

REPRESENTASI MATEMATIS SEBAGAI MEDIATOR PEMBENTUKAN MAKNA

Sri Asnawati^{1*)}

¹⁾ Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda No.32, Cirebon; *sriasnawati@ugj.ac.id

Abstrak

Representasi matematis memiliki peran fundamental dalam pembelajaran matematika karena memediasi pembentukan makna, pemahaman konsep, dan aktivitas matematis mahasiswa. Dalam pendidikan tinggi, representasi matematis menjadi semakin penting seiring meningkatnya kompleksitas konsep dan tuntutan koordinasi antara representasi simbolik, grafis, verbal, dan visual. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di perguruan tinggi masih cenderung menekankan manipulasi simbolik, sehingga mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengoordinasikan dan mentransformasikan berbagai representasi. Artikel ini bertujuan untuk mensintesis secara sistematis penelitian tentang representasi matematis mahasiswa dalam pendidikan tinggi dengan orientasi pada perspektif semiotik-representasional. Penelitian ini menggunakan pendekatan *systematic literature review* terhadap artikel-artikel terindeks Scopus periode 2014–2024. Hasil kajian menunjukkan bahwa representasi matematis berfungsi sebagai mediator epistemik utama dalam pembelajaran matematika, di mana pemahaman yang mendalam bergantung pada kemampuan mahasiswa melakukan koordinasi dan translasi antar representasi. Temuan juga mengungkap bahwa dominasi representasi simbolik tanpa integrasi representasi lain cenderung menghasilkan pemahaman yang terfragmentasi. Berdasarkan sintesis tersebut, artikel ini menegaskan pentingnya memosisikan representasi matematis sebagai inti pembelajaran matematika pendidikan tinggi serta mengusulkan kerangka konseptual yang menekankan koordinasi representasi sebagai dasar pembentukan makna matematis.

Kata kunci: representasi matematis, koordinasi representasi, pendidikan tinggi, semiotik, *systematic literature review*

Abstract

Mathematical representations play a fundamental role in mathematics learning as they mediate meaning making, conceptual understanding, and students' mathematical activity. In higher education, representations become increasingly critical due to the growing complexity of mathematical concepts and the need to coordinate symbolic, graphical, verbal, and visual forms. However, research indicates that university mathematics instruction often prioritises symbolic manipulation, leading students to experience difficulties in coordinating and transforming multiple representations. This article aims to systematically synthesise research on undergraduate students' mathematical representations from a semiotic-representational perspective. A systematic literature review was conducted on Scopus-indexed journal articles

published between 2014 and 2024. The findings reveal that mathematical representations function as primary epistemic mediators in learning mathematics, and that deep understanding depends on students' ability to coordinate and translate across representations. The review also shows that the dominance of symbolic representations without meaningful integration of other forms tends to result in fragmented understanding. Based on this synthesis, the article highlights the need to position mathematical representations at the core of higher education mathematics instruction and proposes a conceptual framework that emphasises representational coordination as a foundation for mathematical meaning making.

Keywords: *mathematical representations, representational coordination, higher education, semiotics, systematic literature review*

1. Pendahuluan

Representasi matematis merupakan fondasi utama dalam aktivitas matematika karena memungkinkan objek dan relasi abstrak diwujudkan dalam bentuk yang dapat dioperasikan, ditafsirkan, dan ditransformasikan. Dalam pendidikan tinggi, representasi matematis tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyajian konsep, tetapi juga sebagai sistem semiotik yang secara aktif membentuk cara mahasiswa memahami dan mengonstruksi makna matematika (Duval, 2006; Goldin & Shteingold, 2001; Presmeg, 2014).

Berbeda dari pandangan yang memposisikan representasi sebagai alat bantu visual atau komunikasi, literatur mutakhir menekankan bahwa setiap sistem representasi membawa affordance dan batasan epistemik tertentu. Pilihan dan penggunaan representasi tertentu tidak bersifat netral, melainkan memengaruhi jenis operasi kognitif dan relasi konseptual yang dapat dibangun mahasiswa (Duval, 2006; Radford, 2008). Oleh karena itu, kesulitan belajar matematika sering kali bukan terletak pada konsep itu sendiri, melainkan pada kegagalan mahasiswa dalam mengoordinasikan dan mentransformasikan berbagai representasi.

Penelitian pendidikan matematika menunjukkan bahwa mahasiswa pendidikan tinggi cenderung menguasai manipulasi simbolik secara prosedural, tetapi mengalami kesulitan ketika harus mengaitkan simbol dengan representasi grafis, numerik, atau penjelasan verbal yang bermakna (Engelbrecht et al., 2012; Tall, 2013; Trigueros & Martínez-Planell, 2016). Fenomena ini banyak dilaporkan pada konteks kalkulus, aljabar linear, dan

analisis, di mana pemahaman konsep menuntut translasi lintas sistem representasi (Bingolbali et al., 2011; Kadunz & Sträßer, 2015).

Dalam kerangka semiotik dan multimodal, pemahaman matematika dipandang sebagai hasil koordinasi berbagai representasi internal dan eksternal, termasuk simbol, grafik, bahasa, dan gestur (Goldin, 2008; Radford et al., 2017). Studi-studi ini menunjukkan bahwa pemahaman yang mendalam muncul ketika mahasiswa mampu melakukan translasi dan transformasi representasi secara fleksibel, bukan sekadar menggunakan satu representasi secara terisolasi (Ainsworth, 2006; Bossé et al., 2014).

Meskipun kajian tentang representasi matematis telah berkembang luas, penelitian tersebut masih menunjukkan fragmentasi fokus, baik pada jenis representasi tertentu maupun pada konteks pembelajaran yang spesifik. Kajian sintesis yang secara sistematis memetakan bagaimana representasi matematis dipahami, dikaji, dan diintegrasikan dalam pendidikan tinggi masih relatif terbatas, khususnya yang menempatkan representasi sebagai inti praktik epistemik matematika (Presmeg, 2014; Duval, 2006).

Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk menyajikan systematic literature review mengenai representasi matematis mahasiswa dalam pendidikan tinggi dengan fokus pada peran representasi sebagai mediator pembentukan makna matematis. Secara khusus, kajian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi bagaimana representasi matematis didefinisikan dan digunakan dalam literatur pendidikan matematika, (2) menganalisis peran koordinasi dan translasi representasi dalam pemahaman matematika tingkat lanjut, serta (3) mengusulkan kerangka konseptual yang memosisikan representasi matematis sebagai sistem semiotik inti dalam pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR) untuk mensintesis penelitian tentang representasi matematis mahasiswa dalam konteks pendidikan tinggi. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama kajian adalah memetakan perkembangan konseptual, teoretis, dan empiris

mengenai peran representasi matematis sebagai mediator pembentukan makna matematika, bukan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi tertentu.

Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data Scopus dan Web of Science dengan rentang publikasi 2014–2024. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi istilah *mathematical representations*, *multiple representations*, *representation coordination*, *semiotic mediation*, *undergraduate mathematics*, dan *higher education*. Artikel yang disertakan harus (1) terindeks Scopus (Q1–Q2), (2) berfokus pada pendidikan tinggi, dan (3) membahas representasi matematis sebagai fokus utama atau komponen substantif analisis.

Analisis data dilakukan melalui *thematic synthesis* dengan pengodean iteratif terhadap tema-tema utama, yaitu jenis representasi yang dikaji, peran koordinasi dan translasi representasi, konteks pembelajaran, serta implikasi teoretis dan didaktik. Sintesis dilakukan secara konseptual untuk mengungkap pola dan kecenderungan lintas studi.

3. Hasil dan Pembahasan

Konseptualisasi Representasi Matematis

Hasil kajian menunjukkan bahwa representasi matematis dalam literatur pendidikan tinggi dipahami dalam dua kerangka utama. Pertama, representasi dipandang sebagai *external representations*, yaitu simbol, grafik, diagram, dan notasi formal yang digunakan untuk mengekspresikan ide matematika (Duval, 2006; Presmeg, 2014). Kedua, representasi juga dipahami sebagai *internal representations* yang berkaitan dengan struktur mental dan pemaknaan individual mahasiswa (Goldin, 2008).

Sebagian besar penelitian menekankan bahwa pemahaman matematika tidak terletak pada satu representasi tunggal, melainkan pada hubungan antar representasi. Representasi simbolik sering kali menjadi dominan dalam pendidikan tinggi, tetapi dominasi ini justru menjadi sumber kesulitan konseptual ketika tidak diimbangi dengan representasi lain yang mendukung pemaknaan (Tall, 2013; Engelbrecht et al., 2012).

Koordinasi dan Translasi Antar Representasi

Tema yang paling konsisten muncul dalam literatur adalah pentingnya koordinasi dan translasi antar representasi. Studi-studi menunjukkan bahwa mahasiswa yang mampu mentransformasikan suatu konsep dari satu representasi ke representasi lain—misalnya dari simbol ke grafik—menunjukkan pemahaman yang lebih mendalam dan fleksibel (Bossé et al., 2014; Ainsworth, 2006).

Sebaliknya, kegagalan dalam translasi representasi sering kali mengakibatkan pemahaman yang terfragmentasi. Mahasiswa dapat menyelesaikan soal secara simbolik tetapi tidak mampu menafsirkan maknanya secara grafis atau kontekstual (Trigueros & Martínez-Planell, 2016; Bingolbali et al., 2011). Temuan ini menunjukkan bahwa kesulitan belajar matematika tingkat lanjut sering kali bersumber dari masalah representasional, bukan semata-mata dari kompleksitas konsep.

Representasi dalam Konteks Mata Kuliah Tingkat Lanjut

Dalam mata kuliah seperti kalkulus, aljabar linear, dan persamaan diferensial, representasi matematis memainkan peran sentral. Literatur menunjukkan bahwa pemahaman konsep limit, turunan, atau ruang vektor sangat bergantung pada kemampuan mahasiswa mengoordinasikan representasi simbolik, grafis, dan geometris (Tall, 2013; Trigueros & Martínez-Planell, 2016).

Namun, sebagian besar penelitian melaporkan bahwa pembelajaran di pendidikan tinggi masih menekankan manipulasi simbolik, dengan sedikit perhatian pada eksplisitasi hubungan antar representasi. Akibatnya, mahasiswa sering mengembangkan pemahaman yang bersifat prosedural dan kurang terintegrasi (Kadunz & Sträßer, 2015).

Representasi sebagai Praktik Semiotik dan Multimodal

Studi-studi mutakhir menyoroti peran representasi multimodal, termasuk gestur, bahasa, dan visualisasi dinamis, dalam pembentukan makna matematika (Radford et al., 2017; Presmeg, 2014). Temuan ini menunjukkan bahwa representasi matematis tidak terbatas pada artefak simbolik, tetapi

mencakup berbagai sistem semiotik yang saling berinteraksi dalam aktivitas belajar.

Secara keseluruhan, hasil SLR menunjukkan bahwa: Representasi matematis merupakan mediator utama pembentukan makna matematika. Koordinasi dan translasi antar representasi menjadi faktor kunci pemahaman matematika tingkat lanjut. Dominasi representasi simbolik tanpa integrasi representasi lain cenderung menghasilkan pemahaman dangkal. Representasi multimodal memperkaya proses pemaknaan matematis mahasiswa.

Representasi matematis perlu dipahami sebagai sistem semiotik yang secara aktif membentuk pemahaman dan aktivitas matematis mahasiswa. Temuan kajian ini konsisten dengan teori representasi semiotik yang dikemukakan Duval (2006) dan dikembangkan lebih lanjut dalam studi-studi mutakhir (Presmeg, 2014; Radford, 2008).

Dominasi representasi simbolik yang dilaporkan dalam banyak studi (Engelbrecht et al., 2012; Tall, 2013; Kadunz & Sträßer, 2015) menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di pendidikan tinggi masih berorientasi prosedural. Kondisi ini menjelaskan mengapa mahasiswa sering gagal membangun makna konseptual yang terintegrasi meskipun mampu melakukan manipulasi simbolik (Trigueros & Martínez-Planell, 2016; Bingolbali et al., 2011).

Literatur tentang multiple representations menegaskan bahwa pemahaman matematika berkembang melalui koordinasi representasi yang saling melengkapi (Ainsworth, 2006; Arcavi, 2003; Bossé et al., 2014). Koordinasi ini memungkinkan mahasiswa mengakses konsep dari berbagai sudut pandang epistemik, sehingga memperkaya struktur pemahaman mereka (Goldin, 2008).

Selain itu, pendekatan semiotik dan multimodal menyoroti bahwa representasi tidak hanya bersifat visual atau simbolik, tetapi juga melibatkan gestur dan bahasa sebagai pembawa makna matematis (Radford et al., 2017; Presmeg, 2014). Perspektif ini memperluas pemahaman tentang representasi

matematis dari sekadar artefak menjadi praktik yang terintegrasi dalam aktivitas belajar.

Secara keseluruhan, pembahasan ini memperkuat argumen bahwa representasi matematis harus ditempatkan sebagai inti pembelajaran matematika pendidikan tinggi, bukan sebagai pelengkap. Temuan ini sejalan dengan kecenderungan riset mutakhir yang menekankan pentingnya kerangka teoretis yang mengintegrasikan representasi, pemahaman, dan praktik matematika (Stylianides & Stylianides, 2014; Nardi et al., 2019; Selden et al., 2020).

4. Simpulan dan Saran

Artikel ini menunjukkan bahwa representasi matematis merupakan mediator epistemik utama dalam pembelajaran matematika pendidikan tinggi. Melalui systematic literature review, kajian ini menegaskan bahwa pemahaman matematika mahasiswa sangat bergantung pada kemampuan mengoordinasikan dan mentransformasikan berbagai representasi matematis dalam konteks pembelajaran. Penelitian selanjutnya disarankan untuk: Mengkaji representasi matematis melalui pendekatan design-based research. Mengintegrasikan analisis representasi multimodal dalam pembelajaran matematika tingkat lanjut. Mengembangkan desain pembelajaran yang secara eksplisit menekankan translasi antar representasi. Memperluas konteks riset ke pendidikan tinggi non-Barat untuk memperkaya perspektif global.

Daftar Pustaka

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215–241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Bingolbali, E., Monaghan, J., & Roper, T. (2011). Engineering students' conceptions of function. *Educational Studies in Mathematics*, 77(2), 227–246. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9277-2>
- Bossé, M. J., Adu-Gyamfi, K., & Chandler, K. (2014). Students' differentiated translation processes. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(6), 759–781. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.892652>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Engelbrecht, J., Bergsten, C., & Kågesten, O. (2012). Conceptual and procedural approaches to mathematics in higher education. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 55–70. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9343-8>

- Goldin, G. A. (2008). Perspectives on representation in mathematical learning and problem solving. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2nd ed., pp. 176–201). Routledge.
- Goldin, G. A., & Shteingold, N. (2001). Systems of representations and the development of mathematical concepts. In A. Cuoco & F. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (pp. 1–23). NCTM.
- Kadunz, G., & Sträßer, R. (2015). Didactical obstacles and epistemological constraints. *ZDM–Mathematics Education*, 47(4), 583–594. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0698-z>
- Nardi, E., Biza, I., & Zachariades, T. (2019). Mathematical discourse in higher education. *Educational Studies in Mathematics*, 100(2), 157–175. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9861-2>
- Presmeg, N. (2014). Representation and mathematics learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 521–525). Springer.
- Radford, L. (2008). Semiotics in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 69(2), 101–115. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9120-8>
- Radford, L., Edwards, L., & Arzarello, F. (2017). Beyond words and symbols. *Educational Studies in Mathematics*, 95(2), 161–178. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9736-6>
- Selden, A., Selden, J., & Nardi, E. (2020). Norms and practices in undergraduate proof. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2), 123–141. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09948-9>
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2014). Developing students' proof competencies. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3), 307–331. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9507-5>
- Tall, D. (2013). *How humans learn to think mathematically*. Cambridge University Press.
- Trigueros, M., & Martínez-Planell, R. (2016). Understanding functions in linear algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 92(2), 203–220. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9671-6>