

3428-11468-1-SP Turnitin Naskah Awal

by 3428 11468

Submission date: 26-Dec-2022 01:05PM (UTC+0700)

Submission ID: 1986641545

File name: 3428-11468-1-SP_Turnitin_Naskah_Awal.docx (60.55K)

Word count: 4479

Character count: 30870

Investigasi Desain Pengajaran untuk Penalaran Matematis

No.artikel: 3428

Abstract

Learning mathematics requires students to have various abilities and skills, including mathematical reasoning abilities. This study aims to identify anything related to teaching design in mathematics education related to students' reasoning abilities. The method used in this research is a systematic literature review (SLR). The results show that learning designs that affect reasoning ability are Zone of Proximal Development (ZPD), Realistic Mathematics Education (RME), and Theory of Didactical Situation (TDS). Various claims in the form of interventions such as learning models, learning instructions, and media or teaching materials, where it has been seen to improve mathematical reasoning ability in students effectively

Keywords: *teaching design; mathematical reasoning; systematic literature review (SLR).*

Abstrak

*Pembelajaran matematika menuntut siswa untuk memiliki berbagai kemampuan dan keterampilan, salah satunya adalah kemampuan penalaran matematika. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hal-hal apa saja yang berkaitan dengan desain pengajaran dalam pendidikan matematika terkait dengan kemampuan penalaran pada siswa. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu systematic literature review (SLR). Hasil penelitian ini menemukan bahwa terdapat desain pembelajaran yang mempengaruhi berbagai kemampuan penalaran matematis, yaitu Zone of Proximal Development (ZPD), Realistic Mathematics Education (RME), dan Theory of Didactical Situation (TDS), di mana untuk mendukungnya menggunakan berbagai klaim berupa intervensi seperti model pembelajaran, instruksi pembelajaran, dan media atau bahan ajar, yang mana hal tersebut telah terlihat secara efektif **meningkatkan kemampuan penalaran** matematika pada **siswa**.*

Kata Kunci: *desain pembelajaran; **penalaran** matematika; systematic literature review (SLR).*

1. Pendahuluan

Pembelajaran matematika merupakan salah satu pelajaran utama di sekolah. Hal ini dapat terlihat dari pelajaran matematika yang sudah dipelajari mulai dari tingkat Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas. Pelajaran matematika menuntut siswa untuk memiliki berbagai kemampuan dan keterampilan, di mana salah satunya adalah kemampuan penalaran. Kemampuan penalaran matematis memiliki arti yang luas dan para peneliti maupun ahli memiliki definisi tersendiri terkait hal ini. Menurut Kaur dan Toh (2016) penalaran matematis merupakan kemampuan untuk menganalisis situasi dan membangun opini. Penalaran matematis juga diartikan sebagai proses untuk mencapai kesimpulan dalam penyelesaian masalah (Johansson, 2016). Selain itu, Iskandar & Leonard (2019) mendefinisikan kemampuan penalaran matematika sebagai kemampuan menggunakan nalar dalam menyimpulkan, membuktikan, membangun gagasan baru, dan menyelesaikan masalah-masalah matematika yang perlu dimiliki oleh tiap siswa. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, kemampuan penalaran matematis dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menggunakan nalar untuk menganalisa masalah-masalah matematika sehingga diperoleh penyelesaian dan kesimpulannya.

Matematika dan kemampuan penalaran, tidak dapat terpisahkan dan saling berkaitan. Pemahaman terhadap konsep matematika dan kemampuan penalaran matematis merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan, konsep matematika dipahami melalui penalaran, sebaliknya penalaran dipahami dengan modal pemahaman terhadap konsep (Putra & Syarifuddin, 2018). Kemampuan penalaran sangat penting bagi siswa untuk dapat memahami matematika. Hal tersebut menjadi penting karena tanpa penalaran, akan menyebabkan kegagalan dalam memahami instruksi matematika (Battista, 2001). Ketika siswa menggunakan kemampuan penalaran matematisnya, mereka mengembangkan pengalaman atau gagasan, yang bertujuan; (1) untuk meyakinkan orang lain atau diri sendiri tentang pengalaman yang telah terbentuk, (2) untuk memecahkan masalah, atau (3) untuk mengintegrasikan angka gagasan menjadi pengalaman yang lebih komprehensif.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan penalaran matematis pada siswa baik pengaruh internal maupun eksternal. Faktor-faktor tersebut diantaranya seperti pemahaman konsep matematika (Munasiah, 2015), kecerdasan numerik dan minat belajar (Dani Apriyani & Doni Sirait, 2019). Hal-hal tersebut hanya dapat dicapai apabila pembelajaran matematika dilakukan cara optimal dan efektif, ada beberapa strategi ataupun karakteristik pembelajaran matematika yang dapat mendukung peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa.

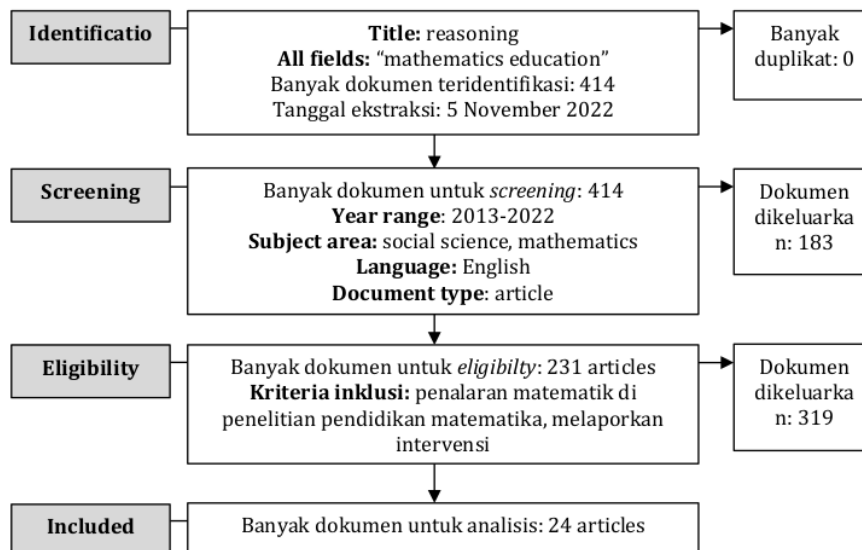
Beberapa dekade terakhir, pendidikan matematika telah mengalami perkembangan dan peningkatan, hal tersebut termasuk tuntutan kepada siswa terkait pemahaman matematis mereka yang juga turut meningkat daripada sebelumnya. Akan tetapi, peningkatan itu juga harus diikuti oleh sistem

pembelajaran sehingga dapat mendukung peningkatan kompetensi matematis pada siswa. Berdasarkan pemaparan diatas, mengingat pentingnya kemampuan penalaran matematis untuk dimiliki oleh seluruh siswa maka pengajaran matematika harus dilakukan seoptimal mungkin, karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hal-hal apa saja yang berkaitan dengan desain pengajaran dalam pendidikan matematika terkait dengan kemampuan penalaran pada siswa.

2. Metode

Penelitian ini merupakan *Systematic Literature Review* (SLR). Menurut Kitchenham, B., & Charters, S. M., (2007) SLR didefinisikan sebagai proses mengidentifikasi, menilai, dan menafsirkan semua bukti penelitian yang tersedia dengan tujuan untuk memberikan jawaban atas pertanyaan penelitian tertentu. *Systematic literature review* dilakukan dengan dasar kriteria inklusi (membaca judul dan abstrak secara manual) yang terdefinisi secara jelas.

Proses pengumpulan data mengikuti PRISMA statement (Moher et al., 2009) yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pengumpulan data menggunakan database Scopus. Kata pencarian pada "article title" adalah "reasoning" dengan tambahan "teaching or instruction or design or method or model". Karena lingkup penelitian ini adalah penelitian pendidikan matematika, maka ditambahkan "all fields" yaitu "mathematics education". Data yang diperoleh kemudian disortir menggunakan kriteria yaitu (1) tipe dokumen artikel, (2) dipublish dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2013-2022), dan (3) ditulis dalam bahasa Inggris.



Guna mengkategorikan desain pengajaran dalam artikel-artikel yang diteliti, digunakan karakterisasi desain pengajaran oleh van den Akker (2010) yang dimodifikasi oleh Lithner (2017). Karakterisasi tersebut mencakup hal-hal berikut.

1. Tujuan yang ingin dicapai melalui pengajaran yang digunakan.
2. Klaim yang dibuat tentang bagaimana tujuan harus dicapai.
3. Argument teoretis dan empiris yang mendukung klaim tentang pencapaian tujuan yang ditetapkan.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil artikel yang diperoleh disajikan pada **Tabel 1**. Setiap artikel berasal dari sumber jurnal yang beragam. Publikasi paling banyak adalah di tahun 2020 sebanyak 8 artikel.

Tabel 1. Daftar Artikel

No	Judul	Penulis	Jurnal	Tahun
1	Adaptive instruction strategies to foster covariational reasoning in a digitally rich environment	Osama Swida, Sara Bagossi, Silvia Beltramino, Ferdinando Arzarello	Journal of Mathematical Behavior	2022
2	The design and use of a digital tool to support the development of preschool children's logical reasoning	Kevin Larkin, Christina Lommatsch, Ilyse Resnick, Thomas Lowrie	Journal of Research on Technology in Education	2022
3	Impulsing the development of students' competency related to mathematical thinking and reasoning through teaching straight-line equations	Bui Phuong Uyen, Lu Kim Ngan, Nguyen Phuong Thao, Duong Huu Tong	International Journal of Learning, Teaching and Educational Research	2021
4	Doing math with mathematicians to support pedagogical	Christine Andrew-Larson, Estrella Johnson, Valerie	Journal of Mathematics Teacher	2021

No	Judul	Penulis	Jurnal	Tahun
	reasoning about inquiry-oriented instruction	Peterson, Rachel Keller	Education	
5	Technology enhanced learning environments and the potential for enhancing spatial reasoning: a mixed methods study	Samuel Fowler, Chelsea Cutting, JohnPaul Kennedy, Simon N. Leonard, Florence Gabriel. Wayne Jaeschke	Mathematics Education Research Journal	2020
6	Investigating the generalizability of Schema-Based Instruction Focused on Proportional Reasoning: A Multi-State Study	Asha K. Jitendra, Michael R. Harwell, Stacky R. Karl, Soohyun Im, Susan C. Slater	The Journal of Experimental Education	2021
7	Enhanced Visuospatial Reasoning of Students with Hybrid Learning Model	Cut Latifah Zahari, Yaya Sukjaya Kusumah, Dahrim	International Journal of Scientific & Technology Research	2020
8	The impact of a conceptual model-based mathematics computer tutor on multiplicative reasoning and problem-solving of students with learning disabilities	Yan Ping Xin, Joo Yong Park, Ron Tzur, Luo Si	Journal of Mathematical Behavior	2020
9	The effects of the ECIRR learning model on mathematical reasoning ability in the curriculum perspective 2013: Integration on student learning motivation	Agus Pahrudin, Nur Ahid, Syamsul Huda, Nita Ardianti, Fredi Ganda Putra, Bambang Sri Anggoro, Watcharin Joemsittiprasert	European Journal of Educational Research	2020

No	Judul	Penulis	Jurnal	Tahun
10	Effect of 5e instructional model on mobile technology to enhance reasoning ability of lower primary school students	Weeracha Siwawetkul, Prakob Koraneekij	Kasetsart Journal of Social Sciences	2020
11	The Application of Problem-Based Learning Model to Improve Students' Mathematical Reasoning	Linda Andalia, Usman, Muhammad Subianto	International Journal of Scientific & Technology Research	2020
12	The effect of concept map learning model on student's reasoning	Rita Pramujiyanti Khotimah, Christina Kartika Sari, Masduki	Universal Journal of Educational Research	2020
13	Are physical experiences with the balance model beneficial for students' algebraic reasoning? An evaluation of two learning environments for linear equations	Mara Otten, Marja van den Heuvel-Panhuizen, Michiel Veldhuis, Jan Boom, Aiso Heinze	Education Sciences	2020
14	Primary school teachers implementing structured mathematics interventions to promote their mathematics knowledge for teaching proportional reasoning	Annette Hilton, Geoff Hilton	Journal of Mathematics Teacher Education	2019
15	Spiral teaching sequence and concept	Changyuan Chen. Wheijen Chang,	Asia-Pacific Forum on	2019

No	Judul	Penulis	Jurnal	Tahun
	maps for facilitating conceptual reasoning of acceleration	Shihyin Lin	Science Learning and Teaching	
16	Developing prospective teachers' covariational reasoning through a model development sequence	Mahmut Kertil, Ayhan Kursat Erbas, Bulent Cetinkaya	Mathematical Thinking and Learning	2019
17	Effectiveness of two instructional methods on reasoning ability of children with hearing impairment in Nigeria	Samuel Olufemi Adeniyi, Olaotan Oladele Kuku	Specijalna edukacija I rehabilititacija	2018
18	Effects of a rubric for mathematical reasoning on teaching and learning in primary school	Robbert Smit, Patricia Bachmann, Verena Blum, Thomas Birri, Kurt Hess	Instructional Science	2017
19	Experiencing teaching and learning quantitative reasoning in a project-based context	Tracey Muir, Kim Beswick, Rosemary Callingham, Katara Jade	Mathematics Education Research Journal	2016
20	The impact of highly and minimally guided discovery instruction on promoting the learning of reasoning strategies for basic add-1 and doubles combinations	Arthur J. Baroody, David J. Purpura, Michael D. Eiland, Erin E. Reid	Early Childhood Research Quarterly	2015
21	Effects of Polya questioning instruction for geometry reasoning in junior high school	Chun-Yi Lee, Ming-Jan Chen	Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology	2015
22	Adapting Japanese Lesson Study to	Joan Moss, Zachary Hawes, Sarah Naqvi	ZDM Mathematics	2015

No	Judul	Penulis	Jurnal	Tahun
	enhance the teaching and learning of geometry and spatial reasoning in early years		Education	
23	The effect of origami-based instruction on spatial visualization, geometry achievement, and geometric reasoning	Sevil Arici, Fatma Aslan-Tutak	International Journal of Science and Mathematics Education	2015
24	Effectiveness of Schema-Based Instruction for Improving Seventh Grade Students' Proportional Reasoning: A Randomized Experiment	Asha K. Jitendra, Jon R. Star, Danielle N. Dupuis, Michael C. Rodriguez	Journal of Research on Educational Effectiveness	2013

Hasil keseluruhan untuk goals, claims and arguments disajikan di **Tabel 2**. Pada mulanya, di antara 24 artikel yang dianalisis, 2 artikel melakukan penelitian pada siswa *preschool*, 7 pada siswa sekolah dasar, 6 pada siswa sekolah menengah pertama, 5 pada siswa sekolah menengah atas, and 4 pada mahasiswa. Fakta ini mengindikasikan adanya penelitian yang masih terbatas di tingkat *preschool* dalam mengimplementasikan desain pengajaran untuk penalaran. Selain itu, hanya ditemukan 4 artikel yang menggunakan teknologi atau alat digital di lingkungan pembelajarannya. Materi yang paling sering didiskusikan dalam literatur adalah geometri. Seperti yang diketahui, geometri termasuk ke dalam kurikulum sekolah di berbagai negara. Hal ini dikarenakan geometri menjangkau matematika dan sains serta merupakan pusat ilmu disiplin lain seperti fisika, biologi, kimia, geografi, seni, dan srsitektur (Moss et al., 2015a). Lebih lanjut, mempelajari geometri dikatakan dapat meningkatkan penalaran siswa secara umum (Siregar et al., 2020). Meski demikian, Dhlamini et al. (2019) melaporkan bahwa siswa-siswa menghadapi masalah serius pada konsep geometri, seperti mengingat dan memanipulasi penalaran spasial geometri yang tidak relevan. Soal-soal pada materi geometri sering kali melibatkan ilustrasi dan

diagram. Siswa yang kesulitan dalam memvisualisasikan masalah dari soal tentu akan mengalami kesulitan dalam menjawab pertanyaan.

Tabel 2. Desain Pengajaran

No	Goal	Claim	Theoretical Argument
1	Covariational reasoning	Adaptive instruction strategies	RME
2	Logical reasoning	Use of digital tool (learning app)	ZPD
3	Reasoning	Van Hiele's teaching model	ZPD
4	Pedagogical reasoning	Doing math with mathematicians	RME
5	Spatial reasoning	Technology Enhanced Learning Environment (TELE)	ZPD
6	Proportional reasoning	Schema-Based Instruction (SBI)	ZPD
7	Visuospatial reasoning	Hybrid Learning Model	ZPD & RME
8	Multiplicative reasoning	Please Go Bring Me-Conceptual Model-based Problem Solving (PGBM-COMPS)	ZPD & RME
9	Mathematical reasoning	ECIRR Learning Model	ZPD
10	Reasoning	5E Instructional Model	ZPD
11	Mathematical reasoning	Problem-based Learning Model	ZPD
12	Reasoning	Concept Map Learning Model	ZPD
13	Algebraic reasoning	Learning Environment with Balance Model	ZPD
14	Proportional reasoning	Structured mathematics	ZPD
15	Conceptual reasoning	Spiral Teaching Sequence and concept maps	ZPD
16	Covariational reasoning	Model development sequence	ZPD
17	Reasoning	TWO INSTRUCTIONAL	TDS

No	Goal	Claim	Theoretical Argument
		METHODS (Montessori Didactic and Direct Instructional Methods)	
18	Mathematical reasoning	Formative rubric	ZPD
19	Quantitative reasoning	project-based learning	ZPD
20	Reasoning	guided discovery instruction	ZPD
21	Geometry reasoning	Polya Questioning Instruction	ZPD
22	Geometry and Spatial reasoning	Japanese Lesson Study	ZPD
23	Geometric reasoning	ORIGAMI-BASED INSTRUCTION	ZPD
24	Proportional reasoning	Schema-Based Instruction (SBI)	ZPD

Goals

Terdapat beberapa jenis penalaran yang didiskusikan dalam artikel-artikel tersebut, seperti disajikan pada **Tabel 2**. Hjelte et al. (2020) menyatakan bahwa jenis penalaran matematis dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu penalaran matematis dalam pandangan domain umum (*domain-general view*), yaitu penalaran yang tidak terkait dengan domain matematika tertentu, dan penalaran matematis dalam pandangan domain spesifik (*domain-sepcific view*), yaitu penalaran terkait dengan suatu domain matematika. Penalaran matematis dalam pandangan domain umum antara lain definisi dan pernyataan eksplanatori, penalaran kreatif dan imitatif, taksonomi SOLO, serta interaksionisme hierarki. Sedangkan penalaran matematis dalam pandangan domain spesifik antara lain penalaran spasial; penalaran inferensial informal; penalaran penjumlahan, perkalian, dan distributif; penalaran aljabar, penalaran proporsional dan kovariasional; penalaran kuantitatif; dan penalaran transformasional. Dengan menggunakan pengkategorian ini, penalaran yang sering digunakan dalam penelitian desain pengajaran adalah penalaran matematis dalam domain spesifik.

Meski secara keseluruhan penalaran matematis dalam domain spesifik lebih dominan, tetapi secara terpisah, penalaran matematis yang bersifat umum, dalam hal ini adalah penalaran yang didefinisikan dan dinyatakan dalam pernyataan-pernyataan, merupakan penalaran yang sering muncul,

kemudian diikuti penalaran proporsional dan geometri. Penalaran matematis dalam bentuk definisi disajikan untuk memberikan pemahaman kepada pembaca tentang bagaimana peneliti memandang penalaran. Hjelte et al. (2020) menjelaskan artikel yang menggunakan jenis penalaran ini biasanya menghubungkan penalaran dengan aktivitas seperti membuat dan menarik kesimpulan, menjustifikasi, dan pemecahan masalah. Di antara 24 artikel yang dianalisis, terdapat dua artikel (Khotimah et al., 2020; Khotimah & Sari, 2020; Uyen et al., 2021) yang secara jelas menambahkan definisi dan pernyataan eksplanatori. Dalam penelitian Uyen et al. (2020), definisi penalaran matematis merujuk pada penelitian Mukono dan Mogari (2015), Mumu dan Tanujaya (2019), yaitu proses membentuk dan memahami ide dan konsep matematis yang berhubungan dengan ketersediaan premis-premis untuk membuat penekanan dan menuntun ke kesimpulan. Penalaran matematis ini tidak terbatas pada domain matematika tertentu, sehingga dipakai secara luas dalam penelitian matematika. Sebagaimana Smit et al. (2017) menekankan pentingnya penalaran matematis untuk memastikan siswa memahami konsep dan keterampilan matematika.

Penalaran proporsional adalah terbanyak kedua yang dipakai dalam penelitian desain pengajaran. Jitendra et al. (2021) mengutip definisi penalaran proporsional dari penelitian Hino & Kato (2019), yaitu penalaran proporsional adalah cara berpikir yang kompleks dan pengembangannya melibatkan pemahaman yang banyak, termasuk mengerti struktur dasar dari perkalian dan pembagian pada bilangan cacah, memahami rasio sebagai perbandingan perkalian dan mengubah satuan, membuat koneksi antara rasio dan pecahan, serta memahami pengukuran dan persentase. Dalam kajian teori pada artikel Hilton & Hilton (2019), penalaran proporsional memiliki makna *co-variation* dan mampu membuat perbandingan antara jumlah. Dengan demikian, penalaran proporsional erat kaitannya dengan penalaran kovariasional. Tidak heran, Hjelte (2020) mengelompokkan penalaran proporsional dan kovariasional sebagai satu pasang. Jitendra et al (2013) menekankan bahwa penalaran proporsional adalah keterampilan yang penting untuk memahami matematika yang lebih tinggi karena menyediakan jembatan antara aritmetika konkrit dan simbol aljabar.

Penalaran terbanyak ketiga adalah penalaran geometri. Arici & Aslan-Tutak (2015) mengutip pernyataan Duval dalam Hershkowitz (1998) bahwa model penalaran geometris fokus pada dimensi kognitif dalam pembelajaran geometri. Terdapat tiga jenis proses kognitif, yaitu visualisasi, konstruksi, dan penalaran, yang menjadi bagian pemikiran geometri. Sedangkan, Smith dalam Arici dan Aslan-Tutak (2015) menjelaskan penalaran geometris tersusun dari membuktikan, menjustifikasi, dan argumentasi. Padahal kerangka ini bisa berlaku tidak hanya pada domain geometri. Dalam

penelitian Moss et al (2015) penalaran geometri dikaitkan dengan penalaran spasial. Hjelte (2020) menyamakan penalaran spasial dan geometris sebagai jenis yang sama. Mereka mendefinisikan penalaran ini sebagai pemahaman dan penjelasan apa yang terjadi ketika bekerja dengan tugas geometri, menggunakan entitas hubungan subjek yang berbeda seperti objek geometri, diagram, alat ukur, atau bahkan gestur. Mereka melaporkan beberapa penelitian mencoba untuk melihat bagaimana siswa memaknai representasi objek 2D atau 3D. Bahkan, artikel Arici dan Aslan-Tutak menginvestigasi keefektifan pengajaran berbasis origami pada pencapaian dan penalaran geometri/visualisasi visual. Moss et al (2015) mengungkapkan pentingnya penalaran spasial sebagai kemampuan dasar yang tidak hanya menjamin kesuksesan di bidang matematika, tetapi juga dalam Science, Technology, and Engineering (STEM).

Secara umum, kemampuan penalaran antara anak berusia 5 hingga 10 tahun adalah prediktor pencapaian ilmu yang lebih kuat dibanding kemampuan penalaran di usia lain (Beatty & Egan, 2020). Penalaran yang secara khusus dikaitkan dengan pembelajaran anak (4-11 tahun) pada artikel yang ditemukan adalah penalaran logis (Larkin et al., 2022) dan penalaran aljabar (Otten et al., 2020). Penalaran logis pada anak-anak dipercaya merupakan hal penting untuk kesuksesan di masa sekolah yang akan datang, khususnya di bidang Matematika dan STEM (Larkin et al., 2022). Dalam artikel Otten (2020) dijelaskan bahwa belajar untuk bernalar secara aljabar berarti belajar untuk membuat generalisasi pada basis instantiasi (representasi ide dalam bentuk contoh) dari ide matematis tertentu, seperti halnya membangun, menjustifikasi, dan mengekspresikan konjektur tentang struktur dan hubungan matematis. Penalaran aljabar muncul karena adanya pengembangan *early algebra* untuk anak-anak. Hohensee (2017) mendefinisikan istilah *early algebra* sebagai sebuah pendekatan untuk mengedukasi siswa sekolah dasar dalam memperkuat kebiasaan pikiran yang fokus pada struktur matematika lebih mendalam. Seperti halnya penalaran logis, penalaran aljabar juga terbukti banyak memberikan manfaat untuk mengenalkan konsep aljabar pada anak dan menjadi salah satu indikator kesuksesan di masa mendatang, khususnya artikel Otten (2020) menekankan penalaran aljabar ini menjadi alat penting untuk mengembangkan penalaran matematis anak pada umumnya.

Claims

Dalam mencapai *goals*, ada beberapa perlakuan atau intervensi yang diterapkan baik itu berupa model pembelajaran, instruksi, maupun media ajar, sebagaimana akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

1. Intervensi Model Pembelajaran

1 Terdapat berbagai model pembelajaran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan ataupun mempengaruhi kemampuan penalaran siswa. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, terdapat model pembelajaran pertama yaitu *Adaptive Instruction Strategies*, model pembelajaran ini menggunakan permainan *semiotic* yang mampu mendorong berjalannya diskusi di kelas dan membuatnya mengalir, mampu mengeksplorasi tindakan dan pemikiran siswa melalui pendekatan investigasi, serta mampu menarik perhatian siswa pada informasi yang diberikan oleh berbagai artefak (Swidan et al., 2022).

Selanjutnya adalah Model Van Hiele, dengan model Van Hiele, akan mampu menciptakan kondisi bagi siswa untuk secara berurutan melakukan proses-proses yang diperlukan untuk melatih kemampuan berpikir dan bernalar secara matematis. Suasana belajar kelompok dilakukan, sehingga turut meningkatkan kemampuan berpikir dan bernalar matematis siswa dengan prinsip resonansi dalam berpikir (Uyen et al., 2021).

Doing Math With Mathematicians adalah model pembelajaran ketiga, dengan model ini diharapkan kemampuan penalaran pedagogik dapat meningkat sejalan dengan peningkatan keterlibatan matematis yang lebih dalam pada urutan tugas yang dirancang untuk siswa, sehingga mendukung keterlibatan yang lebih dalam pula pada penalaran matematis siswa (Andrews-Larson et al., 2021). Berikutnya adalah model pembelajaran Hybrid, dalam penerapan model ini siswa dapat mengikuti pembelajaran tanpa dibatasi ruang dan waktu, serta siswa juga dapat menggunakan beberapa media yang terpasang di komputernya kapan saja, untuk meningkatkan kemampuan visuospasialnya (Cut et al., 2020).

Selain itu, juga terdapat model *Please Go Bring Me-Conceptual Model-based Problem Solving (PGBM-COMPS)* yang merupakan model pembelajaran dengan menerapkan platform permainan *PGBM* dan instruksi berbasis model *COMPS*, yang berjalan secara beriringan dalam memfasilitasi pembangunan konsep dan keterampilan pemecahan masalah pada siswa (Xin et al., 2020). Model keenam yang dapat diterapkan yaitu *ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce)*, penerapan model ini akan melibatkan siswa untuk menciptakan pemahaman tentang diri sendiri dan mendukung peningkatan kemampuan penalaran matematisnya (Pahrudin et al., 2020).

Selanjutnya model *Problem-based Learning*, dengan diterapkannya model ini dapat mengorientasikan siswa pada masalah, mampu mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing individu dan kelompok investigasi, mengembangkan dan menyajikan karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Andalia & Subianto, 2020). *Concept Map Learning*, pembelajaran dengan peta konsep merupakan model pembelajaran berikutnya yang dapat membantu siswa untuk memiliki

pemahaman konsep yang lebih dalam, meningkatkan keterampilan sains mereka, dan membuat pembelajaran yang lebih bermakna (Khotimah et al., 2020).

Selain itu, model pembelajaran *Learning Environment with Balance Model* juga dapat diterapkan pada pembelajaran, dengan model ini membantu siswa dalam memahami situasi masalah, sehingga dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk bernalar dengan menggabungkan informasi (Otten et al., 2020). Untuk model kesepuluh yaitu *Structured Mathematics*, model matematika terstruktur dimaksudkan untuk meningkatkan konsep dan bahasa matematika siswa, hal ini dilakukan dengan menggunakan gambar sebagai petunjuk diskusi untuk meningkatkan bahasa matematika dan pengembangan konseptual di seluruh aspek penalaran proporsional, serta menggunakan beberapa strategi untuk mengembangkan pemikiran fraksional, dan selanjutnya mengembangkan pemikiran relative dengan penggunaan beberapa representasi dalam beberapa mode (Hilton & Hilton, 2019).

Model pembelajaran berikutnya yaitu *Development Sequence* atau urutan pengembangan model, pembelajaran dengan model ini bertujuan untuk mendukung kemampuan calon guru untuk bernalar secara kovarian. Ketika mengkarakterisasi penalaran kovarian, cara siswa memahami kuantitas sebagai variabel dalam situasi kovarian harus difokuskan terlebih dahulu, kemudian ditentukan bahwa seseorang dapat memahami kuantitas yang terlibat dalam situasi yang saling berpasangan dalam tiga cara berbeda; (i) berpikir dengan variabel primer, (ii) berpikir dengan variabel sekunder, dan (iii) berpikir dengan membalik peran variabel independen dan dependen (Kertil et al., 2019). *Project-based Learning* menjadi model pembelajaran berikutnya yang penerapannya pada pembelajaran berbasis proyek dengan harapan dapat memotivasi siswa yang sebelumnya enggan untuk terlibat dengan matematika melalui penalaran kuantitatif terkait dengan pekerjaan proyek (Muir et al., 2016). Dan yang terakhir yaitu *Japanese Lesson Study*, adaptasi dari model ini yang terkait dalam pembelajaran matematika, diterapkan dalam merancang dan melakukan wawancara klinis, pelajaran dan kegiatan eksplorasi, dan penciptaan sumber daya untuk mendukung penalaran spasial (Moss et al., 2015).

2. Intervensi Instruksi Pembelajaran

Schema-based Instruction (SBI) dalam artikel ini, terdapat dua tipe pelaksanaan SBI untuk meningkatkan kemampuan penalaran proporsional siswa, yaitu yang pertama dengan dialog interaktif yang didukung dalam pengaturan seluruh kelas diikuti oleh kelompok kecil atau kerja mitra dengan strategi *Think-Plan-Share* (Jitendra et al., 2022) dan strukturisasi dasar

masalah matematika, penggunaan representasi visual, instruksi eksplisit dalam pengajaran heuristik, dan penekanan (Jitendra et al., 2013).

5E *Instructional Model* atau model instruksi 5E digunakan untuk meningkatkan kemampuan penalaran siswa (Siwawetkul & Koraneekij, 2020), penerapan model ini dilakukan dengan lima tahapan instruksi yaitu *Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, dan Evaluation. Spiral Teaching Sequence and Concept Maps*, intervensi pembelajaran jenis ini menggunakan empat macam instruksi, berupa (1) pratinjau materi, (2) peta konsep, (3) pertanyaan konseptual, dan (4) ulasan penyelesaian masalah, instruksi yang digunakan ini dapat membantu siswa secara bertahap untuk memahami konsepsi ilmiah yang abstrak dan berlawanan dengan intuisi (Chen et al., 2019). *Two Instructional Model (Montessori Didactic and Direct Instructional Methods)* model Montessori didaktik dan instruksi langsung dapat diterapkan dalam peningkatan kemampuan penalaran siswa. Sebagaimana temuan Adeniyi dan Kuku (2018) bahwa dua instruksional model ini sangat efektif karena dapat mendorong siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran berupa pengarahan diri dan kemandirian, dengan tidak memperdulikan perbedaan gender, intelektual, dan ekonomi.

Guided Discovery Instruction atau instruksi pembelajaran terbimbing dapat diterapkan dalam meningkatkan kemampuan penalaran strategi siswa, hal ini dikarenakan instruksi *Guided Discovery* ini dapat membantu siswa dalam belajar dan menggeneralisasi (Baroody et al., 2015). *Polya Questioning Instruction*, siswa yang menerima instruksi pertanyaan Polya memiliki lebih banyak kesempatan untuk memecahkan masalah mereka sendiri dan karena itu menunjukkan kemauan yang lebih kuat untuk berpartisipasi dalam pelajaran, ini juga membantu mereka yang memiliki pengetahuan awal yang tinggi untuk mengembangkan pemahaman mereka lebih efektif daripada mereka yang memiliki pengetahuan awal yang rendah, alasan lain mungkin karena siswa dengan pengetahuan awal yang tinggi lebih percaya diri dalam pemecahan masalah matematika (Lee & Chen, 2015). Instruksi terakhir yang dapat digunakan untuk membantu meningkatkan penalaran geometris siswa adalah *Origami-based Instruction*. Instruksi pembelajaran berbasis origami dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan penalaran geometri siswa dikarenakan, dengan menggunakan metode pembelajaran berbasis origami, dapat membantu siswa agar lebih mudah dalam melihat hubungan antar pernyataan geometris (Arici & Aslan-Tutak, 2015).

3. Intervensi Media atau Bahan Ajar

Digital tool (learning app) pengembangan dan penggunaan aplikasi pembelajaran konseptual, serta aktivitas yang menyertainya diharapkan dapat membantu pengembangan penalaran logis dengan mempromosikan

pembelajaran keterampilan *debugging, decoding, conditional, dan encoding* (Larkin et al., 2022). *Technology Enhanced Learning Environment (TELE)*, integrasi teknologi kedalam ruang kelas kontemporer semakin lazim dan memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai konsep interdisipliner dan keterampilan penalaran spasial, dengan diterapkannya media berupa teknologi yang terintegrasi kedalam kelas ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan penalaran spasial siswa dengan mengembangkan keterampilan berpikir komputasi, melalui mengidentifikasi pola, mengabstraksi bagian-bagian yang tidak penting, membuat algoritma, melakukan simulasi dan mengevaluasi efisiensi hasil (Fowler et al., 2021).

Formative Rubric berdasarkan analisis, yaitu adanya intervensi berupa rubrik formatif ternyata tidak menunjukkan adanya efek secara langsung dari rubrik terhadap kompetensi penalaran siswa. Namun, ada korelasi yang signifikan antara *self-efficacy* dan kompetensi penalaran, karena dengan rubrik formatif siswa akan diberikan kesempatan untuk mengetahui dan mengukur sendiri kemampuannya (Smit et al., 2017).

Theoretical Argument

Berdasarkan argumen yang mendukung desain pengajaran, *Zone of Proximal Development (ZPD)* merupakan argumen yang paling banyak muncul yaitu 20 dari 24 artikel. Vygotsky mendefinisikan ZPD sebagai jarak antara tingkat perkembangan aktual sebagaimana ditentukan oleh pemecahan masalah secara mandiri dan tingkat perkembangan potensial sebagaimana ditentukan melalui pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau kerjasama antar teman sebaya yang lebih mampu (Shabani et al., 2010). Hasil penelitian Pahrudin et al. (2020) menunjukkan bahwa kemampuan penalaran salah satunya dipengaruhi oleh penggunaan model ECIRR (*Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce*) yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran. Penelitian Andalia et al. (2020) kemampuan penalaran matematis siswa meningkat melalui model *Problem-based learning*. Selain itu, hasil penelitian

Selanjutnya, argumen lain yang digunakan dalam desain pengajaran adalah *Realistic Mathematics Education (RME)*. RME adalah teori pengajaran khusus dalam matematika yang dikembangkan di Belanda. Karakteristik dari RME yaitu situasi "realistic" diberikan dalam proses pembelajaran. Situasi tersebut berfungsi sebagai sumber untuk memulai pengembangan konsep dan prosedur serta konteks dimana siswa pada tahap selanjutnya dapat menerapkan pengetahuan matematikanya (van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014). Hasil penelitian Swida et al. (2022) menunjukkan bahwa strategi utama yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran mendukung siswa untuk mencapai tingkat *covariational reasoning* yang berbeda.

Selain ZPD dan RME, argumen yang juga mendukung desain pengajaran adalah *Theory of Didactical Situation* (TDS). TDS dalam pembelajaran matematika terdiri dari situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi dan institusionalisasi (Brousseau, 2002). Hasil penelitian Adenyi dan Kuku (2018) menemukan bahwa bahan didaktik montessori dan metode instruksi langsung efektif dalam mengajar siswa tunarungu. Metode montessori direkomendasikan untuk digunakan dalam pengajaran siswa sekolah dasar karena dapat mendorong partisipasi aktif berupa pengarahan diri sendiri dan kemandirian tanpa mengabaikan perbedaan gender, intelektual dan ekonomi.

4. Kesimpulan

Hampir semua artikel bertujuan untuk meningkatkan penalaran matematis yang diinginkan dengan menyajikan beberapa desain pengajaran. Hasil analisis menunjukkan berbagai macam penalaran matematis yang dibahas, yaitu penalaran matematis secara umum (jenis penalaran yang paling umum dan banyak dibahas), penalaran kovariasional, penalaran logis, penalaran pedagogik, penalaran spasial, penalaran proporsional, penalaran visuospasial, penalaran perkalian, penalaran aljabar, penalaran konseptual, penalaran kuantitatif, dan penalaran geometri.

Beberapa intervensi yang diterapkan berupa model pembelajaran, instruksi, maupun media ajar. Intervensi yang berupa model pembelajaran antara lain *Adaptive Instruction Strategies*, Model van Hiele, *Doing Math With Mathematicians*, pembelajaran Hybrid, *Please Go Bring Me-Conceptual Model-based Problem Solving (PGBM-COMPS)*, ECIRR (*Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce*), *Problem-Based Learning*, *Concept Map Learning*, *Learning Environment with Balance Model*, *Structured Mathematics*, *Development Sequence*, *Project-Based Learning*, dan *Japanesse Lesson Study*. Sementara itu, intervensi yang berupa instruksi pembelajaran adalah *Schema Based Instruction*, *5E Instructional Model*, *Spiral Teaching Sequence and Concept Maps*, *Montessori Didactic and Direct Instructional Methods*, *Guided Discovery Instruction*, *Polya Questioning Instruction*, dan *Origami Based Instruction*. Terakhir, intervensi dalam bentuk media pembelajaran, yaitu *Technology Enhanced Learning Environment (TELE)*.

Argumen yang sering dipakai dalam penelitian-penelitian terkait desain pengajaran dalam penalaran matematis adalah *Zone of Proximal Development* (ZPD), diikuti *Realistic Mathematics Education* (RME), dan terakhir *Theory of Didactical Situation*.

3428-11468-1-SP Turnitin Naskah Awal

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

id.scribd.com

Internet Source

3%

2

repository.upstegal.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%