Matematika Membumi: Ketika Matematika Realistik Berjumpa dengan Permasalahan Planet Bumi dan Teknologi

Yosep Dwi Kristanto

2023-12-27

Tujuan artikel ini adalah untuk mendeskripsikan desain pembelajaran matematika realistik yang menggunakan konteks permasalahan perubahan iklim yang ditunjang dengan menggunakan teknologi.

# 1. Pendahuluan

Suatu waktu mahasiswa calon pendidik matematika ditugaskan untuk mengembangkan sebuah simulasi digital sebagai media pembelajaran. Simulasi digital tersebut dimaksudkan untuk mengilustrasikan gerak parabola dari sebuah objek yang diluncurkan dengan kecepatan awal dan sudut elevasi tertentu, serta menggambarkan grafik ketinggian objek tersebut setiap waktunya. Menariknya, hampir semua produk simulasi mahasiswa tersebut, yaitu sekitar 96,7%, menggunakan persamaan matematis yang sama untuk merepresentasikan lintasan yang dilalui oleh objek tersebut dan relasi antara ketinggian objek tersebut setiap waktunya. Padahal, persamaan yang menggambarkan lintasan objek tersebut dan persamaan yang merepresentasikan ketinggian bola tersebut setiap waktunya menghubungkan kuantitas-kuantitas yang berbeda. Persamaan pertama menghubungkan jarak horizontal dan jarak vertikal (ketinggian) sedangkan persamaan kedua menghubungkan waktu dan ketinggian.

Ilustrasi tersebut paling tidak menunjukkan tiga hal. Pertama, masih banyak calon pendidik matematika yang kurang memiliki kepekaan terhadap seberapa realistik konteks yang dikembangkannya. Misalkan, terdapat seorang mahasiswa yang menggunakan persamaan untuk merepresentasikan lintasan bola basket dan ketinggian bola tersebut setiap waktunya. Persamaan tersebut tidak realistik digunakan untuk merepresentasikan ketinggian bola setiap waktunya karena menghasilkan percepatan vertikal sekitar m/s². Percepatan tersebut jauh dari percepatan gravitasi yang nilainya sekitar m/s².

Kedua, mahasiswa tersebut menganggap bahwa grafik dari relasi antara dua kuantitas sebagai gambar harfiah dari situasi yang diberikan (Hadjidemetriou & Williams, 2002). Mahasiswa itu menganggap bahwa relasi antara ketinggian bola dan waktu sama dengan persamaan yang menggambarkan lintasan parabola yang dilalui oleh bola tersebut. Dengan kata lain, relasi yang menghubungkan sembarang dua kuantitas mengenai bola tersebut dianggap sama dengan relasi yang dapat dilihat secara jelas, yaitu relasi yang menggambarkan lintasan bola tersebut. Kesulitan tentang grafik yang oleh Leinhardt et al. (1990) disebut sebagai kesulitan interpretasi ikonik ini mengindikasikan kurangnya pemahaman konseptual mahasiswa tentang grafik suatu relasi.

Ketiga, mahasiswa tersebut masih menganggap matematika sebagai sebuah bidang ilmu yang terisolasi dari bidang-bidang ilmu lainnya. Ketika mereka menghadapi masalah gerak parabola, mereka hanya menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan pengetahuan matematisnya. Sangat banyak dari mereka yang tidak menggunakan prinsip-prinsip fisika tentang gerak parabola untuk menyelesaikannya.

Ketiga masalah tersebut menggambarkan permasalahan besar dan nyata dalam upaya penyiapan para guru matematika masa depan yang juga ditemukan oleh penelitian-penelitian terdahulu. Dalam penelitiannya terhadap 32 mahasiswa calon pendidik matematika, Yilmaz (2019) menemukan bahwa lebih dari setengah permasalahan yang dikembangkan oleh para calon pendidik matematika tersebut tidak cukup realistik. Temuan serupa juga ditemukan oleh banyak peneliti lainnya (misalnya, Bergsten & Frejd, 2019; Jung & Newton, 2018; Paredes et al., 2020). Terkait dengan pemahaman konseptual terhadap grafik, Billings & Klanderman (2000) menemukan bahwa cukup banyak mahasiswa calon pendidik matematika yang mengalami kesulitan dalam mengkonstruksi dan menginterpretasi grafik, khususnya yang melibatkan kecepatan sebagai salah satu variabelnya. Hal ini senada dengan temuan Huang & Kulm (2012). Mereka menemukan bahwa masih banyak mahasiswa calon guru matematika dan sains yang kesulitan membuat keputusan dari grafik fungsi kecepatan terhadap waktu yang diberikan. Lebih jauh, penelitian-penelitian terdahulu juga menemukan bahwa masih cukup banyak mahasiswa calon pendidik matematika yang kesulitan dalam mengkoneksikan matematika dengan bidang ilmu lain atau permasalahan sehari-hari (Diana, 2020; Fajri, 2016; Prayitno, 2018).

Tiga masalah tersebut menjadi tantangan bagi para pendidik dan peneliti yang menyiapkan para guru matematika masa depan. Mathematics Teacher Educators (2017) menekankan bahwa para calon pendidik matematika perlu memiliki pemahaman esensial terhadap konsep-konsep dan praktik-praktik matematika. Praktik-praktik matematika tersebut termasuk kemampuan dalam menggunakan matematika untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari atau permasalahan dari bidang-bidang ilmu lain. Tak hanya itu, para calon pendidik matematika juga perlu dibekali kemampuan untuk mendesain aktivitas pembelajaran yang membuat peserta didik semangat belajar dan memahami kegunaan matematika bagi dirinya (Ainley et al., 2006).

Tantangan-tantangan tersebut dapat didekati dengan menggunakan apa yang disebut oleh Grossman et al. (2009) sebagai kerangka kerja “*teaching of practice*”. Satu dari tiga konsep yang dikenalkan dalam kerangka kerja tersebut adalah *approximations of practice* atau pendekatan praktik. Berdasarkan ide ini, para mahasiswa calon pendidik matematika perlu mendapatkan kesempatan untuk terlibat dalam praktik-praktik mendasar dalam pengajaran matematika. Praktik seperti ini tidak hanya dapat membangun kecakapan matematis mahasiswa tetapi juga dapat membangun pengetahuan mereka tentang pengajaran (Álvarez et al., 2020). Bagi mahasiswa tingkat awal, ide ini dapat dilakukan dengan memberikan pengalaman belajar bermakna bagi mereka melalui pembelajaran matematika yang efektif dan inovatif. Dengan cara seperti ini, mahasiswa akan membangun dan mengembangkan kecakapan matematisnya, serta dapat menganalisis praktik-praktik baik yang ditunjukkan dalam pengajaran seperti itu.

Karena tiga permasalahan utama yang dipaparkan sebelumnya menyangkut permasalahan realistik, pemahaman konseptual, dan koneksi matematika dengan bidang-bidang nonmatematika atau permasalahan sehari-hari, pendekatan pendidikan matematika realistik sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran bagi para mahasiswa calon pendidik matematika. Melalui pengalaman belajar dalam perkuliahan yang menerapkan pendekatan ini, mereka akan dapat mengembangkan pemahaman konseptualnya tentang topik matematika yang diajarkan (Osana & Royea, 2011). Selain itu, mereka juga akan terekspos dengan prinsip-prinsip desain pengajaran pendidikan matematika realistik, yaitu penemuan terbimbing, fenomenologi didaktis, dan pemodelan yang muncul (Gravemeijer, 2008).

Salah satu bagian terpenting dalam mendesain pembelajaran yang menerapkan pendidikan matematika realistik adalah pemilihan atau pengembangan permasalahan yang realistik. Permasalahan realistik tersebut tidak hanya digunakan sebagai motivasi tetapi juga sebagai landasan konseptual bagi mahasiswa untuk bermatematika. Selain itu, Ainley et al. (2006) menambahkan bahwa permasalahan tersebut juga perlu memberikan daya guna kepada mahasiswa. Untuk itu, permasalahan realistik yang berpotensi memotivasi mahasiswa, berdaya guna, dan dapat digunakan sebagai landasan konseptual bagi mereka untuk bermatematika diperlukan dalam mendesain pembelajaran dengan pendekatan pendidikan matematika realistik.

Menilik kajian pustaka yang dilakukan oleh Corner et al. (2015), secara umum anak muda lebih memiliki kesadaran terhadap perubahan iklim dibandingkan dengan kelompok umur yang lebih dewasa. Fakta ini menunjukkan potensi perubahan iklim untuk dijadikan konteks dalam pembelajaran matematika. Selain itu, penggunaan konteks ini juga dapat memberikan daya guna bagi mahasiswa calon pendidik matematika untuk mengetahui lebih jauh tentang fakta-fakta perubahan iklim.

Berdasarkan permasalahan dan peluang yang telah dipaparkan sebelumnya, tujuan makalah ini ada dua. Pertama, makalah ini akan mendeskripsikan desain pembelajaran yang menerapkan prinsip-prinsip desain pendidikan matematika realistik dan menggunakan konteks perubahan iklim. Kedua, makalah ini membahas bagaimana desain pembelajaran tersebut dapat membangun pemahaman konseptual mahasiswa calon pendidik matematika tentang grafik fungsi.

# 2. Isi

Bagian isi ini memaparkan tiga hal. Pertama adalah pemaparan tentang desain pembelajaran. Kedua merupakah pemaparan hasil implementasi desain tersebut. Ketiga adalah pembahasan.

## 2.1 Desain Pembelajaran

Desain pembelajaran yang dideskripsikan di makalah ini merupakan satu dari banyak aktivitas pembelajaran digital berbasis pendidikan matematika realistik yang dikembangkan dalam rangka mengimajinasikan kembali mata kuliah Aljabar dan Trigonometri di program studi Pendidikan Matematika, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta. Aktivitas-aktivitas pembelajaran digital tersebut dikembangkan dengan menggunakan Desmos (Kristanto, 2019b, 2019a, 2021) dan dapat diakses secara terbuka di <https://teacher.desmos.com/collection/651e23c943f200bd64d30bb1?lang=id>.

# 3. Penutup

# 4. Ucapan Terima Kasih

Sebagian isi makalah ini telah dipresentasikan dalam Seminar Rumpun Program Studi Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Sanata Dharma 2023. Terima kasih yang mendalam kami ucapkan kepada para kolega yang telah memberikan gagasan dan saran sehingga dihasilkan makalah ini.

# 5. Lampiran

# 6. Daftar Pustaka

Ainley, J., Pratt, D., & Hansen, A. (2006). Connecting engagement and focus in pedagogic task design. *British Educational Research Journal*, *32*(1), 23–38. <https://doi.org/10.1080/01411920500401971>

Álvarez, J. A. M., Arnold, E. G., Burroughs, E. A., Fulton, E. W., & Kercher, A. (2020). The design of tasks that address applications to teaching secondary mathematics for use in undergraduate mathematics courses. *The Journal of Mathematical Behavior*, *60*, 100814. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100814>

Bergsten, C., & Frejd, P. (2019). Preparing pre-service mathematics teachers for STEM education: An analysis of lesson proposals. *ZDM*, *51*(6), 941–953. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01071-7>

Billings, E. M., & Klanderman, D. (2000). Graphical representations of speed: Obstacles preservice k‐8 teachers experience. *School Science and Mathematics*, *100*(8), 440–450. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17332.x>

Corner, A., Roberts, O., Chiari, S., Völler, S., Mayrhuber, E. S., Mandl, S., & Monson, K. (2015). How do young people engage with climate change? The role of knowledge, values, message framing, and trusted communicators. *WIREs Climate Change*, *6*(5), 523–534. <https://doi.org/10.1002/wcc.353>

Diana, R. F. (2020). Profil kemampuan koneksi matematis mahasiswa calon guru dalam menyelesaikan masalah matematika berdasarkan taksonomi Solo. *FIKROH: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, *13*(1), 17–33. <https://doi.org/10.37812/fikroh.v13i1.57>

Fajri, N. (2016). Analisis kemampuan koneksi dan komunikasi matematis mahasiswa pendidikan matematika: Studi kualitatif pada mahasiswa pendidikan matematika STKIP Bina Bangsa Getsempena Kota Banda Aceh, Aceh. *Numeracy*, *3*(2), 23–30. <https://ejournal.bbg.ac.id/numeracy/article/view/206>

Gravemeijer, K. (2008). RME theory and mathematics teacher education. In *The handbook of mathematics teacher education: Volume 2: Tools and processes in mathematics teacher education* (pp. 283–302). Brill.

Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfeldt, M., Shahan, E., & Williamson, P. W. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, *111*(9), 2055–2100. <https://doi.org/10.1177/016146810911100905>

Hadjidemetriou, C., & Williams, J. (2002). Children’s Graphical Conceptions. *Research in Mathematics Education*, *4*(1), 69–87. <https://doi.org/10.1080/14794800008520103>

Huang, R., & Kulm, G. (2012). Prospective middle grade mathematics teachers’ knowledge of algebra for teaching. *The Journal of Mathematical Behavior*, *31*(4), 417–430. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2012.06.001>

Jung, H., & Newton, J. A. (2018). Preservice mathematics teachers’ conceptions and enactments of modeling standards. *School Science and Mathematics*, *118*(5), 169–178. <https://doi.org/10.1111/ssm.12275>

Kristanto, Y. D. (2019a). *Creating interactive and mathematically rich activity with desmos*. figshare.

Kristanto, Y. D. (2019b). *Modul guru: Mengupayakan diskursus dan penalaran matematis dengan desmos*. figshare.

Kristanto, Y. D. (2021). Pelatihan Desain Aktivitas Pembelajaran Matematika Digital dengan Menggunakan Desmos. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *27*(3), 192–199. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpkm/article/view/23908>

Leinhardt, G., Zaslavsky, O., & Stein, M. K. (1990). Functions, Graphs, and Graphing: Tasks, Learning, and Teaching. *Review of Educational Research*, *60*(1), 1–64. <https://doi.org/10.3102/00346543060001001>

Mathematics Teacher Educators, A. of. (2017). *Standards for preparing teachers of mathematics*. Association of Mathematics Teacher Educators.

Osana, H. P., & Royea, D. A. (2011). Obstacles and challenges in preservice teachers’ explorations with fractions: A view from a small-scale intervention study. *The Journal of Mathematical Behavior*, *30*(4), 333–352. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2011.07.001>

Paredes, S., Cáceres, M. J., Diego-Mantecón, J.-M., Blanco, T. F., & Chamoso, J. M. (2020). Creating Realistic Mathematics Tasks Involving Authenticity, Cognitive Domains, and Openness Characteristics: A Study with Pre-Service Teachers. *Sustainability*, *12*(22), 9656. <https://doi.org/10.3390/su12229656>

Prayitno, A. T. (2018). Proses berpikir mahasiswa dalam membuat koneksi matematis pada soal pemecahan masalah. *JES-MAT (Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika)*, *4*(1), 67. <https://doi.org/10.25134/jes-mat.v4i1.913>

Yilmaz, R. (2019). Prospective mathematics teachers’ cognitive competencies on realistic mathematics education. *Journal on Mathematics Education*, *11*(1), 17–44. <https://doi.org/10.22342/jme.11.1.8690.17-44>

# 7. Biodata Penulis