan kemampuan bekerjasama yang berguna dalam pemecahan masalah di segala bidang (Amir, 2014; Sholihah & Mahmudi, 2015). Menilik pada realita, ketidakefektifan pelaksanaan proses Pembelajaran Tatap Muka (PTM) Terbatas di perguruan tinggi saat pandemik COVID-19 ini, salah satunya disebabkan oleh ketidakmampuan dosen dalam mendesain suatu proses pembelajaran yang tepat (Supriatna, 2021). Hal ini sangat berpengaruh terhadap perkuliahan matematika dikarenakan sifat matematika yang sangat teoritis dan abstrak (Trionanda & Julie, 2022).

Berdasarkan pengalaman peneliti saat mengajarkan Mata Kuliah Pendidikan Matematika I di Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) Universitas San Pedro, secara umum mahasiswa sulit untuk memahami materi sistem bilangan. Hal ini dikarenakan materi ini tidak disajikan secara kontekstual dengan kehidupan mahasiswa. Selain itu, peneliti tidak menerapkan suatu model pembelajaran yang spesifik saat melaksanakan proses PTM Terbatas ini. Sementara itu sebagai seorang calon guru SD,

mahasiswa PGSD dituntut untuk memahami materi sistem bilangan yang merupakan materi dasar untuk memahami materi matematika lainnya di tingkat SD.

Salah satu model pembelajaran yang cukup banyak menjadi kajian dalam penelitian pendidikan pada masa pandemik COVID-19 adalah *flipped learning* (Ubaidillah, 2019). *Flipped classroom* termasuk dalam kategori *blended learning* yang mengkombinasikan pembelajaran tatap muka dan online⁵. *Flipped classroom* adalah sebuah inovasi pembelajaran yang membalikkan semua proses pembelajaran, dimana mahasiswa diharuskan untuk menyelesaikan kegiatan pembelajaran pra-kelas yang diberikan secara online sebagai persiapan untuk sesi tatap muka (Julie, 2022). *Flipped classroom* ini diawali dengan membuat video pembelajaran atau media pembelajaran lainnya yang diupload sebelum pembelajaran dimulai agar mahasiswa dapat mempelajarinya di rumah masing-masing. Selanjutnya, pada sesi tatap muka digunakan untuk memperdalam materi yang telah diberikan dengan mengerjakan soal latihan atau praktek. Oleh sebab itu, keterlibatan mahasiswa secara optimal saat kegiatan pra-kelas dianggap penting agar mahasiswa dapat berpartisipasi secara efektif saat sesi tatap muka (Jovanovic et al., 2019).

Keterlibatan mahasiswa saat online dan tatap muka dapat didesain dengan menggunakan suatu alur pembelajaran (*learning trajectory*) (Madawistama, 2017). *Learning trajectory* adalah suatu rangkaian aktivitas yang dilalui mahasiswa dalam memecahkan suatu masalah atau memahami suatu konsep (Wijaya et al., 2021). Pada *learning trajectory* ini tergambar suatu skema pembelajaran yang harus ditempuh, konsep yang dipelajari, dan tindakan antisipatif terhadap setiap kemungkinan masalah yang dihadapi oleh mahasiswa selama mengikuti proses perkuliahan. Tiga komponen utama dalam *learning trajectory* meliputi tujuan belajar untuk pembelajaran bermakna, sekumpulan tugas untuk mencapai tujuan belajar, dan hipotesis tentang cara berpikir mahasiswa (Surya et al., 2021). Perkuliahan akan bermakna apabila perkuliahan tersebut dikaitkan dengan lingkungan budaya mahasiswa (Jenahut & Maure, 2020; Maure & Jenahut, 2021; Maure & Ningsi, 2018). Oleh sebab itu, peneliti perlu mendesain suatu *learning trajectory* berbasis etnomatematika. Etnomatematika merupakan kajian tentang konsep matematika yang terdapat pada suatu budaya. Integrasi etnomatematika pada perkuliahan matematika memiliki dampak yang positif dikarenakan perkuliahan matematika menjadi lebih bermakna dan mudah dipahami oleh setiap mahasiswa (Zaenuri et al., 2018). Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah mendesain suatu *learning trajectory* berbasis etnomatematika dengan menggunakan strategi *flipped classroom* pada perkuliahan Pendidikan Matematika I topik sistem bilangan. Hal ini berguna untuk mempermudah pemahaman mahasiswa PGSD terkait sistem bilangan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan metode *design research*. Peneliti menggunakan metode *design reasearch* untuk mendesain *learning trajectory* berbasis etnomatematika dengan menggunakan strategi *flipped classroom*. *Learning trajectory* didesain mengikuti tahapan dalam *design research* yang meliputi *thought experiment*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*. Teknik pengumpulan data dalam desain *learning trajectory* ini yaitu observasi, wawancara tidak terstruktur, dan dokumentasi. Subyek dalam penelitian ini adalah 25 mahasiswa Program Studi PGSD Universitas San Pedro yang memprogram mata kuliah Pendidikan Matematika I.

Tahapan dalam desain *learning trajectory* ini meliputi tahap *thought experiment*, *teaching experiment*, dan *restropective analysis*. Pada tahap *thought experiment*, peneliti mengkaji literatur dan mendesain *Learning Trajectory* berbasis etnomatematika dengan menggunakan strategi *flipped classroom*. Kajian literatur ini mengenai *learning trajectory*, materi sistem bilangan, dan metode yang tepat untuk mengajarkan sistem bilangan sebagai basis untuk merumuskan dugaan awal pada *Learning Trajectory*. Pada tahap *teaching experiment*, peneliti melakukan uji coba terhadap *Learning Trajectory* yang telah didesain. *Learning Trajectory* ini diujicobakan kepada subyek penelitian yaitu 25 mahasiswa PGSD yang memprogram mata kuliah Pendidikan Matematika I. Selama tahap uji coba, peneliti melakukan observasi dan dokumentasi terkait tahapan berpikir mahasiswa. Selanjutnya, peneliti melakukan wawancara untuk mengklarifikasi dan mengkonfirmasi alur berpikir mahasiswa. Pada tahap *restropective analysis*, penulis menganalisis data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi pada saat *teaching experiment*. Berdasarkan analisis data, peneliti memperoleh *learning trajectory* mahasiswa yang aktual terkait materi sistem bilangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Bahasan utama berisi hasil penelitian yang ditulis dengan font *Times New Roman* 12pt. Hasil bukan merupakan data mentah, melainkan data yang sudah diolah/dianalisis dengan metode yang telah ditetapkan. Pembahasan mengaitkan data dan hasil analisis dengan permasalahan atau tujuan penelitian dan konteks teoretis yang lebih luas. Penyampaian hasil dapat menggunakan tabel atau gambar yang disertai narasi untuk mempermudah pembaca memahaminya. Tabel dan gambar disajikan secara ringkas. Judul tabel diletakkan di atas tabel, sedangkan keterangan gambar diletakkan di bawah gambar tersebut. Judul tabel dan gambar diawali dengan huruf kapital rata tengah, semua kata diawali huruf kapital, kecuali kata sambung. Jika lebih dari satu baris ditulis dalam spasi tunggal.

Hasil penelitian ini berupa *learning trajectory* untuk materi sistem bilangan. Dalam penelitian ini, peneliti mendesain *learning trajectory* berbasis etnomatematika

dengan strategi *flipped classroom* untuk materi sistem bilangan. Tahapan dalam desain *learning trajectory* ini meliputi tahap *thought experiment*, *teaching experiment*, dan *restropective analysis*.

1. *Thought Experiment*

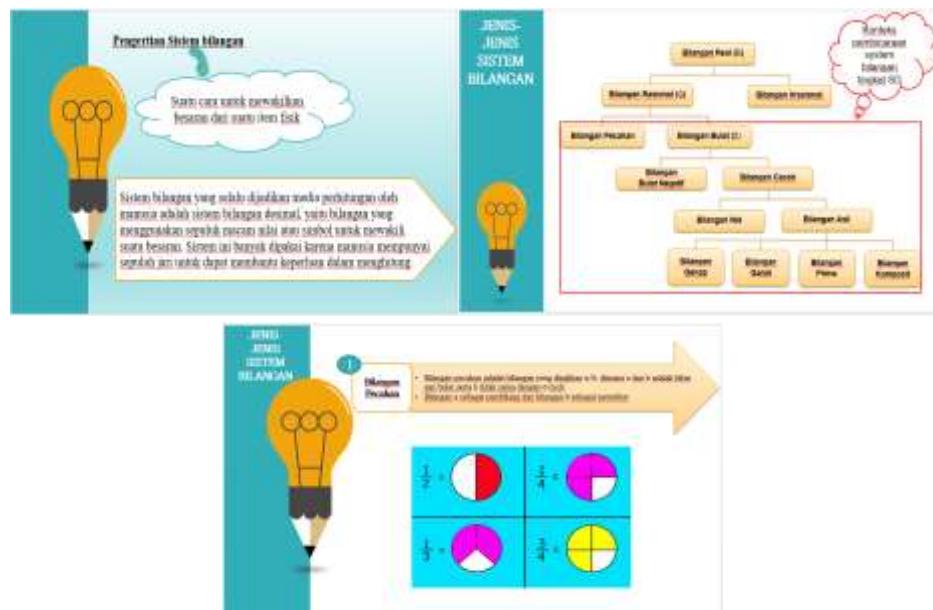
Pada tahap ini, peneliti mengkaji literatur terkait *learning trajectory*, sistem bilangan, pendekatan etnomatematika, serta strategi *flipped classroom*. Kajian ini digunakan untuk menyusun *Learning Trajectory* yang berbasis pada konteks budaya lokal, khususnya sistem bilangan masyarakat Kabupaten TTS. Strategi *flipped classroom* dipilih karena mendukung pembelajaran mandiri dan interaktif, memungkinkan mahasiswa mengkonstruksi pengetahuan melalui diskusi dan refleksi. *Learning Trajectory* dirancang dengan asumsi bahwa mahasiswa akan menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap konsep sistem bilangan melalui eksplorasi konteks budaya dalam kegiatan belajar yang bertahap, dimulai dari pemahaman dasar hingga aplikasi dalam kehidupan nyata.

2. *Teaching Experiment*

Learning Trajectory yang telah dirancang diuji coba pada 20 mahasiswa PGSD yang mengikuti perkuliahan Pendidikan Matematika I. Proses pembelajaran dibagi menjadi tiga fase utama:

a) **Fase Belajar Mandiri**

Mahasiswa mempelajari materi sistem bilangan melalui Google Classroom yang mencakup pengertian dan jenis sistem bilangan. Materi disusun dalam bentuk ringkasan, video penjelasan, dan contoh soal. Beberapa isi materi disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



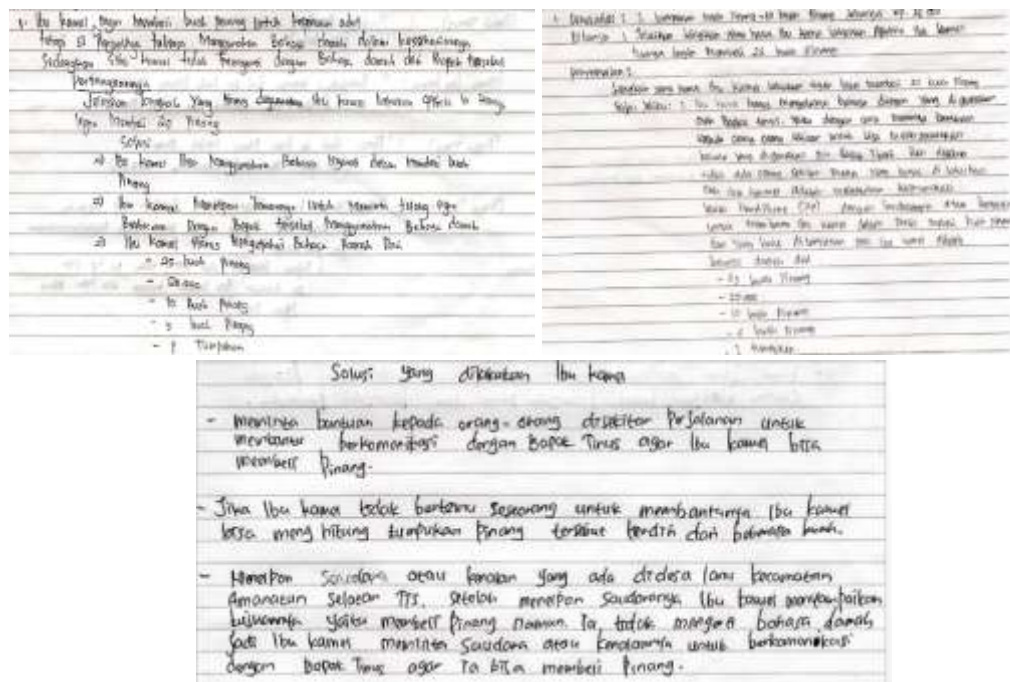
Gambar 1. Materi tentang sistem bilangan

b) Fase Asinkronus

Melalui WhatsApp group, mahasiswa berdiskusi tentang materi yang belum dipahami. Proses ini memfasilitasi interaksi informal dan memperkuat pemahaman melalui bantuan teman sebaya.

c) Fase Sinkronus

Pada sesi sinkron, dosen dan mahasiswa meninjau ulang materi mandiri, melakukan klarifikasi konsep, dan mendalami pemahaman melalui diskusi kelompok berbasis masalah kontekstual. Masalah kontekstual yang diangkat berhubungan dengan budaya lokal yaitu *pembelian buah pinang dalam sistem jual-beli tradisional TTS*. Mahasiswa diminta menganalisis situasi yang melibatkan sistem bilangan lokal, kesenjangan bahasa, dan nilai budaya, sehingga mahasiswa terdorong mengaitkan konsep matematika formal dengan praktik sehari-hari masyarakat. Setiap kelompok mahasiswa menyajikan solusi berbeda namun relevan seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hasil diskusi kelompok

Mayoritas kelompok menyarankan pendekatan komunikasi lintas budaya (bantuan penerjemah, bahasa isyarat, atau mempelajari sistem bilangan lokal). Ini menunjukkan bahwa mahasiswa mulai memahami pentingnya etnomatematika sebagai sarana kontekstualisasi matematika dalam masyarakat.

3. Retrospective Analysis

Data dari observasi, diskusi, dokumentasi, dan wawancara dianalisis secara kualitatif. Hasil menunjukkan bahwa desain *learning trajectory* yang dikembangkan secara umum berhasil memfasilitasi peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap konsep sistem bilangan, serta membangun kesadaran akan keberagaman sistem bilangan dalam budaya lokal. Temuan utama dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut: (1) Mahasiswa mampu menghubungkan konsep sistem bilangan formal dengan praktik jual beli dalam masyarakat TTS; (2) Mahasiswa menunjukkan peningkatan partisipasi aktif, pemikiran kritis, dan kerja sama selama proses pembelajaran; (3) Beberapa mahasiswa mengakui bahwa pendekatan etnomatematika membantu mereka melihat matematika sebagai ilmu yang hidup dalam budaya, bukan hanya kumpulan rumus abstrak; dan (4) Namun demikian, proses ini juga mengungkapkan bahwa sebagian mahasiswa pada awalnya tidak familiar dengan sistem bilangan lokal, sehingga diperlukan penguatan informasi dan eksplorasi lebih lanjut. Peneliti menyediakan fleksibilitas dengan mengarahkan mahasiswa mencari informasi tambahan melalui perangkat digital.

Contoh *prototipe Learning Trajectory* setelah tahap *teaching experiment* dan tahap *restropective analysis* disajikan pada Gambar 3 berikut ini.

LINTASAN BELAJAR (HIPOTETHICAL LEARNING TRAJEKTORY)			
Lintasan Belajar pada Perkuliahan Matematika I			
Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) Universitas San Pedro			
Topik Sistem Bilangan Tahun Ajaran 2022/2023			
Materi	: Sistem Bilangan		
Tujuan	: Mahasiswa dapat memahami materi sistem bilangan dalam matematika melalui sistem bilangan Masyarakat Timor (So'e), Sabu, Manggarai, Lamaholot, Timor (Amarasi), dan Rote (Rote Timur dan Rote Tengah)		
No.	Kegiatan Pembelajaran	Kemungkinan Jawaban Mahasiswa	Alternatif
1.	Dosen mengawali pembelajaran dengan mengecek kesiapan mahasiswa, kesiapan kelas, dan penyampaian tujuan pembelajaran.	Semua mahasiswa telah bersiap untuk mengikuti perkuliahan dengan baik.	Dosen melanjutkan pada langkah (2).
		Ada beberapa mahasiswa telah bersiap untuk mengikuti perkuliahan dengan baik.	Dosen memberikan motivasi tentang manfaat mempelajari mengikuti perkuliahan, misalnya dapat memperluas pengetahuan dan membuka wawasan.
2.	Dosen mengawali materi dengan pertanyaan: "Apakah kalian pernah mempelajari materi sistem bilangan?"	Mahasiswa menjawab pernah mempelajari materi sistem bilangan.	Dosen akan melanjutkan pada langkah (3).
		Mahasiswa menjawab belum pernah mempelajari materi sistem bilangan.	Dosen memberikan contoh terkait sistem bilangan, diantaranya bilangan bulat positif, bilangan bulat negatif, bilangan desimal, dan lain-lain.
3.	Dosen memberikan motivasi mempelajari materi sistem bilangan kepada mahasiswa dengan mengeksplorasi manfaat mempelajari materi sistem bilangan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya: (1) Dalam kegiatan transaksi jual-beli, menghitung hasil penjualan, untung rugi, dan modal	Mahasiswa dapat mengeksplorasi manfaat mempelajari materi sistem bilangan dalam kehidupan sehari-hari.	Dosen dapat melanjutkan pada langkah (4).
		Mahasiswa tidak dapat mengeksplorasi manfaat mempelajari materi sistem bilangan dalam kehidupan sehari-hari.	Dosen akan memberikan tanggapan agar mahasiswa dapat memahami penjelasan dosen.

	serta pengeluaran usaha. (2) Perhitungan banyak benda dan usia, pengurutan prestasi, serta pengukuran jumlah takaran.		
4.	Dosen membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok, dimana setiap kelompok terdiri atas salah satu mahasiswa yang berasal dari daerah Amanatun Selatan-TTS. Hal ini dilakukan agar mempermudah proses diskusi kelompok.	Semua mahasiswa yang berasal dari daerah Amanatun Selatan-TTS tersebar pada setiap kelompok.	Dosen dapat melanjutkan pada diskusi kelompok (langkah 5).
		Ada beberapa kelompok yang tidak memiliki mahasiswa yang berasal dari daerah Amanatun Selatan-TTS.	Dosen mengarahkan mahasiswa yang berasal dari sekitar daerah Amanatun Selatan-TTS untuk mengisi kelompok lain yang belum memiliki mahasiswa yang berasal dari daerah Amanatun Selatan-TTS.
5.	Dosen memberikan LKS kepada tiap kelompok untuk mengarahkan mahasiswa dalam mengenal sistem bilangan, kemudian dosen menyuruh mahasiswa mengerjakan sesuai petunjuk pada LKS. LKS tersebut berisi soal sebagai berikut: "Dalam perjalanan menuju Desa Luru Kecamatan Amanatun Selatan-TTS, Ibu Kamel memutuskan untuk membeli buah pinang untuk keperluan acara adat pada seorang penjual bernama Bapak Timus. Bapak Timus menggunakan bahasa daerah dalam kesehariannya, sedangkan Ibu Kamel tidak memahami bahasa daerah tersebut. Namun demikian, Ibu Kamel harus membeli buah pinang tersebut pada Bapak Timus dikarenakan keadaan yang mendesak. Sistem penjualan yang digunakan oleh Bapak Timus dalam bentuk tumpukan, dimana 1 tumpukan terdiri atas 10 buah pinang seharga Rp. 20.000. Jelaskan langkah yang harus Ibu Kamel lakukan apabila Ibu Kamel hanya ingin membeli 25 buah pinang!"		
6.	Dosen bertanya tentang apakah para mahasiswa sudah memahami LKS tersebut dengan baik.	Mahasiswa menjawab 'ya'	Dosen meminta agar mahasiswa melanjutkan diskusi kelompok (langkah 7).
		Mahasiswa menjawab 'tidak'	a) Dosen meminta kelompok lain agar menjelaskan maksud soal tersebut. b) Dosen mengapresiasi penjelasan kelompok, lalu memberikan pengakuan atas jawaban kelompok agar setiap kelompok dapat melanjutkan diskusi. c) Apabila semua kelompok tidak memahami LKS tersebut, maka dosen akan menjelaskan kepada semua kelompok.
7.	Mahasiswa diminta untuk mulai mendiskusikan penyelesaian dari persoalan pada LKS.	Ibu Kamel harus memahami perhitungan penjualan buah pinang tersebut.	Dosen memberikan pertanyaan topangan berupa: "Sebutkan cara yang dapat digunakan oleh Ibu Kamel agar dapat memahami perhitungan

Gambar 3. Gambaran *prototipe Learning Trajectory*

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *Learning Trajectory* berbasis etnomatematika yang dipadukan dengan strategi *flipped classroom* pada perkuliahan Pendidikan Matematika I, khususnya pada topik sistem bilangan. Desain ini didasarkan pada kebutuhan untuk membuat pembelajaran matematika lebih kontekstual, bermakna, dan relevan dengan kehidupan mahasiswa, khususnya dalam konteks budaya lokal di Kabupaten TTS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep sistem bilangan. Hal ini sejalan dengan temuan Nuraina et al. (2021) yang menunjukkan bahwa pendekatan RME berbasis etnomatematika memiliki dampak positif yang signifikan terhadap pemahaman konsep matematika dan motivasi belajar siswa. Selain itu, penelitian dari Maure & Jenhaut (2021) menunjukkan bahwa integrasi aspek budaya (etnomatematika) dalam pendekatan matematika efektif memperbaiki pemahaman dan hasil belajar matematika siswa.

Strategi *flipped classroom* yang digunakan memungkinkan mahasiswa untuk melakukan eksplorasi awal secara mandiri sebelum sesi tatap muka. Hal ini mendorong pembelajaran aktif dan partisipatif saat diskusi sinkron berlangsung. Dalam fase sinkron, mahasiswa dapat mengkonstruksi kembali pemahamannya melalui diskusi berbasis masalah kontekstual. Diskusi tentang sistem jual-beli tradisional buah pinang di TTS menjadi contoh konkret bagaimana mahasiswa dihadapkan pada praktik matematika dalam budaya lokal yang selama ini luput dari perhatian. Hasil penelitian ini sejalan

dengan penelitian yang dilakukan oleh Elazab & Alazab (2016) yang menemukan bahwa *flipped classroom* berpotensi meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan efektivitas pembelajaran.

Pendekatan ini juga memfasilitasi perkembangan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif mahasiswa. Temuan bahwa mayoritas mahasiswa mampu mengusulkan solusi berdasarkan komunikasi lintas budaya, serta mengaitkan konsep sistem bilangan formal dengan praktik masyarakat, menunjukkan bahwa mereka tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mentransfernya ke dalam konteks baru. Hal ini menunjukkan keberhasilan pembelajaran bermakna sebagaimana digariskan dalam teori konstruktivisme dan prinsip RME.

Namun demikian, penelitian ini juga mengungkap tantangan, yaitu keterbatasan pengetahuan awal mahasiswa terhadap sistem bilangan lokal. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Maure & Jenahut (2022) yang menyatakan bahwa sistem bilangan lokal dapat dimanfaatkan oleh seorang guru sebelum mengajarkan sistem bilangan formal di sekolah. Ini mengindikasikan bahwa integrasi etnomatematika membutuhkan penguatan literasi budaya serta pembelajaran yang lebih eksploratif. Oleh karena itu, penggunaan sumber belajar digital dan kolaboratif menjadi strategi penting untuk mendukung proses tersebut. Hasil ini senada dengan penelitian Koban et al. (2023) yang membuktikan bahwa integrasi budaya lokal melalui etnomatematika ke dalam media interaktif dapat meningkatkan kualitas pembelajaran matematika siswa.

Berdasarkan sudut pandang metodologis, penggunaan *design research* terbukti efektif dalam merancang dan merevisi learning trajectory. Melalui tahapan *thought experiment*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*, peneliti mampu mengidentifikasi kesesuaian antara *Learning Trajectory* dengan lintasan belajar aktual mahasiswa. Temuan ini memperkuat posisi learning trajectory sebagai alat pedagogis yang strategis dalam mendesain pembelajaran berbasis budaya. Senada dengan itu, penelitian Trionanda & Julie (2022) menghasilkan *prototipe Learning Trajectory* yang lengkap dan layak diterapkan untuk materi penyederhanaan pecahan, menggabungkan video pra-kelas, diskusi sinkron, serta kegiatan transfer. Instrumen ini menegaskan bahwa model RME dengan *flipped classroom* bisa diwujudkan dalam kondisi pembelajaran daring.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa desain pembelajaran matematika yang kontekstual, berbasis budaya, dan berorientasi pada pembelajaran aktif dapat meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa. Pendekatan ini juga relevan untuk diterapkan di berbagai konteks perkuliahan matematika lainnya, khususnya dalam pendidikan calon guru SD yang harus mampu mengajarkan matematika secara bermakna kepada siswa di tingkat dasar.

SIMPULAN

Learning trajectory untuk materi sistem bilangan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dianggap sebagai cara alternatif atau kerangka acuan bagi guru untuk merancang serangkaian kegiatan pembelajaran yang mendukung pengembangan pemahaman konseptual siswa terhadap materi sistem bilangan. Namun demikian, menggeneralisasi temuan penelitian ini mungkin dilakukan dengan hati-hati karena materi yang berbeda mungkin memberikan hasil yang berbeda. Selain itu, aspek budaya juga dapat mempengaruhi proses pembelajaran. Oleh karena itu, tantangan untuk penelitian lebih lanjut adalah mengembangkan *Learning Trajectory* yang dapat diterapkan dalam situasi yang lebih umum. Tantangan lain di masa depan adalah kompetensi guru dalam mengembangkan *Learning Trajectory* yang sesuai dengan kelas mereka. Dalam hal ini, terdapat aspek-aspek penting yang perlu diperhatikan antara lain pengetahuan guru tentang matematika, pengetahuan guru tentang aktivitas matematika, pengetahuan guru tentang pengajaran matematika, pengetahuan guru tentang pembelajaran siswa pada suatu topik tertentu, dan juga kemampuan guru dalam membuat hipotesis pengetahuan siswa dan hambatan belajar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas dukungan dan kepercayaan yang telah diberikan melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula tahun 2022. Dukungan ini sangat berarti dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, A. (2014). Pembelajaran Matematika SD dengan Menggunakan Media Manipulatif. *Forum Paedagogik*, 6(1), 72–89.
- Elazab, S., & Alazab, M. (2016). The effectiveness of the flipped classroom in higher education. *Proceedings - 2015 5th International Conference on e-Learning, ECONF 2015, June*, 207–211. <https://doi.org/10.1109/ECONF.2015.34>
- Jenahut, K. S., & Maure, O. P. (2020). Eksplorasi Etnomatematika pada Permainan Bangsa Masyarakat Manggarai Timur. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 9(1), 138–151. <https://doi.org/https://doi.org/10.24252/ip.v9i1.16350>
- Jovanovic, J., Mirriahi, N., Gašević, D., Dawson, S., & Pardo, A. (2019). Predictive power of regularity of pre-class activities in a flipped classroom. *Computers and Education*, 134(June), 156–168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.011>
- Julie, H. (2022). Prospective Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Teaching Mathematics Using Flipped Classroom Strategy. *Proceedings of the Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR) & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021)*, 627, 336–340.

- <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.052>
- Koban, G. H. S., Sari, B. P., & Maure, O. P. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Autoplay Media Studio 8.5 dengan Pendekatan Etnomatematika. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 28–43.
- Madawistama, S. T. (2017). Learning trajectory dan obstacle mahasiswa dalam mengabstraksi berdasarkan konstruk Teori Valsiner. *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika*, 3(2), 103–114.
- Maure, O. P., & Jenahut, K. S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Probing-Prompting yang Berbasis Etnomatematika. *Math Educa Journal*, 5(1), 37–45.
- Maure, O. P., & Jenahut, K. S. (2022). Etnomatematika Sistem Bilangan Masyarakat Manggarai Timur Dan Masyarakat Timor Tengah Selatan. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 3514. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6380>
- Maure, O. P., & Ningsi, G. P. (2018). Eksplorasi Etnomatematika pada Tarian Caci Masyarakat Mangarai Nusa Tenggara Timur. *Posiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, 340–347. <http://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/etnomatnesia/index>
- Nuraina, N., Fauzi, K. M. A., & Simbolon, N. (2021). The Effect of Realistic Mathematics Educations (RME) Approach Based on Ethnomatics on the Improvement of Concept Understanding Ability and Students' Learning Motivation in Elementary School Al-Kausar City of Langsa. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 4(1), 543–554. <https://doi.org/10.33258/birle.v4i1.1707>
- Sholihah, D. A., & Mahmudi, A. (2015). Keefektifan Experiential Learning Pembelajaran Matematika MTS Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 2(2), 175–185. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v2i2.7332>
- Supriatna, U. (2021). Flipped Classroom: Metode Pembelajaran Tatap Muka Terbatas pada Masa Pandemi Covid-19. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya*, 7(3), 57–62. <https://doi.org/10.32884/ideas.v7i3.408>
- Surya, F. Y., Utami, F. P. D., & Julie, H. (2021). Hypothetical Learning Trajectory (*LEARNING TRAJECTORY*) to Build Understanding of Mathematics Education Students about What is and How to Apply Problem Based Learning (PBL) to Learn Mathematics. *International Conference on Mathematics and Learning Research*, 18–25.
- Trionanda, S., & Julie, H. (2022). Designing Learning Trajectory on The Topic of Simplifying Fractions Using Realistic Mathematics Education with Flipped Classroom Strategy. *Proceedings of the Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR) & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021)*, 627, 322–329. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.050>
- Ubaidillah, M. (2019). Penerapan Flipped Classroom Berbasis Teknologi Informasi pada Mata Pelajaran Fiqih di MTs Al-Chusnaniyah Surabaya. *Jurnal Islamika: Jurnal Ilmu-Ilmu Keislaman*, 19(1), 34–45. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi6m7PPtf_1AhXhjuYKHZpqBWMQFnoECAYQAQ&

url=https%3A%2F%2Fjournal.iainkerinci.ac.id%2Findex.php%2Fislamika%2Farticle%2Fdownload%2F375%2F303%2F1635&usg=AOvVaw0tJ6dCu61Qh

Wijaya, A., Elmaini, & Doorman, M. (2021). A learning trajectory for probability: A case of game-based learning. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.22342/JME.12.1.12836.1-16>

Zaenuri, Dwidayati, N., & Suyitno, A. (2018). *Pembelajaran Matematika Melalui Pendekatan Etnomatematika* (Issue July). UNNES Press.