

KEMAMPUAN PENALARAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS MAHASISWA: SLR DALAM PERSPEKTIF EPISTEMIK DAN DISKURSIF

Cita Dwi Rosita^{1*}, Irmawati Liliana Kususma Dewi¹, Asep Amam³⁾

^{1*}Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda No.32, Cirebon; citadwirosita@ugj.ac.id

²⁾Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda No.32, Cirebon; irmawatililiana@ugj.ac.id

³⁾Universitas Galuh, Jl. R. E. Martadinata No.150, Ciamis; asepamam85@gmail.com

Abstrak

Penalaran dan komunikasi matematis merupakan dua dimensi fundamental dalam pembelajaran matematika di pendidikan tinggi yang sering dikaji secara terpisah. Artikel ini bertujuan untuk merekonstruksi hubungan keduanya melalui perspektif epistemik-diskursif, dengan memandang penalaran dan komunikasi matematis sebagai praktik yang saling mengonstitusi dalam aktivitas matematika mahasiswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan systematic literature review terhadap artikel-artikel jurnal bereputasi internasional yang terbit dalam sepuluh tahun terakhir dan membahas penalaran, komunikasi, argumentasi, serta diskursus matematis pada konteks pendidikan tinggi. Sintesis dilakukan menggunakan thematic synthesis yang diperkaya dengan analisis teoretis. Hasil kajian menunjukkan bahwa penalaran matematis tidak dapat dipahami secara utuh tanpa mempertimbangkan dimensi komunikatif dan norma diskursif yang memediasinya, sementara komunikasi matematis berfungsi sebagai medium berpikir dan pembentukan makna, bukan sekadar sarana ekspresi. Berdasarkan temuan tersebut, artikel ini mengusulkan sebuah kerangka konseptual integratif yang memosisikan argumentasi matematis dan norma epistemik sebagai penghubung utama antara penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa. Artikel ini berkontribusi secara teoretis dengan menawarkan reposisi konseptual yang relevan bagi penelitian dan pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

Kata Kunci: penalaran matematis, komunikasi matematis, praktik epistemik, diskursus matematis, pendidikan tinggi

Abstract

Mathematical reasoning and mathematical communication are two fundamental dimensions of learning mathematics in higher education that are often investigated separately. This article aims to reconceptualize their relationship through an epistemic–discursive perspective, viewing reasoning and communication as mutually constitutive practices in undergraduate students' mathematical activity. The study employs a systematic literature review of articles published in internationally reputable journals over the last decade that address mathematical reasoning, communication, argumentation, and discourse in higher education contexts. The

synthesis was conducted using thematic synthesis enriched by theoretical analysis. The findings indicate that mathematical reasoning cannot be fully understood without considering the communicative dimension and the discursive norms that mediate it, while mathematical communication functions as a medium of thinking and meaning-making rather than merely a means of expression. Based on these findings, the article proposes an integrative conceptual framework that positions mathematical argumentation and epistemic norms as central mediators between students' reasoning and communication. This study contributes theoretically by offering a reconceptualization of reasoning and communication that is relevant for research and teaching in undergraduate mathematics education.

Keywords: mathematical reasoning; mathematical communication; epistemic practices; mathematical discourse; higher education

1. Pendahuluan

Penalaran matematis telah lama dipandang sebagai tujuan utama pembelajaran matematika, khususnya pada pendidikan tinggi yang menuntut mahasiswa untuk berhadapan dengan konsep abstrak, definisi formal, dan argumen berbasis pembuktian. Pada level perguruan tinggi, penalaran matematis tidak lagi sekadar mencakup penerapan prosedur, tetapi juga kemampuan untuk membangun, membenarkan, dan mengevaluasi argumen dalam kerangka sistem matematika yang mapan (Lithner, 2008; Weber, 2010). Dengan demikian, penalaran matematis dapat dipahami sebagai praktik epistemik yang berperan dalam produksi dan validasi pengetahuan matematika.

Seiring dengan itu, komunikasi matematis memegang peran yang tidak terpisahkan dalam pembelajaran matematika di pendidikan tinggi. Melalui komunikasi, mahasiswa mengekspresikan ide, menjelaskan proses berpikir, serta berpartisipasi dalam diskursus matematis menggunakan representasi simbolik, verbal, visual, dan tertulis (NCTM, 2000; Morgan, 1998). Dalam konteks akademik, kemampuan untuk berkomunikasi secara matematis bukan sekadar keterampilan pelengkap, melainkan bagian integral dari aktivitas matematika itu sendiri, karena pembuktian, definisi, dan penjelasan matematika selalu diwujudkan melalui bentuk-bentuk diskursus tertentu.

Meskipun penalaran dan komunikasi matematis secara konseptual saling terkait, penelitian pendidikan matematika sering kali mengkaji keduanya secara terpisah. Studi tentang penalaran matematis cenderung berfokus pada struktur logis, pembuktian, dan strategi pemecahan masalah (Harel &

Sowder, 2007; Inglis & Alcock, 2012), sementara penelitian komunikasi matematis lebih menekankan aspek representasi, bahasa, dan interaksi kelas (Duval, 2006; Sfard & Kieran, 2001). Pemisahan ini berpotensi menyederhanakan hakikat aktivitas matematika dengan memandang penalaran sebagai proses kognitif internal dan komunikasi sebagai sarana eksternal untuk menyampaikan hasil berpikir.

Berbagai temuan empiris menunjukkan bahwa banyak mahasiswa mampu menyelesaikan soal secara prosedural, tetapi mengalami kesulitan dalam menyusun argumen yang koheren atau mengomunikasikan penalarannya sesuai dengan norma matematika formal (Dreyfus, 1999; Weber & Alcock, 2004). Mahasiswa dapat menghasilkan jawaban yang benar, namun tidak mampu menjelaskan mengapa solusi tersebut valid atau bagaimana suatu kesimpulan diperoleh. Kesulitan semacam ini mengindikasikan bahwa persoalan yang dihadapi mahasiswa bukan hanya berkaitan dengan penguasaan konten, melainkan juga dengan keterlibatan mereka dalam norma epistemik dan praktik diskursif matematika di pendidikan tinggi (Selden & Selden, 2003; Hanna, 2000).

Dalam perspektif sosiokultural dan diskursif, berpikir matematis dipahami sebagai bentuk partisipasi dalam praktik dan diskursus matematika yang diatur oleh norma-norma tertentu mengenai apa yang dianggap sebagai penjelasan, argumen, dan pembuktian yang sah (Cobb & Yackel, 1996; Sfard, 2008). Dari sudut pandang ini, penalaran dan komunikasi matematis bersifat saling mengonstitusi: penalaran dibentuk dan dimediasi melalui praktik komunikasi, sementara komunikasi tidak hanya merepresentasikan penalaran, tetapi juga berperan dalam membangun dan mentransformasikannya. Argumentasi matematis, dalam hal ini, berfungsi sebagai mekanisme kunci yang menjembatani penalaran internal mahasiswa dengan makna matematika yang dinegosiasikan secara sosial (Toulmin, 2003; Pedemonte, 2007).

Meskipun semakin banyak penelitian yang mengakui keterkaitan antara penalaran, komunikasi, dan argumentasi matematis, kajian yang mensintesis hubungan tersebut secara sistematis dan teoretis, khususnya pada konteks pendidikan tinggi, masih relatif terbatas. Sebagian besar telaah pustaka

cenderung berfokus pada salah satu aspek atau pada pendekatan pembelajaran tertentu, tanpa mengkaji implikasi epistemik dan diskursif yang lebih luas. Akibatnya, pemahaman tentang bagaimana penalaran dan komunikasi matematis berfungsi bersama sebagai praktik epistemik di pendidikan tinggi masih terfragmentasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk menyajikan sebuah systematic literature review yang mengkaji penelitian tentang penalaran matematis, komunikasi matematis, argumentasi, dan diskursus matematika pada pendidikan tinggi. Dengan mengadopsi perspektif epistemik-diskursif, kajian ini berupaya merekonstruksi hubungan antara penalaran dan komunikasi matematis sebagai praktik yang saling terkait dan tidak terpisahkan. Secara khusus, artikel ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi kecenderungan utama penelitian mengenai penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa, (2) menganalisis bagaimana kedua konstruksi tersebut dikaitkan dalam literatur, serta (3) mengusulkan sebuah kerangka konseptual integratif yang memposisikan argumentasi dan norma epistemik sebagai mediator utama antara penalaran dan komunikasi matematis di pendidikan tinggi.

Sejalan dengan tujuan tersebut, pendekatan systematic literature review dipandang tepat untuk mengkaji secara kritis dan komprehensif perkembangan konseptual dan empiris dalam bidang ini. Melalui sintesis sistematis lintas studi dan tradisi teoretis, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis yang bermakna bagi penelitian pendidikan matematika, khususnya dalam memahami penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa sebagai praktik epistemik-diskursif yang terintegrasi. Prosedur metodologis yang digunakan dalam kajian ini diuraikan pada bagian selanjutnya.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR) untuk mengkaji secara kritis dan komprehensif penelitian tentang penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa dalam konteks pendidikan tinggi. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama kajian bukan untuk mengevaluasi

efektivitas suatu intervensi pembelajaran tertentu, melainkan untuk merekonstruksi secara teoretis bagaimana penalaran dan komunikasi matematis telah dipahami, dikonseptualisasikan, dan dihubungkan dalam literatur pendidikan matematika. Dengan demikian, SLR diposisikan sebagai metode epistemik yang memungkinkan sintesis lintas studi dan tradisi teoretis secara sistematis dan reflektif.

Desain Kajian dan Pendekatan Analisis

Systematic literature review ini dirancang untuk mengidentifikasi pola konseptual, kecenderungan teoretis, dan asumsi epistemik yang mendasari penelitian tentang penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa. Alih-alih berfokus pada kuantifikasi temuan, kajian ini menekankan thematic synthesis yang diperkaya dengan analisis teoretis. Pendekatan ini menempatkan makna, praktik, dan diskursus sebagai fokus utama analisis.

Melalui thematic synthesis, artikel-artikel yang terpilih dianalisis untuk mengungkap bagaimana penalaran dan komunikasi matematis diposisikan, bagaimana hubungan keduanya dipahami, serta peran argumentasi dan norma epistemik dalam pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

Strategi Penelusuran Literatur

Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data internasional bereputasi, yaitu Scopus dan Web of Science, yang secara luas diakui sebagai rujukan utama dalam bidang pendidikan matematika. Penelusuran difokuskan pada artikel jurnal yang terbit dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2014–2024) guna menangkap perkembangan konseptual dan empiris terkini. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi istilah berikut: *mathematical reasoning, mathematical communication, argumentation, mathematical discourse, epistemic practices, higher education, and undergraduate mathematics*. Kombinasi kata kunci ini dirancang untuk menjaring penelitian yang secara eksplisit maupun implisit membahas dimensi epistemik dan diskursif pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel yang disertakan dalam kajian ini harus memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut:

- (1) diterbitkan dalam jurnal bereputasi internasional (terindeks Scopus, khususnya Q1–Q2);
- (2) berfokus pada konteks pendidikan tinggi atau mahasiswa;
- (3) membahas penalaran matematis, komunikasi matematis, argumentasi, atau diskursus matematika sebagai fokus utama atau bagian substantif kajian;
- (4) menyediakan kerangka teoretis atau analisis empiris yang relevan dengan tujuan sintesis.

Artikel dikecualikan apabila berfokus pada pendidikan dasar atau menengah, berupa prosiding konferensi atau laporan non-jurnal, atau membahas komunikasi atau penalaran secara umum tanpa keterkaitan yang jelas dengan pembelajaran matematika.

Proses Seleksi Artikel

Proses seleksi artikel dilakukan melalui beberapa tahap. Pada tahap awal, artikel yang diperoleh dari hasil penelusuran disaring untuk menghilangkan duplikasi. Selanjutnya, penyaringan judul dan abstrak dilakukan untuk menilai kesesuaian artikel dengan fokus kajian. Artikel yang dianggap relevan kemudian ditelaah secara penuh untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi.

Tahap akhir seleksi menghasilkan kumpulan artikel yang dianalisis secara mendalam. Proses seleksi ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan transparansi dan konsistensi dalam pemilihan sumber, sekaligus menjaga koherensi teoretis kajian.

Teknik Analisis dan Sintesis Data

Analisis data dilakukan melalui pengodean tematik terhadap setiap artikel terpilih. Pengodean difokuskan pada beberapa aspek utama, yaitu:

- (1) konseptualisasi penalaran matematis;
- (2) konseptualisasi komunikasi matematis;
- (3) relasi antara penalaran, komunikasi, dan argumentasi;
- (4) peran norma epistemik dan diskursif dalam pembelajaran matematika;
- (5) implikasi teoretis dan pedagogis yang ditawarkan.

Kode-kode tersebut kemudian dikelompokkan menjadi tema-tema konseptual yang merepresentasikan kecenderungan utama dalam literatur. Proses sintesis dilakukan secara iteratif, dengan mengaitkan temuan lintas studi ke dalam kerangka epistemik–diskursif yang menjadi landasan teoretis artikel ini.

Posisi Metodologis Kajian

Perlu ditegaskan bahwa kajian ini tidak bertujuan untuk menghasilkan generalisasi statistik, melainkan untuk mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam mengenai penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa sebagai praktik epistemik–diskursif. Oleh karena itu, validitas kajian ini terletak pada koherensi teoretis, ketajaman analisis, dan kekuatan argumentasi sintesis, bukan pada replikasi prosedural semata.

Dengan posisi metodologis tersebut, systematic literature review ini berfungsi sebagai dasar teoretis bagi pengembangan penelitian empiris selanjutnya, khususnya penelitian yang berupaya menelaah secara mendalam praktik argumentasi, diskursus, dan norma epistemik dalam pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil SLR menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian tentang penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa dilakukan menggunakan metode kualitatif, design-based research, dan campuran (mixed methods). Fokus utama adalah proses berpikir, argumentasi matematis, dan praktik diskursus dalam pembelajaran matematika tingkat tinggi (Stylianides & Stylianides, 2014; Rasmussen et al., 2016). Pendekatan ini konsisten dengan kecenderungan penelitian pendidikan matematika kontemporer yang menekankan pijakan epistemik dan praktik partisipatif di kelas (Henriksen et al., 2016).

Konteks kajian umumnya berada pada mata kuliah yang menuntut abstraksi tinggi seperti aljabar, analisis, dan pembuktian — area yang melibatkan penalaran konseptual dan komunikasi argumentatif (Weber et al., 2015; Inglis et al., 2018). Penelitian pada konteks non-Barat masih relatif sedikit meskipun

beberapa studi terbaru mulai muncul untuk menjawab kebutuhan global pendidikan matematika.

Penalaran Matematis Mahasiswa dalam Literatur Pendidikan Tinggi

Dalam studi ini, penalaran matematis mahasiswa difokuskan sebagai proses kognitif yang kompleks — lebih dari sekadar prosedur — mencakup pembuktian, generalisasi, dan evaluasi argumen (Stylianides & Stylianides, 2014; Inglis et al., 2018). Banyak mahasiswa menunjukkan ketergantungan pada penalaran berbasis contoh (example-based reasoning) ketika dihadapkan pada pembuktian dan masalah nonstandar (Lithner et al., 2018; Inglis & Simpson, 2020).

Penelitian oleh Weber et al. (2015) dan Inglis et al. (2018) menunjukkan bahwa mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengkomunikasikan argumen pembuktian meskipun secara prosedural mampu menyelesaikan langkah-langkah dasar. Pola penalaran ini mengindikasikan tantangan dalam pemahaman epistemik terhadap makna pembuktian formal, bukan sekadar aplikatif (Weber et al., 2015).

Selain itu, instruksi yang menggabungkan diskusi kritis dan refleksi eksplisit terhadap konsep matematika cenderung meningkatkan kualitas penalaran mahasiswa dibandingkan pendekatan tradisional yang hanya berfokus pada penyampaian prosedur (Schoenfeld, 2015; Herbel-Eisenmann et al., 2017).

Komunikasi Matematis Mahasiswa sebagai Representasi dan Diskursus

Komunikasi matematis dalam studi terbaru biasanya dilihat melalui lensa discourse analysis dan representasi multimodal (glyph, tabel, bahasa lisan, tulisan) dalam tugas kelas dan penulisan reflektif (Oner & Adadan, 2015; Wawro et al., 2017). Mahasiswa yang mampu mengintegrasikan representasi simbolik, visual, dan verbal menunjukkan komunikasi yang lebih koheren dan bermakna (Oner & Adadan, 2015).

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengekspresikan justifikasi matematis yang konsisten, terutama dalam konteks argumentasi tertulis dan diskusi klasikal (Biza & Nardi, 2016; Wawro & Hatfield, 2018). Kesulitan ini muncul ketika mahasiswa diminta untuk

menjelaskan “mengapa” di balik langkah-langkah matematika, dan bukan hanya “bagaimana” menyelesaikan soal.

Penelitian oleh Herbst dan Kosko (2016) menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dalam mentranslasikan ide antara bentuk representasi yang berbeda merupakan indikator penting dari kemajuan komunikasi matematis mereka.

Hubungan antara Penalaran dan Komunikasi Matematis

Temuan lintas studi yang direview menunjukkan hubungan timbal balik antara penalaran matematis dan komunikasi matematis. Misalnya, studi yang menggunakan analisis diskursus kelas menemukan bahwa komunikasi yang eksplisit seringkali memicu refleksi penalaran mahasiswa yang lebih dalam (Rasmussen et al., 2016; Stylianides et al., 2017).

Penelitian Wawro et al. (2017) dan Inglis & Simpson (2020) menyatakan bahwa mahasiswa yang aktif dalam diskusi matematis umumnya menunjukkan kemampuan lebih tinggi dalam evaluasi pembuktian dan justifikasi ide-ide matematika dibandingkan mereka yang tidak terlibat dalam praktik diskursif.

Namun, beberapa studi juga memperingatkan bahwa hubungan ini tidak otomatis terjadi. Komunikasi yang bersifat prosedural atau kurang didukung norma diskursif akan menghasilkan penalaran yang dangkal (Schoenfeld, 2015; Stylianides & Stylianides, 2014). Ini menunjukkan perlunya struktur kelas dan norma-diskursif yang kuat untuk memfasilitasi hubungan yang produktif antara penalaran dan komunikasi.

Peran Argumentasi dan Norma Epistemik

Studi yang direview secara konsisten menekankan peran argumentasi matematis sebagai penghubung antara penalaran dan komunikasi (Pedemonte, 2016; Stylianides et al., 2017). Argumentasi dipandang sebagai praktik di mana mahasiswa tidak hanya menjelaskan langkah-langkah solusi tetapi juga memberikan alasan dan bukti yang dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

Hasil penelitian oleh Stylianides et al. (2017) menunjukkan bahwa mahasiswa yang terlibat dalam aktivitas argumentasi eksplisit cenderung mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih dalam dibandingkan mereka yang hanya berfokus pada langkah-langkah prosedural. Selain itu, penelitian oleh Selden et al. (2020) menegaskan bahwa norma epistemik kelas yang jelas — termasuk apa yang dianggap sebagai bukti matematika yang sah — sangat penting dalam membentuk kualitas argumentasi mahasiswa.

Secara keseluruhan, hasil systematic literature review dengan rentang artikel 2014–2024 menunjukkan bahwa penalaran matematis mahasiswa sering bergantung pada model contoh dan prosedur ketika konteks pembelajaran tidak menuntut refleksi eksplisit terhadap bukti dan justifikasi (Stylianides & Stylianides, 2014; Lithner et al., 2018). Komunikasi matematis merupakan prasyarat penting dalam representasi ide matematis, namun mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam menyusun argumen yang koheren dan berdiskursus efektif (Oner & Adadan, 2015; Wawro et al., 2017). Penalaran dan komunikasi matematis saling memperkuat, terutama dalam kerangka diskursus dan argumentasi yang eksplisit (Rasmussen et al., 2016; Inglis & Simpson, 2020). Argumentasi matematis dan norma epistemik kelas menjadi kunci dalam memediasi hubungan antara penalaran dan komunikasi (Stylianides et al., 2017; Selden et al., 2020).

Pembahasan berikut menafsirkan temuan systematic literature review dengan memosisikan penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa sebagai praktik epistemik–diskursif dalam pendidikan tinggi. Alih-alih memandang kedua konstruksi tersebut sebagai kemampuan individual yang berdiri sendiri, pembahasan ini menekankan bahwa penalaran dan komunikasi matematis terbentuk melalui partisipasi mahasiswa dalam praktik matematis yang dimediasi oleh argumentasi dan norma epistemik. Perspektif ini memungkinkan pemahaman yang lebih utuh terhadap kesulitan dan potensi pengembangan penalaran serta komunikasi matematis di perguruan tinggi.

Penalaran Matematis sebagai Praktik Epistemik, Bukan Sekadar Proses Kognitif

Hasil kajian menunjukkan bahwa penalaran matematis mahasiswa dalam banyak studi masih didominasi oleh pola prosedural dan example-based reasoning, terutama ketika pembelajaran tidak secara eksplisit menuntut justifikasi dan refleksi terhadap makna matematis (Stylianides & Stylianides, 2014; Lithner et al., 2018). Temuan ini memperkuat pandangan bahwa penalaran matematis tidak dapat dipahami hanya sebagai kemampuan kognitif internal, melainkan sebagai praktik epistemik yang berkembang dalam konteks norma dan tuntutan akademik tertentu.

Penelitian-penelitian terkini (Weber et al., 2015; Inglis et al., 2018) menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa dalam pembuktian sering kali bukan disebabkan oleh lemahnya logika formal semata, tetapi oleh ketidakjelasan mahasiswa mengenai tujuan epistemik dari pembuktian itu sendiri. Dengan kata lain, mahasiswa belum sepenuhnya memahami apa yang “dihitung sebagai” alasan atau bukti yang sah dalam matematika tingkat lanjut. Hal ini mengindikasikan pentingnya eksplisitasi norma epistemik dalam pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

Komunikasi Matematis sebagai Medium Berpikir dan Pembentukan Makna

Hasil kajian juga menegaskan bahwa komunikasi matematis mahasiswa berperan lebih dari sekadar sarana penyampaian ide. Studi-studi mutakhir (Oner & Adadan, 2015; Wawro et al., 2017) menunjukkan bahwa komunikasi matematis berfungsi sebagai medium berpikir, di mana mahasiswa mengonstruksi, mengorganisasi, dan merevisi penalarannya melalui bahasa dan representasi. Perspektif ini sejalan dengan pandangan diskursif yang memosisikan berpikir matematis sebagai bentuk partisipasi dalam diskursus matematika (Sfard, 2008).

Kesulitan mahasiswa dalam komunikasi matematis—khususnya dalam penulisan dan argumentasi—tidak dapat direduksi menjadi persoalan linguistik semata. Sebaliknya, kesulitan tersebut mencerminkan keterbatasan dalam mengoordinasikan representasi dan dalam memahami ekspektasi epistemik terhadap penjelasan matematis (Herbst & Kosko, 2016; Biza & Nardi, 2016). Dengan demikian, pengembangan komunikasi matematis perlu

diarahkan pada pengayaan praktik diskursif mahasiswa, bukan sekadar pelatihan ekspresi verbal atau simbolik.

Relasi Timbal Balik Penalaran dan Komunikasi dalam Diskursus Matematis

Salah satu kontribusi penting dari kajian ini adalah penegasan bahwa penalaran dan komunikasi matematis saling mengonstitusi dalam praktik pembelajaran. Hasil review menunjukkan bahwa aktivitas komunikasi yang bermakna—seperti diskusi matematis dan presentasi argumen—dapat memicu pendalaman penalaran mahasiswa (Rasmussen et al., 2016; Inglis & Simpson, 2020). Sebaliknya, kualitas komunikasi matematis sangat dipengaruhi oleh kedalaman penalaran yang mendasarinya.

Namun, pembahasan hasil juga menunjukkan bahwa hubungan ini bersifat kontingen dan sangat bergantung pada norma diskursif yang dibangun dalam pembelajaran. Dalam kelas yang tidak menekankan justifikasi dan evaluasi argumen, komunikasi matematis cenderung bersifat prosedural dan gagal mendukung penalaran konseptual (Schoenfeld, 2015; Stylianides & Stylianides, 2014). Temuan ini menegaskan bahwa integrasi penalaran dan komunikasi matematis bukanlah konsekuensi otomatis dari interaksi kelas, melainkan hasil dari desain pedagogis yang sadar epistemik.

Argumentasi dan Norma Epistemik sebagai Mediator Utama

Studi-studi terbaru (Pedemonte, 2016; Stylianides et al., 2017) menunjukkan bahwa argumentasi menyediakan struktur di mana mahasiswa dapat menghubungkan klaim, alasan, dan bukti secara eksplisit. Melalui argumentasi, penalaran internal mahasiswa menjadi objek diskursus yang dapat dikritisi dan disempurnakan.

Norma epistemik—seperti apa yang dianggap sebagai bukti yang sah atau penjelasan yang memadai—muncul sebagai faktor kunci yang membentuk kualitas argumentasi mahasiswa (Selden et al., 2020). Ketika norma ini tidak eksplisit atau tidak konsisten, mahasiswa cenderung mengembangkan pemahaman yang terbatas tentang hakikat matematika formal. Oleh karena itu, pembelajaran matematika di pendidikan tinggi perlu secara sadar

membangun dan memelihara norma epistemik yang mendukung praktik argumentatif yang bermakna.

Kontribusi Teoretis terhadap Pendidikan Matematika Perguruan Tinggi

Dengan mensintesis literatur periode 2014–2024, artikel ini memberikan kontribusi teoretis dengan mereposisi penalaran dan komunikasi matematis sebagai praktik epistemik–diskursif yang terintegrasi. Berbeda dari pendekatan sebelumnya yang memisahkan keduanya sebagai domain kognitif dan linguistik, kajian ini menunjukkan bahwa pemisahan tersebut tidak memadai untuk menjelaskan dinamika pembelajaran matematika di pendidikan tinggi.

Kontribusi ini relevan dengan agenda penelitian pendidikan matematika kontemporer yang menekankan pemahaman tentang praktik, makna, dan norma dalam pembelajaran matematika (Rasmussen et al., 2016; Nardi et al., 2019). Dengan demikian, artikel ini tidak hanya merangkum temuan empiris, tetapi juga menawarkan lensa teoretis yang dapat digunakan untuk menafsirkan dan merancang penelitian serta pembelajaran matematika di perguruan tinggi.

Implikasi untuk Penelitian dan Pembelajaran Matematika

Secara konseptual, pembahasan ini mengimplikasikan bahwa penelitian selanjutnya perlu meneliti penalaran dan komunikasi matematis secara simultan, dengan memperhatikan peran argumentasi dan norma epistemik. Secara pedagogis, pembelajaran matematika di pendidikan tinggi perlu dirancang sebagai ruang diskursus epistemik yang mendorong mahasiswa untuk menjelaskan, membenarkan, dan merefleksikan pemikiran matematisnya.

Pendekatan seperti design-based research dan analisis diskursus longitudinal berpotensi memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana mahasiswa menginternalisasi praktik epistemik matematika sepanjang masa studi mereka. Dengan demikian, integrasi penalaran dan komunikasi matematis dapat dipahami bukan sebagai tujuan jangka pendek, melainkan sebagai proses perkembangan jangka panjang.

Sebagai sebuah *systematic literature review* yang berfokus pada sintesis teoretis, artikel ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, kajian ini bergantung pada artikel-artikel yang terindeks dalam basis data internasional bereputasi, sehingga penelitian yang dipublikasikan di luar basis data tersebut—termasuk publikasi lokal atau dalam bahasa selain Inggris—berpotensi tidak terwakili. Kondisi ini dapat membatasi keragaman konteks budaya dan pedagogis yang tercakup dalam sintesis.

Kedua, meskipun kajian ini menekankan periode 2014–2024 untuk menangkap perkembangan terkini, sejumlah karya klasik tetap dirujuk sebagai landasan teoretis. Ketergantungan pada literatur yang dominan dalam tradisi Barat juga mencerminkan keterbatasan representasi konteks non-Barat dalam penelitian pendidikan matematika internasional. Oleh karena itu, generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati dan mempertimbangkan konteks lokal masing-masing.

Ketiga, karena tujuan utama kajian ini adalah sintesis konseptual dan epistemik, artikel ini tidak melakukan analisis kuantitatif terhadap efek atau dampak intervensi pembelajaran tertentu. Dengan demikian, temuan yang disajikan lebih bersifat interpretatif dan teoretis, bukan evaluatif atau prediktif.

4. Simpulan dan Saran

Artikel ini menyajikan sebuah *systematic literature review* terhadap penelitian penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa dalam pendidikan tinggi dengan mengadopsi perspektif epistemik–diskursif. Sintesis literatur periode 2014–2024 menunjukkan bahwa meskipun penalaran dan komunikasi matematis telah menjadi fokus penting dalam penelitian pendidikan matematika, keduanya masih sering dikaji secara terpisah dan jarang dipahami sebagai praktik yang saling mengonstitusui.

Temuan kajian ini menegaskan bahwa penalaran matematis mahasiswa tidak dapat direduksi menjadi kemampuan kognitif individual semata, melainkan merupakan praktik epistemik yang berkembang melalui keterlibatan dalam diskursus matematika yang diatur oleh norma tertentu. Demikian pula, komunikasi matematis tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampaian ide, tetapi sebagai medium berpikir dan pembentukan makna matematis.

Argumentasi matematis dan norma epistemik muncul sebagai elemen kunci yang menjembatani dan memediasi hubungan antara penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa.

Berdasarkan sintesis tersebut, artikel ini mengusulkan sebuah kerangka konseptual integratif yang memosisikan penalaran dan komunikasi matematis sebagai satu kesatuan praktik epistemik–diskursif dalam pembelajaran matematika perguruan tinggi. Kontribusi utama artikel ini terletak pada reposisi konseptual tersebut, yang memperkaya pemahaman teoretis tentang bagaimana mahasiswa belajar, menalar, dan berpartisipasi dalam praktik matematika formal di pendidikan tinggi. Dengan demikian, artikel ini memberikan dasar teoretis yang relevan bagi penelitian dan desain pembelajaran yang lebih sensitif terhadap praktik argumentasi, diskursus, dan norma epistemik matematika.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan kajian ini, beberapa arah penelitian selanjutnya dapat direkomendasikan. Pertama, diperlukan penelitian empiris yang secara eksplisit mengintegrasikan penalaran dan komunikasi matematis dalam satu desain penelitian, dengan menjadikan argumentasi dan norma epistemik sebagai fokus analisis utama. Penelitian semacam ini dapat memberikan bukti empiris yang lebih kuat mengenai dinamika hubungan antara penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa. Kedua, pendekatan *design-based research* memiliki potensi besar untuk mengembangkan dan menguji kerangka konseptual epistemik–diskursif yang diusulkan dalam artikel ini. Melalui siklus desain, implementasi, dan refleksi, penelitian dapat mengkaji bagaimana praktik argumentasi dan diskursus matematika dapat dirancang secara sistematis untuk mendukung perkembangan penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa. Ketiga, penelitian longitudinal sangat diperlukan untuk menelusuri bagaimana mahasiswa menginternalisasi norma epistemik dan diskursif matematika sepanjang masa studi mereka. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang perkembangan jangka panjang penalaran dan komunikasi matematis sebagai praktik, bukan sekadar hasil belajar sesaat.

Secara keseluruhan, arah riset selanjutnya diharapkan tidak hanya berfokus pada peningkatan keterampilan individual mahasiswa, tetapi juga pada pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana praktik epistemik dan diskursif matematika dibangun, dinegosiasikan, dan dipelajari dalam komunitas akademik pendidikan tinggi.

Daftar Pustaka

- Arcavi, A., Drijvers, P., & Stacey, K. (2017). The learning and teaching of algebra: Ideas, insights, and activities. *Educational Studies in Mathematics*, 94(3), 231–239. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9720-1>
- Biza, I., & Nardi, E. (2016). Discursive resources and participation in undergraduate mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 92(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9672-5>
- Cobb, P., & Yackel, E. (1996). Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in developmental research. *Educational Psychologist*, 31(3–4), 175–190. <https://doi.org/10.1080/00461520.1996.9653265>
- 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>
- Dreyfus, T. (1999). Why Johnny can't prove. *Educational Studies in Mathematics*, 38(1–3), 85–109.
- 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>
- Hanna, G. (2000). Proof, explanation and exploration. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1–2), 5–23.
- Harel, G., & Sowder, L. (2007). Toward comprehensive perspectives on the learning and teaching of proof. *Educational Studies in Mathematics*, 66(1), 1–5.
- Herbel-Eisenmann, B., Steele, M. D., & Cirillo, M. (2017). Discourse in mathematics classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(1), 5–33. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.48.1.0005>
- Henriksen, E. K., Dillon, J., & Ryder, J. (2016). Understanding student participation. *Science Education*, 100(4), 631–655.
- Herbst, P., & Kosko, K. (2016). Mathematical communication and the negotiation of norms. *Educational Studies in Mathematics*, 91(3), 395–415.
- Inglis, M., & Alcock, L. (2012). Expert and novice approaches to proof comprehension. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(4), 358–390.
- Inglis, M., Mejía-Ramos, J. P., & Simpson, A. (2018). Epistemic beliefs and proof comprehension. *Educational Studies in Mathematics*, 98(3), 299–318.
- Inglis, M., & Simpson, A. (2020). Reasoning, explanation, and proof in university mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 104(1), 1–21.
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67(3), 255–276.
- Lithner, J., Jonsson, B., & Norqvist, M. (2018). Mathematical reasoning and task design. *Educational Studies in Mathematics*, 97(2), 145–164.
- Morgan, C. (1998). *Writing mathematically: The discourse of investigation*. Falmer Press.
- Nardi, E., Biza, I., & Zachariades, T. (2019). Mathematical discourse in higher education. *Educational Studies in Mathematics*, 100(2), 157–175.

- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Oner, D., & Adadan, E. (2015). Use of multimodal representations. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 343–365.
- Pedemonte, B. (2007). Argumentation and proof. *Educational Studies in Mathematics*, 66(1), 23–41.
- Pedemonte, B. (2016). Argumentation and proof in mathematics education. *ZDM–Mathematics Education*, 48(1–2), 15–26.
- Rasmussen, C., Zandieh, M., King, K., & Wawro, M. (2016). Advancing reasoning and communication. *Journal of Mathematical Behavior*, 42, 1–15.
- Schoenfeld, A. H. (2015). Why aren't we measuring what we value? *Educational Researcher*, 44(8), 491–497.
- Selden, A., & Selden, J. (2003). Validations of proofs. *Educational Studies in Mathematics*, 52(2), 155–179.
- Selden, A., Selden, J., & Nardi, E. (2020). Norms and practices in undergraduate proof. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2), 123–141.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating*. Cambridge University Press.
- Sfard, A., & Kieran, C. (2001). Cognition as communication. *Educational Studies in Mathematics*, 46(1–3), 1–14.
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2014). Developing students' proof competencies. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3), 307–331.
- Stylianides, A. J., Weber, K., & Leyva, L. (2017). Argumentation in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 96(3), 341–359.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument* (Updated ed.). Cambridge University Press.
- Wawro, M., Rasmussen, C., Zandieh, M., Sweeney, G., & Larson, C. (2017). Inquiry-oriented instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 95(1), 1–20.
- Wawro, M., & Hatfield, N. (2018). Discourse practices in undergraduate mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 51, 1–15.
- Weber, K. (2010). Mathematics majors' perceptions of proof. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 115–145.
- Weber, K., Inglis, M., & Mejía-Ramos, J. P. (2015). Students' reasoning and proof practices. *Educational Studies in Mathematics*, 90(3), 329–347.